

Ruta del Sillar: Quebrada de Añashuayco, Arequipa - Perú

Nélida Manrique¹, Carla Arias¹, Benjamin Van Wyk de Vries², Rigoberto Aguilar^{1,2}, Carla Palacios¹

¹ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Observatorio Vulcanológico del INGEMMET, Urb. Magisterial 2 B-16, Yanahuara, Arequipa, Perú

² Université Clermont Auvergne, Laboratoire Magmas et Volcans UMR 6524 CNRS, OPGC, IRD, Campus Universitaire des Cézeaux, 6 Avenue Blaise Pascal, 63178 Aubière Cedex, France

Palabras clave: Ruta del sillar, Ignimbrita, Chachani

INTRODUCCIÓN

Arequipa es la segunda ciudad más poblada del Perú, y en los últimos años ha experimentado un crecimiento poblacional acelerado, sin considerar un plan urbano, lo que ha conllevado al asentamiento de ~25% del millón de habitantes en zonas de alto y moderado peligro por su cercanía a los volcanes Misti y Chachani. El centro histórico de la ciudad (casco antiguo), reconocida por la UNESCO como Patrimonio Cultural de la Humanidad, está construido con rocas volcánicas (sillar) que le dan a la ciudad una peculiaridad arquitectónica. Estas rocas provienen de los depósitos de ignimbritas producto de erupciones explosivas voluminosas (Ignimbrita Aeropuerto de Arequipa).

Con la finalidad de promover espacios con interés geológico que se conviertan en herramientas para la educación, difusión y comunicación de los peligros relacionados a la actividad volcánica, el Proyecto GA17F "Estudiar y Evaluar los peligros asociados a los volcanes Chachani y Casiri" del INGEMMET y el proyecto IGCP 692 "Geopatrimonio para la resiliencia ante peligros naturales" propusieron 6 geositos pilotos cercanos a la ciudad: 1) las canteras de sillar, donde afloran las Ignimbritas Aeropuerto de Arequipa, que han jugado un rol importante en el desarrollo de la ciudad y se han convertido en un atractivo turístico en potencia. 2) Valle del río Chili, donde se observan afloramientos de la Ignimbrita Río Chili y depósitos volcanoclasticos del Misti y Chachani. 3) Mirador de los volcanes Misti y Chachani, localizado en el borde norte del cañón del río Chili, desde el cual, se observa la base de ambos volcanes. 4) Volcán monogenético Nicholson. 5) Campo Monogenético de Yura, localizados en pueblos tradicionales del distrito de Yura. 6) Domo Volcancillo, donde se

aprecian los depósitos más antiguos y más jóvenes del Complejo Volcánico Chachani.

De estos 6 geositos se ha realizado un trabajo más extenso y detallado en la "Canteras de Añashuayco", donde se explota el sillar. El presente resumen muestra los estudios realizados en las canteras donde se desarrollaron reuniones de comunicación con la "Asociación Turística de Cortadores y Artesanos

Ruta del Sillar Cantera Añashuayco", evaluación de peligros volcánicos, análisis de la percepción del peligro volcánico y valoración de la zona como geosito.

Contexto geológico

Las canteras de sillar se localizan al suroeste del Complejo Volcánico Chachani en la que se explotan los depósitos de la Ignimbrita Aeropuerto de Arequipa (IAA), la cual ha rellenado gran parte de la depresión de Arequipa entre los valles de los ríos Chili y Yura. La IAA (Fig 2) está constituida por una unidad blanca superpuesta por una unidad rosada (Paquereau-Lebti et al., 2006), que sobreyacen a la Ignimbrita "La Joya" (c. 4.9 Ma; Paquereau-Lebti et al., 2006; 2008).

La unidad blanca (Fig. 1) varía desde unas pocas decenas de metros hasta 150 metros de espesor, con un área de 400 km², un espesor promedio de 40 m, y un volumen preservado de 15 - 20 km³. La unidad rosada forma la mayor parte de la superficie plana de la depresión de Arequipa de unos pocos metros hasta 50 m, un área de 600 km² y un volumen preservado de aproximadamente 5 km³ (Paquereau-Lebti et al., 2006). La Ignimbrita Aeropuerto de Arequipa tiene composición dacítica a riolítica y ha sido datada entre 1.66 Ma la unidad inferior (unidad blanca), y 1.63 Ma la unidad rosa superior.

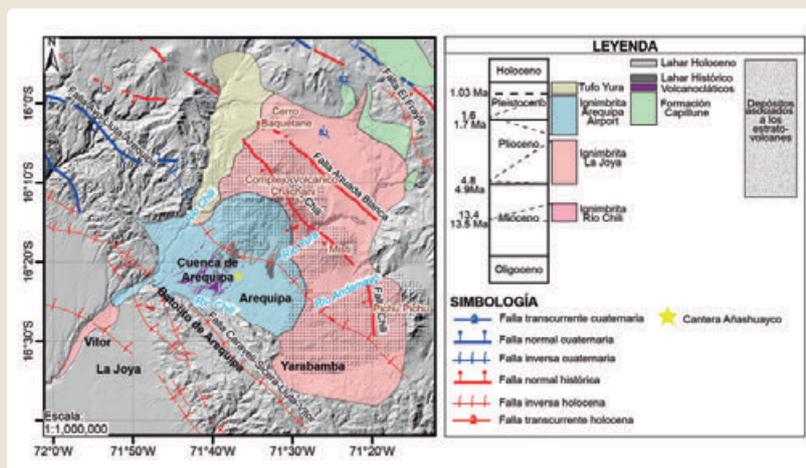
La geometría del afloramiento y las unidades regulares de inmersión en la cuenca por el lado sur del Complejo Volcánico Chachani indican que la IAA probablemente se originó a partir erupciones explosivas voluminosas que formaron una caldera que estaría por debajo del complejo volcánico Chachani. Esto es soportado por las mediciones de anisotropía de susceptibilidad magnética y litológicas contando fragmentos líticos cuyo tamaño disminuye

gradualmente de norte a suroeste de la unidad rosa (Paquereau-Lebti et al., 2008). Estudios geoquímicos y mineralógicos realizados por Aguilar et al. (2022) también soportan este argumento.

Gran parte de los depósitos de la ignimbrita, posteriormente fueron cubiertos por lahares, y depósitos de tefra de los volcanes Chachani y Misti (Fig.3).



► Fig. 1 Quebrada Añashuayco donde se visualiza la unidad blanca de la ignimbrita Aeropuerto.



► Fig. 2 Mapa de distribución espacial de las ignimbritas de Arequipa (modificado de Paquereau-Lebti et al., 2006).

METODOLOGÍA

Valoración del geositio

La valoración de geositios permite conocer características geológicas relevantes, además de su valor científico, educativo, turístico y cultural. Con este

estudio podremos conocer el grado de preservación y vulnerabilidad de los geositios, frente a amenazas naturales o antrópicas, para una posterior propuesta de estrategias de conservación y aprovechamiento sostenible.

Se adaptó una metodología a partir de las propuestas metodológicas de varios autores, e.g. Cendrero (1996), Carcavilla et al., (2007), las "Bases para el desarrollo común del patrimonio Geológico en los servicios geológicos de Iberoamérica", realizada por la Asociación de Servicios de Geología y Minería de Iberoamérica - ASGMI (2018); el libro de "Patrimonio Geológico y Geo-conservación"; la conservación de la naturaleza en su aspecto geológico por Brilha (2005, 2016), para ser aplicadas a nuestra zona de trabajo.

Esta metodología adaptada (Arias, 2021), consta de 2 etapas fundamentales (Fig. 4): inventario, cuantificación, además de 4 etapas post ejecución de los geositos: clasificación, conservación, divulgación y monitoreo (Brilha, 2005). Para poder conservar la quebrada de Añashuayco es necesario solicitar el apoyo de las autoridades y la población, tener un plan de desarrollo a corto y mediano plazo, realizar talleres para involucrar a la población, colocar paneles informativos sobre la geología y los peligros geológicos que pueden afectar el lugar.



► Fig. 3 Representación esquemática de la Ignimbrita Aeropuerto en la Quebrada Añashuayco.



► Fig. 4 Diagrama del proceso de valoración de geositos (Modificado de Brilha, 2005 en Arias, 2021)

Análisis de percepción de los peligros volcánicos en la quebrada Añashuayco

Para realizar el análisis de la percepción de los peligros volcánicos en la cantera de Añashuayco se realizaron 400 encuestas semiestructuradas a turistas que visitaron la cantera de sillar de Añashuayco y 62 encuestas a los canteros de Añashuayco, Culebrillas, Covarse 1 y Sr. de la Caña.

La toma de datos se realizó entre los meses de julio y agosto del 2021 y se procesaron con el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), generando gráficos de barras y tablas de frecuencia. Las encuestas para los canteros y los turistas tuvieron la misma distribución, sin embargo, algunas preguntas variaron. La encuesta dirigida a los canteros consta de

11 preguntas mientras que, de los turistas consta de 13. La primera parte de las encuestas está comprendida por los datos generales (edad, género, procedencia y tiempo de trabajo para los canteros y edad, género y lugar de procedencia en el caso de los turistas), la segunda parte comprende preguntas sobre conceptos básicos de los volcanes en la ciudad de Arequipa, la tercera parte está constituida por preguntas referidas a los peligros volcánicos y finalmente la cuarta parte está comprendida por recomendaciones y niveles de satisfacción al desempeñarse como cantero y de la visita a las canteras de sillar en el caso de los turistas.

RESULTADO

Valoración del geositio

En la evaluación cualitativa de la Cantera de Añashuayco, se ha tenido en cuenta su valor intrínseco, potencial de uso y necesidad de protección (Cendrero, 1996; Martínez, 2010), alcanzando un valor de 27 puntos. Lo resaltante de la evaluación es que, los valores científico y turístico son los más elevados entre los 6 geositios propuestos en Arequipa. De todas las canteras la más conocida es la Cantera de Añashuayco, con un potencial de uso regular; sin embargo, llegar a las otras canteras es mucho más complicado, ya que no existen vías conocidas ni señalización adecuada. Según su valor intrínseco, este geositio cuenta con más del 50% del valor total así que ya es considerado un geositio y se procede a su caracterización.

Para la etapa de cuantificación, para la evaluación del interés local a regional o nacional a internacional se

logró identificar que, de los geositios de Arequipa, las Canteras de Sillar obtuvo el mayor valor respecto a los geositios identificados preliminarmente en inmediaciones del CV Chachani, siendo así un geositio de gran interés nacional a internacional. Según su valor científico, uso potencial educativo y turístico, se obtuvo un ranking individual en el cual lideró también este geositio, demostrado así el gran potencial que posee en todos los aspectos, sin embargo, tomando en cuenta el riesgo de degradación, este se encuentra en un nivel alto por lo que necesita también de propuestas de geoconservación urgente.

Análisis de percepción de los peligros volcánicos en la quebrada Añashuayco

Según la encuesta realizada el rango de edad predominante oscila entre 40 y 49 años. El tiempo de trabajo es variable el 81% ha trabajado entre 13 y más de 30 años. El 58% de los canteros consideran al Misti, Chachani y Pichu Pichu como volcanes; el 50% respondió que si conoce los lahares volcánicos; un 47% define al lahar como mezcla de material volcánico con agua y solo el 57% considera que el sillar o ignimbrita se ha originado por los flujos piroclásticos de una erupción volcánica.

De los turistas que visitaron las canteras, los jóvenes de 20-29 años son los que tienen mayor concurrencia, con un 38,5%. El 53% de los turistas considera que el Misti, Chachani y Pichu Pichu son volcanes; el 35% define correctamente al lahar como la mezcla de material volcánico con agua y el 81% considera que el sillar se ha originado por los flujos piroclásticos de una erupción volcánica.

CONCLUSIONES

La quebrada de Añashuayco es apta para ser considerada como un geositio y tiene un potencial nacional a internacional, un alto valor científico, un gran interés geológico, alto potencial turístico y alto potencial educativo.

Según el riesgo de degradación se encuentra en un nivel alto por lo que necesita también de propuestas de geoconservación urgente por ser un geositio de gran valor e interés.

Las canteras de Sillar como geositio pueden contribuir a la gestión de riesgo volcánico en la ciudad de Arequipa, ya que cada año en época de lluvia se desencadenan lahares que afectan la mayoría de las quebradas que descienden por el flanco sureste del CV Chachani.

REFERENCIAS

- ▶ Aguilar, R.; Thouret, J.; Samaniego, P.; Wörner, G.; Jicha, B.; Paquette, J.; Suaña, E. & Finizola, A. (2022). Growth and evolution of long-lived, large volcanic clusters in the Central Andes: the Chachani volcano Cluster, southern Peru. *J Volc Geoth Res*, 426, 107539
- ▶ Arias, C. (2021) Recursos geoturísticos generados a partir del impacto de la erupción del volcán Huainaputina del año 1600 d.C. como patrimonio geológico [Tesis de ingeniero geólogo]. Universidad Nacional del Altiplano.
- ▶ Asociación de servicios de geología y minería de Iberoamérica – ASGMI. (2018). Bases para el desarrollo común del Patrimonio Geológico en los servicios geológicos de Iberoamérica. Salta, Argentina: Propuesta metodológica aprobada en la XXIV asamblea general de ASGMI.
- ▶ Brilha, J. (2005). Patrimonio Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica, Braga, Palimage Editores.
- ▶ Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: A Review. *Geoheritage*. pp.120-130.
- ▶ Carcavilla, L.; Lopez, J. & Duran, J. (2007). Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Madrid, Spain: Instituto Geológico y Minero de España, 360 p.
- ▶ Cendrero, A. (1996). El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En *Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Madrid, 17 – 38 p.
- ▶ Martínez, P. (2010). Identificación, caracterización y cuantificación de geositios, para la creación del I geoparque en Chile, en torno al Parque Nacional Conguillío. Memoria, Universidad de Chile, Santiago, 34 – 154 p.
- ▶ Paquereau-Lebti, P.; Thouret, J.-C.; Wörner, G. & Fornari, M. (2006) - Neogene and Quaternary ignimbrites in the area of Arequipa, southern Peru: stratigraphical and petrological correlations. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 154(3-4): 251-275.
- ▶ Paquereau-Lebti, P.; Fornari, M.; Roperch, P.; Thouret, J.-C. & Macedo, O. (2008). Paleomagnetic, magnetic fabric properties, and $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ dating, of Neogene - Quaternary ignimbrites in the Arequipa area, Southern Peru. Flow directions and implications for the emplacement mechanisms. *Bull Volc.* 70: 977- 997
- ▶ Pereira, P.; Pereira, D.; Alves, C. (2007). Avaliação do Património Geomorfológico: proposta de metodologia. *Geomorphological heritage assessment: a methodology proposal*. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos. Volume V, APGeom, Lisboa, p. 235-247.