

EDAD Y CARACTERIZACIÓN DE UNA MICA DE LITIO ASOCIADA A UN SISTEMA DE GREISEN EN MINA LA ROSARIO, SIERRA DE FIAMBALÁ, CATAMARCA

Julio C. AVILA^{1,5}, Nora RUBINSTEIN^{2,5}, Orquídea MORELLO³ y Ana FOGLIATA^{1,4}

¹ Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Miguel Lillo 205 (4000) San Miguel de Tucumán. Email: jcavila@csnat.unt.edu.ar

² Universidad de Buenos Aires, Departamento de Ciencias Geológicas, Ciudad Universitaria, Pabellón II, (1428) Buenos Aires. Email: nora@gl.fcen.uba.ar

³ Comisión Nacional de Energía Atómica, Unidad de Actividad de Geología, Av. Del Libertador 8250, (1429) Buenos Aires. Email: morello@cnea.gov.ar

⁴ Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, 4000 S. M. de Tucumán. Email: anafogliata@yahoo.com.ar

⁵ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza el estudio mineralógico y se define la edad de una mica de litio obtenida en las salbandas de las vetas cuarzo portadoras de wolframita de mina La Rosario, ubicada en las proximidades del granito Ayacucho, Sierra de Fiambalá, Sierras Pampeanas Occidentales de la provincia de Catamarca. Esta especie mineral fue identificada a través de diferentes técnicas analíticas que incluyen determinaciones por difracción de rayos X, análisis químicos y por espectrometría infrarroja. Los resultados de los estudios indican que su estructura corresponde a una zinnwaldita y su composición química permite ubicarla dentro de la serie biotita-siderofilita-zinnwaldita-lepidolita. Las edades isotópicas obtenidas para el Granito Ayacucho (340 ± 8 Ma) y esta mica hidrotermal (339 ± 8 Ma) confirman una edad carbonífera para este intrusivo y la estrecha relación temporal con la mineralización hidrotermal asociada.

Palabras clave: *Zinnwaldita, Greisen Carbonífero, Granito Ayacucho, Sierras Pampeanas, Catamarca.*

ABSTRACT: *Age and characterization of a lithium mica associated with a greisen system in the Rosario Mine, Sierra de Fiambalá, Catamarca.*

This work deals with a mineralogical study and the age of a lithium mica obtained from the selvage of wolframite quartz veins from La Rosario mine, which crops out close to Ayacucho Granite, Sierra de Fiambalá, Sierras Pampeanas Occidentales of Catamarca province. This mineral species was identified through different analytical techniques that include X-ray diffraction, chemical analyses and infrared spectrometry analyses. The results of the studies indicate that its structure corresponds to zinnwaldite and its chemical composition allows locating it inside the biotite-siderophyllite-zinnwaldite-lepidolite series. The isotopic ages obtained for the Ayacucho granite (340 ± 8 Ma) and this hydrothermal mica (339 ± 8 Ma) confirm a Carboniferous age for this intrusive and the genetic link with hydrothermal mineralization.

Keywords: *Zinnwaldite, Carboniferous Greisen, Ayacucho granite, Sierras Pampeanas, Catamarca.*

INTRODUCCIÓN

La mina de tungsteno La Rosario se encuentra emplazada en el sector suroriental de la sierra de Fiambalá, en el departamento Tinogasta, provincia de Catamarca.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer el resultado de los estudios mineralógicos e isotópicos llevados a cabo sobre muestras de una mica proveniente de las salbandas de una veta de tungsteno de la mina La Rosario, ubicada en las pro-

ximidades del Granito Ayacucho. Dichos estudios permitieron realizar su caracterización mineralógica, establecer su edad y corroborar su vinculación genética con el mencionado intrusivo granítico.

Metodología

Los estudios mineralógicos realizados sobre muestras de mica provenientes de una veta de la mina La Rosario comprendieron análisis por difracción de rayos X realizados por el método de polvo De-

bye-Scherrer, cámara 114,6 mm, radiación de Cu, filtro de Ni (Laboratorio de Estudios Especiales, Comisión Nacional de Energía Atómica), análisis de elementos mayoritarios y trazas realizados por gravimetría y absorción y emisión atómica (Laboratorio Comisión Nacional de Energía Atómica Regional Cuyo-Mendoza) excepto el F que fue determinado por pirohidrólisis y espectrometría de absorción molecular (Unidad de Actividad Química Comisión Nacional de Energía Atómica) y análisis por espectroscopía

infraroja utilizando un espectrómetro Nicolet FT-IR 510P utilizando un pellet de KBr (Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía, Universidad de Buenos Aires).

Los análisis isotópicos fueron realizados por el método de K-Ar sobre la mica de la salbanda y la biotita del granito en los laboratorios del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile.

GEOLOGIA REGIONAL

La sierra de Fiambalá está formada por un basamento compuesto por una secuencia de rocas metasedimentarias precámbricas que incluye esquistos, gneises, rocas calcosilicáticas y migmatitas (González Bonorino 1972, Villar *et al.* 1978), intruido por granitos sincinemáticos de edad cámbrica (Ortogneis La Puntilla, González Bonorino 1972). Esta secuencia fue afectada por metamorfismo y magmatismo durante el ciclo de deformación cámbrico tardío ordovícico tardío (Page *et al.* 1992). En el Ordovícico temprano, durante el pico de metamorfismo regional, se produjo la intrusión del Gabro Fiambalá (Page *et al.* 1992). Durante el Carbonífero se intruyeron los granitos epizonales postorogénicos Los Ratonés, Cuestanzune, La Florida, El Salto y Ayacucho (Grissom *et al.* 1991, Page *et al.* 1992, Fogliata *et al.* 2005). Posteriormente se emplazó un conjunto de diques de basaltos alcalinos poscarboníferos (Villar *et al.* 1978, Morello y Rubinstein 2000) seguidos de sedimentitas terciarias, culminando la secuencia con sedimentos cuaternarios no consolidados. En los sectores centro occidental y sur oriental de la sierra de Fiambalá se encuentran depósitos de tipo greisen con mineralización de uranio, estaño, tungsteno, plomo y zinc genéticamente relacionados a los intrusivos graníticos carboníferos Los Ratonés, El Salto y Ayacucho (Arrospide 1985, Rubinstein *et al.* 2001, Fogliata y Ávila 2004).

GEOLOGÍA DEL AREA

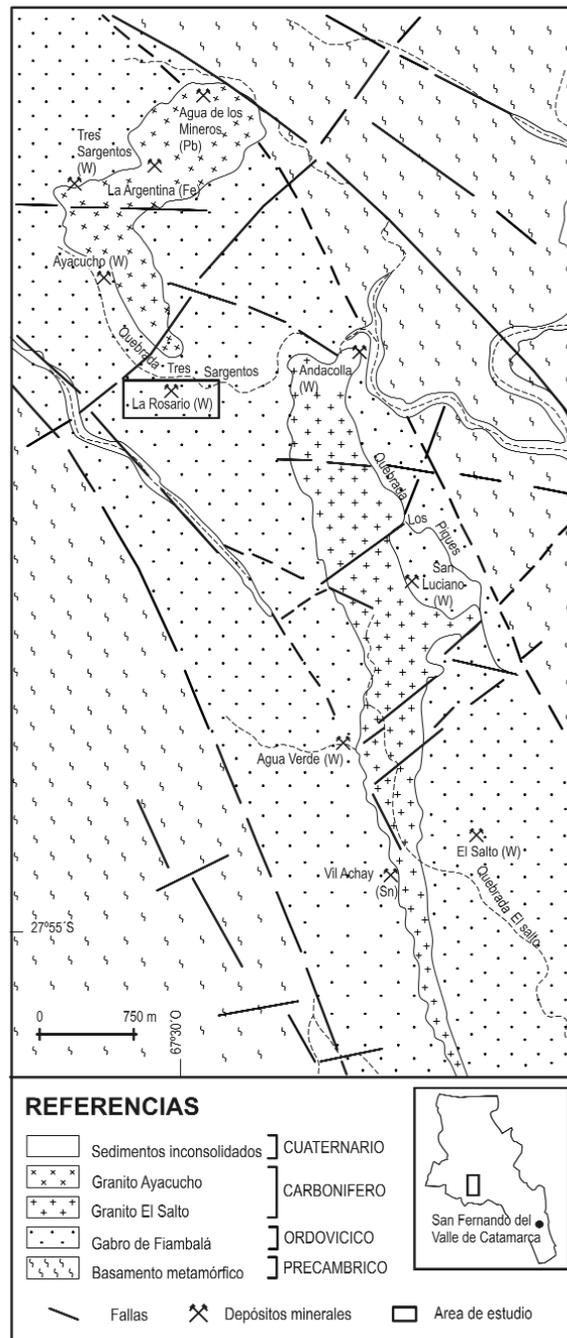


Figura 1: Geología y ubicación de las minas del área de estudio (adaptado de Tomsic 1979).

En el área de estudio el basamento está constituido por anfibolitas del Gabro Fiambalá. Estas presentan color gris verdoso, grano medio a fino, estructura granosa a bandeada y textura granoblástica a lepidoblástica y están compuestas por hornblenda, plagioclasa (bitownita), titanita y apatita. Tienen abundante inyección cuarzo-feldespática, que consiste en nódulos de feldespato y venas de cuarzo

y aplita que se ubican en los planos de esquistosidad de dirección N-S formando una estructura bandeada tipo *lit-par-lit* (Tomsic 1979).

El basamento se encuentra intruido por los Granitos Ayacucho y El Salto los cuales presentan textura granosa media a fina equigranular y están compuestos por cuarzo, plagioclasa (albita o andesina), ortosa, biotita, apatita y zircón (Fogliata y

Ávila 2004, Fogliata *et al.* 2005). Geoquímicamente se caracterizan como granitos subalcalinos, peraluminosos a metaluminosos, con alto contenido en K y con una ligera tendencia alcalina que permite sugerir que se emplazaron en un ambiente tardío a posorogénico (Fogliata y Ávila 2004, Fogliata *et al.* 2005).

MINA LA ROSARIO

La mina La Rosario, ubicada a ambos lados de la quebrada Tres Sargentos, se encuentra en las proximidades del contacto entre el Granito Ayacucho y el basamento metamórfico constituido por el Gabro Fiambalá (Fig. 1). Estas rocas presentan inyecciones cuarzo feldespáticas y están atravesadas por diques aplíticos y graníticos de grano fino. La veta se extiende a lo largo de aproximadamente 100 m y su rumbo general varía entre N 330° y N345°, con inclinación subvertical. Tiene un espesor de entre 10 y 40 centímetros y está compuesta por cuarzo en agregados de grano fino con impregnaciones de óxidos formando finas bandas y mineralización de wolframita diseminada. En las proximidades del contacto la roca de caja se encuentra silicificada. Las salbandas de la veta están constituidas por una faja de aproximadamente 2 a 4 centímetros de espesor compuesta por agregados de micas con escasa casiterite (Fig. 2).

Se realizaron labores a cielo abierto y dos galerías de alrededor de 25 m de largo cada una, desarrolladas sobre veta, presentando un desnivel de aproximadamente 15 m entre ellas.

El estudio de inclusiones fluidas, realizado en el cuarzo de esta veta, indica que este depósito fue formado por fluidos diluidos de mediana a alta temperatura (entre 280° C y 350° C) con salinidades en un rango entre 3% y 5% en peso equivalente de NaCl. Se determinó que en dicho proceso coexistieron fluidos de diferente densidad, que podrían haber sido entrampados bajo condiciones de ebullición (Bengochea *et al.* 2005).

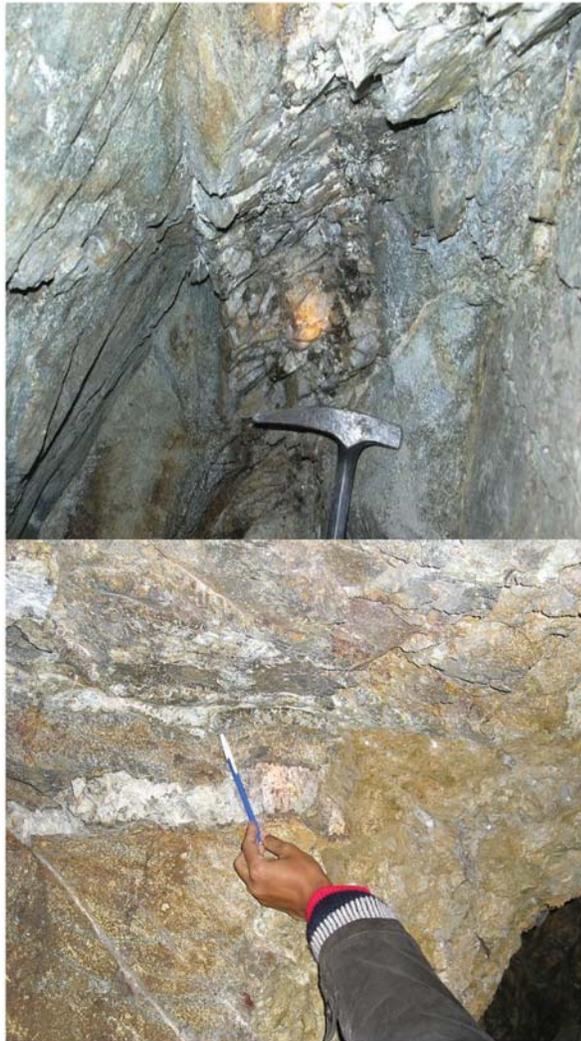


Figura 2: Veta La Rosario. Salbandas de mica en la veta de cuarzo

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA

La muestra estudiada está compuesta por una mica que presenta buen clivaje basal {001} y es de color castaño claro a castaño amarillento ó verdoso. Ésta forma paquetes de láminas de contorno irregular a groseramente hexagonal y su brillo es vítreo a perlado. El estudio microscópico indica que es un mineral biáxico (-), de color débilmente castaño y con pleocroismo de amarillo a castaño rojizo pálido.

Análisis por difracción de rayos X

El análisis por difracción de rayos X (Cuadro 1) permitió identificar al mineral como zinnwaldita-1M, mineral del grupo de la mica, según fichas 42-0604 y 42-

1399 (Bayliss *et al.* 1993) con las cuales se comparan los espaciados correspondientes. Las reflexiones en (001) se ven realizadas debido a la orientación preferencial de esta mica del subgrupo de las micas trioctaédricas.

Análisis por espectrometría infrarroja

El espectro obtenido por espectrometría infrarroja de la muestra analizada es comparable con el espectro patrón de zinnwaldita provisto por *Sadtler Research Laboratories, Inc.* (1973), no sólo por su diseño similar sino también por los rasgos de longitudes de onda características (Fig. 3).

Composición química

Los análisis químicos de esta mica reali-

CUADRO 1: Líneas de difracción correspondientes a zinnwaldita de la Mina La Rosario y a las fichas 42-0604 (Bailey 1984) y 42-1399 (Harada *et al.* 1990).

$d\text{\AA}$	l	42-1399	l	hkl	42-0604	l	hkl
Mina La Rosario		zinnwald - 1M			zinnwald - 1M		
9,90	100	9,90	100	0 0 1	9,90	100	0 0 1
4,91	5	4,955	3	0 0 2	4,92	5	0 0 2
4,68	15						
				4,54	30b	0 2 0	
4,44	5				4,49	25b	1 1 0
3,58	5				3,64	40	1 1 2
3,51	15						
3,36	10				3,349	60	0 2 2
3,31	80	3,309	73	0 0 3	3,295	50	0 0 3
3,24	60						
3,069	20	3,095	2	1 1 2	3,089	50	1 1 2
2,86	20	2,903	2	$\bar{1}$ 1 3	2,895	30	1 1 $\bar{3}$
2,57	30	2,600	1	1 3 $\bar{1}$	2,588	60b	1 3 $\bar{1}$; 2 0 0
2,47	30	2,478	9	1 1 3; 0 0 4	2,473	20b	1 1 3; 0 0 4
		2,420	1	$\bar{1}$ 3 2	2,411	30	1 3 $\bar{2}$
2,398	20				2,391	25	2 0 $\bar{1}$
		2,158	1	$\bar{1}$ 3 3	2,153	25	1 3 $\bar{3}$
2,137	20				2,131	20	2 0 2
1,981	50	1,983	18	0 0 5	1,977	30	0 0 5
				1,958	20	1 3 3	
1,648	40	1,66	2	$\bar{1}$ 3 5	1,655	50	1 3 $\bar{5}$
				1,64	50	2 0 4	
		1,528	1	$\bar{2}$ 0 6	1,527	5	2 0 $\bar{6}$
1,519	30				1,518	45	3 3 $\bar{1}$; 0 6 0
		1,515	1	1 3 5	1,511	40	1 3 5
1,410	20	1,417	2	0 0 7	1,415	10	0 0 7; 1 1 $\bar{7}$
				1,379	30	2 2 5; 0 6 3	
				1,352	35	2 0 $\bar{7}$	
1,344	30				1,338	60b	1 3 6; 1 5 $\bar{5}$
1,237	20				1,238	35	0 0 8

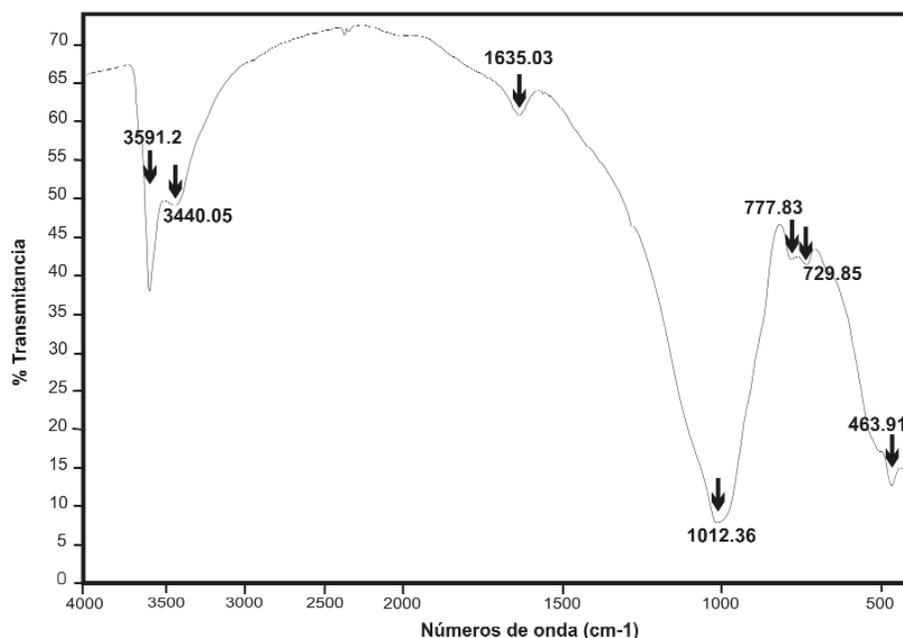


Figura 3: Espectro infrarrojo de la muestra analizada señalando los rasgos característicos (flechas).

zados por vía húmeda arrojaron los resultados que se presentan en el cuadro 2. De acuerdo a su composición la fórmula de este mineral es $K_{0,66}Na_{0,07}Ca_{0,09}Li_{0,39}Fe^{++}_{1,11}Mg_{0,11}Ti_{0,07}Mn_{0,06}Al_{1,77}Si_{2,89}O_{11}F_{0,98}$. Como puede observarse, la composición obtenida es comparable con la de otras muestras de zinnwaldita provenientes de diferentes localidades.

Con el fin de clasificar químicamente la mica analizada se utilizó el diagrama de Tischendorf *et al.* (1997) el cual utiliza los contenidos atómicos Mg y Li vs. Fe total, Mn, Ti y Al^{vi} para definir los campos composicionales de las micas di y trioctaédricas. De acuerdo a esta clasificación (Fig. 4) esta mica entra en el campo de la protolithionita, término cuyo uso ha sido desaconsejado por la IMA (Rieder *et al.* 1999).

Edad

Hasta el presente existen dataciones radiométricas de las rocas graníticas y de mineralizaciones relacionadas al Granito Los Ratones aflorante en el sector occidental de la sierra de Fiambalá. En este trabajo se presentan por primera vez dataciones radiométricas correspondientes a granitoides con mineralización asociada emplazados en el flanco oriental de la sierra. Las muestras analizadas corresponden al Granito Ayacucho y de la mica hidrotermal vinculada a la mineralización wolframífera de la mina La Rosario.

El análisis isotópico realizado por el método K-Ar (Cuadro 3) en una muestra proveniente del Granito Ayacucho arrojó una edad de 340 ± 8 Ma para este intrusivo, la que es comparable a la edad mínima U-Pb de monacitas y zircones de tres fracciones provenientes de la facies granosa del Granito Los Ratones (335 Ma, Grissom 1991).

Por otra parte para la mica de la salbanda de la veta del depósito La Rosario se obtuvo una edad K/Ar de 339 ± 8 Ma equivalente a las edades K-Ar obtenidas por Arrospeide (1985) para biotitas de la Mina Los Viejos (330 ± 10 Ma.), ubicada en el distrito minero Los Ratones.

CUADRO 2: Composición química de zinnwaldita. 1. Veta La Rosario 2. *Webmineral, registered with the Internet Content™ Ratings Association (ICRA). Mineralogy Database.* 3. Harada *et al.* 1990. 4. Deer *et al.* 1962. * Fe total expresado como Fe₂O₃ (equivalente a 18,85 % FeO); n.d. = no determinado; mgli: Mg - Li (octahédrico); feal: Fe (tot) + Mn + Ti - Al^{VI} (cationes normalizados a 22 O).

	1	2	3	4
SiO ₂	41,05	41,24	43,02	38,83
Al ₂ O ₃	21,40	23,33	20,84	22,27
Fe ₂ O ₃	*20,95	16,44	2,03	4,40
FeO			10,76	9,07
TiO ₂	1,39		0,26	0,12
P ₂ O ₅	0,13			
MgO	1,08		0,24	0,38
CaO	1,23		0,04	1,14
K ₂ O	7,32	10,78	10,24	9,53
Na ₂ O	0,51		0,19	0,48
Li ₂ O	1,38	3,42	3,00	2,62
MnO	1,05		3,32	1,66
ZnO	0,21			
Rb ₂ O	n.d.		0,75	
F ^{**}	4,40	6,52	7,11	3,82
H ₂ O	n.d.	1,03	0,91	6,67
O ≡ F	-1,85	-2,75	-3,00	-1,39
Total	100,25	100,0	99,71	99,60
mgli	0,554			
feal	1,171			

CUADRO 3: Datos analíticos de la datación radimétrica K-Ar realizados en el Laboratorio de Geocronología del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. A-8 biotita del granito Ayacucho. A-12 mica de la salbanda de la veta del depósito La Rosario.

Nº Muestra	Material	%K	Ar rad. nI/g	%Ar Atm.	Edad Ma.	Error 2 σ
A-8	Biotita	6,666	97,083	6	340	± 8
A-12	Micas	5,954	86,181	14	339	± 8

DISCUSIÓN

La composición química de la mica estudiada, proveniente de las salbandas de veta de tungsteno de la mina La Rosario, es comparable a las de otras muestras de zinnwaldita. Si bien según la clasificación de Tischendorf *et al.* (1997) se ubicaría en el campo de la protolithionita, que constituye un miembro intermedio entre la siderofilita y la zinnwaldita que forman parte de la serie biotita-siderofilita-zinnwaldita-lepidolita (Tischendorf *et al.* 2004) los análisis realizados por difracción de rayos X y espectrometría infrarroja permiten identificar a esta mica como zinnwaldita.

Los minerales arriba indicados son típicos de paragénesis de alteración de sistemas tipo greisen ricos en flúor (Pirajno 1992). Una mica de alteración, identifica-

da como zinnwaldita, ha sido descrita en el yacimiento de uranio Las Termas del distrito minero Los Ratones, que forma parte de un sistema tipo greisen genéticamente vinculado al granito homónimo (Arrospide 1985, Rubinstein *et al.* 2001). Por otra parte Dristas y Peral (1984) describen una mica de litio de características mineralógicas muy similares en la mina de estaño Vil Achay, que constituye un depósito de greisen asociado al Granito El Salto (Fogliata y Ávila 2004).

La edad radimétrica obtenida para esta mica de Li, coincidente con la del Granito Ayacucho, confirma la vinculación del sistema hidrotermal que dio origen a la veta La Rosario (y probablemente a vetas similares que afloran en las proximidades del área de estudio, Fig. 1) con dicho intrusivo, tal como ocurre con las mineralizaciones de greisen del distrito minero Los Ratones.

CONCLUSIONES

Los estudios mineralógicos realizados en muestras de mica provenientes de las salbandas de la veta de la mina La Rosario, aflorante en las proximidades del Granito Ayacucho, indican que su estructura corresponde a una zinnwaldita y su composición química permite ubicarla dentro de la serie biotita-siderofilita-zinnwaldita-lepidolita, minerales típicos de paragénesis de alteración de sistemas de tipo greisen ricos en flúor. Las edades isotópicas obtenidas para el Granito Ayacucho y esta mica hidrotermal confirman una edad carbonífera para este intrusivo y su estrecha relación temporal con la mineralización hidrotermal asociada.

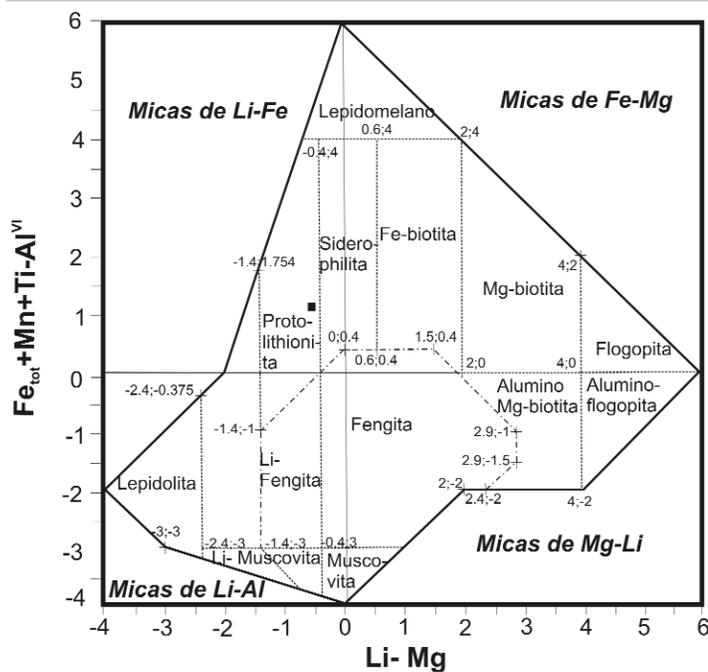


Figura 4: Campos composicionales de micas di y trioctaédricas en el diagrama Mg-Li vs. Fe total + Mg + Ti - Al^{VI}, con RVI : 4,4 como el límite entre ambos grupos de micas (Tischendorf *et al.*, 1997). ■ Muestra analizada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Lic. G. Tomellini (Laboratorio CNEA, Regional Cuyo-Mendoza) por la realización de los análisis químicos y a E. Becquart (Unidad de Actividad Química-CNEA) por el análisis de flúor. Esta investigación fue realizada en el marco del PIP 02765 (CONICET) "Estudio comparativo de las mineralizaciones de Sn-W (U-Pb-Zn) asociadas a los granitos paleozoicos de las Sierras Pampeanas Septentrionales". Asimismo agradecen a la Fundación Miguel Lillo y la Universidad Nacional de Tucumán por su apoyo en la realización del presente trabajo y a los árbitros, doctores. M. Galliski y P. Leal por las acertadas sugerencias y correcciones del manuscrito.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Arrospide, A. 1985. Las manifestaciones de greisen de la Sierra de Fiambalá, Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina 40(1-2): 97-113.
- Bailey, S.W., 1984. Micas. Reviews in Mineralogy 13, 584 p.
- Bengochea, L., Mas, G., Fogliata, A., Avila, J. y Rubinstein, N. 2005. Fluid inclusions in quartz veinlets from La Rosario Mine, Catamarca, Argentina. Revista de la Sociedad Mineralógica Española (MACLA) 3: 43 - 44.
- Deer, W., Howie, R. y Zussman, J. 1962. Rock Forming Minerals, Longmans 3, 270 p.
- Dristas, J. A. y Peral, H. R. 1984. Hallazgo de Lixidofilita asociada a la mineralización de la mina Vil Achay, provincia de Catamarca. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 317-327, San Carlos de Bariloche.
- Fogliata, A. S. y Ávila, J. 2004. El yacimiento de estaño Vil Achay, Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina 59(1): 83-90.
- Fogliata, A., Rubinstein, N., Quenardelle, S., Morello, O. y Ávila, J. 2005. El stock granítico Ayacucho, Sierra de Fiambalá, provincia de Catamarca. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 557-560, La Plata.
- González Bonorino, F. 1972. Descripción geológica de la Hoja 13c, Fiambalá, provincia de Catamarca. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 127, 73 p., Buenos Aires.
- Grissom, G. 1991. Empirical constraints on thermal processes in the deep crust of magmatic arcs: sierra de Fiambalá, northwestern. Stanford University. PhD Thesis, 262 p., Stanford.
- Grissom, G., De Bari, S., Page, R., Page, S., Villar, L., Coleman, R. y Ramírez, M. V. de 1991. The deep crust of an Early Paleozoic Arc; the Sierra Fiambalá, Northwestern Argentina. En: Harmon, R. S. y Rapela, C. W. (eds.): Andean Magmatism and its Tectonic Setting Geological Society of America, Special Paper 265: 189-200.
- Harada, K., Kanisawa, S. y Tomita, K. 1990. Mineralogical Journal 15: 73.
- Bayliss, P., Erd, D.C., Mross, M.E., Sabina, A.P., Smith, D.K. 1993. Mineral Powder Diffraction File. En Mrose, M.E. (ed.) Compiled for the Joint Committee on Powder Diffraction Standard, 1396 p., Pasadena.
- Morello, O. y Rubinstein, N. 2000. Los diques alcalinos y subalcalinos del flanco occidental de la sierra de Fiambalá, Catamarca. Revista de la Asociación Geológica Argentina 55(3): 245-250.
- Page, S.; Page, R. y Viruel de Ramírez, M. 1992. El basamento de la Sierra de Fiambalá, provincia de Catamarca. Revista Asociación Geológica Argentina 47(4): 373-388.
- Pirajno, F. 1992. Hydrothermal mineral deposits. Principles and fundamental concepts for the exploration geologist. Springer-Verlag, 709 p., Berlin - Heidelberg - New York
- Rieder, M., Cavazzini, G., D'Yaconov, Y.S., Frank-Kamenetskii, V.A., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval, P.V., Müller, G., Neiva, A.M.R., Radoslovich, E.W., Robert, J.L., Sassi, F.P., Takeda, H., Weiss, Z. y Wones, D.R. 1999. Nomenclature of Micas. Mineralogical Magazine 63(2): 267-279.
- Rubinstein, N., Morello, O. y Burgos, J. 2001. El yacimiento de uranio Las Termas, Catamarca, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 56(1): 91-98.
- Sadtler Research Laboratories, Inc. 1973. The Sadtler Standard Spectra. Infrared Grating Spectra. 1: Minerals, Philadelphia.
- Tischendorf G., Gottesmann, B., Förster H.-J. y Trumbull R.B. 1997. On Li-bearing micas: estimating Li from electron microprobe analyses and an improved diagram for graphical representation. Mineralogical Magazine 61: 809-834.
- Tischendorf G., Rieder, M., Förster H.J., Gottesmann, B. y Guidiotti, Ch.V. 2004. A new graphical presentation and new subdivision of potassium micas. Mineralogical Magazine 68(4): 649-667.
- Tomsic, S.G. 1979. Estudio geológico-económico del sector sur-oriental de la Sierra de Fiambalá, provincia de Catamarca. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, (inédito), 81 p., Tucumán.
- Villar, L., Godeas, M. y Segal, S. 1978. El basamento, facies anfibolita granolita y la faja ultrabásica de la sierra de Fiambalá, provincia de Catamarca. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 2: 521-536.

Recibido: 16 de marzo, 2007

Aceptado: 22 de noviembre, 2007