

# Los yardangs del Campo de Piedra Pómez, Catamarca, Argentina

## *The yardangs of the Campo de Piedra Pómez, Catamarca, Argentina*

M. Garcia Vallés<sup>1</sup>, J. L. Fernández Turiel<sup>2</sup>, D. Gimeno<sup>3</sup>, J. Saavedra<sup>4</sup> y F. Ruggieri<sup>2</sup>

1 Dpt. Cristal·lografia, Mineralogía i Dipòsits Minerals, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona. maitegarciavalles@ub.edu

2 Instituto de Ciencias de la Tierra J. Almera, CSIC, Solé i Sabaris s/n, 08028 Barcelona, España

3 Dpt. Geoquímica, Petrología i Prospecció Geològica, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona

4 IRNASA, CSIC, Cordel de Merinas 40-52, 37008 Salamanca, España

**Resumen:** Se han investigado los yardangs que conforman el Campo de Piedra Pómez en Catamarca, noroeste de Argentina. Se trata de un campo de unos 160 km<sup>2</sup> de mesoyardangs interconectados que se desarrollan siguiendo una dirección preferencial N145 ± 10, indicando vientos unidireccionales que han actuado en la región desde hace un largo período de tiempo sobre depósitos piroclásticos producto de la explosión de alguna de las calderas de Cerro Blanco. La petrología del depósito ignimbrítico ha favorecido el extraordinario desarrollo de estas morfologías observado en este campo de yardangs, típicas de regiones áridas como la del sur de la Puna en los Andes.

**Palabras clave:** yardang, ignimbrita, pátina, Puna, Argentina.

**Abstract:** This work studies the yardangs of the Campo de Piedra Pómez in Catamarca, northwestern Argentina. The extent of this yardang field is about 160 km<sup>2</sup> and it is covered by interconnected mesoyardangs oriented following the N145 ± 10 direction. They are the results of wind erosion during a long period of time on pyroclastics deposits produced by a large explosion of the nested Cerro Blanco megacaldera. The deposit petrology favoured the extraordinary development of yardangs observed in the studied field. These morphologies are typical from arid regions as the south of the Andean Puna.

**Key words:** yardang, ignimbrite, patina, Puna, Argentina.

## INTRODUCCION

Los yardangs son formaciones rocosas consolidadas o semiconsolidadas con forma de casco de barco invertida, alineadas según vientos dominantes, prácticamente unidireccionales, típicas de ambientes áridos (McCauley et al., 1977). Los agentes modeladores son la abrasión y la deflación. Estas formas pueden estar aisladas, siendo tres o más veces largas que anchas, pero también pueden presentarse interconectadas. Los grupos de yardangs se llaman campos o flotas (por su parecido con los cascos de barco invertidos). La escala de los yardangs es muy variable, de centimétrica a kilométrica, si bien en un mismo campo acostumbra a ser todos parecidos de tamaño. En función de la escala, se pueden clasificar en *megayardangs* (cientos de metros o más), *mesoyardangs* (metros a decenas de metros) y *microyardang* (centimétricos). Los más comunes tienen de 2 a 4 m de alto y 10-15 de largo, por lo que en imágenes satelitales como las Landsat no se distinguen. Sin embargo, cuando la escala lo ha permitido, el estudio de imágenes de satélite ha facilitado la localización y caracterización a nivel mundial de distintos campos de *yardangs* (McCauley et al., 1977; Goudie, 2007).

El nombre fue introducido por Hedin (1903) en su estudio del desierto del Taklimakan al este de China.

En España, en la parte central de la Depresión del Ebro, en donde la climatología es semiárida, Gutiérrez-Elorza et al. (2002) describen también yardangs asociados a playas (sistemas de playa-yardangs). Inbar y Risso (2001) en un estudio geomorfológico de materiales de edad Holocena en la parte sur de los Andes describen, por primera vez, el desarrollo de *yardangs* sobre materiales volcánicos en el planeta Tierra. Bailey et al. (2004) citan también la formación de *yardangs* en este tipo de materiales en el desierto de Atacama (Chile). Goudie (2007) cita la existencia de cinco áreas principales de *yardangs* en las zonas de mayor altitud de los Andes, en La Puna-Altiplano, las cuales están orientadas en dirección NW-SE o W-NW – S-SE, en crestas de entre 2 y 10 km de largo. Inbar y Costello (2004) presentan nuevos datos geomorfológicos sobre el Campo de Piedra Pómez en esta misma región. Este campo es estudiado en detalle en este trabajo. El desarrollo de *yardangs* en ignimbritas ha sido también estudiado en Marte (Ward, 1979).

Los objetivos de este trabajo consisten en caracterizar los yardangs del Campo de Piedra Pómez del sur de la Puna a fin de obtener información sobre las condiciones climáticas antiguas y actuales que han afectado a esta región.

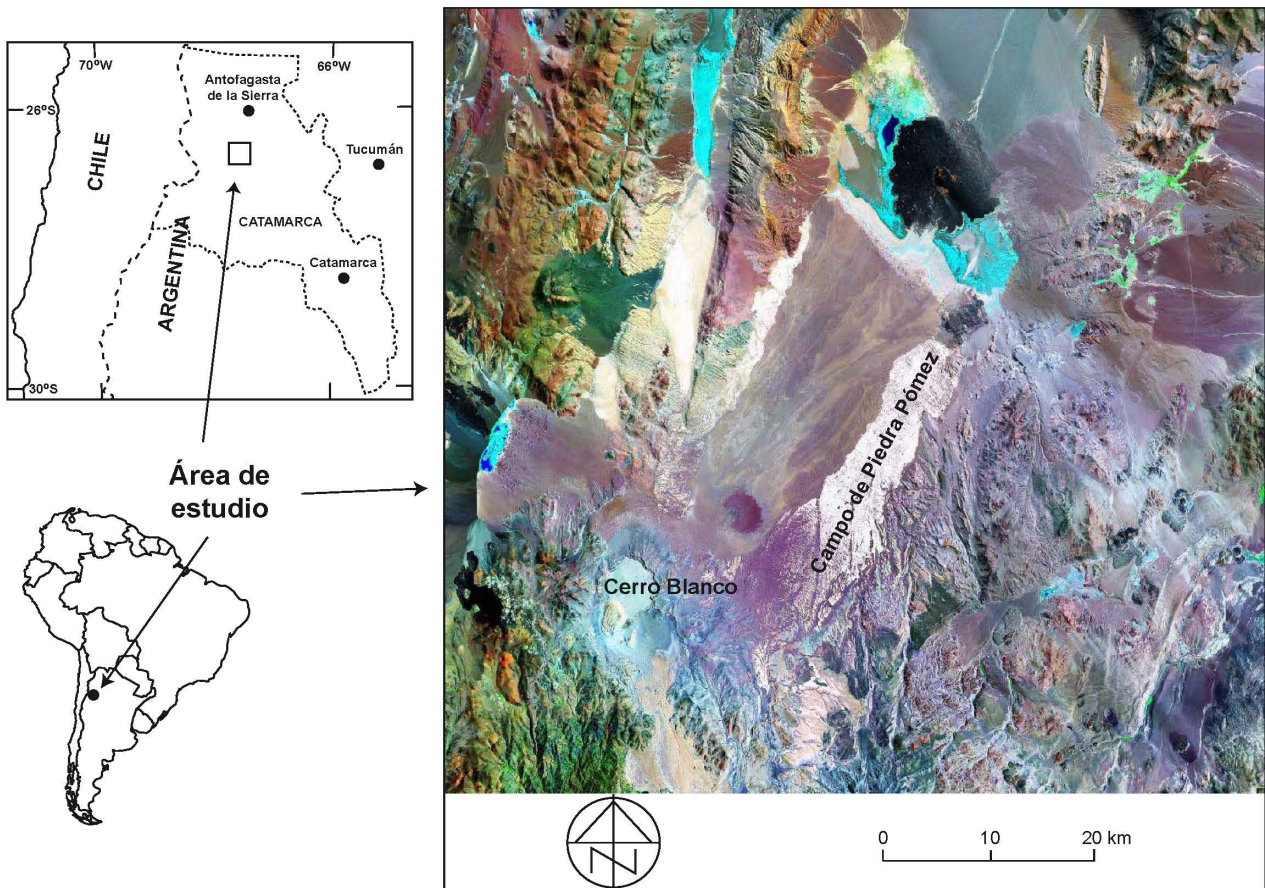


FIGURA 1. Localización geográfica del Campo de Piedra Pómez y la caldera Cerro Blanco en el noroeste de Argentina. La imagen de satélite procede de la escena Landsat GeoCover S19-25 del año 2000 (NASA, 2008).

## AREA DE ESTUDIO

El Campo de Piedra Pómez objeto de estudio en este trabajo se emplaza en la Región Andina del NW de Argentina en la provincia de Catamarca (Andes centrales) (Fig. 1), entre las localidades de El Peñón y Antofagasta de la Sierra, en la denominada Puna Catamarqueña, con altura media de  $\approx 3.000$  metros sobre el nivel del mar. Esta región limita al norte con la provincia de Salta, al oeste con Chile y al sur con el cordón de San Buenaventura y la Sierra de Laguna Blanca, siendo Antofagasta de la Sierra (3.440 m) el núcleo de población más importante.

La Puna es un gran bloque elevado por la orogenia andina con alturas de base situadas entre 3.000 y 4.000 m s.n.m., en donde diferentes sistemas montañosos y numerosos aparatos volcánicos se alinean en dirección N-S, alcanzando alturas de más de 6.000 m s.n.m. Estos sistemas montañosos confinan extensas depresiones, algunas de ellas con lagunas y salares en su parte central debido a su carácter endorreico. Geológicamente, el basamento está formado por rocas pelíticas y areniscas con intercalaciones de volcanitas ácidas y básicas e intrusivos graníticos, cuya edad abarca desde el Proterozoico hasta el Mesozoico inferior (SEGEMAR, 1999). Estos materiales están afectados en distinto grado por metamorfismo regional. El basamento aflora en las Sierras de Laguna Blanca

( $\sim 4.600$  m.), de Los Ratones, Toconquis, Alto de los Colorados, Quebrada Honda, Calalaste ( $\sim 5.300$  m.), Antofalla ( $\sim 5.000$  m.), Aguas Calientes ( $\sim 4.550$  m.) y la Cordillera de San Buenaventura. A partir del Mioceno, la Orogenia Andina reestructura la zona dándole la actual configuración. Hay una importantísima actividad volcánica con el depósito de extensos cuerpos de ignimbritas asociados a diversas megacalderas. Con posterioridad, el volcanismo se caracterizó por la emisión de basaltos a partir de centros monogenéticos instalados sobre grandes fisuras corticales. Los depósitos recientes son propios de un ambiente árido y consisten en acumulaciones de materiales aluviales, lacustres, coluviales y eólicos.

Desde un punto de vista climatológico es un territorio agreste y extremo, ubicado en ambiente de tipo desértico, riguroso, frío y seco, con temperaturas mínimas por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ , una amplitud térmica diaria que supera los  $30^{\circ}\text{C}$  y precipitaciones inferiores a los 200 mm anuales, por lo general de carácter nival. En determinados sitios del territorio, la acumulación de agua a través de vertientes y arroyos puede llegar a formar lagunas. Las principales cuencas endorreicas de la región son el Salar de Antofalla, la Laguna de Antofagasta, la Laguna Caliente y la Laguna Piricas, alimentadas por los ríos Antofalla, Punilla, Colorado, Del Jote y Pirica, respectivamente. Los salares de

Antofalla (975 km<sup>2</sup>) y del Hombre Muerto (646 km<sup>2</sup>) son los más importantes.

### YARDANGS DEL CAMPO DE PIEDRA PÓMEZ

El Campo de Piedra Pómez es un extenso manto piroclástico emitido desde la Caldera de Cerro Blanco (ver figura 1) y forma parte del Complejo Piroclástico Cerro Blanco. Las unidades de este complejo irradian desde la Caldera de Cerro Blanco que es un complejo anidado de tres calderas de unos 5 km de diámetro cada una de ellas y que globalmente alcanzan un diámetro de ~15 km. Los cuerpos ignimbríticos se depositaron principalmente hacia el norte de las calderas siguiendo el valle de Carachipampa. En la actualidad estos depósitos sólo aparecen en los márgenes de este valle, ya que han sido desmantelados por la erosión en la parte central.

La denominación de Campo de Piedra Pómez o Mar de Piedra Pómez se aplica a los depósitos piroclásticos del margen suroriental del valle de Carachipampa (Fig. 2). La extensión de este campo es de aproximadamente 30 km de largo en dirección NE-SW por unos 5 km de ancho. Su volumen es de unos 2 km<sup>3</sup>.



FIGURA 2. *Aspecto general del Campo de Piedra Pómez.*

Petrológicamente, los depósitos piroclásticos del Campo de Piedra Pómez están formados por ignimbritas riolíticas (Fig. 3) que constituyen unidades de flujo con espesores del orden de la decena de metros o superior. Se trata esencialmente de rocas piroclásticas muy homogéneas y porosas, composicionalmente constituidas fundamentalmente por fragmentos de vidrio (pumitas y espículas silíceas –shards-), fragmentos de cristales y, en contenidos muy bajos, fragmentos de rocas porfíricas de tonos oscuros (andesitas, andesitas basálticas) y xenolitos de rocas ultramáficas (con dimensiones de orden centimétrico). Las pumitas llegan a presentar en los tramos de techo del flujo dimensiones del orden de 30-50 cm de diámetro y frecuentemente contienen también fragmentos de cristales. La matriz de la roca está constituida por fragmentos tricúspides de vidrio –shards- y pumitas de hasta 3-4 cm de diámetro. La

textura porfiroclástica se pone de manifiesto especialmente en zonas de la matriz más oscura ricas en cristales milimétricos de feldespatos (sanidina hasta 2 mm), cuarzo (0.5 mm), biotita y cristales de color verde oscuro de inosilicatos.



FIGURA 3. *Detalle del depósito ignimbrítico del Campo de Piedra Pómez.*

Los yardangs del Campo de Piedra Pómez tienen de algunos metros a decenas de metros de largo, la altura llega a superar los 6 metros y el ancho varía entre 2 y 20 metros. Estas dimensiones los clasifican como mesoyardangs. Los yardangs se alinean siguiendo una dirección N145 ± 10.



FIGURA 4. *Detalle de la pátina que recubre localmente la roca piroclástica.*

Parte de la superficie de los yardangs presenta un recubrimiento o pátina de colores entre beige y beige-anaranjado, con pequeñas variaciones dentro de estas variedades cromáticas (Fig. 4). El grado de desarrollo de la pátina no es uniforme. Esta superficie es un plano antiguo que cuando la abrasión del viento lo erosiona y deja al descubierto la roca piroclástica que es de color blanco (Fig. 5). Los yardangs aparecen de forma aislada sólo en los bordes del depósito ignimbrítico. En el resto de la formación, se encuentran interconectados dando la impresión de olas, de ahí el nombre popular de estos afloramientos conocidos como Mar de Piedra Pómez (ver figura 5).





FIGURA 5. Aspecto general de los yardangs interconectados. En la parte inferior central de la fotografía se aprecia una pátina de color beige, mientras que el resto tiene un intenso color blanco.

## CONCLUSIONES

Los yardangs del Campo de Piedra Pómez en el noroeste de Catamarca, en Argentina se han formado por la intensa y continuada abrasión de vientos unidireccionales  $N145 \pm 10$  sobre una unidad ignimbítica del Complejo Piroclástico del volcán Cerro Blanco.

La acción eólica y la falta de cobertera vegetal han desarrollado mesoyardangs en una superficie de unos  $160 \text{ km}^2$ . La relación temporal de estos procesos está siendo actualmente investigada.

Los resultados que se presentan en el marco de este congreso son preliminares. Actualmente se están completando las investigaciones sobre las relaciones de los yardangs con el volcanismo de la zona, así como sobre el quimismo y la mineralogía de la pátina de alteración.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los Grupos Consolidados de Investigación SGR-2005-795 PEGEFA y SGR-2005-00589, AGAUR-DURSI, Generalitat de Catalunya.

## REFERENCIAS

- Bailey, J.E., Wooller, L.K. y Self, S. (2004): Eolian erosion lineations and fluvial channels on large ignimbrite sheets, Atacama Desert, Chile. IAVCEI General Assembly 2004 Pucón (Chile).
- Goudie, A.S. (2007) Mega-yardangs: A Global Analysis. *Geography Compass*. 65–81.
- Gutierrez-Elorza, M., Desir G. y Gutierrez-Santolalla, F. (2002). Yardangs in the semiarid central sector of the Ebro Depression (NE Spain). *Geomorphology*, 44: 155-170.
- Hedin, S. (1903): *Central Asia and Tibet*. Charles Scribner: New York.
- Inbar, M. y Costello, J.A. (2004): Young geomorphology features in the Puna Volcanic Field, Central Andes, Catamarca, NW Argentina. En: *IAVCEI General Assembly 2004 Pucón (Chile)*.
- Inbar, M. y Risso, C. (2001): Holocene yardangs in volcanic terrains in the southern Andes, Argentina. *Earth Surface Processes and Landforms* 26: 657–666.
- McCaughey J.F., Grolier, M.J. y Breed, C.S. (1977): Yardangs of Peru and other desert regions. *Interagency Report, Astrogeology 81, US Geological Survey*.
- NASA (2008): GeoCover 2000. <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> Búsqueda: 25 enero 2008.
- SEGEMAR (1999): Hoja Geológica 2769-II, Paso de San Francisco, Provincia de Catamarca, 1:250.000. 1 mapa f.t. y 76 pp.
- Ward, AW. (1979): Yardangs on Mars: Evidence of recent wind erosion. *Journal of Geophysical Research* 84: 8147–8166.