



Caracterización petrográfica y geoquímica del granito El Taco, sierra de Ancasti, Catamarca

Silvana MARANGONE¹, Matías IRIARTE¹ y Fernando SARDI¹

Resumen: El stock granítico de dos micas El Taco, de edad ordovícica, se ubica en el sector central de la sierra de Ancasti, provincia de Catamarca, en la localidad homónima. El cuerpo abarca una superficie irregular de afloramiento de unos 21 km² aproximadamente. Presenta diques pegmatíticos intragraníticos de 10 a 50 cm de ancho y una longitud de hasta 3 m con un rumbo de N 279° y una inclinación subvertical. La roca de caja del granito El Taco son metamorfitas de diferentes grados metamórficos. Hacia el este del cuerpo, consisten en esquistos bandeados reconocidos como la Formación Ancasti, mientras que hacia el oeste son gneises y migmatitas de la Formación El Portezuelo. Posee una composición sienogranito de dos facies, una equigranular de color gris claro y otra porfídica con una tonalidad más rosada atribuido a la presencia de fenocristales de feldespato potásico (microclino principalmente). Geoquímicamente se caracteriza por ser peraluminoso, leucocrático, con afinidad a los granitos Tipo S y calcoalcalino. Presenta un enriquecimiento de K₂O, P₂O₅, Ga y Nb y un empobrecimiento de TiO₂, FeO^t, MgO, CaO, Ba, Cr, Sr, V, Zn y Zr normalizados a corteza continental. Es un granito de carácter sin-colisional que corresponde a un ambiente tectónico de arco, dicho ambiente es coherente con los granitos contemporáneos de la zona como ser el granito Villismán que se ubica más al norte.

Abstract: *PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF EL TACO GRANITE, SIERRA DE ANCASTI, CATAMARCA.* The granitic stock of two El Taco micas, of Ordovician age, is located in the central sector of the Sierra de Ancasti, province of Catamarca, in the homonymous locality. The body covers an irregular outcropping surface of approximately 21 km². It presents intragranitic pegmatitic dikes 10 to 50 cm wide and up to 3 m long with a strike of N 279° and a subvertical inclination. The stock rocks of the El Taco granite are metamorphites of different metamorphic grades. To the east of the body, they consist of banded schists recognized as the Ancasti Formation, while to the west they are gneisses and migmatites of the El Portezuelo Formation. It has a syenogranite composition of two facies, one light gray equigranular and the other porphyritic with a more pinkish hue attributed to the presence of potassium feldspar phenocrysts (mainly microcline). Geochemically, it is characterized by being peraluminous, leucocratic, with an affinity for Type S and calcoalcaline granites. It shows an enrichment of K₂O, P₂O₅, Ga and Nb and a depletion of TiO₂, FeO^t, MgO, CaO, Ba, Cr, Sr, V, Zn and Zr normalized to continental crust. It is a granite with a non-collision character that corresponds to an arc tectonic environment, said environment is consistent with the contemporary granites of the area such as the Villismán granite that is located further north.

Palabras claves: Granito El Taco, Sierra de Ancasti, Petrografía y Geoquímica.

Key words: *El Taco Granite, Sierra de Ancasti, Petrography and Geochemistry.*

¹: INSUGEO (Instituto Superior de Correlación Geológica, CONICET y UNT). silvana_mare@hotmail.com; fgsardi@csnat.unt.edu.ar; me-iriarte@hotmail.com

Introducción

La sierra de Ancasti forma parte de las Sierras Pampeanas Nororientales y se ubica geográficamente en el sector sur-este de la provincia de Catamarca. Está constituida predominantemente por rocas metamórficas compuestas esencialmente de esquistos bandeados, gneis, y menos frecuentemente calizas, reconociéndose en su zona central a la formación Ancasti, constituida esencialmente por esquistos bandeados con intercalaciones de micacitas cuarcíferas y hacia el flanco occidental de la sierra, a la formación El Portezuelo constituida por gneis y migmatitas. Ambas unidades fueron definidas por Aceñolaza y Toselli (1977). El granito El Taco se ubica en la zona centro-occidental de la sierra e intruye hacia el este a la formación Ancasti y hacia el oeste a la formación El Portezuelo (figura 1) con un afloramiento de 7 km de largo y 3 km de ancho aproximadamente, abarcando una superficie irregular de 21 km².

El objetivo del trabajo es aportar conocimientos petrográficos, geoquímicos e implicancias tectónicas sobre el granito El Taco. El estudio se realizó en el marco de la tesis doctoral de Silvana Marangone.

Marco Geológico

Las Sierras Pampeanas Nororientales están constituidas por extensos afloramientos de rocas cristalinas, tanto metamórficas como ígneas, de edad predominantemente paleozoica y de variadas condiciones petrogenética (eg, Rapela *et al.*, 2001; Miller y Söllner, 2005). Las rocas graníticas de edad ordovícica de la sierra de Ancasti representan uno de los afloramientos más orientales del cinturón orogénico famatiniano de ésta unidad, originándose durante el ciclo Famatiniano (Willner, 1983). El ciclo magmático se inició entre los 499-496 Ma y se caracteriza por la implantación de un arco magmático interno de tipo trondhjemitico, seguido hacia el oeste por un importante arco magmático externo, contemporáneo con el anterior y formado por granodioritas de Tipo "P" y grandes batolitos graníticos de Tipo "S", entre ellos el granito El Taco. Este evento magmático dio lugar también a la formación de una cuenca de retroarco ensialica con magmatismo básico. El final de este ciclo (450-420 Ma) está marcado por el desarrollo de importantes fajas de milonitización que marcan la colisión oblicua del

Terreno Precordillera respecto al margen de Gondwana (Pankhurst *et al.*, 1998, 2000; Dahlquist *et al.*, 2013; Toselli *et al.* 2007; Grosse *et al.* 2011; Alasino *et al.*, 2017). Los cuerpos ígneos poseen composiciones predominantemente graníticas (Toselli *et al.*, 1983), mientras que las rocas de composiciones básicas (Cisterna, 2003) se encuentran en contados afloramientos de reducidas dimensiones.

Granito El Taco

El stock El Taco (figura 2) se ubica en la localidad que lleva su mismo nombre y posee un afloramiento de 7 km de largo y 3 km de ancho aproximadamente, abarcando una superficie irregular de 21 km². La roca de caja son metamorfitas correspondientes a la formación Ancasti en la porción central y oriental del cuerpo, y la formación El Portezuelo hacia el oeste del mismo. El contacto es neto en algunos sectores y en otros se puede distinguir zonas de transición. En zona de contacto los minerales más hojosos del granito (biotita y muscovita) se encuentran orientados con el mismo rumbo de la esquistosidad de la roca de caja y forman bandas oscuras y claras de biotita principalmente y cuarzo con feldespatos respectivamente (figura 3). Cerca de la zona de contacto con la roca de caja de la formación El Portezuelo, afloran enclaves (figura 4a) de la misma con forma elipsoidal con una longitud que pueden alcanzar los 1,5 m aproximadamente y un espesor de 1 m, presenta un contacto neto con el granito y está muy alterado. Se compone un bandeo con capas finas y oscuras de biotita principalmente y muscovita más escasa de espesores menores a 1 cm y capas de cuarzo y feldespatos con espesores de 1 cm aproximadamente (figura 4b).

El cuerpo contiene diques pegmatíticos intragraníticos de 10 a 50 cm de ancho y una longitud de hasta 3 m. Algunos de estos diques tienen un rumbo general N 279° y una inclinación subvertical (figura 5).

Resultados

Caracterización Petrográfica

Petrográficamente la roca corresponde a un sienogranito (figura 6) de dos facies, una porfídica (figura 7a) y otra equigranular (figura 7b), con una relación transicional entre ambas, la primera posee un color más rosado por la abundancia de fenocristales de feldespato po-

tásico (microclino) y la segunda posee un color gris claro.

El granito El Taco contiene feldespato potásico, cuarzo, biotita, muscovita, plagioclasa, turmalina y en algunos casos granate, en orden de abundancia decreciente (Tabla 1). Al microscopio también es posible observar una

abundancia en el orden señalado para el caso de los minerales esenciales: feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa. Como minerales accesorios, el más abundante es la biotita que, en algunos casos presenta oxidación incipiente y en otros muscovitización. La muscovita es en parte secundaria y en parte primaria, pero es menos

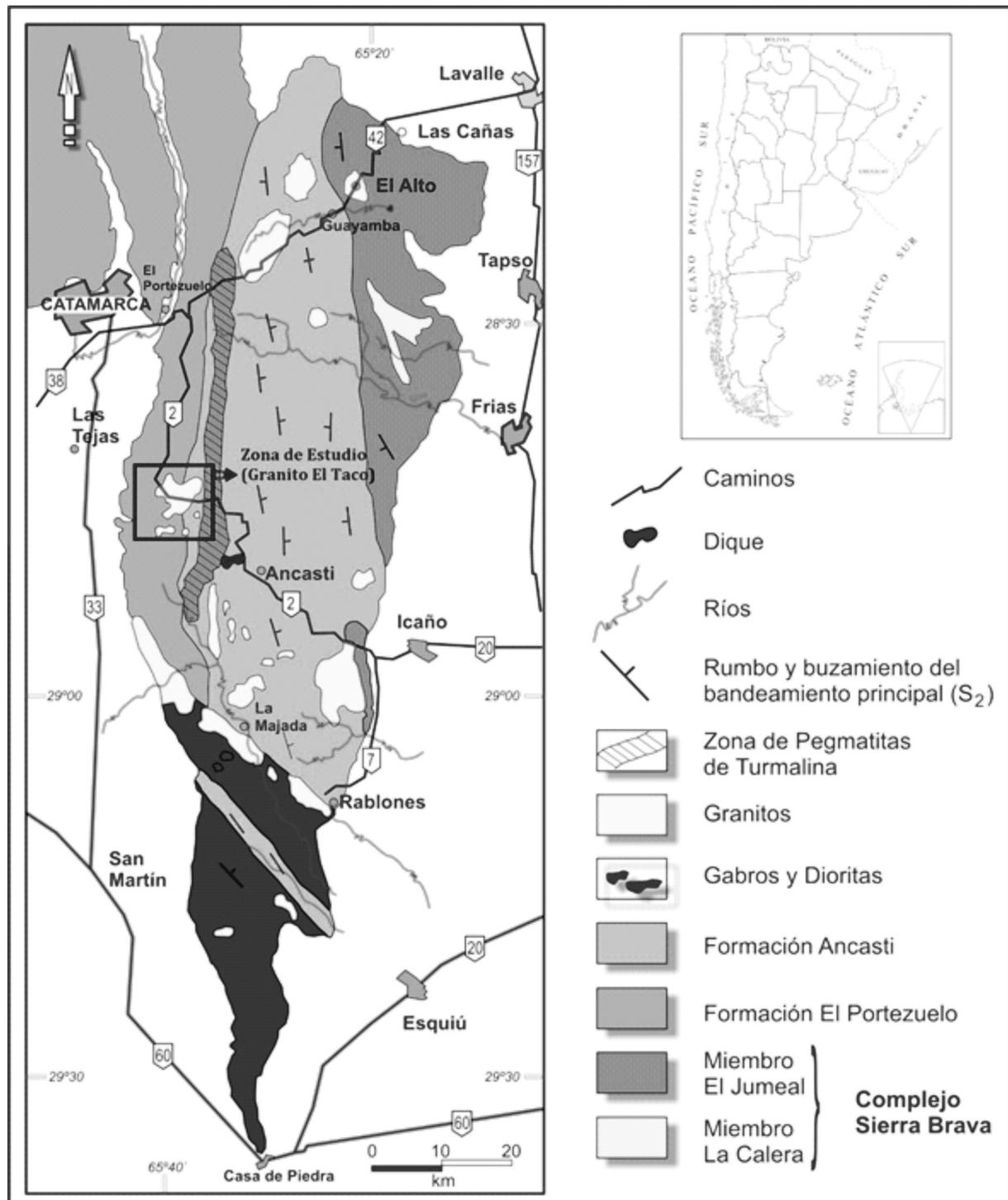


Figura 1: Mapa geológico de la zona de estudio El Taco. Modificado de Sardi *et al* (2017) / **Figure 1:** Geological map of the El Taco study area. Modified from Sardi *et al* (2017)



Figura 2: Fotografía del granito El Taco. / **Figure 2:** Photograph of El Taco granite.



Figura 3: Fotografía del contacto entre el granito El Taco y la roca de caja (Esquisto de la Fm El Portezuelo). Se observa en el granito como sus minerales se alinean siguiendo una orientación muy parecida al de la esquistosidad de la roca de caja. / **Figure 3:** Photograph of the contact between the El Taco granite and the box rock (Schist of the El Portezuelo Fm). It is observed in granite how its minerals are aligned following an orientation very similar to that of the schistosity of the box rock.

abundante que la biotita y se encuentra en matrices de feldespatos (figura 8).

En cuanto a los diques intragraníticos microscópicamente se observan cristales de feldespato potásico (microclino), cuarzo y plagioclasa en entramado granítico, con láminas de muscovita secundaria como producto de alteración de biotita y turmalina (figura 9).

Geoquímica

Las muestras del Granito El Taco fueron analizadas en el laboratorio Alex Stewart a partir del método de análisis ICP-MA 39 elementos, este método se basa en el análisis de 39 elementos a partir de la disolución de 0.2g en 4 ácidos: fluorhídrico, perclórico, nítrico y clor-

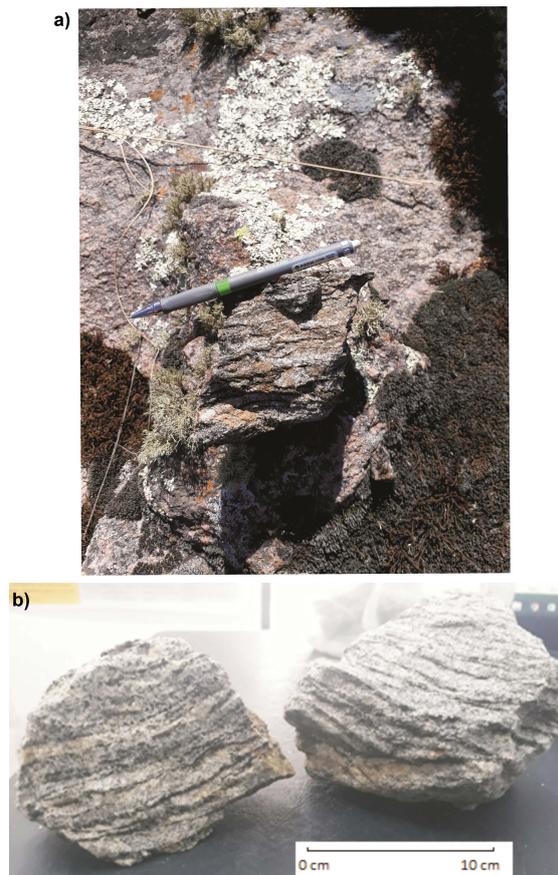


Figura 4: Fotografía del enclave correspondiente a la roca de caja (Fm El Portezuelo); **a)** se observa el contacto del enclave con el granito en el campo, y **b)** se observa la muestra de mano correspondiente al enclave donde se puede apreciar la disposición en bandas de los minerales. / **Figure 4:** Photograph of the enclave corresponding to the box rock (El Portezuelo Fm); **a)** the contact of the enclave with the granite in the field is observed, and **b)** the hand sample corresponding to the enclave is observed where the arrangement in bands of the minerals can be appreciated.

hídrico (digestión total con pérdida parcial por volatilización de As, Cr, Sb y Hg) y se realiza una determinación en ICP-OES Radial. Los resultados se muestran en la tabla 2. Dentro de los 39 elementos no se analizaron Si y Rb.

Elementos mayoritarios

Las composiciones químicas de las muestras del granito El Taco pueden observarse en la tabla 2. El stock se clasifica según el diagrama de aluminosidad de Maniar y Piccoli (1989) con límite entre granito de afinidad S (a la derecha) e I (izquierda) ($ASI = 1.1$) de Chappell y White (1974), como una roca peraluminosa con un $ASI > 1$ observándose también una afinidad hacia granitos Tipo S (figura 10a). Esto último lo confirma el diagrama de álcalis de Chappell y

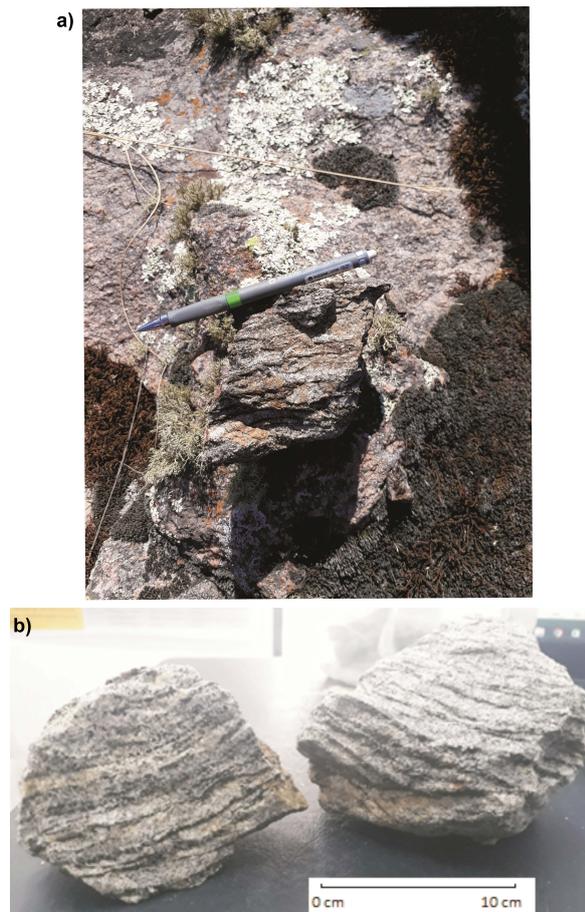


Figura 5: Fotografía de dique intergranítico del granito El Taco: **a)** Se observa el dique intergranítico dentro del granito El Taco, **b)** se observa una parte del dique intergranítico en el campo, y **c)** muestra de mano correspondiente al dique. / **Figure 5:** Photograph of the intergranite dike of the El Taco granite: **a)** The intergranite dike is observed within the El Taco granite, **b)** a part of the intergranite dike is observed in the field, and **c)** a hand sample corresponding to the dike.

White (1984) en el cual las muestras se plotean en el campo de granitos Tipo S (figura 10b). Según diagrama multicationico de Debon y Le Fort (1983) las muestras de GET plotean en el campo de roca leucocrática (figura 11), las cuales siguen la serie de evolución calcoalcalina según diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971) (figura 12).

Elementos minoritarios y trazas

Las muestras del granito El Taco se han volcado en el diagrama “Spider” multielemental normalizado a corteza continental según Rudnick y Gao (2014). Se observa un enriquecimiento de K_2O , P_2O_5 , Ga y Nb y un empobrecimiento de TiO_2 , FeO^t , MgO , CaO , Ba, Cr, Sr,

V, Zn y Zr (figura 13).

Implicaciones sobre el ambiente tectónico

El contexto tectónico en el que habría tenido lugar el magmatismo del granito El Taco es de carácter sin-colisional a post-orogénico desarrollándose en un ambiente tectónico magmático de arco. Esta naturaleza post-tectónica del granito es en relación al tiempo de intrusión, posterior al evento esencialmente metamórfico

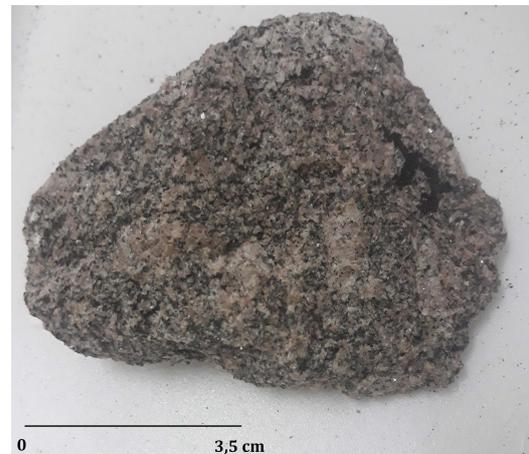


Figura 6: Diagrama triangular QAP de Streckeisen (1976). Se observa que las muestras correspondientes al granito El Taco (+) pertenecen al campo de sienogranito y algunas pocas al de granito álcali-feldespático / **Figure 6:** Triangular QAP diagram from Streckeisen (1976). It is observed that the samples corresponding to the granite El Taco (+) belong to the syenogranite field and a few to the alkali-feldspathic granite.



Figura 7: Fotografía de muestra de mano del granito El Taco, en **a)** se observa una muestra correspondiente a la facie porfídica, y en **b)** se observa una muestra correspondiente a la facie equigranular. / **Figure 7:** Photograph of hand sample of El Taco granite, in **a)** a sample corresponding to the porphyritic facies is observed, and in **b)** a sample corresponding to the equigranular facies is observed.

Roca	Muestra	Cuarzo %	Feldespato K %	Plagioclasa %	Biotita %	Muscovita %	Turmalina %	Granate %	Apatito %	Gr. Epidoto %	Opacos %
Granito	248 (GET1)	30	30	10	10	10	5	3		2	
	249 (GET2)	30	30	10	15	10	4	1			
	250 (GET3)	35	30	5	15	10	5				
	251 (GET4)	30	35	10	10	10	3	2			
	252 (GET5)	40	30	10	10	5	3	2			
	257 (GET6)	35	35	5	15	7	3				
	258 (GET7)	35	30	10	15	5	3	2			
	260 (GET8)	30	30	10	10	10	5	2		1	1
	262 (GET9)	35	30	10	10	10	3	2			
	263 (GET10)	40	30	5	10	10	5				
	264 (GET11)	40	30	10	10	5	3	2			
	265 (GET12)	35	30	5	15	10	2	2		1	

Tabla 1: Composición Modal de minerales esenciales y accesorios del granito El Taco. / **Table 1:** Modal composition of essential minerals and accessories of El Taco granite.

y deformativo del ciclo Pampeano (Rapela *et al.*, 2001; Toselli *et al.*, 2017). Las muestras se plotean en el diagrama de discriminación de elementos traza en la interpretación tectónica de rocas graníticas, según Pearce *et al.* (1984), en el cual se puede observar que este granito plotea en el campo de arco volcánico y granitos

sin-colisión (figura 14).

Conclusión

El granito el Taco aflora dentro de la localidad homónima en la sierra de Ancasti, Catamarca, es un stock de reducidas dimensiones

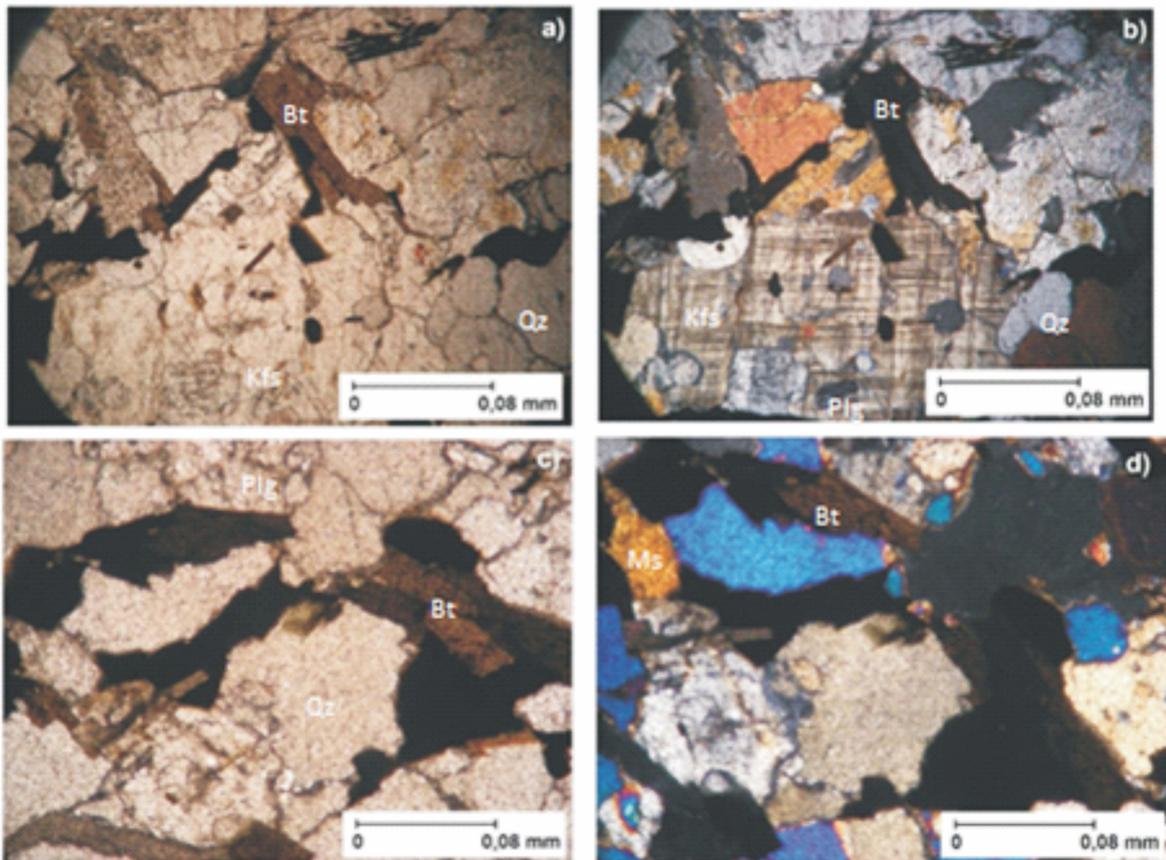


Figura 8: Microfotografías del Granito El Taco. **a y b.**- Biotita (Bt) en algunos sectores con oxidación, cristales de feldespato (Kfs) potásico (microclino) con incrustaciones de otros cristales como cuarzo (Qz) y plagioclasa (Plg) y cuarzo en grano medio como minerales esenciales (**a**, nicoles paralelos; **b**, nicoles cruzados); **c y d.**- Cristales de biotita (Bt) en algunos sectores con oxidación y en otros muscovitización (Ms), este último se observa en la imagen **d**), cuarzo (Qz) en granos medianos y plagioclasa (Plg) en granos más pequeños (**c**, nicoles paralelos; **d**, nicoles cruzados). / **Figure 8:** Photomicrographs of El Taco Granite. **a and b.**- Biotite (Bt) in some sectors with oxidation, potassium feldspar crystals (Kfs) (microcline) encrusted with other crystals such as quartz (Qz) and plagioclase (Plg) and quartz in medium grain as essential minerals (**a**, parallel nicols; **b**, crossed nicols); **c and d.**- Biotite crystals (Bt) in some sectors with oxidation and in others muscovitization (Ms), the latter is observed in image **d**), quartz (Qz) in medium grains and plagioclase (Plg) in smaller grains (**c**, parallel nicols; **d**, crossed nicols).

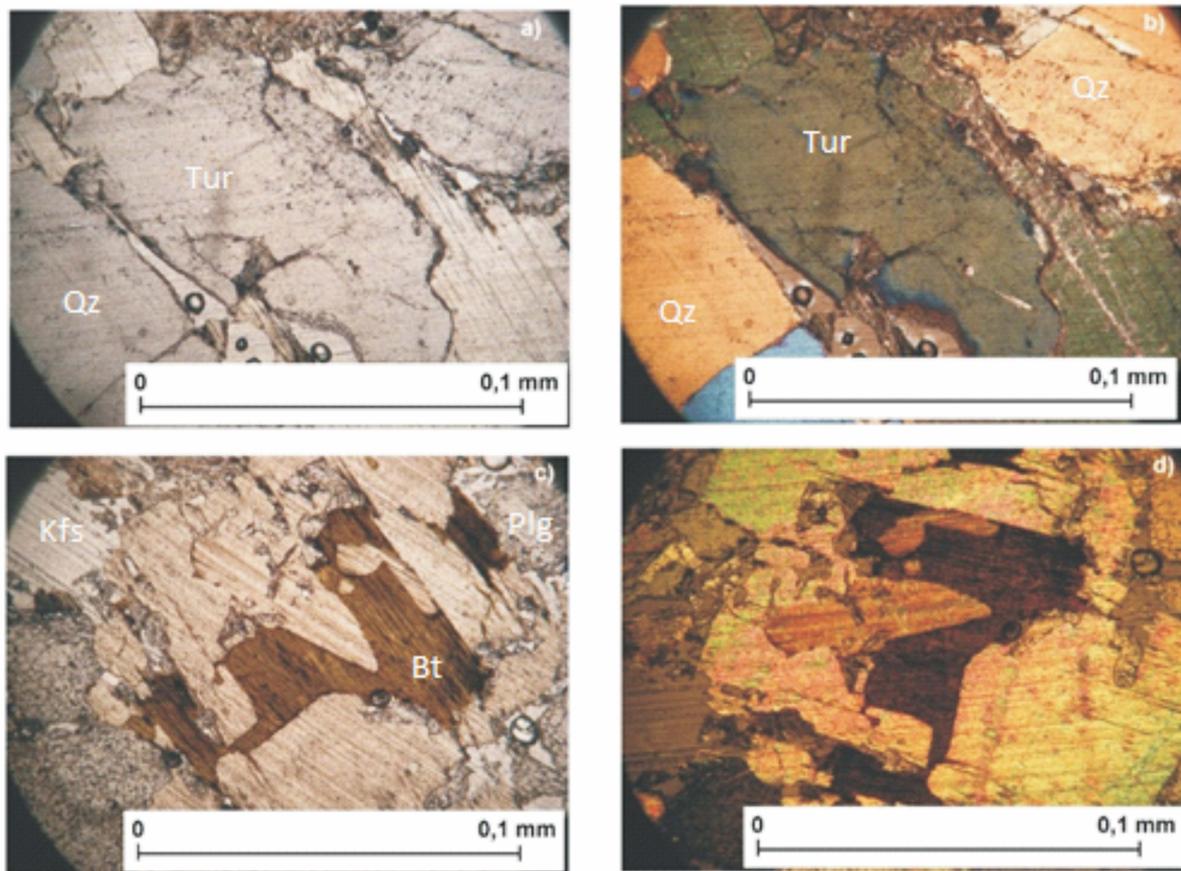


Figura 9: Microfotografía de diques intragraníticos del granito El Taco. **a y b.**- Cristales de cuarzo (Qz) y turmalina (Tur) con poca presencia de fracturas (a, nicoles paralelos; b, nicoles cruzados); **c y d.**- Cristales de biotita (Bt) con fenómeno de oxidación en algunos sectores, a su alrededor se encuentran cristales de feldespato potásico (Kfs) y plagioclasa (Plg) (c, nicoles paralelos; d, nicoles cruzados). / **Figure 9:** Photomicrograph of intragranitic dikes of the El Taco granite. **a and b.**- Quartz (Qz) and tourmaline (Tur) crystals with little presence of fractures (a, parallel nicols; b, crossed nicols); **c and d.**- Biotite (Bt) crystals with oxidation phenomenon in some sectors, around them are crystals of potassium feldspar (Kfs) and plagioclase (Plg) (c, parallel nicols; d, crossed nicols).

Muestras	Al	Al ₂ O ₃	As	Ba	Ca	CaO	Co	Cr	Cu	Fe	FeO	Ga	K	K ₂ O	La	Li
	%	%	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	%	%	ppm	ppm
GET 2	7,18	13,567649	6	249	1,13	1,58086	31	33	23	1,84	2,367168	19	3,27	3,93928	43	64
GET 5	6,99	13,208617	6	601	1,4	1,95859	57	24	18	1,91	2,457224	20	2,97	3,57788	47	42
GET 10	6,21	11,734694	nd	167	1,06	1,48293	35	36	30	1,8	2,315708	24	2,85	3,43332	37	59
GET 11	7,66	14,474679	nd	273	1,08	1,51091	22	37	30	1,93	2,482954	26	3,7	4,45729	43	67
GET 12	6,81	12,868481	nd	254	0,88	1,23111	18	27	24	1,33	1,711051	21	3,54	4,26455	29	69

Muestras	Mg	MgO	Mn	MnO	Mo	Na	Na ₂ O	Nb	Ni	P	P ₂ O ₅	Pb	Sc	Sr	Ti	Ti ₂ O
	%	%	ppm	%	ppm	%	%	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	%	%
GET 2	0,64	1,0611839	419	0,054099	4	2,29	3,0867	13	24	1001	0,229272	22	6	93	0,21	0,35029
GET 5	0,7	1,1606699	363	0,046869	3	2,21	2,9788	3	24	735	0,168346	33	7	180	0,24	0,40033
GET 10	0,65	1,0777649	433	0,055907	4	2,14	2,8845	15	23	795	0,182089	19	6	79	0,21	0,35029
GET 11	0,66	1,0943459	434	0,056036	4	2,44	3,2889	20	20	1025	0,234769	24	7	93	0,23	0,38365
GET 12	0,46	0,7627259	393	0,050742	3	2,55	3,4371	15	13	748	0,171324	26	nd	81	0,15	0,25021

Muestras	Tl	V	Y	Zn	Zr
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
GET 2	6	35	15	63	106
GET 5	nd	50	13	50	90
GET 10	nd	36	12	62	112
GET 11	nd	42	15	68	111
GET 12	5	27	10	48	87

Tabla 2: Composición geoquímica de muestras correspondientes al granito El Taco. / **Table 2:** Geochemical composition of samples corresponding to the El Taco granite.

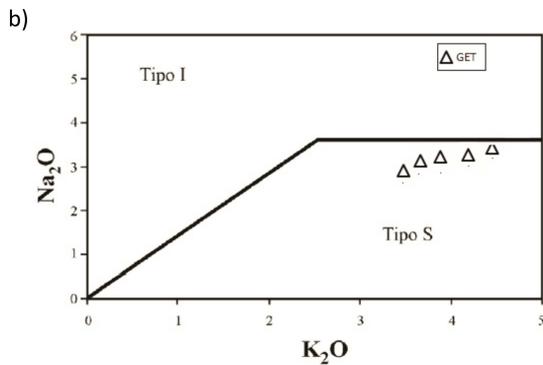
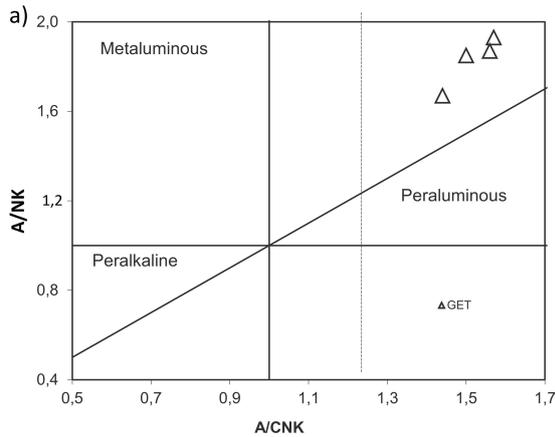


Figure 10: Diagramas Geoquímicos: **a)** diagrama de aluminosidad de Maniar y Piccoli (1989) con límite entre granito de afinidad S (a la derecha) e I (izquierda) (ASI = 1.1) de Chappell y White (1974), **b)** Diagrama de álcalis de Chappell y White (1984). / **Figure 10:** Geochemical diagrams: **a)** aluminosity diagram from Maniar and Piccoli (1989) with boundary between granite of affinity S (on the right) and I (on the left) (ASI = 1.1) from Chappell and White (1974), **b)** Alkali diagram from Chappell and White (1984).

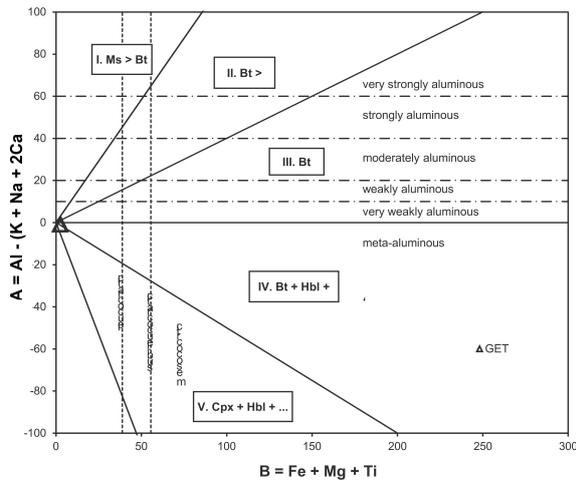


Figure 11: Diagrama multicaciónico de Debon y Le Fort (1983) donde las muestras GET se plotean en el campo Leucocrático. / **Figure 11:** Multication diagram from Debon and Le Fort (1983) where GET samples are plotted in the Leucocratic field.

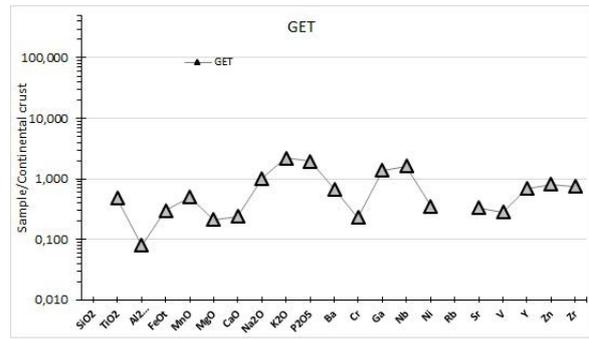


Figure 12: Diagrama AFM de Irvine y Baragar (1971) donde las muestras GET se plotean en el campo Calcoalcalino. / **Figure 12:** AFM diagram from Irvine and Baragar (1971) where GET samples are plotted in the Calcoalcaline field.

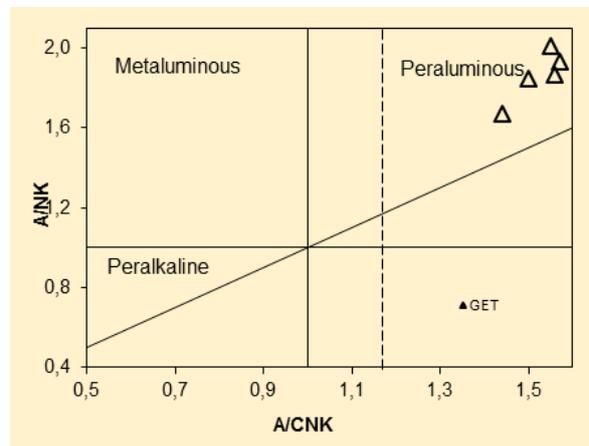


Figure 13: Diagrama “Spider” multielemental normalizado a corteza continental según Rudnick y Gao (2014) donde se observa el enriquecimiento y empobrecimiento de los elementos mayores, minoritarios y trazas de GET. / **Figure 13:** Multielemental “Spider” diagram normalized to continental crust according to Rudnick and Gao (2014) where the enrichment and impoverishment of the major, minor and trace elements of GET are observed.

de composición sienogranítico de dos facies que intruye a las rocas metamórficas de la sierra, correspondientes a la Fm Ancasti y Fm El Portezuelo.

Geoquímicamente se caracteriza por ser peraluminoso, leucocrático, con afinidad a los granitos Tipo S y calcoalcalino. Presenta un enriquecimiento de K₂O, P₂O₅, Ga y Nb y un empobrecimiento de TiO₂, FeO, MgO, CaO, Ba, Cr, Sr, V, Zr y Zr normalizados a corteza continental.

Corresponde a un ambiente tectónico de arco de carácter sin-colisional o post-orogénico, esta característica es similar a los otros granitos de la zona de edad contemporánea como el granito Villismán (Marangone *et al.*, 2020).

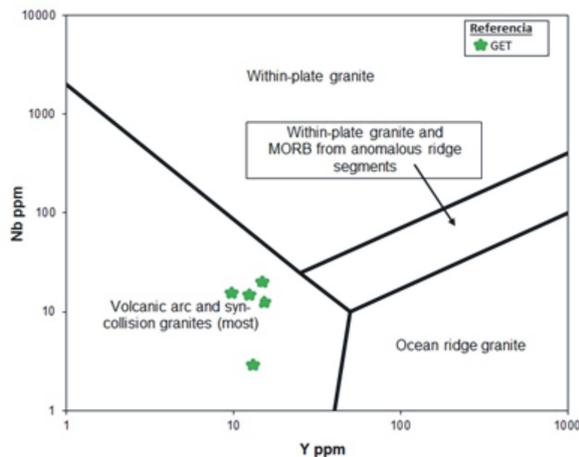


Figura 14: Diagrama de discriminación de elementos traza en la interpretación tectónica de rocas graníticas, según Pearce *et al* (1984), en el cual se puede observar que este granito plotea en el campo de arco volcánico y granitos sin-colisión. / **Figure 14:** Trace element discrimination diagram in the tectonic interpretation of granitic rocks, according to Pearce *et al* (1984), in which it can be seen that this granite plots in the field of volcanic arc and non-collision granites.

Agradecimientos

Agradezco al instituto INSUGEO por proporcionarme el lugar de trabajo para el tratamiento de las muestras como así también a su director el Dr. Guillermo Aceñolaza por su predisposición.

Referencias

- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. 1977: Esquema Geológico de la Sierra de Ancasti, provincia de Catamarca. – *Acta Geológica Lilloana*, 14: 233-256; Tucumán.
- Alasino, P. H.; Larrovere, M. A.; Rocher, S.; Dahlquist, J. A.; Stipp Basei, M. A.; Memeti, V.; Paterson, S. R.; Galindo, C.; Macchioli Grande, M. S.; da Costa Campos Neto, M.. 2017. Incremental growth of an upper crustal, A-type pluton, Argentina: Evidence of a re-used magma pathway. *Lithos* 284-285:347-366.
- Chappell, B. and White, A. 1984. I and S type granites in the Lachland Fold Belt, SE Australia. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 83: 1-26.
- Cisterna, C. 2003: Faja intrusiva La Majada, sierra de Ancasti, Catamarca: caracterización petrológica-estructural. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58(1): 20- 30.
- Dahlquist, J.A.; Pankhurst, R.J.; Gaschnig, R.M.; Rapela, C.W.; Casquet, C.; Alasino, P.H.; Galindo, C.; Baldo, E.G. 2013. Hf and Nd isotopes in Early Ordovician to Early Carboniferous granites as monitors of crustal growth in the Proto-Andean margin of Gondwana. *Gondwana Research* 23: 1617-1630.
- Debon F., Le Fort P. 1983. A chemical–mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences* 73: 135–149.
- Grosse, P., Bellos, L., de Los Hoyos, C., Larrovere, M., Rossi, J. and Toselli, A. 2011. Across-arc variation of the Famatinian magmatic arc (NW Argentina) exemplified by I-, S- and transitional I/S-type Early Ordovician granitoids of the Sierra de Velasco. *Journal of South American Earth Sciences* 32: 110-126.
- Irvine, T.N. and Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8: 523-548.
- Knüver, M. 1983. Dataciones radimétricas de rocas plutónicas y metamórficas. En: Aceñolaza, F., Miller, H. y Toselli, A. (Eds.). Geología de la Sierra de Ancasti. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 59: 201-218.
- Larrovere, M.A., de los Hoyos, C.R. y Grosse, P. 2012. Los complejos metamórficos del retro-arco Famatiniano (noroeste de Argentina): caracterización geoquímica e isotópica de sus protolitos, e implicancias geotectónicas. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 29(3): 676-695.
- Maniar, P. y Piccoli, P., 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Bulletin of the Geological Society of America*, 101: 635-643.
- Marangone, S. 2020. Geochemical features of the Villisman granite and surrounding Li- Pegmatites, sierra de Ancasti, Argentina. Genetic Implications. *Journal of South American Earth Sciences*.
- Miller, H. y Söllner, F. 2005. The Famatina complex (NW-Argentina): back-docking of an island arc or terrane accretion? Early Palaeozoic geodynamics at the western Gondwana margin. En: Vaughan A.P.M., Leat P.T. y Pankhurst, R.J. (eds.), *Terrane processes at the margins of Gondwana Geological Society, Special Publication*: 241-256, London.
- Pearce, J.A., Nigel B.W. Harris, Andrew G. Tindle, 1984. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Revista de Petrología* 25: 956-983.
- Pankhurst, R. J., Rapela, C. W., Saavedra, J., Baldo, E. G., Dahlquist, J. A., Pascua, I. and Fanning, C. 1998. The Famatinian arc in the central Sierras Pampeanas: an early to mid-Ordovician continental arc on the Gondwana margin. In: Pankhurst, R. J. and Rapela, C. W. (Eds). The Proto-Andean Margin of Gondwana. *Geological Society, London, Special Publications* 142:343–367.
- Pankhurst, R. J., Rapela, C. W. and Fanning, C. 2000. Age and origin of coeval TTG, I- and S-type granites in the Famatinian belt of NW Argentina. *Transac-*

- tions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences* 91:151–168.
- Rapela, C., Casquet, C., Baldo, E., Dahlquist, J., Pankhurst, R., Galindo, C. and Saavedra, J. 2001. La orogénesis del Paleozoico inferior en el margen proto-andino de América del Sur, Sierras Pampeanas, Argentina. *Journal of Iberian Geology*, 27: 23-41.
- Rudnick, R.L. and Gao, S. 2004. Composition of the Continental Crust. In: *Treatise on Geochemistry*. Holland, H.D. and Turekian, K.K. (Editors), Elsevier, Amsterdam, 3: 1-64.
- Sardi, F. G., de Barrio, R., Colombo, F., Marangone, S., Ramis, A. and Curci, M. 2017^a. Pegmatitas graníticas de la región noroeste de Argentina. En: Muruaga, C.M. y Grosse, P. (Eds.), Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. *Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino*, San Miguel de Tucumán: 971-1002.
- Sardi, F., Marangone, S., Demartis, M. and Altenberger, U. 2017^b. Pegmatitas litíferas del Grupo Villismán, Distrito Ancasti, Catamarca. I.- Rasgos petrográficos y geoquímicos. *XX Congreso Geológico Argentino, Simposio 2: Geología endógena y exógena del litio en Argentina*: Actas: 32-37.
- Toselli, A. J., Reissinger, F., Durand, F. and Bazán, C. 1983. Rocas graníticas. En: Aceñolaza, F., Miller, H. y Toselli, A. (Eds.). *Geología de la Sierra de Ancasti. Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 59: 79-99.
- Toselli, A.J., Miller, H., Aceñolaza, F.G., Rossi, J.N. y Söllner, F. 2007. The Sierra de Velasco of Northwest Argentina, an example for polyphase magmatism at the margin of Gondwana. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 246(3):325-345.
- Toselli, A. J., Aceñolaza, G. F. y Rossi, J. N. 2017. Evolución del basamento neoproterozoico/terreneuviano en la Cordillera oriental y Sierras pampeanas del noroeste de Argentina. En: Muruaga, C.M. y Grosse, P. (Eds.), Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. *Relatorio del XX Congreso Geológico Argentino*, San Miguel de Tucumán: 141-165.
- Willner, A.P. 1983: Mehrphasige Deformation und Metamorphose im altpaläozoischen Grundgebirge des Nordteils der Sierra de Ancasti (Provincia Catamarca, NW-Argentina). – [Doctoral Thesis] Universität de Münster: 203 p.; Münster.

Recibido: 20 de Agosto 2021

Aceptado: 26 de Junio de 2022