

# Difracción de rayos X en triplitas pegmatíticas del distrito Velasco, La Rioja, Argentina

Sardi, Fernando G.<sup>1</sup>; Miguel A. Báez<sup>1</sup> y Pablo Grosse<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INSUGEO-CONICET. Miguel Lillo 205, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina.  
fgsardi@csnat.unt.edu.ar

<sup>2</sup> CONICET y Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251, (4000) San Miguel de Tucumán, Argentina.

**RESUMEN** — En este trabajo se presentan las propiedades físicas y dimensiones de la celda de triplitas provenientes de pegmatitas de la sierra de Velasco, provincia de La Rioja, Argentina. Los valores extremos obtenidos para las dimensiones de la celda son:  $a = 12,079-12,109 \text{ \AA}$ ;  $b = 6,500-6,5124 \text{ \AA}$ ;  $c = 10,024-10,116 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 106,45^\circ-106,72^\circ$ , siendo la relación  $a:b:c = 1,859:1:1,549$ . Los resultados son comparables con otros ejemplares similares de origen nacional. La composición química de las triplitas no puede ser determinada con certeza utilizando los parámetros de la celda y de sus propiedades físicas debido a la variable cantidad de Ca y Mg, y F y OH que se presentan en la estructura del mineral.

**PALABRAS CLAVE:** Triplita, difracción de rayos X, pegmatita, sierra de Velasco.

**ABSTRACT** — “X-ray diffraction of pegmatitic triplites from the Velasco District, La Rioja, Argentina”. Physical properties and cell dimensions of triplites of the pegmatites from the Velasco range, province of La Rioja (Argentina) are presented. The extreme values obtained for the cell dimensions are:  $a = 12,079-12,109 \text{ \AA}$ ;  $b = 6,500-6,5124 \text{ \AA}$ ;  $c = 10,024-10,116 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 106,45^\circ-106,72^\circ$ , being the relation  $a:b:c = 1,859:1:1,549$ . The results are comparable with other similar specimens from Argentina. The chemical composition of the triplites cannot be determined with certainty using the cell-parameters and physical properties due to variable amounts of Ca and Mg, and F and OH, which can be present in its structure.

**KEYWORDS:** Triplite, X-ray diffraction, pegmatite, Velasco range.

## INTRODUCCIÓN

La fórmula química general y simplificada de la triplita es expresada como  $(\text{Mn}^{+2}, \text{Fe}^{+2})_2 (\text{PO})_4 (\text{F})$  (Brodtkorb, 2006). Además, pueden encontrarse cantidades variables de Mg y Ca ocupando las posiciones estructurales de los cationes divalentes. Particularmente, la cantidad de MgO puede ser importante en algunos casos, alcanzando valores de algunas decenas en % en peso según el reporte de algunos autores (Heinrich, 1951; Fransolet *et al.*, 1986).

Constituye una serie isomorfa con extremo manganesífero -triplita- y otro ferrífero -zwieselita- y las proporciones de los componentes aniónicos F y OH son variables. En consecuencia, las dimensiones de su celda unidad monoclinica presentan leves diferencias se-

gún la composición del mineral. A su vez, las propiedades ópticas y el peso específico de los minerales de esta serie tienen relación directa con la composición química de acuerdo a Wolfe y Heinrich (1947) y Heinrich (1951). Moore (1973) describe a esta serie como minerales de color pardo a pardo rojizo con apariencia resinosa, que podría ser fácilmente confundido con granate.

La triplita es un mineral accesorio común en pegmatitas de Sierras Pampeanas. La primera mención a nivel nacional se debe a Stelzner (1873), de mineral proveniente de las pegmatitas de La Pampa de San Luis (dpto. Punilla, Córdoba); entre otros antecedentes en nuestro país cabe mencionar los estudios morfológicos, roentgénicos y composicionales de triplitas provenientes de pegmatitas de Sierras Pampeanas de la provin-

cia de Córdoba realizados por Schalamuk (1969), Gay y Franchini (1984) y Mas *et al.* (2002). En el trabajo de Henderson (1933) se presenta la composición química de una triplita de la provincia de La Rioja cuya procedencia es verdaderamente incierta.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer las propiedades físicas, entre ellas la densidad y los parámetros de la celda unidad del mineral triplita proveniente de los depósitos pegmatíticos de la sierra de Velasco, La Rioja.

## METODOLOGÍA

La triplita comúnmente aparece en forma de masas algo redondeadas incluidas en las zonas intermedias de las pegmatitas del distrito Velasco, La Rioja. Parte de la masa monomineralica ha sido muestreada y posteriormente triturada, usando chancadora en una primera fase y luego molino de rodillo. Se extrajeron de este molido grueso pequeños fragmentos de triplita lo más inalterada posible, y con ayuda de lupa binocular, se corroboró que dichos fragmentos estén libres de impurezas. El molido fino del mineral necesario para el estudio difractométrico ha sido realizado con mortero.

El difractograma de cada muestra se obtuvo en un equipo Philips PANalytical X'Pert Pro (INFICQ-Universidad Nacional de Córdoba) con radiación Cu K alfa obtenida a 40 kV y 40 mA, entre 19 y 60° (2 theta), con un paso de 0,02° (2 theta) y a una velocidad de barrido de 2°/min. La celda fue refinada con el programa UnitCell (Holland y Redfern, 1997).

Por otro lado, se ha determinado el peso específico de las diferentes muestras utilizando picnómetro.

## MARCO GEOLÓGICO

Los minerales de triplita provienen de pegmatitas ubicadas al norte y noreste del Bolsón de Huaco, sierra de Velasco, provincia de La Rioja (figura 1). Pertenecen al Distrito Pegmatítico Velasco de la Provincia Pegmatítica Pampeana definida por Galliski

(1994), y clasificadas por este mismo autor y Sardi y Grosse (2005) como pertenecientes a la clase de elementos raros, tipo berilo, subtipo berilo-columbita-fosfato, de filiación Híbrida LCT-NYF de la nomenclatura de Cerný (1991).

Geológicamente, el área de estudio está dominada por el Granito Huaco. Es un granito porfiroide, con megacristales de feldspato potásico que alcanzan hasta 10 cm en una matriz de grano medio a grueso. Los minerales accesorios son muscovita, biotita, circón y apatita. Recientes estudios geoquímicos, realizados por Grosse *et al.* (2008),

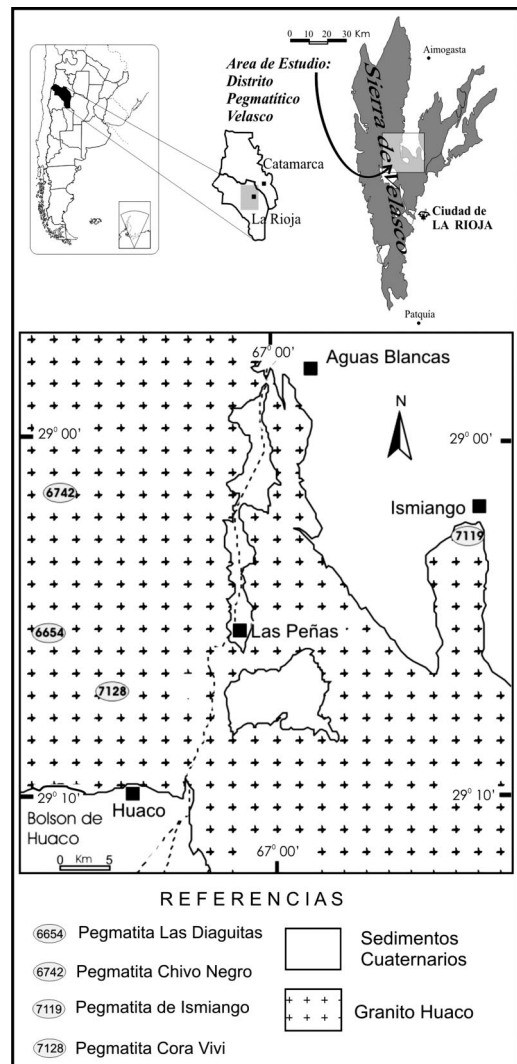


Figura 1. Mapa geológico del área de estudio.

Mtra	Pegmatita	a (Å)	b (Å)	c (Å)	$\beta$ (°)	V (Å <sup>3</sup> )
6654	<i>Las Diaguitas</i> 29°06'31"S / 67°06'04"O	12,103 (6)	6,508 (2)	10,081 (5)	106,45 (4)	761,5 (6)
6742	<i>Chivo Negro</i> 29°04'22"S / 67°06'08"O	12,109 (2)	6,504 (9)	10,116 (5)	106,49 (2)	764,0 (3)
7119	<i>Ismiango</i> 29°02'42"S / 66°51'15"O	12,079 (3)	6,500 (1)	10,024 (3)	106,72 (1)	753,8 (3)
7128	<i>Cora Vivi</i> 29°07'25"S / 67°05'01"O	12,100 (2)	6,5124 (7)	10,090 (3)	106,51 (2)	762,3 (2)

**Tabla 1.** Procedencia y parámetros de celda de triplitas de las pegmatitas del Distrito Velasco, La Rioja.

señalan un granito rico en SiO<sub>2</sub> y K<sub>2</sub>O, alcalino-cálcico a levemente calco-alkalino, y moderadamente a débilmente peraluminosos. Las edades U-Pb en monacita han arrojado edades de cristalización entre 350 y 358 Ma correspondiente al Carbonífero inferior (Grosse *et al.*, 2008).

Las pegmatitas presentan una estructura interna zonada. Según la textura y mineralogía, se reconocen esencialmente tres principales zonas: marginal-externa compuesta por aplitas y leucogranitos de grano fino a medio; interna con cuarzo, microclino y plagioclasa, y un núcleo de cuarzo. Los accesorios principales son berilo, muscovita, biotita, apatita, triplita y turmalina.

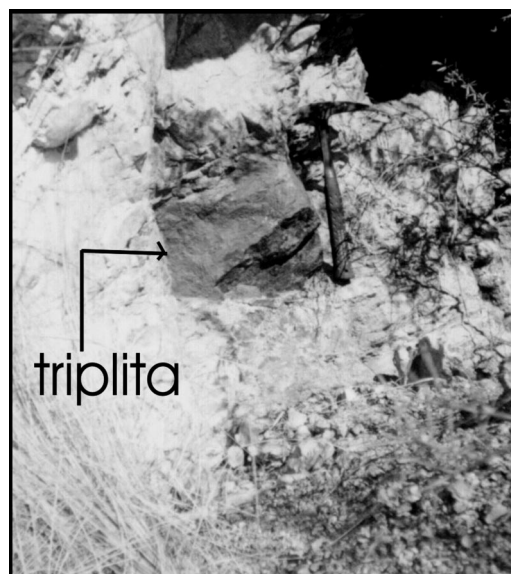
## RESULTADOS

En general, los fosfatos de las pegmatitas del distrito Velasco, se encuentran incluidos en las zonas intermedias. De acuerdo principalmente al color, y a otras propiedades, pueden ser divididos en dos grupos principales: fosfatos félsicos y fosfatos máficos. Los primeros corresponden a minerales de colores claros (blancos y verdes claros), con la particularidad de presentar fluorescencia amarilla ante luz UV y que han sido estudiados por difracción de rayos X por Sardi *et al.* (2006).

Los fosfatos máficos corresponden esencialmente a triplita, la cual aparece comúnmente en forma masiva, algo redondeada, de hasta unos 20 cm (figura 2) y no se ob-

serva con claridad el desarrollo de cristales bien formados. Tiene color negro, a veces negro rojizo, brillo mate, superficie algo resinosa, raya blanca, y dureza 5 a 5,5 según escala de Mohs. Está asociada con biotita, muscovita, cuarzo y óxidos de hierro en muy pequeñas proporciones. Al microscopio, aparece incolora y con nicoles cruzados presenta alta birrefringencia. Tiene un alto índice de refracción y ángulo 2V grande.

Los fosfatos máficos tienen alto peso específico con valores comprendidos entre 3,52 y 3,78 con un promedio de 3,67. Estos valores son mayores a los obtenidos para los fos-



**Figura 2.** Masa nodular de triplita en la pegmatita "Chivo Negro".

datos félsicos (entre 3,13 y 3,47 con promedio de 3,22).

Además del peso específico, se ha realizado la difractometría de rayos X sobre el polvo de 4 muestras de triplitas cuya procedencia se muestra en la figura 1 y tabla 1, en ésta última conjuntamente con los resultados.

#### CONSIDERACIONES FINALES

Los valores de peso específico de la triplita están dentro de los estipulados por Heinrich (1951), entre 3,55 y 3,97 para triplitas inalteradas y las constantes cristalográficas obtenidas mediante difracción de rayos X sobre el polvo del mineral también se corresponden con los obtenidos para otros ejemplares similares de origen nacional (e.g. Mas *et al.*, 2002; Gay y Franchini, 1984) e internacional (e.g., Wolfe y Heinrich, 1947; Waldrop, 1969).

No obstante, el conjunto de las propiedades observadas y medidas no permite determinar con certeza la composición química de la triplita de las pegmatitas del Distrito Velasco referido a la relación Mn/Fe ya que las propiedades ópticas y físicas varían sustancialmente por las cantidades importantes de Ca y Mg que pueden ser alojados en las posiciones de los cationes divalentes en la estructura del mineral y a los contenidos variables de los constituyentes aniónicos F y OH.

#### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido realizado gracias al apoyo de proyectos del CIUNT (Universidad Nacional de Tucumán) dirigido por la Dra. Juana R. de Toselli y el correspondiente al 26/G439. También agradecemos al colega Fernando Colombo por la realización de la difracción de rayos X llevada a cabo en el Departamento de Físico-Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba.

#### REFERENCIAS

- Brodtkorb, M. K. de. 2006. Las especies minerales de la República Argentina. Tomo II, 1ª edición. Asociación Mineralógica Argentina, Buenos Aires, 428 pp.
- Cerný, P. 1991. Rare-element granitic pegmatites. Part I: Anatomy and internal evolution of pegmatite deposits. *Geoscience Canada*, 18 (2): 49-67.
- Fransolet, A., Keller, P. y Fontan, F. 1986. The phosphate mineral associations of the Tsaobismund pegmatite, Namibia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92: 501-517.
- Galliski, M. 1994. La Provincia Pegmatítica Pampeana. I: Tipología y distribución de sus distritos económicos. Asociación Geológica Argentina, Revista 49 (1-2): 99-112. Buenos Aires.
- Gay, H. y Franchini, M. 1984. Cristales de triplita en pegmatitas de las sierras de Córdoba. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 15 (1-2): 46-48.
- Grosse, P., Söllner, F., Báez, M. A., Toselli, A. J., Rossi, J.N. y de la Rosa, J. D. 2008 (en prensa). Lower Carboniferous post-orogenic granites in central-eastern Sierra de Velasco, Sierras Pampeanas, Argentina: U-Pb monazite geochronology, geochemistry and Sr-Nd isotopes. *International Journal of Earth Sciences*.
- Heinrich, E. 1951. Mineralogy of triplite. *American Mineralogist*, 36: 256-271.
- Henderson, E. 1933. Triplite from La Rioja province, Argentina. *American Mineralogist*, 18: 104-105.
- Holland, T. y Redfern, S. 1997. Unit cell refinement from powder diffraction data: the use of regression diagnostics. *Mineralogical Magazine*, 61: 65-77.
- Mas, G., Peral, H. y Bengochea, L. 2002. Triplita de Cerro Blanco, Córdoba, Argentina: ¿Triplita o zwieselita?. VI Congreso de Mineralogía y Metalogenia, MINMET 2002, Actas: 263-266. UBA, Buenos Aires.
- Moore, P. 1973. Pegmatite phosphates: descriptive mineralogy and crystal chemistry. *The Mineralogical Record*, May-June: 103-130.
- Sardi, F. G., Báez, M. y Grosse, P. 2006. Difracción de Rayos X en minerales del grupo del apatito proveniente de pegmatitas de la Sierra de Velasco, La Rioja, Argentina. VIII Congreso de Mineralogía y Metalogenia -Avances en Mineralogía,

- Metalogenia y Petrología 2006-. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), Buenos Aires. Actas: 171-174.
- Sardi, F. G. y Grosse, P. 2005. Consideraciones sobre la clasificación del distrito Velasco de la Provincia Pegmatítica Pampeana, Argentina. XVI Congreso Geológico Argentino, Actas V: 239-242. La Plata.
- Schalamuk, I. 1969. Contribución al conocimiento de los fosfatos de las pegmatitas de Cerro Blanco, Tanti, provincia de Córdoba, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, XXV (1): 121-137.
- Stelzner, A. 1873. Observaciones mineralógicas en el territorio de la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias, boletín XLV: 159-164. [versión traducida].
- Waldrop, L. 1969. The crystal structure of triplite,  $(\text{Mn,Fe})_2 \text{FPO}_4$ . Zeitschrift für Kristallographie, 130: 1-14.
- Wolfe, C. y Heinrich, E. 1947. Triplite crystals from Colorado. American Mineralogist, 32: 518-526.