

Andesita Cerro Bola: Nueva unidad vinculada al magmatismo mioceno de la Cordillera de Olivares, San Juan, Argentina (30°35'S; 69°30'O)

Aníbal F. WETTEN

INGEO, Universidad Nacional de San Juan. Santo Domingo 199 Sur. Rivadavia, CP 5400 SAN JUAN.
e-mail: awetten@sinectis.com.ar

RESUMEN. El área de estudio se halla en la zona de Tocota, inmediatamente al este de la Cordillera de Olivares, en el borde oriental de la Cordillera Frontal, provincia de San Juan. En ella se encuentran unidades ígneas y sedimentarias del ciclo gondwánico, las que fueron intruidas y cubiertas en relación discordante por cuerpos subvolcánicos y volcánicos asignados anteriormente al ciclo andino en sentido amplio, los cuales constituyen el principal objeto del presente estudio. Estos cuerpos han sido mapeados a fin de poder caracterizarlos adecuadamente, en el contexto estratigráfico de la región. Los afloramientos de interés han sido reconocidos en el cerro Bola y alrededores, donde se observan distribuidos irregularmente, cubriendo un área superior a 5 km². Las rocas, de coloración gris clara y composición andesítica - fenoandesítica, presentan estructuras de domo y colada. Estos afloramientos serían correlacionables con la unidad volcánica Pircas (Mioceno), la que aflora al oeste, y conformarían un evento magmático posterior al de pórfidos de diferente composición situados tanto en el arroyo Chita como en el cerro Divisadero. La extensión del área involucrada, la uniformidad litológica, el bajo grado de alteración y una edad radiométrica obtenida por el método K/Ar, fueron considerados para proponer a estas volcanitas como una unidad litoestratigráfica de edad miocena superior, con la denominación de Andesita Cerro Bola.

Palabras claves: *Tocota, Ciclo andino, Magmatismo, Cordillera frontal, Grupo Olivares*

ABSTRACT. *Cerro Bola Andesite: New unit linked to the Miocene magmatism of the Olivares Cordillera, San Juan (30°35' S ; 69°30' W).* The study area is located in the region of Tocota Creek, close to the Cordillera Olivares, eastern border of the Frontal Range, San Juan province. In this place, igneous and sedimentary units belonging to the Gondwanic cycle, were recognized. These units were intruded and unconformably covered by subvolcanic and volcanic bodies, which were commonly referred to the Tertiary or Andean cycle. The study of these bodies is the main proposal of this work. These bodies had been mapped in order to characterize them properly in the regional stratigraphic context. The main outcrops were recognized in the Bola Hill and surroundings, where they are irregularly distributed, covering an area greater than 5 km². Dome and lava flow structures are present with the light gray andesite - phenoandesite rock. These outcrops can be correlated with the Pircas volcanic unit (Miocene), to the west, and could be further related to other porphyry bodies of different composition, situated both in Chita Creek and in Divisadero Hill. The extension of the area, lithological uniformity, the low alteration and a K/Ar radiometric age were considered, in order to propose these subvolcanic and volcanic bodies as a new lithostratigraphic unit, Upper Miocene in age, denominated "Cerro Bola Andesite".

Key words: *Tocota, Andean cycle, Magmatism, Frontal Range, Olivares Group*

Introducción

La zona de estudio se ubica unos 200 km al noroeste de la ciudad de San Juan, al oeste de la estancia Tocota, y fue recorrida, en épocas de verano, en el marco de una beca de investigación del CONICET, la que tuvo como fin conocer la geología y mineralización metalífera del distrito minero Tocota.

En esta zona aflora un conjunto de cuerpos volcánicos de composición mesosilícica (Fig. 1) que, a través del presente trabajo, se propone incluir en una unidad litoestratigráfica del ciclo Andino, de comprobada extensión regional en el ámbito de la Cordillera Frontal. Llambías y Malvicini (1966), asignaron una edad terciario - cuaternario para estas rocas, que intruyen y apoyan discordantemente sobre las rocas paleozoicas ígneas o sedimentarias, conservando sus rasgos estructurales. T.E.A. (1968) cita una distribución regional bas-

tante amplia de las unidades volcánicas del ciclo neógeno en la Cordillera Frontal, sin dar demasiadas precisiones acerca de sus relaciones estratigráficas. Posteriormente, Bastías (1991) menciona una importante extensión de eventos efusivos intrusivos como Grupo Olivares, que ocupan el intervalo Oligoceno-Pleistoceno y cuyos principales afloramientos se encuentran en la Cordillera de Olivares. En los relevamientos efectuados por Lara *et al.* (1993 a, b) y Wetten (1995, 1998) se aprecia la distribución de las volcanitas terciarias tanto a escala de distrito minero como así también regional. En general, los citados afloramientos fueron considerados como simples manifestaciones volcánicas asignadas al Terciario en sentido amplio. A partir de las observaciones de Wetten (1998), surge la intención de caracterizar a estas rocas volcánicas como un conjunto de afloramientos ígneos identificables en espacio y tiempo como una unidad litoestratigráfica con atributos pro-

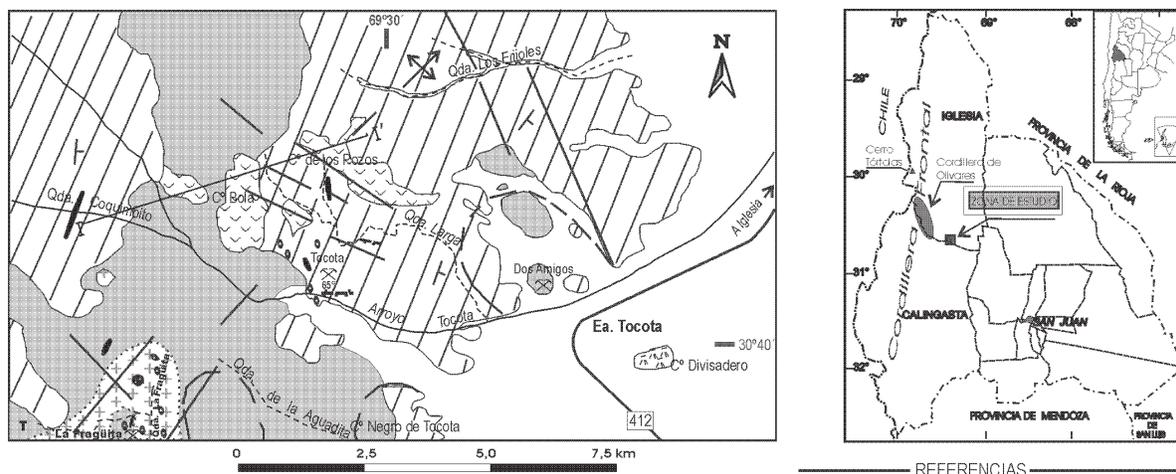


Figura 1: Ubicación geográfica y geología del área de estudio

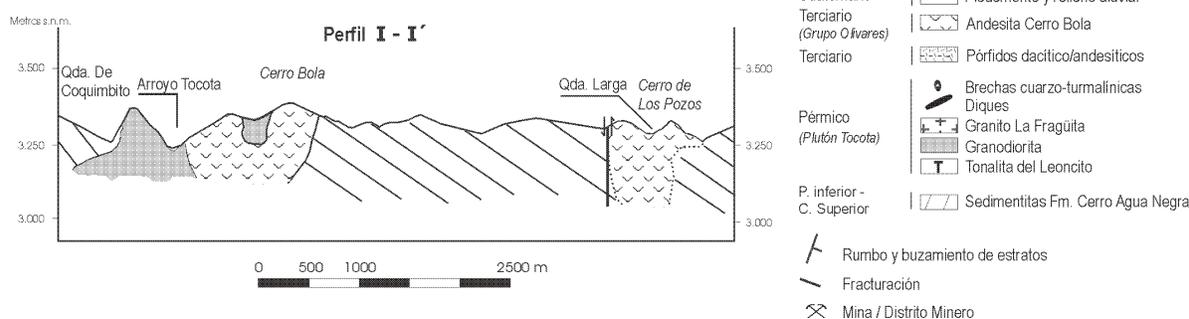


Figura 2: Perfil geológico esquematizado

pios. El presente trabajo ha sido orientado a este último fin, mediante el apoyo de datos de campo, laboratorio y de correlación estratigráfica.

Metodología

Durante las tareas de campaña se obtuvieron muestras petrográficas de todas las unidades litológicas para completar los datos del área de estudio (Figs. 1 y 2). La interpretación de fotos aéreas, a escala 1:12500, fue útil para el mapeo geológico de la zona aledaña al arroyo Tocota. Luego, el empleo de una imagen Landsat TM falso color compuesto a escala 1:100.000, procesada en las bandas 1, 4 y 7, permitió establecer la continuidad y extensión de las vulcanitas en el resto del área, dado el contraste de las reflectancias espectrales entre éstas y las rocas de caja, acorde con lo señalado por Wetten (1997).

Geología

Generalidades

Desde el punto de vista geológico regional, la Cordillera Frontal comprende principalmente depósitos neopaleozoicos que se asientan mediante discordancia angular sobre un basamento de edad proterozoica media, expuesto en los cordones

del Plata y del Portillo, en la provincia de Mendoza (Ramos 1999), o bien sobre rocas sedimentarias del Paleozoico inferior fuertemente tectonizadas y diagenizadas, del Grupo Ciénaga del Medio (Amos y Marchese 1965; en Caminos 1979), como ocurre con el segmento andino en la provincia de San Juan. La Formación Cerro Agua Negra (Polanski 1970) es una unidad sedimentaria de ambiente marino, del Carbonífero-Pérmico, con una gran distribución en la región andina considerada. Esta formación está intruida por granitoides del ciclo magmático gondwánico (Llambías y Sato 1990), de edad pérmica, en su mayoría granodioritas, con granitos y tonalitas y además, sus diques asociados, todos correspondientes al Plutón Tocota (Cuadro 1). Las deformaciones acaecidas principalmente en el Pérmico medio, atribuidas a la fase orogénica San Rafael, dieron como resultado una intensa deformación en parte penetrativa, en las rocas paleozoicas, que quedaron cratonizadas al final de este período (Ramos 1999). Entre los productos volcánicos y piroclásticos se destacan los del Grupo Choiyoi (Rolleri y Criado Roque 1970), los que constituyen un extenso plateau volcánico y que probablemente deben su origen a estructuras norte-sur, propias de la fase San Rafael y la subsecuente fase distensiva (Llambías y Sato 1990). Toda la secuencia está afectada por vulcanitas del ciclo ándico (Figs. 1 y 2), ya sea por intrusión de cuerpos subvolcánicos como así también por derrames en superficie (Llambías y Malvicini 1966). Finalmente, suprayace un relleno moderno aluvial y material glacial.

Cabe destacar además, en la zona de interés, la presencia del

Cuadro 1: Distribución de unidades geológicas y relación estratigráfica entre la Andesita Cerro Bola y la unidad Pircas.

Era	Período	Época	Grupo/Unidad			Caracterización litológica
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno				Relleno aluvial y coluvial
		Pleistoceno				Material glaciar y de pedimento
	Terciario	Plioceno				Pórfidos andesíticos y dacíticos
		Mioceno	Grupo Olivares (TEA 1968, Aparicio 1984)	Unidad Pircas (Bastías 1991)	Andesita Cerro Bola (Este trabajo)	Fenoandesitas (Cerros Bola y de Los Pozos)
Paleozoico	Pérmico	Superior	Grupo Choiyoi (Quartino y Zardini 1967)			Ignimbritas andesíticas a dacíticas Sedimentitas
		Inferior	Plutón Tocota (Llambías y Sato 1990)			Diques mesosilícicos Granito La Fragüita (Rodríguez <i>et al.</i> 1996) Brechas, Tonalita del Leoncito y granodioritas.
			Fm. Cerro Agua Negra (Polanski 1970)			Areniscas cuarzosas y lutitas
	Carbonífero	Superior				

distrito minero Tocota, compuesto por labores de tipo galería, de pequeña envergadura, indicativas de la explotación llevada a cabo desde vetas durante el período 1945-1952, con el objeto de extraer arsénico (Kittl y Bellio 1946). En años recientes, el distrito fue investigado mediante sondeos exploratorios con el fin de determinar reservas geológicas por oro (Wetten 2000).

Unidades del Paleozoico superior

Formación Cerro Agua Negra

Es la unidad estratigráfica más antigua reconocida en el área. Está constituida, en forma predominante, por pelitas (limoarcilitas y fangolitas), areniscas medianas a gruesas y escasos conglomerados, cuya coloración varía entre el gris y el verde oscuros. En cuanto a su composición se destaca la presencia de abundantes granos de cuarzo, con tamaños entre 0,10 y 0,50 mm, y proporciones subordinadas de biotita, anfíbol, plagioclasas, circón y opacos (comúnmente pirita). Delgadas guías de cuarzo post-formacionales cortan los afloramientos. También suelen presentarse hornfels, en el contacto con rocas ígneas. Las alteraciones observadas son del tipo propilítica y filica con intensidad moderada. Llambías y Sato (1990) efectuaron un relevamiento regional en el que consideraron los datos de González (1981), por lo que incluyeron esta formación en el lapso Carbonífero superior-Pérmico inferior.

Tonalita del Leoncito (Rodríguez Fernández *et al.* 1996)

Las tonalitas se han reconocido en la porción suroeste (Fig. 1), donde se hallan frecuentemente intruidas por granitos y, también, como xenolitos dentro de la masa granítica. Se destacan por su tonalidad gris oscura, grano medio a grueso y una composición de cuarzo, feldespatos (con predominio de plagioclasas) y biotita como el mineral accesorio más abundante.

Granodioritas

En la porción norte del Pluton Tocota las granodioritas adquieren una amplia distribución y sólo se ven afectadas por diques de pórfido andesítico y cuerpos de brecha neopaleozoicos y escasos intrusivos subvolcánicos terciarios. En general se presenta prácticamente inalterada; con textura granular y compuesta por plagioclasas, escaso feldespato potásico y cuarzo como minerales principales, biotita abundante (más del 15 %), hornblenda, piroxeno, apatito, titanita y circón como accesorios y pistacita como producto de alteración. Linares y Llambías (1974) obtuvieron en forma preliminar, y por medio de una datación K-Ar, una edad de 275 ± 15 Ma; luego, Llambías y Sato (1995) determinaron por Rb/Sr, una edad de 267-269 Ma sobre roca total-biotita.

Granito La Fragüita (Rodríguez Fernández *et al.* 1996)

Esta unidad se distribuye ampliamente en la región de estudio. Está constituida por granitos y microgranitos que frecuentemente intruyen rocas granodioríticas, tienen dimensiones de decenas de metros, que en ocasiones superan la centena de metros (Rodríguez Fernández *et al.* 1996). Su localidad tipo está en la quebrada La Fragüita (Fig. 1). Los granitos tienen una composición monzogranítica predominante.

Exhiben una textura granular, con cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas como minerales esenciales, hornblenda, titanita, epidoto y minerales opacos como accesorios y turmalina como un producto deutérico.

Diques del Plutón Tocota

Los diques presentes, tanto en la zona del arroyo Tocota como en la de La Fragüita, poseen una orientación NNE, paralela a la del Plutón Tocota y tienen longitudes desde metros a decenas de metros. Se trata de diques de composición predominantemente andesítica, con alteraciones deutérica e hidrotermal (propilítica, potásica y filica).

Cuerpos de brecha

A estos cuerpos se los vincula con la actividad póstuma del emplazamiento batolítico. En general son de geometría irregular, con diámetros de algunas decenas de metros, composición cuarzo - turmalínica y contactos netos con las cajas. Comúnmente invaden la roca huésped mediante delgadas inyecciones.

En los alrededores del arroyo Tocota las brechas afloran de modo disperso, tienen tamaños reducidos y diseño más o menos tabular. El mayor de los afloramientos posee forma tabular o de "dique de brecha" y es de génesis hidrotermal (Lara *et al.* 1993a), el material intersticial está compuesto mayoritariamente por cuarzo, turmalina y jarosita, con arsenopirita, óxidos de hierro, clorita, epidoto (pistacita), circón y rutilo en forma subordinada. En menor proporción, se identificaron brechas de falla.

Productos efusivos terciarios

Grupo Olivares

Bastías (1991) interpreta, en base a una nomenclatura sugerida por T.E.A. (1968) y Aparicio (1984), que pertenecen a este grupo los pórfidos andesíticos que afloran en el norte, donde intruyen y apoyan discordantemente sobre rocas carbonosas neopaleozoicas (arroyo Chita) y sobre unidades permotriásicas del Grupo Choiyoi en el río Las Leñas (al SO del área de estudio). Además, el Grupo Olivares incluye la unidad Pircas (Bastías 1991), la que está conformada por stocks y diques de composiciones andesítica y dacítica, como así también por diques félsicos y granodioritas leucocráticas de la zona de Poposa, localizadas hacia el oeste (Cordillera de Olivares). Estos afloramientos corresponderían al Terciario medio a superior e intruyen tanto a la secuencia volcánica como al basamento subyacente. Por último, también estarían incluidos en el Grupo Olivares los afloramientos de andesitas de los cerros Bola y de los Pozos (Grassi *et al.* 1993 y Wetten 1998), por su cercanía con aquéllos de las zonas de Poposa y Chita y dado que intruyen y suprayacen el mismo basamento neopaleozoico.

Andesita Cerro Bola (nom. nov.)

Bajo esta denominación se reúne un grupo de afloramientos subvolcánicos, relacionados genética y estructuralmente, cuyos principales afloramientos se encuentran en los cerros Bola y de los Pozos (Figs. 1 y 2), como así también algunos asomos situados al norte de este último, próximos a la quebrada Los Frijoles (Fig. 1). Se propone asignar como localidad geográfica tipo para esta nueva unidad a la estancia Tocota (Código Argentino de Estratigrafía 1992), desde la que se puede acceder a los afloramientos.

Las tareas de mapeo revelaron que estas rocas intruyen tanto a la granodiorita del Plutón Tocota como a la Formación Cerro Agua Negra (Wetten 1998), mediante estructuras de domo (cerro Bola) y de cuello volcánico (cerro de los Pozos) favorecidas por zonas de fracturación (flanco austral del cerro

de los Pozos); además cubren la Formación Cerro Agua Negra a modo de coladas, sobre ambos márgenes de la quebrada Larga (Fig. 1) y con un espesor variable entre 8 y 10 m. En la vertiente occidental de esta quebrada el derrame se dispone en discordancia angular y subhorizontal sobre las sedimentitas carboníferas; en la vertiente oriental en cambio, se observan disyunción columnar en un cuello volcánico y coladas que se distribuyen irregularmente, las que además muestran un espesor bastante variable y pierden expresión topográfica hacia el este.

Las rocas del cerro Bola consisten en fenoandesitas de color gris claro, en general sin alterar, con estructura porfírica y pasta afanítica. Los fenocristales, abundantes, son esencialmente de plagioclasa y hornblenda. De la descripción al microscopio surge que la textura es inequigranular porfírica. Está compuesta por fenocristales mayoritariamente subhedrales de plagioclasa, deshomogeneizados, zonados y maclados según ley de Periclino, feldespato alcalino en menor proporción, pero del mismo tamaño. Algunos fenocristales de plagioclasa son poikiloblásticos con inclusiones de hornblenda, en ocasiones presentan fracturación. Los máficos, de menores dimensiones, están representados por hornblenda principalmente y escasa biotita. Los anfíboles son subhedrales, algunos zonados, y con inclusiones de opacos. El cuarzo es muy escaso. En general la roca es bastante fresca, no presenta alteración en los fenocristales. La pasta es microgranular felsofírica, compuesta por cuarzo, feldespato y opacos, se observan sericita, guías de oxidación y vidrio intersticial. Los minerales accesorios son apatito, epidoto y opacos.

Por otra parte, las rocas aledañas al cerro de los Pozos presentan una estructura similar y composición andesítica, con fenocristales de plagioclasas y de anfíbol (hornblenda) y muy escasa biotita como máficos. Los tamaños de los fenocristales son variables entre 0,1 y 2 mm, tienen liberación abundante de opacos en los bordes de los cristales. Las plagioclasas se hallan corroídas, muestran maclas de Carlsbad y polisintéticas, escasa zonalidad y alteración de tipos calcítica leve y sericítica subordinada. Los anfíboles denotan una incipiente cloritización. La pasta es fluidal en parte, se presenta como un mosaico formado por tablillas de plagioclasas inmerso en una base criptocristalina argilitizada en parte y con diseminación fina de minerales opacos pulverulentos, hay escasa clorita intersticial. En conjunto la alteración que se aprecia es propilítica de intensidad leve.

Resultados isotópicos (Andesita Cerro Bola)

En el cerro Bola se obtuvo una muestra, cuya datación radimétrica sobre roca total y por el método K/Ar, realizada en los laboratorios del INGEIS (muestra AK N° 3728), arrojó los siguientes resultados:

Contenido de potasio:	1,57%
Concentración ⁴⁰ K:	4,686 10 ⁻⁸ mol/g
Concentración ⁴⁰ Ar rad.:	0,241 10 ⁻⁸ mol/g
⁴⁰ Ar atmosférico:	69,50%
Error de la edad:	3,50%
Edad:	8,80 ± 0,3 Ma

Manifestaciones efusivas del Mioceno L.s

En la zona de estudio y alrededores se halla un conjunto de cuerpos ígneos dispersos, en una extensión de más de 10 km en dirección N-S. Entre éstos cabe citar los pórfidos andesíticos que afloran inmediatamente al norte de la zona de estudio, en ambas márgenes del arroyo Chita (Lara *et al.* 1993 b); los aglomerados volcánicos y basaltos de la Cordillera de Olivares (T.E.A. 1968) y los afloramientos de dacita del cerro Divisadero (Leveratto 1976).

El cerro Divisadero se ubica al sureste de la localidad de Tocota y aflora a modo de *neck* (Fig. 1) en los llanos homónimos; está constituido por un pórfido dacítico gris claro, macizo, con textura fluidal y con fenocristales de plagioclasa, feldespato potásico y, según Leveratto (1976), con cordierita y biotita como minerales accesorios. Este afloramiento no evidencia en superficie relaciones de intrusión con respecto a rocas más antiguas. El análisis de los isótopos K/Ar, sobre feldespato potásico, dio una edad de $18,3 \pm 2,50$ Ma, según el citado autor. Los pórfidos andesíticos que afloran inmediatamente al norte del área de estudio, en ambas márgenes del arroyo Chita, arrojaron una edad de $11,70 \pm 0,30$ Ma. (Linares y González 1990).

Cabe citar la presencia de manifestaciones volcánicas situadas hacia el noroeste, en la región que comprende las altas cumbres de la Cordillera de Olivares y de las Cabeceras del Valle del Cura (Fig. 1). Tales rocas han sido identificadas como andesitas mio-pliocenas, corresponden a efusiones principalmente mesosilícicas que podrían representar la continuación durante el Mioceno Tardío y el Plioceno Temprano, del volcanismo que generó la Formación Cerro Tórtolas, aunque con una actividad magmática decreciente (Malizia *et al.* 1997).

Conclusiones

Los afloramientos mapeados de la nueva unidad propuesta se localizan en el norte del Plutón Tocota y en su parte central, corresponden a domos volcánicos y sus derrames relacionados, que se apoyan discordantemente sobre sedimentitas del basamento neopaleozoico. Según los resultados obtenidos de la datación, se propone asignar a estas rocas una edad no más antigua que el Mioceno superior (Tortoniano) (IUGS-1989). Tales rocas estarían vinculadas al volcanismo de la fase Quechua, del Mioceno medio a superior hasta el Plioceno (Bastías 1991), forman parte del extendido magmatismo efusivo de la Cordillera de Olivares y su periferia y, en consecuencia, del Grupo Olivares. Además de poseer características estructurales y composicionales bien marcadas, cubren un área de aproximadamente 25 km²; por ello se propone asignarles jerarquía de unidad litoestratigráfica, con la denominación informal de Andesita Cerro Bola, derivada del cerro homónimo dado que éste se halla inmerso en el área de los afloramientos volcánicos (Código Argentino de Estratigrafía 1992).

En cuanto a las relaciones estratigráficas, es muy probable que la citada unidad volcánica tenga como equivalentes cronológicos a las primeras manifestaciones del magmatismo que diera lugar, por una parte, a la unidad Pircas (Bastías 1991), del Mioceno a Plioceno, la cual aflora en la Cordillera de

Olivares y zonas periféricas, con composiciones de pórfidos andesíticos y dacíticos y, por otra, a las andesitas de la formación Cerro Tórtolas, ubicadas hacia el norte y en el límite con Chile. La Andesita Cerro Bola, de esta manera, sería una de las más modernas del ciclo terciario en el borde oriental de la Cordillera Frontal.

Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento por la lectura crítica del manuscrito y sugerencias realizadas a los doctores S. H. Peralta, A. M. Sato y F. Salani, como así también a los investigadores de la cátedra de Petrología del Departamento de Geología, FCEF, UNSJ y del Gabinete de Petrografía del Instituto de Geología, UNSJ, por la supervisión de las tareas de descripciones microscópicas de rocas.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aparicio, E. P., 1984. Geología de San Juan. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, 167 pp. San Juan.
- Bastías, H. E., 1991. Complejo volcánico Olivares: un gran evento magmático mioplioceno en los Andes a 30° de Latitud sur. 6° Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 520-524, Viña del Mar.
- Caminos, R., 1979. Cordillera Frontal. Geología Regional Argentina. J. C. M. Turner (coord.). Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. (1): 397-453, Córdoba.
- Código Argentino de Estratigrafía, 1992. Art. 26 y 34. Comité Argentino de Estratigrafía. Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria) 20. Buenos Aires.
- González, C. R., 1981: El Paleozoico superior marino de la República Argentina, Bioestratigrafía y Paleontología. Ameghiniana, 18, 1-2, 51-65, Buenos Aires.
- Grassi, J. I., E. Machuca, N. Rossa, N. Mendoza, I. Belvideri y B. Manzanares, 1994: estudio del Potencial Geológico - Minero del Área Mineralizada del Arroyo Tocota. Departamento Iglesia, San Juan, Argentina. Inédito. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. - Universidad Nacional de San Juan, CICITCA.
- International Union of Geological Sciences, 1989. Global Stratigraphic Chart. Compiled by Cowie, J. W. and M. G. Bassett. Bureau of International Commission on Stratigraphy.
- Kittl, E. y Bellio, N., 1946: Estudio geológico - económico de los yacimientos de arsénico de Tocota, departamento Iglesia, provincia de San Juan. Revista Minera. 17°, (4): 73-104.
- Lara, R., Puigdomenech, H. y Taner, M., 1993a. Mineralización de metales preciosos (Au-Ag) y de base (Cu-Mo) en un sector de la quebrada del Arroyo Chita, Departamento Iglesia - San Juan. 12° Congreso Geológico Argentino - 2° Cong. Expl. de Hidrocarburos. Tomo 5: 131-139. Mendoza.
- Lara, R., J. Grassi, R. Martínez y C. Treo, 1993 b. Geología, Alteraciones y Potencial Minero del Dique de Brecha y Vetas Asociadas en la Región de la Quebrada de Tocota, Cordillera Frontal, San Juan. 12° Congreso Geológico Argentino - 2 Cong. Expl. de Hidrocarburos. 5: 150-158, Mendoza.
- Leveratto, M. A., 1976. Edad de intrusivos cenozoicos en la precordillera de San Juan y su implicancia estratigráfica. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 31 (1): 53 - 88.
- Linares, E. y González, R., 1990. Catálogo de edades radiométricas de la República Argentina, 1957 - 1987. Asociación Geológica Argentina, Serie "B", 19p.
- Linares, E. y E. J. Llambías, 1974. Edad K-Ar de la granodiorita de la quebrada de Tocota, departamento Iglesia, San Juan. Revista de la

- Asociación Geológica Argentina, 29 (1): 135 p.
- Llambías, E. J. y L. Malvicini, 1966. Metalogénesis asociada a los plutones graníticos de la Cordillera Frontal, entre quebrada de Agua Negra y Río Castaño, San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 21 (4): 239 - 261.
- Llambías, E. J. y Sato A. M., 1990. El batolito de Colangüil (29-31°S), Cordillera Frontal de Argentina; estructura y marco tectónico. *Revista Geológica de Chile*, 17, (1): 89-108. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago.
- Llambías, E. J. y Sato, A. M., 1995: El Batolito de Colangüil: transición entre orogénesis y anorogénesis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 50(1-4): 111-131.
- Malizia, D., Limarino C. O., Sosa-Gómez, J., Kokot, R., Nullo, F. E y Gutiérrez, P. R., 1997. Descripción hoja geológica Paso del Agua Negra, escala 1:100.000. Secretaría de Minería de la Nación. (inédito). Buenos Aires
- Polanski, J., 1970. Carbónico y Pérmico en la Argentina. Editorial Eudeba, 2ª Edición 1978, 216 p., Buenos Aires.
- Quantino, B. y Zardini, R. A. 1967. Geología y petrología de la Cordillera de Colangüil y las serranías de Santa Rosa y San Guillermo, Cordillera Frontal de San Juan. *Magmatismo y metalogénesis. Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 22(1): 5-63.
- Ramos, V. A., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. *Geología Argentina*, . SEGEMAR. Roberto Caminos (Ed.). *Anales* 29, (3): 41-96. Buenos Aires.
- Rolleri, E. O. y Criado Roque, P., 1970. Geología de la provincia de Mendoza. 4ª. *Jornadas Geológicas Argentinas*, Actas 2: 1-60.
- Rodríguez Fernández, L. R., Heredia, N., Marin, G., Quesada, C., Robador, A., Ragona, D., y Cardó, R., 1996. Tectonoestratigrafía y estructura de los Andes argentinos, entre los 30° 30' y 31° 00' de latitud sur. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 111 - 124, Buenos Aires.
- T.E.A., 1968. Geología de la Alta Cordillera de San Juan. Su prospección y áreas con posibilidades mineras. Parte 2, Departamento de Minería, provincia de San Juan, (inédito). San Juan.
- Wetten, A. F., 1995. Distrito minero Tocota, San Juan, Argentina: aporte al conocimiento de su geología y mineralización. 5° Congreso Nacional de Geología Económica y Simposio de Metalogenia Andina, Actas: 60-68. San Juan.
- Wetten, A.F., 1997. Procesamiento de imágenes Landsat TM, tendiente a la caracterización geológica del borde oriental de la Cordillera Frontal, entre las quebradas de Los Frijoles y del Chorrillo. San Juan, Argentina. 4° Simposio Argentino de Teledetección. San Juan,
- Wetten, A. F., 1998. Aspectos Metalogenéticos del área comprendida entre el Distrito Minero Tocota y los 30°50' L.S., provincia de San Juan, Argentina. Departamento de Postgrado, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan. Tesis doctoral, (inédito), San Juan.
- Wetten, A. F., 2000. Distrito Minero Tocota, San Juan, Argentina. Recursos Minerales de la República Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales SEGEMAR, *Anales* 35: 821-827, Buenos Aires.

Recibido: 08/10/03

Aceptado: 01/10/04