

(2) 花崗閃緑岩中の鉍徴

黄銅鉍，黄鉄鉍パッチ；本地区西部のパノリス状花崗閃緑岩類中には，晶洞様構造が散見される。その中心部に石英が濃集し，その周りに黄銅鉍，黄鉄鉍が晶出している。

この種の鉍化パッチの規模は，通常，径十数cm程度であり，小規模・低品位，不規則に散在するのみで，発展性はない。同パッチは花崗閃緑岩体の周辺部に多く産し，特に Los Prados 部落および Pitril 山に多く認められる。

黄鉄鉍・石英脈；本地区の北東端の Otué 地区に分布した花崗閃緑岩は，著しく破碎されており，全体的に，弱い変質作用と褐鉄鉍の弱い鉍染が認められる。鏡下の観察では，石英とカリ長石は非変質であるが，黒雲母・角閃石などの若鉄鉍物は緑泥石化し，斜長石は虫食状に絹雲母や岩酸塩鉍物・粘土鉍物などに交代されている。この花崗閃緑岩中には，巾1m以上に達する白雲母・石英脈が胚胎しており，黄鉄鉍を伴う。

3-3 露頭別説明

(1) Abanico 層変質安山岩中の銅鉍床

Mina N°1 (Curare1 鉍床下部坑)

標高 1,220 m に位置し，立入坑道約 50 m，ひ押坑道計約 50 m，その他坑道計約 30 m 坑道合計約 130 m，切上1箇所(約19m上のN°2坑へ通じている)，堀下3箇所の掘削が実施されている。

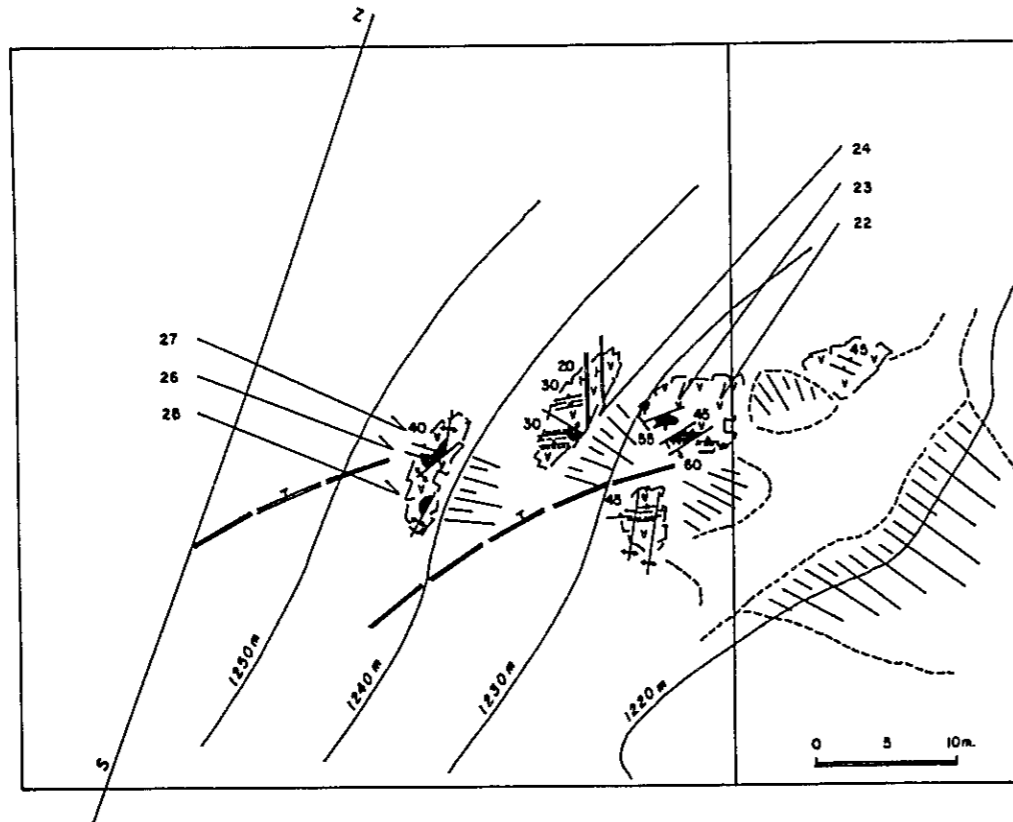
鉍床の規模は，実巾1m強，確認延長約20mである。鉍床の形態は，変質安山岩中の凝灰岩質部の構造に規制され，層状～不規則レンズ状を呈し，走向はN70°W，傾斜20°～30°Nである。鉍体内，垂直方向，延長1mのチャンネルサンプリング9個の平均品位は，Tot. Cu 3.52%，Sol. Cu 1.04%であり，Sol. Cu 比率は29.5%である。ちなみに，坑道側壁片面で実施した連続1×1mのチップサンプリングの結果は，研混ファクターを30%とすると，10個の平均で，Tot. Cu 3.41%である。銅品位3%台が鉍床品位の実勢と考えられる。しかし，そのうちの約30%が Soluble copper である。

Mina N°2 (Curacare1 鉍床上部坑)；

Mina N°1 の約19m上に位置し，坑道延長は約48mである。方解石を伴う割目が多数発達しており，それによって鉍体は4箇所に分断されている。下盤鉍体は実巾0.5m程度，走向延長は約5m，鉍体内品位は，Tot. Cu 1.14%，(3ヶの平均品位)である。上盤鉍体の平均品位は Tot. Cu 2.74%，Sol. Cu 1.58% (5ヶ)である。鉍体の走向はN70°W，傾斜30°～45°Nと推定される。

N°3 (San Antonio 坑)；

Mina N°1 の西北西約100mに位置する。約16mの坑道があったと伝えられるが，坑口が崩壊しており現在入坑不能である。坑口前に約30tの鉍石パイルがあり，鉍石パイルより



Descripciones

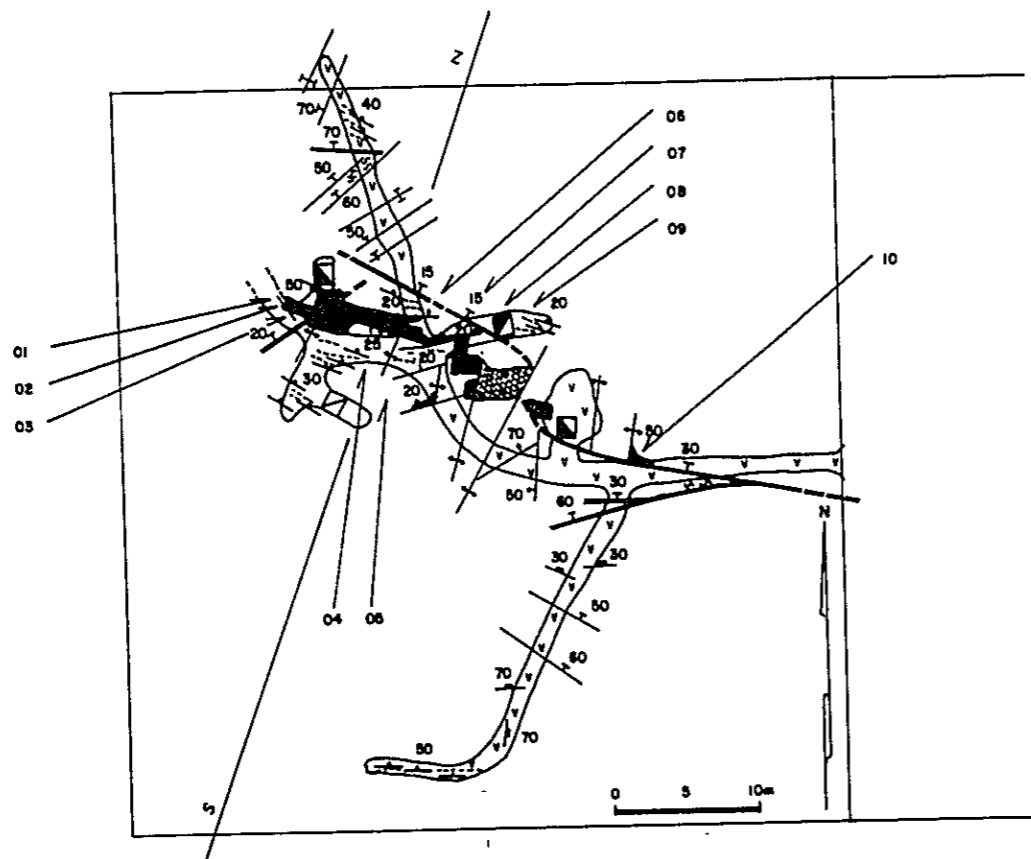
Oxido de cobre diseminado y bornita en parches son encontradas en las partes silicificadas y fracturadas Venillas de calcita se desarrollan cortando estas partes. Adición de sílice y calcita y alteración a clorita y epidota se observa en toda la roca huésped. Delgados sistemas de diaclasas se desarrollan en los estratos tobáceos concordante-mente con el plano de estratificación, el cual muestra rumbo EW y manto al este.

MUESTRA Nº	LONG. DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
OA-22	0,5	2,33	2,03	240	24	0,01	0,47	0,14	27	6,95	0,03	125	
OA-23	0,5	1,03	0,50	80	15	0,01	0,02	0,20	18	7,81	0,20	25	
OA-24	0,5	2,95		520	46	0,01	0,02	0,12	18	6,05	0,53	10	
OA-25	0,5	1,24	0,97	1,40	16	0,01	0,08	0,26	21	8,07	0,08	30	
OA-26	0,5	0,82		40	11	0,01	0,01	0,09	15	6,04	0,02	30	
OA-27	0,5	10,36	3,86	220	195	0,06	0,01	0,07	16	4,98	2,31	38	

- Falta
- Fractura o veta
- Diaclasa
- Diaclasa menor y estratificación
- Zona de cizalle
- Zona alterada y mineralizada (confirmada).
- Zona alterada y mineralizada (inferida)
- X Área con alto contenido de cobre.
- Acumulación de mineral de cobre.
- Lavas andesíticas
- Partes tobáceas en volcánicas

- STL Silicificación.
- qt Cuarzo
- chl Clorita
- ep Epidota
- cal Calcita o ceolita
- clay Arcilla
- bn Bornita.
- grn-Cu Oxidos de cobre
- lim-gos Gossan limonítico
- disa Diseminaciones
- F Fallo
- V Veta
- vit Venilla.
- J Diaclasa
- Shd Zona de cizalle
- int Intervalo
- W Ancho.

Fig. II - 5 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LAS MINAS Nº. 1 Y 2, CURACAREL (SUPERFICIE)



Descripciones

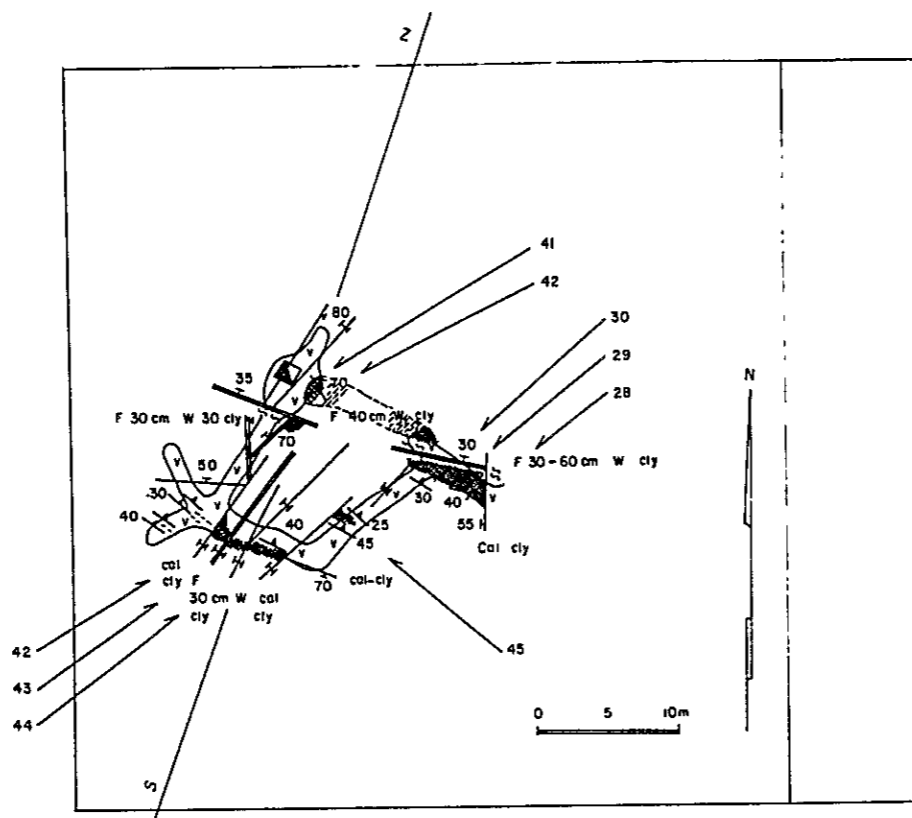
La mineralización ocurre en partes silicificadas intensamente de las rocas volcánicas alteradas. Las partes silicificadas y mineralizadas muestran forma lenticular irregular controladas por la estratificación y los sistemas de fracturas. La extensión medida varía entre 1 y 2 metros de espesor y 20 m de corrida elongada en la dirección N70°W y 20° de manto al norte.

MUESTRA Nº	LONG. DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
OA-01	1,0	0,71	(0,29) ³	40	5,1	0,01	0,01	0,07	5	6,28	0,18	15	(razón de Cu Sol) (41,2)
OA-02	1,0	1,14	0,90	60	10	0,01	0,01	0,08	5	6,45	0,03	5	(78,9)
OA-03	1,0	8,29	0,93	40	44	0,02	0,01	0,08	7	4,40	0,70	5	(28,3)
OA-04	1,0	4,90	1,22	40	48	0,02	0,01	0,09	5	5,38	1,24	5	(24,9)
OA-05	1,0	3,62	2,17	80	29	0,01	0,01	0,10	5	5,78	0,34	30	(59,9)
OA-06	1,0	10,84	0,56	360	202	0,01	0,01	0,05	15	3,74	2,90	38	(5,2)
OA-07	1,0	0,63	(0,26) ³	40	8,2	0,01	0,01	0,06	49	5,17	0,04	25	(41,2)
OA-08	1,0	3,60	1,59	40	38	0,01	0,01	0,08	16	4,44	0,49	63	(44,2)
OA-09	1,0	2,99	1,40	160	40	0,01	0,01	0,08	15	4,97	0,47	25	(46,8)
Promedio	1,0 x 9	3,52	1,04	96	47	0,01	0,01	0,08	13,6	5,13	0,71	23	(29,5 %)
	1,0 x 1,0 x 1,0	3,41											Factor de dilu 30 %
Chip. Muest.													
OA-10		3,04		160	40	0,01	0,01	0,14	14	7,90	0,22	125	

- Fallo
- Fractura o veta
- Diaclase
- Diaclase menor y estratificación
- Zona de cizalla
- Zona alterada y mineralizada (confirmado)
- Zona alterada y mineralizada (inferido)
- Area con alto contenido de cobre
- Acumulación de mineral de cobre
- Lavas andesíticas
- Partes tobáceas en volcánicas.

- STL Silicificación
- qt Cuarzo
- chl Clorita
- ep Epidoto
- cal Calcita o ceolita
- cl Arcilla.
- bn Bornita.
- grn-Cu Oxidos de cobre.
- lim-gos Gesson limonítico
- dis Diseminaciones
- F Fallo
- v Veta
- vit Venilla
- J Diaclase.
- Shd Zona de cizalla
- int Intervalo.
- W Ancho
- X Valor estimado

Fig. II-6 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LA MINA Nº.1 CURACAREL



Descripciones

Las zonas silicificadas y mineralizadas están cortadas por sistemas de fallas NE y NNE y fracturas con arcilla y calcita que separan pequeños porciones monores que 5 m de longitud

Las porciones semejan lentes irregulares de 1 metro de espesor con óxidos de cobre diseminados y escasos parches de bornita.

MUESTRA N°	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		CuTOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
OA-28	1,0	3,63	2,60	440	180	0,01	0,01	0,08	21	6,10	0,80	38	(razón de Cu Sol) (71,1 %)
OA-29	1,0	0,72	(0,46)	100	10	0,01	0,01	0,10	17	5,90	0,03	30	(59,1 %)
OA-30	1,0	1,73	1,09	160	29	0,01	0,02	0,10	20	6,38	0,14	8	(63,0 %)
OA-40	1,0	4,28	2,13	240	28	0,09	0,01	0,10	7	5,47	0,88	30	(44,6 %)
OA-41	1,0	2,83	1,62	580	40	0,02	0,01	0,10	18	5,10	0,78	5	(57,2 %)
Promedio	1,0 x 5	2,74	1,58	304	67	0,03	0,01	0,10	16,6	5,79	0,45	22	(57,1 %)
Chip Muest.	1,0 x 1,0 x 9	2,23											Factor de dilución 50%
OA-42	1,0	0,89		320	16	0,01	0,01	0,07	15	5,53	0,16	25	
OA-43	1,0	2,34	1,64	520	20	0,01	0,01	0,07	13	5,60	0,44	5	
OA-44	1,0	0,19		240	29	0,01	0,01	0,08	18	6,43	0,02	20	
Promedio	1,0 x 3	1,14		360	13	0,01	0,01	0,07	15,3	5,85	0,21	17	
Chip Muest.	1,0 x 1,0 x 5	1,01											Factor de dilución 30%
OA-45	1,0	0,84		280	19	0,01	0,01	0,07	12	5,65	0,09	18	

- Falla
- Fractura o veta
- Diaclasa
- Diaclasa menor y estratificación
- Zona de cizalle
- Zona alterada y mineralizada (confirmada)
- Zona alterada y mineralizada (infenda).
- X Area con alto contenido de cobre
- Acumulación de mineral de cobre
- Lavas andesíticas
- Partes tobáceas en volcanitas
- STL Silicificación
- qt Cuarzo
- chl Clorita
- ep Epidoto
- cal Calcita o ceolita
- clay Arcilla
- bn Bornita
- grn-Cu Oxidos de cobre
- lim-gos Gossan limonítico.
- diss Disseminaciones
- F Falla
- V Veta
- vit Vanilla
- J Diaclasa
- Shd Zona de cizalle
- int Intervalo
- W Ancho
- x Valor estimado

Fig. II-7 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LA MINA N° 2 CURACAREL

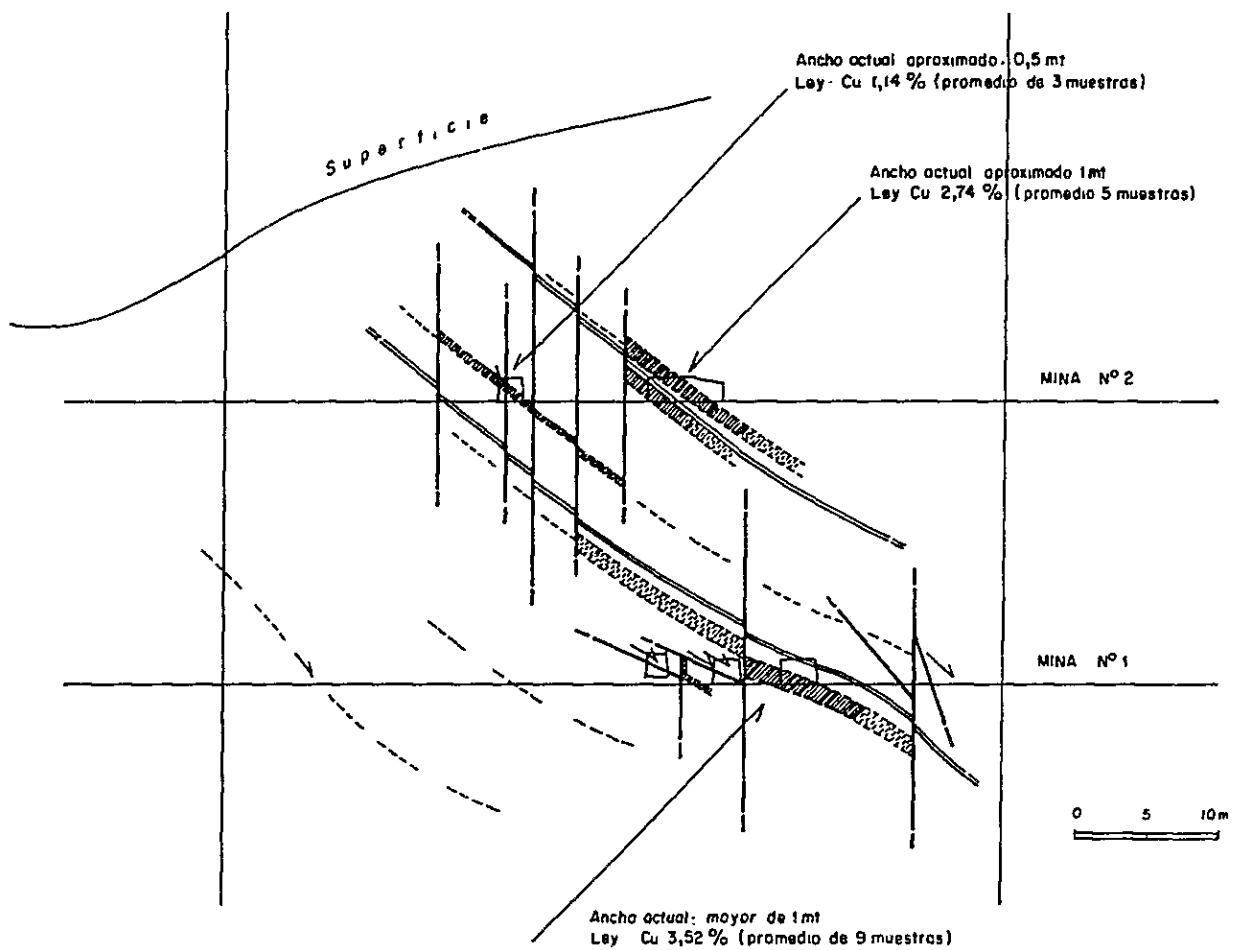
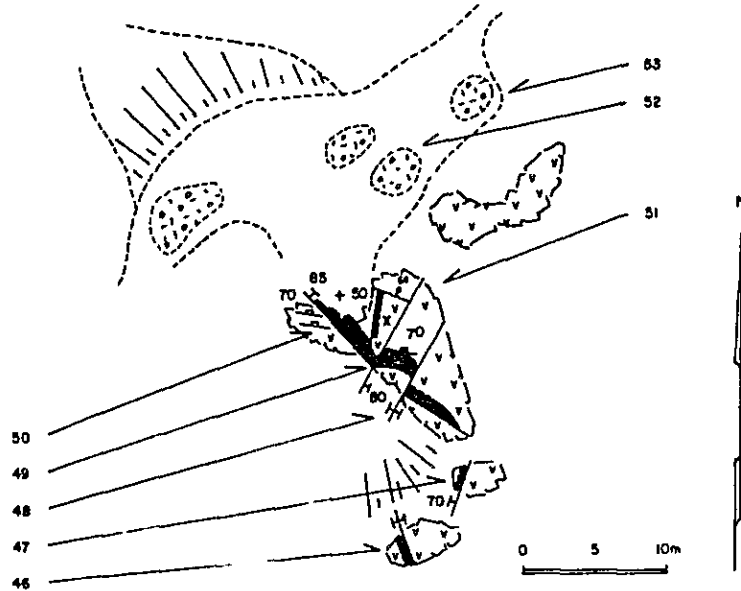


Fig. II - 8 SECCION GEOLOGICO DE LAS MINAS No.1 Y 2, CURACAREL
(Sección S-N)

Discripciones

Oxidos de cobre diseminados se encuentran en las partes silicificadas con aproximadamente 1 metro de potencia y desarrollo irregular en la direccion NNW. Una masa de hornita de 10 x 20 centímetros observa en una veta de cuarzo. El túnel está derrumbado



MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANALISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
OA-46	1 0	4 44	3 75	80	45	0 01	0 03	0 25	14	7 18	0 33	25	
OA-47	1 0	1 31	0 86	320	25	0 01	0 01	0 09	14	4 94	0 08	25	
OA-48	1 0	3 31	2 31	340	72	0 01	0 01	0 17	42	6 78	0 22	20	
OA-49	1 0	3 03	1 59	220	48	0 01	0 01	0 16	15	6 16	0 28	38	
OA-50	1 0	1 67	1 30	60	19	0 01	0 02	0 13	19	6 01	0 01	25	
Promedio	1 0 x 5	2 75	1 96	204	42	0 01	0 02	0 16	20.8	6 21	0 18	27	(71 3 %) [‡]
OA-51	0 2	30 90	1 43	40	314	0.03	0 01	0 06	19	7 21	5 61	5	masa de bn
OA-52	grab	5 26	2 62	140	88	0 01	0 01	0 12	22	5 41	1 01	20	pila
OA-53	grab	3 44	2 23	300	54	0 01	0 01	0 13	15	6 07	0 33	30	"
Promedio	2	4 35	2 43	2 20	71	0 01	0 01	0 12	18.5	5 74	0 67	25	(55 9 %) [‡]

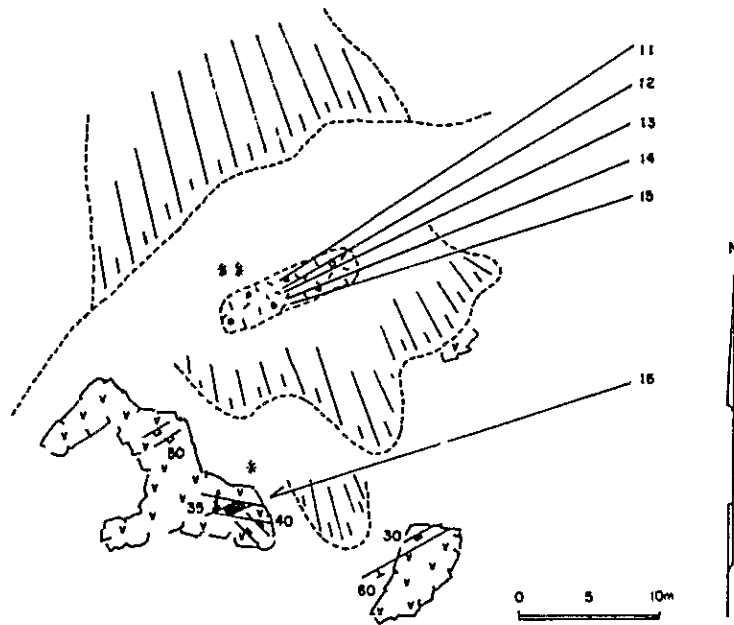
[‡] Cobre soluble

Fig. II-9 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO No. 3, SAN ANTONIO

Descripciones

En las zonas donde la epidota y sílice son alteraciones distintivas, óxidos de cobre se diseminan alrededor de los diaclasas.

Menas de cobre de cerca de 20 toneladas han sido apiladas con mineral del corte N°4 como probablemente también de otras labores.



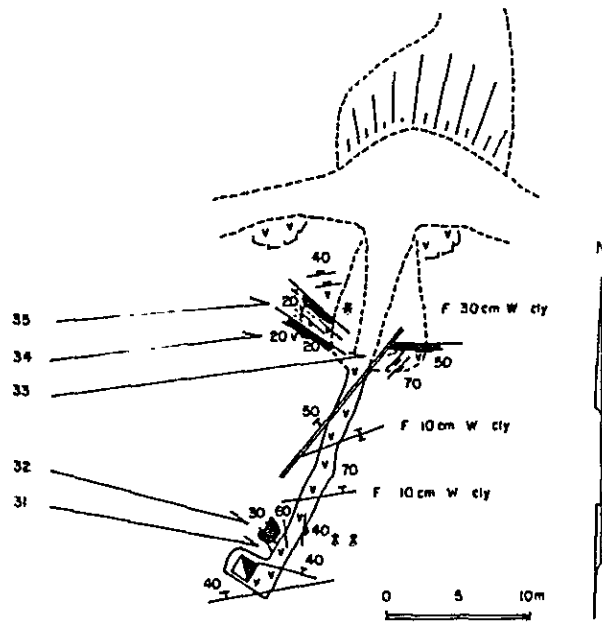
MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		CuTOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
OA-11	grab	4.34	1.99	60	81	0.01	0.01	0.07	9	4.62	0.50	38	pila
OA-12	grab	5.40	4.05	1100	80	0.01	0.02	0.09	15	5.24	0.31	75	"
OA-13	grab	5.40	4.22	220	72	0.01	0.01	0.09	17	5.96	0.34	30	"
OA-14	grab	5.04	2.36	2500	73	0.01	0.01	0.12	16	5.91	0.68	38	"
OA-15	grab	3.14	2.47	80	39	0.01	0.01	0.12	16	6.12	0.13	95	"
promedio	5	4.66	3.02	792	69	0.01	0.01	0.10	14.6	5.57	0.39	55	
OA-16	0.5	1.39	0.84	40	22	0.06	0.01	0.08	22	5.38	0.13	25	

Fig. II - 10 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO No. 4

Descripciones

Oxidos de cobre diseminados y gossans limonítico son observados en las partes silicificadas, a lo largo de pequeñas diaclasas.

Oxidos de cobre diseminados alrededor de la intersección de diaclasas N30°W/30° y N10°W/160°, donde predominan sílice y epidota

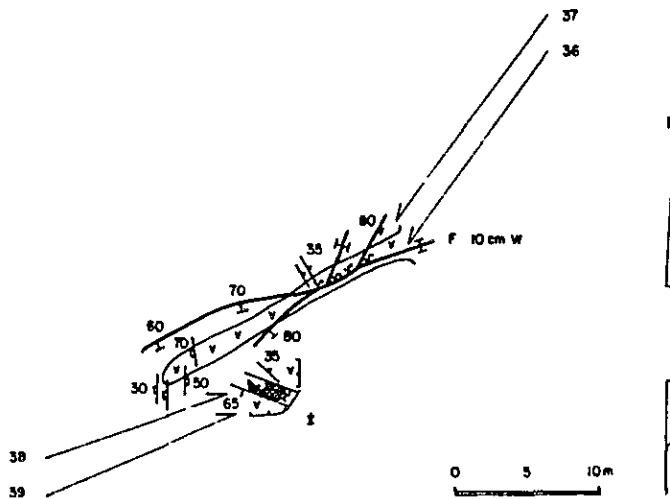


MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
0A-31	0.8	0.33		400	1.6	0.01	0.03	0.33	14	9.88	0.03	28	
0A-32	0.8	0.45		40	0.6	0.01	0.01	0.25	17	8.78	0.12	63	
0A-33	0.5	0.34		300	2.4	0.01	0.03	0.29	21	8.41	0.01	25	
0A-34	0.5	0.35		220	5	0.01	0.01	0.28	24	9.50	0.02	63	
0A-35	0.5	1.21	0.85	1800	92	0.02	0.02	0.27	28	7.90	0.11	30	

Fig. II-11 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO No. 6

Descripciones

En el túnel no se encuentran partes mineralizadas, pero en los afloramientos se observan óxidos de cobre diseminados y gossans limonítico.

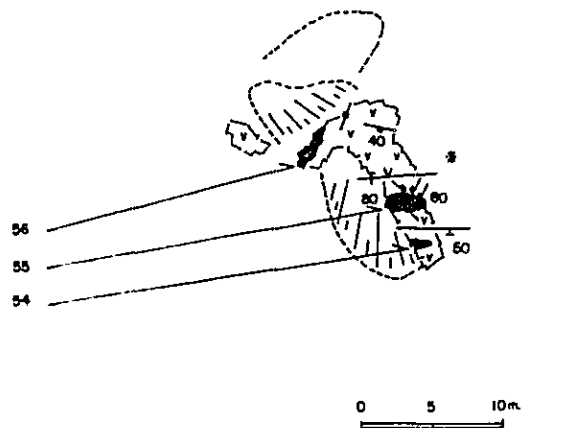


MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
0A-36	1.0	0.09		40	0.2	0.01	0.01	0.12	17	5.86	0.01	45	
0A-37	1.0	0.02		40	0.2	0.01	0.01	0.11	9	7.87	0.01	25	
0A-38	0.5	1.68	1.31	320	27	0.01	0.01	0.06	21	3.95	0.01	45	
0A-39	0.5	1.33	0.73	120	13	0.01	0.01	0.07	16	5.96	0.27	40	

Fig. II-12 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO No.7

Descripciones

Oxidos de cobre diseminados se observaron en las partes silicificadas alrededor de diaclasas verticales



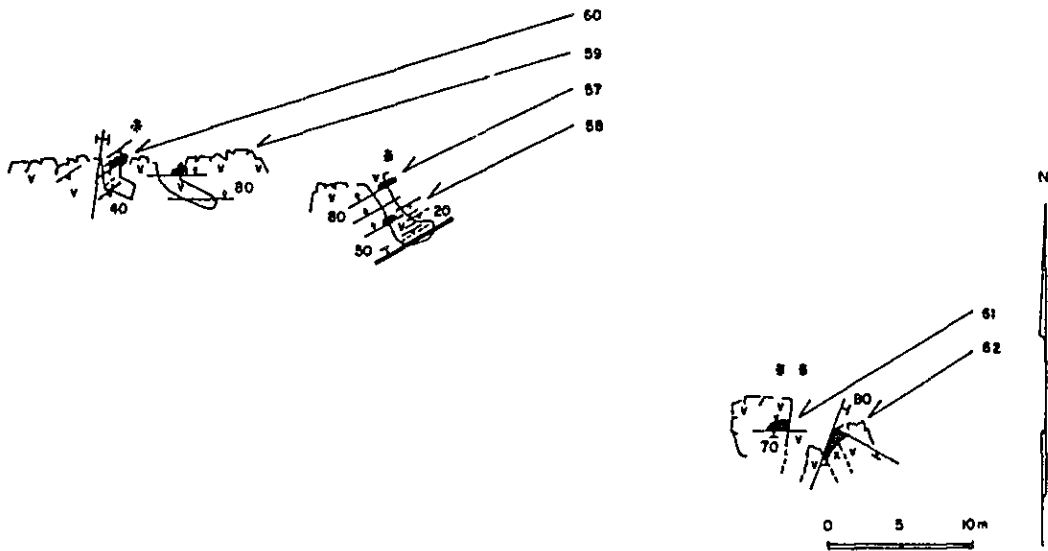
MUESTRA N°	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
OA-54	0.5	2.14	1.75	1.60	1.8	0.01	0.01	0.11	1.8	6.43	0.08	5.0	(81.8%) [§]
OA-55	0.5	3.61	1.36	4.0	2.8	0.01	0.01	0.10	1.3	5.48	0.63	2.0	(37.7%) [§]
OA-56	0.5	0.98	(0.59) ^{§§}	1.40	1.0	0.01	0.02	0.10	2.1	6.37	0.05	5.0	(59.8%) [§]
Promedio	0.5 x 3	2.24	1.23	1.13	1.9	0.01	0.01	0.10	1.73	6.09	0.25	4.0	(59.9%) [§]

[§]Cobre Soluble
^{§§}Valor estimado

Fig. II-13 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO No. 8

Descripciones

Se observa óxidos de cobre diseminado en un ancho de 20 a 40 cm a lo largo de fracturas de rumbo F-W y de pequeños diaclasas que parecen ser concordante con la estratificación



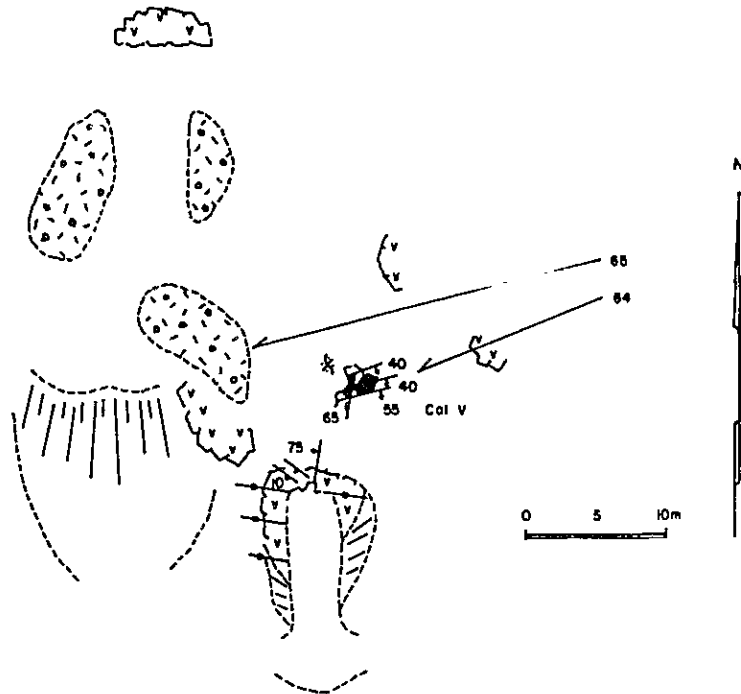
MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANÁLISIS											OBSERVACIONES
		CuTOT (%)	CuSOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
OA-57	0 3	0 28		60	3 7	0 01	0 01	0 04	19	3 87	0 18	50	
OA-58	0 2	0 12		40	0 8	0 01	0 01	0 08	6	4 71	0 02	5	
OA-59	0 2	0 14		40	0 8	0 01	0 01	0 06	19	3 63	0 10	5	
OA-60	0 4	1 72	0 24	520	10	0 01	0 01	0 05	49	5 52	1 49	5	
OA-61	0 5	4 13	0 92	2 40	15	0 01	0 01	0 04	12	7 76	2 67	5	
OA-62	1 0	0 89		2 20	20	0 01	0 01	0 09	14	5 14	0 05	5	

Fig. II-14 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DE LOS LABOREOS No.9 Y 10

Descripciones

Gossans limonítico y diseminación con óxidos de cobre son visto a lo largo de zonas silíceificadas con epidota menores que 1 metro de espesor.

Las partes alteradas y mineralizadas están cortadas por vetillas de calcita.



MUESTRA Nº	LONG DE LA MUESTRA (m)	ANALISIS											OBSERVACIONES
		Cu TOT (%)	Cu SOL (%)	Au (ppb)	Ag (ppm)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	
0A-64	0.5	1.84	0.97	40	23	0.01	0.02	0.20	6	7.17	0.30	23	
0A-65	grab.	2.95	1.60	100	46	0.01	0.01	0.17	13	8.32	0.54	46	pila

Fig. II-15 MAPA GEOLOGICO Y MUESTREO DEL LABOREO No. 11 AGUILA

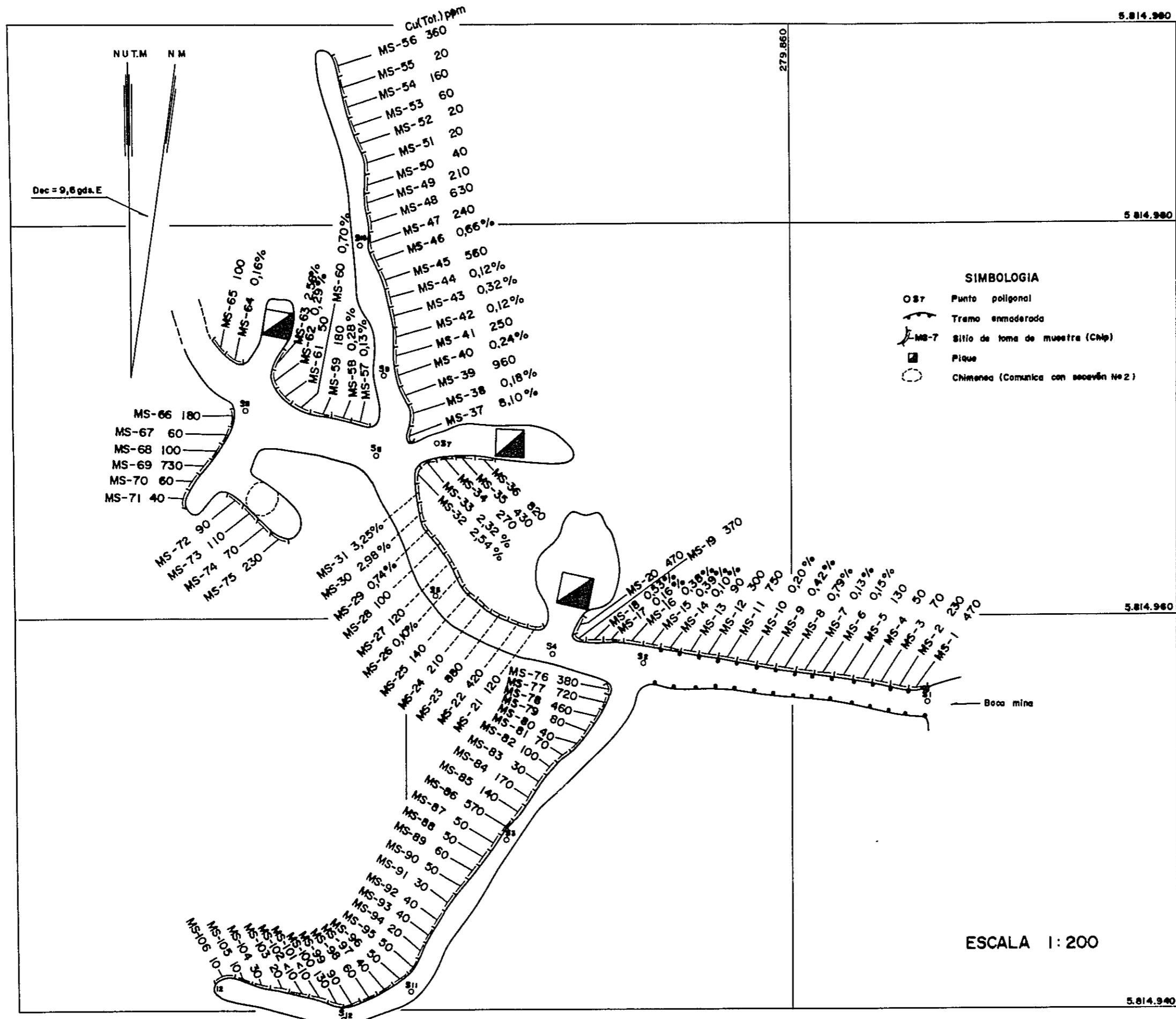


Fig. II-16 MAPA DE MUESTREO DE LA MINA N°1, CURACAREL

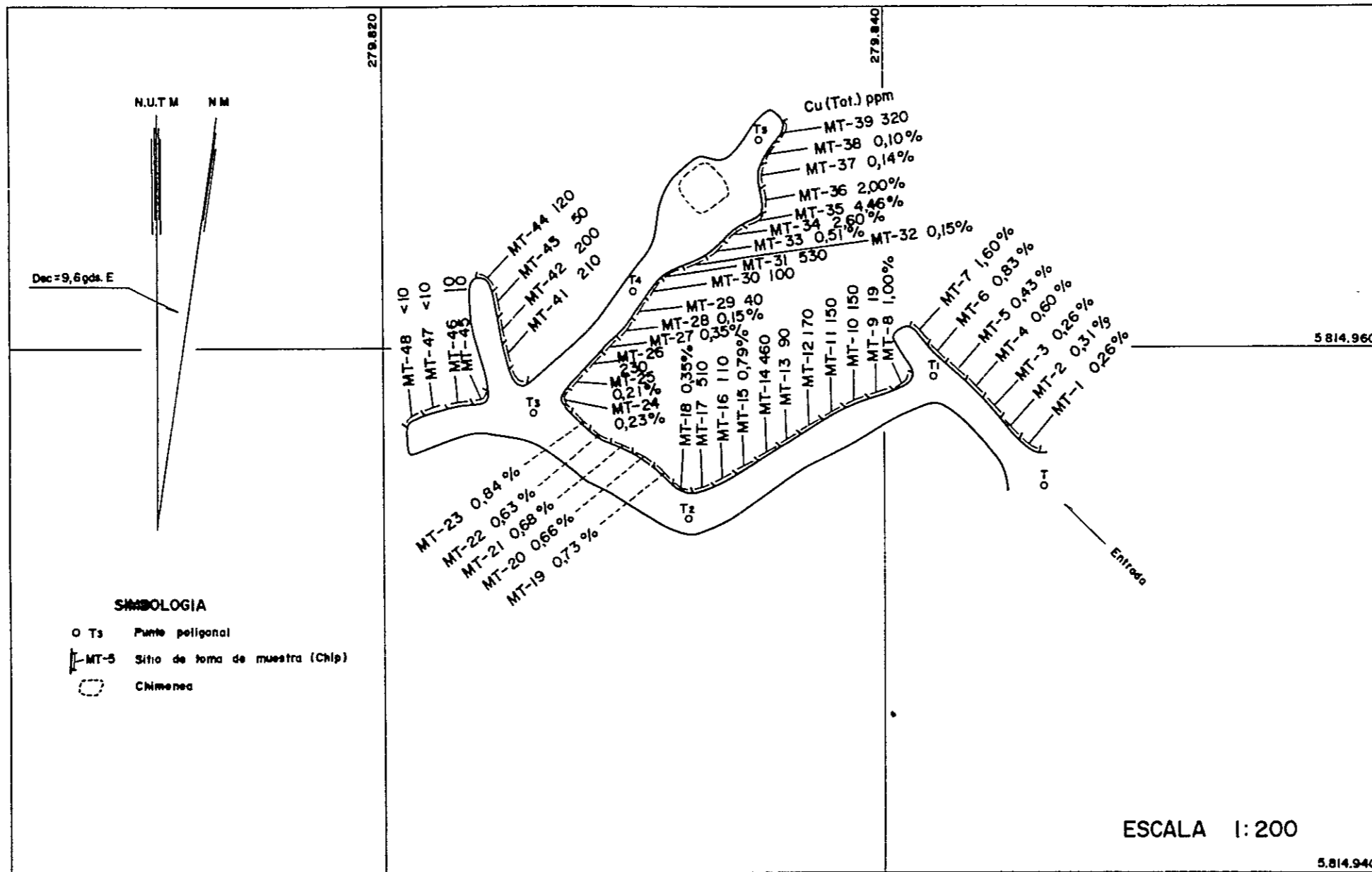


Fig. II-17 MAPA DE MUESTREO DE LA MINA N° 2, CURACAREL

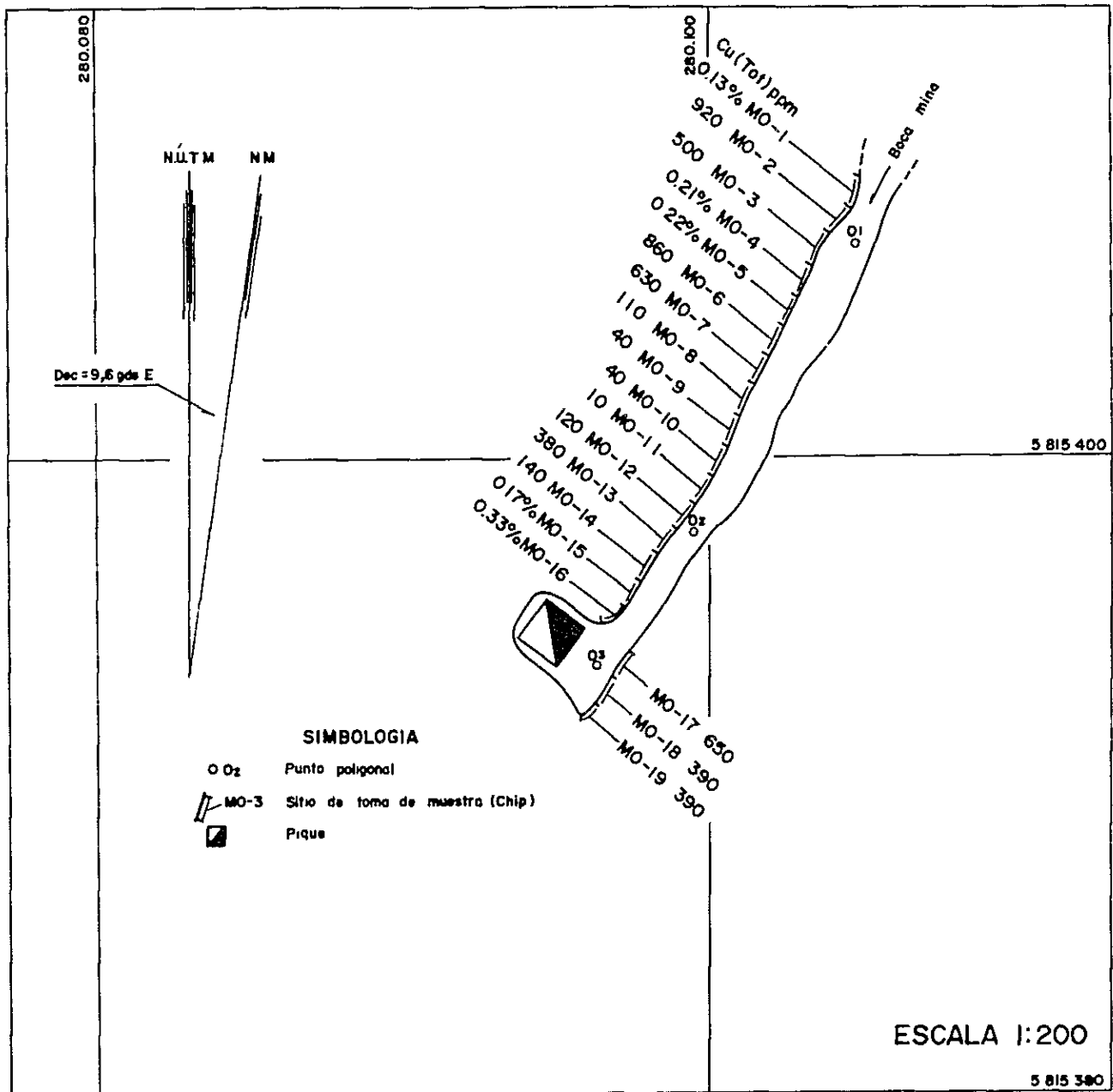


Fig. II-18 MAPA DE MUESTREO DEL LABOREO N°6, CURACAREL

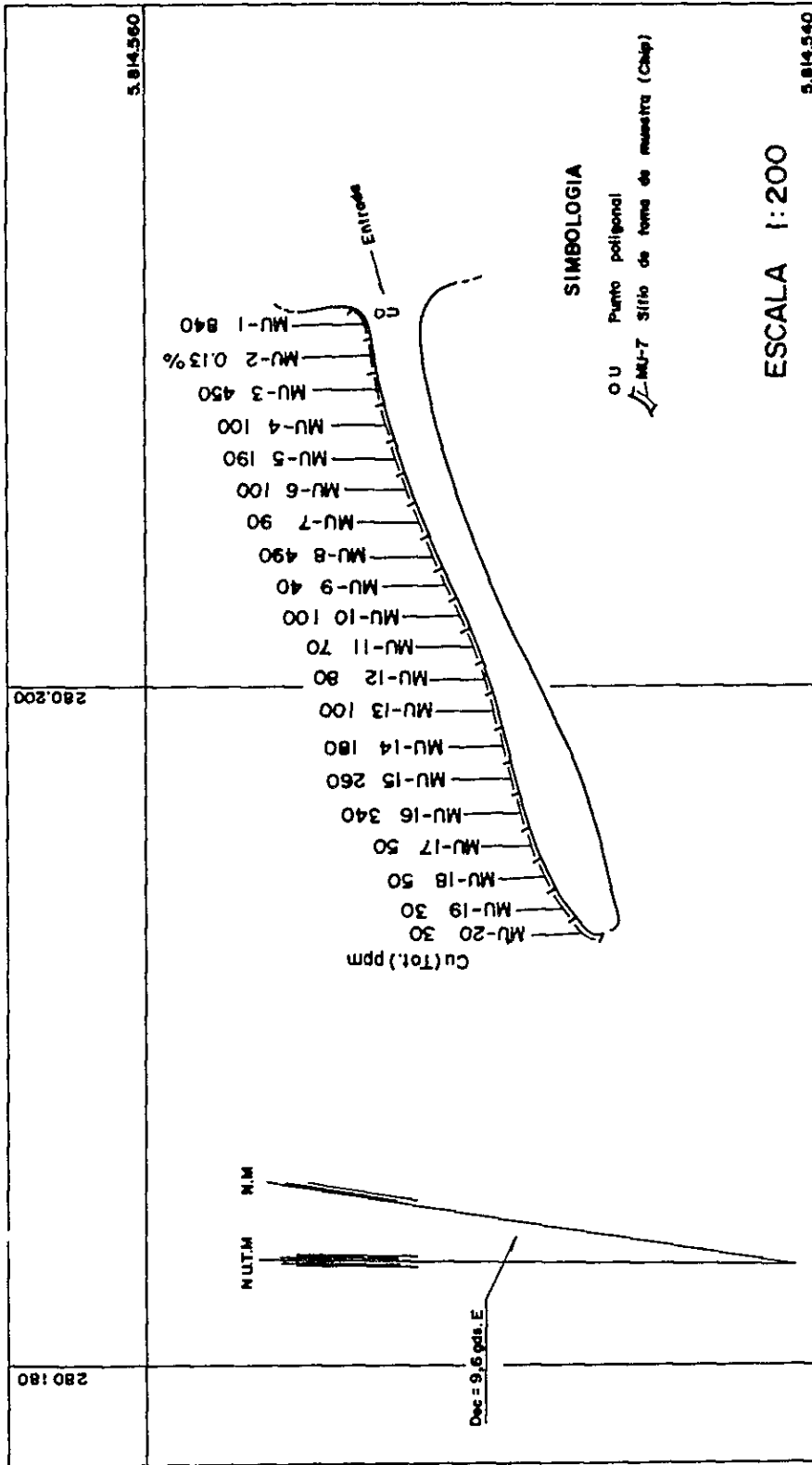


Fig. II-19 MAPA DE MUESTREO DEL LABOREO N°7, CURACAREEL

採取したクラブサンプル 2 個の平均は, Tot.Cu 4.35%, Sol.Cu 2.43% であった。鉱体は NNW 方向に伸長し, 傾斜はほぼ垂直で脈状を呈する。脈巾は 1 m 弱である。露頭部の平均品位は Tot.Cu 2.75%, Sol.Cu 1.96% (サンプル数 5 ケ) である。Sol.Cu 比率は 71.3% に達する。

No 4 ;

標高 110 m の山腹に切開かれた Curacareí 道路に面しており, MinaNo1 の北北西約 350 m の位置にある。ピット跡があり, 現在では小規模な酸化銅鉱の鉱染を認めるのみである。約 20 t の鉱石パイルがあり, 5 個のクラブサンプルの平均品位は, Tot.Cu 4.65%, Sol.Cu 3.02%, Sol.Cu 比率 64.8% である。このパイル鉱石は, MinaNo1 で採掘された鉱石を, 手選後運搬堆積したものと思われる。

No 6 ;

Curacareí 山腹道路に面し, No 4 の東北東約 350 m に位置する。延長約 10 m のカッティング, 約 17 m の坑道, 掘下 1 箇所がある。小規模な褐鉄鉱ヤケと緑色銅の鉱染を認めるのみである。

No 7 ;

MinaNo1 の東方約 200 m に位置し, 標高は 1080 m である。延長約 20 m の坑道があるが, 坑道内に鉱徴は認められない。坑道直上に, 褐鉄鉱と緑色銅の鉱染を伴う小規模な露頭がある。

No 8 ;

MinaNo1 の約 3 km 南方, 標高 1200 m, Estero Copiucó 沢の南岸に位置する。本地区最南端の鉱床である。坑口は崩壊している。鉱床は断続的で, 露頭部の品位の平均は, Tot.Cu 2.24%, Sol.Cu 1.23% (サンプル数 3 ケ) である。

No 9 および No 10

MinaNo1 の北約 1 km, 標高 700 m, Río Otué 川の南岸に位置する。旧坑が 5 箇所あり, 一部に斑銅鉱パッチが認められる。

No 11 (Aguila 坑) ;

Río Otué 川の北岸に位置しており, 標高は 900 m, MinaNo1 の約 1.5 km 北北東に当る。短い坑道とピット跡があり, 約 60 t の鉱石パイルがある。現在では, EW 系割目に規制された小規模な珪化部に, 緑色銅の鉱染と褐鉄鉱の汚染を認めるのみである。

その他の鉱徴 ;

No 5 ;

No 4 の東北東約 200 m にあり, Curacareí 山腹道路に面している。旧坑があるが, 崩壊している。坑口付近に褐鉄鉱の汚染を認めるのみである。

Nº 1 2 ;

Mina Nº 1 の南西約 6 0 0 m , 標高 1 4 8 0 m の高所にある。NE系節理に緑色銅の鉱染がみられる。

Nº 1 3 ;

Nº 1 2 の西方約 2 0 0 m 標高 1,4 7 0 m に位置する。強珩化を受けた母岩中に鏡鉄鉱が鉱染する。これは Cola de Zorro 玄武岩類堆積時の熱変成による産物と考えられる。

Nº 1 4 ;

Curacarel 山腹道路上, Río Queuco 川の東方約 1 km に位置する。変質安山岩中の緑泥石化, 珩化部に黄鉄鉱の鉱染が認められる。

Nº 1 5 ;

Río Otué 川の北岸, Nº 1 1 の南約 2 0 0 m に位置する。EW系の裂か沿いに褐鉄鉱の鉱染がみられる。

(2) 花崗内緑岩中の鉱徴

Nº 1 6 ;

Los Prados 対岸に発達する。花崗閃緑岩中に小規模な緑泥石, 緑れん石, 珩化ボールがあり, 黄鉄鉱が鉱染する。

Nº 1 7 ;

Pitri 1 に発達している。破砕作用を受けた花崗閃緑岩が, 褐鉄鉱ヤケを生じている。

Nº 1 8 ;

Pirri 1 奥に位置している。緑れん石を伴う石英脈がある。

Nº 1 9 ;

Pitri 奥にあり, 小規模な緑れん石, 緑泥石を伴う珩化ボールが点在し, 褐鉄鉱ヤケを生じている。

Nº 2 0 ;

本地域北東端, Otué 地区にあり, Río Otué 川の枝沢に位置する。花崗閃緑岩中の黄鉄鉱, 石英脈で, 走向大略 NS, 傾斜 6 0 ° E, 脈巾は 1 m 強である。鏡下の観察では, モザイク石英と白雲母より成り, 黄鉄鉱を鉱染している。

3-4 考 察

(1) 調査結果の要約

今回の精査の主要目的であった Curacarel 鉱床群の調査結果を要約すると, 次のとおりである。

1) 鉱床は, 成因的に, 後生的熱水交代鉱床であり, 変質安山岩中の珩化部または珩化脈中, およびその周辺に胚胎している。

2) 初生鉍石鉍物は、ほとんど斑銅鉍のみから成り、斑銅鉍の賦存様式は、珪化部中の微細な割目を充填した、“micro fracture filling”を主とする。脈石鉍物は、鉍化直後または鉍化後の方解石・セオライトを除けば、ほとんど伴わない。

3) 鉍床の形態は、変質安山岩中の凝灰岩質部など特定の層準のほか、変質安山岩中の裂か群などにも規制され、層状～不規則塊状を呈することもあり、脈状を呈することもある。

4) 鉍床品位は、通常、Cu 3% 台に達するが、鉍床規模は、最大でも実巾1 m強、走向延長は20 m程度である。層状を呈するものでも、その形態はかなり不規則で、連続性に疑問がある。

5) 斑銅鉍の一部は、輝銅鉍と銅らんに交代されている。さらに初生銅鉍物は酸化作用を受け酸化銅鉍を生じている。

(2) 鉍床の成因とポテンシャル

Curacarel 地区の鉍徴は広範囲にわたるが、いずれの鉍徴も、その勢弱く、局在的であり、小規模である。

このような鉍化物質をもたらした運鉍岩としては、花崗閃緑岩が考えられるが、確かな証拠はない。恐らく、花崗閃緑岩の貫入に関連して、銅に富んだ鉍液が局部的にしぼり出され、受動的な環境下で、斑銅鉍が沈澱・晶出したのではないかと推論される。従って、本鉍床群については、過大なポテンシャルは期待し難く、いずれの鉍床も小規模に終ると考察される。

しかし、この種の群小鉍床が、或る種の極めて強力な鉍化作用あるいは鉍化帯の周辺相または外縁相を代表する可能性も考えられる。従って、本鉍床群の鉍化作用の特徴について、より広域的な観点からの調査・検討が必要と思われる。

第4章 地化学精査

4-1 概 要

本地区の地質精査に平行して次の2つの様式による地化学探査が実施された。即ち、a) 河床堆積物を対象としたものと、b) Curacarel 鉱床周辺面積4 km²に対する土壌を対象としたものである。

河床堆積物の場合は、既述の概査の一端として本地区を対象に試料採取されたものであり、従ってその解析、検討などはRío Queuco地域の地化学概査に一括したので、以下の項目では土壌試料についてのみ述べる。

土壌試料の場合は、測線を Curacarel 鉱床に直交する方向N-Sにとったグリッド・サンプリングによるもので、同鉱床の水平方向に対する発展性並びに平行脈探査を目的としたものである。

4-2 試料の採取

土壌の場合は、測線間隔250 m、測点間隔50 mとし、Curacarel 鉱床を包含している。試料はC層を対象とし、ハンド・オーカーで約500 cc採取し、試料採取深度は最高0.70 m、平均0.40 m であった。

4-3 試料の分析

試料の分析はII-II第3章3-3に述べた方法と同様であるので本項では省略する。

4-4 データの統計処理

試料のデータ解析は、Cu、Zn、MnおよびMoの4元素についてのみ行われた。なお、Pb、AgおよびAsについては、いずれも測定限界以下の値であったため解析は行われなかった。

プログラムには"GESTAD"が利用され、このプログラムによって統計母数が算出され、ヒストグラムが作成された。

各元素の分布様式を検討するため、標準偏差単位の区分段階を用いて縮尺1:10,000の等値曲線が画かれた。

4-5 結果および検討

以上の統計処理の結果、Cu、Zn、Mn、およびMoの各元素は分散著しく、かつ相関性に乏しいため明瞭な異常域を形成しないで島状に高値が点在した状況を示している。このことは、酸化銅鉱を伴った多数の細脈が散在していること、あるいは鉱化した転石による汚染などが考えられる。

銅

銅の平均含有量は 56.74 ppm , 標準偏差は, 32.34 ppm であった。また 3 試料が $\bar{M} + 3 S$ 以上の値を示した。この 3 試料は 320 ppm 以上で, 旧坑跡付近から採取されたものである。この分布は Fig. II - 20 に示されている。

銅と他の元素との相関性は悪い。

亜鉛

亜鉛の平均含有量は 63.59 ppm , 標準偏差は 18.61 ppm である。4 試料が異常値 ($\bar{M} + 3 S$) を示した。銅およびモリブデンとの相関性は悪い。またマンガンとは若干の相関性がみられる。

マンガン

マンガンの平均含有量は 117.58 ppm , 標準偏差は 327.00 ppm である。2 試料が $\bar{M} + 3 S$ を示した。銅, モリブデンの相関性は悪い。

モリブデン

モリブデンの平均含有量は 1.93 ppm , 標準偏差は 0.75 ppm を示す。1 試料が 6 ppm を示したが, これは誤差値と考えられる。他の元素との相関性は悪い。

他の元素 (Pb, Ag および As) については, 1 試料が Pb 1,710 ppm, Cu 0.37% の高い値を示したが, これが唯一の異常値で, 異常域は点状をなす。

Tab. II-5 ESTADISGRAFOS BASICOS DEL MUESTREO
DE SUELOS DE LA MINA CURACAREL

(Población Tamizada)

Elemento	Media	Desviación Standard	$\bar{M} + 1S$	$\bar{M} + 2S$	$\bar{M} + 3S$	Skew	Kurtosis
Cu	56,76	32,35	89,08	121,44	153,78	2,72	10,25
Zn	63,58	18,61	82,20	100,82	119,44	1,84	5,09
Mn	1179,58	327,00	1506,58	1833,59	2160,59	0,89	1,20
Mo	1,92	0,75	2,68	3,436	4,19	0,19	-0,29

Tab. II-6 MUESTRAS ANOMALAS DEL MUESTREO
DE SUELOS DE LA MINA CURACAREL

(Población Tamizada)

Muestra	Cu	Zn	Mn	Mo
4		*		
10				*
11	**			*
12				*
13		**		
19		***		
21	**		*	
23		**	*	
24		**		
25		**		
27		*		
32	**	*		
40		*		
44	**			
45			**	
66			**	
83			*	
87			*	
167			*	
137	*			
138	**			
167	**			
172			*	

* Muestra entre $\bar{M} + 2S$ y $\bar{M} + 3S$

** Muestra mayor que $\bar{M} + 3S$

Tab. II-7 MATRIZ DE CORRELACION

(MUESTRAS DE SUELOS DE LA MINA CURACAREL)

	Cu	Zn	Mn	Mo
Cu	0,0	2,29	2,08	2,68
Zn	2,29	0,00	6,33	3,39
Mn	2,08	6,39	0,00	4,20
Mo	2,68	3,39	4,20	0,0

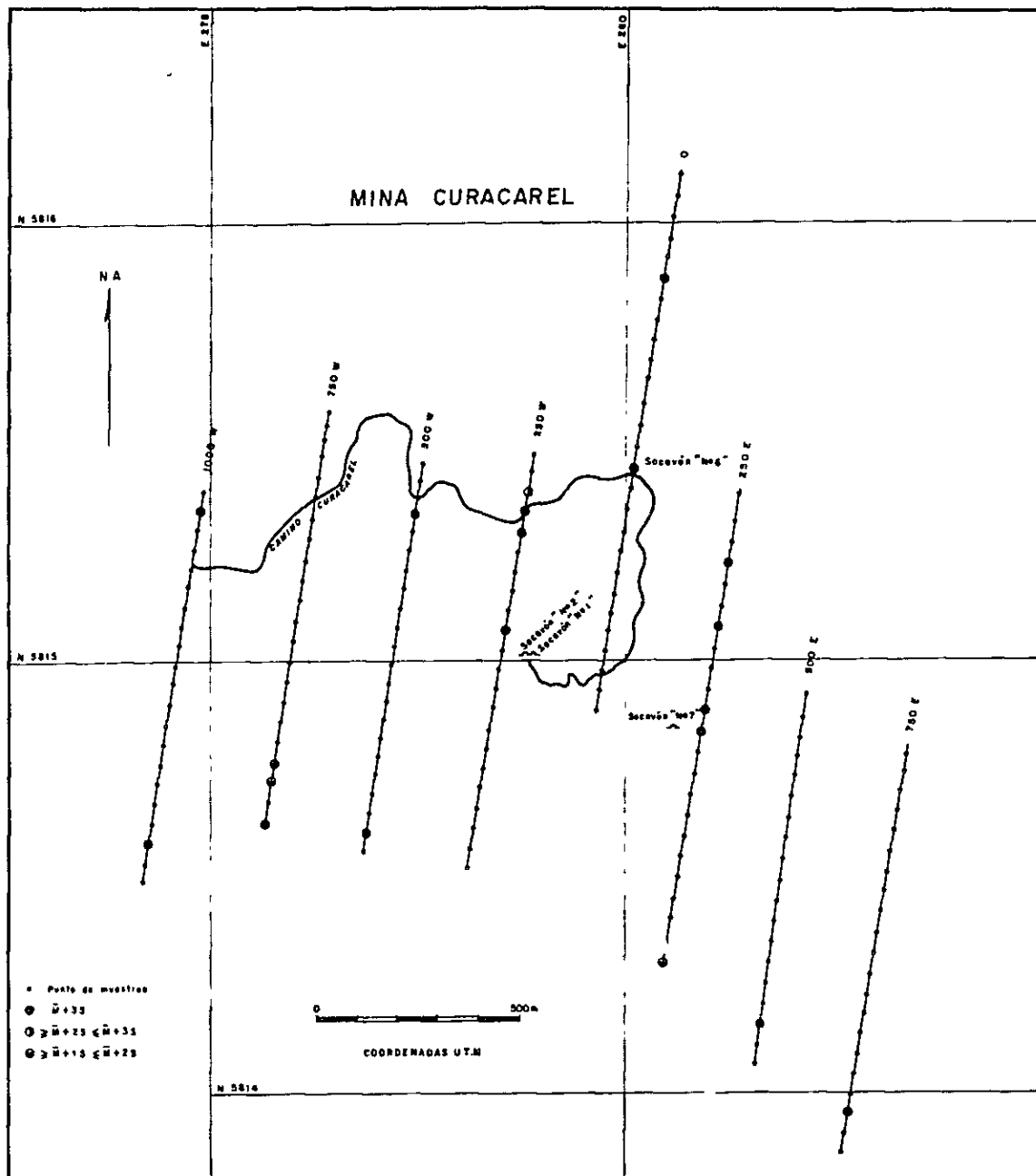


Fig. II-20 DISTRIBUCION DE LOS VALORES DE COBRE EN SUELOS

第 5 章 結 論

本調査の結果によれば、Curacarel 地区の鉍床群は、すべて小規模、局在的であり、また、変質作用・鉍化作用とも微弱であり、発展性に欠ける。

地化学探査の結果は、全体的にやや高めの銅値と、局所的な異常値が得られたが、これらは旧坑の廃石と鉍石パイルによる影響であり、新たに、顕著な鉍徴は得られなかった。

従って、Curacarel 地区の銅鉍床群について今後、更に探鉍を継続する必要性は極めて少ないものと判断される。

第III部 Sierra Nevada 地域地質調査
および地化学探査

Ⅲ-Ⅰ 総 説

第 1 章 緒 言

本地域は、チリーにおけるポーフイリー、銅地帯 (Ruiz, 1975) に位置しており、アンデス造山運動に伴って活動したと考えられる花崗岩類が広く分布している。その一部には、後述のポーフイリー、銅型の鉍化帯 (Galletué 鉍化帯, Alfaro, 1973) の賦存も知られ、また北部には、金の鉍脈型鉍化帯も発達しており、本地域一帯は金属鉍床賦存のポテンシャルの高い地帯として従来より注目されていた。

本調査は広域的な地質背景に基づいた既知鉍床の発展性の検討、およびその周辺地域における新鉍床の発見などを目的として実施された。

第2章 調査地域の地理

2-1 位置

調査地域は、Concepción市の南東直距離約240km、パンアメリカン国道の最寄市Victoriaの東南東約100kmに位置し、行政上は、第9州 Malleco 県 Lonquimay 地方に属している。なお、精査を実施した Galletué 地区は概査範囲の南東隅にある。

2-2 地形

調査地域は、チリ共和国の地理区分によるアンデス山地に属し、標高1,500m~2,000mの山系からなる山岳地帯にある。山系はNNE-SW系が優勢で、(Cordillera Litrancura 山系、Cordillera de las Raíces 山系など) Cordillera de Galletué 山系の一部の標高2,130mが本地域内の最高峰である。また本地域には、カール、懸谷、氷食谷、アウトウォッシュプレーンなどの山地氷河地形が所々にみられる。谷は、氷食谷が多く、谷巾が広いため河川は著しいだ行を呈している。主な河川は山系と平行したNNE-SW系を示す。後述の如く本地域は雨量が多く、夏期の氾水期でも水のかれる沢はまれである。

2-3 気候および植生

本地域の気候は、温帯多雨気候帯、アンデス横断変性草原型気候(Cfb)(Transandino con degeneración esteparia)に属し、気温は、年平均:13°C、夏期(12月~2月)平均:19°C、冬期(6月~8月)平均:7°C(Almeyda y Saez, 1958)を示し、雨量は、年間:1919mm、夏期:163mm、冬期905mm(Almeyda y Saez, 1958)である。なお、山間部は冬期に数メートルの積雪をみる。

主要植物は、本地域周辺に特徴的な俗称"アラウカリア(Araucaria)"と呼ばれているチリ産南洋杉で、標高1,000m~1,700mの所に森林をつくり、景観を呈しており、その村近一帯を国立公園に指定し、天然記念物として保護している。その他、lenga(*Nothofagus pumilio*)、rauli(ラウリ樹、チリ産喬木)、樅(*Nothofagus obliqua*, *Nothofagus alpina*)などが雑木林をつくっている。また湿潤地帯には、つつじ科灌木(*Nothofagus antarctica*)や熊笹に似た笹だけ(*Chusquea colen*)が繁茂している。標高1,700m以上の高地になると樹木、灌木は少なくなり、かやの類(*Festuca gracilina*)が多くなる。

生息する動物には、野うさぎ、きつね、アメリカライオンなどで種類は多くない。

2-4 交通

最寄の港から本地域に至る道路としてはConcepción市からVictoria市およびLonquim-

ay 地方を經由して調査地に至るルートが最も近い。Victoria市からLonquimayに至る道路はアルゼンチンに抜ける(Paso Pino Hachado経由)国際道路として両国を結ぶ幹線道路となっている。またVictoria市からLonquimeyまでは、鉄道が敷設されており、住民の主要交通機関となっている。Lonquimayから調査地へは自動車、あるいは馬が交通機関である。

所要時間は、自動車でConcepción市-Victoria市間が3時間(220km)、Victoria市Lonquimay間が3時間(118km)、Lonquimay-Galletué湖(調査地南部)間が50分(35km)である。

調査地内の道路敷設状況は、比較的悪く、LonquimayからGalletué湖を通り、Icalma湖に抜ける自動車道が主要道路(幅員3,5m、山林道路)で、その他、Río Lonquimay川、Río Zañeco川、Río Trufquennialahue川沿いに延長10km内外の山林道路が自動車通行可能である。なお、馬道はかなり密に走っている。また精査のGalletué地区では、Icalma湖に抜ける道路を利用して同地区の北縁に達する。

2-5 人口および産業

調査地域内の集落は、極めて粗で、数家族から数十家族単位で散在している。最も大きい部落はPedregoso部落で人口約700人である。行政、経済の中心は、同地域の北にあるLonquimay町で人口約5,000人(1976年現在)を有する。

調査地域内に主要産業はなく、住民の多くは牧畜で生計をたてている。

第3章 調査方法

本地域に対しては、縮尺1:50,000の地質および地化学概査と、1地区の精査を実施した。地質概査は、陸軍省地理院発行の1:50,000図幅を踏査図および成果図に利用した。また航空写真解析図を岩層分布の精度向上、地質構造解析などに利用した。地化学概査においては、河床堆積物を対象にし、主要河川の場合は1~2Km間隔にまた分岐沢もその合流点より上流で、また鉍化変質帯の発達している付近により密に試料採取した。

地質精査においては、航空写真(陸軍省発行)を利用し縮尺1:10,000地形図を作成、踏査および成果図に用いた。また地化学精査においては、Galletué 鉍化帯付近の既調査範囲(I. I.G. 1976末刊行)をはずし、その周辺部の河床堆積物を試料採取した。

Ⅲ-Ⅱ 地質および地化学概査

第1章 地 質

1-1 概 要

本地区は、アンデス山脈南部のアンデス造山帯に位置し、時代未詳の変成岩類、上部ジュラ系の堆積岩類、中部白亜系の火山岩類、始新統の堆積岩類および火山砕屑岩類、中新統の火山岩類、鮮新統～更新統の乾陸性火山岩類、第四系堆積物および各種貫入岩類から構成される (Tab.Ⅲ-1)。

地質構造は、NE～NNE方向の断層や褶曲が本地区では卓越し、これに、NW-S E方向とN-S方向の断層が加わり、複雑な地質構造を呈している。

1-2 層序および岩質

1-2-1 時代未詳変成岩類

分布；本岩類は、Río Lonquimay川と Estero El Porfiado 沢の合流点から500m下流のRío Lonquimay川右岸 (La Fusta 部落付近) に代表的な露出がみられ、その分布は南北に細長くのびた面積約0.5km²の小範囲を占める。

層厚；不明

岩質および構成；本岩類は、その大部分が、灰色塊状を呈しており、かつ有色鉱物の配列による縞状構造を有し、細粒質片麻岩の特徴を示している。また、暗灰色黒雲母片岩が上記片麻岩中に核状に分布している。同片岩には、明瞭な石英のセグレーション、不鮮明な片理構造および微褶曲構造などが認められる。

鏡下では、片麻岩には、半自形かつ累帯構造を示した斜長石が認められ、同斜長石はしばしば石英、黒雲母、斜長石、少量の正長石、緑れん石および不透明鉱物などからなるモザイクにとりかこまれている。その他、他形の角閃石や黒雲母および角閃石を一部交代した緑泥石が認められる。

また、累帯構造をもった斜長石および角閃石は原岩の残存結晶と解され、それらはホロプラストによってとりかこまれている。以上の特徴から、本変成岩はHiggins(1971)の分類によるミロナイト質片麻岩と解される。

片岩はモザイク状組織を有し、かつ、鏡下では石英、黒雲母、斜長石および少量の不透明鉱物などが認められる。なお、同片岩は完全に再結晶しており、原岩は不明である。

構造および層位関係；本変成岩類は後述の "Galletué パソリス" の上にルーフ・ペンダントとして産し、同パソリスによって珪化作用および黄鉄鉱化作用を蒙っている。また片麻岩には、N15°E、45°Wの片理構造が発達しており、黒雲母片岩には、軸面N30°W、50°W

Tab. III-1 COLUMNA ESTRATIGRAFICA INTEGRADA DEL AREA SIERRA NEVADA

EOAD	GRUPO O FORMACION	COLUMNA ESTRATIGRAFICA	FACIES LITOLOGICAS	PLUTONISMO	TECTONISMO	MINERALIZACION		
CENOZOICO	Cuaternario		Depósitos glaciales, detritos y depósitos aluviales			Minerales de sílice		
		ROCAS VOLCANICAS PLIO-PLEISTOCENICAS		Lavas basálticas, lavas andesíticas forman plateaus				
	Terciario	Mioceno (?) FORMACION SERRA NEVADA (Lacustre)		Toba brechosa estratificada		Erguación taurica		
				Toba de lapilli bien estratificada intercalada en toba de lapik				
				Lava andesítica brechosa				
				Toba brechosa occidental				
	Eoceno	FORMACION PEDREGOSO (Lepner)		Toba de lapilli y pumicita con secoria		Alzamiento		
				Alternancia de toba de lapilli verde toba blanca, toba brechosa y conglom. toba con estructura de domo andén y alternancia de lutita calcárea, fangolita arenisca y toba de lapilli				
	MESOZOICO	Cretácico	FORMACION ABANICO (Continental)		Pradominantemente lavas andesíticas, andesitas brechosas, tobas areniscas volcánicas		Levantamiento	Mudamiento de cuenca Levantamiento de áreas este-Abn
					Areniscas blancas			
Jurásico		Jurásico medio FORMACION PACUNTO		Areniscas blancas y lutita pizarrosa negra		Alzamiento	Plegamiento (suj. NNE)	
				Areniscas blancas, calizas lutitas negras de aspecto pizarroso				
				Alternancia de lutita silicea, lutita de aspecto pizarroso, arenisca, calizas				
				Lutita negra de aspecto pizarroso, calizas				
				Lutita negra de aspecto pizarroso				
				Lutita negra de aspecto pizarroso				
PALEOZOICO?				Metamorfitas de La Fusta				

の微褶曲構造がみられる。後述の他の地層と直接接している箇所がみられないため、他の地層との関係は不明である。

対比；本変成岩類に変質作用を与え、かつルーフ・ペンダントをもたらしている "Galletué パソリス" の形成時期が白亜紀末期 (K/Ar 法) とされていることから、本変成岩類の形成時期は白亜紀末期より前であることは明らかである。ただ本変成岩類の分布が局部的であるため、同岩類が広域変成作用によるものか、貫入岩による局所変成によるものか明らかでなく、従って同岩類を本地域の基盤岩となしうるかどうかは今後に残された問題である。

1-2-2 中生界

本地域の中生界にはジュラ系と白亜系がある。ジュラ系は Pacunto 層と呼称する。また白亜系は岩質およびその構成の類似性から Aguirre (1960) の Abanico 層に対比し、同名を踏襲した。

1-2-2-1 Pacunto 層

標式地；第9州 Malleco 県 Lonquimay 地方 Cordillera Lonquimay 山脈から Cordón de Quillen 尾根にまたがる稜線

層厚；3600 m +

分布；東は Estero Quilmahue 沢から西へ Río Lonquimay 川、南は Estero Chica 沢から北へ本調査地域北方にかけて分布する。その他、本地域の南部に3ヶ所ルーフペンダントとして、小規模に分布する。それらは以下の通りである。

Cerros Mallín del Toro 山塊北部 (南北に長く、面積約 15 km²)

" 南部 (不定形、" 4 km²)

Cordón Los Morrillos 尾根 (細長 " 4 km²)

岩質および構成；本層は、暗灰色珪質な頁岩の有律互層を主体とし、これに黒色粘板岩質頁岩と灰白色砂岩との有律互層および、石灰岩レンズなどをはさむ。なお本層は下部で粘板岩質頁岩が卓越し、中～上部では珪質頁岩および砂岩が優勢になる。

本層を遠望すると、全体が赤く焼けているように見える。これは、表面や割れ目に付着している磁硫鉄鉱の酸化作用によるものと解される。

本層の有律互層は、単層の厚さが一般に 10 cm 以下であり、かつ各種堆積構造を有している。一般に貧化石相である。黒色粘板岩質頁岩、砂岩および石灰岩は走向方向によく連続し、鍵層となり、これが本層中に発達する褶曲構造解析の助けとなった。

珪質頁岩は、本層下部から上部までほとんど同様な岩相を示し、暗灰色、珪質で、よく発達した有律な層理、平行ラミナ、級化構造が観察される。また同頁岩は、粘板岩質頁岩や砂岩と互層をなす場合もある。層理は顕微鏡オーダー (2 mm) のものから 15 cm 程の厚さのものまで認められる。この構成粒子も最大細砂程度のものからシルト、粘土サイズのものまでである。

この珪質頁岩のみの互層部分は上記のような堆積構造や単層の厚さなどから一種のラミナイトと

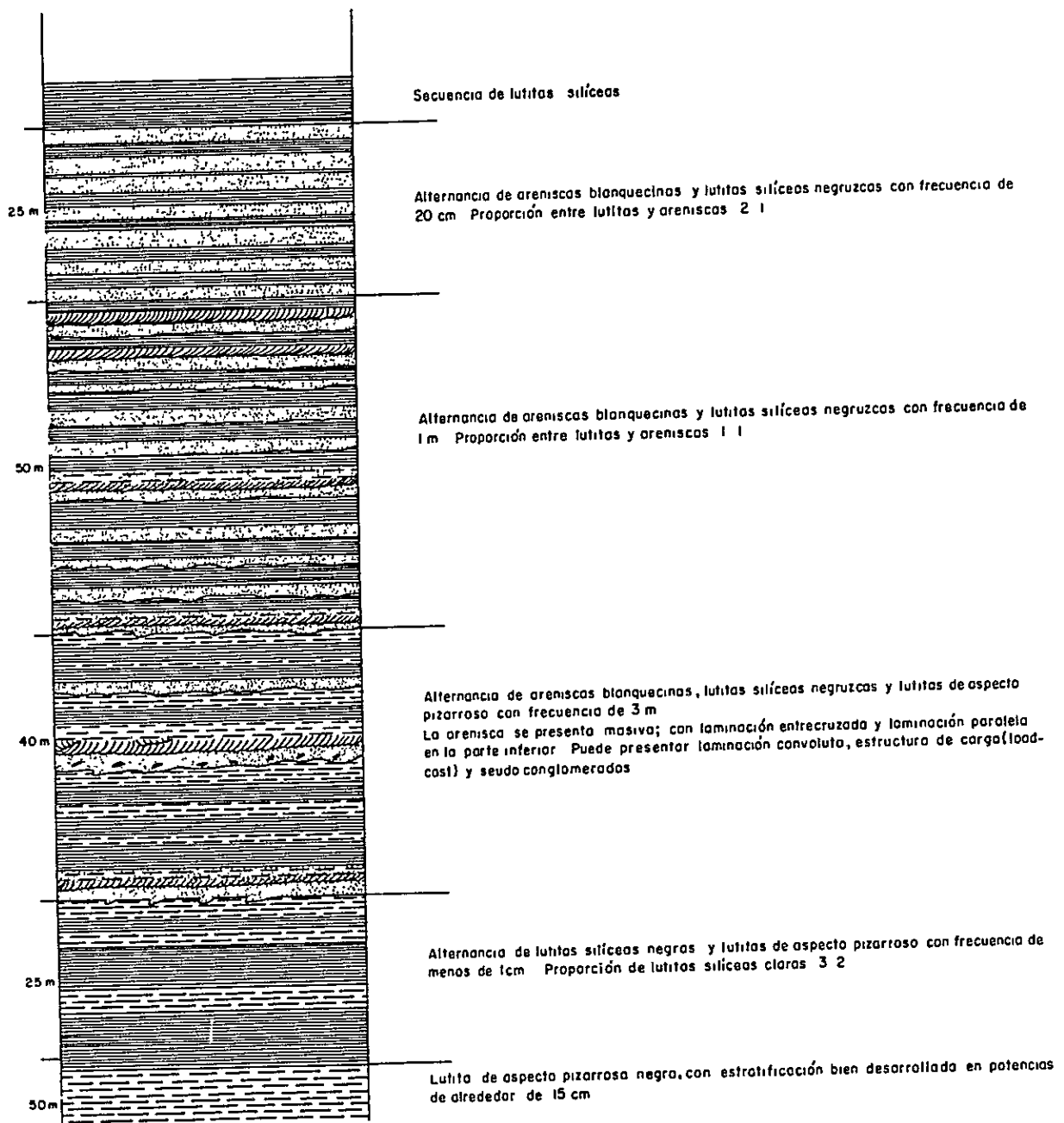


Fig. III- 1 COLUMNA DE UNA PARTE DE LA FORMACION PACUNTO EN LA CORDILLERA DE LONQUIMAY

考えられる。

本岩相中には、微粒の磁硫鉄鉱が広く鉱染しており、また、平行ラミナに沿った板状の磁硫鉄鉱も所々で観察される。この鉱染は後生的に生成していることが顕微鏡観察により判明した。

鏡下において、この岩相はよく発達した級化構造を示し、最小の級化単位は約2mmである。泥質物中に若干含まれる粒子は、石英、斜長石、黒雲母および不透明鉱物で、粒径0.1mm以下である。なお、黒雲母および不透明鉱物は二次的に生成した可能性がある。また、石英や斜長石の粒子は淘汰は良いが、円磨度は低く角礫状である。

黒色粘板岩質頁岩は、微粒の炭質物を含み、層理の発達が良く、層理面に平行に、はく離する弱い片理を有し、この面に光沢をもっている。この岩相は既述の珪質頁岩あるいは砂岩相と有律互層をなしたり、粘板岩質頁岩の数mm単位のラミナの繰り返しなど（ラミナイトIIと考えられる）を形成している。また粘板岩質頁岩と他の岩相との互層において、粘板岩質頁岩の上位に乗る砂岩や珪質頁岩との境界部には底痕が見られ、荷重痕が密度差により発達した小さなダイヤビル様構造も観察される。また、同頁岩中には一部鉄硫化物により置換された炭質物片がEstero Cajón Chico 沢の上流で観察された。また、同頁岩の片理に沿って磁硫鉄鉱の鉱染が認められ、部分的にはフィルム状をなしている。Laguna Gualletué 湖南東岸に分布する同頁岩には、紅柱石の点紋が認められる。

Burkhardt (1900)やChotin (1970, 1975)らは、本調査地域の北数kmの所で、本岩相相当層中より化石を発見しているが、本調査地域中よりの化石の報告はない。今回の調査でも化石を発見することは出来なかった。

灰白色砂岩は、ち密硬堅で粗粒から細粒のワッケ質の砂岩で、上述のように、珪質頁岩や黒色粘板岩質頁岩などと有律互層をなしている。この砂岩層の単層の厚さは最大約5mで、普通数十cmから数cmの場合が多い。

鏡下では、この砂岩は淘汰、分級は良いが、円磨度の低い石英、長石、堆積岩岩片、火山岩岩片などを含むワッケ質のものである。

この砂岩層を含む互層には、堆積構造が発達し、荷重痕、流痕、粘板岩質頁岩の偽礫、級化構造、平行ラミナ、クロスラミナ、コンポリュートラミナが観察される。偽礫はまれであるが、荷重痕や流痕、級化構造の発達は良好である。これらの堆積構造とワッケ質を示す事実から、砂岩の互層は一種のタービダイトと考えられる。この成層状態も、ほぼ完全なタービダイト単位層を示すものから、砂岩層のみの繰り返しからなるタービダイトの下部インターバルの繰り返しまである（Fig. III-1 部分柱状図）。

石灰岩は、灰色、細粒結晶質な岩相を示し、かつ平行ラミナが発達している。層厚は1m以下のものであるが、走向方向に比較的連続性が良く、2枚確認された。（Tab. III-1 総合柱状図）。この石灰岩は、尾根の上では風化によりトゲトゲした外観を示し、表面は金属酸化物のコーティングにより黒っぽく見える。

鏡下では、0.2mm前後の再結晶方解石、少量の石英および長石片などが認められる。肉眼観察で見られる平行ラミナなどの堆積組織は観察されず、顕微鏡オーダーの微化石も認められなかった。

Burckhardt(1900)は、本層中の石灰岩レンズより化石を報告しているが、今回の調査では発見できなかった。

以上のように、本層は層厚が厚いわりに層相変化に乏しいこと、貧化石相であること、砂岩と頁岩との有律互層をなしていること、タービダイトが発達していること、砂岩相の下底面にソールマークがみられることおよび砂岩相はワック質であることなどの現象から一種のフリッシュ型堆積物と考えられる。なお、本層は全体として頁岩相が優勢で、中～上部で砂岩相を比較的多く挟在してくることから、本層の主体は頁岩質フリッシュであるが、中～上部では正常型フリッシュもはさんでいる。

構造および層位関係；本層はNNEからNEの走向を示し、この方向の軸をもつ褶曲が発達している。(PL. III-1, 3 別添)。

褶曲を繰り返しながら全体としては西へ平均20°位で傾いている。褶曲形態がよく観察される Estero Cajón Chico 沢上流から Estero El Saltillo 沢にかけての地区では、軸面が西側へ60°～80°傾き、中には過褶曲を示すものもある。一般に背斜の東翼は急傾斜しており、西翼はより緩やかに西へ傾く傾向がある。この褶曲の形態は、非対称褶曲を示し、軸面も西側に凸の曲面を示している。また、頂や底は鋭角的な形態を示し、振幅1km以下、波長は1.5km以下で閉そく性の高いものである。この褶曲の軸は、緩くうねって、引き延ばされたS字型を示す。褶曲は、Cordillera Lonquimay山脈で発達せず、そこでは西へ傾斜する単斜構造をなす。

本層は前述の変成岩類を除くと、本地域における最下位層であり、下限は不明である。

対比；本層の形成時代を示す決定的な資料は得られなかった。しかし本調査地域外北へ数kmの所で本層相当層より次のようなジュラ紀中部カロビアン期を示す化石群を Burckhardt(1900)が報告している。

○ ドッガー初期～中期

Pseudomonotis substrata Iet

Harpoceras (*Oppelia*) aff. *proximum* Moer

Sonninia sp.

○ カロビアン期初期

Sphaeroceras subcompressum Waagen

Sphaeroceras lamellosum Sow

Sphaeroceras bullatum D'Orb

Sphaeroceras aff. tumidum Rein

その後、Felsh(1915)が次の化石を報告している。

○ ドノガー初期

Pseudomonotis substriata Ziet

Harpoceras sp.

Hammaceras sp.

また, Chotin (1975) が新たに次の化石を報告している。

○ カロビアン期初期

Macrocephalites (*Eurycephalites*) aff. *Rotundus* Torn.

Macrocephalites (*Indocephalites*) *Chrysoolithicus* Waagen

Macrocephalites Araucanus Burck

Macrocephalites aff. *lamellosum* Waagen

Macrocephalites aff. *noetlingi* Burck

Macrocephalites (*Dolicephalites*) aff. *tyticus* Blake

Oppelia (*Oxyerites*) *exotica* Stein

Oppelia sp.

Inoceramus galoi Behm

以上の化石から Pacunto 層は中部ジュラ系カロビアン階を示すと考えられる。

1 - 2 - 2 - 2 Abanico 層

標式地; 第5州 Aconcagua 県 Los Andes 地方 Río Blanco 川 (Aguirre, 1900, 域外)

層 厚; 2,300 m 以上

分 布; 本層は, 断層や深成岩の貫入により, 点在するように次の4地点に分布する。

1 Cordón de los Truenos (南北 5 km, 東西 3 km, 面積約 14 km²)

2 Río Quinquén (北西 4 km, 幅 1.5 km, 面積約 6 km²)

3 Litrancura (南北 5 km, 幅 0.5 km, 面積約 2 km²)

4 Estero Pichirucanuco (面積 1 km²以上)。

岩質および構成; 本層は暗緑色, ち密の角礫状溶岩(一種のハイアロクラスタイト)を主体とし, これに暗緑色の凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩と薄い凝灰質砂岩を伴う火山岩類主体の地層である。同岩類は, 一般に緑色化変質を受け, 白濁した斜長石の斑状組織を残す安山岩質を示す。角礫状溶岩の中にはその基質を石灰質物質で膠結されているものが Río Quinquén 川や Litrancura 地区で認められる。しかし, 一般的には, 角礫状溶岩の膠結物質は同質碎片からなる。本層中には層理は認められない。この水冷破碎溶岩から漸移的に凝灰角礫岩, 火山礫凝灰岩へと変化するのが, Cordillera Los Truenos 山嶺で観察される。火山礫凝灰岩は成層構造を有し, 中にはクロスラミナをもつ凝灰岩や砂岩の薄層をはさむ所もある。これらの成層は本層の数少ない構造指標となっている。Litrancura や Estero Pichirucanuco 沢では, 深成岩による接触変成作用を幅数十 m にわたって受けているのが観察される。

鏡下で、安山岩質溶岩は、曹長石化した斜長石の斑状組織をもち、有色鉱物や、石基が強い変質作用を受け、パンベリー石、プレーナイト、緑れん石、緑泥石、二次石英、沸石などが生成しており、斜長石の斑晶以外初生鉱物の識別は困難である。また接触変成作用により輝石や普通角閃石が生成している。

なお、Río Quinquén 川に見られる本層には一部石英安山岩質な凝灰角礫岩を挟在している。

構造および層位関係；本層中で層理が見られるのは、Cordón de los Truenos山嶺付近だけで、他の地域では、不明瞭である。Cordón de los Truenos山嶺で観察された層理は走向 E-W から NEE-SWW を示し、傾斜が南へ $30^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の単斜構造を示している。本層は下位の Pacunto 層を不整合でおおっている。

対比；本層の形成時期を示す決定的な資料は得られなかった。しかし、後述の白亜紀末期の "Galletué バノリス" に貫かれていること、上部ジュラ系カロビアン階の Pacunto 層を不整合におおっていること、岩質および構成や変質作用の様式などから Aguirre (1960) の Abanico 層に対比させることからして、その形成時期は白亜紀中期と解される。

1-2-3 新生界

本地域に分布する新生界は下位より海成層と火山砕屑岩類の互層、安山岩質火山岩類、鮮新統～更新統火山岩類および洪積世～沖積世の砂礫層などによって構成されており、前二者を各々 Pedregoso 層、Sierra Nevada 層と呼称する。

1-2-3-1 Pedregoso 層

標式地；第9州 Malleco 県 Lonquimay 地方 Estero Quilmahue 沢

層 厚；900 m +

分 布；本層は Pedregoso 部落から Río Gualyepulli 川を経て Laguna Galletué 湖北東岸まで分布する。

岩質および構成；本層は基底に礫岩層を有し、下部で堆積岩類が、上部で火山砕屑岩類が卓越する。この岩相変化から本層を5つの部層に細分し、それらを下位から上位に部層 "I" "II" "III" "IV" および "V" と仮称する。

部層 "I"

本部層は Estero Quilmahue 沢下流域に分布し、200 m 以上の層厚を持つ。

岩相は、礫岩、砂岩を主体とし、薄い泥岩のレンズをはさむ。Estero Quilmahue 沢と Río Pacunto 川との合流点から南西へ 1 km の地点には、基底礫岩が見られる (Fig. III-2)。この基底礫岩は、淘汰は悪くなく、一部に弱い覆が構造が見られ、級化構造も見られる。礫は、Abanico 層由来と見られる変質安山岩類、Pacunto 層由来の珪質頁岩を主体とし、これに石英脈由来の石英片、深成岩由来の閃緑岩、トータル岩、花崗閃緑斑岩などから構成される。礫の球形度も 0.15～0.2、礫径も大礫から細礫まで、円磨度は円礫から垂角礫まで存在する。基質は、固結度がよく、細礫や粗砂から構成され、これにわずかな黄色軽石片を含む。そして 上記の Pacunto

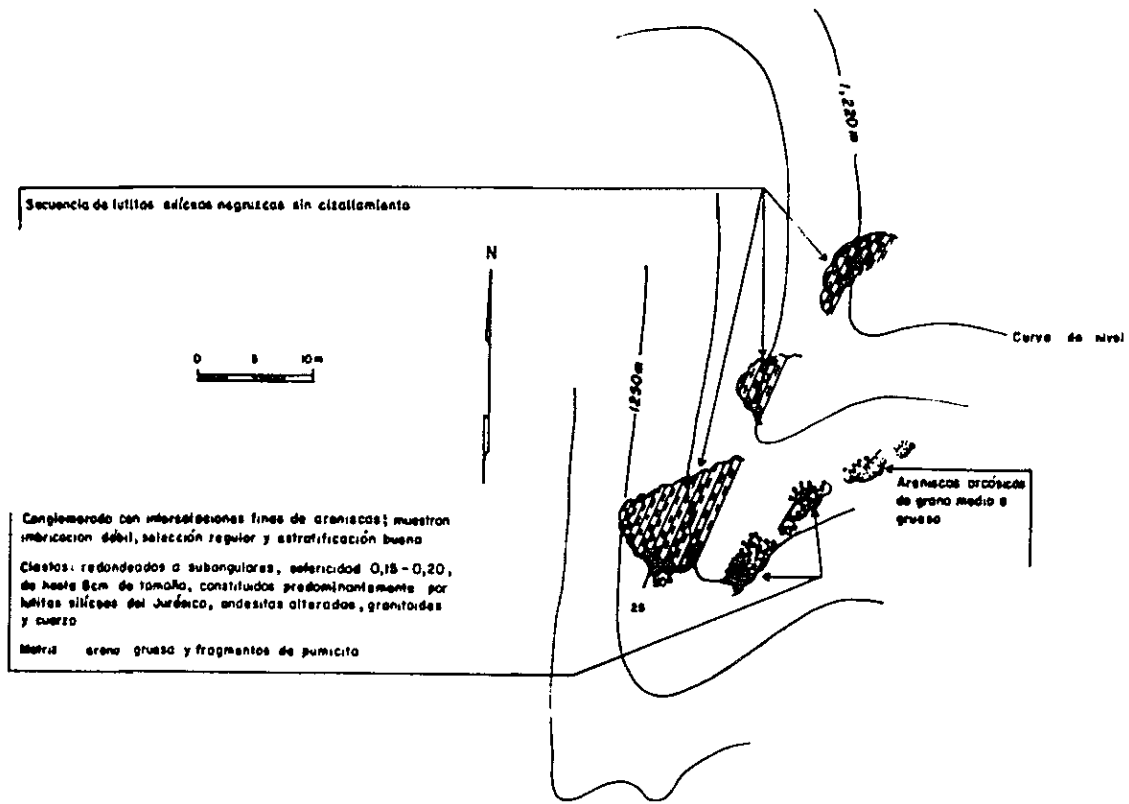


Fig. III- 2 DISPOSICION DEL CONGLOMERADO BASAL DE LA FORMACION PEDREGOSO

層由来の珪質頁岩礫の中には磁硫鉄鉱の鉱染をもつものが含まれている。本部層の上位では、フルコース砂岩を主体とし、これに、細礫々岩や泥岩をはさむ。

本部層の層理は $N 30^{\circ} E$, $30^{\circ} E$ を示している。また Pacunto 層にアバットして分布する。(Fig. III-2, PL. III-1 別添)。

部層 " II "

本部層は Estero Quilmahue 沢上流域と Río Quillén 川中流域に分布し、 $100 \sim 200 m$ の層厚をもつ。この部層は泥岩を主体とし、砂岩および凝灰岩を挟在する。同部層の最上位にはチョコレート色凝灰岩が発達している。泥岩中には、炭質泥岩が多く見られ、植物片を多産する。広葉樹の木の葉化石も本部層中の少なくとも2つ以上の層準から産する。層理の発達は良好である。部層 " I " とは漸移関係にあり一部は Pacunto 層や深成岩類を直接アバット不整合でおおう。

部層 " III "

本部層は、北は Río Quillén 川から、南は Laguna Galletué 湖まで広く分布する。層厚は約 $250 m$ を有する。

本部層は凝灰岩が優勢で、石灰質泥岩、泥岩、砂岩および火山礫凝灰岩などと互層し、最上位にウーライト質石灰岩が発達する。これらのうち、石灰質泥岩は一種の油母頁岩となっており、この泥岩の新しい断口面から油臭を発している。本部層の特徴は層厚 $1 m$ 以下の単層の互層により層理が著しく発達することである。油母頁岩からは、始新世と同定された魚の化石 (Alfaro, 1973) を産し、この部層の上部の凝灰岩から、貝化石を産する。Litrancura 地区では、本部層に緩い、南北性の軸をもつ褶曲が観察される。地層の走向は $NS \sim N 30^{\circ} E$ を示す。

本部層は部層 " II " に整合関係で累重し、かつ Pacunto 層、Abanico 層、深成岩類と直接アバット不整合で接する。

部層 " IV "

本部層は、Cordillera Pedregoso 山脈の東側に分布する。層厚は約 $150 m$ である。

同部層は、火山礫凝灰岩を主体とし、凝灰角礫岩、白色凝灰岩、礫岩などから構成される。火山礫凝灰岩は広域的に緑色化変質をこうむっており、一般にルーズである。

構成礫は角礫状でバリオライト組織をもつ安山岩、気孔をもつ石英安山岩およびガラス基流晶質組織を有する安山岩などの異質礫からなる。基質は石質凝灰質である。また、本岩相中にはモンモリロナイト、方沸石、輝沸石などの変質鉱物が生成している。

礫岩相には一部表層地すべり型のスランプ構造がみられ、また一部に珪化木を産する。白色凝灰岩には沸石類が多くみられる。

本部層は部層 " III " に整合で重なる。

部層 " V "

本部層は、Cordón las Lobas 尾根および Río Gualyepulli 川の北の尾根に分布する。層厚は $200 m$ 以上と考えられる。

この部層の露頭は、本地域中に少なく詳細な岩相については不明である。しかし、Laguna Verde 湖付近の露出および調査範囲外の同部層の露出で、白黄色の軽石質含スコリア火山礫凝灰岩を主体とし、これに磁器のように見える白色凝灰岩のはさみを伴っているのが観察される。また Laguna Verde 湖の南北、調査範囲のはずれで、石英安山岩質白黄色軽石の逆級化構造が観察された。そこでは単層の厚さが60cmから1m程度のものが3枚見られ、多量の玄武岩質スコリア片(6mm以下)が観察された。その角礫は亜角礫で石英安山岩質ないし安山岩質である。肉眼的には変質は見られない。

本部層は、部層"Ⅳ"に整合に重なる。また後述の鮮新統一更新統火山岩類に傾斜不整合でおおわれ、上限は不明である。

以上のように、本層中の部層"Ⅴ"を除く火山砕屑岩類は、広域的に緑色化をこうむり、変質鉱物として、モンモリロナイトおよび沸石類が生成して、この変質作用は一種の広域埋没変成作用の沸石相に相当すると考えられる。

構造および層位関係；少なくとも、本層の部層"Ⅲ"まで、層厚にして400m前後は、Pacunto層、Abanico層あるいは深成岩類を不整合でおおう。この不整合はアバット関係で、比較的直線的で、アバット量が少なくとも400mはある(Fig.Ⅲ-2)。そして、本層の部層"Ⅰ"から部層"Ⅴ"まで、水域の環境にあったことを化石や逆級化構造が示している。対比の項で述べる本層中の化石は内湾性の環境を示している。

本層は、調査地域中では傾斜40°~5°で東へ将棋倒し様単斜構造をとり、走向はNNEからN-Sをとる。一部、南北の軸を持つ局所的にゆるい褶曲も見られる。

対比；本層相当層と考えられている内湾性の環境を示す地層が、200km以上北方の、Chil-lán市近くからRío Queuco地域を通り、本地域まで幅の狭い地域に点々と連続していることが知られている(I. I. G. 1965)。今回の調査で木の葉、魚貝類、および珪化木などの化石を採取したが時代を決定するまでに至らなかった。従って次のような既資料を参考に本層の形成時代を考察した。

本層の炭質泥岩を最初に調査したのはBurckhardt(1900)であり、その報告書の中で次のような始新世初期を示す化石を報告している。

Bythinia Capitana M-E

Actaconina (douvillera) fisheri M-E

Ancylus humboldti M-E

Unio burckhardti M-E

また、Felsh(1915)はBurckhardtによって採取された化石を検討し、かつ彼自身が採取した貝化石(Cypris)、植物化石および魚類化石など検討して本層の炭質泥岩を下部始新統としている。

またChiang他(1977)はPedregoso 地区の山系から *Percichthys longimayensis*

n. sp と命名された新種貝化石を発見し、同化石を含有した地層 (Pedregoso層) を上部古第三系に対比している。

以上の既資料から本層の形成時代は始新世初期である。

1 - 2 - 3 - 2 Sierra Nevada層

標式地；第9州 Malleco県 Sierra Nevada地方 Cordillera de Las Raíces山脈の南側斜面。

層厚；900 m +

分布；本地域北西端，Cordillera de Las Raíces 山脈からCordón La Puntilla尾根にかけて分布する。

岩質および構成；本層は淡緑色から灰色の安山岩質角礫状溶岩を主体とし、これに塊状溶岩、淡緑色から暗灰色の凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、凝灰岩を伴なう。

安山岩質角礫状溶岩は淡緑色ないし灰色を呈し、無数の不規則な割れ目が発達している。鏡下では、インターサタルないし斑状組織を示し、斑晶として斜長石およびほぼ完全に緑泥石または方解石に交代された有色鉱物が認められる。なお同斜長石は一部方解石に交代されているが、大半は新鮮である。石基は緑泥石および方解石よりなり初生鉱物は残されていない。

火山碎屑岩類の分布は少なく、上記溶岩流のはさみとして産する程度である。同岩類を構成する礫は Pacunto層由来の珪質頁岩、トータル岩などの異質礫と安山岩質の同質礫からなる。また、Raícesトンネル入口付近にある露頭では角礫状溶岩のはさみとして火山礫凝灰岩と凝灰岩の厚さ30 cm以上の互層が観察されるが、同互層中に流紋岩質の含火山豆石凝灰岩や平行ラミナをもつ凝灰質砂岩の薄層も挟在している。火山豆石の大きさは1 cm ~ 0.5 cmであり、また凝灰質砂岩は高温型石英や長石粒からなる。なお本層にはごく弱い黄鉄鉱の鉱染が認められる。

構造および層位関係；本層は一般に、南北の走向を示し、西へ10°以下のフラットに近い単斜構造を示す。

本層は、直接 Pacunto層を不整合でおおい、深成岩類の角礫を含む。その他には、他層との直接の関係は見られない。なお、本層と、岩質および構成の点で類似している Chotin (1975) の安山岩質火山岩単元が Pedregoso 層相当層を不整合におおっている事実が、本地域をはずれたその北の Río Lonquimay川とRío Bío-Bío川の合流点近くで観察される。と報告されている。(Chotin, 1975)

対比；本層からその形成時期を示した決定的な資料は得られなかった。しかし、本層がその北10 kmに分布する安山岩質火山岩単元 (Chotin, 1975) と岩石学的類似性を有しているので同単元に対比されるものと解され、従ってその形成時期は中新世であろう。

1 - 2 - 3 - 3 鮮新～更新統火山岩類

層厚；200 m

分布；Cordón Los Morrillos尾根，Cordón Las Lobas尾根などの山頂部を構成する。

岩質および構成；本火山岩類は陸性安山岩溶岩を主体に玄武岩溶岩，安山岩質火砕岩類および基底礫岩などから構成されている。

基底礫岩は局所的な分布をなし，Cordón Los Morrillos 尾根山腹で観察される。同岩は主として2 - 5 cm (まれに30 cm) 大のトーナル岩の円礫から構成されているが，Abanico層由来と解される緑泥石化作用を受けた安山岩礫も少量含まれている。基質は砂質で固結度は極めて低い。層厚は10 m程度である。

安山岩溶岩は灰色を呈し，中硬質塊状で，柱状節理，板状節理，流理構造および一部に自破砕構造などが発達している。鏡下では，間粒状組織，ガラス基流晶質組織，斑状組織などが観察され，斑晶および石基に斜長石と普通輝石が認められ，斜長石斑晶はしばしばその劈開に沿って沸石化している。

玄武岩溶岩は灰黒色で密堅硬で，鏡下では，間粒状組織を呈し，斑晶としてオリビン，普通輝石が認められ，オリビンはイディングス石化，緑泥石化を受けている。

安山岩質火砕岩類は凝灰角礫岩，火山礫凝灰岩などからなり，礫も基質も輝石安山岩々片を主体とするがまれにその下位に発達するトーナル岩の亜円礫を含有している。

構造および層位関係；本火山岩類は一般に水平である。また，ずれを伴っていない割れ目や小規模断層は所々に発達しているが大規模な裂かの発達はみられない。

本岩類はPedregoso層およびトーナル岩を不整合におおっている。Sierra Nevada層と直接接している箇所はなく両者の関係は不明である。

対比；本岩類は岩質および構成からして，Cola de Zorro層の一部に対比されるものと解される。また本岩類からその形成時代を示す決定的資料は得られなかった。しかし，始新統と考えられるPedregoso層を不整合におおっていること，後述の更新統と解されるモレーン中に本岩類の礫が含まれていること，あるいは変質度が低くかつ固結度も弱いなどの点を考え合せると鮮新統～更新統と解される。

1 - 2 - 3 - 4 第四系

本地域の第四系は主要河川沿いに主として分布している段丘堆積物，崖錐堆積物および現河床堆積物と現地形に沿って薄く積った降下スコリア堆積物からなる。特にスコリア堆積物は現地形が形成された後，本地域のはほぼ全域に降下し，その後主として風により移動し，雪の如く吹きだまりに厚く堆積している。その厚さは厚いところで10 m前後，一般的には3 mを有する。

1 - 3 貫入岩類

本地域の貫入岩類は深成岩から火山岩まで，かつ塩基性から酸性まで各種岩類からなる。またその産状もバンリス，岩株，岩脈など様々である。以下産状別に記述する。

1 - 3 - 1 バンリス

本地域に分布する貫入岩のうちバンリスをなすものは，本地域の南半分を占め，更に南に

連続している大規模な岩体で、これを " Galletué パソリス " と呼称する。

" Galletué パソリス "

本岩体はトーナル岩から花崗岩の岩相変化を示した優白色粗粒から中粒の岩石で、岩相変化は漸移的で肉眼的な識別は困難である。しかしモード組成により Río Quinquén川および Río Miraflores川を境に大まかに東西2つの岩相に分類できる (Fig. III-3)。すなわち西側の岩相はトーナル岩質で、東側は花崗閃緑岩質である。

西側のトーナル岩質岩相は優白色の粗粒ないし中粒質で、鏡下では、半自形粒状組織を示し、構成鉱物として斜長石、石英、普通角閃石、黒雲母、ごく少量のカリ長石および不透明鉱物などよりなる。斜長石は短柱状、長柱状の自形をなし長径は 1.5 mm ~ 3.0 mm である。一部へき開に沿って絹雲母に交代されている。石英は他形をなす。カリ長石は全く認められないものから斜長石の周りに僅少晶出しているものまであり、モード組成では 0 ~ 6 % を示し、一部は花崗閃緑岩の領域に入る岩相を示すものもある (Fig. III-3)。普通角閃石は自形ないし半自形を示し、短柱状で長径 2 mm である。また同結晶は緑泥石、緑れん石および一部黒雲母に交代される。黒雲母は自形ないし他形を示し、板状で直径 1 mm を有す。同結晶は一般に新鮮であるが、一部緑泥石により交代されている。

本岩相は一般的に普通角閃石が黒雲母より多く、色指数は 1.5 前後である。

東側の花崗閃緑岩質岩相は優白色、一部帯桃色を示し、中粒ないし細粒質である。鏡下では、半自形粒状組織を示し、鉱物組成は斜長石 > 石英 > カリ長石 > 黒雲母 > 普通角閃石 > 不透明鉱物であり、大部分は花崗閃緑岩の領域にプロットされるが、花崗岩 (Fig. III-3) あるいはトーナル岩 (Fig. III-3) の領域を示す岩相もあり、それらの岩相変化は漸移的である。

本岩相の特徴はカリ長石のモードが 10 % 以上の場合グラフィック組織をなし、色指数が平均約 8 のやや斑状の組織を示すことである。斜長石は自形で長柱状ないし短柱状を示し、大きさは 0.5 mm ~ 6 mm と変化に富む。また、オシラトリー・ゾーニングを示している。モードは 30 ~ 45 % の範囲にあり、平均 40 % 前後である。石英は他形で 1 mm 前後を有し、波動消光は弱く、カリ長石とグラフィック組織をなす場合がある。モードは 20 ~ 35 %、平均 30 % である。カリ長石は正長石とマイクロクリンからなり、他形を示し、大きさは 1 mm 以下である。モードは 3 % から 25 % まで変化する。

有色鉱物は黒雲母を主体とし、これに普通角閃石、不透明鉱物を伴うが、色指数が 10 % 以上の場合には普通角閃石が黒雲母より多くなる。また色指数が 5 % 以下の場合には黒雲母と少量の不透明鉱物からなり普通角閃石はごく少量か欠如している。黒雲母は自形ないし半自形の板状を呈し、粒度は 2 mm 以下で平均 0.7 mm 程度である。また同結晶は一般的に新鮮であるが、周縁部やへき開に沿って緑泥石に交代されている場合も認められる。普通角閃石は自形柱状をなし、粒度は平均 1 mm で、ほぼ完全に緑泥石化している。

本 " Galletué パソリス " は時代末詳変成岩類、Pacunto層および Abanico層を貫いており、

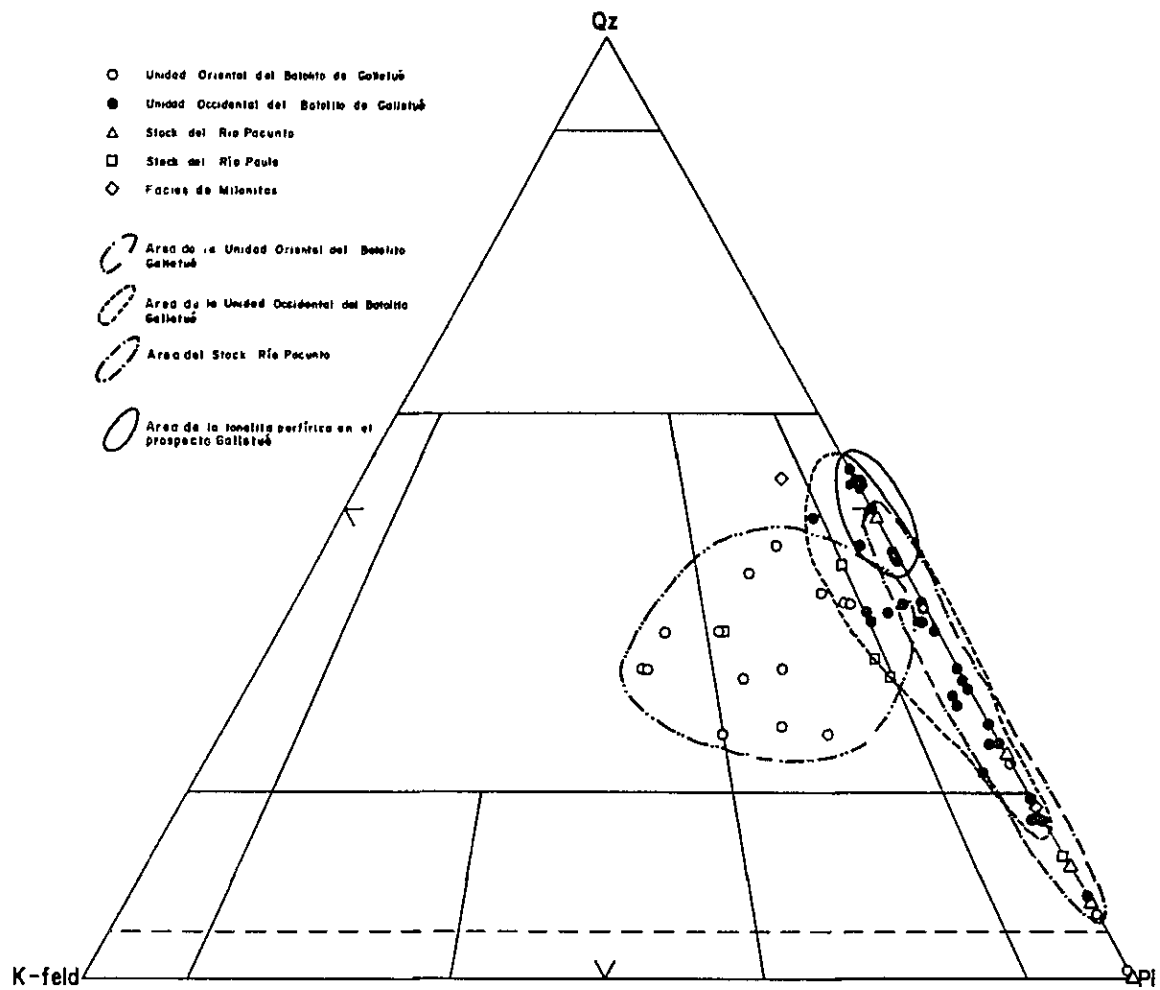


Fig. III- 3 DIAGRAMA (Qz-K-Feld-P1)

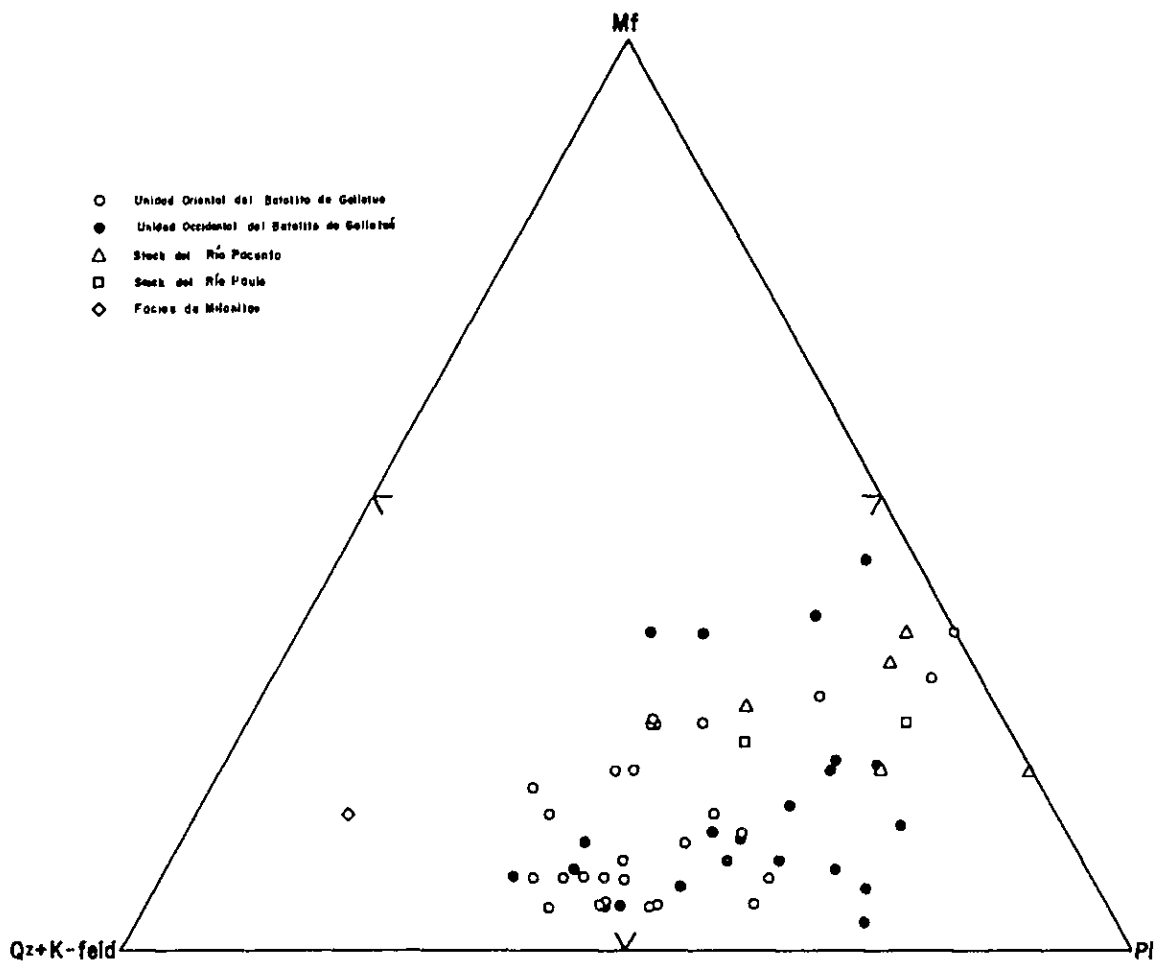


Fig. III- 4 DIAGRAMA Mf-(Qz+K-Feld)-Pl

接触部から2～3 kmにわたって接触変成作用を与えており、黒雲母、ザクロ石、紅柱石、緑泥石、緑れん石、普通輝石、黄鉄鉱などの生成がみられる。また同時に著しい珪化作用を与えている。

本パンリスはPedregoso層に不整合におおわれている。また、今次調査において、西側のトータル岩質岩相部から3個、東側の花崗閃緑岩質岩相部から2個の計5個の試料がK/Ar法による絶対年代測定に供され、次の結果が得られた。即ち、西側の3個は各々 93.62 ± 5.03 m.y., 82.66 ± 1.63 m.y. および 53.09 ± 1.39 m.y. で、このうち最後の数値は緑泥石化作用を受けた試料から得られたものである。一方東側の2個は各々 80.70 ± 1.26 m.y. および 77.24 ± 1.11 m.y. であった。これらの数値は、変質試料を除いて、白亜紀中～末期(" Geological Time Table " by F.W.B. Van Eysinga による) を示している。

即ち、" Galletué パンリス " は他の岩層との関係および上記絶対年代測定結果から、白亜紀中～末期の活動と解される。

1-3-2 岩 株

岩株として産する貫入岩は上記 " Galletué パンリス " 内あるいはその周辺に分布し、その平面的規模は $0.5 \text{ km}^2 \sim 1.5 \text{ km}^2$ と様々で、形状は楕円状をなす場合が多い。また延びの方向にも規則性はみられない。岩相は石英閃緑岩、トータル岩、斑状トータル岩、閃緑斑岩などである。これらのうち特に規模の大きい2岩体については、各々 Río Pacunto 岩体および Río Paule 岩体と呼称した。なお、いずれの岩株も貫入様式は Passive である。

(1) Río Pacunto 岩体

本岩体は Río Pacunto 川をまたぐように北は Cordon Quillén 尾根から、南は Cordon Agua Blanca 尾根まで南北約6 km 東西約2 kmの南北に延びた岩体で、水平断面積約 1.4 km^2 を占める。

本岩体は一般に灰色を呈し、中粒から細粒の角閃石石英閃緑岩岩相を示す。

鏡下では、半自形粒状組織を示し、一部にポイキリティック組織を有す。鉱物組成は斜長石 > 角閃石 > 石英 > 不透明鉱物 > (黒雲母) を示す。斜長石は自形、柱状を呈し、粒度は平均 2 mm で、ノーマル・ゾーニングをなす。モードは40～60%である。なお、同結晶の一部は絹雲母あるいは緑れん石に交代されている。石英は他形をなし、弱い波動消光を示す。モードは5～35%と変化する(Fig. III-3)。有色鉱物は普通角閃石が主体で、モード2%前後の不透明鉱物、および0～1%の黒雲母を伴う。色指数は30%前後である。普通角閃石は自形ないし半自形の長柱状、板状で、粒度は平均 1 mm 前後である。また同結晶中には一部自形斜長石斑晶が包有されており、ポイキリティック組織を示す。同鉱物のモードは20～35%と多く、" Galletué パンリス " や後述の Río Paule 岩体とは色指数および黒雲母含有量の点で異なる。なお普通角閃石は一部緑泥石およびアクチノ閃石に交代されている。

本岩体における黒雲母含有量は上記モード比が示すとおりごく少量で、同岩体南部の Cordon

Agua Blanca 尾根で少量認められる程度である。

本岩体は被貫入岩 (Pacunto 層) に、その接触部で熱変成を与えており、その幅約 5 cm にわたって、紅柱石の生成、珪化作用および黄鉄鉱の鉱染などがみられる。また本岩自体も熱水変質作用をこうむっており、硬石こうが生成している。また、それに伴って巾 5 ~ 20 cm の黄鉄鉱-石英脈が多数発達している。

本岩体は前述のとおり、ジュラ系の Pacunto 層を貫き、始新統の Pedregoso 層に不整合におおわれている。また、後述の安山岩岩脈に貫かれている。また、本岩体から 1 個の試料が、K/Ar 法による絶対年代測定に供され、 123.3 ± 2.3 m. y. の値が得られた。この値は白亜紀初期を示しており、前述の "Galletué パソリス" よりやや古い時期の活動である。

(2) Río Paule 岩体

本岩体は、北は Cordillera Lolen 山脈から南は Estero El Saltillo 沢の上流にかけてほぼ南北に延びて分布し、水平断面積は約 15 km² である。

本岩体は "Galletué パソリス" と岩質的に酷似しており、岩相もトーナル岩と花崗閃緑岩からなり、両者は漸移的に変化した岩相変化を示している。

本岩体は両岩相共優白色、中粒ないし粗粒質で、鏡下では、半自形粒状組織がみられる。鉱物組成も "Galletué パソリス" と類似しており、トーナル岩の岩相を示す部分は色指数 15 % 前後で、普通角閃石が黒雲母より多い。また花崗閃緑岩質岩相の場合は色指数 8 % 前後で、カリ長石が多い場合はグラフィック組織がみられる。また色指数が低下すると黒雲母が普通角閃石よりも多くなり、"Galletué パソリス" と同様の鉱物組成変化がみられる。また、受けている変質作用も同パソリスと類似している。

本岩体も接触部付近の Pacunto 層に珪化作用や黄鉄鉱の鉱染を与えている。

本岩体の活動時期を示す決定的な資料は得られなかったが、同岩体が Pacunto 層を貫いており、後述の安山岩や閃緑斑岩岩脈に貫かれていること、および岩相が "Galletué パソリス" に酷似しているなどの点から、同パソリスの活動とほぼ同時期と解される。

(3) その他の岩株

上記の 2 岩体以外の岩株はいずれも小規模で、各々に対する命名はなされなかった。岩相は閃緑岩-石英閃緑岩、閃緑斑岩および斑状トーナル岩などがみられ、多くは 1 km × 0.5 km 前後の楕円状ないし、レンズ状をなす。

閃緑岩-石英閃緑岩

本岩は "Galletué パソリス" の中央および周縁部に分布し、同パソリスを貫いている。岩相は閃緑岩および石英閃緑岩を示し、両者は漸移的に岩相変化している。本岩は岩質および鉱物組成など上記 Río Pacunto 岩体に酷似している。しかし、白亜紀中~末期の "Galletué パソリス" を貫いているので、Río Pacunto 岩体 (白亜紀初期) より新しい貫入岩である。おそらく "Galletué パソリス" 活動に関連したその末期の産物であろう。

Tab. III-2 RERACION DE INTRUSIONES DE DIQUES

ROCAS VOLCANICAS PLIO-PLEISTOCENICAS						
FORMACION SIERRA NEVADA						
FORMACION PEDREGOSO						
ROCAS PLUTONICAS						
FORMACION ABANICO						
FORMACION PACUNTO						
METAMORFITAS DE LA FUSTA						
	Basalto Olivínico	Andesito intensamente alterada con pumpellyita	Andesito de ougita alterada	Andesito de hornblenda sin alteración	Dacita	Riolita

閃緑斑岩

本岩は本地域の北部，Río Quinquén川上流域，および Estero El Saltillo 沢下流域に分布している。岩相は閃緑岩を主体とするが，花崗閃緑岩および石英閃緑岩への岩相変化がみられる。いずれの岩相も斑状組織を呈する。

本岩体はいずれも熱水変質作用を受けており，斑晶の斜長石は石英および絹雲母に虫喰状に交代されており，石基や斑晶の有色鉱物も緑泥石，絹雲母および石英に交代されており，原形をとどめているものは少ない。また，本岩体は周辺部の被貫入岩（Pacunto層）にも黄鉄鉱鉱化作用および珪化作用を与えている。

本岩は Río Paule 岩体を貫いており，また始新統(?)の Pedregoso 層の基底礫岩中に本岩由来と解される礫が含まれている。などのことから，本岩の活動時期は白亜紀中～末期以降始新世以前と解される。おそらく，" Galletué バンリス " 活動と一連のその最末期の産物であろう。

斑状トータル岩

本岩は後述の Galletué 地区精査範囲に分布しており，Galletué 鉱化帯形成と密接した貫入岩で，同地区精査の項で詳述する。

1-3-3 岩脈

本地域に発達する岩脈としては流紋岩，安山岩，玄武岩などがあり，それらは本地域の北東部と南東部に比較的密に分布している。それらの主体は安山岩で，巾10m～100mの薄いレンズ状をなす場合が多い。

北東部の岩脈群の多くは Pacunto 層に発達する褶曲軸や断層に並行しており，鉱化・変質作用を殆んど受けていず，新鮮である。また南東部のそれは NEE-SWW 系の構造に規制されている場合が多く，このうち安山岩岩脈は弱いながら緑泥石化，絹雲母化および炭酸塩化などの熱水変質作用をこうむっており，また磁鉄鉱，黄鉄鉱の鉱染もみられる。玄武岩岩脈は非鉱化，非変質である。なお，北東部に分布する岩脈群，および南東部の岩脈群のうち玄武岩の岩相を示すものは 1-2-3-3 で記述した鮮新～更新統火山岩類の岩質に酷似している。

以上のことから，本岩脈群の活動時期は " Galletué バンリス " 活動に伴なったもの（鉱化変質を受けた岩脈）から鮮新世～更新世の火山活動に伴なったもの（非鉱化，非変質の安山岩や玄武岩）まであるものと解さる。（Taḡ III-2）。

1-4 地質構造

本地域はアンデス山脈内に位置し，隣接する地域には活火山があり，また断層崖山麓堆積物もみられ，現在でも局所的な構造運動が行われている地域である。

本地域にみられる構造は次の三系統に大別できる。即ち，NE-SW系，N-S系およびNW-S-E系であり，このうち，NE-SW系が支配的である。

1) NE-SW系構造

本地域にはNNE-SW系およびNEE-SWW系の構造の発達もみられるが、両系はNE-SW系の副次的なものと考え、NE-SW系に包括した。本系統の構造はRío Lonquimay川沿いの断層（以下Río Lonquimay断層と呼称する）、主として"Galletué パソリス"にみられる裂かおよび節理、ジュラ系（Pacunto層）の走向および同系にみられる褶曲構造などにあらわれている。

Río Lonquimay断層は現河床堆積物に大部分がおおわれているため、詳細な性状は不明であるが、一部で、巾5 m以上の断層破砕帯が観察され、その西側のSierra Nevada層と東側のPedregoso層および"Galletué パソリス"を境している一種の構造線の性格を有した断層である。またその一部では断層崖山麓堆積物の堆積が現在でも観察され、今なお活動を行っているものである。

また、本系統の断層は断続的ながら連続性に富んでおり、かつ本地域のほぼ全域に及んでいる。また、Río Paule岩体および多くの岩脈の延びが本系統の構造に一致している。

以上のことから、本系統の構造はジュラ系堆積の基盤構造を反映し、かつその後の主要な火成活動の場所を規制し、現在までその一部が活動しているきわめて活動期間の長いもので、本地域における支配的構造と解される。

2) N-S系構造

本系統の構造はPedregoso層にみられる褶曲構造、同層の分布、"Galletué パソリス"の東部に発達した断裂、およびSierra Nevada層の走向などにあらわれている。

本系統の断裂は局所的であり、かつ連続性に乏しく、大きなずれを伴ったものはみられない。

3) NW-SE系構造

本系統の構造はPedregoso層とAbanico層、"Galletué パソリス"とAbanico層あるいはRío Pacunto岩南限などをかくする断層、一部の節理などに表われている。また、"Galletué パソリス"を貫いている一部の石英閃緑岩岩株も同系統の構造にその延びが一致している。

本系統の断層は分布は広いが連続性に欠ける。本系統に規制されているものは上記のような一部の貫入岩のみで、本地域における支配的構造とは考えられない。おそらく、NE-SW系構造の副次的なものであろう。

1-5 考 察

1) 深成岩類について

今般本地域の深成岩類の一部の試料について全岩分析（Tab. 7巻末）を行ない、それに基づきノルム組成を算出し、次のような考察を試みた。（Tab. III-3）

Tab. III-3 NORMA CIPW

	Río Queuco					Sierra Nevada									
	F-36	N-1	N-2	N-3	N-4	D-80	D-108	E-5	E-56	E-131	E-176	J-31	K-3	K-15	K-81
SiO ₂	43,85	65,62	67,83	65,37	48,17	64,65	59,56	61,22	64,66	50,18	62,81	61,18	56,18	59,60	66,07
Al ₂ O ₃	27,85	16,00	16,82	17,92	19,18	16,72	17,59	17,02	16,83	19,59	18,96	17,04	17,79	16,94	16,39
Fe ₂ O ₃	1,21	1,28	1,10	1,46	2,16	1,10	1,97	1,55	1,34	4,47	0,68	1,84	3,88	1,56	1,24
FeO	3,75	3,81	2,90	3,02	6,48	3,38	4,42	4,41	3,58	6,01	4,87	4,34	3,66	4,82	3,17
MgO	4,70	1,61	0,88	1,01	7,37	1,64	1,86	2,64	2,14	4,16	2,01	2,34	2,75	3,20	1,41
CaO	15,13	4,91	2,76	3,55	6,63	5,25	6,62	6,09	4,09	10,39	4,34	6,02	5,64	6,74	5,25
H ₂ O	1,15	3,68	3,57	2,82	3,38	3,66	3,26	3,46	3,42	2,70	3,59	3,58	4,12	3,30	3,81
K ₂ O	0,27	1,98	2,35	3,17	1,04	1,65	1,71	1,92	2,31	1,08	1,93	2,06	2,34	1,66	1,92
H ₂ O ⁺	2,08	0,42	1,40	1,18	2,89	0,96	1,34	0,84	0,68	1,35	1,79	0,67	1,80	1,11	0,43
H ₂ O ⁻	0,12	0,18	0,25	0,12	0,44	0,14	0,22	0,14	0,17	0,11	0,14	0,10	0,14	0,17	0,11
TiO ₂	0,03	0,56	0,18	0,20	0,81	0,43	0,69	0,68	0,57	0,79	0,57	0,51	0,78	0,56	0,36
P ₂ O ₅	0,11	0,21	0,21	0,21	0,26	0,19	0,24	0,23	0,21	0,29	0,24	0,25	0,30	0,26	0,22
MnO	0,09	0,09	0,08	0,15	0,18	0,10	0,13	0,16	0,16	0,19	0,13	0,12	0,16	0,12	0,10
CO ₂	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10	0,14	0,08	0,01	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Total	99,85	100,35	100,30	100,23	99,51	99,93	99,49	100,19	99,96	100,33	99,97	100,03	99,50	100,02	100,29

Análisis completo

C I P W Norma

Q	—	21,18	28,7	26,0	—	22,0	16,0	13,4	21,2	6,0	25,9	15,1	11,3	13,2	23,3	
C	—	—	3,3	3,5	0,4	—	—	—	0,8	—	1,6	—	—	—	—	
or	1,7	11,7	13,9	18,9	6,1	10,0	10,0	11,1	13,9	6,1	11,7	12,3	13,9	10,0	11,1	
ab	7,9	30,9	30,4	23,6	28,8	30,9	27,8	30,9	28,8	23,0	30,4	30,4	34,6	27,8	30,4	
an	72,0	21,4	13,6	17,5	32,8	24,2	28,1	26,4	20,3	35,8	9,7	24,2	23,1	26,4	23,1	
ne	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
hy	en	—	3,3	2,2	2,5	4,1	3,4	3,1	5,0	5,4	6,7	5,0	4,7	6,0	6,5	2,9
	fs	—	2,8	4,5	4,2	4,5	4,5	4,5	5,5	4,1	3,8	3,4	2,2	5,5	3,7	
di	wo	1,3	1,3	—	—	—	0,8	2,0	2,8	—	5,9	—	2,4	1,3	2,9	1,3
	en	0,8	0,7	—	—	—	0,3	0,8	1,4	—	3,7	—	1,2	0,9	1,6	0,6
oi	fs	0,4	0,5	—	—	—	0,2	1,2	1,3	—	2,1	—	1,2	0,2	1,3	0,7
	fo	7,7	—	—	—	9,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
fa	4,3	—	—	—	4,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
mt	1,9	1,9	1,6	2,1	3,7	1,6	2,6	2,3	1,9	6,5	0,9	4,2	5,6	2,3	1,9	
il	—	1,1	—	0,5	1,5	0,6	1,4	1,2	1,1	1,4	1,1	1,4	1,6	1,1	0,6	
ap	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7	—	—	0,7	—	—	
cc	—	—	—	—	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

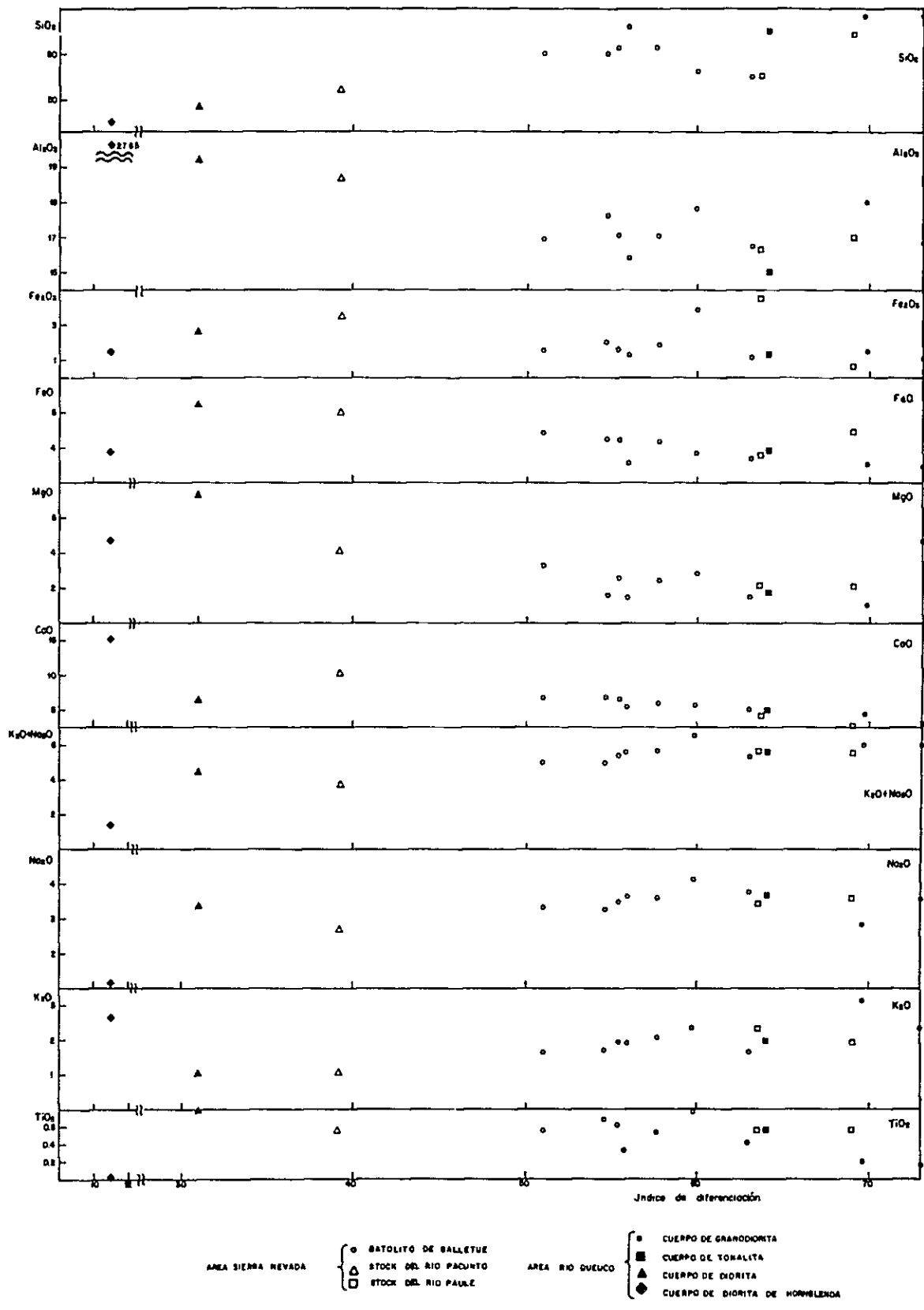


Fig. III- 6 DIAGRAMA DE VARIACION

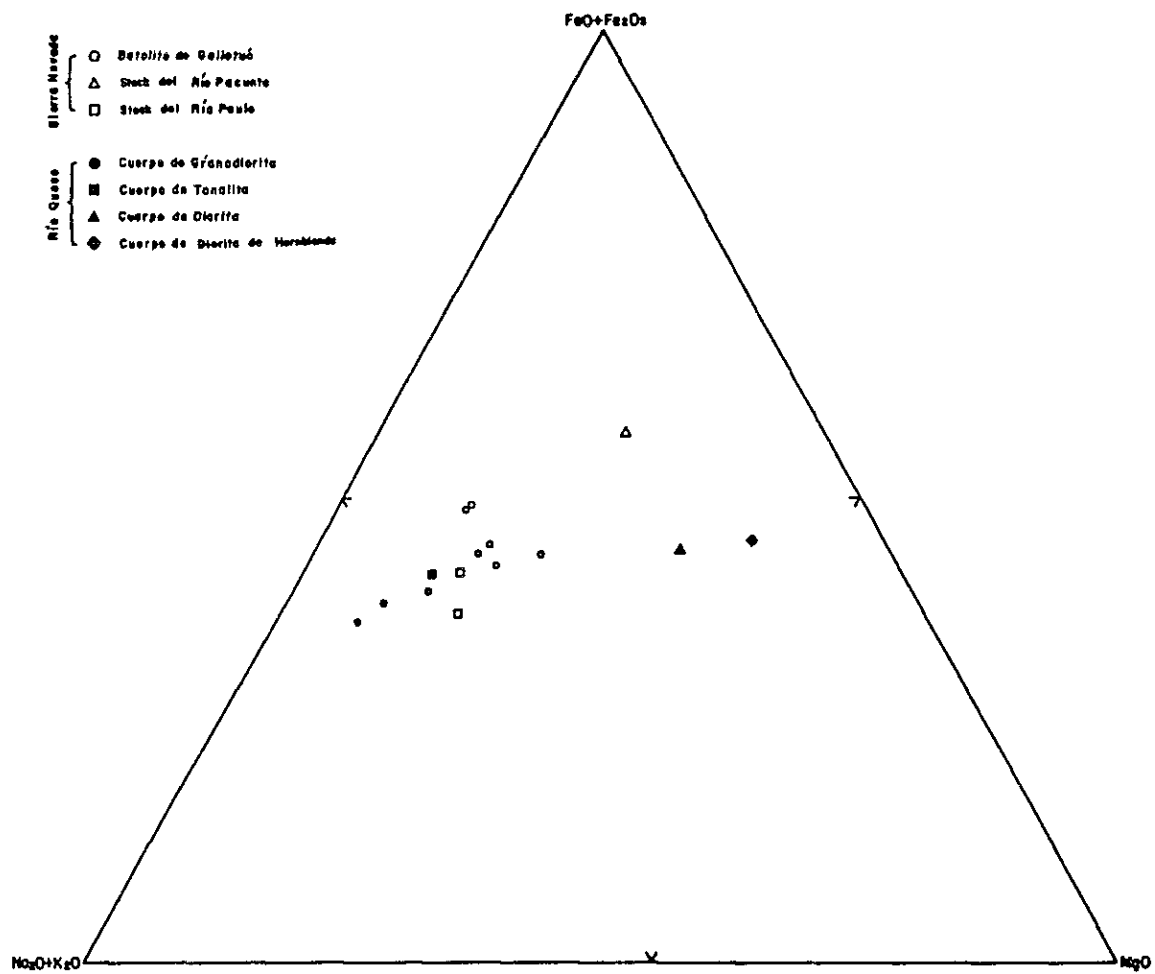


Fig. III- 7 DIAGRAMA MFA

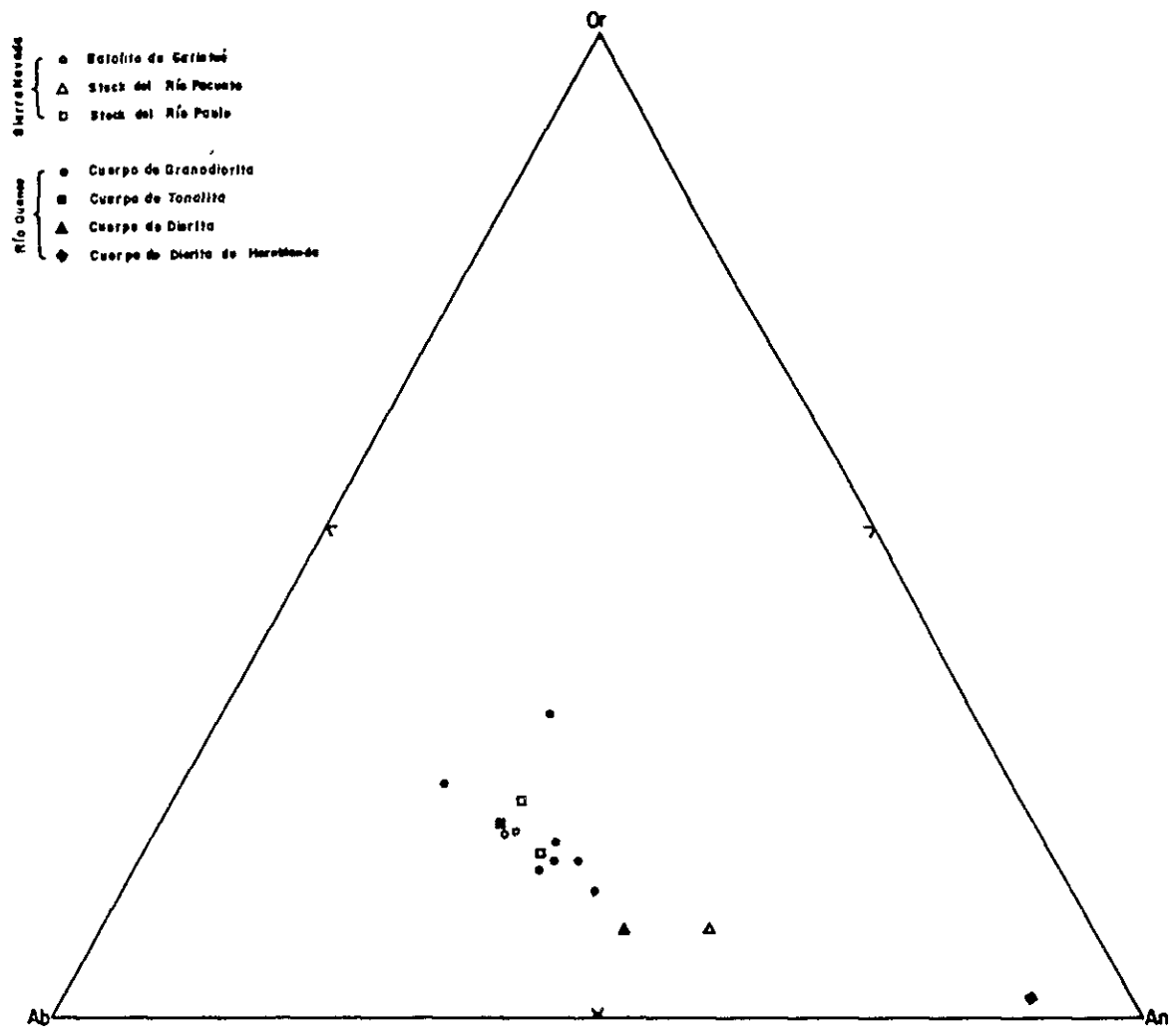


Fig. III- 8 DIAGRAMA Or-Ab-An

分析された試料は " Galletué パソリス " の西側の岩体 (トーナル岩) から 5 個, 東側の岩体 (花崗閃緑岩) から 2 個, Río Pacunto 岩体 (石英閃緑岩) から 1 個, Río Paule 岩体 (花崗閃緑岩) から 2 個の計 10 個である。

Río Pacunto 岩体は SiO_2 が 50.15%, 分化指数 (ノルム 鉱物 $Qz+Or+Ab+Ne$) は 3.9 を示した。Río Paule 岩体は前述のように, " Galletué パソリス " と同一の活動と考えられるので両者は一緒に解析した。それによると, SiO_2 は 56% から 66% まで変化している。また分化指数は 5.1 から 6.9 まで変化し, " Galletué パソリス " の西側の岩体 (以下西部岩体と仮称する) より東側の岩体 (以下東部岩体と仮称する) の方が同指数は高い値を示している。また Río Paule 岩体の同指数は東部岩体の値に近い。

" Galletué パソリス " は分化指数 6.0 までは同指数の増加とともに全アルカリ量が増加し, その後更に分化が進んでもその量は一定している。一方, FeO は分化とともに単調減少している (Fig. III-6)。また, MFA ダイアグラムでみると, 分化とともに全 FeO^* や MgO は減少し, 全アルカリ量は除々に増加している (Fig. III-7)。Or-Ab-An ダイアグラムにおいても, 分化とともにアルカリの濃集がみられる (Fig. III-8)。

すなわち, 相対的にみると東部岩体および Río Paule 岩体は西部岩体よりも分化の進んだ岩相を示しており, かつ SiO_2 や全アルカリ量も多く, 逆に全 FeO や MgO は減っている。

2) 地史について

本地域に分布する岩層のうち, 外見上もっとも古そうに見えるのは時代未詳の変成岩類である。しかし同岩類については分布も小さく, 得られた資料も少ないため, 詳細は不明である。この変成岩類を除くと, 本地域でもっとも古い岩層は中部ジュラ系 (Pacunto 層) である。本系はフリッシュ堆積物からなり, かつオフィオライト相を欠いていることから劣地向斜に近い環境下で堆積したものと解される。

中部ジュラ系堆積後に激しい褶曲運動が起り, 引続いて陸化, 侵食が行われた。その後, 白亜紀中期になって本地域における火成活動の先駆的なものとして安山岩質の火山活動 (Abanico 層) が活発化し, ほぼ同時期に Río Pacunto 岩体が貫入し, 引続き " Galletué パソリス ", Río Paule 岩体, 石英閃緑岩や閃緑岩岩株などの活発な深成活動が古第三紀初期まで続いた。後述する Galletué 鉍化帯を始めとした主な鉍化変質作用はこの活発な火成活動に関連して行われたものと解される。

その後, 同深成活動は極端に衰微し, 始新世までは侵食の時期が続いている。始新世になり局部的な堆積作用が行われ, 同堆積作用後半に, 再び火山活動が活発化し, 主として安山岩質の火山砕屑物を噴出した (Pedregoso 層)。

その後中新世から完新世にかけて断続的な安山岩質ないし玄武岩質の火山活動 (Sierra Nevada 層, 漸新統 ~ 更新統火山岩類, 降下スコリア堆積物など) が主として陸域で行われ, 本地域を広くおおった (Fig. III-5)。



ETAPA VI Deposition de material volcánico en ambiente continental antes de las glaciaciones



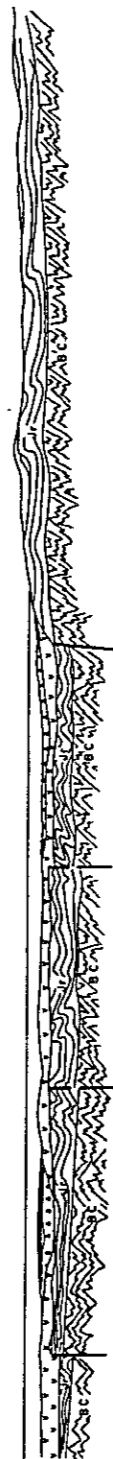
ETAPA V Deposition de lavas en ambiente lacustre durante el Mioceno



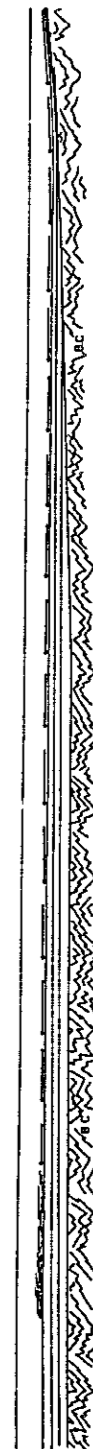
ETAPA IV Embayamientos formados por Graben durante el Eoceno



ETAPA III Emplazamiento de rocas plutónicas durante el Cretácico



ETAPA II Volcanismo submarino durante el Cretácico



ETAPA I Sedimentación de Flysch somero durante el Jurásico Medio

Fig. III- 5 EVOLUCION GEOLOGICA DEL AREA DE SIERRA NEVADA

第2章 応用地質

2-1 概 要

本地域にみられる金属の鉍化作用に次の2つのタイプがある。その1つは網状-鉍染状の鉍化作用であり、もう1つは合金の鉍脈型である。前者は従来より局部的な調査・探鉍のなされているポーフィリー・銅型-Galletué鉍化帯が主なもので、その他は深成岩類の接触変成作用に伴った微弱な銅の鉍化作用である。後者は合金石英脈である。

以上の鉍化作用は白亜紀中期から古第三期初期の火成活動と密接して行われたものと解される。

以上のほか、地下資源としてウランウムおよび石油 (Rodríguez, 1931) を対象とした調査が過去になされているが、これらは本調査の対象から除外されている。

2-2 鉍化変質作用

本地域の鉍化作用には前述のとおり2つのタイプがある。以下、タイプ別、地区別にその特徴を述べる。

(1) 網状-鉍染型鉍化作用

i) Galletué 鉍化帯

本鉍化帯についてはⅢ-Ⅲで記述する。

ii) Río Quinquén 鉍化帯 (PL. Ⅲ-3 別添)

本鉍化帯は Río Quinquén 川上流域に位置し、Río Paule 岩体の南西端に貫入している石英閃緑斑岩岩株の南端部および同岩株周辺部の Pacunto 層中に発達している。

初生鉍物には磁鉄鉍>黄銅鉍>磁硫鉄鉍などが認められ、磁鉄鉍は赤鉄鉍に一部あるいは全部交代されており、黄銅鉍は微量で他形をなし磁硫鉄鉍と共生している。上述の鉍物は石英を伴ない母岩の節理を埋め、あるいは鉍染しており、付近の母岩は珪化および黄白色粘土化作用を受けている。鉍化変質帯の範囲は約 250×300m である。

代表的試料の分析結果は次のとおりである。

Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)
0.07	<0.01	<0.01	0.03	8	5.38	2.64	5	0.9	40

iii) Estero El Saltillo 鉍化帯 (PL. Ⅲ-3 別添)

本帯は Río Quinquén 川と Estero El Saltillo 沢の合流点から約 1.5 Km Estero El Saltillo 沢を遡った沢沿いに発達している。

本帯は閃緑斑岩岩株と Pacunto 層の接触部の、Pacunto 層側にみられ、中程度の珪化粘土

化を受けた母岩中に磁硫鉄鉱が鉱染しているものである。なお銅鉱物は確認できなかった。

IV) Cordillera Galletué 鉱化帯 (P L. III-3 別添)

本帯は Río Pacunto 岩体南端と Pacunto 層の接触部の Pacunto 層側にみられるもので、弱い珪化を受けた Pacunto 層中に発達した磁硫鉄鉱の弱鉱染である。なお、銅鉱物はみられなかった。

v) Estero Cajón Chico 鉱化帯 (P L. III-3 別添)

本帯は Estero Cajón Chico 沢上流域に小分布をなすもので、弱い珪化作用を受けた砂岩と珪質頁岩の層理に沿って、あるいは細脈をなし、黄鉄鉱を主体とした鉱化帯で、微量の磁硫鉄鉱、黄銅鉱を伴っている。代表的試料の分析結果は次のとおりである。

Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)
0.02	<0.01	0.01	0.05	2.006	12.87	875	0.4	<40

なお、付近に貫入岩はみられない。

vi) Litrancura 鉱化帯 (P L. III-3 別添)

本帯は " Galletué パソリス " の北東端に岩株状に貫入した閃緑岩と Abanico 層の接触部に発達しているもので、幅 200 m にわたり接触変成作用を受けており、輝石帯と角閃石帯との累帯配列がみられ、また母岩の石灰質部にはガーネットの生成がみられる。上記のようなスカルン鉱物に伴って少量の磁鉄鉱、黄鉄鉱および黄銅鉱の鉱染がみられる。

代表的試料の分析結果は次のとおりである。

Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)
<0.01	<0.01	0.01	0.200	5.02	0.03	<5	<0.2	<40

vii) Mallín del Toro 鉱化帯

本鉱化帯は、調査地域の南西部 Cerro Mallín del Toro 山々頂部に位置している。

本帯は " Galletué パソリス " の上に、ルーフ・ベンダントとして産する Pacunto 層中に発達した鉱化帯で、著しい珪化作用を受けた同層中に黄鉄鉱、磁硫鉄鉱および微量の黄銅鉱などの鉱染と石英並びにカリ長石の細脈からなるものである。

viii) La Fusta 鉱化帯

本鉱化帯は、Río Lonquimay 川とその支流の Estero El Porfiado 沢の合流点より Río Lonquimay 川沿いに 1.5 km 下流に下ったその右岸に露出している。

本帯にはミロナイト質片麻岩が分布しており、同岩を“Galletué パソリス(トータル岩)”が貫いている。同貫入岩との接触部付近の片麻岩は強い珪化作用と弱い絹雲母化作用を受けており、その変質帯の規模は約100m×300mでN-Sに延びている。この変質帯中に微粒の黄鉄鉱が鉱染しており、また黄鉄鉱の酸化作用による褐鉄鉱が割目沿いに発達している。

代表的試料の分析結果は次のとおりである。

Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)
<0.01	<0.01	<0.01	0.07	8	5.90	2.96	5	<0.2	<40

以上の網状-鉱染型鉱化帯のうち、vii)のMallín del Toro鉱化帯は黄銅鉱の存在、カリ長石の細脈の発達および後述の地化学概査結果によるモリブデンの異常などから、より詳細な調査を実施してみる必要がある。その他の鉱化帯については、(Galletué 鉱化帯を除く)規模が小さく、かつ鉱化変質作用も微弱で発展性に乏しい。

(2) 鉱脈型鉱化作用

この型の鉱化作用はRío Pacunto岩体や、Río Paule岩体内部あるいはその周辺に集中的に発達している。なお、1箇所だけ“Galletué パソリス”の北西端にも発達している。

i) Río Pacunto鉱化帯 (P.L. III - 3別添)

本帯はRío Pacunto岩体の北部に発達した石英脈群で、単位脈巾は数cmから20cmを有し、走向はN30°Eが多い。この石英に、極く少量の磁硫鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱および白鉄鉱などを随伴している。なお、肉眼では確認されなかったが、代表的試料の次のような分析結果からかなりの量の金を伴っている部分もある。

Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppm)
0.07	<0.01	<0.03	0.02	12	853	0.39	5	9.1	38

以上のような石英脈群によって構成されている本帯の幅は約2kmに及び(走向延長は詳細不明)、かつ、高品位の金を含有していることなどからして、その下流域(本地域に北接した地域)にみられる砂金鉱床(Mina de Tayon鉱床)は本帯を起源としているものと解される。

ii) Cordillera Lonquimay鉱化帯 (P.L. III - 3別添)

本帯はRío Paule岩体の西方のPacunto層を母岩として発達した石英脈で、少量の黄鉄鉱、磁鉄鉱を伴っている。脈の走向はN50°W、傾斜75°Nを示している。なお、金の含有量は

低い。

代表試料の分析結果は次のとおりである。

Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)
<0.01	<0.01	<0.01	0.12	9	1.42	0.02	30	0.3	<40

Ⅲ) Estero Huemules 鉍化帯 (P.L.Ⅲ - 3 別添)

本帯は4条以上の石英脈がN20°E方向に並走しているもので、単位脈の脈際変質として、両側5m程度にわたって珪化・絹雲母化がみられる。この石英に伴なって黄鉄鉍が認められ、代表的試料の分析結果では次のような値を示した。

Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Mo (ppm)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppb)
<0.02	<0.01	<0.01	<0.03	5	3.75	0.65	<5	<0.2	<40

以上の鉍脈型鉍化帯のうち、1)のRío Pacunto 鉍化帯は金品位が高いこと、鉍化帯の規模が大きいことおよび後述の地化学概査の結果、亜鉛およびモリブデンの異常が認められたこと、などの点から今後精査を行う必要があるであろう。その他は規模、鉍況など注目に値するものではない。

第3章 地化学概査

3-1 概 要

本地域は新期の火山灰および植生に広くおおわれており露出がきわめて悪い。従って本地域の探査として、過去に地化学探査を採用し、後述の Galletué 鉍化変質帯を発見している。同探査は1973年から1974年にかけて I I G の手によって行われたがその精度は、1:250,000 でかなりラフな調査であった。今般前述の地質概査に平行して、本地域における新鉍床発見を目的に地化学探査を実施した。

3-2 試料の採取

II - II 第3章 (Río Queuco 地域) で記述した方法と同様の試料採取方法を採用した。

また対象面積は600 Km²で、採取個数は345個であり、従って採取密度は0.6個/Km²である。

3-3 試料の分析

分析方法も前述 Río Queuco 地域の場合と全く同様に II - II 第3章 3-3 のとおりである。

3-4 データの統計処理

データの統計処理法も前述の Río Queuco 地域と全く同様である。

3-5 結果および検討

統計処理に供された試料は336個で、群分けが行われていない母集合の中で、1ないし複数の元素において19個が $M + 3S$ 以上の誤差値を示した。

銅

銅含有量は1~135 ppmと巾があり、平均値26.07 ppm、標準偏差11.52 ppm (群分けされていない母集団) を示した。なお、異常値は Galletué 湖の南部および Río Pedregoso 川水系の2個所に不規則に分布している。前者は Galletué 鉍化帯に関係しており、後者は小規模な含銅鉍脈に由来したものと解される。

亜鉛

亜鉛含有量は最高値249 ppm、最低値29 ppmを示した。同元素の異常域は Pedregoso-Pacunto 地区に分布しており、それはジュラ系を貫いている岩株に由来しているものと解される。なお、同元素の異常値は同地区においてモリブデンの準異常値と共存している傾向がみられる。

マンガン

マンガン含有量は最高値 1,370 ppm, 最低値 130 ppm(単一母集団)を示し, Lago Galletué 湖および Pedregoso 地区で濃集している傾向がみられるが誤差の可能性が高い。

モリブデン

モリブデン含有量は変化の少ない数値を示しており, その値は 1 ~ 5 ppm と低い。ただ Galletué 鉍化帯を横切った沢の下流で採取された 1 試料は 444 ppm を示しており, Galletué 鉍化帯におけるモリブデンの存在を暗示している。また亜鉛と一致した異常域が Pedregoso 地区にみられる(PLⅢ-4別添参照)。これは Río Pacunto 鉍化帯を表現しているものと解される。

鉛および銀含有量は 10 ppm および 1 ppm の測定限界以下である。

因子分析では次のような因子係数が得られた。

因子	I	II
Cu	0.525	-0.158
Zn	-0.010	-0.586
Mn	-0.103	-0.562
Mo	0.637	0.216

因子 " I " は Galletué 鉍化帯の銅およびモリブデンの鉍化作用と関係しているように思われる。なお, 因子係数図をえがいてみると, Galletué 鉍化帯ばかりでなく, Río Pedregoso 地区においても銅元素の濃集がみられる。

因子 " II " ではモリブデンの鉍化作用の存在を示しており, 因子係数図を画くと明瞭な 3 地区が識別される。それらは, a) Lago Galletué 湖南部 (Galletué 鉍化帯), b) Río Trufquenilahue 川中流域, および c) Cerro Mallín del Toro の西山腹である。このうち a) は既述のとおり Galletué 鉍化帯を表現しており, 他の 2 箇所については, 原因究明のため将来精査の要があろう。

以上の結果から次のように結論づけられる。

- 1 Lago Galletué 湖南部の銅, モリブデンの異常値は Galletué 鉍化帯を表現している。
- 2 Río Pedregoso 川およびその支流域において, 亜鉛およびモリブデンの異常値が認められたが, これについては将来精査を行う必要がある (Río Pacunto 鉍化帯に該当)。
- 3 銅の高値が Quinquén - Paule 地区で散在的に認められるが, これは小規模の鉍脈に対応されるもので, 重要性は薄い。
- 4 Río Trufquenilahue 川中流域 および Cerdón Mallín del Toro 山嶺西部山腹にモリブデンの鉍化作用が期待される。

これに対しては将来精査を行なう必要がある (Mallín del Toro 鉍化帯に該当)。

Tab. III-4 ESTADISGRAFOS BASICOS DE LOS SEDIMENTOS FLUVIALES,

AREA DE SIERRA NEVADA

(Población Tamizada)

Elementos	Media	Desviación Standard	$\bar{M} + 1S$	$\bar{M} + 2S$	$\bar{M} + 3S$	Skew	Kurtosis
Cu	24,63	6,41	31,04	37,45	43,86	1,03	1,49
Zn	49,50	19,65	69,14	88,79	108,41	2,02	6,16
Mn	409,44	146,08	555,52	701,60	847,68	0,66	0,30
Mo	1,64	0,96	2,60	3,56	4,52	0,63	-0,54

Tab. III-5 MUESTRAS ANOMALAS, AREA DE SIERRA NEVADA

(Población Tamizada)

Muestra	Cu	Zn	Mn	Mo
GD-4				*
GD-20		**		
GE-12				*
GE-13	*			
GE-14				*
GE-21				*
GE-25	*			*
GE-44	*	*		
GE-47				*
GE-51		**		
GE-52				*
GE-54				*
GE-55				*
GE-56				*
GE-57			*	
GE-59				*
GE-67			*	
GE-68		*		
GE-69	*	**		
GE-86		*		
GE-87		**		
GE-89		**		
GE-93		**		
GE-124	**	*		
GD-32	**			
GD-40	**			
GD-42				*
GD-68	*			
GD-88	*			
GJ-9	*			
GJ-12		*	*	
GJ-13		*		
GJ-14		*		
GJ-15		**	**	
GJ-30	*			
GJ-33		*		
GJ-35	*			*
GK-6	*			
GK-17			*	

Muestra	Cu	Zn	Mn	Mo
GM-13			*	
GM-16		**		
GM-18		*		
GM-23				*
GM-26	**			
GM-27	*			
GM-32			*	
GM-35	*			
GM-39			**	
GM-47			**	
GM-48			*	
GM-52			*	
GM-56			*	

** muestras anómalas mayores que $\bar{M} + 3S$

* muestras anómalas comprendidas entre $\bar{M} + 2S$ y $\bar{M} + 3S$.

Tab. III-6 MATRIZ DE CORRELACION

(MUESTRAS DE SEDIMENTOS DEL AREA SIERRA NEVADA)

	Cu	Zn	Mn	Mo
Cu	1,00	5,49	7,60	5,52
Zn	5,49	1,00	11,07	3,54
Mn	7,60	11,07	1,00	2,69
Mo	5,57	3,54	2,69	1,00

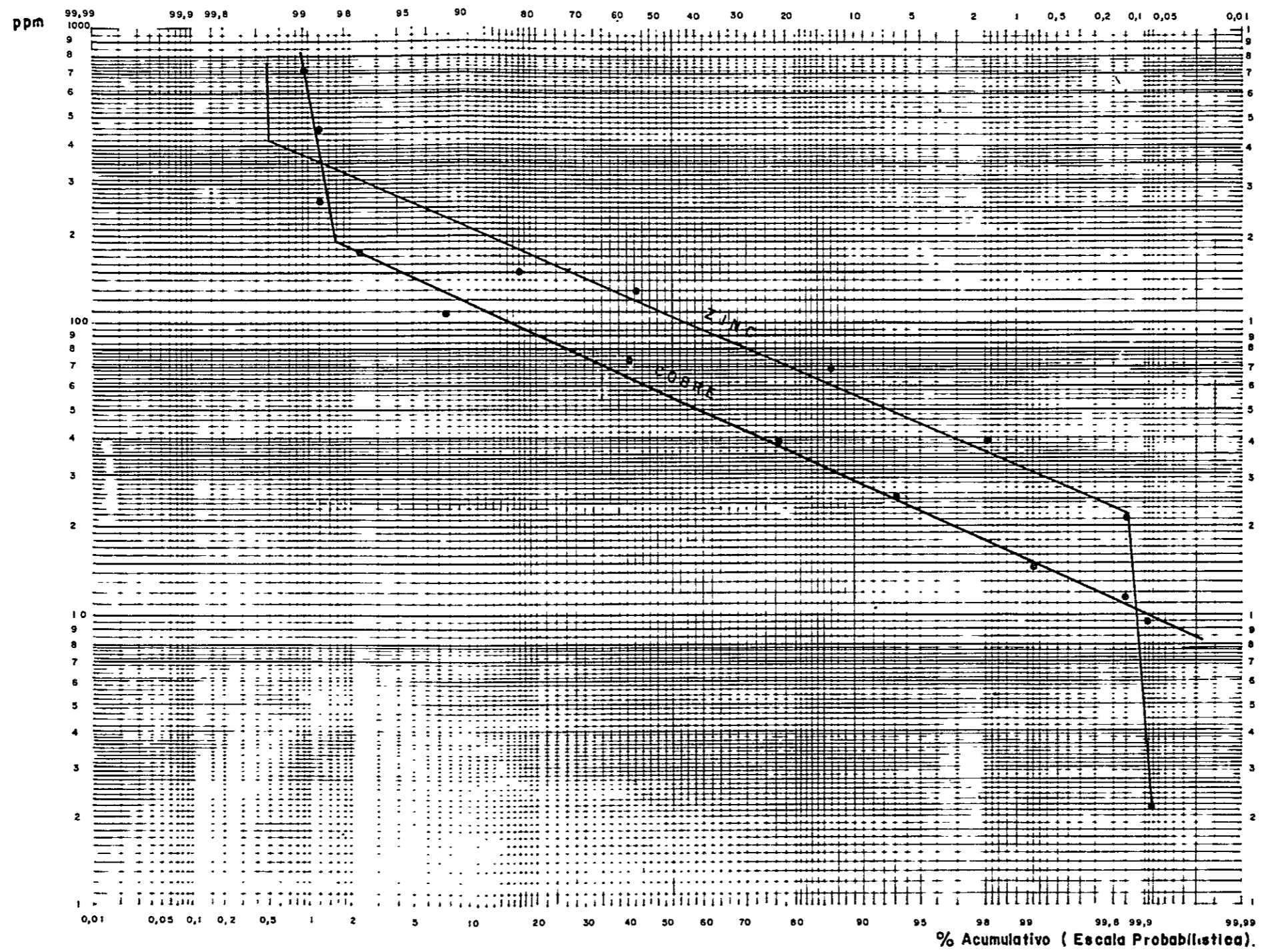


Fig. III- 9 GRAFICO DE FRECUENCIA ACUMULATIVA Zn Y Cu (AREA DE SIERRA NEVADA)

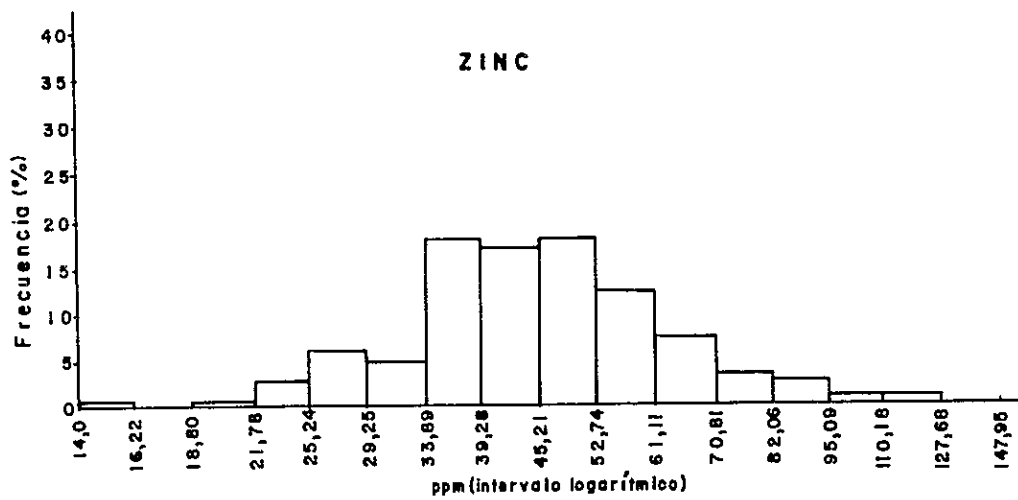
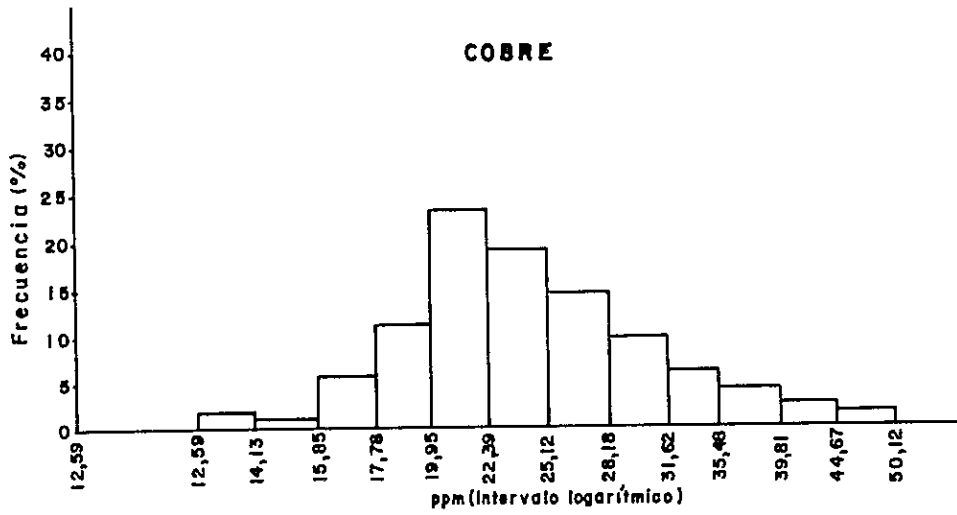


Fig. III-10 HISTGRAMA DE DISTRIBUCION DE Zn Y Cu EN SEDIMENTOS (AREA DE SIERRA NEVADA)

第 4 章 結 論

1) 本地域の地質は、時代未詳の変成岩類、フリッシュ型堆積物よりなる中部ジュラ系、安山岩質火山岩類よりなる中部白亜系、火山碎屑岩類と堆積岩類からなる始新統、安山岩質火山岩類からなる中新統、安山岩質火山岩類からなる鮮新統～更新統および第四系などから構成されている。

また貫入岩類には、深成岩から火山岩まであり、その産状もバンリス、岩株および岩脈などをなす。なお深成活動は白亜紀中期から古第三紀初期にかけてもっとも活発であった。

2) 本地域の地質構造はNE-SW系、N-S系およびNW-SE系に大別でき、このうちNE-SW系が支配的である。

3) 本地域にみられる鉍化作用には網状-鉍染型と鉍脈型があり、このうち、注目すべき鉍化帯は、前者の型としてGalletué 鉍化帯、およびMallín del Toro 鉍化帯、また後者の型としてRío Pacunto 鉍化帯などであり、後二者は地化学探査の結果をも考慮して今後、更に詳細な調査が必要であると考えられる。

4) 地化学探査の結果、Río Pedregoso 川およびその支流域において、亜鉛およびモリブデンの異常が、またRío Trufquenilahue川中流域およびCordón Mallín del Toro 山嶺西部山腹にモリブデンの異常が認められた。これらは第2章2-2に述べたRío Pacunto 鉍化帯およびMallín del Toro 鉍化帯に対応される。

Ⅲ－Ⅲ Galletué 地区地質および地化学精査

第1章 一般概要

Sierra Nevada地域の南東部隅，Galletué 湖の南3 kmに本地区の北縁が位置している。

本地区にはごく最近まで利用されていた木材搬出用のトラック道路がかなりの密度で布設されているが，倒木や土砂によって，至るところで遮断されており，現在は車による通行は不可能である。

本地区の北東隅にGalletué 鉍化帯の名で知られた銅，モリブデンのポーフィリー・銅型型の鉍化帯があり，同鉍化帯は約2 km²の範囲に達し，1973年から1976年にかけて，I I Gの手により，地質調査，地化学探査（土壌を対象とした100 m×50 m のグリッドサンプリング），地上磁気探査およびI P法探査などが行われ，有望視されていた。

今般，本地区を精査の対象に取上げた目的は本鉍化帯における(i)関係火成岩，(ii)鉍化・変質作用の特性，(iii)構造規制などを更に詳細に調査し，鉍化帯の規模および中心を見出し，今後の探鉍方針を確立すると同時に同鉍化帯周辺部に対する衛星鉍床の賦存を確認する，などである。

第 2 章 地 質

本地区は鮮新世～更新世の湖成層および第四系の小分布以外は全て火成岩類よりなる。火成岩類としては、" Galletué パソリス " の東部岩体、安山岩々脈などの貫入岩類と鮮新統一更新統火山岩類が分布している。

本地区には、大規模の断層や褶曲は認められないが、節理の発達は密（特に貫入岩類において）、特に N 3 0°W 系、N 6 0°E 系が顕著である。

なお、本地区における地層区分、岩体名など全て III - II の地質概査に準じた。以下、各地層の特徴を述べる。

(1) 湖成層

本層は調査地区のほぼ中央にごく小分布をなすに過ぎない。

本層は主として火山灰質泥岩からなり、これに砂岩の薄層を僅かに挟在している。火山灰質泥岩は淡灰色軟質で火山性泥土質である。砂岩は暗褐色を呈し、やや硬質である。本層の傾斜は 5° 前後を示し、フラットに近い構造を呈する。

層厚は約 20 m である。

本層はトータル岩を不整合に被ふくしており、同層から化石は発見されなかった。本層はその分布が局部的であり、かつ軟質、火山性泥土質であるなどの点から、第三紀末～第四紀に形成された湖沼堆積物と解される。

(2) 鮮新統一更新統火山岩類

本岩類は本地区の南部に広く分布する。

本岩類は輝石安山岩溶岩が主体をなすが、同岩類下位には玄武岩質安山岩溶岩も小規模ながら産出している。この他、輝石安山岩溶岩中には同質火砕岩の薄層を所々に挟在しているが、その量はごく少量である。また同岩類の基底部には礫岩層が発達しているが、連続性に乏しく、かつ小分布をなすにすぎない。

輝石安山岩は灰色を呈し、中硬質塊状で自破碎構造が所々にみられる。鏡下では間粒状組織を呈し、斑晶として半自形の斜長石が、また石基には半自形斜長石および輝石が認められる。斜長石斑晶はしばしばそのへき開に沿って沸石化している。

玄武岩質安山岩は灰黒色ち密堅硬で、鏡下ではハイアロオフィチック組織を呈し、斑晶として半自形斜長石（アンデシン）および自形かんらん石が、また石基には斜長石、かんらん石、鉄鉱物およびガラスが認められる。なお、斑晶のかんらん石は僅かにイディングス石化、緑泥石化を受けている。

火砕岩には凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩などがみられ、礫も基質も輝石安山岩の場合が多いが、まれには異質礫としてその下位のトータル岩の 15 cm 大亜円礫を含有している。また火砕岩の

の級化作用，分級作用は共に悪い。

礫岩層の礫は主として2～5 cm (まれに30 cm) 大のトータル岩の円礫から構成されているが，緑泥石化作用を受けた安山岩礫も少量含まれている。基質は砂質で固結度は極めて低い。礫岩相は本火山岩類の基底部に産出していること，下位の礫から構成されていることなどから基底礫岩と解される。

層厚は約280 mである。

本火山類の活動時期はⅢ-Ⅱ，1-2-3-3に述べられているとおり鮮新世～更新世と解される。

(3) 貫入岩類

本地区に分布する貫入岩類には "Galletué パソリス"，安山岩，玄武岩などがある。本地区に分布する "Galletué パソリス" は主としてトータル岩の岩相を示し，結晶粒度によって粗粒質と中粒質およびその組織が斑状を呈した斑状トータル岩の三つに細分される。

1) 粗粒質トータル岩

本岩は本地区の西部に分布しており，優白色堅硬で塊状をなす。

鏡下では半自形粒状組織を呈し，主成分鉱物として半自形の斜長石，黒雲母，角閃石，他形をなした石英，カリ長石，単斜輝石などが，また副成分鉱物としてアバタイト，ジルコン不透明鉱物などが認められる。斜長石，石英，カリ長石は，一般に粗粒で5 mm前後が多く，まれに10 mm程度の結晶をなす場合もある。本地区で採取した試料 (NoD-108) の全岩分析結果は次のとおりである。

SiO ₂	59.66%	Al ₂ O ₃	17.59%	Fe ₂ O ₃	1.97%
FeO	4.42%	MgO	1.56%	CaO	6.62%
Na ₂ O	3.26%	K ₂ O	1.71%	H ₂ O ⁺	1.34%
H ₂ O ⁻	0.22%	TiO ₂	0.69%	P ₂ O ₅	0.24%
MnO	0.13%	CO ₂	0.08%	C	0.00%
S	0.00%				

変質作用はごく弱く，スポット状あるいは，へき開に沿って，斜長石がブドウ石および緑れん石，黒雲母，角閃石が緑泥石に，また単斜輝石が角閃石に各々変わっている。

本岩は鉍化作用は受けておらず新鮮であり，下記の中粒質トータル岩と漸移的に変化する。

本岩の形成時期は本地区内で採取された試料 (D-108) のK/Ar法による絶対年代測定結果 (77.24 ± 1.11 m.y.) から，白亜紀後期と解される。

2) 中粒質トータル岩

本岩が本地区で最も広い分布を占める (約60%)。

なお，本岩は後述する Galletué 鉍化帯の母岩の一部をなす。

本岩は帯緑白色～帯黒白色を呈し，塊状をなす。

鏡下では半自形粒状組織を呈し、主成分鉱物として自形の斜長石（曹長石—灰曹長石）、半自形の石英、カリ長石（正長石）、黒雲母、および角閃石などが認められ、副成分鉱物としてジルコンおよび磁鉄鉱が少量認められる。結晶粒度は 0.1 ~ 3.5 μ m で 1) の粗粒質トータル岩より細粒である。

変質作用は Galletué 鉍化帯付近を除くとごく弱く、へき開あるいはスポット状に斜長石、正長石が絹雲母に、黒雲母、角閃石が緑泥石、緑れん石に変わっている。また鉍化作用も Galletué 鉍化帯付近をはずれると殆んど受けていない。

調査地区に分布する本岩は局部的に花崗岩および花崗閃緑岩の組成を示すが、前者は特に小分布に過ぎず、かつそれらは漸移しており、局部的岩相変化と解される。

本岩の代表的試料（D-80）の全岩分析結果は、次のとおりである。

SiO ₂	64.65%	Al ₂ O ₃	16.72%	Fe ₂ O ₃	1.10%	FeO	3.38%
MgO	1.54%	CaO	5.25%	Na ₂ O	3.65%	K ₂ O	1.65%
H ₂ O ⁺	0.96%	H ₂ O ⁻	0.14%	TiO ₂	0.43%	P ₂ O ₅	0.19%
MnO	0.10%	CO ₂	0.14%	C	0.00%	S	0.03%

本岩の形成時期は本地区内で採取された試料（D-80）の K/A r 法絶対年代測定結果（80.70 ± 1.26 m.y.）から白亜紀後期と解される。

3) 斑状トータル岩

本岩は本地区の北東部にはほぼ東西に細長く延びて分布し Galletué 鉍化帯の主要母岩となっている。

本岩は第四紀の現河床堆積物にかなりの部分がおおわれているため全容が明らかでなく、その産状も定かでないが、露出部の状況から判断すると楕円状の岩株をなすものと考えられる。

岩質は帯緑白色、堅硬塊状を呈し、肉眼的には、前述 2) の中粒質トータル岩に酷似しており、両者の識別が困難な場合がしばしばある。特に両者の境付近は難しい。

鏡下では、明瞭ではないが、斑状組織が観察される。斑晶としては半自形～他形の石英、半自形の斜長石、黒雲母、僅少の角閃石、カリ長石などが認められ、石基には石英、斜長石などが認められる。鏡下観察による鉱物組成から判断するとトータル岩の範ちゅうに入る。なお、1 試料だけが花崗岩の組成を示した。

後述のように本地区に発達する Galletué 鉍化帯は本岩中に主として発達しており、従って鉍化変質作用をもっとも強く受けた岩層で、有色鉱物は緑泥石、緑れん石、および方解石に多かれ少なかれ変質しており、長石類は絹雲母、白雲母、粘土鉱物に交代されている。

本岩の形成時期については中粒質トータル岩への漸移的移化、および岩質、組成鉱物の類似性から考えて、同岩とはほぼ同時期の形成と解される。

4) 安山岩

本岩体は小岩脈として調査地区の中央北部に分布する。岩脈の中は 10 m 前後で板状をなす。

その延びの方向はN 70°Eを示す場合が多い。

5) 玄武岩

本岩は小岩脈をなし地域の北東部に小分布をなす。

(4) 地質構造

本地区には大断層、褶曲などの大構造の発達は見られない。ただ主として中粒質トータル岩中に局部的に弱い圧砕帯が発達しているが、連続性に乏しく局所的である。なお、Pre-Mineralizationに貫入した粗～中粒質トータル岩および斑状トータル岩に発達している節理は、次の三系統に大別できる。すなわち、N 30°W系、N 60°E系、およびN 75°W系である。いずれも、ずれ、あるいは圧砕帯を伴っていないか、あってもごく僅かである。上記節理のうちN 30°W系がもっとも顕著でかつ広範囲に規則的に発達している。その間隔は2 m前後である。なお、N 30°W系は南部でN-Sに方向を変える傾向がみられる。航空写真解析によるN-S系線状構造は同系節理を表わしているものと思われる。傾斜は70°～90°と急傾斜を示す。

N 60°E系は調査地域の中央北部～北東部で特に顕著で、南部では消滅している（南部では新期安山岩類に広くおおわれているため、詳細は不明）。また、本系は調査地域の北東部の主として、斑状トータル岩中およびその近傍では、走向をN 30°Eに変えている。傾斜は30°～70°とやや緩傾斜で南傾斜が多い。また、Pre-Mineralization安山岩岩脈の殆んどが同系節理に平行して分布している。本系のもっとも密に発達している中央北部～北東部では、その間隔は0.5 m前後であり、北西部では間隔も粗になり、かつ弱まっている。

N 75°W系は調査地域の北東部にのみ発達した局部的なものであり、特に、後述の熱水変質作用の強い付近で顕著である。傾斜は40°～60°と緩傾斜をなし、南落しが多い。

以上の節理と鉱化変質作用との関係については後章に述べる。

第3章 応用地質

3-1 概 要

本地区には Galletué 鉍化帯と呼称したポーフイリー・カッパー型の鉍化変質帯が同地区の中央北部から北東隅にかけて発達している。

Galletué 鉍化帯以外に安山岩岩脈に伴なったごく微弱な熱水変質作用および黄鉄鉍化作用がみられるが特記に値するものでなく、以下 Galletué 鉍化帯について述べる。

Galletué 鉍化帯は黄銅鉍、輝水鉛鉍を主な鉍石鉍物とした鉍染状および網状、細脈状の鉍化帯で、斑状トータル岩および中粒質トータル岩を母岩としている。

母岩の変質としては内側に石英-絹雲母帯、外側に緑泥石-緑れん石帯の累帯配列がみられる。同鉍化変質作用の時期は母岩の活動時期(第2章参照)から推して古第三紀初期と解される。なお、本地区は広く現世の降下スコリア堆積物におおわれているため露出が悪く、十分な解析に到る資料が得られず、推量の域にとどまる場合が多々あった。

3-2 鉍化作用(PL. III-9 別添参照)

Galletué 鉍化帯は網状、鉍染状および細脈状の銅-モリブデンの鉍化帯である。母岩は斑状トータル岩および中粒質トータル岩であるが前者中で鉍化作用はより強い。

初生金属鉍物としては黄銅鉍、黄鉄鉍および輝水鉛鉍がもっとも多く、少量の磁鉄鉍および顕微鏡的な量で磁硫鉄鉍、閃亜鉛鉍およびチタン鉄鉍などが認められる。二次性鉍物としては孔雀石、赤鉄鉍、褐鉄鉍の他、ごく微量の銅らんが認められる。

初生金属鉍物はその産状からして次の二つのタイプに大別される。すなわち網状石英中に点在あるいは母岩中に鉍染しているタイプと石英-絹雲母-緑泥石細脈中に点在しているタイプである。以下前者を網状-鉍染型、後者を細脈型と呼称する。

網状-鉍染型は Quebrada Cero および Quebrada Este No1 沢下流域で、また、細脈型は Quebrada Oeste No 沢中流域およびその西の斜面でよく観察される。また前者は鉍化帯の内側に、後者はその周辺部に位置している。後述の変質作用と対応させると前者はより変質の強い部分に、後者は弱変質部に発達している。また母岩別にみると、斑状トータル岩中で前者が、トータル岩中で後者が顕著である。また、後者の特に Quebrada Oeste No 1 沢以西に発達しているものは第2章で述べた N 6° E 系節理にのみ発達しており、その付近には、N 30° W 系も発達しているにもかかわらず鉍化作用を伴っていない。なお、網状-鉍染型が発達している付近では、前述の節理にも鉍化作用がみられる。

網状脈の場合、その格子間隔は 30 ~ 50 cm である。また、細脈の場合、脈間隔は 2 m 前後で脈巾は脈際変質部も含めて 1 ~ 15 cm で 3 cm 前後がもっとも多い。

初生金属鉱物別の分布をみると（PL. III - 9 別添参照）黄銅鉱、黄鉄鉱は普遍的であり、輝水鉛鉱は網状-鉱染型の中でより多くみられる。その他の初生金属鉱物はごく微量で分布上の特徴は認められない。なお、黄銅鉱と黄鉄鉱の量比は概算 1 : 1 である。

酸化作用はごく微弱で、初生鉱物と混在して、あるいは割目にフィルム状に付着して上記の酸化鉱物を産している。また、二次富化作用は認められない。

代表的試料の分析結果は（Tab. 4 巻末）のとおりである。なお、タイプ別に銅、モリブデンの算術平均値は網状-鉱染型の場合 Cu 0.12%（最大値 0.43%）、Mo 23 ppm（最大値 1,700 ppm、この値は平均値算出に含まれていない）、細脈型の場合 Cu 0.14%（最大値 0.82%）、Mo 54 ppm（最大値 730 ppm、この値は平均値算出に含まれていない）である。

3-3 変質作用（PL. III - 10 別添参照）

本地区に発達する変質作用としては、Galletué 鉱化帯における熱水変質作用以外、安山岩岩脈が局部的に弱い絹雲母化作用、緑泥石化作用を受けている程度で注目に値するものはみられない。以下同鉱化帯における熱水変質作用について記述する。

本鉱化帯における熱水変質作用としては珪化作用、絹雲母化作用、緑泥石化作用、緑れん石化作用および炭酸塩化作用などがみられる。母岩は斑状トータル岩および中粒質トータル岩である。

以上の変質作用によって形成された変質帯を変質鉱物組合せおよび同鉱物の産状によって大別すると次の4つに分帯される。

- (i) 石英-絹雲母帯
- (ii) 絹雲母-緑泥石帯
- (iii) 緑泥石-緑れん石帯
- (iv) 脈状変質帯

(i) 石英-絹雲母帯

本帯は Quebrada Cero 沢および Quebrada Este No1 沢下流域に分布しており、石英以外の初生鉱物は残されておらず、殆んど二次性石英と絹雲母の集合に変わっており、原岩の組織が破壊され、その識別が困難であるなどを特徴としており、本鉱化帯においては最強変質部に当る。また、本帯は観察できる範囲では同鉱化帯のもっとも内側に位置している。なお、同帯には絹雲母-緑泥石帯に該当するより変質度の弱い変質部が島状に分布している。なお、本帯は斑状トータル岩中に発達している。

本帯には網状-鉱染型鉱化作用がみられる。

(ii) 絹雲母-緑泥石帯

この変質鉱物の組合せは(i)を取りまくように、その外側に、および一部は(i)の中に島状に分布している。母岩は主として斑岩トータル岩、一部トータル岩からなる。

本帯においては原岩の斜長石が20～80%、絹雲母、一部白雲母に変わっており、初生黒雲母および角閃石が50～100%、緑泥石、一部緑れん石によって交代されており、また、スポット状あるいは微細脈状に石英の添加が認められる。なお角閃石の方が黒雲母より変質度が高い。

本帯には網状-鉍染型、一部細脈型の鉍化作用がみられる。

iii) 緑泥石-緑れん石帯

本帯は(ii)の更に外側にあり、主としてトータル岩を母岩としている。

本帯の場合は斜長石の変質(絹雲母、一部方解石)が20%以下で大部分は非変質のまま残されており、主として角閃石、一部黒雲母が20～80%緑泥石および緑れん石に変わっている。珪化作用も弱くなっており、また原岩の組織も殆んど完全に残されている。

本帯には弱い鉍染状および細脈状の鉍化作用はみられるが、網状脈の発達には認められない。なお、細脈の場合には、その脈沿いに珪化および絹雲母化作用が強くなっている。

iv) 脈状変質帯

本帯は(iii)の更に外側に位置し、Galletué 鉍化帯の最外郭に当る。母岩はトータル岩である。

本帯における変質作用の特徴は細脈型鉍化作用に伴って、その脈沿いに発達した脈際変質であり、従ってその形態は脈状をなし、脈と脈の間の母岩は殆んど変質作用を受けていない。この脈際変質の変質鉍物組合せはその主要鉍物が脈別に石英-絹雲母であったり、絹雲母-緑泥石であったり、あるいは緑泥石-緑れん石-方解石であったりするが、鉍物組合せ別による分布上の特徴はみられない。なお、単位脈の変質巾は片側5cm前後であり、しかも変質鉍物独自で脈状をなしているのではなく、脈際の母岩の斜長石が石英、絹雲母あるいは方解石に、有色鉍物が緑泥石および緑れん石に変わっているものである。

本帯の更に外側は細脈の発達もなく、また熱水変質作用も殆んどみられず非変質岩となる。

以上の結果で明らかなように本鉍化帯に発達する熱水変質作用は内側から外側に向って変質度を減じた一種の累帯分布をなしている。なお、本鉍化帯には露出している範囲において、いわゆるカリウム質変質作用および粘土化変質作用はみられない。

3-4 考 察

Galletué' 鉍化帯は前述のような鉍化作用および熱水変質作用様式からして銅、モリブデンのポーフリー・カッパー型鉍化帯と解される。また同鉍化作用および変質作用は斑状トータル岩を中心に広がっている状況が観察されることから、同鉍化帯の形成は同岩と密接しているものと判断される。また、その生成時期は斑状トータル岩と密接していることからして同岩の形成とほぼ同時期あるいはやや遅れた白亜紀末～古第三紀初期と想定される。

またQuebrada Cero 沢および Quebrada Este N°1 沢下流域で最も強い(観察される範囲において)鉍化、変質作用を受けている点については、その付近で前述の三系統の節理が交叉して

おり、すなわちもつとも割れ目の密に発達した場所に当るためであろう。

また、本鉍化帯や変質帯の延びの方向、Pre-Mineralization の安山岩岩脈、あるいは過去に I I G が行なった地化学異常、磁気異常、I P 異常などの延びの方向がいずれも N 60° E 系節理にはほぼ平行している。このことは鉍化作用直前の火成活動から同鉍化作用に至るまで N 60° E 系構造に規制されていることを暗示している。同系は III - II で述べられている NE - SW 系構造と一連のものと解される。

また、本鉍化変質作用の勢いは、Quebrada Cero 沢および Quebrada Este No1 沢下流域から東、西および南の三方に向って漸移的に減少している。このことは同鉍化変質作用の中心が同下流域あるいはその北部にあることを示している。

また、本変質作用は前述の如く累帯分布を示しているが野外で観察できるのは南半分あるいはそれ以下であり、累帯分布をなすからには南の対称形が北に存しているはずである。しかし、その北部は現河床堆積物や崖錐堆積物よりなる第四系に広くおおわれているため観察不可能である。なお、鉍化変質作用後に調査地区北限付近ではほぼ東西性の断層運動があり、母岩が大きくずらされている場合は別であるが、地質概査からその徴候は認められない。従って本鉍化帯の半分あるいはそれ以上の部分はその北部に分布する第四系の下位に潜在する可能性が充分ある。このことは I I G が行なった地化学異常の一部が北に向って開いている点からも想定される。

本鉍化帯にはごく局所的な酸化溶脱作用しかみられない。また鉍化作用後の古気候からしても地下水面が高い位置にあったものと解され、従って二次富化作用は促進されにくかったものと想定される。

第4章 地化学精査

4-1 概 要

本地区においては、Galletué 鉍化帯付近の面積 1 km^2 に対して1974年から1975年にかけてIIGの手により土壌を対象とした地化学探査がなされた(Love, 1974)。その後、1975年にその範囲を 2 km^2 に広げ、かつ採取密度も $50 \text{ m} \times 200 \text{ m}$ から $50 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ に上げている。その結果、面積 0.5 km^2 の銅の異常域および $2,000 \text{ ppm}$ 以上の高値を把握している。またモリブデンにおいても異常が認められているが、いくつもの中心をもった複雑な様相を呈しており、かつその分布は、誤差的である。

今般は、地質精査が実施された面積 2.6 km^2 において、Galletué 鉍化帯以外の新鉍床を把握する目的で以下に述べる地化学探査が行なわれた。

4-2 試料の採取

採取個数は、対象面積 2.6 km^2 に対し54個であった。従って試料採取密度は、 $21 \text{ 個}/\text{km}^2$ となる。

試料は、河床堆積物を対象に、現地において500メッシュ以下が採取され、未乾燥のままIIGの分析所に送られた。なお、採取位置は、(PL. III-4)に示されている。

4-3 試料の分析

試料は、概査のSierra Nevada地域の試料と共に分析された。

4-4 データの統計処理

データは、概査のSierra Nevada地域のデータと共に統計処理された。

4-5 結果および検討

以上の結果、各元素とも異常値は見出されなかった。

第5章 結 論

- (i) Galletué 鉍化帯はその北半分あるいはそれ以上が、その北に分布する第四系の下位に潜在している可能性が充分考えられるため、同第四系の下部、平面積でおよそ $2\text{ km} \times 4\text{ km}$ の範囲に対し、今後物理探査（IP法）およびその結果に基づいた試錐探鉍を行なうことが望ましい。なお、その場合、第3章3-4で述べた $N60^{\circ}E$ 系構造規制を充分考慮した探鉍計画をたてる必要がある。
- (ii) 第3章3-1で述べた如く、本鉍化帯付近は露出が悪く地質調査においては同鉍化帯の品位を推定するに足る充分な資料を得ることができなかった。この対策として垂直的調査用試錐を数本行うことが望まれる。その試錐位置は、第3章3-3で述べた石英-絹雲母帯と I I G の地化学探査で得られた異常域とが重複した個所が最優先されるものと判断される。
- (iii) 第3章3-3で記述した脈状変質帯は割れ目密度が低く、かつ鉍染状鉍化作用が期待薄であるため、経済的価値外に置かれよう。従って、同帯は今後の探鉍対象域から除いて考えてもよいと判断される。
- (iv) 本調査地区において Galletué 鉍化帯以外に、本調査によって注目に値する鉍徴は得られなかった。

第Ⅳ部 San José鉍化帯および
Minas del Prado鉍床地質 鉍床予察調査

第1章 緒 言

両地区共過去に I I G が、その一部を調査し有望視されていたものである。San José 鉱化帯は、ポーフイリー・カッパー型であり、Minas del Prado 鉱床は、金の鉱脈型および漂砂鉱床である。今次、本プロジェクトの一環として、将来の探査方針を得るため両地区 1 日ずつの地質鉱床予察を行なった。

第2章 San José 鉱化帯

本帯は、Chillán市の南東約 50 Km, Recinto 図幅の北部にあり、Chillán市より車で約1時間の交通至便の地にある。また地勢、気候などは Río Queuco 地域に類似する。今次予察では Quebrada San José 沢下流域の調査を行なった。

本帯付近の地質は花崗閃緑岩類とそれを不整合に被ふくした第三紀末～第四紀の安山岩類 (Cola de Zorro 層に對比?) とからなる。花崗閃緑岩は、局部的に斑状組織を呈する。この花崗閃緑岩の一部 (Quebrada San José 沢沿い) に鉱化変質作用が発達している。

変質作用は白雲母-絹雲母化変質作用と緑泥石化変質作用とからなり、確認された水平規模は前者が 250×200m で、前者をとりまく如く後者が分布している。なお、Quebrada San José 沢の北 350m に同沢と平行する Quebrada San Juanito 沢にも類似の変質作用がみられ (未だ詳細な調査はなされていない)、本帯の変質域は更に広がる可能性がある。なお、本変質作用はさほど強いものではなく、所々に非変質部が残されている。

鉱化作用は主として白雲母-絹雲母化変質帯に発達しており、肉眼的に黄銅鉱、輝水鉛鉱、黄鉄鉱、酸化銅鉱が認められ、それらは、石英細脈中、あるいは母岩中に微量に鉱染している。また、一部には母岩の小晶洞中に黄銅鉱、黄鉄鉱が自形をなして産しているのが認められる。また主として緑泥石化変質帯に赤鉄鉱、褐鉄鉱、酸化銅鉱からなる gossan が発達している。

一部の試料の分析結果は次のとおりである。

試料No	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Ag (ppm)	Au (ppm)	Mo (ppm)
SJ-1	0.12	<0.01	<0.01	0.07	4.28	0.02	<5	0.2	<40	9
SJ-3	0.53	<0.01	0.02	0.10	5.01	0.45	<5	2.9	<40	5

第3章 Minas Del Prado 鉱床

本鉱床は San José 鉱化帯の北北西約 17 Km に位置し、行政上は、第 8 州、Ñuble 県、Coihueco 地方に属する。また同鉱床は、Chillán 市より車で約 1 時間 (48 Km) の交通至便な地にある。

本鉱床付近はアンデス山脈前縁地帯に属し、標高 500 m 内外の丸味を帯びた山系からなり、密な植生におおわれている。

本鉱床は金の漂砂鉱床として過去に知られており、16 世紀末以来多くの人々によって断続的にかつ小規模に採掘が行われた。

本鉱床付近には、Abanico 層に対比される安山岩質火山碎屑岩類が広く分布しており、その一部に含金石英脈 (観察地点では脈巾 0.5 ~ 1.0 cm) が数条発達し、また同碎屑岩の基質が中程度の珪化作用を受け、同基質中に黄鉄鉱が鉱染しており、それと金が共生している、といわれている。

上記細脈の一部には肉眼的に金の微粒が認められ、その分析結果では、試料 MP-3、Au 96 ppm, Ag 21 ppm, Cu < 0.01%, Pb < 0.01%, Zn < 0.01%, Mn 0.05%, Fe 4.06%, S 0.58%, As < 5 ppm, Mo 8 ppm の値が得られた。また、黄鉄鉱を伴った珪化部での 2 試料の品位は、次のとおりである。

試料 No	Au (ppm)	Ag (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Mn (%)	Fe (%)	S (%)	As (ppm)	Mo (ppm)
MP-1	1.8	1.1	<0.01	<0.01	0.01	0.04	4.81	0.21	30	7
MP-2	720 ppb	0.6	<0.01	0.01	<0.01	0.07	4.97	1.03	8	19

また同鉱床の下流域には、同鉱床から由来したと考えられている金の漂砂鉱床も発達している。

第 4 章 結 論

前述の両者共今般予察調査に終わっているため、詳細は不明であるが、両者共、有望鉱床賦存の可能性を残しており、また、それらの周辺にもいくつかの銅、鉛、および亜鉛の鉱化帯（Mina EL Gallo等）が知られており、この地域一帯、鉱床密集地帯になっているように思われる。

従って、今後同地帯を包括した広域的な地質調査および地化学探査を実施し、地質的背景に基づいた鉱床の賦存状況、各鉱床の相互関連性などを究明し、その後の探鉱方針をたてて行くことが望ましい。

総括

第1章 総合検討

以上の調査結果に基づき北部の Río Queuco 地域から南部の Sierra Nevada 地域（両者の中間部は LANDSAT 解析データに基づく）の地質鉱床を総括すると次のとおりとなる。

本地域はいわゆるアンデス造山帯の一部をなし、最下位層（？）に時代未詳の変成岩類があるが、詳細は不明である。同岩類を被ふく（？）して中部ジュラ系の海成層（Pacunto層）が Sierra Nevada 地域に分布している。同層はフリッシュ型の堆積相を示し、その後の構造運動により著しい褶曲を受けている。同層堆積後陸化が起り、白亜紀中期になって、いわゆるアンデス造山運動の先駆的活動として、部厚い、かつ広範囲にわたる安山岩質火山岩類（Abanico層）をもたらした火山活動が行われた。同活動に引続き激しい深成活動（白亜期後期～古第三紀初期）があり、トータル岩～花崗閃緑岩類のバンリス、岩株などが進入した。なお同火成活動は Río Queuco 地域および Sierra Nevada 地域で特に顕著で、その中間地域では劣勢である。また同火成活動は付近の被貫入岩類に著しい熱変成作用を与えており、弱い銅の鉱化作用（Curacarel 鉱床など）をも伴っている。また Galletué および Otué などの主要な鉱化作用は同火成活動に密接して行われている。同火成活動はその後劣化しながらも局地的には新第三紀中新世まで続いた。この中新世の火成活動には鉱化作用を殆んど伴っていない。

始新世になると局地的（Sierra Nevada 地域）な沈降、海進があり、内湾（アルゼンチン側に開いていたと云われている）性の堆積物（Pedregoso層）の堆積があり、一方では再び火山活動が活発になり玄武岩質から流紋岩質に至る多様な組成の火山岩類（Pedregoso層上部）を産出している。同活動はその後衰微し、中新世になり安山岩質および玄武岩質火山活動が活発化している（Cola de Zorro層および Sierra Nevada 層）。同活動はその後第三紀末から第四紀初期（Cola de Zorro層）および完新世にも活発な活動をみせている。特に完新世のそれは広域におよんでおり、Sierra Nevada 地域では降下スコリア堆積物が現地形に沿って薄くおおっている。

なお、本地域は第四紀初期には広く氷河におおわれており、現世の水系沿いに山地氷河地形がみられる。

本地域の地質構造上の特徴は NNE-SSW～NE-SW 系断層および褶曲、並びに NW-SE 系断層の発達である。前者は先ジュラ系の構造を反映しており、構造線の性格を有し、また白亜紀後期～古第三紀初期の深成岩類の進入を規制しているように見受けられる。また同系の断層運動は現世まで局地的ながら引続いている。後者は Río Queuco 地域で著しい。

第2章 結論および将来への展望

2-1 結 論

以上の調査結果から、今後更に調査あるいは探鉱を必要とすると思われる地域は次のとおりである。

- I) Galletué 鉱化帯
- II) Otué 鉱化帯
- III) San José-Minas del Prado 地域
- IV) Río Pacunto 鉱化帯
- V) Mallín del Toro 鉱化帯

なお、Río Queuco地域とSierra Nevada地域の中間地域は今般LANDSATデータ解析にとどまっているため、その精度以上のことは論じられない。

2-2 将来への展望

I) Galletué 鉱化帯

本鉱化帯の北半分あるいはそれ以上が第四系の下位に潜頭している可能性があるので、予想賦存部をカバーするような物理探査（IP法）が望まれる。同探査に必要な範囲は約2×4 Kmである。また同探査によって、鉱化帯の形態の概要を把握した上で試錐孔を選定し、試錐探鉱を行うことが望ましい。

また既知鉱化帯に対し、垂直的調査のための試錐を数本行うことが望ましい。ただその際、石英-絹雲母帯と地化学探査異常（Alfaro, 1974）の重複した個所が最優先されよう。

II) Otué 鉱化帯

本鉱化帯はII-IIのとおりに有望視できる鉱化帯の1つであり、今後1:10,000の精度の地質精査および地化学探査を行う必要がある。なお地化学探査の場合、河床堆積物の採取と平行して土壌のグリット・サンプリングも必要と考えられる。その際同鉱化帯を中心に母岩の風化土が採取できるような場所を選ぶ必要がある。また、Post-MineralizationのCola de Zorro層の下位に鉱床が期待できる場合は、物理探査（IP法）が望ましい。

III) San José-Minas del Prado 地域

本金属鉱物密集地帯に対し、それらを包括した広域地質および地化学調査が第一段階として取上げらるべきであろう。第一段階調査によって、各鉱化作用の相互関連性、成因などを究明し、同作用の中心を把握した上で第二段階の探査に移ることが望ましい。

広域調査の範囲は既存資料に基づき選定し、その精度は1:50,000が望まれる。なお広域地化学探査においては河床堆積物を対象とすることが望ましい。

IV) Río Pacunto 鉍化帯

本鉍化帯は上記 3 地区より重要度はやや低くなるが、金の鉍化帯として注目さるべきであり、第一段階探査として地質精査（縮尺 1 : 10,000 ）、および河床堆積物ならびに土壌を対象とした地化学探査を行い、鉍化帯の規模、品位、発展性などを究明する必要がある。

V) Mallín del Toro 鉍化帯

本変質帯も上記 Ⅰ) ~ Ⅲ) の 3 地区より重要度は低いが、熱水変質作用がみられ、かつモリブデンの異常も認められることから、今後地質精査（縮尺 1 : 10,000 ）、および、河床堆積物ならびに土壌を対象とした地化学探査を行ない、同変質帯の発展性を検討する必要がある。

付 記

K/Ar 法絶対年代測定について

Francisco Munizaga *

Francisco Hervé *

1. 緒 言

今般行った K / Ar法による絶対年代測定について以下記述する。

今般 10 個の試料が本測定に供され、ブラジル国 Sao Paulo 大学地質年代研究センターで測定された。

本試料は Río Queuco 地域から 4 個、Sierra Nevada 地域から 6 個、鏡下観察によって選ばれたものである。同試料の大部分は新鮮な花崗岩類で、一部が熱水変質を受けていた。

2. 分析方法

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

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

K の同定は原子吸光法 (AA) によった。また年代算出に所用された K^{40} の常数は次のとおりである。

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

$$\lambda_K = 0.585 \times 10^{-10} \text{年}^{-1}$$

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

分析試料は岩石が 1 個、黒雲母 6 個、角閃石 2 個、角閃石および黒雲母 1 個であった。また、純度 95% 以上の鉱物分離は浮遊および磁力分離によった。

3. 分析条件および結果

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

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

Mineral	年代測定に供された鉱物。(BIO - 黒雲母, ANF - 角閃石, RTO - 全岩)
75%K	K同定における分析誤差
AR ⁴⁰ RAD	cm ³ STP/g 中の放射性起源 Ar ⁴⁰
Error AR ⁴⁰ RAD	Ar ⁴⁰ 同定における分析誤差
Atm. ar %	大気中のアルゴン量 (%)
Edad. M.A.	理論年代
Error Edad M.A.	測定年代分析誤差

4. 検 討

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

試料番号 N-1, K-18, J-31, D-80, および D-108 の黒雲母は新鮮で、得られた年代はそれらの岩石の結晶作用が行われた時期を表わしている。

試料番号 E-5 の黒雲母は緑泥化作用を受けていた。試料番号 N-3 は純粋な黒雲母と角閃石を分離することはできなかった。しかも両鉱物とも緑泥石化作用を受けていた。試料番号 F-36 もまた著しく変質していた。従って E-5, N-3 および F-36 の年代は岩石形成の時期よりも変質作用の過程の時期を表現している可能性もある。従って、得られた年代が、地質現象と完全に矛盾しているような場合は再測定する必要がある。

5. 岩石学的記載

N-1 ; 岩石名 : トーナル岩, 組織 : 半自形粒状組織, 半自形斜長石 (モード鉱物量 50% , 以下 () 内は全て同じ) は一般に累帯構造を持ち, 包有物に富む。他形石英 (20%) は消光が大きく, かつ間隙にカリ長石 (5%) を伴う。半自形柱状の角閃石 (10%) と黒雲母 (10%) は非常に新鮮である。副成分鉱物としてアバタイト, ジルコン, 不透明鉱物が認められる。

N-3 ; 岩石名 : 花崗閃緑岩, 組織 : 半自形粒状組織, カタクラスティック組織, 一部再結晶, 石英 (15%) とカリ長石 (20%) からなるグラノプラスチック組織の石基中に半自形斜長石大結晶 (40%) が認められる。また局部的にマイクロクリンも観察される。緑色半自形柱状角閃石 (10%) は新鮮であるが, 黒雲母 (15%) は大部分緑泥石化作用を受けている。副成分鉱物としてアバタイトおよび不透明鉱物が認められ, また緑れん石およびスフェインが二次性鉱物として生成している。

- N-4 ; 岩石名：閃緑岩，組織：半自形粒状組織。半自形斜長石（60%）はブドウ石，方解石および細脈状の緑泥石に変っている。単斜輝石はコーヒー色の核を有し，一部緑泥石化している。副成分鉱物として不透明鉱物とアパタイトが認められる。
- D-80 ; 岩石名：花崗閃緑岩，組織：半自形粒状組織。半自形柱状斜長石（35%）は僅かに絹雲母化作用を受けている。石英（25%）は他形およびてん間物として産する。他形正長石（20%）は部分的にポイキリティック組織を示し，また石英とともにマイクロペグマタイト組織を呈し，結晶周縁部は緑泥石に変っている。緑色角閃石（5%）は柱状をなし，部分的に緑泥石化している。副成分鉱物としてアパタイトと鉄鉱物が認められる。
- D-108 ; 岩石名：トータル岩，組織：半自形粒状組織。半自形柱状斜長石（55%）は僅かに絹雲母化作用を受けている。石英（15%）は他形をなす。正長石（5%）は半自形をなし，新鮮である。黒雲母は半自形をなし，周縁部は緑泥石化している。緑色角閃石（10%）は柱状をなし，単斜輝石の核を包有する。副成分鉱物として，アパタイトおよび鉄鉱物が認められる。
- E-5 ; 岩石名：トータル岩，組織：半自形粒状組織。半自形柱状斜長石は僅かに絹雲母化作用を受けている。石英（15%）はてん間物として産する。正長石（15%）は斜長石を包有したポイキリティック組織を持った大結晶として産する。半自形緑色角閃石（10%）と黒雲母（10%）は中程度の緑泥石化作用を受けている。
- E-131 ; 岩石名：石英閃緑岩，組織：サブ・オフィティック組織。斜長石（60%）は部分的に絹雲母化および粘土化変質を受けている。その他，石英，正長石（5%）および単斜輝石（19%）が認められ，単斜輝石は部分的に角閃石に交代されており，また局部的に緑泥石化した黒雲母を包有している。
- F-36 ; 岩石名：斑状閃緑岩，斑晶として部分的に絹雲母に交代された斜長石（60%）が認められ，また石基（40%）は二次性の角閃石，緑泥石，緑れん石および不透明鉱物からなる。
- J-31 ; 岩石名：トータル岩，組織：半自形粒状組織。半自形斜長石（40%）は僅かに絹雲母化を受けている。その他インタースティシャル石英（20%），正長石（3%）緑色柱状角閃石（15%）および半自形黒雲母（15%）などが認められる。なお，角閃石は単斜輝石の核をしばしば包有しており，また黒雲母は部分的に緑泥石化を受けており，かつ角閃石を包有している。副成分鉱物としては，ジルコンとアパタイトが認められる。
- K-81 ; 岩石名：花崗閃緑岩，組織：半自形粒状組織。主成分鉱物には，半自形斜長石（50%）インタースティシャル石英（20%），正長石（10%），半自形柱状角閃石および半自形緑泥石化黒雲母（10%）が認められる。副成分鉱物としてアパタイトと不透明鉱物が認められる。

REFERENCIAS

- AGUIRRE, L. , 1960. Geología de Los Andes de Chile Central, prov. de Aconcagua. IIG. Bol. Nº 9 Santiago.
- AGUIRRE, L. y LEVI, B. , 1964. Geología de la Cordillera de Los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue, IIG. Bol. Nº 17, Santiago.
- ALFARO, G. , 1973. Geología general y yacimientos minerales de la Cordillera de Los Andes entre las latitudes 37°20' sur y 39°30' sur. IIG. Inf. Inédito. Santiago.
- ALMEYDA y SAEZ, F. , 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago.
- BURCKHARDT, C. , 1900. Coupe geologique de la Cordillera entre Las Lajas et Curacautin. Ann. Museo de la Plata V.III. La Plata, Argentina.
- CHARRIER, R. y VICENTE, J.C. , 1972. Liminary and geosynclinal Andes, major orogenic phases and synchroniical evolution of the Central and Magallanian sector of the Argentina-Chilean Andes. Solid Earth Probl. Conf. Upper Mantle Project. Buenos Aires.
- CHIANG, A. , ARRATIA, G. , ALFARO, G. , 1978. *Percichthys lonquimanyiensis* n. sp. Tertiary of Chile. Journal of Paleontology in press.

- CHOTIN, P., 1969. Le Jurassique du Lonquimay (Chili) ses relations avec de Jurassique du Neuquen (Argentine) Bull. Soc. Geol. de France. Serie 7, V II, pp.710-711.
- id. 1970. Presentation de la chaine andine a la latitude de Concepción (Chili) Ann. Soc. Geo. du Nord. Lille Francia.
- id. 1975. Les Andes Meridionales et le terminaisson des bassin andin: Le Lonquimay (Chili) et le Neuquen (Argentine) Theses Dept. Geol. Struct. Univ. P.et M. Curie. Paris, Francia.
- DEVYNCK, I.L., 1970. Contribución al estudio climático de la región del Bío-Bío. Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción, Concepción.
- DRAKE, R., 1974. The chronology of Cenozoic igneous and tectonics events in the central Chilean Andes, IAVCES. Int. Symp. Volcanology. Santiago.
- FELSCH, J., 1915. Las pizarras betuminosas de Lonquimay. Bol. Soc. Nac. Minería Serie 3, Nº 220. Santiago.
- FRUTOS, J. y FERRARIS, F., 1973. Mapa Tectónico de Chile. IIG. inf. in Santiago.
- GONZALEZ, O. y VERGARA, M., 1962. Reconocimiento geológico de la Cordillera de Los Andes entre los paralelos 35° y 38° latitud Sur. Universidad de Chile. Instituto de Geología. Publ. 24. Santiago.

- HIGGINS, M. , 1971. Cataclastic Rocks. U.S.G.S. Professional Paper 687.
U.S.A.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS, 1968. Mapa Geológico de
Chile a escala 1:1,000,000. Santiago.
- KLOHN, C. , 1960. Geología de la Cordillera de Los Andes de Chile Central,
provincias de Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó.
IG. Bol. Nº 8. Santiago.
- MUNIZAGA, F. , 1978. Geología del Complejo Volcánico Laguna del Maule,
Tesis de prueba. U. de Chile, Facultad de Ciencias
Físicas y Matemáticas, Depto. de Geología. Santiago.
- SANDOVAL, R. , 1977. Estudio Geológico de la Región del Alto Bío-Bío.
Comuna de Lonquimay. Depto. de Curacautin, IX Región.
Tesis para optar al Título de Geólogo. Depto. de Geo-
logía. Universidad de Chile, Santiago.
- SERRANO, L. , 1975. Prospección minera de la región Cordillera de la pro-
vincia de Bío-Bío. IG. Inf. inédito. Santiago.
- STIPANICIC, P. y RODRIGO, F. , 1969. El diastrofismo neo y mesocretácico
en Argentina y Chile, con referencia a los movimientos
jurásicos de la Patagonia. Actas IV Jornadas Geol. Arg.
2:337-368.
- VERGARA, M. y MUNIZAGA, F. , 1974. Age and evolution of the Upper Ceno-
zoic Andesitic Volcanism in Central South Chile. Geol.
Soc. Ann. Bull. v. 85. pp. 603-606.

APPENDICES

Tab. 1-1 Observaciones Microscópicas de las Secciones Transparentes

(1) Area del Río Queuco

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
RA -31	Mina N° 1, Area de la Mina Curacarel	Formación Abanico	Brecha tobácea alterada	Roca de textura clástica formada por fragmentos de roca, plagioclasa, cuarzo y abundante mineral opaco. El cemento corresponde a vidrio desvitrificado y se observa abundante sericita.	Fig. 1-(1)-1
RA -32	id.	id.	Meta-andesita	Roca de textura levemente porfírica, masa fundamental granofírica muy alterada a sericita y calcita. Fenocristales de plagioclasa muy alterada a sericita y calcita. Mineral opaco diseminado. Guías con cuarzo, calcita y clorita.	Fig. 1-(1)-2
RA -63	Area de la Mina Curacarel	Formación Cota de Zorro	Basalto	Roca de textura porfírica, masa fundamental intergranular a subtráquica formada por microlitos de plagioclasa piroxeno y clorita. Los fenocristales corresponden a olivina con alteración a través de fracturas a clorita. Mineral opaco diseminado.	Fig. 1-(1)-3

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
RA-81	Mina N° 1, Área de la Mina Curacarel	Formación Abanico	Brecha tobácea alterada	Roca de textura porfírica en parte brechosa, masa fundamental subtra- quítica alterada a clorita y sericita. Fenocristales de plagioclasa alterada a sericita y epidota. Fracturas rell- enas con malaquita, crisocola, clorita y escapolita. Fragmentos de textura perlítica. Mineral opaco diseminado y en guías.	Fig. 1-(1)-4
RA-83	id.	id.	Brecha tobácea silicificada	Roca formada por un agregado de feldespato, sericita, epidota, clorita, esfeno y mineral opaco. Guías con malaquita y crisocola.	Fig. 1-(1)-5
RA-104	Prospecto Otué	Roca intrusiva	Granodiorita	Roca de textura hipidiomorfa a alotriomorfa granular formada por feldespato potásico (microperthita, en parte), plagioclasa alterada a prehnita y epidota, cuarzo con extin- ción ondulosa, biotita alterada a clorita, anfíbola escasa. Minerales accesorios: mineral opaco, esfeno, apatita, alunita y circon.	Fig. 1-(1)-6
RA-111	Mina N° 1, Área de la Mina Curacarel	Formación Abanico	Meta-andesita	Roca de textura porfírica y masa funda- mental subtraquítica alterada a clorita. Los fenocristales están constituidos por: plagioclasa muy levemente alte- rada a mineral de arcilla y epidota. La roca está muy fracturada y a través de estas fracturas existe malaquita en el centro y crisocola en los bordes, a veces se observa cuarzo.	Fig. 1-(1)-7

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
RA-151-2	Prospecto Otué	Roca intrusiva	Roca alterada	Roca de textura alotriomorfa granular formada por cuarzo, muscovita, clorita, plagioclasa alterada a sericitita, mineral opaco diseminado y rutilo. El mineral opaco en algunos casos presenta contornos idiomorfos. Se observan guías con cuarzo.	Fig. 1-(1)-8)
B-14	Estero Azul Grande	id.	Granodiorita	Roca holocristalina de textura alotriomórfica a hipidiomórfica granular levemente cataclástica de grano medio, con la siguiente composición: cuarzo de extinción ondulosa y fracturado; microclina y ortoclasa con bordes de intercrecimiento mirmekítico y peritita; plagioclasa (oligoclasa) con inclusiones de sericitita; anfíbola alterada a clorita y epidota; biotita pardo amarillenta; epidota asociada a biotita y clorita puede estar incluida en anfíbola.	Fig. 1-(1)-9)
B-48	Estero Cañicu	id.	Tonalita	Roca holocristalina de textura hipidiomorfa granular con granos de aproximadamente hasta 1 mm de los siguientes minerales: plagioclasa (andesina), con macla polisintética y escasa zonación; cuarzo intersticial con extinción ondulosa; biotita en secciones basales y laterales fresca; hornblenda verde y granos de magnetita habitualmente asociados a la biotita y hornblenda; como mineral de alteración se observan cristales radiales de epidota y escasos de actinolita.	Fig. 1-(1)-10)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
B-57	Estero Pirquinco	Formación Abanico	Meta-andesta	<p>Textura porfírica y masa fundamental constituida por plagioclasa, biotita secundaria y escaso cuarzo.</p> <p>Fenocristales: plagioclasa y biotita secundaria. Se observan núcleos de biotita secundaria que podrían corresponder a ferromagnesianos reemplazados.</p> <p>Accesorios: mineral opaco y apatita.</p>	Fig. 1-(1)-11
B-152-1	Prospecto Olué	Roca intrusiva	Granodiorita alterada	<p>Roca constituida predominantemente por un fino mosaico de cuarzo y sericita (tamaño del grano menor de 1 mm, generalmente 0,2 a 0,5 mm). Se observan minerales opacos (pirita y calcopirita) en la muscovita. También se observan venillas de cuarzo-pirita y clorita; esta última reemplazando a biotita.</p>	Fig. 1-(1)-12
B-153-1	id.	id.	Granodiorita alterada	<p>Roca constituida predominantemente por un mosaico de cuarzo (tamaño del grano menor de 2,5 mm), biotita (generalmente cloritizada), muscovita y sericita. También se observa una pequeña cantidad de minerales opacos (pirita, calcopirita, etc.), plagioclasa (en parte alterada a calcita), calcita y biotita secundaria.</p>	Fig. 1-(1)-13

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
B-154-1	Prospecto Olué	Roca intrusiva	Granodiorita alterada	Roca constituida predominantemente por: cuarzo granular, en granos menores de 1,5 mm; plagioclasa parcialmente alterada a sericita; biotita generalmente alterada a clorita; y muscovita. También se presenta una pequeña cantidad de minerales opacos (pirita). La alteración de la roca no es muy intensa y se reconoce su textura original.	Fig. 1-(1)-14)
B-155	id.	id.	Granodiorita	Roca constituida por: cuarzo anhedral granular (tamaño menor de 2,3 mm); plagioclasa (alterada parcialmente a sericita y a veces a epidota); ortoclasa; biotita; hornblenda parcialmente clorificada. Los minerales accesorios son: magnetita, esfeno y apatita.	Fig. 1-(1)-15)
C-24	Estero Azul Grande	id.	Lalita cuarcífera	Textura porfírica y masa fundamental granofírica, formada por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y en menor proporción clorita y mineral opaco. Fenocristales de plagioclasa con leve alteración a epidota y sericita.	Fig. 1-(1)-16)
C-31	id.	id.	Andesita	Textura intergranular gruesa, formada por plagioclasa con alteración a epidota y leve a sericita. Además, se observa anfíbola y clorita. Minerales accesorios: esfeno y mineral opaco.	Fig. 1-(1)-17)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
C-160	Río Bío-Bío	Formación Abanico	Taba de cristales	Textura clástica muy fina, constituida por fragmentos de cristales de plagioclasa, cuarzo, fragmentos líficos o núcleos formados por zeolita y sericita. Cemento desvitrificado constituido por sílice, sericita y epidota.	Fig. 1-(1)-18)
C-161	id.	id.	Andesita brechosa	Textura clástica constituida por fragmentos de contornos subredondeados de fragmentos líficos de rocas volcánicas de textura traquítica y granofírica, y plagioclasa. El cemento corresponde a roca volcánica.	Fig. 1-(1)-19)
C-182	Río Otué	Estratos de Otué	Arenisca brechosa	Textura clástica, formada por fragmentos de rocas volcánicas muy alteradas a clorita o mineral de arcilla, feldespatos alterado a zeolita, sericita, y piroxena. El cemento corresponde a cuarzo y calcita.	Fig. 1-(1)-20)
F-2	Estero Copluco	Roca intrusiva	Lamprófidio	La roca tiene textura porfírica, masa fundamental intergranular, formada por plagioclasa, clorita anfíbola, y epidota. Los fenocristales corresponden a anfíbola muy alterada, clorita y plagioclasa alterada a sericita.	Fig. 1-(1)-21)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
F-8	Pitiril	Roca intrusiva	Diorita	La roca tiene textura hipidiomorfa granular, formada por plagioclasa alterada a sericita y epidota (algunos cristales no presentan alteración) y hornblenda. Los minerales accesorios son apatita y cuarzo.	Fig. 1-(1)-22)
F-11	Estero Copiuco	id.	Tonalita	La roca tiene textura hipidiomorfa granular, formada por plagioclasa con alteración, muy leve a sericita (solo en algunos cristales), cuarzo con extinción ondulosa; hornblenda; biotita totalmente alterada a clorita y epidota. El feldespato potásico es escaso. Los minerales accesorios son esfeno, apatita y circón.	Fig. 1-(1)-23)
F-24A	Cordillera de Pitiril	Formación Cola de Zorro	Basalto	Roca con textura porfirica, masa fundamental intersertal, formada por plagioclasa, piroxena, olivina y vidrio volcánico (taquilita o sideromelano). Los feno cristales corresponden a plagioclasa y/o olivina.	Fig. 1-(1)-24)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
F-30A	Cerro el Derrumbe	Roca intrusiva	Diorita de anfíbola	Roca con textura hipidiomorfa granular, formada por hornblenda, con inclusiones de ilmenita y calcopirita, y leve alteración a clorita. La plagioclasa esta alterada a epidota y sericita. Como mineral secundario aparece epidota formando núcleos.	Fig. 1-(1)-25
F-30C	Ladera sur Cerro el Derrumbe	id.	id.	Roca con textura hipidiomorfa granular, formada por hornblenda con leve alteración a clorita y abundantes inclusiones de calcopirita. Localmente la anfíbola presenta textura polifásica con plagioclasa. La plagioclasa presenta alteración a sericita y epidota.	Fig. 1-(1)-26
F-32	Flanco sur Quebrada Pitiril	id.	Diorita porfírica	Roca con textura porfírica y masa fundamental intergranular formada por plagioclasa, anfíbola con alteración a clorita y esfeno. Se reconoce epidota en núcleos. Los fenocristales corresponden a plagioclasa y anfíbola.	Fig. 1-(1)-27
F-82	Río Otué	id.	Granodiorita	Roca con textura alotriomorfa granular, formada por plagioclasa alterada a sericita, mineral de arcilla y esporádicamente zeolita y epidota; feldespatos potásico; cuarzo y ferromagnesianos alterados a clorita. La muscovita es abundante. Como mineral accesorio aparece pirita diseminada.	Fig. 1-(1)-28

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
F-85	Río Otué	Roca intrusiva	Granodiorita	Roca con textura hipidiomorfa granular con pequeños agregados de cristales entre los cristales mayores. La plagioclasa aparece alterada a sericita y mineral de arcilla; biotita alterada a clorita. Además, se reconoce cuarzo y muscovita diseminada y en guías. Como minerales accesorios aparecen pirlita, esfeno, rutilo y apatita.	Fig. 1-(1)-29
F-87C	id.	Estratos de Otué	Brecha andesítica	Roca con textura clástica, formada por fragmentos con contornos sub-angulares, fragmentos de rocas volcánicas de textura porfírica a granofírica. El cemento esta constituido por calcita.	Fig. 1-(1)-30
H-5	Confluencia entre Estero el Avellano y Río Bío-Bío	Formación Abanico	Andesita	Roca de textura porfírica y masa fundamental intergranular, formada por cristallitos de plagioclasa, piroxeno y clorita. Los fenocristales corresponden a plagioclasa de tamaño 0,5 mm, alterada parcialmente a clorita y epidota; escasas clinopiroxenas sub-hedrales. Hay presentes numerosas amigdalas elongadas de hasta 5 mm de largo, rellenas con clorita y clorita-epidota.	Fig. 1-(1)-31

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
H-11	Ribera derecha Río Bfo-Bfo, frente Estero Butaco	Formación Abanico	Toba dacítica	<p>Roca de textura porfírica y masa fundamental microcristalina, formada por agregado de cuarzo-feldspato. Los fenocristales corresponden a fragmentos de 1 a 2 mm, de diámetro de cuarzo subredondeado a anguloso, a veces con embatiamientos, plagioclasa y feldespato potásico alterado parcialmente a epidota y arcilla.</p> <p>La muestra incluye un fragmento lítico de pórfido dacítico con masa fundamental microgranular formada por cuarzo y feldespato argilizado de tamaño 0,02 mm.</p>	Fig. 1-(1)-32)
H-26	2 km al este de la localidad Bfo-Bfo (Raico)	Formación Cota de Zorro	Andesita	<p>Roca de textura porfírica y masa fundamental criptofelsítica intersticial, formada por microlitos de plagioclasa, piroxena y mineral opaco.</p> <p>Los fenocristales corresponden a plagioclasa euhedral, a veces con zonación normal, alterada medianamente a clorita; y clinopiroxena euhedral y subhedral a veces con limonita en los bordes.</p>	Fig. 1-(1)-33)
H-45	Ribera izquierda Río Panque, frente a localidad Pitirillón	id.	id.	<p>Roca de textura porfírica y masa fundamental intergranular, formada por plagioclasa, granos de piroxena y abundante mineral opaco. Los fenocristales corresponden a plagioclasa de 0,5 a 1 mm, euhedral y fresca. Algunas presentan bordes corroídos. Además, ortopiroxena alterada parcialmente a montmorillonita.</p>	Fig. 1-(1)-34)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
H-46	Ribera izquierda curso inferior de Estero Boquiamargo	Roca intrusiva	Monzodiorita cuarcífera	Roca de textura hipidiomorfa granular con granos de tamaño 0,3 mm, constituida por plagioclasa euhedral (47% de volumen), alterada levemente a epidota, anfíbola (hornblenda) (25%) algo epidotizada, biotita (5%) a veces con bordes cloritizados, ortoclasa subhedral a anhedral fresca, y cuarzo (15%).	Fig. 1-(1)-35
H-56	Ribera derecha Estero Boquiamargo	id.	id.	Roca de textura hipidiomorfa granular, levemente porfírica constituida por plagioclasa (70% de volumen) euhedral a subhedral, a veces zonadas, alterada parcialmente a clorita; biotita; anfíbola (10%) cloritizada; cuarzo (15%) con extinción ondulosa y ortoclasa (5%). Se observan pequeños cristales de cuarzo entrecrecido graficamente con ortoclasa.	Fig. 1-(1)-36
H-63	Curso superior Estero Pichipangue	Lava volcán Callaqui	Andesita	Roca de textura porfírica y masa fundamental intergranular, formada por microclitas de plagioclasa, granos de piroxena y abundante mineral opaco. Los fenocristales corresponden a plagioclasas euhedrales frescas de hasta 2 mm de cargo. Algunas presentan inclusiones de piroxeno. Además hay fenocristales de ortopiroxeno euhedrales y subhedrales.	Fig. 1-(1)-37

Tab. 1-1 Observaciones Microscópicas de las Secciones Transparentes

(2) Area de Sierra Nevada

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
D-42	Area del Prospect Galletué	Roca intrusiva	Basalto de olivino	Roca porfírica, con fenocristales de olivino idiomorfo de 0,5 a 1,0 mm; clinopiroxeno con inclusiones de microlitos de plagioclasa y plagioclasa en cristales euhedrales de 0,5 a 0,9 mm de tamaño y composición tipo labradorita. La masa fundamental está constituida por: microlitos de plagioclasa (labradorita); cristaltos de clinopiroxenos de 0,1 mm o menos y magnetita intersticial.	Fig. 1-(2)-1
D-45	id.	Rocas volcánicas andesíticas del Pito-Pleistoceno	Andesita basáltica	Roca de textura porfírica y masa fundamental intergranular formada por plagioclasa, piroxena, clorita y mineral opaco. Los fenocristales corresponden a plagioclasa fracturada y con alteración a clorita y zeolita.	Fig. 1-(2)-2
D-50	id.	Roca intrusiva	Pórfido tonalítico alterado	Roca de textura porfírica, masa fundamental formada por cuarzo, muscovita, clorita y plagioclasa alterada a minerales de arcilla y sericita. Fenocristales de cuarzo. Se presentan minerales opacos diseminados y en venillas. Además, se observa limonita y oxidados de cobre.	

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
D-51	Area del Prospecto Galletué	Roca intrusiva	Tonalita porfírica	Roca de textura porfírica y masa fundamental formada por cuarzo, plagioclasa, muscovita, clorita, calcita y mineral opaco diseminado. Los fenocristales están constituidos por: plagioclasa levemente alterada a sericita; cuarzo, y biotita clorificada.	Fig. 1-(2)-3)
D-52	id.	Batolito de Galletué (Tonalita de grano medio)	Tonalita	Roca de textura hipidiomórfica granular, formada por: plagioclasa muy fracturada y con leve alteración a sericita; cuarzo con extinción ondulosa y biotita con alteración a clorita. Minerales accesorios: mineral opaco, apatita y circon.	Fig. 1-(2)-4)
D-60	id.	Roca intrusiva	Pórfido alterado	Roca de textura porfírica y masa fundamental formada por un agregado de cuarzo, muscovita y algo de limonita. Los fenocristales corresponden a "ojos" de cuarzo.	Fig. 1-(2)-5)
D-106	id.	id.	Meta-andesita	Roca alterada, holocristalina, con textura pilotaxítica de grano medio (0,05 a 3,5 mm), constituida por plagioclasa albitizada (albita?) en una masa microgranofírica de plagioclasa alterada a sericita, clorita y calcita. Magnetita diseminada.	Fig. 1-(2)-6)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
D-107	Area del Prospecto Galletué	Batolito de Galletué (Tonalita de grano grueso)	Tonalita	Roca de textura hipidiorita granular formada por: plagioclasa con alteración muy leve a sericita y prehnita; feldespato potásico; cuarzo con extinción ondulosa; biotita; hornblenda y escasa piroxena alterada a hornblenda. Los minerales accesorios corresponden a mineral opaco, apatita y circon.	Fig. 1-(2)-7)
E-5	Río Quinquén	Batolito de Galletué (Unidad Occidental)	id.	Roca holocristalina de grano grueso constituida por: cuarzo anhedral, 1 mm de tamaño promedio; plagioclasa clasa con maclas de tipo albita-periclina-carlsbad, debil zonación inversa, debil sericitización a traves de los clivajes acompañada de epidota; feldespato potásico, cuhedral, muy escaso y fresco; hornblenda, cuhedral, verde prismatica, 3 mm de tamaño, fresca; biotita subhedral a anhedral, irregular, cloritizada y epidotizada.	Fig. 1-(2)-8)
E-21	Estero Huemules	Batolito de Galletué (Unidad Oriental)	Granodiorita	Roca holocristalina, de grano medio con textura gráfica, constituida por: plagioclasa cuhedral prismática o tabular, 2 mm de tamaño, maclas de tipo albita-periclina; cuarzo anhedral, irregular, 1,3 mm de tamaño; feldespato potásico (microperitita) anhedral, 1 mm de tamaño; hornblenda totalmente cloritizada y biotita anhedral, 1 a 2 mm de tamaño, cloritizada a traves del clivaje.	Fig. 1-(2)-9)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
E-47	Río Quinquén	Roca intrusiva	Pórfido diorítico alterado	Roca de textura ofítica, holocristalina, constituida por: plagioclasa euhedrales a subhedrales alterada; hornblenda completamente cloritizada y minerales opacos. Los minerales de alteración corresponden a clorita, cuarzo y epidota.	Fig. 1-(2)-10
E-56	Cordillera Galletué	Stock del Río Paule	Granodiorita	Roca holocristalina con textura porfirica gráfica constituida por: plagioclasa (An 25) euhedrales, prismas de 3 mm de tamaño, maclas tipo albita-periclina; feldespatos potásico anhedral; biotita anhedral, 0,8 mm de tamaño, cloritizada en los márgenes; hornblenda euhedrales a subhedrales, prismática, 1 mm de tamaño, cloritizada; y minerales opacos.	Fig. 1-(2)-11
E-58	id.	Formación Pacunto	Arenisca	Roca de textura clástica de grano muy fino, con buena selección y mala esfericidad de los granos. Estos últimos están constituidos por cuarzo (30%) con extinción ondulosa, en granos angulares a muy angulares y plagioclasa albitizada en granos angulares. La matriz pelítica aparece reemplazada por epidota, zeolita y cuarzo secundario en algunas partes.	Fig. 1-(2)-12

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
E-71	Cordón Las Lobas	Roca volcánica de Plio-Pleistoceno	Basalto de olivina	Roca de textura intergranular, masa fundamental formada por plagioclasa, augita, olivina y minerales opacos. Fenocristales: corresponden a olivina granular, de 1,5 mm de diámetro medio, reemplazada por iddingsita; augita granular, de 0,7 mm de diámetro promedio. La roca no presenta alteración.	Fig. 1-(2)-13)
E-86	Estero Litrancura	Roca intrusiva	Diorita	Roca de grano fino, holocristalina, equigranular, constituida por: plagioclasa euhedral a subhedral, prismática, con maclas albita-carlsbad, zonación oscilatoria e inversa, de tipo andesina debilmente sericitizada; clinopiroxena subhedral, cloritizada o epidotizada; hornblenda euhedral, verde cloritizada; biotita subhedral a anhedral; y minerales opacos.	Fig. 1-(2)-14)
E-87	Litrancura	Formación Abanico	Roca de contacto (metamorfismo de contacto)	Roca holocristalina, heterogénea, constituida por clinopiroxeno, clinozoicita, granate y plagioclasa.	Fig. 1-(2)-15)
E-96	Río Guayepulli	Miembro IV de la Formación Pedregoso	Toba lítica de tipo lapilli	Buena selección, granos accidentales muy angulares, diámetro promedio 4 mm (diámetro máximo 8 mm). Está compuesta por los siguientes vídicos; andesita hialofítica, con vidrio café amigdaloidal y andesitas con variolitas. Alteración; montmorillonita reemplazando a los minerales máficos y rellenando amígdalas asociadas con analcima.	Fig. 1-(2)-16)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
E-131	Río Pacunto	Stock del Río Pacunto	Diorita cuarcifera	Roca holocrestalina, de grano fino con textura poikilitica, constituida por: plagioclasa (andesina), maclas de tipo carlsbad, sericitizada en la parte externa con epidota; cuarzo anhedral recristalizado y constituyendo un agregado de grano fino, extincion ondulosa; hornblenda euahedral a subhedral, 1,5 mm de tamaño, poikilitica, cloritizada, epidotizada y actinolitizada en algunas partes y biotita anhedral, 1,5 mm de tamaño, cloritizada y epidotizada.	Fig. 1-(2)-17)
E-163	Cordillera Pedregoso	Miembro "III" de la Formación Pedregoso	Caliza fosilifera	Parece calcarbonita al microscopio, constituida por material calcarbono en pequeños granos (0,5 mm) asociados con una pequeña cantidad de plagioclasa y montmorillonita. El material calcarbono consiste en muchos foraminíferos fósiles y muestra buena selección.	Fig. 1-(2)-18)
J-1	Al norte de los Cerros Matlín del Toro	Batolito de Galletué	Tonalita	Roca de textura hipidiomórfica granular, constituida por: plagioclasa (65%) en cristales euahedrales a subhedrales de hasta 3 mm de largo, fresca o mm alterada a sericita en el núcleo; cuarzo (15%) en cristales anhedrales, hasta 5 mm de tamaño; biotita (10%) en cristales anhedrales, de hasta 2 mm de tamaño en parte recemplazada por clorita; ortoclasa (15%) en cristales anhedrales; hornblenda (10%) en cristales subhedrales de 2 mm. Minerales accesorios: circon y opacos.	Fig. 1-(2)-19)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
1-5	Cordillera de Litrancura	Batolito de Galletué	Tonalita	Roca de textura hipidiomórfica granular constituida por: plagioclasa (50%) en cristales euhedrales a subhedrales de hasta 5 mm de largo; cuarzo (16%) en cristales anhedral; ortoclasa (3%) en cristales anhedral de hasta 2 mm de tamaño; biotita (10%) en cristales subhedrales tabulares, alterada a clorita en los bordes; y hornblenda (15%) en cristales anhedral. Se presentan minerales opacos diseminados.	Fig. 1-(2)-20
J-6B	Valle del Río Lonquimay, sector de la Pusta	Roca metamórfica	Gneiss milonítico de composición tonalítica	Textura granoblástica de grano medio (0.05 a 2 mm), constituida por cuarzo (30%) en cristales anhedral de hasta 1 mm de tamaño con inclusiones de biotita; oligoclasa (50%) con zonación normal, levemente alterada a sericita, con inclusiones de biotita; biotita (6%) en pequeños cristales tabulares orientados, hornblenda (5%) anhedral y minerales opacos diseminados (3%). Minerales accesorios: corresponden a apatita y epidota.	Fig. 1-(2)-21
J-10	Flanco occidental de la Cordillera Lonquimay	Formación Pucuntó	Latita silícea arenosa	Roca de textura clástica de grano muy fino, constituida por cuarzo anguloso a subredondeado; plagioclasa escasa, subangular; y opacos. Matriz: está constituida por abundante arcilla silícea.	Fig. 1-(2)-22

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
J-11	Flanco occidental de la Cordillera Lonquimay	Formación Pacumto	Lutita arenosa	Roca de textura elástica de grano muy fino, constituida por: granos de cuarzo angulosos a subredondeados (0,01 a 0,12 mm); ortoclasa subredondeada y fragmentos líficos de clort.	Fig. 1-(2)-23) La matriz está constituida por arcilla.
J-17	Cordillera de Litrancura	Formación Abanico	Andesita	Roca de textura porfírica con masa fundamental pilotásfica, constituida por cristaltos de plagioclasa, augita, opacos y clorita. Fenocristales; corresponden a plagioclasa (20%) euhedral generalmente albitizada; augita (5%) anhedral a subhedral; biotita (15%) muy cloritzada. Se presenta epidota y clorita reemplazando a los maficos y diseminados en la masa fundamental.	Fig. 1-(2)-24)
J-20	id.	id.	id.	Roca de textura porfírica con masa fundamental hialofílica, constituida por cristaltos de plagioclasa, vidrio y opacos. Fenocristales; corresponden a plagioclasa en cristales euhedrales sericitizados en grado moderado a alto. Hay escasa clorita reemplazando totalmente a minerales maficos.	Fig. 1-(2)-25)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
J-21	Cordillera de Litrancura	Formación Pacunto	Arenisca media (wacha cuarzosa)	Roca de textura clásica, con granos subangulares a subredondeados (tamaño entre 0,20 y 0,40 mm), consituidos por: cuarzo con extinción ondulosa; plagioclasa relativamente escasa y fuertemente argilizada. Matriz arcillosa (30 a 40% del total) selección regular a buena. La roca aparece debilmente silicificada y se presentan venillas finas con cuarzo y calcita.	Fig. 1-(2)-26)
J-26	Al sur del Cordón de la Puntilla	Formación Sierra Nevada	Andesita	Roca de textura porfírica con masa fundamental pilotaxítica constituida por microlitos de plagioclasa y opacos. Fenocristales: corresponden a plagioclasa en cristales euhedrales a subhedrales, frescos.	Fig. 1-(2)-27)
J-28	Valle del Río Lonquimay. 2,5 km al sur de la confluencia con el Río Punta Negra	id.	Andesita piroxénica	Textura porfírica, masa fundamental pilotaxítica constituida por microlitos de plagioclasa, augita y muchos minerales opacos. Fenocristales: corresponden a plagioclasa en cristales euhedrales frescos y augita relativamente escasa.	Fig. 1-(2)-28)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
J-30	Valle del Río Lonquimay, sector de la Fusta	Roca metamórfica	Gneiss milonítico	Textura porfiroclástica, constituida por: plagioclasa en cristales subhedrales a anhedrales, levemente orientados, de hasta 2 mm de largo; hornblenda anhedral; cuarzo en general constituyendo agregados de pequeños cristales organizados en bandas subparalelas; biotita en cristales tabulares pequeños orientados en bandas subparalelas. Escasa epidota diseminada.	Fig. 1-(2)-29)
J-34	id.	id.	Esquisto de cuarzo-biotita-plagioclasa	Textura de mosaico constituida por un agregado de pequeños cristales de cuarzo, biotita, plagioclasa y escasos minerales opacos. Se observan bandas en los cuales predomina el cuarzo o la biotita y micropliegues afectando a estas bandas.	Fig. 1-(2)-30)
K-5	Confluencia de los Ríos Zauenco y Quilquén	Batolito de Galletué	Granodiorita	Roca de textura hipidiomórfica granular de grano grueso, constituida por: plagioclasa (55%) en cristales euhedrales de 4 mm con alteración a sericita y minerales de arcilla; biotita (20%) en cristales subhedrales de 4 mm de tamaño, alterada a clorita y epidota; cuarzo (10%) en cristales anhedrales de 4 mm de tamaño con extinción ondulosa; feldespato potásico (5%) en cristales euhedrales de 3 mm de tamaño, hornblenda (5%) subhedral de 3 a 4 mm de tamaño. Accesorios: minerales opacos y apatita.	Fig. 1-(2)-31)

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
K-20	Cumbre este de la Cordillera de los Truenos	Batolito de Galletué	Tonalita porfírica	Roca de textura porfírica, con grandes fenocristales de plagioclasa y biotita en una masa fundamental granular media (hasta 4 mm) constituida por: plagioclasa subhedral alterada a sericita y epidota; biotita subhedral con alteración a clorita y epidota; cuarzo anhedral con extinción ondulosa; hornblenda anhedral. Minerales accesorios: apatito, esfeno, circón y minerales opacos.	Fig. 1-(2)-32)
K-22	id.	id.	Tonalita	Roca de textura hipidiomórfica granular, constituida por: plagioclasa (45%) en cristales euhedrales de 4 mm de tamaño, con leve alteración a sericita en fracturas; cuarzo (25%) en cristales anhedrales de tamaño variable entre 0,5 y 1 mm con extinción ondulosa; hornblenda (25%) en cristales euhedrales de tamaño variable entre 0,5 y 4 mm, presenta inclusiones de feldespatos y biotita. Minerales accesorios: apatita, esfeno, circón y minerales opacos.	Fig. 1-(2)-33)
K-27	Valle del Río Trufquennitahue	Formación Abanico	Dacita	Roca de textura porfírica con una masa fundamental constituida por un agregado microcristalino de feldespatos, cuarzo, clorita y minerales opacos. Los fenocristales corresponden a: plagioclasa euhedral (0,5 a 1 mm de tamaño), con alteración a clorita; biotita secundaria constituyendo núcleos de pequeños cristales.	

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
K-47	Cumbre de los Cerros Mallín del Toro	Formación Pacunto	Meta-arenisca	Roca de textura granoblastica fina, constituida por: cuarzo (43%) en granos de 0,3 mm de tamaño; plagioclasa (15%) en granos de 0,2 mm; sericita diseminada (15%) y minerales opacos (5%). Se observa un leve bandeamiento con segregación de cuarzo.	Fig. 1-(2)-34
K-59	Cumbre al sur del Cerro Venegas	Batolito de Galletué	Granodiorita	Roca de textura hipidiomórfica granular constituida por: plagioclasa (60%) en cristales euhedrales a subhedrales de 2 mm de tamaño, algunos con alteración a sericita y epidota; cuarzo (25%) en cristales anhedralos de tamaño variable entre 0,5 y 2 mm, con extinción ondulosos; feldespato potásico (5%) en cristales euhedrales de 2 mm de tamaño; biotita (5%) en cristales subhedrales de 1 mm de tamaño, con alteración a clorita. Minerales accesorios: apatita, circón y minerales opacos.	Fig. 1-(2)-35
K-60	Cumbre de cerro al sur del Estero Venegas	id.	Tonulita	Roca de textura hipidiomórfica granular, constituida por: plagioclasa (75%) en cristales euhedrales de 4 mm de tamaño, alterados a sericita y epidota; cuarzo (10%) en cristales anhedralos de 0,3 mm de tamaño, con extinción ondulosos; biotita (5%) en cristales subhedrales de 2 mm de tamaño, fuertemente alterados a clorita; feldespato potásico (5%) en cristales euhedrales de 2 mm de tamaño. Minerales accesorios: apatita, esfeno y minerales opacos.	Fig. 1-(2)-36

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
K-74	Cordillera de los Truenos	Formación Abanico	Toba Soldada	Roca de textura clástica que presenta fragmentos de contornos redondeados, sin orientación, con tamaño variable entre 0,15 y 2,85 mm en una masa fundamental (40%) hialopilitica. Los fragmentos corresponden a fragmentos líticos de rocas con textura traquítica, alterados a clorita con un tamaño medio de 1 mm; fragmentos de pumicita de 1 mm de tamaño y cuarzo de 0,15 a 1 mm de tamaño.	Fig. 1-(2)-37
K-80	Ladera sur-este del valle del Rfo Lonquimay al sur del Estero Rodados Blancos	Batolito de Galletué	Granodiorita	Roca de textura hipidiomórfica granular, constituida por: plagioclasa (65%) en cristales euhedrales con alteración a sericita y epidota (tamaño 2 mm), cuarzo (12%) en cristales anhedral con extinción ondulosa (0,5-1 mm); biotita (10%) en cristales subhedral muy alterados a clorita y epidota; hornblenda (5%) subhedral de 1 mm de tamaño; feldespatos potásico (5%), generalmente micropertita anhedral. Minerales accesorios: esfeno y minerales opacos.	Fig. 1-(2)-38

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
K-82	Al oeste de la Laguna Toro	Batolito de Galletué	Granodiorita	Roca de textura hipidiomórfica granular, constituida por: plagioclasa (50%) en cristales euhedrales de 4 mm de tamaño, alterada a sericita; cuarzo (25%) en cristales anhedral de hasta 5 mm de tamaño; hornblenda (10%) subhedral de 2 mm de tamaño; biotita (5%) en cristales subhedrales de 1 a 2 mm de tamaño, alterados a clorita y epidota; feldespato potásico (5%) anhedral de 2 mm de tamaño. Minerales accesorios: apatita, esfeno, circón y minerales opacos.	Fig. 1-(2)-39)

Tab. 1-2 Observaciones Microscópicas de las Secciones Pulidas

(1) Area del Río Queuco

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
RA-81	Mina Nº 1 Area de la Mina Curacare!	Prospecto Mina Curacare!	Mena de cobre	Las especies mineralógicas metálicas presentes son: bornita reemplaçada por calcosina y a través de venillas fina, calcopirita muy escasa. La mineralización se encuentra en fracturas. Además se observan guías con oxidados de cobre.	Fig. 2-(1)-1)
RA-83	id.	id.	id.	Las especies mineralógicas metálicas presentes son: bornita reemplaçada por calcosina y covelina. La mineralización se observa en fracturas que además llevan oxidados de cobre.	Fig. 2-(1)-2)
RA-111	id.	id.	id.	Las especies mineralógicas metálicas presentes son: bornita reemplaçada por calcosina blanca y covelina y además calcosina azul. Algunos cristales de bornita presentan a través de los clivajes calcopirita. Además, se observan oxidados de cobre y mineral de manganeso.	

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
B-152	Prospecto Otué	Roca intrusiva	Mena de cobre	Se observa pirita disseminada, en cubos o en forma masiva (hasta 4,5 mm de tamaño); calcopirita (hasta 0,7 mm de tamaño) disuelta entre los granos de pirita en venillas o masiva y también entre los minerales de ganga. Además, se observan granos de molibdenita muy fina (hasta 0,2 mm) en los minerales de ganga.	Fig. 2-(1)-3)
B-153-1	id.	id.	id.	Se observa una pequeña cantidad de pirita granular o irregular masiva (tamaño del grano menor de 1,8 mm) entre los minerales de ganga; calcopirita irregular masiva o con forma de ameba (tamaño máximo 2 mm) y una pequeña cantidad de molibdenita disseminada (tamaño menor de 0,3 mm). La calcopirita está asociada con la pirita o se observa en los minerales de ganga.	Fig. 2-(1)-4)
B-154-1	id.	id.	id.	Se observa pirita granular (tamaño máximo 2 mm), calcopirita (tamaño máximo 0,4 mm) y una pequeña cantidad de molibdenita disseminada (tamaño máximo 0,5 mm) en los minerales de ganga. La calcopirita aparece sola o asociada con molibdenita.	Fig. 2-(1)-5)

Tab. 1-2 Observaciones Microscópicas de las Secciones Pulidas

(2) Area de Sierra Nevada

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
D-49-1	Area del Prospecto Galletué	Prospecto Galletué	Mena de cobre	Las especies mineralógicas metálicas presentes son pirita, calcopirita y molibdenita. Los cristales de pirita presentan bordes de limonita y en algunos cristales se observan inclusiones de calcopirita y pirrotina. La calcopirita se encuentra en interstición con limonita. También se observa calcopirita entre cristales de molibdenita. La molibdenita forma "núcleos" de cristales.	Fig. 2-(2)-1)
D-59	Area del Prospecto Galletué	Prospecto Galletué	id.	Las especies mineralógicas metálicas presentes son pirita, calcopirita, covelina y blenda. La pirita se encuentra diseminada en cristales anhedrales que presentan pequeñas inclusiones de calcopirita. La calcopirita aparece diseminada y en guías con cuarzo; en algunos cristales se observa reemplazo por covelina. Además se observan inclusiones de calcopirita en la blenda.	

Número de muestras	Ubicación	Formación o unidad	Roca	Descripciones microscópicas	Observaciones
D-72	Área del Prospecto Galletué	Prospecto Galletué	Mena de molibdeno	<p>Las especies mineralógicas metálicas presentes son magnetita, hematita, pirita y molibdenita. El mineral más abundante es la magnetita, algunos cristales presentan bordes subhedrales en contacto con hematita. La hematita se encuentra en forma de especularita y presenta textura de exsolución con ilmenita. La pirita es escasa y presenta pequeños bordes de limonita. La molibdenita se presenta bien cristalizada, a veces con bordes doblados, junto a magnetita.</p>	Fig. 2-(2)-2

