

## EVALUACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS Y ELABORACIÓN DEL MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN MISTI (AREQUIPA)

Jersy Mariño<sup>1</sup>, Marco Rivera<sup>1</sup>, Jean-Claude Thouret<sup>2</sup>, Lourdes Cacya<sup>1</sup>,  
Claus Siebe<sup>3</sup>, Robert Tilling<sup>4</sup>, Antonio Chávez<sup>5</sup>, Guido Salas<sup>6</sup> & Sebastián Zúñiga<sup>7</sup>

<sup>1</sup>INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima. jmarino@ingemmet.gob.pe

<sup>2</sup>Laboratoire Magmas et Volcans, Université Blaise-Pascal et CNRS, 5 rue Kessler, 63038 Clermont-Fd, France.

<sup>3</sup>Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM, 04510 México, D.F., México.

<sup>4</sup>Multinacional Andean Project: Geociencia for Andean Communities (PMA-CGA)

<sup>5</sup>Universidad Católica de Santa María de Arequipa

<sup>6</sup>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Escuela de Geología, Av. Independencia s/n, Arequipa, Perú.

<sup>7</sup>SENAMHI, Dirección Regional de Arequipa, Calle Federico Torrico C-28, Urb. Atlas, Umacollo - Arequipa

### INTRODUCCIÓN

El volcán Misti, es uno de los siete volcanes activos del sur del Perú (De Silva & Francis, 1991), se emplaza en el borde oeste de la Cordillera Occidental de los Andes del Sur del Perú. Arequipa, la segunda ciudad más importante del país, con una población aproximada de 1 millón de habitantes, dista menos de 17 Km del cráter del Misti, y la diferencia altimétrica entre la ciudad y la cima del volcán es alrededor de 3,5 Km (Fig. 1).

En el actual trabajo se presenta una evaluación de peligros volcánicos del Misti, la que sirvió para la elaboración de un nuevo mapa de peligros del Misti. El mapa en referencia tiene como propósito brindar al Gobierno Regional, Municipalidad Provincial de Arequipa, INDECI, etc, un documento base para el manejo de una posible crisis volcánica futura del Misti. Igualmente, este mapa debe ser usado en los programas de educación y sensibilización frente a los peligros volcánicos y sobretodo en el plan de ordenamiento territorial de la ciudad de Arequipa, es decir planificar el uso de tierras y determinar áreas que deberían ser prohibidas para su uso por su alto riesgo en caso se produzca una erupción volcánica. En la evaluación de los peligros y la elaboración del mapa, vienen participando investigadores, peruanos y extranjeros, de amplia experiencia en la preparación de este tipo de información cartográfica. En efecto, se ha formado un comité científico que además sirve como ente de asesoramiento a la Región de Arequipa incluyendo Defensa Civil.

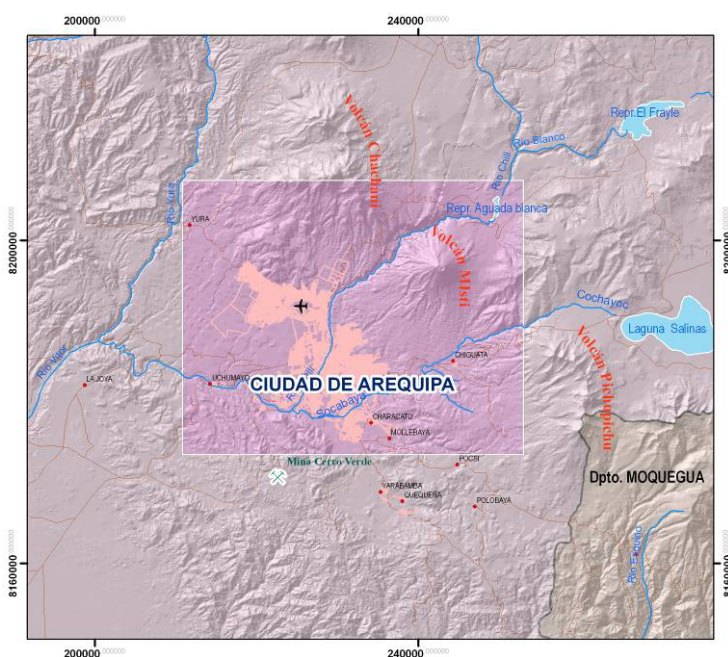


Fig. 1. Ubicación del volcán Misti, la ciudad de Arequipa y poblados aledaños.

## **METODOLOGÍA**

La evaluación de los peligros volcánicos está basada en el conocimiento de la historia eruptiva del volcán Misti, en los tipos de sus productos emplazados en erupciones pasadas, en los alcances máximos y en la magnitud y frecuencia de estos eventos, principalmente en los últimos 50 mil años. Para ello se efectuó una recopilación, interpretación y síntesis de la información geológica, volcanológica, geoquímica y estratigráfica existente del volcán Misti. Asimismo, se ejecutó el cartografiado geológico-volcanológico a escala 1/25,000, se realizaron dos nuevas dataciones radiométricas, se elaboraron mapas de dispersión de algunas erupciones plinianas y sub-plinianas (depósito de pómez “La Autopista”, “Sacaroso” y “Fibroso”), se levantaron nuevas columnas tefroestratigráficas y se efectuaron análisis sedimentológicos y granulométricos. Toda la información obtenida fue introducida en una base de datos e integrado a un GIS.

## **BREVE HISTORIA ERUPTIVA DEL VOLCÁN MISTI DURANTE EL PLEISTOCENO TARDÍO, HOLOCENO Y ÉPOCAS HISTÓRICAS**

Durante los últimos 50 mil años el volcán Misti ha emplazado cerca de 10 flujos piroclásticos y 20 caídas del tefra, debido a erupciones plinianas, sub-plinianas y vulcanianas. La erupción sub-pliniana más reciente ocurrió hace 2050 años, expulsó depósitos de caída y flujos piroclásticos en un volumen de 0,7 km<sup>3</sup> (Thouret et al., 2001). Según Chávez (1992) la última erupción se registró a mediados del siglo XV, tuvo magnitud baja a moderada y las cenizas alcanzaron hasta 6x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de volumen. El río Chili pasa entre los volcanes Misti y Chachani (cañón del río Chili) y posteriormente discurre por la ciudad de Arequipa, donde en sucesivas oportunidades se han emplazado lahares, tales como hace 1035 años, 520 años, 340 años, 330 años AP (Delaite et al., 2005).

## **PRINCIPALES PELIGROS VOLCÁNICOS DEL MISTI**

En función de la capacidad de destrucción y la recurrencia de los eventos, los principales peligros volcánicos del Misti serían:

### **1. PELIGROS GENERADOS POR FLUJOS PIROCLÁSTICOS (DE PÓMEZ Y CENIZAS, DE ESCORIA Y CENIZAS)**

Estos flujos están constituidos por una mezcla de cenizas, pómez, gases y fragmentos de roca que descienden por los flancos del volcán a grandes velocidades (decenas a centenas de metros por segundo) y poseen temperaturas de 300°C a más de 800°C (Tilling & Beate, 1989). En el volcán Misti, estos flujos serían generados durante erupciones explosivas sub-plinianas y plinianas y se encausarían preferentemente por las quebradas que bajan del volcán y entran a la ciudad de Arequipa como San Lázaro, Huarangal, Pastores y Agua Salada, destruyendo todo a su paso. Flujos piroclásticos de similares características fueron emplazados hace 39 mil años, 11 mil años, entre 13 y 14 mil años y hace 2050 años, donde alcanzaron entre 13 y 16 km distancia.

### **2. PELIGROS GENERADOS POR CAÍDAS PIROCLÁSTICAS**

Las caídas o lluvias podrían ser de cenizas, lapilli pómez y bloques de pómez. Estos productos se han generado en el Misti durante erupciones explosivas vulcanianas, sub-plinianas y plinianas. Dependiendo de la magnitud de la erupción pueden ocurrir cada 500 a 1500 años (erupción de magnitud baja), o cada 2 a 4 mil años (erupciones de magnitud moderada a alta). Las caídas de cenizas y pómez pueden fácilmente afectar la ciudad de Arequipa, las áreas de cultivos, el transporte terrestre y aéreo, contaminar las aguas de los ríos Chili y Andamayo, así como provocar males respiratorios, estomacales y afecciones a la vista de los pobladores.

### **3. PELIGROS GENERADOS POR FLUJOS DE BARRO (LAHARES)**

Se pueden generar flujos de barro debido a la ocurrencia de lluvias intensas durante erupciones, e incluso en épocas no eruptivas, ya que el volumen de depósitos no compactados (preferentemente piroclastos) es muy voluminoso en los flancos del volcán Misti. Los flujos de barro podrían bajar preferentemente por las quebradas San Lázaro, Huarangal, Pastores y Agua Salada. Sin embargo, el

río Chili sería el más peligroso, ya que la mayoría de las quebradas antes citadas van a dar a él. Flujos de barro, incluso de bajo volumen, pueden afectar seriamente las viviendas ubicadas en o cerca de los causes antes citados. La frecuencia de ocurrencia de este tipo de eventos es alta, cada 100 a 200 años aproximadamente.

#### 4. PELIGRO GENERADO POR EL EMPLAZAMIENTO DE AVALANCHAS DE ESCOMBROS

Las avalanchas de escombros se generan por el colapso de un flanco del edificio volcánico, originado por factores de inestabilidad. Algunos asociados a erupciones y otros no necesariamente. Los flujos de avalanchas de escombros volcánicos tienen mayor movilidad que sus similares no volcánicos, sobre todo si son voluminosos (a mayor volumen mayor velocidad y distancia recorrida). Esto se debe a la descompresión de los sistemas hidrotermales y/o magmáticos, la importante presencia de fluidos hidrotermales y agua meteórica (Myers y Brantley, 1995).

En el volcán Misti se han generado hasta dos avalanchas de escombros, cuyos depósitos se pueden observar al suroeste, oeste y noroeste del edificio volcánico. Actualmente, en el flanco noroeste del volcán Misti se tiene una fuerte pendiente, escarpas con planos de deslizamiento, y hasta dos fallas de dirección NO-SE. Estas características morfo-estructurales hacen que la probabilidad de ocurrencia de un colapso de dicho flanco sea alta. De producirse el colapso las avalanchas de escombros represarían fácilmente el cañón del río Chili y luego se generarían lahars que discurrirían a lo largo del valle del río Chili, afectando seriamente la zona urbana de la ciudad de Arequipa.

#### REFERENCIAS

- Delaite G., Thouret J-C., Sheridan M., Labazuy P., Stinton A., Souriot T., Westen C-V. (2005). Assessment of volcanic hazards of El Misti and in the city of Arequipa, Peru, based on GIS and simulations, with emphasis on lahars. *Z. Geomorph. N. F.*, v. 140, p. 209-231.
- De Silva S.L., Francis, P.W. (1991).- Volcanoes of the Central Andes. *Springer-Verlag* 216 p.
- Myers and Brantley (1995).- Volcano Hazards Fact Sheet: Hazardous Phenomena at volcanoes. *USGS Open-File Report*, p. 95-231.
- Chávez, J., 1992, La erupción del Volcan Misti. Pasado Presente y Futuro. Imprenta Zenit Arequipa.
- Tilling, R., Beate, B. (1989).- Los Peligros Volcánicos. *Organización Mundial de Observatorios Volcanológicos (WOVO)*. California, USA.
- Thouret, J-C., Finizola, A., Fornary, M., Suni, J., & Frechen, M. (2001). Geology of El Misti volcano near the city of Arequipa, Peru. *Geological Society of America Bulletin*, v. 113, N° 12, (2001), p. 593-610.