

NOTA CIENTÍFICA

LOS ESTRATOS DE CERRO NEGRO EN EL CORDÓN DE LILA, ALTA CORDILLERA DE ANTOFAGASTA, NORTE DE CHILE

Hans Niemeyer R.*

*Avenida José Miguel Carrera 1663, Depto. 1102, Antofagasta, Chile.

E-mail: hansniemeyer.r@gmail.com**RESUMEN**

En la presente nota se describen en detalle los Estratos de Cerro Negro, que afloran en el cerro homónimo, de 3.052 m de altura. Están formados por dos miembros, el Miembro inferior se compone de conglomerados de 160 m de espesor y el Miembro superior lo forman rocas volcánicas (andesitas y dacitas), con un espesor de 335 m. La descripción constituye el soporte sobre el cual se basan su geoquímica y el estudio de ágatas, realizados con anterioridad. Se correlacionan en general con las Formaciones Tuina, Agua Dulce y Agua Escondida, además del Grupo Collahuasi. Se aclara el uso de Estratos de Cerro Negro según su lugar tipo. Se deja constancia que al nombrar los Estratos de Cerro Negro se siguen las normas internacionales para la descripción de estos.

Palabras clave: conglomerados, toba, andesitas y dacitas, Pérmico.

ABSTRACT

The Cerro Negro strata in the Lila Range, High Antofagasta Mountain Range, northern Chile. In this paper we describe the Estratos de Cerro Negro, after its stratotype at Cerro Negro 3.052 m height, in the Cordón de Lila range. It is composed by two members, the Lower member is formed mainly by 160 meters thick conglomerates, and the Upper member is formed mainly by 335 meters thick volcanic rocks of andesitic and dacitic types. The description is the lithological support in which it is based its geochemistry and a study of its agates, that were studied before. It is correlated with the Tuina, Agua Dulce and Agua Escondida Formations and with the Collahuasi Complex. It has been testified that in naming this unit the author follows the international norms.

Key words: conglomerates, tuff, andesites and dacites, Permian.

INTRODUCCIÓN

El propósito de esta nota es describir en detalle la estratigrafía y petrografía de los Estratos de Cerro Negro en su lugar tipo, así como también señalar su edad y correlación con áreas vecinas. Los datos estratigráficos y petrográficos son importantes ya que constituyen el soporte sobre el cual se basan su geoquímica (Muñoz y Niemeyer, 2009) y su estudio sobre ágatas (Richter *et al.*, 2015). Finalmente, se agregan comentarios sobre el uso de la denominación de Estratos de Cerro Negro.

ESTRATIGRAFÍA Y PETROGRAFÍA DE LOS ESTRATOS DE CERRO NEGRO

En la presente nota, se da a conocer el detalle de la estratigrafía y petrografía de los Estratos de Cerro Negro, en el Cordón de Lila (Fig. 1). Su denominación se debe a que su mejor exposición se presenta en el Cerro Negro (Fig. 2), con altura de 3.052 m, que se mantiene, en consecuencia, como su lugar tipo (Niemeyer, 1984).



Figura 1. Mapa de ubicación y acceso del Cordón de Lila.



Figura 2. El Cerro Negro, de altura 3.052 m, en el Cordón de Lila. Vista hacia el este. El flanco norte de este cerro constituye un *dip-slope* que refleja el manto de ca. 30° al norte del Miembro superior de los Estratos de Cerro Negro.

Los Estratos de Cerro Negro se compone de dos miembros, su Miembro inferior está formado principalmente por conglomerados de 160 m de espesor, en tanto que su Miembro superior lo componen rocas volcánicas (andesitas y dacitas) con un espesor de 335 m. Un perfil estratigráfico en el Cerro Negro, basado en Muñoz (2009) para el Miembro inferior y en Araya *et al.* (2001) para el Miembro superior, se describe en Tabla 1 y se ilustra en Fig. 3.

Sus afloramientos se distribuyen inmediatamente al sur del Salar de Atacama, en el Cordón de Lila. Su base se dispone mediante no conformidad sobre las granodioritas del Plutón ordovícico de Pingopingo (Niemeyer *et al.*, 2014), en tanto que su techo está cubierto mediante discordancia angular por la Ignimbrita Tucúcaro (Ramírez y Gardeweg, 1982).

En los conglomerados del Miembro inferior (Fig. 4a), los clastos de granito (Fig.4b) y de aplita proceden del Plutón Pingopingo (Niemeyer *et al.*, 2014), en tanto que los clastos de cuarzoarenita (Fig. 4c) proceden de la Formación Lila, del Devónico (Moraga *et al.*, 1974). Los clastos volcánicos (Fig. 4d) pertenecen al volcanismo desarrollado contemporáneamente a los Estratos de Cerro Negro. Se intercala un horizonte de toba vitrocríalina (ignimbrita) de 5 m de espesor (Fig. 4e y f), que constituye un nivel de tiempo que permite la correlación local entre los distintos afloramientos de los Estratos de Cerro Negro.

Las rocas volcánicas del Miembro superior son andesitas y dacitas, según Streckeisen (1976). Las andesitas constituyen el 60 % del total de las rocas volcánicas en los Estratos de Cerro Negro. Son rocas de color pardo grisáceo a pardo rojizo. La mayor parte de estas son macizas de estructura fluidal (Fig.5a,

Tabla 1. Descripción de columna estratigráfica de Estratos de Cerro Negro.

Miembro superior		
N°	Unidades	Espesor
15	Dacitas porfíricas fluidales de color pardo rojizo con ojos de cuarzo, aa	30 m
14	Andesitas porfíricas de grano medio a fino de color pardo, aq	24 m
13	Andesitas porfíricas vesiculares y amigdaloidales de color gris, aq	23 m
12	Dacitas porfíricas macizas de color pardo rosado con ojos de cuarzo, aq	9 m
11	Dacitas porfíricas fluidales, con ojos de cuarzo, aq	13 m
10	Andesitas microporfíricas fluidales de color pardo, aq	85 m
9	Dacitas porfíricas fluidales de color pardo rojizo con ojos de cuarzo, aq	42 m
8	Andesitas porfíricas fluidales de color pardo, aq	11 m
7	Dacitas brechosas con matriz afanítica con microcristales de cuarzo, aq	24 m
6	Andesitas porfíricas macizas de color pardo, aq	42 m
5	Dacitas fluidales de grano medio a grueso de color pardo rojizo, aq	32 m
	Espesor	335 m

Miembro inferior		
N°	Unidades	Espesor
4	Conglomerado matriz soportado, con clastos subredondeados de andesita (40%), granito (25%), aplita (25%) y cuarzoarenita (10%)	102 m
3	Toba vitrocríalina de color blanco, con abundantes cristales de biotita	5 m
2	Conglomerado matriz soportado, con clastos subredondeados de granito (60%), aplita (30%) y cuarzoarenita (10 %)	43 m
1	Lava andesítica de color gris violeta, aq	10 m
	Espesor	160 m

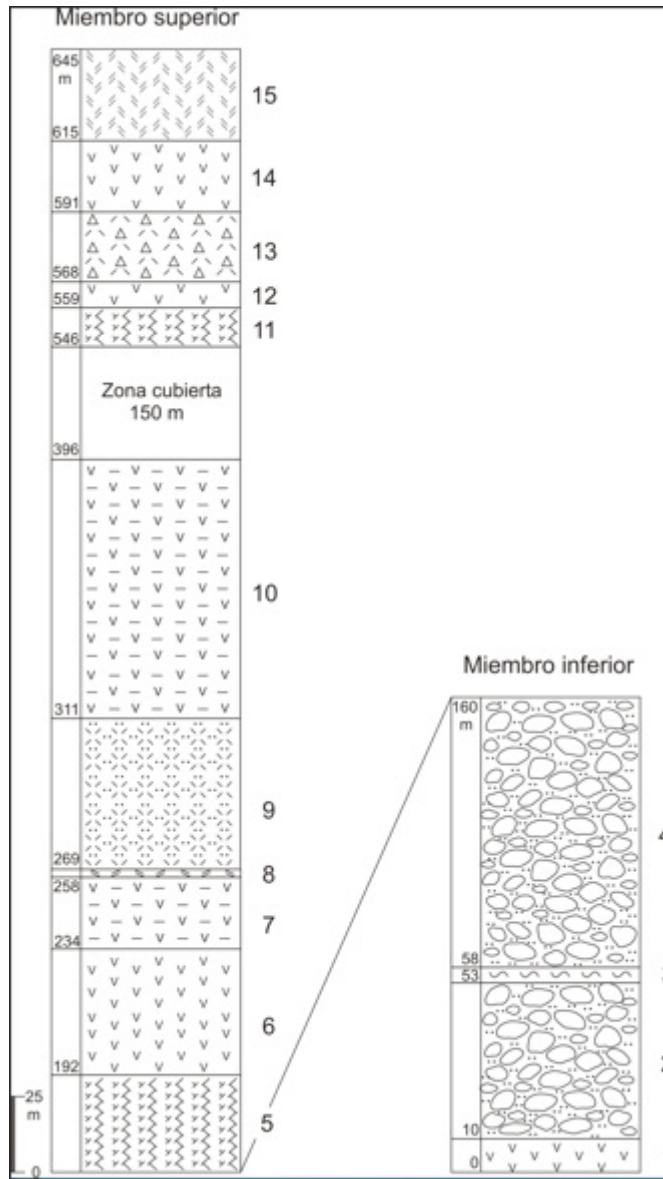


Figura 3. Columna estratigráfica de los Estratos de Cerro Negro en su localidad tipo de Cerro Negro. Las distintas unidades de 1 al 15 se describen en Tabla 1.

b y c). Algunas son porfíricas (Fig. 5d) y amigdaloidales (Fig.5e), también brechosas (Fig.5f). Las dacitas corresponden a rocas vítreas cristalinas de estructura fluidal (Fig.5g), algunas de las cuales son brechosas (Fig. 5h). Constituyen el 40 % del total de rocas volcánicas presentes en los Estratos de Cerro Negro. Sus características geoquímicas se han dado a conocer en Muñoz y Niemeyer (2009), que testimonian una tectónica controlada por subducción y fueron depositadas en un ambiente continental. Sus rocas fueron sometidas a procesos de alteración hidrotermal post- volcánico en dicho ambiente (Richter *et al.*, 2015).

EDAD Y CORRELACIÓN

Breitkreuz y Zeil (1994) reportaron una edad K-Ar en biotita de 278 ± 8 Ma para la toba del techo



Figura 4. Diferentes aspectos del Miembro inferior de los Estratos de Cerro Negro. a. conglomerados polimícticos. b. clasto de granito. c. clasto de cuarzoarenita. d. clasto de roca volcánica. e. horizonte de toba vitrocrystalina sin soldamiento. f. contacto de toba vitrocrystalina con conglomerado polimíctico inferior.

del Miembro inferior. Una nueva datación $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en la misma toba arrojó una edad de $272,7\pm 1,6$ Ma (Niemeyer, 2013), lo que permite asignar esta unidad al Pérmico (límite entre el Kunguriano y Roadiano).

Hacia el norte, en el área de San Pedro de Atacama, los Estratos de Cerro Negro se correlacionan, en general, con la Formación Tuina, una secuencia de lavas andesíticas, brechas volcánicas y tobas de composición dacítica y andesítica con intercalaciones de lavas riolíticas, conglomerados, areniscas y lutitas (Henríquez *et al.*, 2014). También se pueden correlacionar con la Formación Agua Dulce, formada por tobas de cristales dacíticas y lavas andesíticas (Basso y Mpodozis, 2012). Más al norte, los Estratos de Cerro Negro se correlacionan con el Grupo Collahuasi, formado por una compleja sucesión de lavas de composición intermedia a ácida con intercalaciones sedimentarias (Munizaga *et al.*, 2008). Sin embargo, su correlación más directa es con la Formación Agua Escondida, ubicada unos 25 km al suroeste y formada por dacitas, andesitas y areniscas de igual edad (Solari *et al.*, 2017).

DISCUSIÓN

Los Estratos de Cerro Negro constituyen una unidad estratigráfica que estuvo controlada, en su génesis, por procesos de subducción (Muñoz y Niemeyer, 2009), en que productos volcánicos de composición intermedia a ácida se intercalaron con conglomerados y areniscas de ambiente fluvial continental (Niemeyer, 2013). Su correlación general hacia el norte es con las formaciones Tuina y Agua Dulce, además del Grupo Collahuasi. No obstante, su correlación más directa es hacia el sur, con la Formación Agua Escondida, por tener igual edad y litología (Solari *et al.*, 2007).

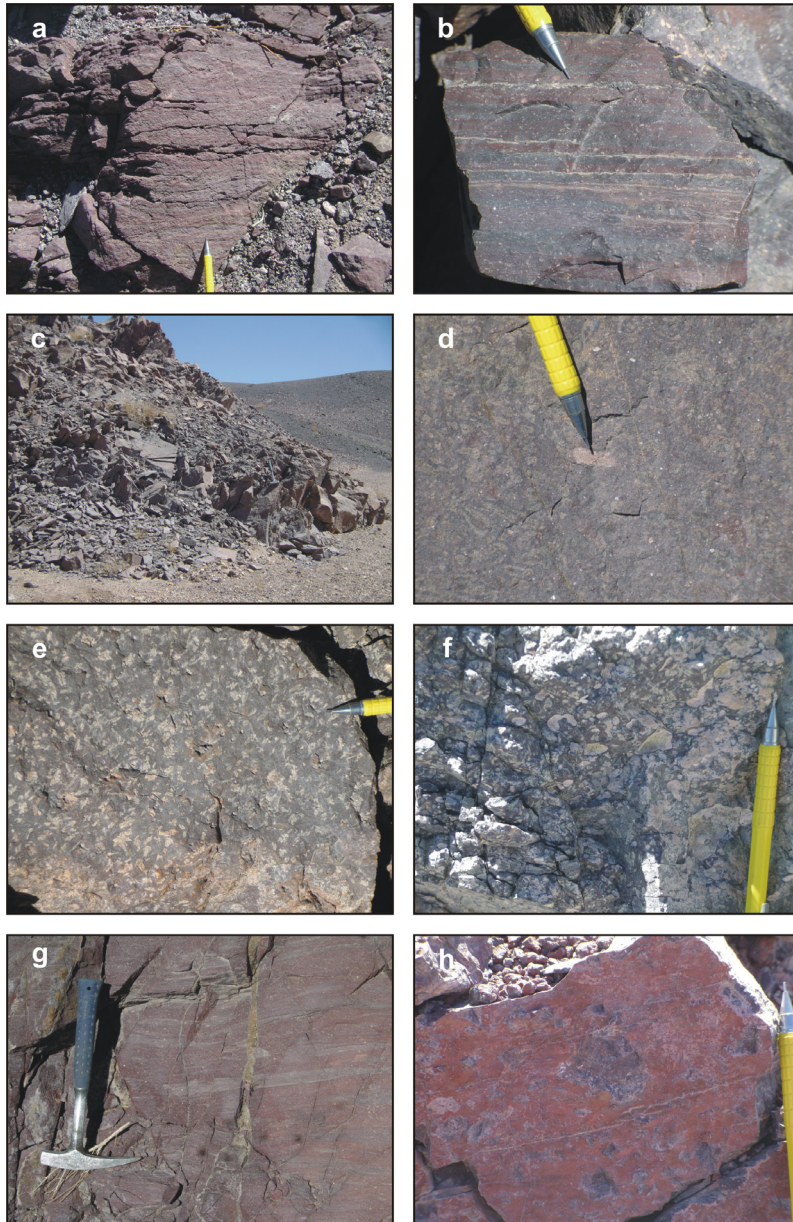


Figura 5. Diferentes aspectos de las rocas volcánicas del Miembro superior de los Estratos de Cerro Negro. a. andesita afanítica con estructura fluidal. b. andesita maciza. c. andesita microporfirica de estructura fluidal. d. andesita porfirica. e. andesita amigdaloidal. f. andesita brechosa. g. dacita fluidal. h. dacita brechosa.

En la presente publicación se reafirma el nombre de Estratos de Cerro Negro, como una unidad estratigráfica independiente que aflora exclusivamente en el Cordón de Lila, siguiendo las normas internacionales para la denominación de entidades estratigráficas (Murphy y Salvador, 1999). Debido a lo anterior, se considera extemporáneo proceder al abandono de la denominación Estratos de Cerro Negro, según la recomendación de Solari *et al.* (2007).

CONCLUSIONES

Los Estratos de Cerro Negro constan de dos miembros, para los cuales se describe en detalle su litología. Se correlaciona con diferentes unidades en los alrededores del Salar de Atacama. Se concluye que la denominación Estratos de Cerro Negro es única, ya que se usa para describir una unidad estratigráfica independiente, tanto en su nombre, litología y edad, que aflora exclusivamente en el Cordón de Lila. Cumple, en consecuencia, con las normas estratigráficas internacionales.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la colaboración de L. Jofré en la confección de las figuras de esta nota. Agradece asimismo la ayuda de S. Niemeyer con el manejo del software durante la redacción de la misma.

LITERATURA CITADA

- ARAYA N.A. CASTILLO, M. NAVA y C. PARRA 2001. Geología del área del Cordón de Lila entre las coordenadas 7.365.00 N – 7.360.000 N y 563.000 E – 569.000 E, Segunda Región de Antofagasta, Chile. Informe Geología de Campo 2, Universidad Católica del Norte (Inédito), 41 p.
- BASSO, M. y C. MPODOZIS. 2012. Carta Cerro Quimal, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 143: 46 p., 1 mapa escala 1:100.00. Santiago.
- BEITKREUZ, CH. y W. ZEIL. 1994. The Late Carboniferous to Triassic Volcanic Belt in Northern Chile. *In* Tectonics of the Southern Central Andes (Reutter, K.-J.; Scheuber, E.; Wigger, P.J.; editors). Structure and Evolution of an Active Continental Margin, Springer-Verlag: 277- 292.
- HENRÍQUEZ, S., J. BECERRA y C. ARRIAGADA, C. 2014. Geología del Área San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Serie Geología Básica 171. 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- MORAGA, A. G. CHONG, A. FORTT y H. HENRÍQUEZ. 1974. Estudio Geológico del Salar de Atacama, Provincia de Antofagasta. Instituto de Investigaciones Geológicas, Boletín 29: 56 p.
- MUNIZAGA, F. 2008. Late Paleozoic- Early Triassic magmatismo in the western margin of Gondwana: Collahuasi área, Northern Chile. *Gondwana Research* 13: 407- 427.
- Murphy, M.A. Salvador. 1999. International Stratigraphic Guide- An abridged version. International Subcommittee on Stratigraphic Classification of IUGS. International Commission on Stratigraphy. Episodes (special), 22 (4): 255- 271. doi.org/10.18814/epiiugs/1999/v22i4/002.
- MUÑOZ, C. 2009. Caracterización estratigráfica, petrográfica y petrológica de los Estratos de Cerro Negro en el área del Cordón de Lila, Región de Antofagasta, Chile. Memoria de título, 89 p. Inédito. Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- MUÑOZ, C. y H. NIEMEYER. 2009. Antecedentes petrográficos y geoquímicos de los Estratos de Cerro Negro, norte de Chile. *In* XII Congreso Geológico Chileno, Santiago. Actas, S8_021, 4 p.

NIEMEYER, H. 1984. La megafalla Tucúcaro en el extremo sur del Salar de Atacama: una antigua zona de cizalle reactivada en el Cenozoico. Universidad de Chile, Departamento de Geología, Comunicaciones 34: 37-45.

NIEMEYER, H. R. 2013. Geología del área Cerro Lila-Peine, región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geológica Básica 147: 39 p. 1 mapa escala 1: 100.000.

NIEMEYER, H., S. MEFFRE y R. GUERRERO. 2014. Zircon U-Pb geochronology of granitic rocks of the Cordón de Lila and Sierra de Almeida ranges, northern Chile: 30 m.y. of Ordovician plutonism on the western border of Gondwana. *Journal of South American Earth Sciences*, 56: 228- 241.

RAMÍREZ, C.F. y M. GARDEWEG. 1982. Hoja Toconao, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile 54: 117 p., 1 mapa escala 1: 250.000, Santiago.

RICHTER, S., J. GÖTZE, H. NIEMEYER y R. MÖCKEL. 2015. Mineralogical investigations of agates from Cordón de Lila, Chile. *Andean Geology* 42 (3): 386- 396. doi: 10.5027/angeoV42n3-a06.

SOLARI, M., C. VENEGAS, D. MONTECINOS, N. ASTUDILLO, J. CORTÉS, B. BAHAMONDES y F. ESPINOZA. 2017. Geología del área Imilac- Quebrada Guanaqueros, región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geológica Básica 191: 88 p., 1 mapa escala 1: 100.000, 1 CD con anexos, Santiago.

STRECKEISEN, A. 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12: 1-33.