

CAPITULO 4

ROCAS IGNEAS Y ZONA DE ALTERACION MINERALIZADA

CAPITULO 4 ROCAS IGNEAS Y ZONA DE ALTERACION MINERALIZADA

4-1 Composición química de rocas ígneas

En el curso del reconocimiento de la geología superficial, se colectaron y se analizaron químicamente 4 muestras de rocas graníticas, 2 muestras de andesitas y 1 muestra de riolita, sacadas en el Sector Norte; 5 muestras de rocas graníticas, 1 muestra de andesita, sacadas en el Sector Central; 7 muestras de rocas graníticas sacadas en el Sector Sur, es decir, 20 muestras en total de rocas ígneas no alteradas.

Los componentes químicos principales son; SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , FeO , MnO y LOI . Los otros componentes menores son tres: Ba, F, y Cl. Con el fin de tomar consideración detallada, la cantidad total de Fe se calculó como FeO cuyos valores se encuentran indicados aparte.

Las ubicaciones de las muestras colectadas se indican en la Fig. 8 y los resultados del análisis en la Tabla 5.

Por otra parte, 50 muestras recogidas en todos los sectores (incluidas aquellas 20 usadas en el análisis químico) se observaron por microscopio. Los resultados de la observación se indican en la Tabla 6. De las muestras usadas para el análisis químico se escogieron 16 muestras de rocas graníticas excluyéndose las 4 de rocas volcánicas, y se realizó el análisis modal sobre ellas para determinar el nombre de las rocas. (Ver Fig. 9)

Con el fin de conocer las características de las rocas ígneas del área estudiada se prepararon las siguientes tablas y figuras:

- (1) Normas C.I.P.W. (Tabla 7)
- (2) Diagrama de cuarzo (Q) – plagioclasa (ab + an) – ortoclasa (or), preparado en base a las normas arriba mencionadas (Fig. 10)
- (3) Diagrama M.F.A. (Fig. 11)
- (4) Diagrama D.I. (Índice de diferenciación) (Fig. 12)
- (5) Diagrama de K_2O – Na_2O – CaO (Fig. 13)

Los resultados del análisis modal indican que las 16 muestras analizadas incluyen 10 (12) muestras de granodiorita, 2 (0) muestras de diorita cuarzosa, 3 (0) muestras de tonalita y 1 (2) muestra de granito.

Por tanto, rocas plutónicas que tienen composiciones intermedia a félsica perteneciendo a varias edades de formación se distribuyen en el área levantada.

En lo relativo a la composición química se indica según el Diagrama M.F.A. preparado que las rocas ígneas incluidas aquellas 4 muestras volcánicas del área objeto del presente estudio pertenecen a la típica serie alcalina cálcica.

Los diagramas de variación D.I. demuestran que es obvia la recurrencia lineal de todos los componentes. El índice de dolerita (RN-7), que es la roca ígnea más básica, es 35; el de granodiorita (RN-47), que es la roca más cuarzosa, es 94. Las restantes rocas ígneas tienen los índices intermedios. En cuanto a las rocas graníticas el índice de diorita cuarzosa (RN-70) es el más bajo.

En proporción al Índice D.I., SiO_2 , K_2O y Na_2O aumentan, y Al_2O_3 , Fe_2O_3 + FeO , MgO y CaO disminuyen.

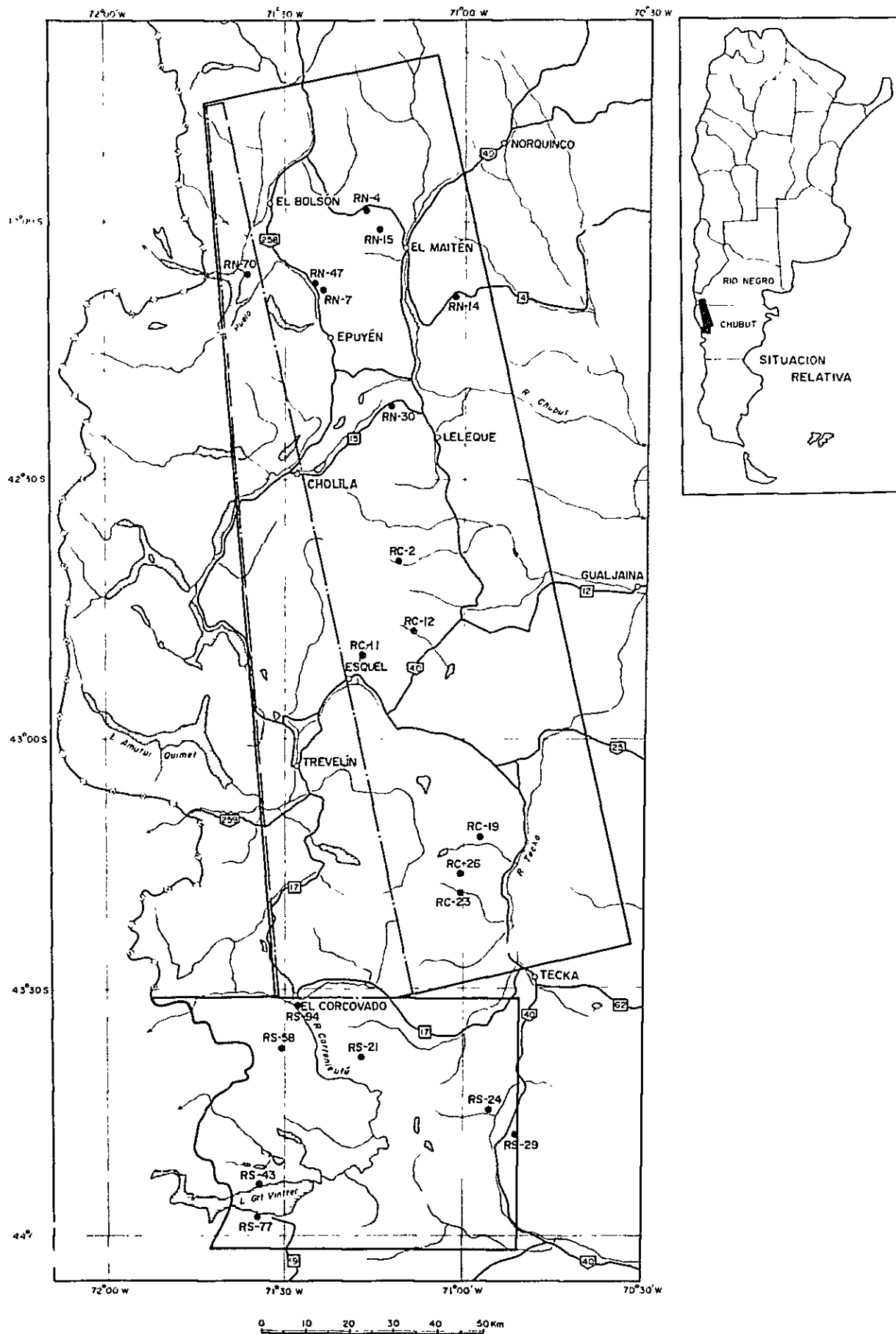


Fig.8 UBICACION DE MUESTRAS PARA ANALISIS DE ROCA TOTAL

Tabla 5. COMPOSICION QUIMICA DE ROCAS SELECCIONADAS

Número de Muestra	RN-4	RN-7	RN-14	RN-15	RN-30	RN-47	RN-70	RC-2	RC-11	RC-12	RC-19	RC-23	RC-36	RS-21	RS-24	RS-29	RS-43	RS-58	RS-77	RS-94
Nombre de Roca	GD	Do	A	D	GD	G	DC	GD	GD	A	DC	GD	GD	GD	G	GD	GD	DC	GD	GD
Elemento																				
SiO ₂ %	75.74	49.20	53.25	77.44	69.35	76.75	53.25	69.83	72.03	55.06	59.35	68.47	65.42	65.19	74.67	71.54	63.03	63.03	67.39	67.76
TiO ₂ %	0.21	1.49	1.81	0.12	0.39	0.07	0.88	0.43	0.36	0.93	0.94	0.51	0.69	0.64	0.28	0.40	0.75	0.71	0.52	0.52
Al ₂ O ₃ %	12.86	17.04	17.07	11.00	15.13	12.41	17.62	15.49	14.05	16.78	17.18	15.07	16.62	15.62	13.18	14.35	16.03	16.40	15.07	15.39
Fe ₂ O ₃ %	1.13	4.16	3.97	1.05	1.66	0.64	2.72	1.65	1.55	4.44	2.97	1.66	2.05	2.43	1.55	1.56	1.87	1.89	1.73	1.64
FeO %	1.01	3.95	5.32	0.65	1.22	0.68	4.60	1.47	1.19	3.45	3.81	1.87	2.30	2.51	0.50	1.12	3.09	3.88	2.23	2.08
MnO %	0.07	0.11	0.12	0.06	0.07	0.06	0.09	0.07	0.06	0.12	0.11	0.07	0.07	0.09	0.06	0.08	0.10	0.15	0.10	0.08
MgO %	0.20	5.37	4.69	0.24	0.86	0.01	4.11	1.04	0.58	4.44	2.89	1.53	2.26	2.00	0.42	0.74	3.06	1.89	1.83	1.50
CaO %	1.00	9.17	7.54	0.84	2.49	0.85	7.63	2.93	2.36	7.76	5.89	3.18	3.70	4.16	1.15	1.96	4.85	2.99	3.30	3.22
Na ₂ O %	4.21	3.38	4.15	2.43	4.23	3.85	3.31	4.23	4.21	2.77	3.73	3.82	4.40	3.26	3.89	4.06	4.02	4.73	3.63	3.85
K ₂ O %	3.18	0.65	0.73	3.23	2.99	4.27	1.46	2.76	2.18	0.96	2.08	3.06	1.66	2.86	3.92	3.47	2.16	1.55	2.87	3.78
P ₂ O ₅ %	0.04	0.29	0.50	0.03	0.08	0.01	0.24	0.13	0.06	0.22	0.20	0.13	0.24	0.13	0.08	0.09	0.14	0.20	0.10	0.09
Ba ppm	451	127	175	589	564	28	439	834	545	334	430	414	363	639	510	529	412	411	484	516
F ppm	120	180	260	130	300	210	390	210	280	210	400	280	510	390	260	320	340	640	290	540
Cl ppm	100	<100	200	<100	100	100	<100	300	200	<100	400	400	300	400	200	400	300	<100	300	400
LOI %	1.58	4.00	1.25	1.83	0.95	0.71	2.66	1.08	0.97	3.99	1.92	0.71	1.46	1.41	0.66	0.54	1.00	2.42	1.38	0.64
*FeO %	2.02	7.69	8.89	1.59	2.71	1.25	7.04	2.95	2.58	7.44	6.48	3.36	4.14	4.69	1.89	2.52	4.77	5.58	3.78	3.55
Total	101.30	98.85	100.47	99.00	99.52	100.34	98.66	101.24	99.71	100.98	101.19	100.19	100.99	100.44	100.46	100.03	100.20	99.95	100.26	100.69

Nombre de Roca

G : Granito
 GD : Granodiorita
 DC : Diorita Cuarzosa

FeO* : calculado Fe como FeO totalmente

Do : Dolerita
 A : Andesita
 D : Dacita

Tabla 6. OBSERVACION MICROSCOPICA DE ROCAS

Número de Muestra	Nombre de Roca	Fenocristales (Fragmento y otros)										Mesa Fundamental (Matriz)										Minerales Secundarios									
		cz	k-f	pl	bi	ho	au	ln	Fe	otros	cz	pl	bi	ho	au	ln	Fe	otros	cz	k	se	cl	ca	ep	ze	otros					
RC-17	Toba lapilli andesítica			⊙			○									•															
RC-18	Toba dacítica			○			•		Ri							•															
RC-19	Diorita cuarzosa	○		⊙			•		cl							•				•?											
RC-22	Andesita alterada			○			•									•															
RC-23	Granodiorita	○		⊙			•		cl							•				•											
RC-25	id	○		⊙			•		ap							•															
RC-26	id	○		⊙			•		cl	ap						•				•											
RS-21	id	○		⊙			•		cl	ap						•				•?											
RS-24	Granito biotita	○		○			•		cl	ap						•				•											
RS-29	Granodiorita	○		⊙			•									•															
RS-43	id	○		⊙			•		cl	ap						•															
RS-48	Riolita	○		•			•									•									hi-Fe						
RS-58	Diorita cuarzosa	○		⊙			•		ap	es						•															
RS-67	Andesita traquita			•			•									•															
RS-77	Granodiorita	○		⊙			•		cl	ap						•															
RS-80	Dacita			•			•									•									hi-Fe						
RS-82	id			•			•									•															
RS-84	Toba lapilli dacítica			•			•		An	Fe						•															
RS-86	Andesita bi-piroxenos			•			•									•															
RS-87	Andesita			⊙			•									•															
RS-94	Granodiorita	•		⊙			•		cl	ap						•															
S-13-M	Diorita cuarzosa	○		⊙			•		ap							•															

Leyenda

- ⊙ abundancia
- medio
- pequeña cantidad
- ? incierto

Abreviaciones

- cz cuarzo
- k-f feldespato potásico
- pl plagioclasa
- bi biotita
- ho hornblenda
- au augita
- ln ortopiroxeno
- Fe Fe-mineral

Abreviaciones

- k kaolín
- se sericita
- cl clorita
- ep epidota
- ca calcita
- ze zeolita
- cur curcen
- ap apatita
- es estena

Abreviaciones

- tu turmalina
- mo monmorilonita
- hi-Fe hierro hidroxiado
- ol olivina
- mu muscovita
- pi pirita
- gr granate
- Du Dacita
- Pc Porfido cuarífero

Abreviaciones

- An Andesita
- Rr Riolita
- Fa Fanguita
- Ar Arenisca
- vi vidrio
- ac arcilla
- pu pumita

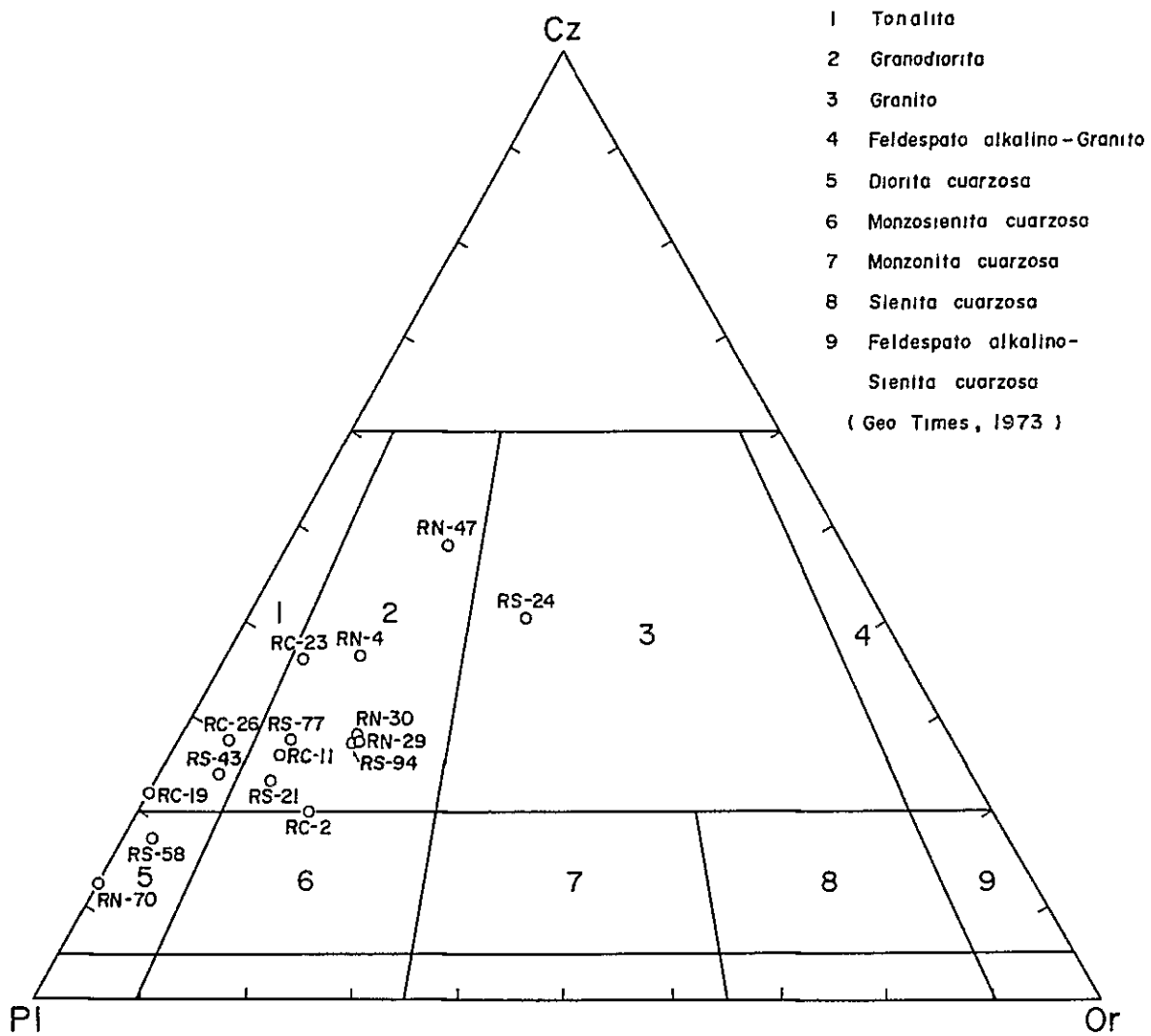


Fig.9 PROPORCION MODAL DE Or-Cz-Pl EN ROCA GRANITICA

- 1 Diorita cuarzosa
 - 2 Granodiorita
 - 3 Monzonita cuarzosa
 - 4 Granito
- (U.S.G.S., 1963)

Leyenda

- x Dacita
- o Roca granítica
- Δ Andesita

RN-7 Número de Muestra

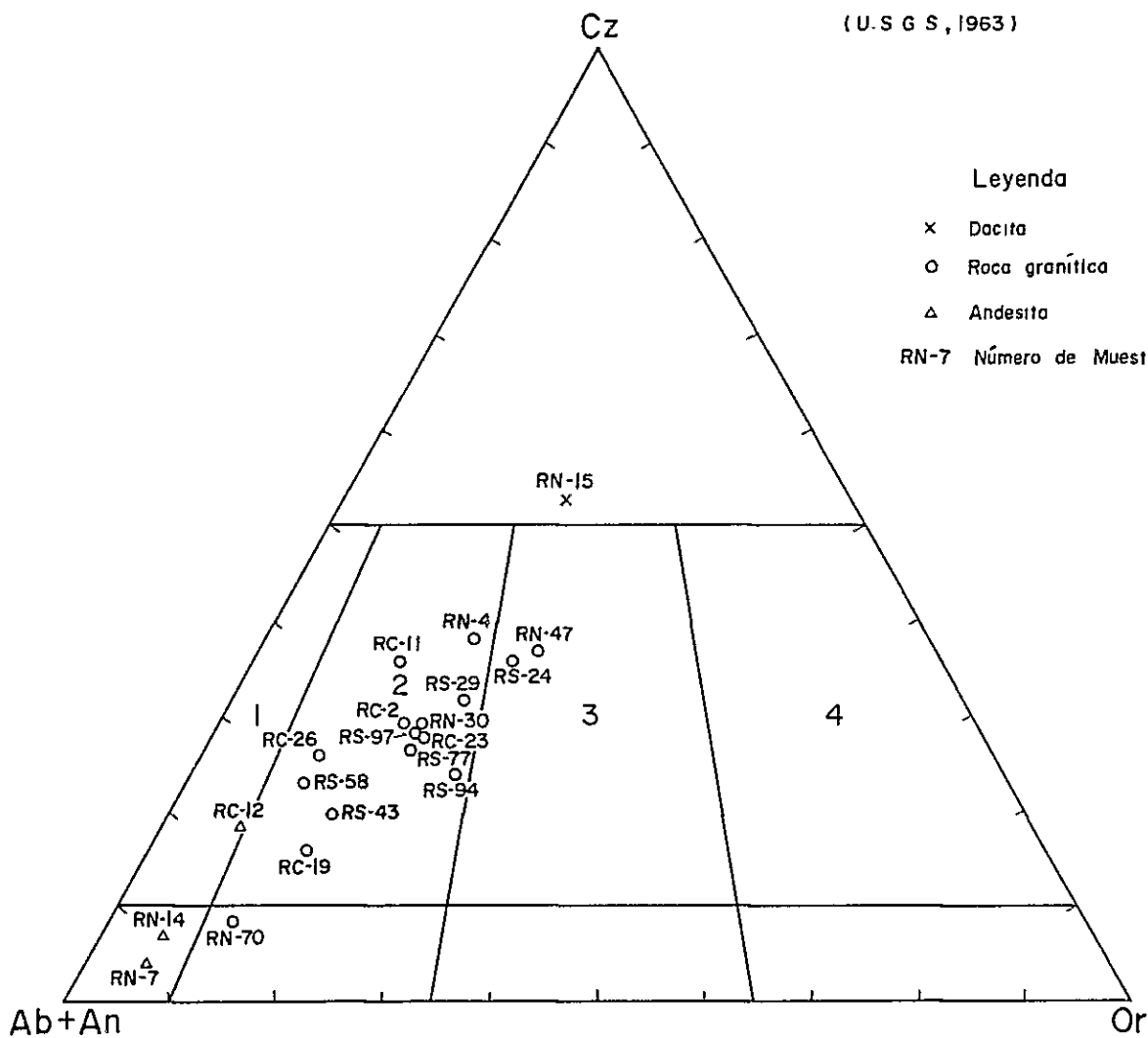
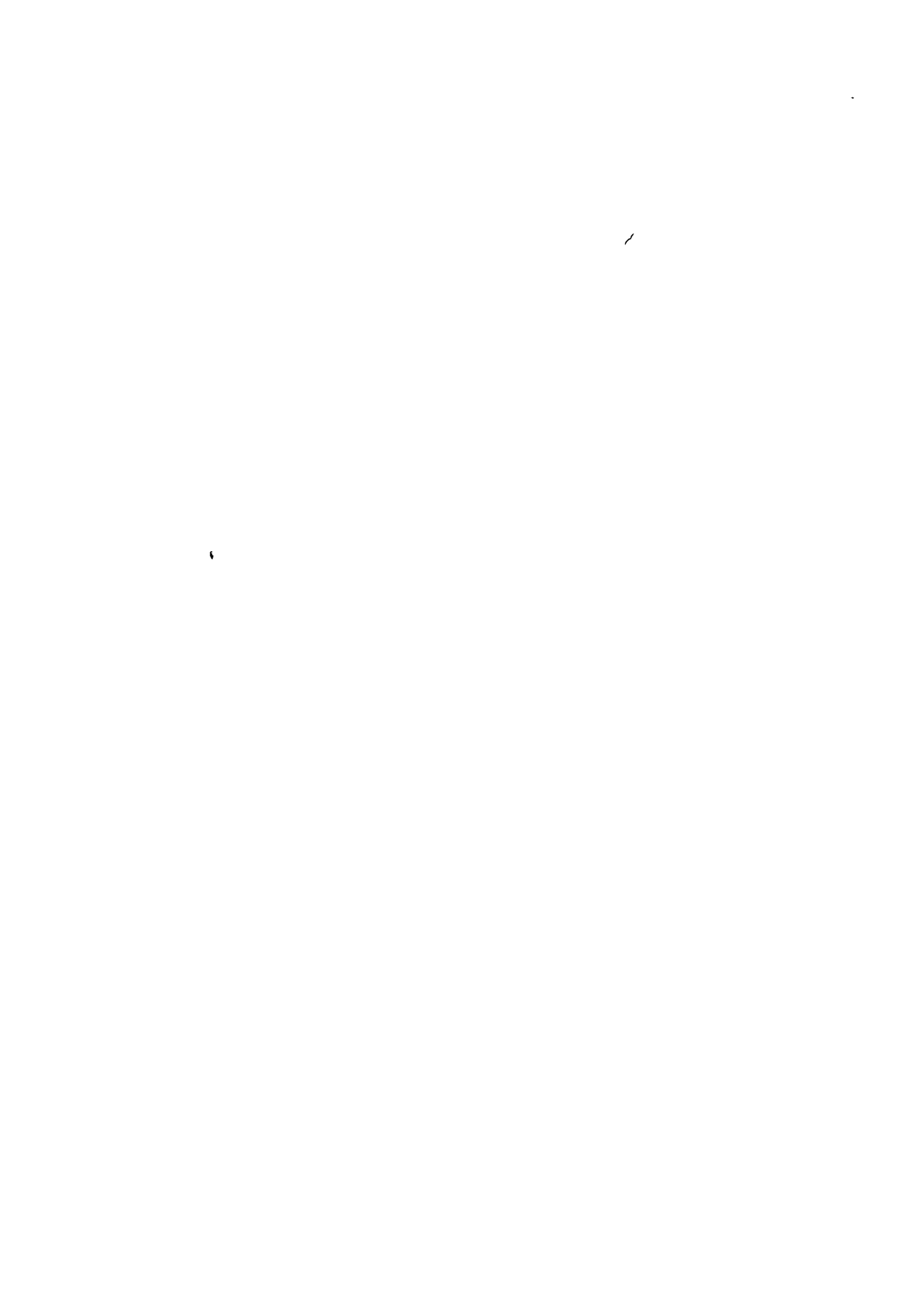


Fig.10 DIAGRAMA DE Cz - (Ab+An) - Or (NORMA)



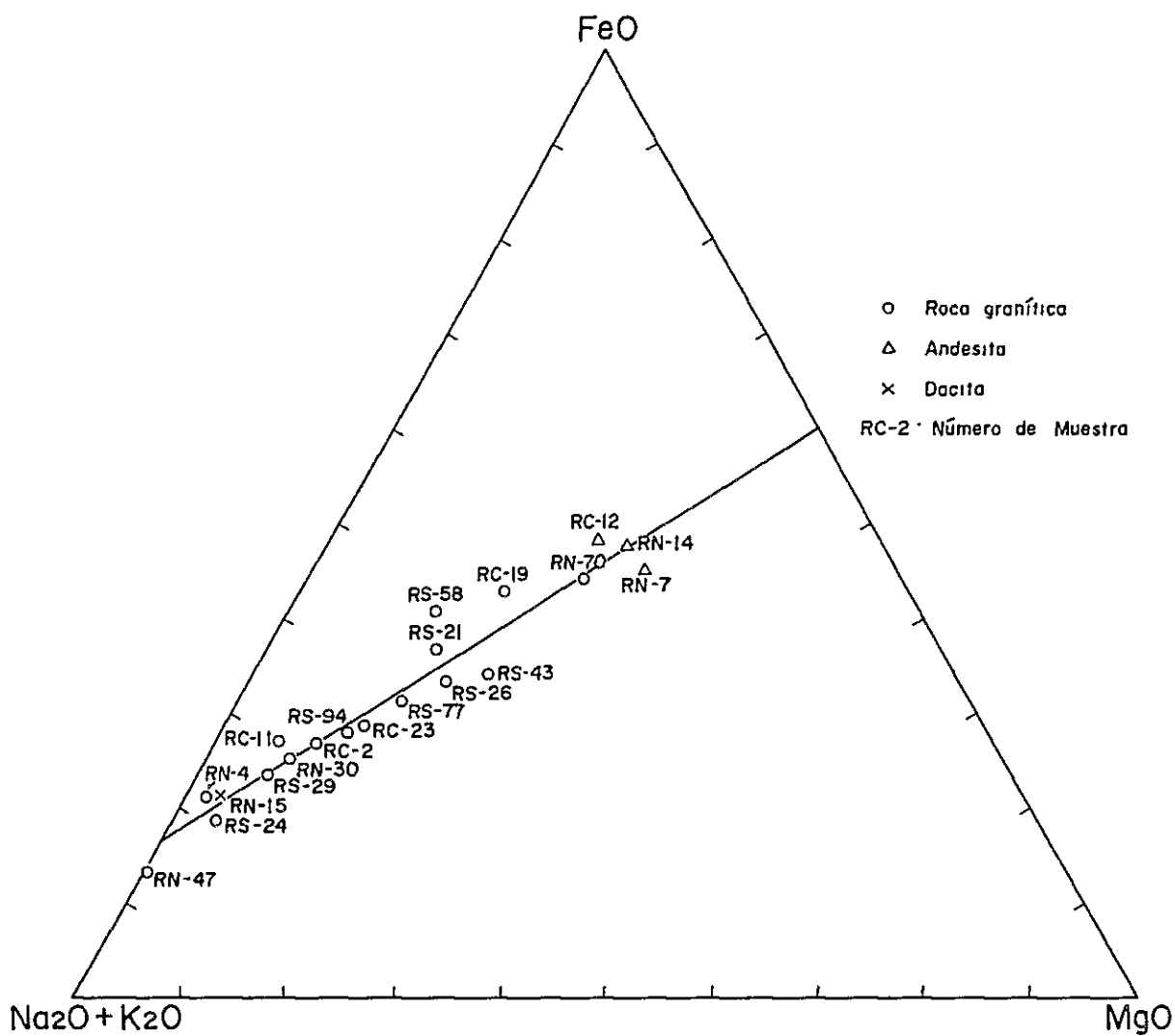


Fig.11 DIAGRAMA DE MFA (% en peso)

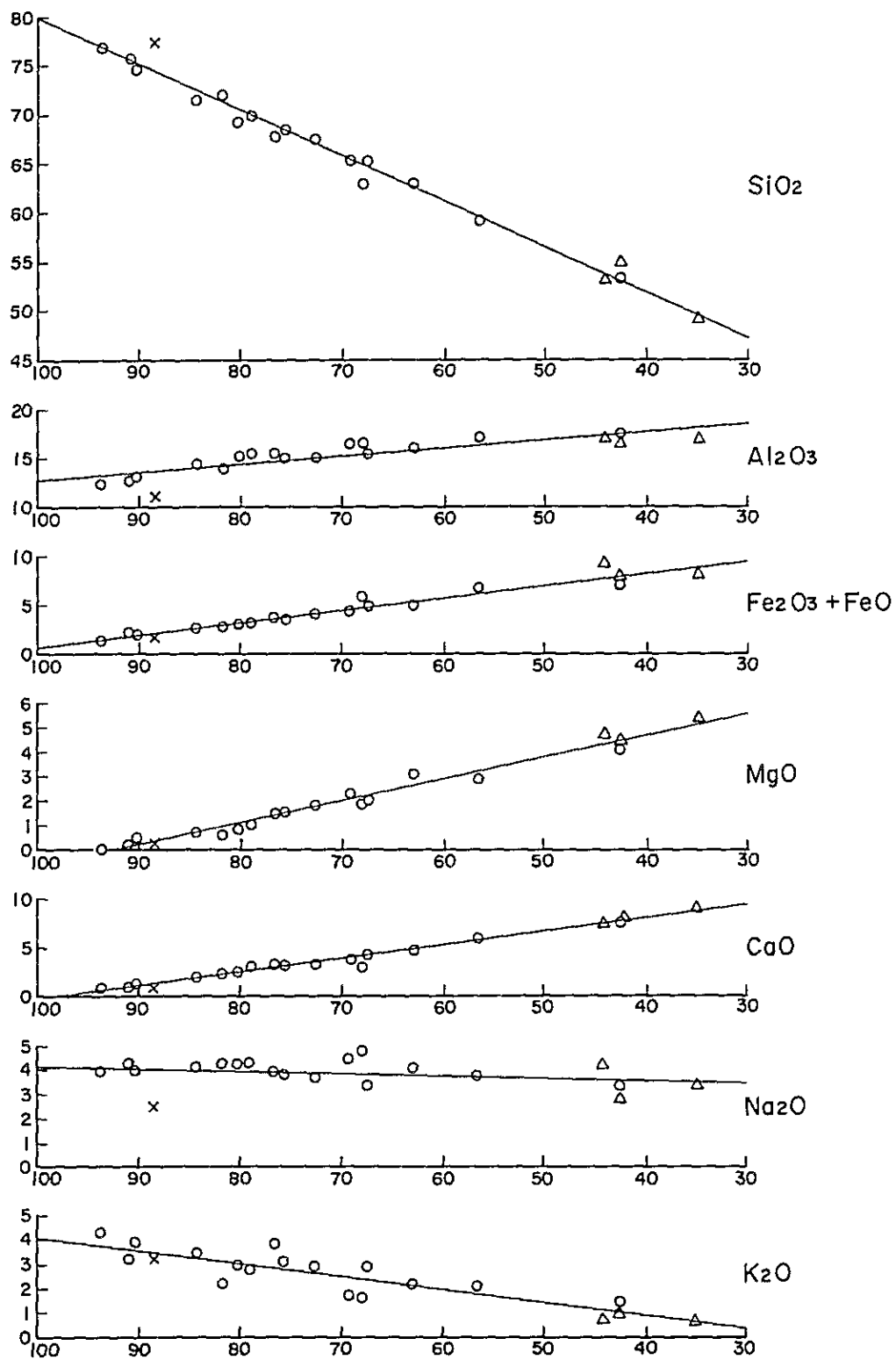


Fig.12 PORCENTAJE DE MAYOR OXIDOS REPRESENTADOS RELATIVAMENTE A INDICE DE DIFERENCIACION

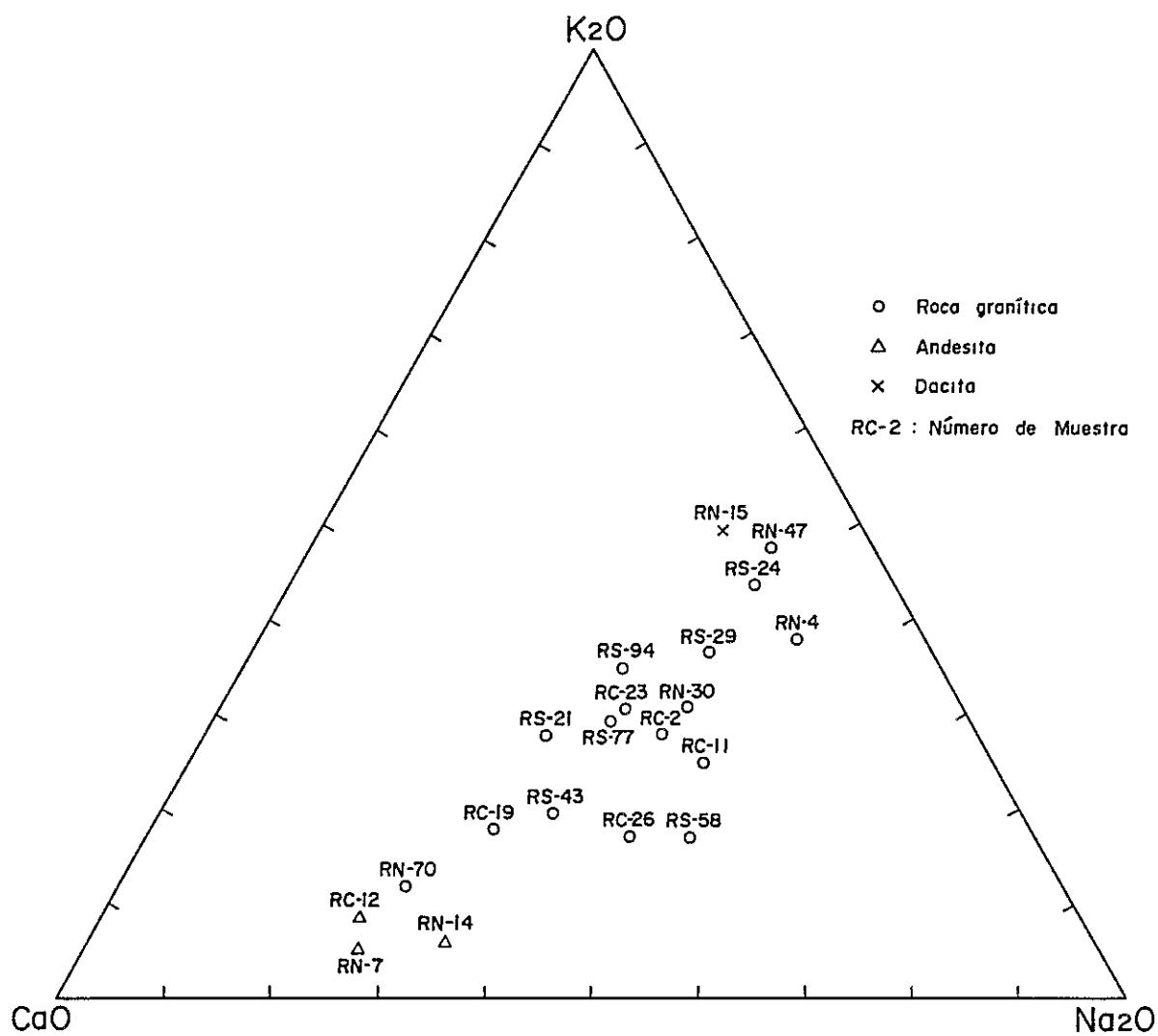


Fig.13 DIAGRAMA DE K₂O-CaO-Na₂O (% en peso)

En el Diagrama $K_2O-CaO-Na_2O$ los puntos trazados se mueven desde la parte intermedia de la línea $K_2O - Na_2O$ (granito RS-24, granodiorita RN-47 y dacita RN-15) hasta el punto aproximado al 75% de CaO (dolerita RN-7) de la línea $CaO - Na_2O$. Es de mencionar que las rocas que muestran la relación $CaO > Na_2O + K_2O$ son únicamente dolerita (RN-70).

Excepto las 4 rocas volcánicas, el contenido promedio de flúor de las 16 muestras de granito es de 343 ppm, que es ligeramente más alto que 250 ppm, el promedio de los granitoides. Sin embargo, se cree que el contenido de flúor de los granitoides que contienen estaño pertenecientes a la serie de ilmenita es de $3.750 \text{ ppm} \pm 1.500 \text{ ppm}$ (Tshendorf, 1977). Por tanto, teniendo en cuenta que los granitoides del área objeto del presente estudio pertenecen a la serie de magnetita se puede juzgar que tal valor de flúor no es anormal. Por otra parte, el contenido medio de flúor de las 4 muestras de rocas volcánicas es de 195 ppm.

El contenido medio de cloro de las 20 muestras de rocas ígneas es menor de 230 ppm (se calculó redondeando " $> 100 \text{ ppm}$ " a " 100 ppm "); y el de las 16 muestras de granitoides es menor de 256 ppm.

Se cree en general que los granitoides de la serie de magnetita muestran el valor de $F/Cl < 3$. (Ishihara, Terashima, 1977) La relación media de F/Cl de las 16 muestras de granitoides es de 0,9 aprox., lo cual satisface $F/Cl < 3$ aprox.

En lo relativo a la relación F/Cl de cada muestra, la de los granodioritas (RN-30) es 3; la de diorita cuarzosa (RN-70) es mayor de 3,9; la de diorita cuarzosa (RN-58) es mayor de 6,4; y la de las muestras restantes es menor de 3.

Es de mencionar que la relación de F/Cl de ambas muestras de rocas plutónicas intermedias de las 16 muestras de granitoides es mayor de 3.

4-2 Susceptibilidad magnética de granitoides

4-2-1 Medición de susceptibilidad magnética

Con el fin de discriminar los granitoides de la serie de magnetita de aquéllos de la serie de ilmenita, los siguientes tres métodos de normalización fueron propuestos por Ishihara (1982):

- (1) Susceptibilidad magnética de roca, $100 \times 10^{-6} \text{ emu/g}$
- (2) Fe_2O_3/FeO de roca entera (% peso), 0,5
- (3) Cantidad de minerales opacos del análisis modal de rocas (% volumen), 0.1

Y de ello se determina que rocas cuyos valores sean mayores que los arriba indicados pertenecer a la serie de magnetita; aquéllas de valores menores, a la serie de ilmenita.

En el curso de la presente investigación, con el fin de clasificar granitoides se realizó la medición de susceptibilidad magnética.

Por otra parte, tal como se ha descrito en la Sección anterior, se ejecutó un análisis voluminoso (20 muestras) y otro análisis modal (únicamente granitoides), para determinar la relación Fe_2O_3/FeO así como el % volumen de minerales opacos. Los resultados de tales análisis se tomaron en consideración aun cuando las muestras usadas no coinciden con aquéllas escogidas para la medición de susceptibilidad magnética.

(a) Medición de susceptibilidad magnética en el campo

Con el fin de medir en el campo la susceptibilidad magnética de rocas se llevó un aparato sencillo medidor (Kappameter KT-5) el cual se puso en contacto con la superficie fresca de rocas graníticas. La ubicación de los 20 puntos de medición se indica en la Fig. 14. Asimismo, los resultados de la misma se describen en la Tabla 8.

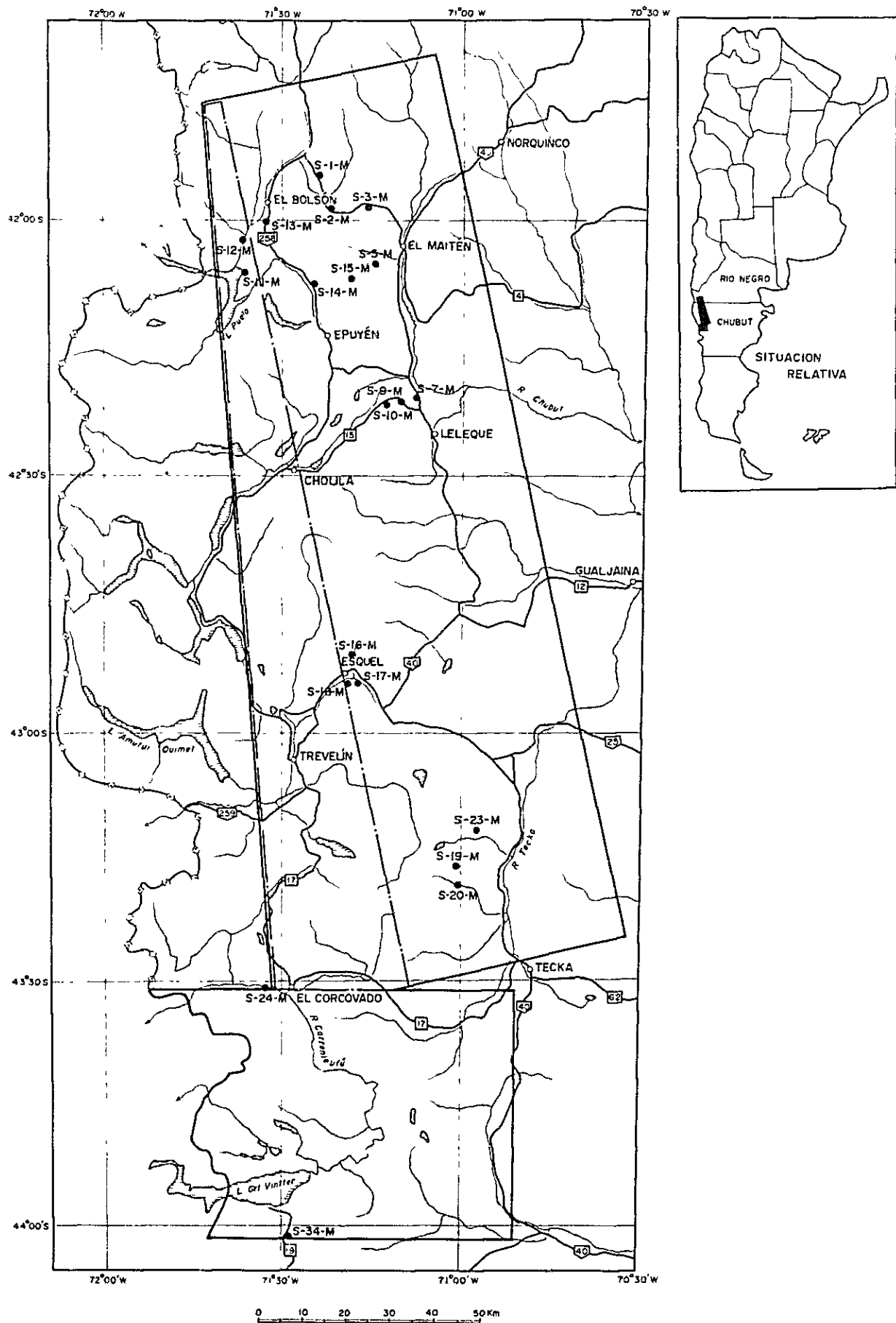


Fig.14 UBICACION DE MUESTRAS PARA MEDICION DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA

Tabla 8. VALOR DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA EN CAMPO

Ubicación de Medición	Nombre de Roca	Valor de Medición	Coefficiente Correctivo por Escabrosidad	Coefficiente Correctivo por Tamaño de Superficie	Valor Corregido SI unidad x 10 ⁻³	Valor de Conversión por emu/g unidad
S-1-M	Granito	3,45 (n = 5)	1,23	1,01	4,28 (x 10 ⁻³)	340 (x 10 ⁻⁶)
S-2-M	Granodiorita	12,56 (n = 4)	1,32	1,03	17,08	1360
S-3-M	Granito	10,85 (n = 5)	1,23	1,05	14,01	1115
S-5-M	Granodiorita	20,35 (n = 4)	1,15	1,01	23,64	1882
S-7-M	id	31,58 (n = 5)	1,32	1,01	42,10	3352
S-9-M	id	10,38 (n = 5)	1,15	1,05	12,53	998
S-10-M	id	10,86 (n = 5)	1,23	1,03	13,76	1096
S-11-M	id	30,56 (n = 5)	1,41	1,11	47,83	3808
S-12-M	id	9,85 (n = 5)	1,23	1,19	14,42	1149
S-13-M	id	25,85 (n = 5)	1,15	1,03	30,62	2438
S-14-M	Granito	1,18 (n = 5)	1,15	1,03	1,39	111
S-15-M	Granodiorita	17,85 (n = 4)	1,15	1,01	20,73	1650
S-16-M	id	10,58 (n = 5)	1,32	1,01	14,10	1123
S-17-M	id	7,85 (n = 4)	1,51	1,01	11,97	953
S-18-M	id	8,95 (n = 5)	1,32	1,05	12,40	987
S-19-M	id	10,85 (n = 6)	1,15	1,05	13,10	1043
S-20-M	id	19,35 (n = 4)	1,07	1,05	21,74	1731
S-23-M	id	15,35 (n = 4)	1,32	1,05	21,26	1693
S-24-M	id	40,17 (n = 4)	1,41	1,05	59,47	473
S-34-M	id	10,38 (n = 5)	1,15	1,03	12,30	979

Tabla 9. VALOR DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA DE MUESTRA DE ROCA

Número de Muestra	Nombre de Roca	Densidad σ (g/cc)	emu x 10 ⁻⁶ /g	S (ppm)
S-1-M	Granito	2,58	88	921
S-2-M	Granodiorita	2,76	635	663
S-3-M	Granito	2,61	51	742
S-5-M	Granodiorita	2,72	880	586
S-7-M	id	2,84	210	448
S-9-M	id	2,92	888	413
S-10-M	id	2,65	533	321
S-11-M	id	2,83	1308	610
S-12-M	id	2,61	132	734
S-13-M	id	2,79	1114	555
S-14-M	Granito	2,77	99	43
S-15-M	Granodiorita	2,69	908	306
S-16-M	id	2,64	452	50
S-17-M	id	2,65	389	35
S-18-M	id	2,64	254	46
S-19-M	id	2,62	525	32
S-20-M	id	2,61	355	181
S-23-M	id	2,79	1206	885
S-24-M	id	2,66	1320	20
S-34-M	id	2,59	306	25

(b) Medición de susceptibilidad magnética en el laboratorio

En primer lugar las 20 rocas graníticas de muestras se trituraron y clasificaron midiéndose a continuación su susceptibilidad magnética con uso del aparato de medición tipo Bisón 3101. La Fig. 14 indica la ubicación de los muestras y asimismo los resultados de dicha medición se describen en la Tabla 9.

4-2-2 Verificación de los resultados de la medición de susceptibilidad magnética de granitoides

(a) Comparación comprobante de los resultados de las mediciones ejecutadas en el campo y en el laboratorio

Mientras la medición de susceptibilidad magnética se ejecutó en el mismo lugar de muestreo de rocas destinadas a la medición en el laboratorio, los aparatos utilizados de medición no son del mismo tipo; la unidad de expresión de la susceptibilidad magnética en el Kappameter KT-5 (SI) no coincide con la del modelo Bisón 3101 (X), donde la correlación numérica se indica por la siguiente ecuación:

$$4\pi X = SI$$

En esta función en la tabla de los resultados de la medición en el campo se indica la tabla de conversión de los valores expresados en la unidad emu/g.

En cuanto a la comparación de los resultados de las dos mediciones, los valores obtenidos en el campo ($x_F = 1414$, $n = 20$ -promedio) son mayores que aquéllos del laboratorio ($x_L = 397$, $n = 20$ -promedio), donde el coeficiente de correlación es 0,65 y el de riesgo es 5%, por lo cual se puede concluir que existe correlación.

Sin embargo, la medición de susceptibilidad magnética mediante el Kappameter KT-5 varía según la condición de la superficie de rocas. Este punto debe tenerse en cuenta cuando se realiza la medición en el campo.

Por otra parte, en otros casos de medición bajo estas circunstancias los valores resultados suelen ser más bajos, mientras en la presente medición se obtuvieron valores más altos. Por tanto debería averiguarse si ello es debido a errores o defectos del aparato.

(b) Verificación de los resultados

De las 20 muestras de rocas aplicadas en la presente medición, tres de ellas (S-1-M, S-3-M y S-14-M) indican valor de susceptibilidad magnética más alto que 100×10^{-6} emu/g, mientras las otras restantes demuestran valores superiores al mismo.

Por otra parte, al considerar los resultados obtenidos del análisis voluminoso antes mencionado se observa que únicamente la muestra RS-58 indica un valor de relación Fe_2O_3/FeO (% peso) más bajo que el 0,5. (Tabla 5) – Hay que tener en cuenta que las ubicaciones de muestras de rocas dispuestas al análisis voluminoso no siempre coinciden con aquéllas de la medición de susceptibilidad magnética.

Asimismo, los resultados obtenidos del análisis modal (Fig. 9) señalan que ninguna de las muestras contiene minerales opacos menor de 0,1%.

De todo ello se deduce que los granitoides que se distribuyen en el área objeto del estudio, excepto aquéllos de parte del Sector Norte, pertenecen a la serie de magnetita.

Al considerar la secuencia de tiempo de rocas de la serie de magnetita, la mayoría de las rocas volcánicas cuaternarias en Japón pertenecen a la serie de magnetita, y mayor relación de serie magnetita/serie ilmenita puede aumentar del cuaternario al reciente. Tal tendencia se reconoce también en rocas graníticas paleozóicas a mesozóicas de los continentes del norte y del sur de América y parte oriental de Asia (Ishihara, 1982).

Especialmente en Chile, existen dos edades de formación de rocas graníticas, es decir, paleozóica y mesozóica-cenozoica. Las rocas graníticas de edad más joven genéticamente se relacionan con la formación de minerales de cobre porfiríticos importantes y yacimientos de cobre de tipo manto. (Ishihara – C.E. Veriksen, 1980).

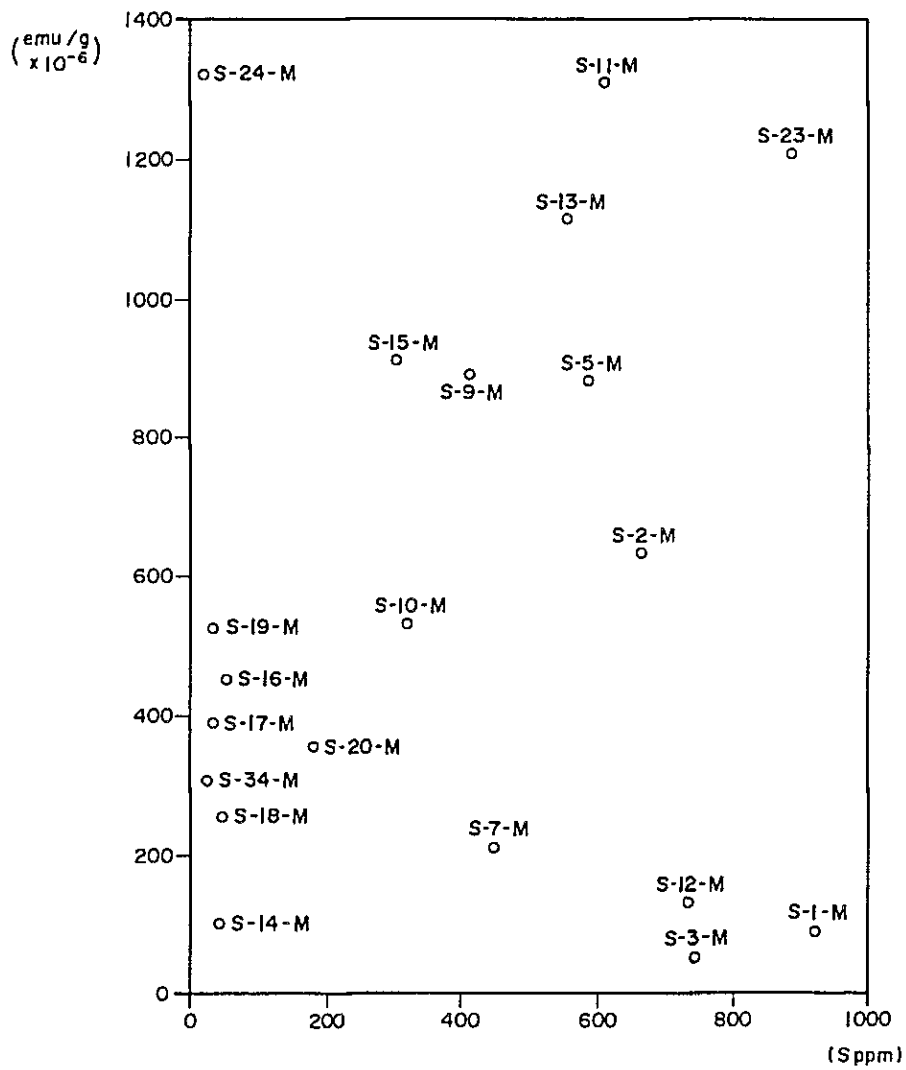


Fig.15 DIAGRAMA RELATIVA ENTRE CONTENIDO DE AZUFRE (ppm) Y SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA (emu/g x 10⁻⁶)

Bajo el punto de vista espacial las rocas de la serie de ilemnita se distribuyen en el lado oceánico de las Areas de Islas, tales como Japón, las Filipinas, etc., y rocas de la serie de magnetita ocurren en el lado lomos de las mismas.

Igualmente en la parte oeste de los Continentes Norte y Sur de América las rocas de la serie de ilemnita se distribuyen en la zona frontal del continente. (Ishihara, 1982).

Tal como se describirá más adelante, en el área objeto del presente estudio se reconocen varias zonas de alteración de tipo cobre porfírico, en las cuales las rocas graníticas pertenecen a la serie de magnetita. Por otra parte, se ha descrito en la Sección anterior que la asociación de rocas ígneas pertenecen a la serie alcalina cálcica.

De todo ello se puede definir que el área investigada dispone de condiciones óptimas para la formación de yacimientos típicos de cobre porfíricos.

Por otra parte, de las 3 muestras de rocas extraídas en el Sector Norte cuya susceptibilidad magnética es baja, dos muestras (S-3-M y S-14-M) indican valor mayor de 90 de D.I. tanto de SiO_2 como de $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$.

Con todo esto se deduce, tal como lo ha indicado Ishihara (1982), que ya que el criterio para discriminar rocas de la serie de magnetita de aquellas de la serie de ilemnita varía según el contenido de SiO_2 no siempre es necesario juzgar que pertenecen a la serie de ilemnita aquellas rocas cuya susceptibilidad magnética sea menor del valor 100×10^{-6} emu/g.

4-3 Edad de la intrusión de granito

Para determinar la era de intrusión de los granitos que se extienden por esta área, se realizaron mediciones por el método K-Ar, seleccionándose cinco muestras, todas ellas de granodiorita, numerándose según su punto de colección de sur a norte.

- S-2 15 Kms. al este de El Bolsón
 - S-8 10 Kms. al nor-noroeste de Leleque
 - S-16 En las cercanías de La Hoya, a 5 Kms. al nor-noroeste de Esquel
 - S-22 20 Kms. al nor-noroeste de Tecka
 - S-24 5 Kms. al oeste de El Corcovado
- (Fig. 16)

Se midieron los siguientes minerales:

- S-2 y S-16: biotita
- S-8 y S-22: hornblenda
- S-24: K-Ar feldespato

La tabla siguiente muestra los resultados y el método de mediciones.

Número de Muestra	Ubicación	Nombre de Roca	Mineral	40 Ar/Rad scc/grn x 10 ⁻⁵	40 Ar/Rad %	K %	Edad (m.a.)
S-2	15 Km E de El Bólson	Granodiorita	Biotita	0,829 0,838	70,4 57,0	1,40 1,40	147 ± 7
S-8	10 Km NNO de Leleque	id	Hornblenda	0,292 0,308	43,3 39,4	0,30 0,30	240 ± 12
S-16	La Hoya	"	Biotita	0,161 0,169	23,0 26,0	0,31 0,31	132 ± 14
S-22	20 Km NNO de Tecka	"	Hornblenda	0,118 0,120	32,1 27,1	0,35 0,35	85,4 ± 7,1
S-24	5 Km O de El Corovado	"	K-feldespato	0,978 1,020	72,5 68,1	2,50 2,51	99,8 ± 5,0

Las edades geológicas son las siguientes:

S-2	147 ± 7	millones de años	Finales del jurásico
S-8	240 ± 12	" "	Principios del triásico
S-16	132 ± 14	" "	" del cretácico (mediados del jurásico)
S-22	85,4 ± 7,1	" "	Finales del cretácico
S-24	99,8 ± 5	" "	Principios del cretácico

La biotita de la muestra S-16 está parcialmente alternada con clorita. La edad exacta de la intrusión será, probablemente, superior a los 132 ± 14 millones de años.

Dentro del área estudiada y sus alrededores, los datos competentes ya fueron preparados por A. Lizuáin en 1981, utilizando la medición por K-Ar. Basándose en estos datos, la figura 16 indica aquellos del área en cuestión. No existen grandes contradicciones entre ambos datos, aunque la edad de la granodiorita de las cercanías de La Hoya (S-16) es de 132 ± 14 millones de años, principios del cretácico, mientras los datos existentes indican 174 ± 20 millones de años y mediados del jurásico. Pero, considerando las alternaciones de biotita, creemos que los datos mencionados son más precisos. Según dichos datos, se reconocieron doce edades en la parte sur y norte del Lago Puelo en Sector Norte, comprobándose cinco actividades dentro de una extensión de 40 x 20 Kms de intrusiva (batolito). Lizuáin (1981), propuso la denominación de 'intrusiva compuesta de Lago Puelo'. Las cinco actividades mencionadas corresponden al paleógeno, cretácico, triásico y principios del carbonífero. En cuanto a las edades de las actividades de las rocas ígneas y las alteraciones, en particular su relación con el yacimiento de cobre porfirítico (molibdeno), existen diversos datos estadísticos sobre la zona orogénica "Circun-pan-pacífica", tendiendo a basarse en la formación de dichos yacimientos. Se dividen claramente sobre los 75 millones de años; por ejemplo, después de los 75 m.a. en los Andes de Chile, Perú y Ecuador, las actividades relacionadas con la formación de dicho yacimiento eran de 4 a 10 m.a., 33 a 40 m.a. y de 55 a 66 m.a., respectivamente. Con anterioridad a dicha edad, hay tendencia a concentrar las edades de 79 a 96, 100 a 110, 120 a 128, 138 a 164 y 176 a 192 millones de años (S.R. Tilley, R.E. Beane, 1981). Dentro de la zona mineralizada alternada, Condorcangui y Caquel son las más mineralizadas y alternadas de la superficie. Por los resultados de las mediciones de la edad de los granitos, que se realizaron sobre la mineralización, el primero es de 37 ± 2 m.a. (A. Lizuáin, 1981) y el otro de 85,4 ± 7,1 millones de años (prospección actual). Las edades de las actividades de los granitos de ambas zonas no se contradicen con las ígneas relacionadas con la formación del yacimiento de cobre porfirítico de la cordillera andina.

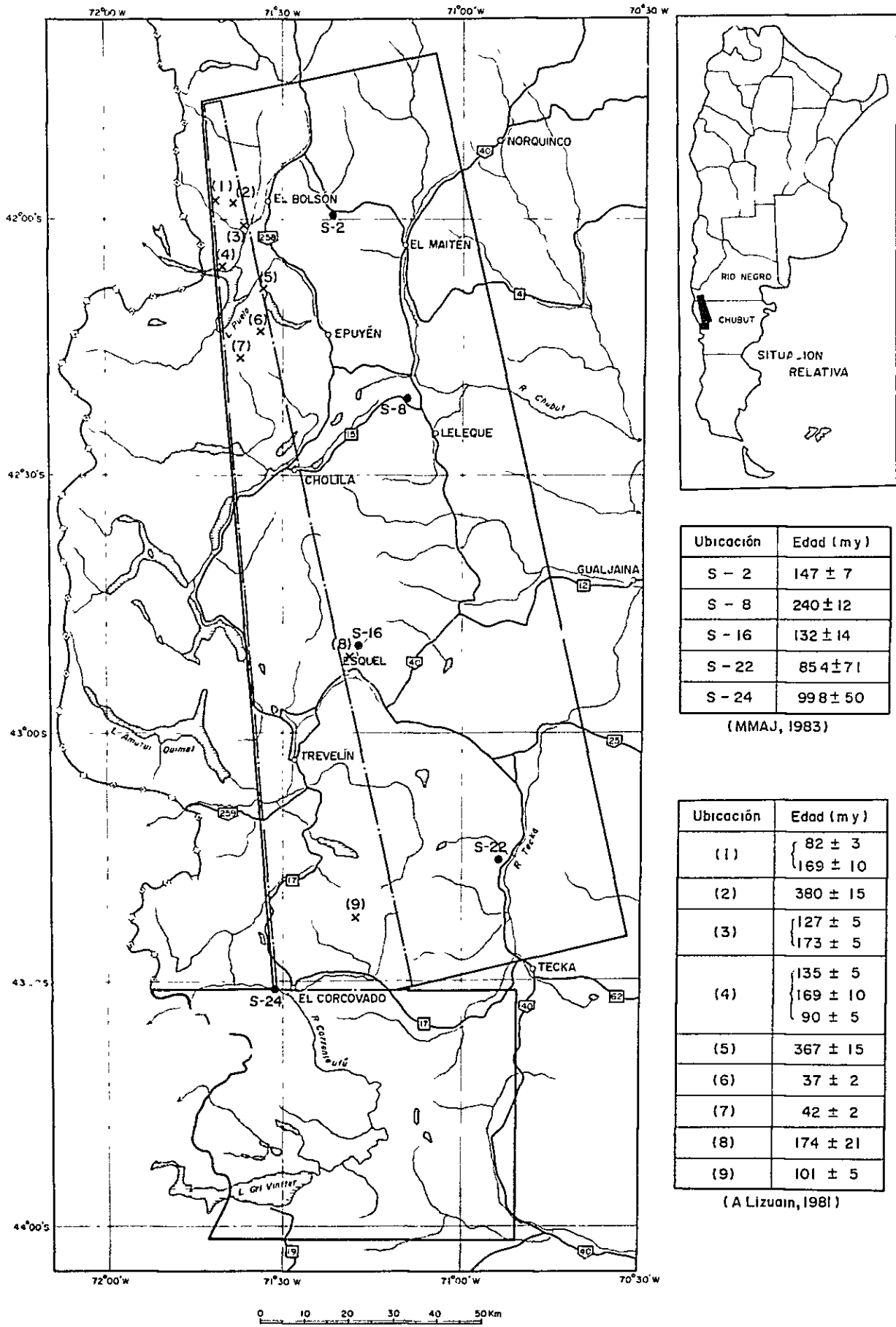


Fig 16 UBICACION DE MUESTRAS PARA DATACIONES RADIOMETRICAS (K/Ar)

4-4 Las zonas de alteración mineralizada

De acuerdo con la compilación de datos sobre los recursos minerales realizada en la primera etapa de la presente investigación, así como el reconocimiento geológico en el campo objeto del estudio, las siguientes zonas de alteración mineralizada se comprobaron en el área de investigación correspondiente al presente año:

Por orden de norte a sur:

- (1) Condorcanqui
- (2) Cerro Cohiue
- (3) Nahuel Pan
- (4) Caquel
- (5) Cerro Colorado
- (6) Cerro Riñion

(Fig. 17)

Durante el curso de la verificación geológica superficial del presente año se ha reconocido nuevamente la zona de alteración de Cerro Herrero. (Fig. 6)

A continuación se describirá acerca de la relación entre tales zonas de mineralización y rocas ígneas, así como del modo de ocurrencia de minerales de mena.

(1) Zona de alteración mineralizada de Condorcanqui

Esta zona de mineralización se ubica a 30 Km en el sureste de El Bolsón, estado de Río Negro sobre 350 – 400 m de altitud sobre el nivel del mar.

Se trata de yacimiento de cobre de tipo manto en lavas andesíticas y dolerita vesicular que pertenecen a la formación Ventana del terciario (unidad geológica 4a, conforme al análisis fotogeológico). La geología del área alrededor consiste en esquistos cristalinos y grauvaca de la formación Piltriquitrón (unidad 2a) como base y granodiorita intrusiva (unidad G₄) posiblemente del cretácico superior, sobre las cuales yace la formación Ventana (unidad 4a) correspondiente al terciario eocénico.

El promedio de la potencia de la mineralización es de 7,5 m aprox. y la distribución se extiende por 1 Km x 1 Km.

Los minerales de mena son: como mineral primario, calcopirita y bornita; como mineral secundario, calcocina, covelina, malaquita, azurita y cuprita. Como mineral de alteración ocurren: epidota, caolinita, clorita, calcita, zeolita, cuarzo y óxido de hierro.

A pesar de que durante la presente investigación no se encontraron rocas ígneas relacionadas con minerales de mena en la proximidad de la zona de mineralización, a juzgar por una ligera diseminación de pirita y calcopirita acompañadas de vena de cuarzo que se reconocieron en varios puntos de lavas andesíticas afloradas por 13 Km aprox. a lo largo de la ruta nacional N^o 258, se deduce que existen rocas graníticas intrusivas del terciario en la parte inferior de la presente zona de mineralización. De hecho, en el sureste de la misma se reconocen rocas intrusivas del terciario en masas graníticas desarrolladas con rumbo NE-SO en 10 Km de anchura. (A. Lizuain, 1981).

El resultado de análisis de fragmentos de muestra de la columna mineralizada es como sigue:



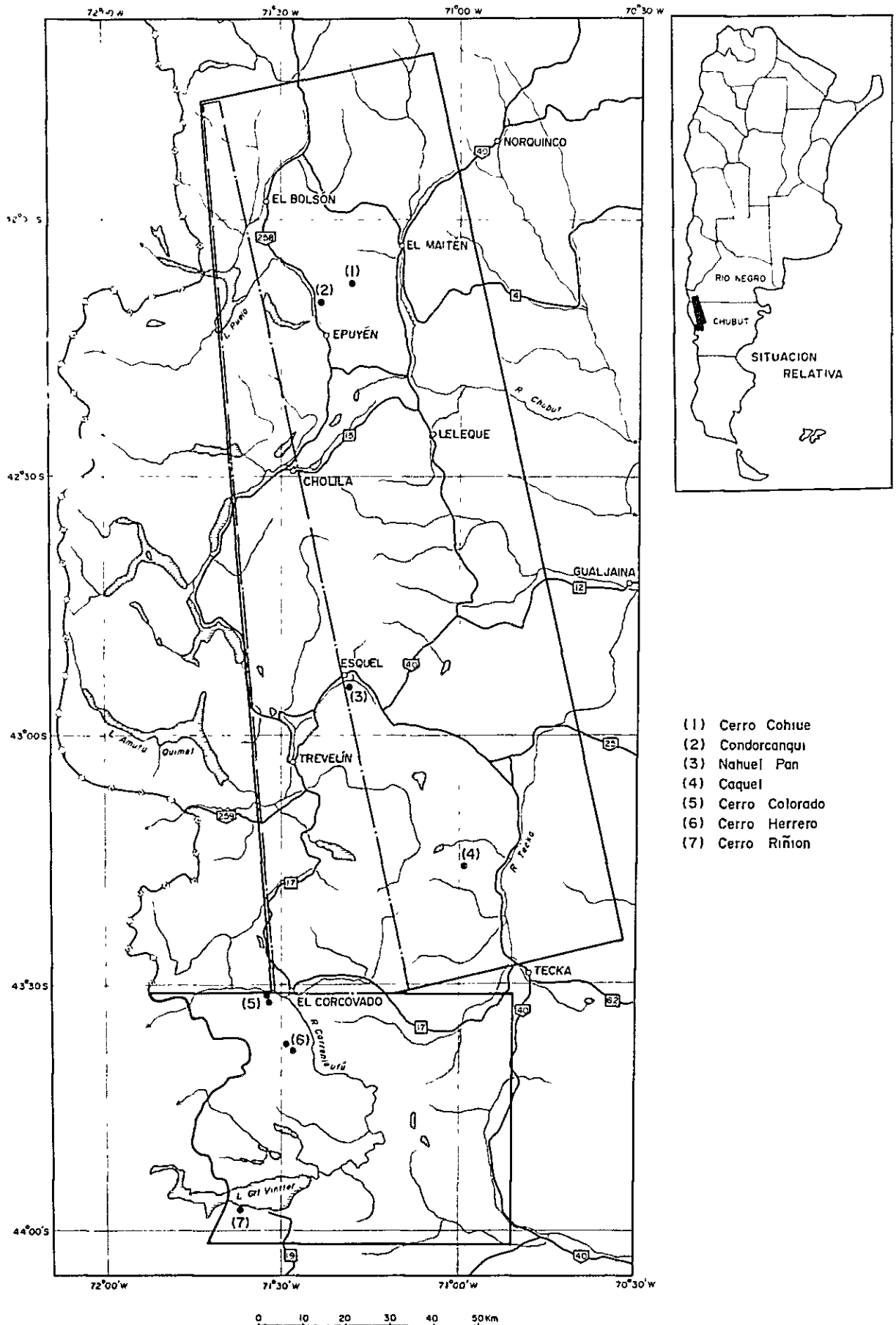


Fig.17 UBICACION DE ZONAS DE ALTERACION MINERALIZADA

Elementos Nº de muestra	Cu %/ppm	Mo _{ppm}	Pb _{ppm}	Zn _{ppm}	S _%	Ag _{ppm}	Au _{ppm}
RN-56	1,13%	2	220	220	0,16	1,4	0,1
RN-57	1,80%	2	15	120	0,36	4,8	0,1
RN-58	3,85%	1	7	98	0,73	11,6	0,1
RN-59	780 ppm	1	4	76	0,36	<0,3	<0,1

El resultado del análisis de fragmentos de muestra de la zona de alteración mineralizada débil en la formación Ventana es como sigue:

Elementos Nº de muestra	Cu _{ppm}	Mo _{ppm}	Pb _{ppm}	Zn _{ppm}	S _%	Ag _{ppm}	Au _{ppm}
RN-45 (8 Km NO. de Cond.)	205	1	58	110	0,08	1,0	0,1
RN-48 (2 Km NO. de Cond.)	265	3	20	59	0,71	0,6	<0,1
RN-50 (4 Km S. de Cond.)	70	1	82	58	0,57	1,0	<0,1

Cond: Condorcanqui

(2) Zona de alteración mineralizada de Cerro Cobiue

Esta zona de mineralización se distribuye a 7 Km aprox. al este de la zona de mineralización de Condorcanqui, anteriormente descrita.

La geología de la proximidad de dicha zona consiste en esquistos cristalinos y migmatita del grupo mesozóico (unidad 2a) como base, y granodiorita y tonalita posiblemente del cretácico superior; y la formación Ventana del terciario, sedimentos glaciales y taludos del cuaternario que yacen sobre las mismas.

La dimensión en la superficie de la presente zona de alteración mineralizada es de 2 Km x 2 Km.

Los minerales de mena principalmente son pirita y pequeña cantidad de calcopirita; y los minerales de alteración son principalmente turmalina y epidota que ocurren en tonalita y granodiorita brechalizadas. Por otra parte, se reconocen diques de andesita verde posteriores a la ocurrencia de la presente mineralización. Dicho dique de andesita tiene 10 - 100 cm de potencia, con disposición leve, caracterizándose por la tendencia de desarrollar varios diques en paralelo. Se encuentran acompañados de pequeña cantidad de pirita y calcopirita. La mineralización en la superficie es extremadamente reducida teniendo los valores siguientes:

Elementos No de muestra	Cu _{ppm}	Mo _{ppm}	Pb _{ppm}	Zn _{ppm}	S%	Ag _{ppm}	Au _{ppm}
RN-60	265	2	7	53	3,64	0,6	< 0,1
RN-61	174	1	15	114	0,81	< 0,3	< 0,1
RN-64	148	1	31	990	0,18	< 0,3	< 0,1
RN-65	69	2	9	82	1,49	< 0,3	< 0,1
RN-66	182	3	13	60	1,74	< 0,3	< 0,1
RN-67	28	2	163	84	2,23	1,4	< 0,1

(3) Zona de alteración mineralizada de Nahuel Pan

Esta zona de alteración mineralizada se distribuye rodeando el punto de 6 Km aprox. al sureste de Esquel

La geología alrededor de la zona de alteración mineralizada consiste principalmente en lutita negra, grauvaca y conglomerado hornfelsicos formando la formación Esquel (unidad la) correspondiente al devónico o carbonífero, formación Ventana del terciario que cubre el mismo en discordancia, dique de riolita, intrusiva en ambas formaciones y granodiorita en "stock", intrusiva en la formación Esquel.

Se reconocen dos tipos de mineralización: el primer tipo se trata de dique de cuarzo que ocurrió en el paleozóico en 30 cm – 100 cm de potencia, extendiéndose por 50 – 100 m. Hasta el presente se reconocieron 15 diques de cuarzo, los cuales todos se encuentran acompañados de calcopirita, blenda y galena, cuya ley total de cobre, zinc y plomo es del 2% aprox. El segundo tipo de mineralización es el cuerpo mineralizado finamente diseminado de pirita ocurrido en el dique de riolita y en la formación Ventana, el cual está fuertemente silicificado. El centro de dicha zona de mineralización se distribuye en la cumbre del Cerro Nahuel Pan.

(4) Zona de alteración mineralizada de Caquel

Esta zona de alteración mineralizada se ubica a 28 Km aprox. en línea recta al noroeste de Tecka.

El paisaje alrededor consiste en topografía de altiplano sin grandes relieves en el cual el espesor del suelo de cubierta es de 30 cm a 100 cm.

La geología de la zona consiste en lavas andesíticas del grupo Coyhaique posiblemente del cretácico inferior (No se expresa en el Pl. 4-2 debido a que está cubierto por la formación Ventana), granodiorita posiblemente del cretácico superior y pórfido dacítico. Dichas rocas se encuentran cubiertas ampliamente en discordancia por la Ventana del terciario.

La zona de alteración mineralizada se extiende por 2 Km x 2 Km. Está cubierta de suelo superficial por lo cual no se conocen bien sus características. Hasta el presente se reconocieron 6 partes de mineralización.

Los minerales de mena son, como mineral primario, pirita, calcopirita y molibdenita, los cuales ocurren principalmente en granodiorita y pórfido dacítica en forma de diseminación. Como mineral secundario son malaquita, calcocina, covelina y óxido de hierro, los cuales ocurren principalmente en lavas andesíticas en forma vesicular y de diseminación.

En la porción de alteración mineralizada varios diques de cuarzo (5 cm – 10 cm de potencia) se reconocen los cuales están fuertemente sericitados.

El resultado del análisis de fragmentos de muestra es como sigue:

Elementos Nº de m.	Cu _{ppm/%}	Mo _{ppm}	Pb _{ppm}	Zn _{ppm}	S _%	Ag _{ppm}	Au _{ppm}
RC-21	60ppm	2	38	90	4,20	0,6	0,1
RC-27	87ppm	1	24	73	0,10	0,6	0,1
RC-33	32ppm	6	20	46	0,03	< 0,3	< 0,1
RC-34	24ppm	4	11	44	0,02	< 0,3	< 0,1
RC-39	83ppm	11	2	33	0,03	< 0,3	< 0,1
RC-40	1000ppm	10	1	30	0,03	< 0,3	< 0,1
RC-41	240ppm	17	3	38	0,02	< 0,3	< 0,1
RC-42	14,2%	16	24	30	0,12	3,4	< 0,1
RC-44	1700ppm	2	4	90	0,24	0,6	< 0,1
RC-45	310ppm	1	7	53	4,40	< 0,3	< 0,1
SM-1	43ppm	7	9	12	0,18	< 0,3	< 0,1
SM-2	109ppm	2	7	38	0,04	< 0,3	< 0,1
SM-3-1	3550ppm	95	6	34	0,02	1,4	0,1
SM-3-2	5,4%	44	2	130	0,04	8,9	0,2
SM-4	800ppm	150	21	39	0,21	< 0,3	< 0,1

(5) Zona de alteración mineralizada de Cerro Colorado

Esta zona de mineralización se ubica a 15 Km aprox. al oeste de El Corcovado.

La geología de la zona consiste en el grupo Lago La Plata (principalmente rocas volcánicas andesíticas) correspondiente al cretácico inferior o jurásico y granodiorita intrusiva en las mismas en el cretácico superior (Determinación de edad radiométrica: 99 ± 5 m.a.; resultado de la presente investigación; 81 ± 5 m.a., Spikemann, 1973).

La zona de alteración mineralizada ocurre en rocas volcánicas andesíticas, teniendo dimensión superficial de 6 Km x 4 Km.

El centro de la zona tiene también zona de alteración porfirítica consistente principalmente en sericita y cuarzo; sin embargo, la silicificación predomina acompañada de diseminación de pequeña cantidad de pirita.

El análisis de fragmentos de muestra demuestra los siguientes valores:

Elementos Nº muestra	Cu _{ppm}	Mo _{ppm}	Pb _{ppm}	Zn _{ppm}	S _%	Ag _{ppm}	Au _{ppm}
RS-89	20	1	24	25	3,61	< 0,3	< 0,1
RS-90	23	1	25	20	1,58	< 0,3	< 0,1
RS-91	19	1	18	20	5,14	< 0,3	< 0,1
RS-92	16	2	60	34	2,15	< 0,3	< 0,1
RS-50	42	4	19	50	3,98	0,3	< 0,1
RS-53	31	2	8	44	4,72	< 0,3	< 0,1

(6) Zona de alteración mineralizada de Cerro Ríñón

Esta zona de mineralización se ubica en la orilla sur del Lago Vintter, a 5 Km al este de la frontera con Chile.

La geología alrededor consiste en el grupo Lago La Plata consistente en andesita verde y toba andesítica, y pórfido andesítico y granodiorita intrusivos en el mismo.

La alteración mineralizada se produjo por dicho pórfido andesítico, alrededor del cual (300 m de diámetro) se reconoce zona de silicificación acompañada de vetilla de cuarzo y pirita. En el borde exterior de la misma se reconoce una zona de sericitización ligera, y al exterior de la misma una zona de alteración de propilitización en gran escala.

El resultado del análisis de los fragmentos de muestra es como sigue:

Elementos Nº muestra	Cu _{ppm}	Mo _{ppm}	Pb _{ppm}	Zn _{ppm}	S _%	Ag _{ppm}	Au _{ppm}
RS-68	108	1	120	84	0,09	1,4	< 0,1
RS-69	45	1	20	30	0,03	0,6	< 0,1
RS-70	23	1	29	30	0,04	< 0,3	< 0,1
RS-72	76	2	14	44	0,04	0,6	< 0,1
RS-73	32	1	17	44	0,04	< 0,3	< 0,1

En la sección pulimentada de las muestras extraídas de la zona de alteración, no se reconoció mineral de cobre, sino únicamente pirita y óxido de hierro se reconocieron.

(7) Zona de alteración mineralizada de Cerro Herrero

Esta zona de mineralización se distribuye a 14 – 15 Km al sur de El Corcovado, sobre 2.000 m aprox. de altitud sobre el nivel del mar. Su extensión es amplia abarcando 2 Km x 1 Km.

La zona de mineralización desarrolla en rocas volcánicas andesíticas del grupo Lago La Plata y por el contacto de las mismas con granodiorita. En la parte de afloramiento el grado de mineralización se demuestra alto en lavas andesíticas en la zona del sur; y en tonalita, en la zona del norte. Presenta un color ocre rojizo, lo cual indica fuerte piritización y silicificación con ocurrencia reducida de sericita.

El resultado del análisis de las muestras de dicha zona es el siguiente:

Elementos Nº de muestra	Cu _{ppm}	Mo _{ppm}	Pb _{ppm}	Zn _{ppm}	S _%	Ag _{ppm}	Au _{ppm}
RS-59	32	2	16	84	1,18	< 0,3	< 0,1
RS-62	43	1	32	80	2,83	< 0,3	< 0,1
RS-63	71	2	52	58	3,04	< 0,3	< 0,1

(8) Características de las zonas de alteración mineralizada del área estudiada

Las rocas ígneas distribuidas en la presente área indican asociación de rocas ígneas pertenecientes a la serie de rocas alcalina-cálcicas.

La zona de alteración mineralizada ocurre en y alrededor del contacto entre rocas volcánicas andesíticas o basálticas y granodiorita y tonalita de la serie de magnetita intrusivas en rocas piroclásticas parejas a las mencionadas volcánicas.

Se trata de zona de alteración mineralizada de llamado tipo yacimiento de cobre porfirítico. En la parte norte de la zona de alteración, especialmente en el Cerro Cohiue, se encuentra formado el cuerpo lítico de brecha (posiblemente chimenea de brecha) acompañado de megacrystales de turmalina y epidota, lo cual se cree característica del yacimiento de cobre porfirítico de América del Sur.

Las zonas de importancia clasificadas por distrito son como sigue:

En Sector Norte:

Zonas con extensión en NE-SO, de 20 Km de anchura, 30 Km de longitud, las cuales incluyen las zonas de Condorcangui (enriquecimiento secundario) y Cerro Cohiue.

Además de dichas dos zonas de alteración mineralizada, varias zonas de ligera mineralización, principalmente de piritización y silicificación ocurren en el cuerpo lítico de granodiorita (correspondiente al cretácico superior o paleógeno), en el contacto entre el mismo y la zona de Piltriquitrón y en la formación Ventana del terciario. (PL. 3-1)

En Sector Central:

Zona de alteración mineralizada de Caquel, la cual satisface casi todas las condiciones específicas de la zona de mineralización de cobre porfirítico. Especialmente, el contacto entre lavas andesíticas y rocas piroclásticas parejas, y rocas graníticas, es decir, el tramo de 30 Km de longitud desde la zona de mineralización de Caquel hasta la zona de mineralización de Cerro Cucho (reconocida en 1980), se considera el más importante y digno de mayor investigación.

Algunos puntos en cuestión relacionados con el área objeto de la presente investigación son los siguientes:

Se trata del grupo Lago La Plata y la formación Ventana. Ambas formaciones consisten principalmente en lavas andesíticas y rocas piroclásticas, predominando la segunda en Sector Norte y la primera en Sector Sur. Dichas formaciones se distinguen fácilmente entre sí en los dos sectores arriba mencionados. Sin embargo, en Sector Central, tales formaciones se distribuyen superpuestas por la zona desde Caquel hasta el Cerro Cucho, y debido a que en el cretácico superior no ocurrió formación de rocas sedimentarias en dicha zona es muy difícil de discriminar el grupo Lago La Plata de la formación Ventana.

Por otra parte, por la zona de Caquel hacia Cerro Cucho, las rocas graníticas que intervienen en la alteración mineralizada consisten generalmente en varios cuerpos líticos (stocks) menor escala, lo cual impide determinar fácilmente cuál de los "stocks" es la roca ígnea realmente relacionada con la alteración mineralizada.

Estos puntos quedan pendientes de mayor prospección y explotación a realizarse en futuro en la misma área.

4-5 Observaciones

Las zonas de alteración mineralizada que forman esta área son del tipo de cobre porfirítico, excepto en Condorcangui, la cual es del llamado tipo "manto", según se supo por las prospecciones ya realizadas, a pesar de no ser posible el clasificar de "segundo enriquecimiento" de cobre porfirítico a la zona mineralizada superficial. Consiguientemente, reviste gran importancia la investigación y el estudio de los puntos de similares características geológicas de la región, en particular en cuanto a tipo y particularidades de las intrusivas y penetradas y edad de formación de los yacimientos se refiere.

Los yacimientos de cobre porfirítico se distribuyen con relativa formación reciente, en la región Circun-pacífica, y desde el Irán a Yugoslavia, aunque se reconocen algunos del paleozoico (posterior al mesozoico) de relativa importancia.

Los yacimientos de cobre porfirítico se extienden a ambos lados de intrusivas y volcánicas. Por ejemplo, los yacimientos formados al sur de Chile, El Teniente, Disputada y Río Blanco, explotados actualmente, se extienden por los alrededores de la zona de contacto de las rocas volcánicas andesíticas de los sistemas cretácico o paleógeno, con las intrusivas ácidas. Existen en el mundo numerosas intrusivas con yacimientos de cobre porfirítico de rocas andesíticas (J. de Geoffroy y T.K. Wignal, 1972). Estas intrusivas se caracterizan principalmente por su pertenencia a las rocas "cuarcálicas", por disipación de la alcalinización. Sin embargo, como se indica en el Golore Creek del Canadá y otros (S.R. Titley y R.T. Beane, 1981), las intrusivas de diorita, monzonita y sienita también acompañan tales yacimientos (Fig. 20)

En el suroeste de los E.U.A. y en Chile, los yacimientos están acompañados de rocas alcalina cálcica, más normales. Las intrusivas relacionadas con los yacimientos de cobre porfirítico contienen grandes cantidades de magnetita y titanita, perteneciendo al tipo de granitos magnetíticos. No se reconocen intrusivas ilmeníticas que contengan magnetita. Por otro lado, las edades de formación de los yacimientos tienen una gran diversidad dentro de la región circunpaciífica.

En Chile, los granitos triásico-jurásicos que se extienden a lo largo de la costa occidental, y los batolitos y "stocks" de granito de finales del cretácico y el paleógeno se distribuyen en sentido sur a norte, desde la costa hacia el interior. Los yacimientos de cobre porfirítico más importantes de esta región tienen una edad de 60 a 30 millones de años, o sea, del paleógeno (Victor F. Hollister, 1978). Asimismo, en el continente, en Argentina, hay muchos yacimientos que indican edades posteriores al neógeno (24 millones de años) (El Pachón, Farallón Negro, etc.), aunque otros tienen edades más antiguas, como el Teca Teca en la región norte (325 ± 5 m.a.), Campana Mahuida en Neuquén ($74,2 \pm 1,4$ m.a., finales del cretácico), La Voluntad (281 ± 4 m.a., finales del carbonífero y principios del pérmico) (R.H. Sillitoe, 1977).

Esta área se caracteriza por la abundancia de rocas volcánicas andesíticas de los sistemas jurásico, cretácico y terciario, e intrusivas de batolito ácidas e intermedia, así como por la escasez de rocas sedimentarias en la Patagonia andina. La cuenca sedimentaria donde se forman los yacimientos de cobre porfirítico de Chile está dividida geográfica y geológicamente por el Macizo Norpatagónico (roca metamórfica y plutónica que intruyen al primero), distribuyéndose ampliamente al norte de la zona, atravesando el continente. Sin embargo, y como ya mencionamos anteriormente, las características del tipo y especie de las rocas, mineralización y alteración de esta área tienen una gran similitud con las de aquellas otras zonas con yacimientos de cobre porfirítico.

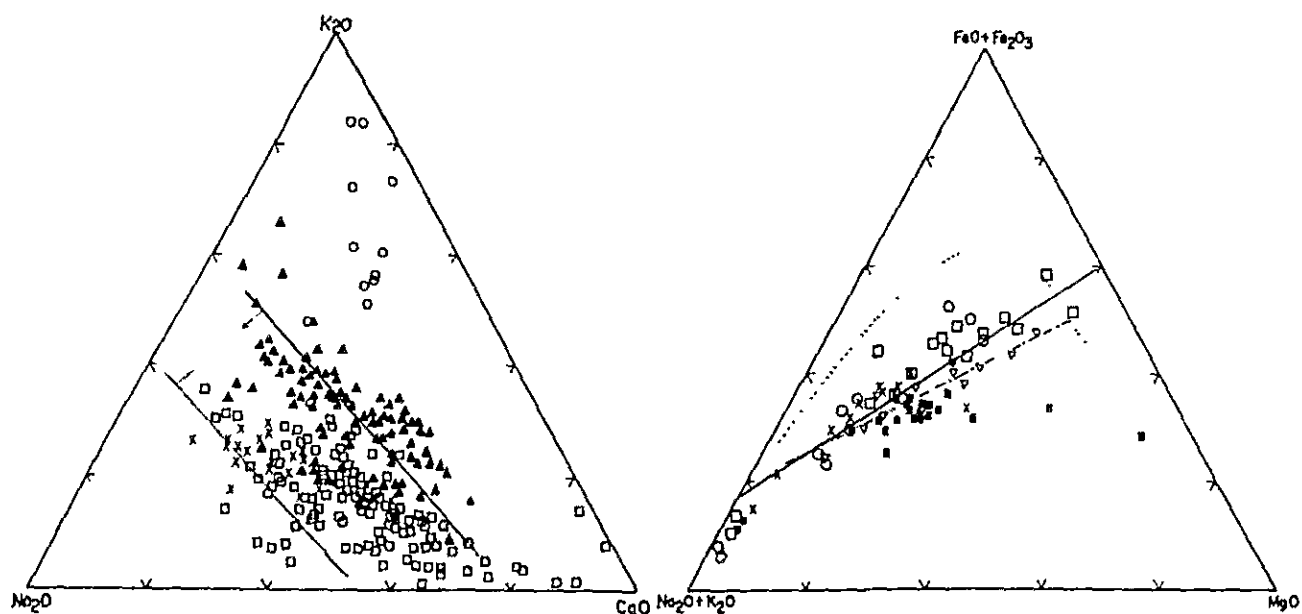


Diagrama Ternario de K₂O-Na₂O-CaO en Intrusivas Relativas a Cobre Porfirítico del Mundo

Diagrama Ternario de AFM en Intrusivas Relativas a Bingham (■), Ray (○) en Estados Unidos, Guichon (×) en Canadá, Koloula (□) en Isla Solomon y Yandera (▽) en New Guirana

- ▲ Suroeste de Estados Unidos y Cordillera Canadiense
- × Batolito de Guichon y Mina Brenda en Canadá
- Galore Creek en Canadá
- Arco de Islas Caribeano y Pacífico
- ▤ Dominio de Resultado de este Estudio

- Dirección de Serie Alcalina Cálcina
- Dirección de Serie Tolerítico
- Dirección de Resultado de este Estudio

Fig.20 DIAGRAMA TERNARIA DE K₂O-Na₂O-CaO y AFM

CAPITULO 5

PROSPECCION GEOQUIMICA

CAPITULO 5 PROSPECCION GEOQUIMICA

5-1 Propósito y métodos

Como ya hemos comentado en el capítulo anterior, en el área estudiada se reconocen otras zonas mineralizadas de cobre porfirítico y filones, relacionados directamente con el efecto plutónico y actividades volcánicas intermedia y básica, no pudiendo negarse la presencia de rocas plutónicas cubiertas cerca de la superficie. Con este propósito se llevó a cabo la prospección geoquímica de los elementos metálicos pesados considerados importantes, en la superficie del área en cuestión, reconociendo sus distribuciones y orígenes.

El objetivo es el terreno y los elementos indicativos son 8 elementos: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Mo y Mn.

La recogida de muestras se efectuó simultáneamente con el reconocimiento geológico de la superficie. Los métodos de inspección y análisis son los siguientes:

5-1-1 Métodos e inspecciones

Los intervalos de recogida de muestras son de un kilómetro, a lo largo del perfil de prospección geológica de la superficie, mientras que alrededor de la zona mineralizada, los intervalos son más cortos, para elevar su densidad. En total se recogieron 403 muestras dentro del área de prospección superficial de 13.850 Km². Se evitó en lo posible la recogida de muestras de partes abundantes en sedimentos inconcretos del cuaternario en las laderas, procurando concentrarse en las faldas y cimas (estrato B), cerca de las rocas en afloramiento. Las muestras se recogieron manualmente con palas después saca suelo, en caso de la muestra esta seco totalmente dividiéndose inmediatamente por 200 g de pesos con -80 mesh de tamaño en mismo lugar, en caso de la muestra esta mojada dividiéndose misma forma anterior después secado bien con el sol en el campamento.

5-1-2 Metodo de analisis

Los elementos indicativos son ocho, como ya mencionamos. Las muestras se dividen en 100 gramos cada una, una para análisis y otra como reserva y análisis por parte de los Laboratorios Chemex, S.A. del Canadá.

Los métodos fueron: absorción atómica para todos los elementos, excepto el As, que fue analizado por radioactivación de neutrones. Los resultados cuantitativos fueron los siguientes:

Au: 5 ppb	Zn: 1 ppm
Ag: 0,1 ppm	As: 1 ppm
Cu: 2 ppm	Mo: 1 ppm
Pb: 1 ppm	Mn: 5 ppm

5-2 Resultados de los análisis y observaciones

5-2-1 Resultados

Según los datos obtenidos del análisis de cada uno de los elementos, Cu, Pb, Zn, Mo, Au, Ag, Mn, As, relacionados en número de 403, diagrama acumulación de elementos analizados (Fig. 19), donde (n) es el cantidad de muestras, (max.) el valor máximo, (\bar{x}) el valor promedio, (mín.) el valor mínimo y (σ) la desviación estándar, como se observa en la Tabla 10. En la Tabla 11 se muestra el contenido en estos elementos de las rocas volcánicas y sedimentarias (arenisca, fangolita y caliza), como referencia para el establecimiento de un umbral basándose en estos datos. Veamos las características de cada elemento, según se deduce de dichas figuras y tablas, y la comparación con los resultados de las prospecciones geoquímicas de otras zonas mineralizadas del mundo.

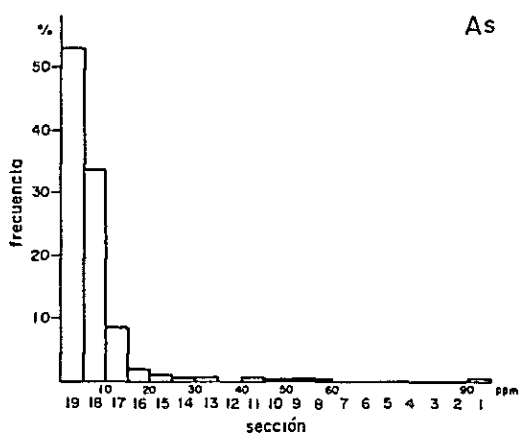
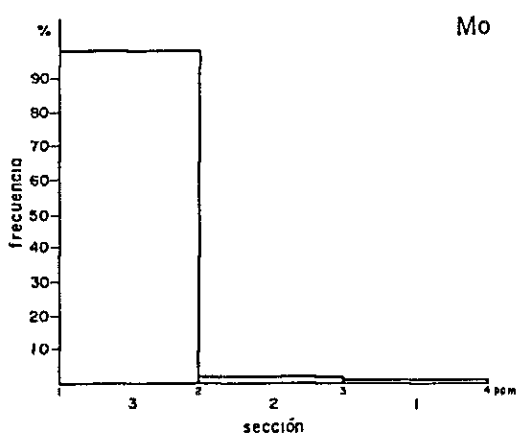
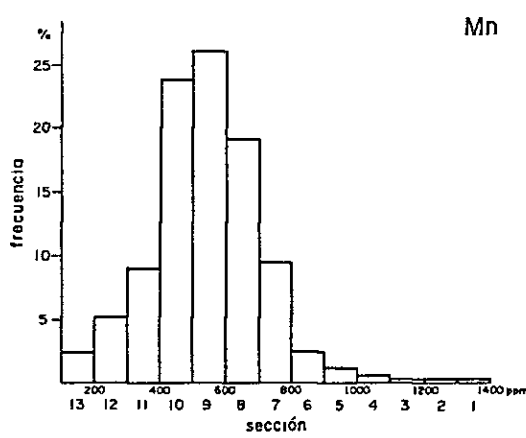
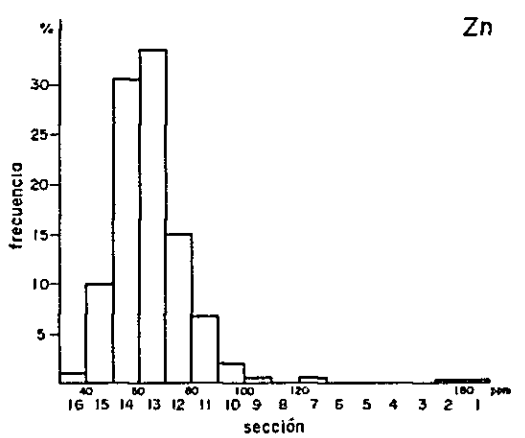
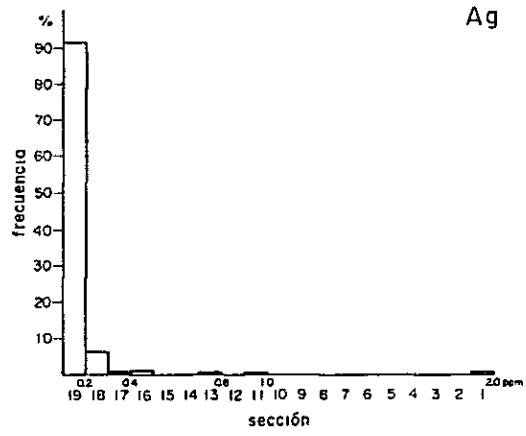
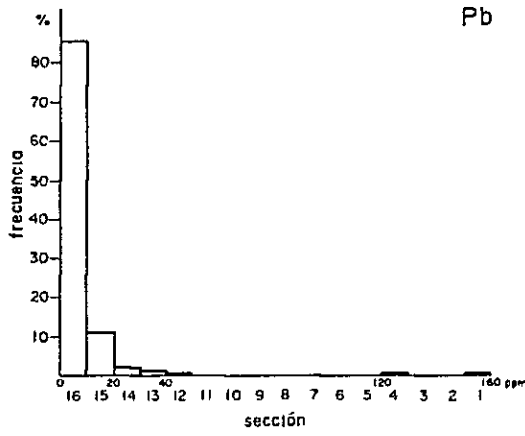
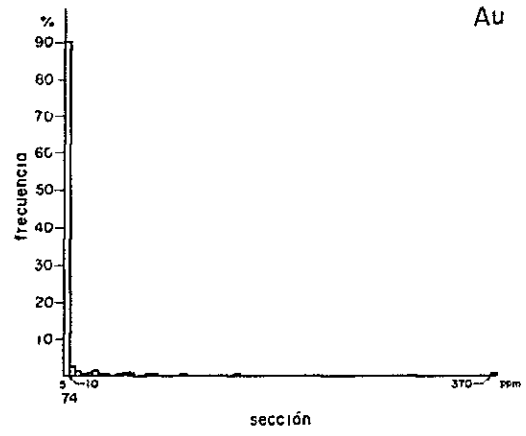
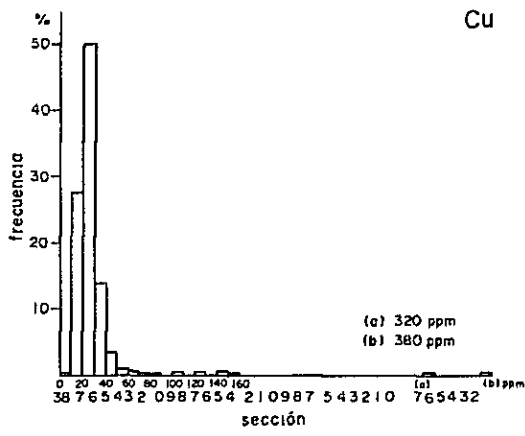


Fig.18 HISTOGRAMA DE ELEMENTOS ANALIZADOS
(Cu , Pb , Zn , Mo , Au , Ag , Mn , As)

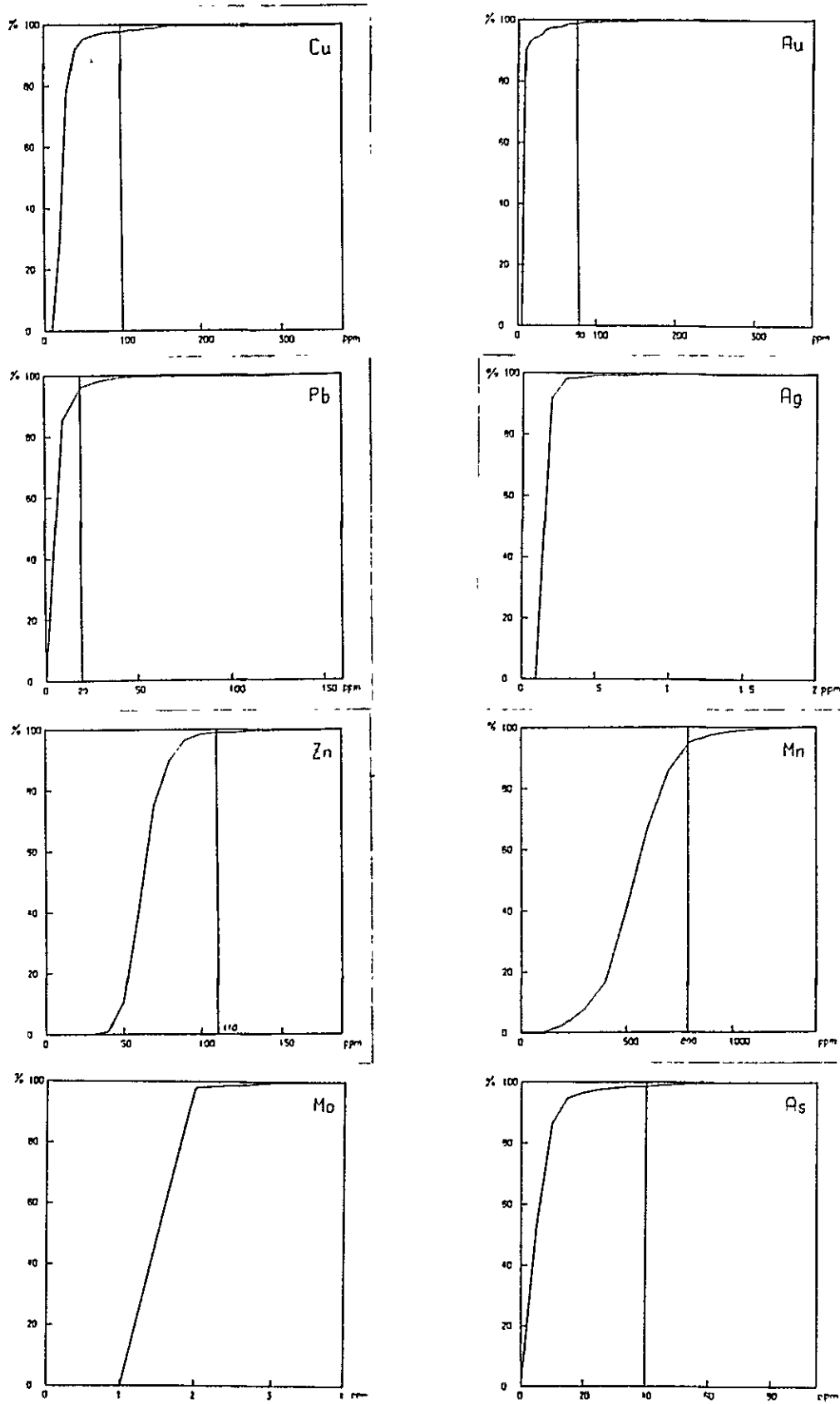


Fig.19 DIAGRAMA ACUMULACION DE ELEMENTOS ANALIZADOS (Cu , Pb , Zn , Mo , Au , Ag , Mn , As)

Tabla 10. DATOS ESTADISTICOS DE PROSPECCION GEOQUIMICA

Factor Elemento	Cantidad de Muestra (n)	Valor Máximo (max.)	Valor Promedio (\bar{x})	Valor Mínimo (min.)	Desviación Estándar (σ)
Cu ppm	403	375	29.22	8	28.43
Pb ppm	403	155	6.68	1	11.35
Zn ppm	403	190	64.91	30	15.10
Mo ppm	403	4	1.08	1	0.36
Au ppm	403	375	9.44	5	22.57
Ag ppm	403	2	0.16	1	0.13
Mn ppm	403	1.350	542.98	120	171.30
As ppm	403	94	7.22	1	7.83

Tabla 11. CONTENIDO PROMEDIO DE ELEMENTOS
(Cu, Pb, Zn, Mo, Au, Ag, Mn, As) EN VARIAS ROCAS

Roca Elemento	Roca Ignea	Arenisca	Fangolita	Caliza
Cu ppm	70	–	192	20.2
Pb ppm	16	20	20	5 ~ 10
Zn ppm	132	20	200 ~ 1.000	50
Mo ppm	4.22	0.2	2.6	0.4
Au ppm	0.005	0.028	–	0.005 ~ 0.009
Ag ppm	0.10	0.44	0.05	0.2
Mn ppm	1000	tr	620	385
As ppm	5	–	5	–

COBRE.— Posee una distribución normal dispersa en el intervalo 20 – 30 ppm con una media de 29,22 partes por millón (ppm), y discontinua en la sección N° 30. Por lo tanto su pico se encuentra entre las secciones 38 al 30 y 28 al 23. Generalmente la media del contenido de cobre de la tierra es de 20 ppm, dentro de un margen de 2 a 100 ppm (Harold Bloom, 1965) y en algunos casos su umbral es de 100 ppm para los yacimientos de cobre porfirítico (A.R. Archer y C.A. Main, 1971, y otros). Por lo tanto el umbral del intervalo 28 de esta prospección será de 100 ppm.

PLOMO.— Se distribuye típicamente en Poisson, con una media de 6,68 ppm. Por la Tabla 11 se supone que el contenido medio será de 15 ppm. Su umbral se establece en la sección de frecuencia 14, es decir 20 ppm.

ZINC.— Su distribución es normal, con una media de 65 ppm. El contenido medio de zinc de las rocas ígneas es bastante elevado: 132 ppm. De forma que su umbral es de 110 ppm, o sea, la media de $65 + 3\sigma$, correspondiéndose a la sección número 8.

MOLIBDENO.— La cantidad media de molibdeno en las rocas ígneas es de 4,22 ppm, mientras la de la tierra es de unas 2 ppm (Harold Bloom 1965). Según los resultados de estas prospecciones, el máximo es de 4 ppm, con una media de 1,08 y mínimo de 1 ppm. El contenido es escaso y la desviación estándar es de 0,36. Por lo tanto se considera que no existe zona de anomalía.

ORO.— Como se muestra en la Tabla 11, el contenido de oro en las rocas es muy escaso: 0,028 a 0,009 ppm, pero tiene una tendencia a aumentar, sobre todo en las proximidades de la zona mineralizada alternada. Por ejemplo, el yacimiento de cobre porfirítico tipo Arizona que no ha sido afectado por los glaciares. En esta prospección, el 90,32% se concentra en el intervalo de 5 a 10 ppm, con un máximo de 375 ppm. El umbral se establece en $\bar{x} + 3\sigma = 80$ ppm.

PLATA.— Al igual que el oro, su distribución es del tipo Poisson, pero los resultados del análisis demuestran su limitación máxima en 2 ppm, 0,16 de media y 0,1 ppm mínima. Puede considerarse que el total indica "background", no pudiendo determinarse su umbral.

MANGANESO.— Su contenido en las rocas ígneas es elevado. Su media alcanza las 1.000 ppm. En las rocas sedimentarias es de 385 a 620 ppm, excepto en la arenisca. Por los resultados de estas prospecciones se considera una media de 543 ppm, con una desviación estándar de 171,30 en distribución normal, por lo cual su umbral en la sección número 6 se establece en 800 ppm.

ARSENICO.— La media es de 7,22 ppm con una desviación estándar de 7,83. Su tipo de distribución es Poisson. Según la Fig. 19, su umbral es de 40 ppm en la sección 11.

Basándose en los resultados de esta prospección se han establecido los siguientes umbrales para cada elemento analizado. Los valores que excedan o superen a estos se consideran anomalías.

Cu	100 ppm	Pb	20 ppm
Zn	110 "	Mo	—
Au	80 "	Ag	—
Mn	800 "	As	40 ppm

5-2-2 Observaciones

(1) Sector Norte

Los datos anómalos obtenidos para cobre y oro alcanzan las 109 y 110 partes por millón, respectivamente, en la muestra número TN-139. Los del plomo y arsénico son 26 y 41 ppm en TN-3 y TN-141 contiene 1.180 ppm de manganeso. Estas muestras fueron recogidas al oeste de la zona mineralizada alternada Condorcanqui (TN-139), al este del Lago Epuyén (TN-14), y a 2 Kms. al sureste del mismo lago (TN-3), considerándose su relación con la zona mineralizada alternada, incluyendo Condorcanqui y Cerro Coihue, comentado en el capítulo correspondiente a la zona mineralizada que se extiende de noreste a suroeste.

Por otro lado, a 19 Kms. al noreste de El Martín (TN-24), se encontró cobre en 150 ppm, aunque se supone que está relacionado con una zona alterada débil (silicificada) de la formación Ventana, que lo rodea.

(2) Sector Central

Dividiendo en forma absoluta, existen 3 puntos de anomalía. El primero está corriente arriba del Arroyo Madera (a 30 Kms. aprox. de Esquel), Arroyo Montoso (a 22 Kms. aprox.) y Arroyo Rodeo (a 15 Kms. aprox.), todos al norte de Esquel, consiguiéndose datos anómalos en plomo, zinc, manganeso y arsénico (TC-30: Pb 130 ppm, Zn 180 ppm, TC-33: Zn 130 ppm, TC-53: Pb 50 ppm, Mn 810 ppm, TC-87: As 94 ppm y TC-81: Mn 985 ppm). La geología de la zona consiste en rocas volcánicas del sistema jurásico inferior y medio (formación La Cautiva), rocas volcánicas del cretácico superior que cubre al primero de forma discontinua en el este, e intrusivas de granito de finales del cretácico atravesando a los dos anteriores.

Si unimos los tres puntos de anomalía mencionados por una línea, su dirección sería NNO, coincidiendo con la de dichas formaciones, por lo cual se considera que el yacimiento de filones de plomo y zinc (Arroyo Rodeo) en la progresión del stock de granito y la distribución de la zona alternada débil es prolongación de la zona de anomalía de 20 Kms.

La segunda zona de anomalía se distribuye por los alrededores de La Hoya, al noroeste de Esquel, con los siguientes datos de anomalías: TC-76: Pb 27 ppm, TC-75: Pb 20 ppm, TC-73: Pb 34 ppm, TC-67: Pb 27 ppm, TC-66: Pb 31 ppm y TC-64: 25 ppm. Esta zona consiste en la formación Esquel (alternación de arenisca y fangolita) y la intrusiva de granodiorita de finales del cretáceo. Hasta el presente no se ha encontrado una zona mineralizada alterada, por lo cual no está clara la existencia de una concentración anormal de plomo en la intrusiva de granodiorita o mineralización débil que acompañe a las fallas que progresan en los granitos, como se observa en las muestras TC-69, 77 y 87).

La tercera zona se encuentra en los alrededores de la zona mineralizada alternada de Caquel, claramente relacionada con la misma. Los datos de las anomalías más destacados son los de cobre, plomo y zinc: TC-99: Cu 152 ppm, TC-107: Cu 330 ppm, TC-109: Cu 128 ppm, TC-113: Pb 29 ppm, TC-116: Zn 129 ppm, Mn 970 ppm, TC-147: Pb 20 ppm, TC-151: Mn 830 ppm, TC-157: Mn 843 ppm, TC-161: Cu 147 ppm, TC-162: Cu 127 ppm, TC-163: Cu 375 ppm.

(3) Sector Sur

Los datos anómalos se refieren a dos partes. La primera, al este del Cerro Riñón (TS-152: Pb 155 ppm, TS-153: Pb 40 ppm, Zn 190 ppm). Se supone que está relacionada con la zona mineralizada alternada de dicho cerro. La segunda se refiere al oro, encontrándose de 18 a 24 Kms. al estenoreste del extremo este del Lago Vintter (TS-32: Au 80 ppm, TS-37: Au 155 ppm, TS-39: Au 375 ppm y TS-94: Au 85 ppm). Se distribuyen en los exteriores del extremo del grupo de colinas de sedimentos glaciales que progresa ampliamente por el centro de la zona norte.

CAPITULO 6 CONCLUSION

CAPITULO 6 CONCLUSION

6-1 Interpretación fotogeológica

Se estudiaron 511 ojas de aerofotografías (escala 1:50,000) cubriendo una extensión de 17.850 Km², en la Patagonia argentina, se preparó los mapas de análisis fotogeológicos provisionales. Estos mapas arriba descritos cuando se compara con la investigación de geología superficie reveló que geología y estructura geológica mas exacto.

Generalmente en caso de el estudio de la interpretación fotogeológica con geología y estructura geológica tiene una gran ventaja de reunir se en poco tiempo y opinion unificada, comparar con investigación de geología superficie en área grande.

El mapa obtenido para el análisis fotogeológico es el mostrado en el PL. 4-1 al 3. A continuación se destacan algunos puntos de dicho análisis (no obtenibles por otros medios).

- (1) En toda la área estudiada aparecen regiones montañosas escarpadas y de difícil acceso y numerosas intrusivas ácidas
- (2) En la zona semidesértica se separaron considerables zonas de alteración mineralizada, aparte de las ya conocidas.
- (3) Se conoció la formación general del grupo 4 (formación Ventana de la serie eocénica).
- (4) En el grupo Q (sedimentos inconcretos del cuaternario) se reconocen partes difíciles de determinación de las formaciones correctas por el reconocimiento del terreno, debido a su ondulación; tales son las unidades Qm₁, Qm₂ (sedimentos glaciales) y Qsf (sedimentos de derrubios).

6-2 Abstracción de las zonas con posible presencia de recursos minerales

Las zonas de alteración mineralizada de esta área se tratan de mineralizaciones alteradas con diseminaciones de cobre, plomo y molibdeno con filones de cobre, plomo, zinc, oro, plata (fuera de la área reconocida, yacimiento Huemules) formados en la parte de contacto de las lavas andesíticas o rocas piroclásticas del mismo tipo, pertenecientes al grupo Lago La Plata del jurásico, o la formación Ventana del terciario, con las intrusivas ácidas intermedias y sus alrededores.

Estas mineralizaciones alteradas son yacimientos de cobre porfirítico, siendo el más representativo de ellos Caquel, formado en la superficie del sector central.

Como ya se comentó, basandose en la distribución de las intrusivas reconocidas por la interpretación geológica de las aerofotografías, los datos del análisis de las muestras de minerales, coleccionadas en la zona de mineralización alterada y de las zonas de anomalía de las prospecciones geoquímicas, se seleccionaron los siguientes sitios para futuras y prometedoras prospecciones.

- (1) Zona de alteración mineralizada desde Condorcanqui a Cerro Cohiue (200 Km² aprox.)
- (2) Zona de alteración mineralizada de Caquel y alrededores (300 Km² aprox.)
- (3) Formación La Cautiva al noroeste de Esquel y zona en progresión de rocas volcánicas del jurásico y "stock" de granito (250 Km² aprox.)

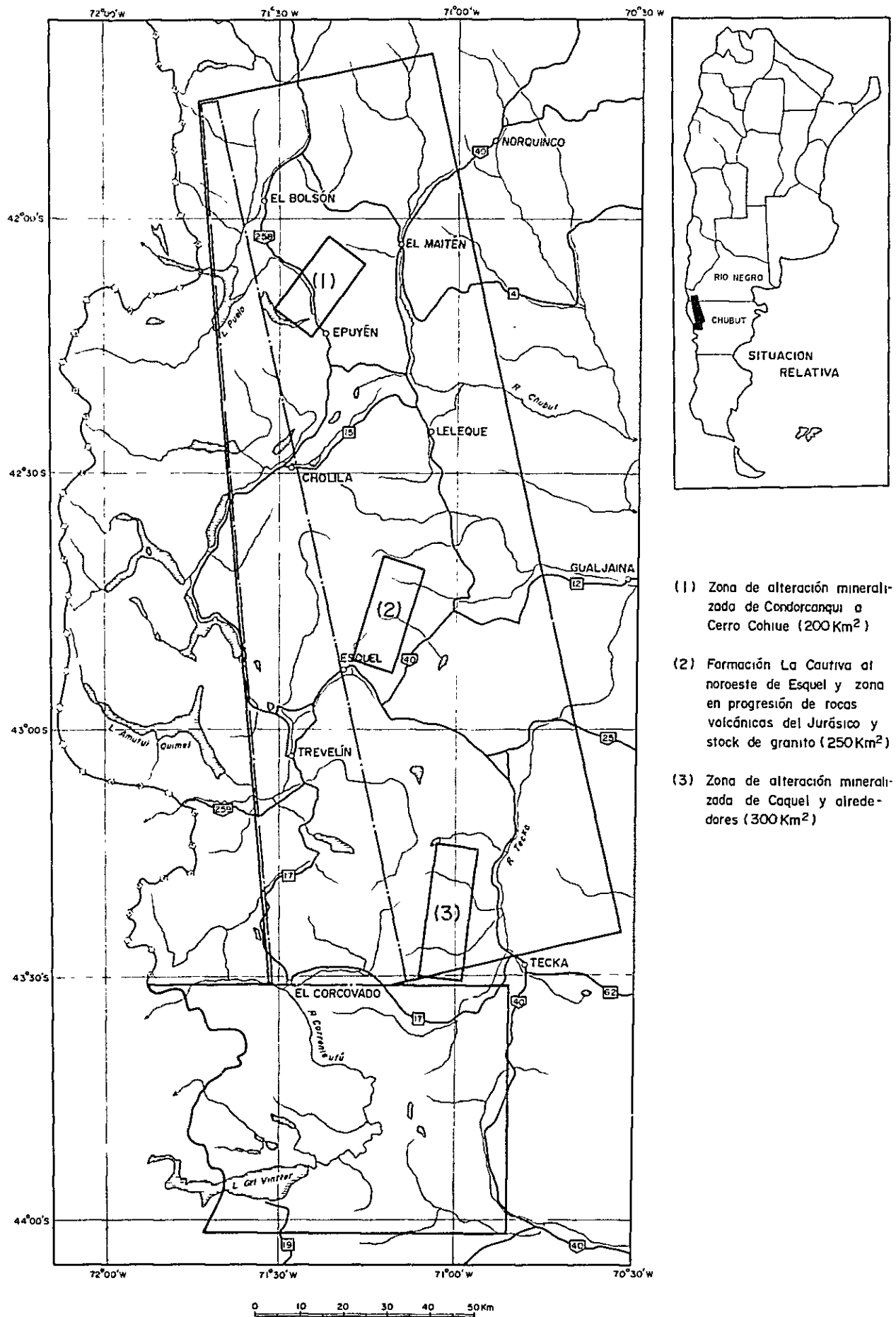


Fig.21 AREAS DEL RECOMENDACION PARA EXPLORACION DETALLE

Tabla 12. LAS ZONAS DE ALTERACION MINERALIZADA DEL AREA ESTUDIADA

Nombre de Zona	Ubicación	Geología	Mineralización	Tipo	Tamaño de Zona	Edad
Condorcanqui	42°08'S 71°20'W	F. Piltriquitrón (Esquistos, Grauvaca) F. Ventana (Andesita) Granodiorita (Cretácico posterior)	Minerales primarios: calcopirita, bornita Minerales secundarios: calcosina, malaquita, azurita cuprita Alteración: epidota, kaolín, clorita calcita, óxidos de hierro	Manto (?) Reservas 134.380 t Leyes 1% Cu 58 g/t Ag 5,6 g/t Au	1 km x 1 km Espesor promedio 7,5 m	Terciario
Cerro Cohue	42°09'S 71°20'W	F. Piltriquitrón F. Ventana Granodiorita } Cretácico posterior Tonalita } Terciario Andesita (dique)	Pirita, malaquita Alteración: epidota, turmalina	Diseminación y Veta	2 km x 2 km	Terciario
Nahuel Pan	42°55'S 71°18'W	F. Esquel (Grauvaca, Conglomerado, Fangolita negra) F. Ventana (Andesita) Riolita (dique)	Calcopirita, galena, blenda Alteración: kaolinita	Veta y Diseminación	2 km x 3 km Veta ancho: 30~100 cm extensión: 50~100 m	Terciario
Caquel	43°16'S 71°00'W	G. Coyhaique (?) (Andesita) Granodiorita } Cretácico posterior Pórfido } dacítico }	Minerales primarios: calcopirita, molibdenita Minerales secundarios: malaquita, calcosina, covelina Alteración: sericita	Diseminación	2 km x 2 km	Cretácico
Cerro Colorado	43°40'S 71°30'W	G. Lago La Plata (Andesita) Granodiorita (Cretácico posterior)	Pirita, siderita Alteración: sericita, cuarzo	Diseminación	2 km x 2 km	Cretácico posterior
Cerro Riñón	43°59'S 71°38'W	G. Lago La Plata (Andesita y Toba andesítica) Rocas graníticas, Pórfido	Pirita, calcopirita, molibdenita Alteración: sericita, cuarzo epidota	Diseminación	2 km x 5 km	Cretácico posterior
Cerro Herrero	43°45'S 71°33'W	G. Lago La Plata (Andesita) Tonalita, Granodiorita	Pirita Alteración: sericita, cuarzo	Diseminación	1 km x 2 km	Cretácico

Tabla 13. OBSERVACION MICROSCOPICA DE MINERALES

Número de Muestra	Ubicación	Minerales Constituyentes										
		ep	co	cc	bo	ma	bl	pi	po	he	mg	hi-Fe
RN-13	18 Km SSE de El Matén	•						•	•			
RN-18	Cerro Cohue	•		•		•?		○				
RN-20	id	•						•			•	
RN-21	id							•	•			
RN-42	12 Km NO de Condorcanqui	•						•			•	
RN-45	9 Km NO de Condorcanqui							•				•
RN-48	2 Km N de Condorcanqui	•						•	•			
RN-50	4 Km S de Condorcanqui							•				
RN-52	id							•				
RN-54	id							•				•
RN-56	Condorcanqui	•		•				•				
RN-57	id	•	•	•	•							
RN-58	id		•	○	•							
RN-59	id	•		•				○				
RN-60	Cerro Cohue							○				
RN-61	id	•						•				
RN-64	id	•						•				
RN-65	id							○				
RN-66	id	•						•				
RN-67	id							⊙				•
RC-21	2 Km E de Lago Cronómetro	•						○				
RC-27	Caquel									•	•	
RC-31	id		•				⊙			•		•
RC-32	id		•				○	•		○		•
RC-36	id		•	•			⊙					•
RC-37	id		•	•			⊙					•
RC-38	id						○			•?		•
RC-42	id						○			•?		•
RC-43	id	•						•	•			

Tabla 13. OBSERVACION MICROSCOPICA DE MINERALES

Número de Muestra	Ubicación	Minerales Constituyentes										
		cp	co	cc	bo	ma	bl	pi	po	he	mg	hi-Fe
RC-45	Caquel							○		●	●	
SM-1	id											●*
SM-2	id									●		●*
SM-3-1	id	●										○
SM-3-2	id									●		○
SM-4	id							○				●
RS-31	10 Km NO de Estancia Colorado							●				
RS-50	Cerro Colorado							○				●?
RS-53	id							○				
RS-59	Cerro Herrero	●						○				
RS-62	id							○				●?
RS-63	id							○				
RS-68	Cerro Riñon											●
RS-69	id									●?		●
RS-70	id											●
RS-72	id											●
RS-73	id							●				●
RS-89	Cerro Colorado							○				●
RS-90	id							●				●
RS-91	id							○				
RS-92	id							●				●

Leyenda

- ◎ abundancia
- medio
- pequeña cantidad
- ? incierto
- * pequeña cantidad de hierro y titanio-óxidos

Abreviaciones

- cp : calcopirita
- co : covelina
- cc : calcocina
- bo : bornita
- ma : malaquita
- bl : blenda
- pi : pirita
- po : pirrotina
- hi-Fe : hierro hidróxido
- he : hematita
- mg : magnetita

Tabla 14. RESULTADO DE ANALISIS POR RAYOS-X

Número de Muestra	Minerales Constituyentes											Particularidad
	mo	se	cl	k	la	p	ca	do	cz	pl	pi	
XN-1			•		•				⊙			
XN-4			○		•?				○	○		
XN-5	•?						○		⊙	•		
XN-7			•		○	○?		•	○	•		
RC-18				○					⊙		•	
RC-28		•							○	○		
RC-35		○*							⊙			* 2M ₁
RS-52		•	•						○		•	fundamento alto
RS-64		•	•						○	•	•	rd
RS-74		•**							⊙			** 2M ₁

Leyenda

- ⊙ abundancia
- común
- escaso
- ? incierto

Abreviaciones

- mo : montmorillonita
- se : sericita
- cl : clorita
- k : kaolinita
- la : laumontita
- p : pirofilita
- ca : calcita
- do : dolomita
- cz : cuarzo
- pl : plagioclasa
- pi : pirita

Condición de Difracción Rayos-X

- Blanco - Filtro : Cu - Ni
- Voltaje - Corriente : 35 kV - 15 mA
- Velocidad Barrida : 4°/min
(XN-7 2°/min)
- Constante de Tiempo : 2 sec
- Serie de Raja : 1° - 0,15 mm - 1°
- Velocidad de Carta : 4 cm/min
(XN-7 2 cm/min)
- Cuenta Llena Escala : 800 cps

Tabla 15. RESULTADO DEL ANALISIS QUIMICO DE MINERALES

Elementos Nº de muestra	Cu %/ppm	Mo ppm	Pb ppm	Zn ppm	S %	Ag ppm	Au ppm
RN-13	210 ppm	1	10	40	0,27	<0,3	<0,1
RN-18	2700 ppm	3	42	290	0,84	2,7	<0,1
RN-20	360 ppm	2	16	70	0,36	<0,3	<0,1
RN-21	129 ppm	1	10	41	0,34	<0,3	<0,1
RN-42	300 ppm	1	18	94	1,01	1,4	0,1
RN-45	205 ppm	1	58	110	0,08	1,0	<0,1
RN-48	265 ppm	3	20	59	0,71	0,6	<0,1
RN-50	70 ppm	1	82	58	0,57	1,0	<0,1
RN-52	64 ppm	1	6	87	0,55	<0,3	<0,1
RN-54	39 ppm	2	22	42	0,38	6,8	<0,1
RN-56	1,13%	2	220	220	0,16	1,4	0,1
RN-57	1,80%	2	15	120	0,36	4,8	0,1
RN-58	3,85%	1	7	98	0,73	11,6	0,1
RN-59	780 ppm	1	4	76	0,36	<0,3	<0,1
RN-60	265 ppm	2	7	53	3,64	0,6	<0,1
RN-61	174 ppm	1	15	114	0,81	<0,3	<0,1
RN-64	148 ppm	1	31	990	0,18	<0,3	<0,1
RN-65	69 ppm	2	9	82	1,49	<0,3	<0,1
RN-66	182 ppm	3	13	60	1,74	<0,3	<0,1
RN-67	28 ppm	2	163	84	2,23	1,4	<0,1
RC-21	60 ppm	2	38	90	4,20	0,6	0,1
RC-27	87 ppm	1	24	73	0,10	0,6	0,1
RC-33	32 ppm	6	20	46	0,03	<0,3	<0,1
RC-34	24 ppm	4	11	44	0,02	<0,3	<0,1
RC-39	83 ppm	11	2	33	0,03	<0,3	<0,1
RC-40	1000 ppm	10	1	30	0,03	<0,3	<0,1
RC-41	240 ppm	17	3	38	0,02	<0,3	<0,1
RC-42	14,2%	16	24	30	0,12	3,4	<0,1
RC-44	1700 ppm	2	4	90	0,24	0,6	<0,1
RC-45	310 ppm	1	7	53	4,40	<0,3	<0,1
SM-1	43 ppm	7	9	12	0,18	<0,3	<0,1
SM-2	109 ppm	2	7	38	0,04	<0,3	<0,1
SM-3-1	3550 ppm	95	6	34	0,02	1,4	0,1
SM-3-2	5,40%	44	2	130	0,04	8,9	0,2
SM-4	800 ppm	150	21	39	0,21	<0,3	<0,1
RS-31	47 ppm	1	16	80	0,72	<0,3	<0,1
RS-50	42 ppm	4	19	50	3,98	0,3	<0,1
RS-53	31 ppm	2	8	44	4,72	<0,3	<0,1
RS-59	32 ppm	2	16	84	1,18	<0,3	<0,1
RS-62	43 ppm	1	32	80	2,83	<0,3	<0,1
RS-63	71 ppm	2	52	58	3,04	<0,3	<0,1
RS-68	108 ppm	1	120	84	0,09	1,4	<0,1
RS-69	45 ppm	1	20	30	0,03	0,6	<0,1
RS-70	23 ppm	1	29	30	0,04	<0,3	<0,1
RS-72	76 ppm	2	14	44	0,04	0,6	<0,1
RS-73	32 ppm	1	17	44	0,04	<0,3	<0,1
RS-89	20 ppm	1	24	25	3,61	<0,3	<0,1
RS-90	23 ppm	1	25	20	1,58	<0,3	<0,1
RS-91	19 ppm	1	18	20	5,14	<0,3	<0,1
RS-92	16 ppm	2	60	34	2,15	<0,3	<0,1

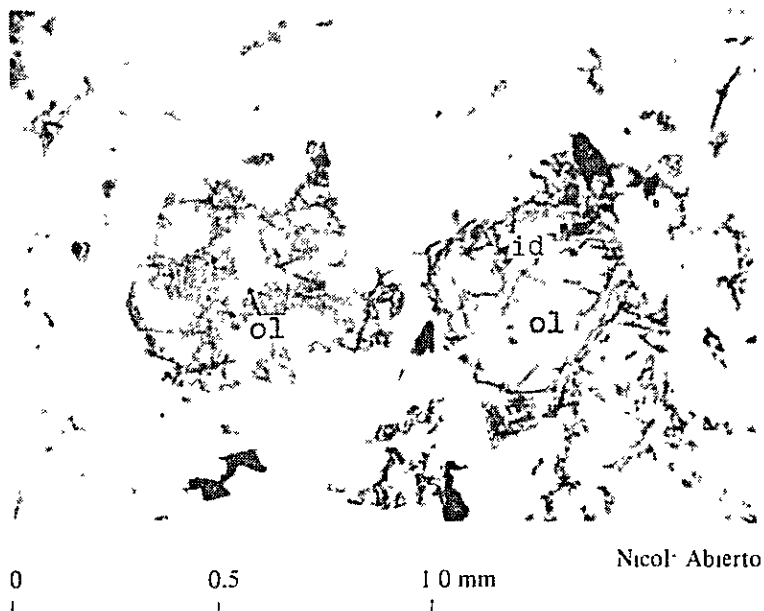
LISTA BIBLIOGRAFICA

1. ARCHER, A.R. and MAIN, C.A. (1971): Casino, Yukon – A Geochemical discovery of an unglaciated Arizona-type porphyry. *Geochemical Exploration Special Vol. 11*, 1971.
2. BLOOM, H. (1966): Geochemical Exploration as applied to copper-molybdenum deposits. *Geology of the porphyry copper deposits southwestern North America*, 1966.
3. CAZAU, L.B. (1980): Cuenca de Ñirihuau-Ñorquinco-Cushamen. Segundo simposio de geología regional Argentina. *Acad. Nac. de Cienc., Cordoba, Vol. II*, 1149 ~ 1171
4. CHEBLI, G.A., NAKAYAMA, C. y SCIUTTO, J.C. (1978): Mapa geológico de la provincia del Chubut, VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén (9-15 abril, 1978) *Actas I*, 639 ~ 655.
5. FRANCHI, M.R. y PAGE, R.F.N. (1980): Los basaltos Cretácicos y la evolución magmática del Chubut occidental. *Asociación Geológica Argentina, Revista, XXXV (2)*, 208 ~ 229.
6. GABALDON, V. y LIZUAIN, A. (1982): Estratigrafía y sedimentología del Liasico del noroeste del Chubut, Argentina Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina. *Actas II*, 509 ~ 526.
7. GEOFFROY, J.D. and WIGNAL, T.K. (1972): A statistical study of geological characteristics of porphyry-copper-molybdenum deposits in the Cordilleran belt – Application to the rating of porphyry prospects. *Econ. Geol., Vol. 67*, 1972, 656 ~ 668.
8. GONZALEZ, B.F. (1944): Descripción geológica y petrográfica de la hoja 41b – Río Foyel (territ., Río Negro) *Diri Miro., Geol. e Hidrol, Bs. As., Bol. 56*.
9. GONZALEZ, B.F. (1973): Geología del área entre San Carlos de Bariloche y Liao-Liao, provincia de Río Negro. *Fundación Bariloche, Publ. Deparf. Recursos Nat. y Energía No. 16*, S.C. de Bariloche
10. GONZALEZ, D.E.F. y NULLO, F.E. (1980): Cordillera Neuquina. Segundo simposio de geología regional Argentina, *Acad. Nac. de Cienc., Cordoba, Vol. II*, 1099 ~ 1147.
11. HOLLISTER, V.F. (1978): *Geology of the porphyry copper deposits of the western hemisphere. Society of Mining Engineers.*
12. ISHIHARA, S. and TERASHIMA, S. (1977): Los contenidos de Sn de granitos en Japón y sus significaciones en la actividad de granito Cretácico (en Japonés). *Revista de Sociedad Geologica de Japón*, 83, 657 ~ 664.
13. ISHIHARA, S. and ULRIKSEN, C.E. (1980): The magnetite-series and ilmenite-series granitoids in Chile. *Mining Geology*, 30 (3), 183 ~ 190.
14. ISHIHARA, S. (1981): The granitoid series and mineralization. *Econ. Geol., 75th anniversary*, 1981, 458 ~ 484.
15. LIZUAIN, A.F. (1980): Las formaciones Suprapaleozoicas y Jurásicas de la Cordillera Patagónica, provincias de Río Negro y Chubut. *Asoc. Geol. Arg. Rev., XXXV (2)*, 174 ~ 182.
16. LIZUAIN, A.F. (1981): Características y edad del plutonismo en los alrededores del Lago Puelo, provincia del Chubut. VIII Congreso Geológico Argentino, San Luis (20-26 setiembre, 1981), *Actas III*, 607 ~ 616.

17. NULLO, F.E. (1978): Descripción geológica de la hoja 41d, Lipetren, provincia de Río Negro
Serv. Geol. Nac. Boletín No. 158, Bs. As.
18. ORGANIZACION MINERA METALICA DEL JAPON, SECRETARIA DE ESTADO DE MINERIA
(S.E.M.) (1982): Informe de estudios basicos sobre la exploración de recursos minerales en la
zona Patagónica de la Republica Argentina (primera etapa).
19. PESCE, A.H., (1978): Estratigrafía de la Cordillera Patagónica entre los de 43°30' y 44° de latitud sur y
sus áreas mineralizadas. VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén., '78, Actas, I,
257 ~ 270.
20. PESCE, A.H., (1979). *El plutonismo del Cretácico Superior y sus relaciones con las zonas de alteración
hidrotermal en el tramo medio de la Cordillera Patagónica, Republica Argentina. II
Congreso Latino Americano, Trinidad y Tobago, 1 ~ 25.*
21. ROTH, S. (1899): Apuntes sobre la geología y la paleontología de los territorios de Río Negro y Neuquén
Rev. Mus. La Plata, 9, 143 ~ 197.
22. SILLITOE, R.H. (1976): Permo-Carboniferous, Upper Cretaceous, and Miocene porphyry copper-type
mineralization in the Argentinian Andes. *Econ. Geol.*, Vol. 72, 1977, 99 ~ 109.
23. STIPANICIC, P., RODRIGO, F., BAULIES, O.L y MARTINEZ, C.G. (1968) Las formaciones
Presenonianas en el denominado Macizo Norpatagónico y regiones adyacentes. *Asoc. Geol.
Arg. Rev.*, XXXIII (2), 67 ~ 98, Bs. As.
24. TISHENDORF, G (1977): Geochemical and petrographic characteristics of silicic magmatic rocks
associated with rare-element mineralization. In metallization associated with acid magmatism
(STEMPROK, M. BURNOL, L. and TISCHENDORF, G. eds). *Geol Surv. Praha*,
Vol. 2, 41 ~ 96.
25. TITLEY, S R. and BEANE, R.E. (1981): Porphyry copper deposits part I. Geologic settings, petrology,
and tectogenesis. *Econ. Geol.*, 75th anniversary 1981, 214 ~ 269.
26. TOUBES, R.O. y SPIKERMANN, J.P. (1973): Algunas edades K – Ar y Rb – Sr de la Cordillera
Patagónica entre los paralelos 40° y 44° de latitud sur. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, XXVIII, 4,
382 ~ 396.
27. VERA, M.C. (1980): Geología de la region comprendida entre los altos de Quichaura y la sierra del
Cañadón Calfo. Langaiño, provincia del Chubut. Univ. Bs. As., Fac. Cienc. Exac. y Nat Trabajo
final de licenciatura. Informe inédito.
28. VOLKHEIMER, W., (1964): Estratigrafía de la zona extrandina del departamento de Cushamen (Chubut)
entre los paralelos 42° y 42°30' y los meridianos 70° y 71°. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* XIX (2),
85 ~ 107, Buenos Aires.

APENDICE

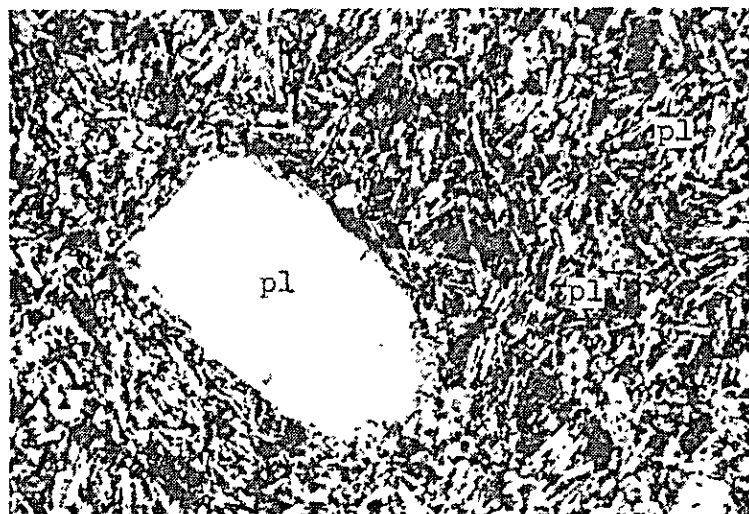
APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



Nicol: Cruzado

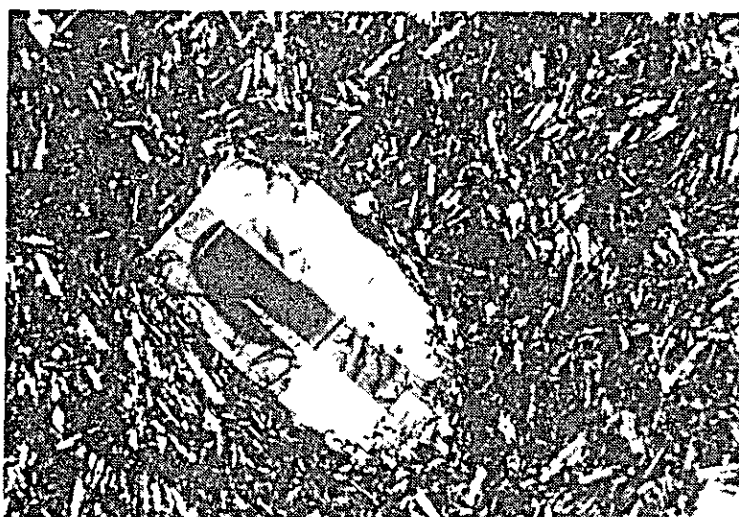
N° de Muestra RN-7
Roca Dolerita
pl : plagioclasa ol . olivina
id . idingsita

APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



0 0.5 1.0 mm

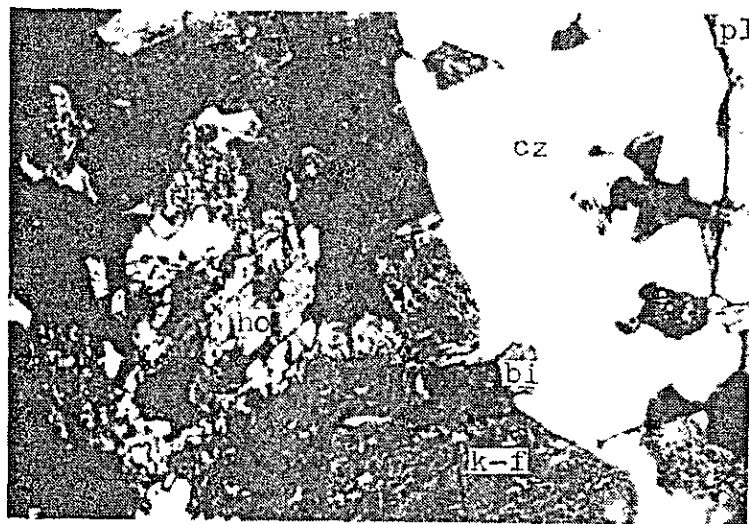
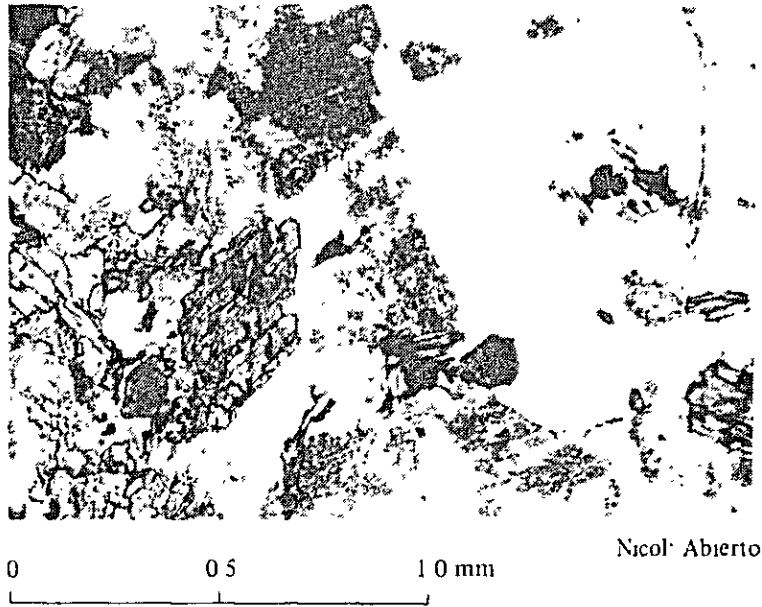
Nicol: Abierto



Nicol: Cruzado

Nº de Muestra : RN-14
Roca : Andesita piroxeno
pl : plagioclasa

APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



Nicol: Cruzado

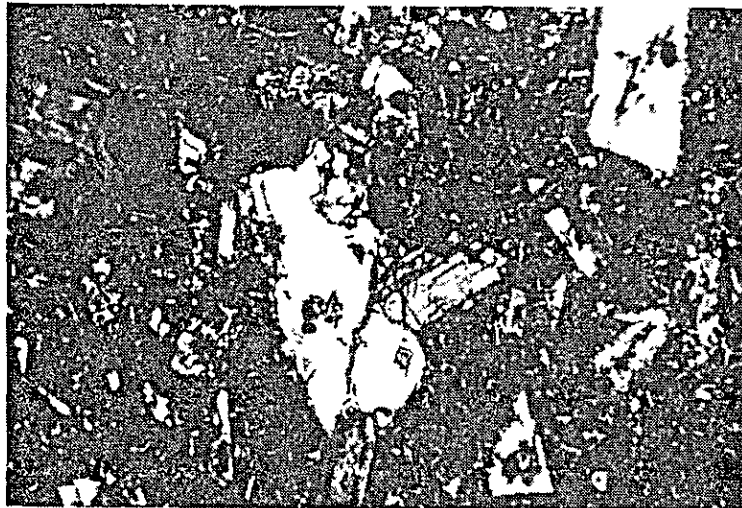
Nº de Muestra RN-30
Roca : Granodiorita
cz : cuarzo k-f : feldespato potácico
pl : plagioclasa bi : biotita
ho : hornblenda

APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



0 0.5 1.0 mm

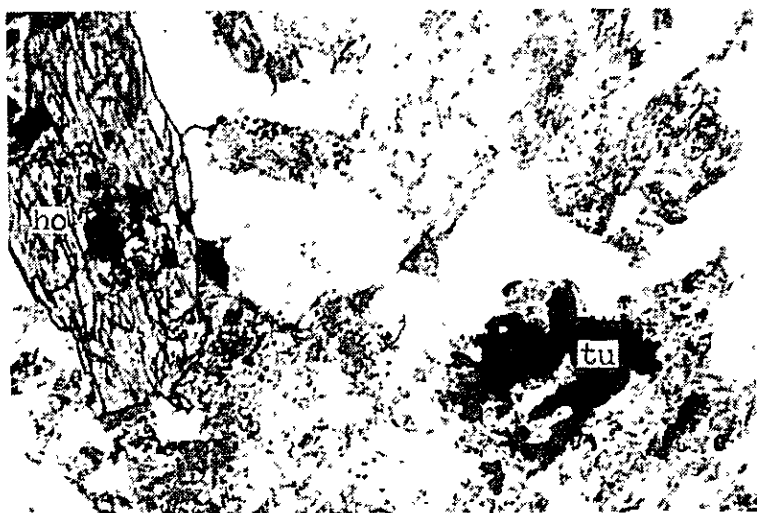
Nicol. Abierto



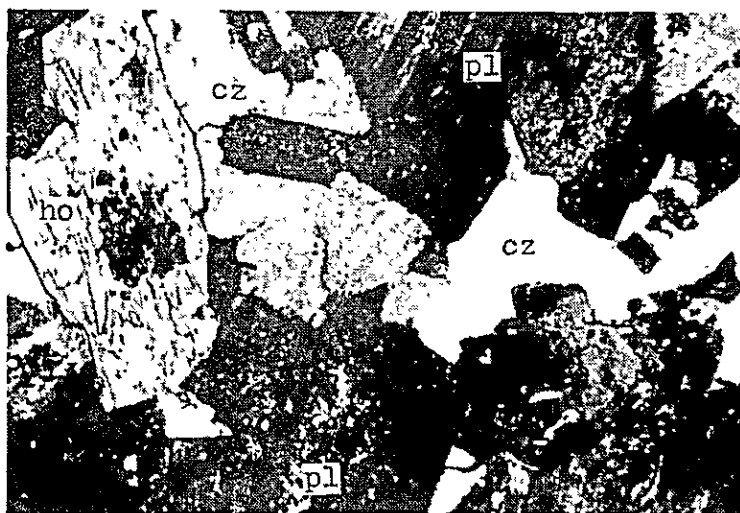
Nicol: Cruzado

N° de Muestra . RC-6
Roca . Andesita piroxeno
pl . plagioclasa au . augita
Fe . Fe-mineral cl . clorita

APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



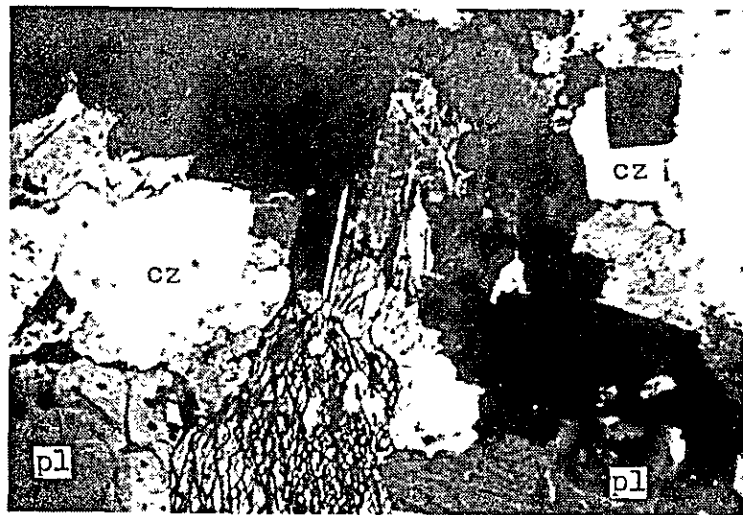
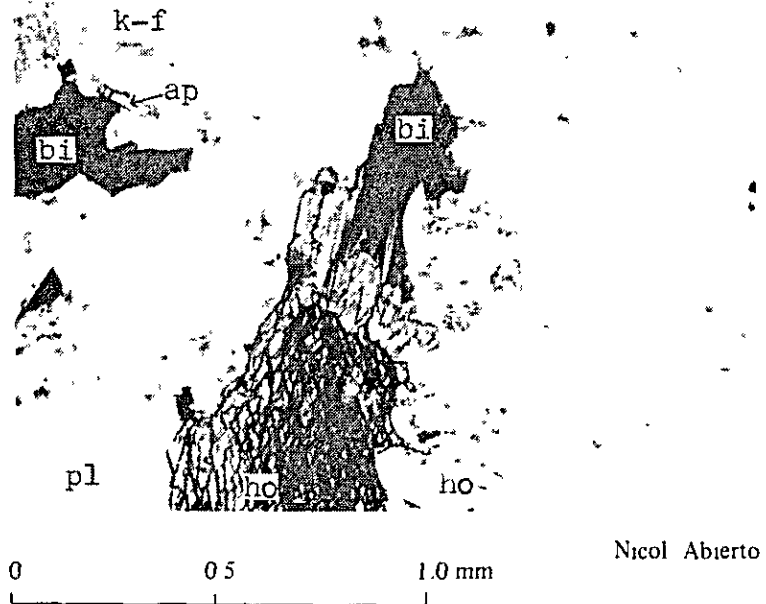
0 0.5 1.0 mm Nicol Abierto



Nicol: Cruzado

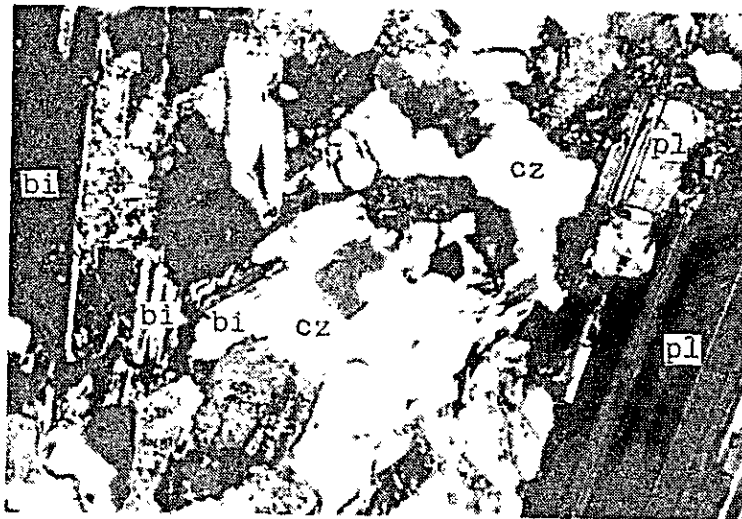
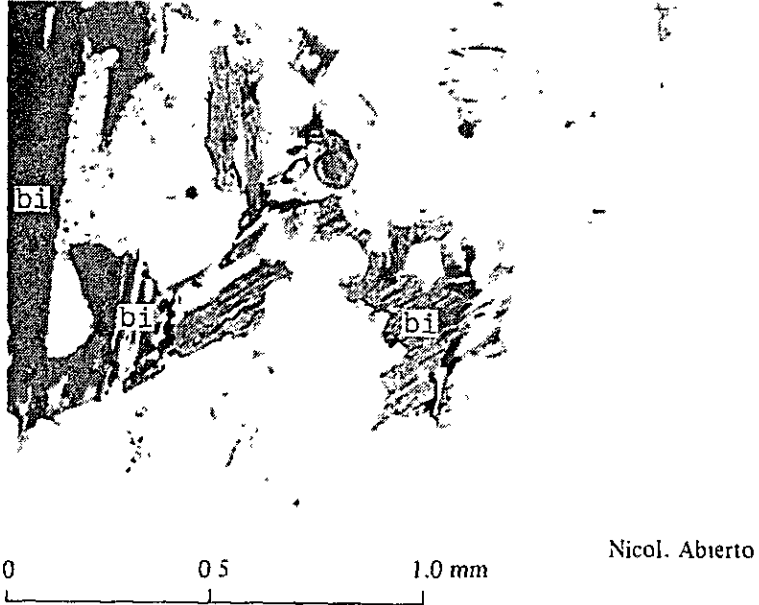
N° de Muestra : RC-19
 Roca . Diorita cuarzosa
 cz : cuarzo pl plagioclasa
 ho hornblenda tu . turmalina

APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



Nº de Muestra : RC-23
 Roca Granodiorita
 cz : cuarzo k-f feldspato potácico
 pl : plagioclasa bi biotita
 ho hornblenda ap apatita

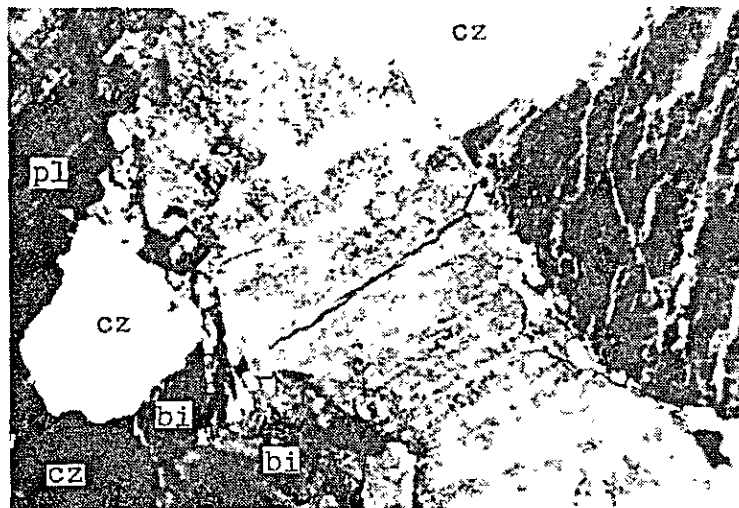
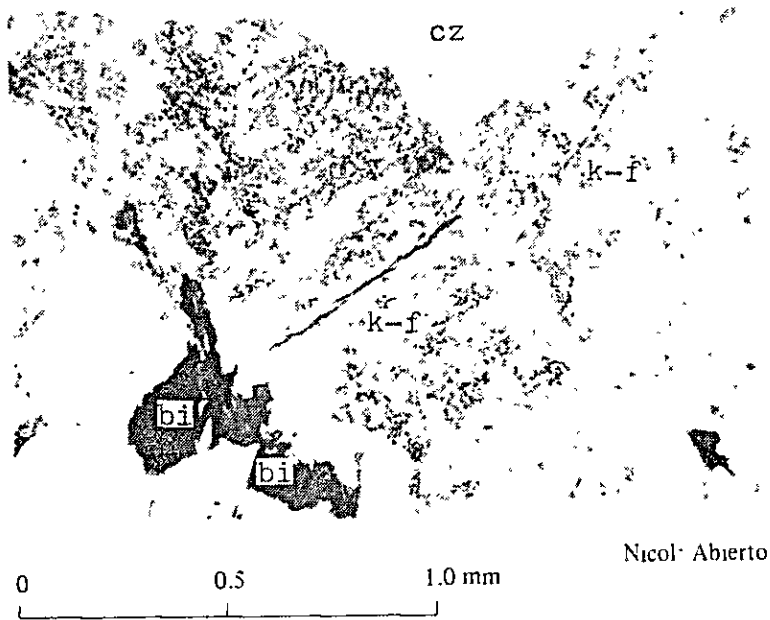
APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



Nicol: Cruzado

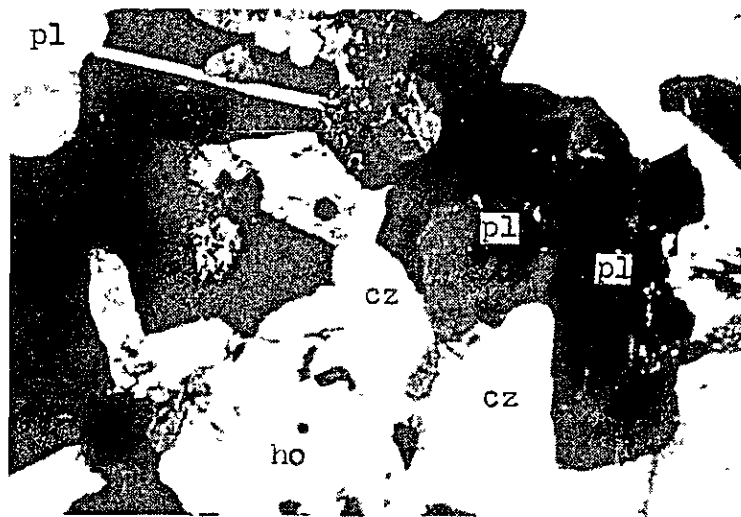
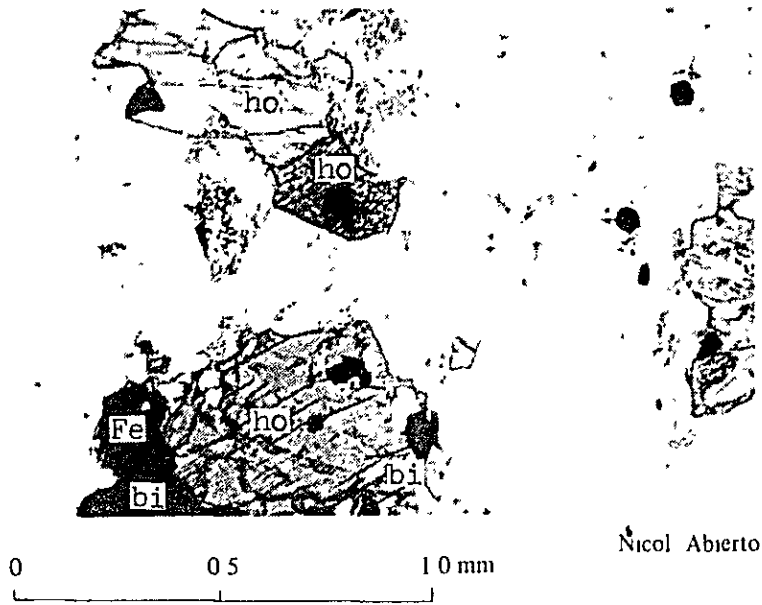
N° de Muestra . RC-26
Roca : Granodiorita
cz cuarzo pl · plagioclusa
bi · biotita

APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



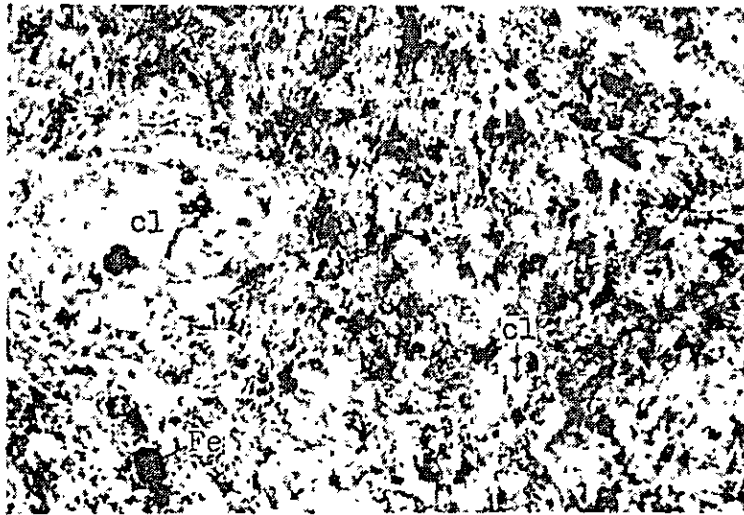
N° de Muestra : RS-24
 Roca : Granito biotita
 cz : cuarzo k-f feldspato potásico
 pl : plagioclasa bi biotita

APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



Nº de Muestra . RS-43
 Roca . Granodiorita
 cz cuarzo pl plagioclasa
 bi biotita ho hornblenda
 Fe: Fe-mineral

APENDICE 1 MICROFOTOGRAFIAS DE ROCAS



0 0.5 1.0 mm

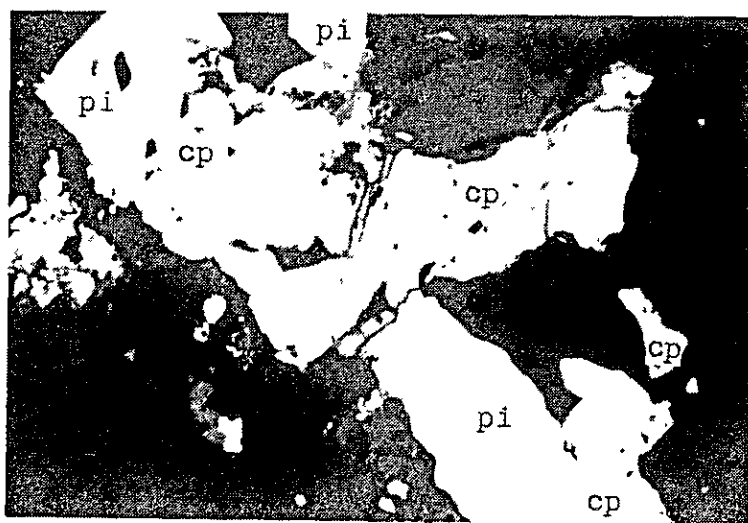
Nicol. Abierto



Nicol Cruzado

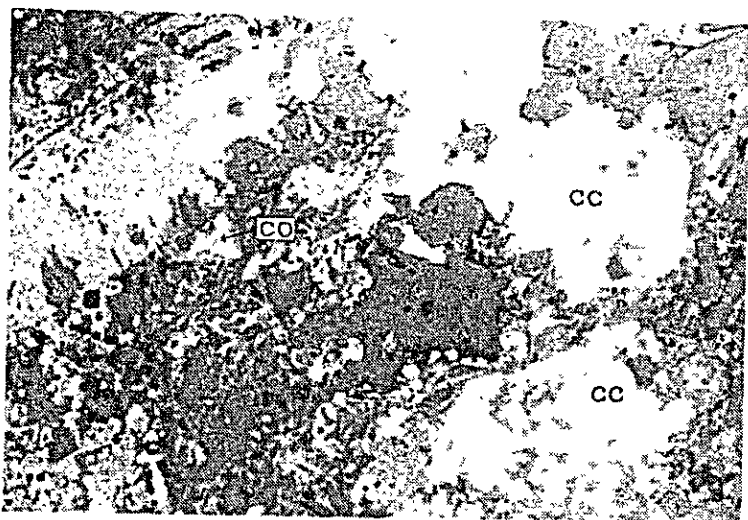
Nº de Muestra . RS-67
Roca . Andesita traquítica
pl . plagioclasa Fe . Fe-mineral
cl . clorita (mineral mafico)

APENDICE 2 MICROFOTOGRAFÍAS DE MINERALES METALÍFEROS



0 0.1 0.2 0.3 mm

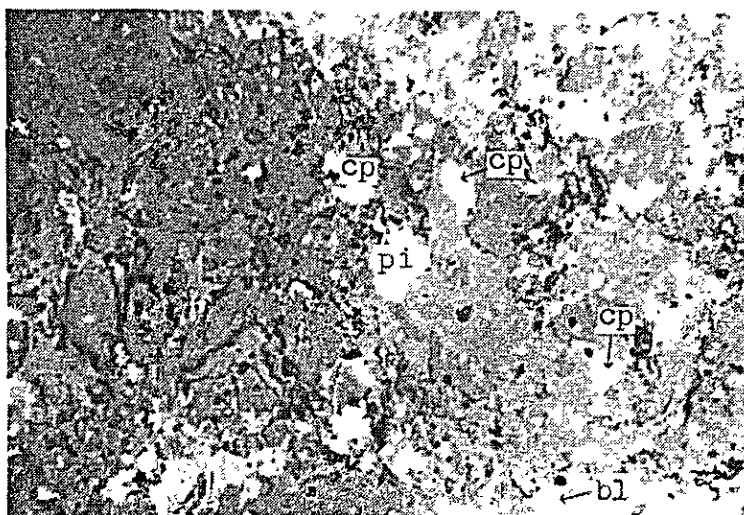
N° de Muestra . RN-18
 Mineral Cu
 Nicol Abierto
 cp : calcopirita pi . pirita



0 0.1 0.2 0.3 mm

N° de Muestra RN-58
 Mineral : Cu
 Nicol : Abierto
 co . covelina cc calcocina

APENDICE 2 MICROFOTOGRAFIAS DE MINERALES METALIFEROS



0 0.1 0.2 0.3 mm

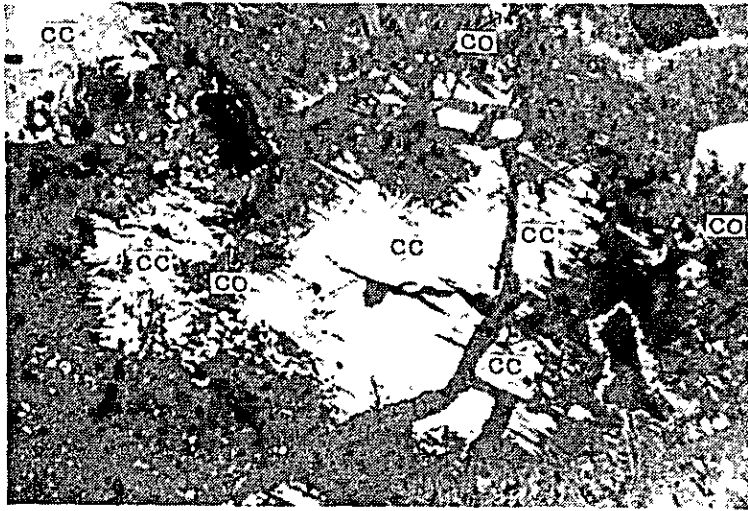
Nº de Muestra RN-64
 Mineral : Cu-Zn
 Nicol : Abierto
 cp . calcopirita bl blenda pi : pirita



0 0.1 0.2 0.3 mm

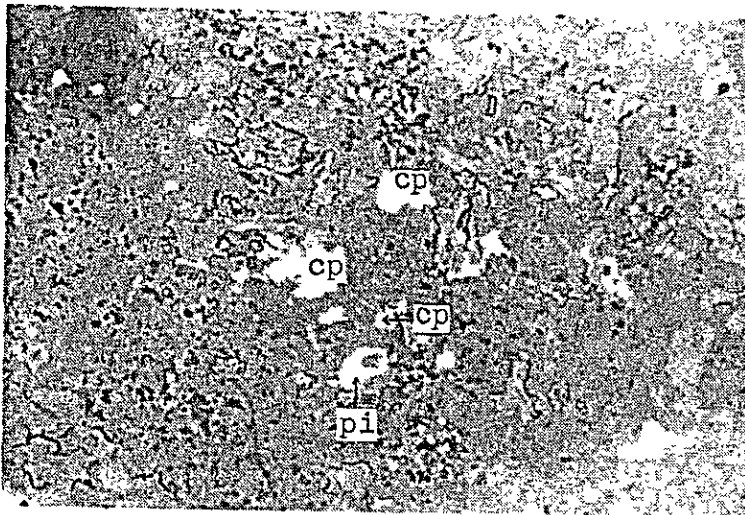
Nº de Muestra : RC-32
 Mineral Cu
 Nicol . Abierto
 co . covelina ma . malaquita hi-Fe : hierro hidróxido

APENDICE 2 MICROFOTOGRAFIAS DE MINERALES METALIFEROS



0 0.1 0.2 0.3 mm

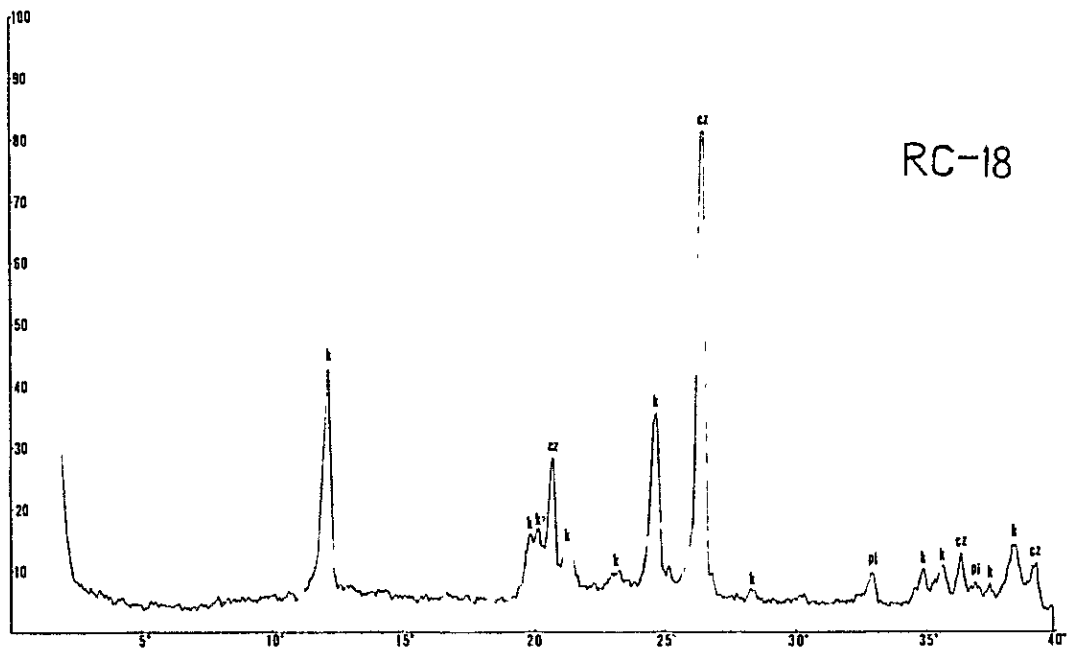
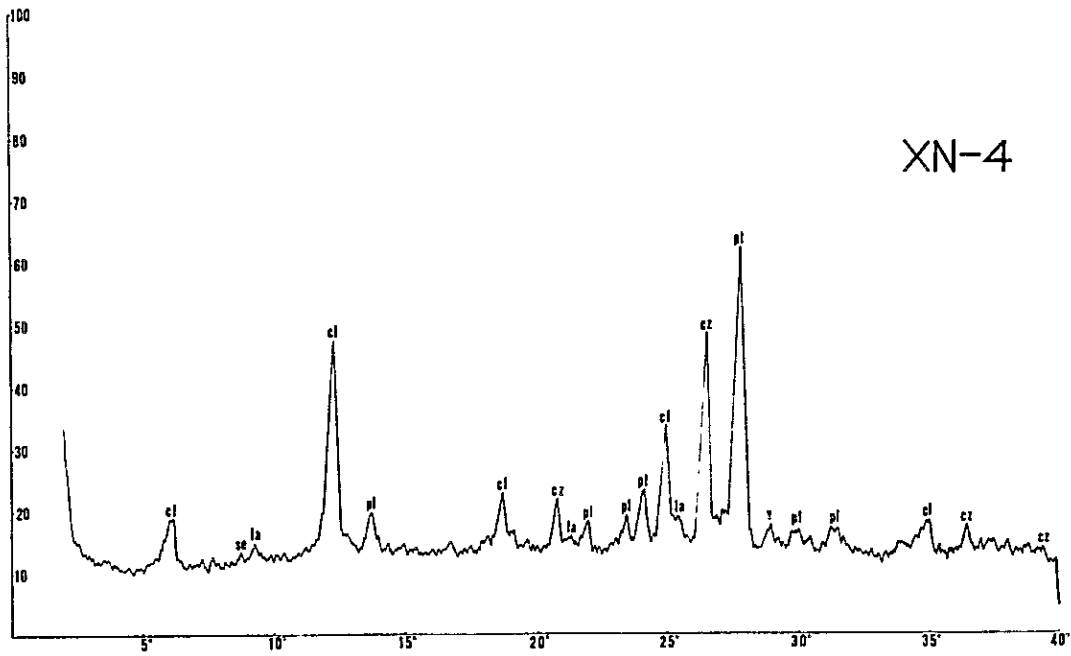
Nº de Muestra RC-37
 Mineral . Cu
 Nicol : Abierto
 co . covelina cc . calcocina



0 0.1 0.2 0.3 mm

Nº de Muestra RC-43
 Mineral Cu
 Nicol Abierto
 cp : calcopirita pi : pirita

APENDICE 3 RESULTADO DE ANALISIS POR RAYOS-X



APENDICE 3 RESULTADO DE ANALISIS POR RAYOS-X

