

EVALUACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS DEL VOLCÁN SABANCAYA (AREQUIPA)

VOLCANIC HAZARDS EVALUATION OF SABANCAYA VOLCANO (AREQUIPA)

RIVERA M. M., MARIÑO J. J., SAMANIEGO P. P., DELGADO R. & MANRIQUE N.

RESUMEN

El complejo volcánico Ampato-Sabancaya (CVAS) está localizado a 70 km al NO de Arequipa. En la parte sur del CVAS se ubica el volcán Ampato (6280 msnm) cuyas lavas andesíticas y dacíticas fueron datadas por el método K/Ar entre 400,000 y menos de 40,000 años. En la parte norte se localiza el volcán Sabancaya (5980 msnm), volcán más joven y activo construido hace menos de 10,000 años AP (antes del presente) que está conformado principalmente por flujos de lava y limitados depósitos piroclásticos de composición andesítica y dacítica. La última actividad eruptiva del Sabancaya ocurrió entre 1987-1998, durante el cual emitió cenizas y bloques balísticos, producto de una actividad vulcaniana. En base a estudios geológicos y modelamientos numéricos se presentan tres mapas de peligro volcánico: 1) mapa principal de peligros múltiples que muestra zonas de alto, moderado y bajo peligro que pueden ser afectado por flujos de lava, flujos piroclásticos y lahares. 2) Un mapa de peligros por flujos de lodo o lahares distales y 3) Un mapa de peligros por caídas piroclásticas que muestra una zona de alto peligro (rojo), que puede ser afectada por cualquier tipo de erupción. La zona de moderado peligro (naranja) puede ser afectada en erupciones moderadas (IEV 3); y la zona de bajo peligro (amarillo) puede ser afectada por erupciones fuertes (IEV >3). En caso de una erupción del volcán Sabancaya, las zonas más propensas a ser afectadas por caídas de ceniza y eventuales lahares, corresponden al valle del río Colca.

Palabras claves: Sabancaya, erupción, vulcaniana, peligros, cenizas.

ABSTRACT

The Ampato-Sabancaya volcanic complex (CVAS) is located 70 km to the NW of Arequipa. In the southern area of CVAS sits the Ampato volcano (6280 m a.s.l.) from which andesitic and dacitic lavas were dated by the K/Ar method between 400,000 and 40,000 years BP. At the northern end of CVAS, is Sabancaya (5980 m a.s.l.), a young and active volcano formed during the last 10,000 years. Sabancaya is mainly composed of lava flows and rare pyroclastic deposits of andesitic and dacitic composition. The last eruptive activity from Sabancaya occurred between 1987 and 1998 and was characterized by vulcanian explosions accompanied by ash emissions and ballistic projectiles. Based on geological, geochronological, and petrological data, as well as, numerical simulations three volcanic hazard maps were developed: (1) a multi-hazard main map showing areas of high (red), moderate (orange) and low (yellow) hazard that may be affected by pyroclastic flows, lahars and/or lava flows. (2) A hazard map for distal lahars, and 3) A hazard map for pyroclastic fallout showing three main hazard zones associated with the three main eruptive scenarios. In case of a potential eruption of Sabancaya, the areas most likely affected by ash falls and lahars correspond to the Colca valley.

Keywords: Sabancaya, eruption, vulcanian, hazard, ash.

Introducción

El volcán nevado Sabancaya (5967 msnm) es uno de los siete volcanes activos del sur peruano, localizado a 70 km al noroeste de la ciudad de Arequipa (15° 48'S,

71° 52'O, Figura 1), en la provincia de Caylloma, en la cordillera Occidental de los Andes del sur peruano. El Sabancaya constituye el volcán más joven y activo del complejo volcánico Ampato-Sabancaya. El Sabancaya está constituido por dos conos superpuestos: al sur un

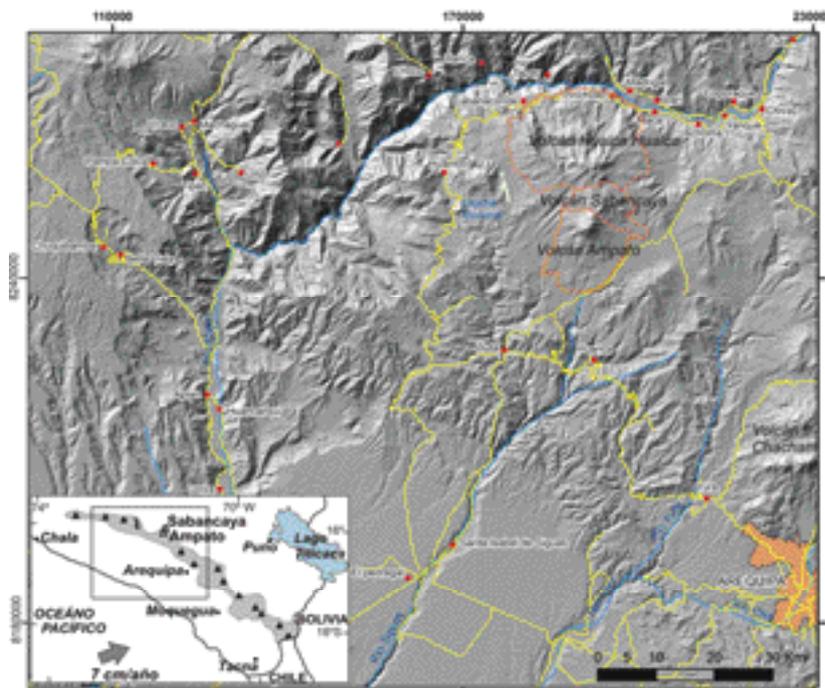


Figura 1. Mapa de localización del complejo volcánico Ampato-Sabancaya. En el cuadro inferior, la cadena volcánica Plio-cuaternaria y los volcanes activos y potencialmente activos del sur peruano.

domo de lava y al norte un cono de lava sobre el cual se encuentra el cráter activo, de 300 m de profundidad, de donde continuamente emanan gases.

En el área de influencia del volcán Sabancaya existen varios poblados y obras de infraestructura. En el valle del Colca, destacan los poblados de Achoma, Maca, Chivay, Yanque, Ichupampa, Lari, Madrigal, Pinchollo y Cabanaconde, localizados entre 18 y 31 km de distancia del volcán Sabancaya. La principal actividad económica de estos pueblos es la agricultura y ganadería, sin embargo en los últimos años el cañón del Colca se ha constituido como uno de los más importantes destinos turísticos del Perú. Por otro lado, cerca al volcán Sabancaya, se encuentra el canal del proyecto Majes-Siguas que abastece de agua al complejo agrícola Majes-Siguas, así como las vías de acceso al valle del Colca, así como la línea de transmisión eléctrica Socabaya-Mantaro, que forma parte del sistema interconectado nacional y provee de energía a todo el sur del Perú.

El presente estudio es parte de un proyecto de investigación llevado a cabo entre la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo del INGEMMET y el Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD). Los objetivos de este proyecto son la reconstrucción de la historia eruptiva de este complejo volcánico y la evaluación de los peligros volcánicos.

Estratigrafía y evolución del volcán Sabancaya

En base al estudio geológico, geoquímico y geocronológico se ha podido identificar que el volcán Sabancaya

presentó una actividad esencialmente efusiva que emplazó variados flujos de lava, agrupados en tres grandes unidades: “Sabancaya Basal”, “Sabancaya Medio” y “Sabancaya Superior”.

Los flujos de lava del “Sabancaya Basal” son de composición andesítica (60-62 % SiO_2). Estos sobreyacen a los flujos de lava de los volcanes Ampato y Hualca Hualca. Las lavas del “Sabancaya Basal” presentan pendientes moderadas (5° - 10°) y se encuentran distribuidas en los flancos S, SO, E y NO del volcán. Juvigné *et al.* (2008) obtuvieron una edad de 5440 ± 40 ka para un flujo de lava distal del flanco occidental, en base a la datación de una turba que aparentemente subyace dicha lava. El “Sabancaya Medio”, agrupa al menos siete flujos de lavas de composición andesítica y dacítica (60-65 % SiO_2). Adicionalmente, uno de los flujos visibles en el sector Colihui (entre los 4500 a 5050 msnm) tiene una longitud aproximada de 6 km. Posiblemente este flujo de lava fue emitido por un cráter adventicio ubicado a 3.5 km al Este del cráter del Sabancaya.

La unidad “Sabancaya Superior” está conformada por flujos de lava de composición andesítica y dacítica (61-65% SiO_2) que se extienden hacia el O y E del cráter, los cuales sobreyacen a lavas del “Sabancaya Basal” y “Sabancaya Medio”. Sobre los flujos de lavas yacen depósitos de ceniza retrabajada, y algunos bloques juveniles emitidos durante las últimas erupciones de este volcán.

En base a los diferentes cortes estratigráficos realizados en turberas que existen alrededor del volcán, así como en los datos de la literatura (Juvigné *et al.*, 2008) se ha podido identificar al menos una docena de capas de

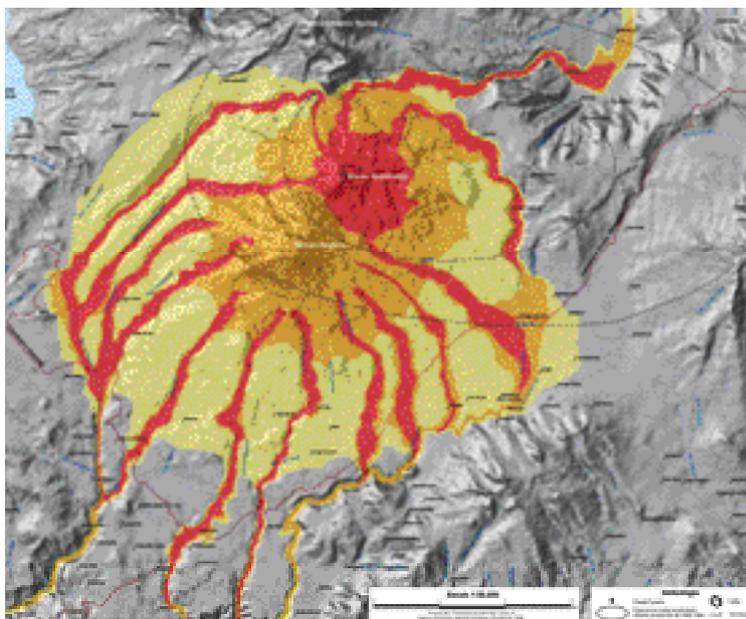


Figura 2. Mapa principal de peligros múltiples, por flujos de lava, flujos piroclásticos y lahares.

ceniza andesítica proveniente del Sabancaya durante los últimos 4,000 años.

La actividad histórica del volcán Sabancaya, ocurrida en los últimos 500 años, estuvo caracterizada por erupciones explosivas, pero de corta duración, interpretadas como de tipo vulcaniano. Los registros históricos muestran que el volcán Sabancaya presentó una importante actividad eruptiva en los años 1750 y 1784 AD (Siebert *et al.*, 2010). La última actividad eruptiva se registró entre 1987-1998, la cual se caracterizó por la ocurrencia de explosiones frecuentes de tipo vulcaniano, con emisiones de ceniza en los alrededores del volcán (Guillande *et al.*, 1992; Gerbe y Thouret, 2004).

Desde el año de 1998 hasta el 2011, las fumarolas se caracterizaron por ser esporádicas, de poco volumen, y alcanzaron alturas menores de 200 m. En el año 2012 se notó un ligero, pero discontinuo, incremento de las emisiones de gases. El incremento fue mayor durante el último trimestre del 2012. En febrero de 2013 las emisiones de gases ascendieron entre 1,000 y 1,200 m de altura sobre la cima del volcán. En la actualidad, esta actividad continúa con niveles variables.

Escenarios eruptivos y mapas de peligros del complejo volcánico Ampato-Sabancaya

En base a datos geológicos, geocronológicos y petrológicos realizados se prevén cuatro escenarios eruptivos futuros, en orden de posibilidad:

- ♦ La actividad actual puede terminar en una erupción explosiva leve (IEV 1-2) como la registrada entre 1987-1998, con importantes emisiones de gases y cenizas.

- ♦ El Sabancaya puede presentar una erupción explosiva moderada a importante tipo vulcaniana a subpliniana (IEV-3) con importantes emisiones de cenizas y generación de flujos piroclásticos.
- ♦ El Sabancaya puede presentar una erupción explosiva violenta tipo pliniana (IEV 4-5), que genere una pluma volcánica mayor a 14 km de altura con emisiones de cenizas, pómez, y a la vez genere flujos piroclásticos.
- ♦ El Sabancaya puede emitir solo flujos de lava que puede recorrer por las quebradas que drenan de dicho volcán.

Estos escenarios fueron plasmados en los tres mapas de peligros elaborados recientemente: 1) mapa principal para peligros múltiples de la zona proximal; 2) mapa de peligros por lahares distales y 3) mapa de peligros por caídas de ceniza y pómez.

Mapa principal de peligros múltiples, zona proximal

En el mapa de peligros múltiples (flujos de lava, lahares y flujos piroclásticos) se consideran tres zonas: alto, moderado y bajo, que corresponden a tres escenarios (Figura 2).

Zona de alto peligro (rojo). Zona que sería afectada por cualquier tipo de erupción, ya sea leve o fuerte (IEV > 1), que pueden generar flujos piroclásticos, flujos de lava y/o flujos de barro (lahares). La zona roja, es la zona más próxima al volcán.

Zona de moderado peligro (naranja). Zona que sería afectada por flujos piroclásticos y/o por proyectiles balísticos durante erupciones vulcanianas o sub-plinianas (IEV = 3), así como por flujos de lavas y/o flujos de ba-

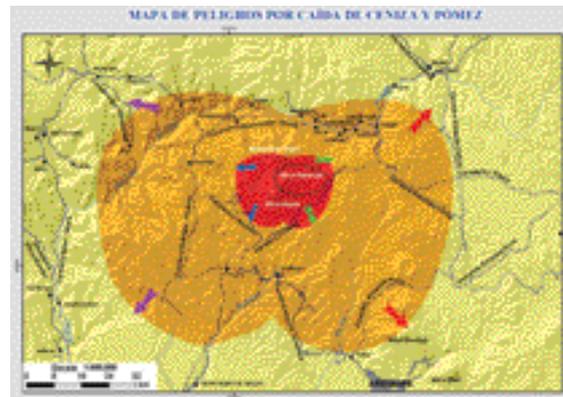
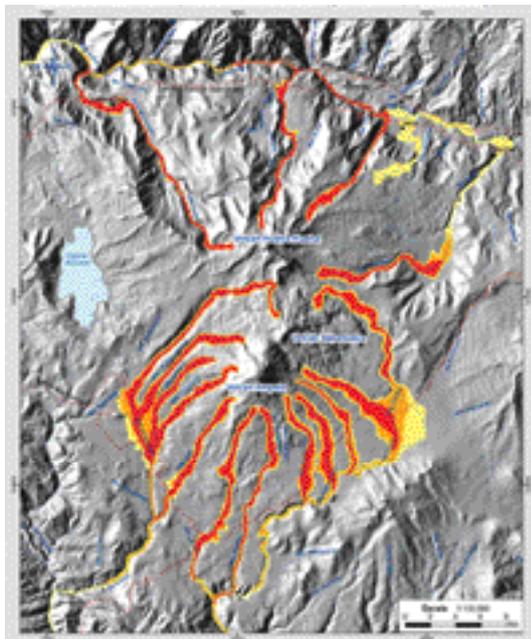


Figura 3. Mapas de peligros por lahares distales (izquierda) y mapa de peligros por caídas de ceniza (derecha).

ro. Los límites de la zona de moderado peligro se encuentran entre 2 y 6 km de distancia del Sabancaya.

Zona de bajo peligro (amarillo). Zona que sería afectada por flujos piroclásticos generados durante erupciones explosivas violentas de tipo pliniano (IEV = 4-5), así como por flujos de barro.

Mapa de peligros por flujos de barro (lahares), distales

La posibilidad de formación de lahares en la zona es muy alta, ya que existe un casquete glaciar sobre los volcanes Hualca Hualca, Ampato y Sabancaya cuyo volumen es de $\sim 1,68 \text{ km}^3$ (Alcalá, 2007). En el mapa (Figura 3) se han diferenciado tres zonas que corresponden a tres escenarios: una zona de alto peligro (color rojo), que corresponde al área que puede ser afectadas por lahares de hasta 5 millones de m^3 , que podrían estar asociados a erupciones de baja a moderada magnitud (IEV 1-2). La zona de peligro moderado (color naranja), puede ser afectada por lahares de 10 millones de m^3 y la zona de bajo peligro (color amarillo), puede ser afectada por lahares de 20 millones de m^3 . Los lahares de 10 y 20 millones de m^3 podrían estar asociados a erupciones de gran magnitud (IEV ≥ 3), debiendo recalcar que la posibilidad de ocurrencia de tales eventos es baja.

Mapa de peligros por caídas de ceniza y pómez

Este mapa se ha elaborado en función de tres escenarios (Figura 3): erupciones vulcanianas (IEV = 1-2), vulcanianas y subplinianas (IEV = 3), y erupciones plinianas (IEV = 4-5).

Zona de alto peligro (rojo). Corresponde a la zona proximal, localizada a menos de 15 km de distancia del

complejo volcánico Ampato-Sabancaya. En erupciones vulcanianas o subplinianas, esta área puede ser afectada por caídas de ceniza y lapilli pómez. En erupciones plinianas, puede ser afectada por caídas de pómez de varios decímetros a metros de espesor.

Zona de moderado peligro (naranja). Esta zona se halla localizada entre 15 y 30 km de distancia del complejo volcánico. En erupciones vulcanianas o subplinianas, puede ser afectada por caídas de ceniza. En erupciones plinianas, esta área puede ser afectada por caídas de ceniza y pómez, de varios a decímetros de espesor.

Zona de bajo peligro (amarillo). La zona de bajo peligro se halla a más de 30 km de distancia del complejo volcánico. Esta zona principalmente durante erupciones subplinianas o plinianas puede ser afectada por caídas de ceniza y pómez.

Conclusiones

En este estudio se ha podido determinar que el volcán Sabancaya se ha construido en tres grandes etapas ocurridas durante el Holoceno. El Sabancaya es un volcán activo, que ha emitido principalmente flujos de lavas de composición andesítica a dacítica. Durante los últimos 4,000 años, el Sabancaya ha presentado al menos doce erupciones explosivas leves a moderadas (vulcanianas) que depositaron delgados niveles de ceniza en sus alrededores. Finalmente, se presentan tres mapas de peligro volcánico que muestran, cada una, tres zonas: zona roja de alto peligro, anaranjado, de moderado peligro; y amarillo de bajo peligro que pueden ser afectados por una erupción volcánica que presente el Sabancaya.

Referencias

- ALCALÁ J. (2007). La evolución de los glaciares en el complejo volcánico Ampato (Perú). Tesis de Diploma de Estudios Avanzados no publicada. Universidad Complutense de Madrid, España.
- GERBE M.-C. y Thouret J.-C. (2004). Role of magma mixing in the petrogenesis of lavas erupted through the 1990-98 explosive activity of Nevado Sabancaya in south Peru. *Bulletin of Volcanology*, 66: 541-561.
- GUILLANDE R., THOURET J. C., HUAMÁN D., LE GUERN F. (1992). *L'activité éruptive actuelle du volcan Nevado Sabancaya (Sud du Pérou) et l'évaluation des menaces et des risques: géologie, cartographie et imagerie satellitaire*, 120 pp. París: Ministère de l'Environnement et Centre National d'Etudes Spatiales.
- JUVIGNÉ E., THOURET J.-C., LOUSCH I., LAMADON S., FRECHEN M., FONTUGNE M., RIVERA M., MARINO J. (2008). Téphrostratigraphie et chronologie dans la région des Nevados Ampato et Sabancaya, sud du Pérou. *Quaternaire*, 19(2): 161-178.
- SIEBERT L., SIMKIN T., KIMBERLY P. (2010). *Volcanoes of the world*. Tercera edición. California, EE. UU.: Smithsonian Institution and University of California Press.