

NUEVOS APORTES A LA PETROLOGÍA DEL VOLCANISMO DE ARCO (TERCIARIO INFERIOR) EN LA REGIÓN DE PARAMILLOS NORTE, PROVINCIA DE MENDOZA, ARGENTINA

Carrasquero, Silvia Irene

Instituto de Recursos Minerales (INREMI)
Facultad de Ciencias Naturales y Museo – UNLP
Calle 64 N° 3 entre 119 y 120
(1900) La Plata, Argentina
silviacarrasquero@yahoo.com.ar

INTRODUCCION

En esta presentación se pretende caracterizar la petrología de la Formación Cerro Redondo, compuesta por rocas efusivas que conforman la roca de caja del pórfiro de Cu-Au Paramillos Norte que forma parte del distrito minero de Paramillos de Uspallata. Este distrito se encuentra en el Departamento Las Heras, Provincia de Mendoza (Argentina) a los $-32^{\circ} 30' S$ y $-69^{\circ} 05' W$, en el sur de la provincia geológica de Precordillera (Fig. 1) y es conocido desde el punto de vista minero desde el siglo XVIII cuando se iniciaron las explotaciones de las vetas del depósito por plomo, plata y zinc (Molina 1788). Entre los años 1963-1966, la Argentina en colaboración con la ONU, desarrolló el denominado "Plan Cordillerano" cuyo objetivo principal era investigar mineralizaciones diseminadas en las provincias de Mendoza, Neuquén y San Juan (Navarro 1972); como resultado inicial de este proyecto, se definieron, entre otras áreas, sectores con pórfiros cupríferos de gran interés minero como "Paramillos Norte", "Paramillos Centro", "Paramillos Sur" y "Oro del Sur" en la provincia de Mendoza.

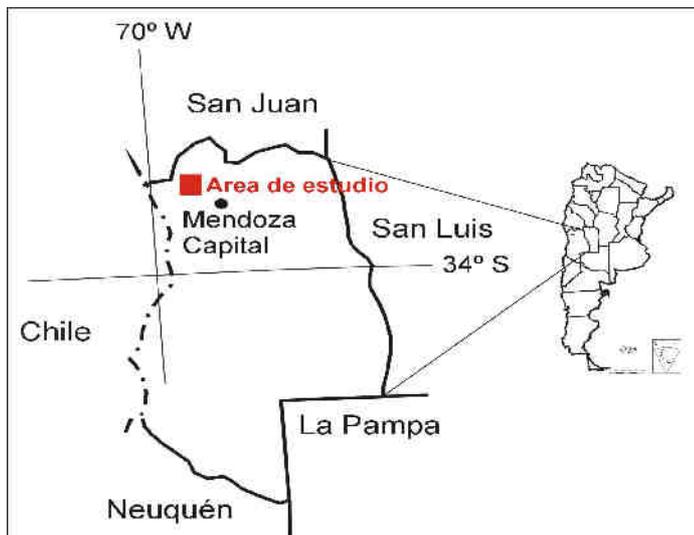


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona en estudio (en rojo).

GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL

Los afloramientos más antiguos de la zona corresponden a la Formación Villavicencio (Devónico-Pérmico) que está compuesta por pizarras, esquistos verdes, filitas, esquistos bandeados y calizas. Cubriendo en discordancia angular se encuentra el Conglomerado de Pircas (Devónico superior), definido inicialmente Harrington (1941), este conglomerado está formado por clastos angulosos de pizarras y areniscas. En discordancia erosiva aflora el Grupo Choiyoi (Llambías et al. 1984) que está constituido por lavas andesíticas, pórfidos cuarcíferos y brechas volcánicas. Atribuido

al magmatismo del ciclo Gondwánico por Llambías et al. (1993), comienza al norte de la Precordillera con secuencias volcánicas calcoalcalinas y evoluciona a asociaciones postorogénicas.

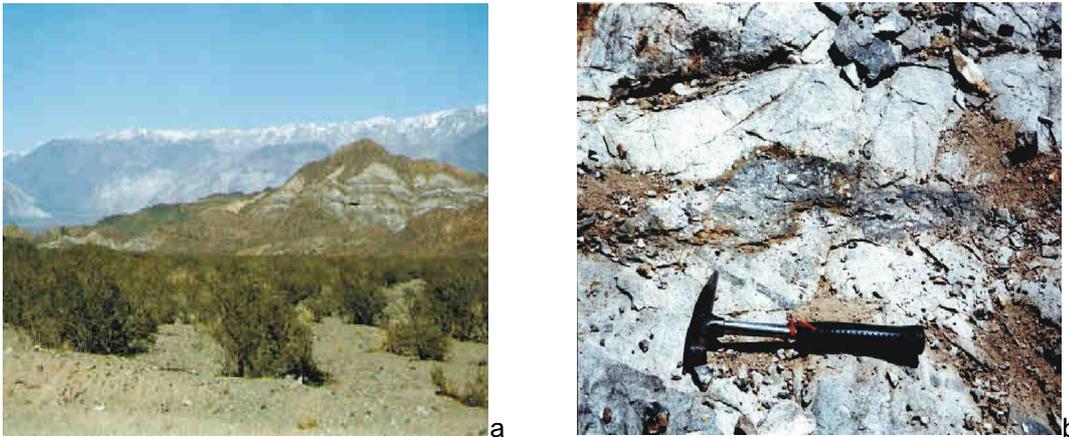


Figura 2. a.- Vista general de la zona en estudio; b.- Se observa el desarrollo de las brechas volcánicas que se encuentran cementadas por magnetita y turmalina formando venillas en un diseño tipo stockwork.

Le sigue el Grupo Uspallata (Triásico Medio a Superior) formado por un conjunto de sedimentitas clásticas compuestas por arenitas finas a limonitas de colores claros con Flora de *Dicroidium*. Intercaladas en las sedimentitas se emplazaron volcanitas como filones-capa de composición tholeítica y coladas de basaltos asignados al Jurásico Medio-Cretácico Inferior (Massabie 1985). Este volcanismo está asociado con la apertura temprana del Océano Atlántico y geoquímicamente presentan características de basaltos de intraplaca tholeíticos a ligeramente alcalinos (Ramos and Kay 1991; Carrasquero 2001).

Por encima de los basaltos ya mencionados se encuentra el Terciario donde se reconoce un volcanismo de arco (Ramos y Nullo, 1993) que se implantó entre los -28 y -33° S alrededor de los 20-21 Ma y que alcanzó su máximo desarrollo hacia los 16 Ma. Esta área está asociada a la geometría de la zona de Benioff-Wadati donde la placa se horizontalizó a partir del Mioceno superior, consecuentemente el volcanismo de arco migró hacia el este a partir de los 15 Ma, llegando hasta las Sierras Pampeanas (Argentina). El volcanismo en Precordillera está compuesto por stocks, filones-capa y diques de composiciones andesíticas y monzodioríticas que se relacionan con las mineralizaciones hidrotermales de la región precordillerana (Lavandaio y Fusari 1986; Kay and Mpodozis 2001).

Este magmatismo se extendió en la provincia de Mendoza por el Cerro Canario, Pampa de los Paramillos, Cordón de San Bartolo, Los Hornillos, Paramillos Norte, Paramillos Centro y Paramillos Sur (Kay et al. 1991; Carrasquero 1999) y se encuentra representado en la zona de estudio por la Formación Cerro Redondo. Esta formación es temporalmente equivalente a la Formación Puesto Uno, cuyo estrato tipo se encuentra en el Cerro Colorado y se compone de rocas ígneas y volcánicas (Massabie et al. 1985).

PETROLOGIA

La Formación Cerro Redondo está conformada por rocas subvolcánicas de composición monzodiorítica a andesítica, de color gris, rosa claro y castaño claro con textura porfírica observándose en algunos casos pasta de grano muy fino. Se debe incluir en esta formación a las brechas magmáticas (Fig. 2) presentes en los cuerpos porfíricos; los clastos presentan composición de tipo diorita augítica, englobados en pórfiros andesíticos con fenocristales de oligoclasa, hornblendas y biotitas que reemplazaron a los piroxenos. (Fig. 3).

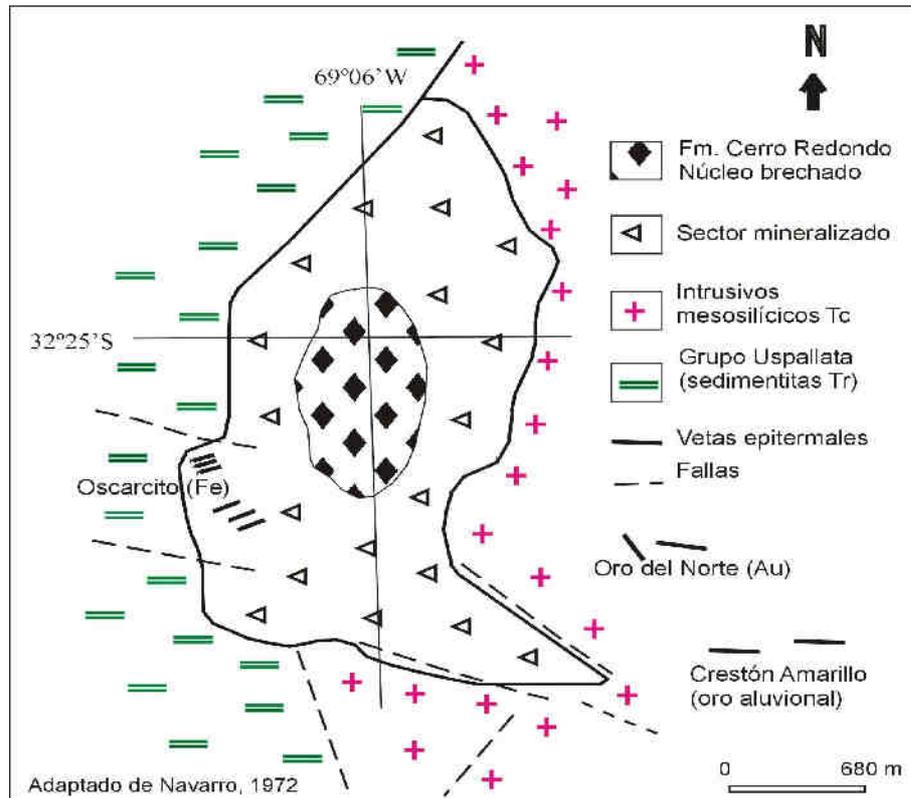


Fig. 2. Detalle de la geología del pórfido "Paramillos Norte" (Cu-Au).

Las rocas de composición monzodiorítica presentan color gris oscuro y textura granuda que pasa a porfiroide cerca de los contactos. Mineralógicamente está compuesta por fenocristales de oligoclasa (An 25-32%) con zonación y fenocristales de augita asociada con biotita y magnetita. La unidad sigue hacia arriba con un grupo de rocas volcánicas con relictos de lava de composición andesítica. Son rocas con textura porfírica en general, aunque hacia el Norte pueden presentar un aspecto afanítico. Al microscopio presentan textura porfírica y relictos de fluidalidad (Fig. 3) con presencia de fenocristales de plagioclasa (oligoclasa) rodeados por tablillas de plagioclasa con rutilo y apatita como accesorios; las plagioclasas se encuentran sericitizadas y argilitizadas y en algunos casos alteradas a calcita; entre los minerales de alteración, además de la sericita, se reconoce clorita y óxidos de hierro, habiéndose identificado en algunos cortes delgados caolinita como producto de la alteración hidrotermal.

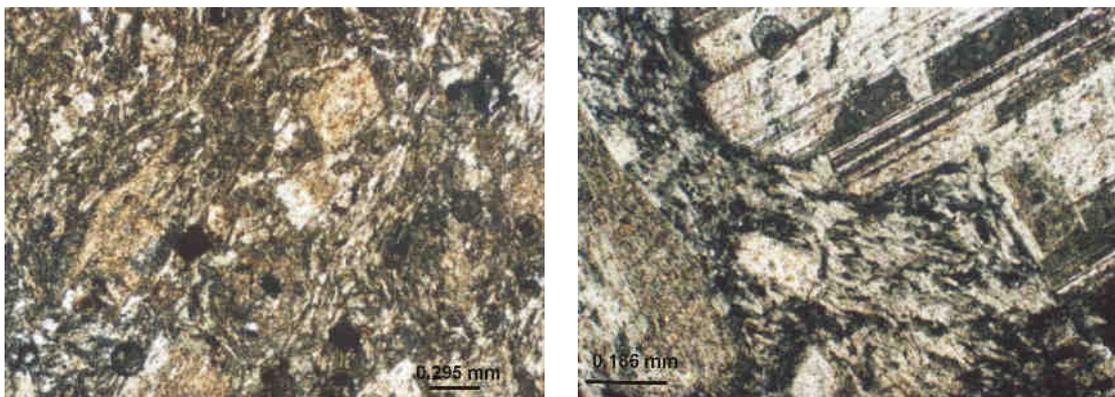


Figura 3. Microfotografías (Nicoles cruzados) de rocas volcánicas andesíticas con relictos de textura fluidal: los fenocristales de plagioclasa se encuentran rodeados de tablillas de plagioclasas.

La brecha magmática presente en el núcleo del pórfido (Fig. 2) es de color blanco amarillento a castaño oscuro; está conformada por clastos andesíticos y monzodioríticos, angulosos a subredondeados de variado tamaño, llegando algunos a superar los 80 cm de largo en su eje mayor. Principalmente los fenocristales de plagioclasa de estas rocas presentan una leve argilitización y sericitización.

GEOQUÍMICA

Las muestras recolectadas en la zona del pórfido cuprífero Paramillos Norte (Tabla 1) son de composición intermedia (59.28 a 62.59 % de SiO₂). Los valores de TiO₂ son moderadamente bajos (0.50-0.67 %), en tanto que los de Al₂O₃, son altos (17.03-19.69%). Cabe aclarar que en esta zona las rocas en estudio en el presente trabajo están afectadas por alteración hidrotermal en distintos grados, lo cual imposibilita obtener muestras frescas para la realización de diagramas de clasificación.

Los valores de MnO son significativamente bajos (0.01-0.07%) lo cual es típico de rocas alteradas y asociadas a pórfiros mineralizados. El comportamiento geoquímico del MnO y el Y permite discriminar entre pórfiros estériles y mineralizados (Baldwin and Pearce 1982) como es el caso de algunos depósitos chilenos del distrito "El Salvador-Potrerillos" en donde se observa que las intrusiones mineralizadas presentan valores bajos en Y y MnO lo cual puede ser explicado por la temprana cristalización de fases ricas en Y y Mn. En el caso de Paramillos Norte, se presentan en esta contribución los datos geoquímicas referentes al muestreo superficial y relacionado a un sector de la mineralización.

En cuanto al CaO registra valores bajos (0.30-1.60%) producto de la lixiviación. El Sr presenta valores medios aunque en el caso de las muestras lixiviadas los valores son bajos (muestra UP85). Otra característica geoquímica son los altos valores de tierras raras pesadas, por ejemplo el Yb (2.4-3.3) y el Sm (3.3-8.82); en cuanto a los elementos ligeros como el Y, los valores son altos (15-26), dando una relación Sr/Y baja a media (13.8-36.6).

	UP79	UP82	UP84	UP85	UP86	pn1
SiO ₂	61.76	59.63	60.10	59.28	62.59	60.18
TiO ₂	0.65	0.66	0.63	0.50	0.36	0.67
Al ₂ O ₃	18.00	17.13	19.69	17.04	18.56	17.95
Fe ₂ O _{3 t}	3.33	5.54	3.21	1.26	2.11	nd
FeO	nd	nd	nd	nd	nd	4.41
MnO	0.01	0.00	0.01	0.07	0.05	0.07
MgO	0.27	0.39	0.57	0.13	0.15	1.39
CaO	0.30	0.75	0.45	5.55	1.60	6.63
Na ₂ O	2.97	6.57	3.66	6.75	4.55	4.54
K ₂ O	9.81	3.13	8.09	4.49	8.16	4.18
P ₂ O ₅	0.11	0.24	0.14	0.11	0.08	nd
LOI	2.59	5.94	2.81	4.79	2.18	nd
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	nd
total	99.81	99.98	99.36	99.98	100.40	100.02
Nb	15	11	14	15	7	nd
Zr	342	207	334	302	273	nd
Y	21	24	15	26	15	nd
Sr	611	561	550	360	407	nd
U	3	3	4	3	4	2.48
Rb	393	154	422	142	293	nd
Th	10	9	7	12	6	5.55
Ga	21	23	22	19	22	nd
Zn	21	18	18	19	22	nd
Cu	9	32	17	17	9	nd
Ni	1.9	1.9	3	3	1.9	7
Co	1.9	3	1.9	6	1.9	2

Cr	30	29	18	54	40	4
V	84	109	66	40	38	nd
Ce	60	32	81	36	66	77.6
Nd	31	21	40	21	29	46.7
Ba	1782	720	1142	864	1230	775
La	68	12	49	26	52	28.2
S	28377	20976	10988	4436	2619	nd
Hf	9	7	10	10	13	4.31
Sc	3	5	2	9	1.9	7.5
As	4	12	3	14	7	nd
Sm	nd	6.3	4.1	3.3	nd	8.82
Eu	nd	1.8	1.4	1.0	nd	2.51
Tb	nd	0.9	0.6	0.49	nd	0.926
Yb	nd	2.4	4.0	3.3	nd	3.09
Lu	nd	0.33	0.6	0.48	nd	0.44
Mo	nd	10	6	3	nd	nd
W	nd	10	13	7	nd	nd

Tabla N° 1. Geoquímica de las rocas intrusivas del pórfido cuprífero Paramillos Norte. Muestras analizadas mediante FRX en el Centre d'Analyse Minérale de la Universidad de Lausanna, Suiza. nd= valores no determinados. Los datos correspondientes a la muestra pn1 están extraídos de Kay et al. 1991.

CONCLUSIONES

En la zona de Precordillera, durante el Mioceno se desarrolló un volcanismo de tipo calco-alcalino que tiene como expresión la Formación Cerro Redondo en el área denominada Paramillos Norte, la que en su base está compuesta por rocas efusivas de composición monzodiorítica y lavas andesíticas porfíricas y relictos de textura fluidal observables al microscopio. En la parte superior de los afloramientos, se emplazan brechas magmáticas con amplia variedad de tamaño y forma, cuyos clastos pertenecen a la sección ya antes descrita; posteriormente se emplazan rocas lávicas de composición andesítica que presentan sectores con importante alteración hidrotermal y que están acompañadas de mineralización de tipo diseminada (Cu-Au). En relación a la geoquímica, el volcanismo de la región presenta composición calco-alcalina, con porcentajes en sílice que varían entre 59-61%. Los valores de MnO son bajos como en la mayoría de los pórfidos mineralizados, El Salvador (Chile), Sierrita (EEUU) entre otros. Se espera en un futuro próximo contar con datos isotópicos para caracterizar este volcanismo con más detalle.

AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación forma parte del trabajo de tesis que está realizando la autora en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (Universidad Nacional de La Plata, Argentina).

Se agradece al Dr. Lluís Fontboté, Director del Département de Minéralogie -Universidad de Ginebra, Suiza- y a Fabio Caponni -Universidad de Ginebra, Suiza y Centre d'Analyse Minérale de la Universidad de Lausanna (Suiza) que proveyeron asistencia técnica para la realización de la Fluorescencia de Rayos X (XRF).

BIBLIOGRAFIA

- Baldwin, J. A. and Pearce, J. A. 1982. Discrimination of productive and nonproductive porphyritic intrusions in the Chilean Andes. *Economic Geology*, **77**: p. 664-674.
- Carrasquero, S. I. 2001. Nuevos aportes a la geoquímica del volcanismo de intraplaca en la región de Paramillos de Uspallata, Mendoza, Argentina. *XI Congreso Latinoamericano de Geología y III Congreso Uruguayo*. (Actas edición electrónica).
- Carrasquero, S. I., 1999. Porphyry-type and epithermal ore deposits in the Paramillos de Uspallata district, Mendoza, Argentina. *Proceedings of the fifth biennial SGA meeting and the tenth Quadrennial IAGOD*

- Symposium, London. In: Mineral deposits: processes to processing. Stanley et al. (Eds.) 1999. Balkema Rotterdam. Actes 1: p. 487-490.
- Harrington, H. 1941. Investigaciones geológicas en las sierras de Villavicencio y Mal País, Provincia de Mendoza. Dirección de Minas y Geología. Boletín 49. Buenos Aires.
- Harrington, H. 1971. Hoja geológica "22c Ramblón" Boletín 114. Dirección de Minería de la Nación 1-89. Buenos Aires.
- Kay, S. M. and Mpodozis, C. 2001. Central Andean Ore Deposits Linked to Evolving Shallow Subduction Systems and Thickening Crust. GSA Today, March, 2001: p. 4-9.
- Kay, S. M; Mpodozis, C; Ramos, V. and Munizaga, F., 1991. Magma source variations for mid-late Tertiary magmatic rocks associated with a shallowing subduction zone and a thickening crust in the central Andes (28° to 33°S). In Andean Magmatism and its Tectonic Setting, (Ed. Harmon, R. S. and Rapela C. W.) Geological Society of America Special Paper 265: p. 113-137. Boulder, Colorado.
- Lavandaio, E. y Fusari, C. 1986. Informe preliminar sobre el reconocimiento expeditivo del Distrito Polimetálico Mendoza Norte. Dirección Nacional de Geología y Minería. Centro Exploración Mendoza (Inédito). Mendoza.
- Llambías, E. J. ; Caminos, E. y Rapela, C. W. 1984. Las plutonitas y vulcanitas del ciclo eruptivo Gondwánico. Ramos, V. (Ed.). Geología y Recursos naturales de la Provincia de Río Negro. In IX Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 85-117 (Buenos Aires).
- Llambías, E. J.; Kleiman, L. y Salvarredi, J. 1993. El magmatismo gondwánico. Ramos, V. (Ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza. In XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Mendoza. Relatorio 12: p. 53-64. (Buenos Aires, 1993.)
- Massabie, A. H. 1985. Filón-capa Paramillos de Uspallata, su caracterización geológica y edad, Paramillos de Uspallata, Mendoza. 1^{ras} Jornadas sobre Geología de Precordillera, San Juan, I: p. 325-330.
- Massabie, A. H; Rapalini, A. y Soto, J. L., 1985. Estratigrafía del Cerro Los Colorados, Paramillo de Uspallata, Mendoza. 1^{ras} Jornadas sobre Geología de Precordillera, San Juan, I: p. 71-76.
- Molina, J. I. 1788. Compendio de la historia geográfica, natural y civil del Reyno de Chile. 1^{ra} parte, que abraza la historia geográfica y natural. pp: 86-125. Traducción: Dⁿ. Domingo Joseph. Madrid.
- Navarro, H., 1972. Area de reserva N° 3, Zona "Paramillos Norte", provincia de Mendoza. IV Jornadas Geológicas Argentinas (Mendoza, 1969), 3: p. 105-125. Buenos Aires.
- Ramos, V. and Kay, S. M. 1991. Triassic rifting and associated basalts in the Cuyo basin, central Argentina. In Andean magmatism and its tectonic setting. (Ed. Harmon R. and Rapela C. W.) Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 265: p. 79-91.
- Ramos, V. y Nullo, F., 1993. El volcanismo de arco Cenozoico. Ramos V. (Ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza. In XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Mendoza. Relatorio 12: p. 149-160. (Buenos Aires, 1993).