

ESTUDIO COMPARATIVO DE VOLCANES ACTIVOS EN LA ZONA VOLCÁNICA CENTRAL: EL VOLCÁN MISTI (AREQUIPA) Y EL VOLCÁN UBINAS (MOQUEGUA); A TRAVÉS DE MÉTODOS GEOFÍSICOS

Liliana Rosario Torres Velarde & Hernando Tavera

Sismología-CNDG, Instituto Geofísico del Perú
 naosde@yahoo.com
 htavera@geo.igp.gob.pe



Vista del volcán Misti, 1998 (izquierda) y vista del Volcán Ubinas, 2006 (derecha)

INTRODUCCIÓN

Los edificios volcánicos Misti y Ubinas se encuentran ubicados en el cinturón volcánico activo de los Andes Centrales de Sur América. Los dos estratovolcanes pertenecen a ZVC (De Silva & Francis, 1991). El volcán Ubinas (16° 22'S, 70° 54'W; 5672 m.s.n.m.) se encuentra ubicado a 70 km al Este de la Ciudad de Arequipa. El volcán Misti (16° 18', 71° 24'; 5822 m.s.n.m.) a 17 km al N-NE de la ciudad de Arequipa.

El volcán Ubinas es considerado el más activo del sur del Perú por sus 23 episodios de alta actividad fumarólica y emisiones de cenizas reportadas desde el año 1550 D.C. (Rivera et al., 1998) con reactivaciones periódicas con emisión de material volcánico (bombas, flujos de ceniza, emisión de fumarolas). Por otra parte, el Volcán Misti es un volcán activo pero con un menor desprendimiento de energía. Los restos orgánicos vegetales contenidos en los depósitos volcánicos del Misti prueban la ocurrencia de dos erupciones, una entre 1292-1412 D.C., y otra entre 1440-1470 D.C. (Thouret et al., 1999a, 1999b). Actualmente se observa la presencia de pequeñas fumarolas y una muy considerable disminución de las capas de nieve y hielo.

Para poder monitorear la ocurrencia de sismos asociados al fracturamiento de la estructura volcánica y movimiento de magma dentro de la cámara magmática, el Volcán Misti depende de una red sísmica telemétrica de 5 estaciones instaladas y el Volcán Ubinas con 4 sismógrafos de alta tecnología alrededor del volcán.

A través de la combinación de datos sísmicos, estudios geoelectrónicos (SP) y geoquímicos se pretende determinar la diferencia o relación que existe entre ambos volcanes. En el caso del Perú son pocos los volcanes monitoreados por una red sísmica permanente (Misti, Ubinas). La ubicación de los equipos instalados para cada volcán se detalla en las tablas 1 y 2:

Tabla 1: Ubicación de las estaciones Red Misti

Tabla 2: Ubicación de las estaciones Red Ubinas

RED SÍSMICA TELEMÉTRICA MISTI				RED SÍSMICA TELEMÉTRICA UBINAS			
Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (m)	Estación	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (m)
E1	16° 19' 21.6"	71° 23' 44.4"	4168	UBI SW	16° 21' 47.8"	70° 54' 59.0"	4720 m
E2	16° 18' 19.2"	71° 24' 7.2"	5201	UBI NW	16° 19' 55.2"	70° 55' 00.9"	4840 m
E3	16° 16' 51.6"	71° 23' 42"	4785	UBI N	16° 19' 28.5"	70° 53' 31.6"	4990 m
E4	16° 17' 16.8"	71° 23' 54.6"	5400	UBI E	16° 19' 55.0"	70° 52' 39.7"	4664 m
E5	16° 17' 33.6"	71° 24' 43.8"	5710				

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos de la investigación son: 1) Realizar un análisis comparativo entre los registros sísmicos y geoelectricos del Volcán Misti y el Volcán Ubinas. 2) Identificar y clasificar las señales sismo-volcánicas de cada una de las redes sísmicas telemétricas durante los meses de Setiembre a Noviembre del 2006. 3) Analizar la similitud y la diferencia de los sismos volcánicos registrados para cada uno de los volcanes. 4) Examinar las diferencias y similitudes del estudio de Potencial Espontáneo realizados en investigaciones previas para cada edificio volcánico. 5) Realizar un estudio comparativo de la dinámica de los Sistemas Hidrotermales del Volcán Misti y Ubinas. 6) Evaluar la actividad volcánica a través de cuadros estadísticos. 7) Proporcionar los resultados obtenidos en este estudio, para complementar el conocimiento de dichos volcanes, y para la evaluación de posibles amenazas que se pudieran presentar en eventos futuros.

ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN EN VOLCANES ACTIVOS

La mayoría de trabajos realizados en ambos volcanes han sido de carácter geológico y algunos geofísicos y geoquímicos. Con los trabajos geofísicos y geoquímicos se puede obtener un mayor conocimiento del funcionamiento de los sistemas hidrotermales. En volcanes activos la generación de anomalías positivas de P.E., están asociadas a recientes intrusiones superficiales, áreas de fisuras con flujo ascendente de fluidos y áreas termales (Zablocki, 1976). Un modelo de creación de corrientes asociadas a una fisura activa donde se produce convección hidrotermal; conductividad (θ), permeabilidad (k), temperatura (T) (Morgan et al., 1989).

Los eventos sísmicos han sido clasificados por Minakami (1969); Latter (1979, 1981); Schick (1981) entre otros tomando en cuenta la forma y longitud de la señal, contenido espectral, localización de la actividad sísmica, la cantidad de la energía liberada y demás parámetros. La interpretación de las señales sísmicas, basándose en el modelo de Chouet (1996) ha permitido predecir la ocurrencia de erupciones explosivas en función de la evolución espacio-temporal de los sismos volcánicos de periodo largo (Ibañez & Carmona, 2000). Lo importante es determinar cual es el fluido que rellena la fractura y su contenido en gas, así como la evolución espacio-temporal y energética de la fuente.

METODOLOGÍA APLICADA A LA INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN DE LOS EVENTOS SÍSMICOS

Se ha analizado los registros sísmicos continuos de la red sísmica telemétrica de los Volcanes Ubinas y Misti del 01 de Setiembre del 2006 al 20 de Setiembre del 2006, en una ventana de 20 minutos; con los programas "SAC2000", figura 1 y "Seismo_Volcanalysis" escrito por Lesage (2007), figura 2.

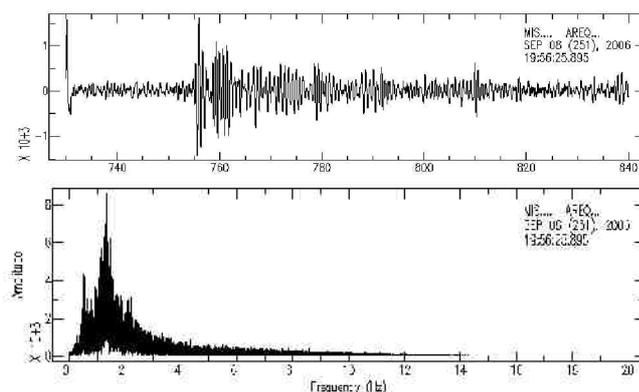


Figura 1: Ventana del Programa SAC2000, donde son visualizados los eventos sismo-volcánicos del Volcán Misti para un evento VT del día 08/09/2006 a las 19:56:25 horas GMT del registro. En la parte superior el registro sísmico filtrado, y en la parte inferior el espectro.

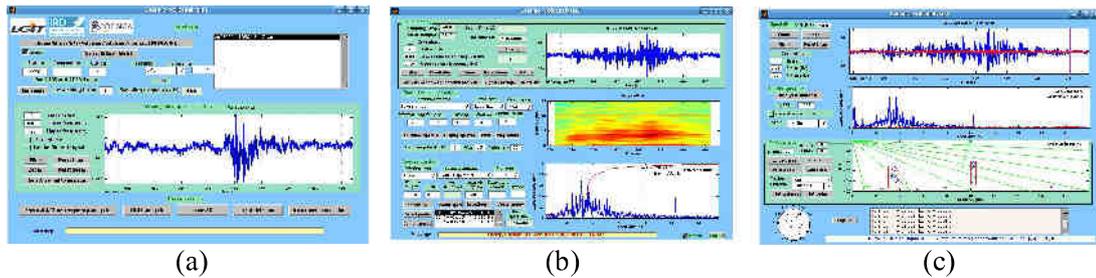


Figura 2: Interfaces del programa Seismo_Volcanalysis, para un registro sísmico de la estación UBI del 04/09/2006. (a) es la Interface 1, lee y selecciona la data; (b) es la Interface 2, realiza un análisis espectral; (c) es la Interface 3, realiza un ARMA (Auto-Regressive Moving Average).

La distribución hipocentral de la actividad sísmica de los volcanes Misti y Ubinas revelará un sistema de influencia de movimiento de fluidos en los sistemas hidrotermales. Ya que los distintos eventos sismo-volcánicos indican la dinámica de fluidos, una región dominante de vapor tiene mayor concentración de sismos LP y Tormillo (Chouet, 1996). La tomografía sísmica es posible que detecte zonas fuertemente alteradas por la actividad hidrotermal correspondiente a las zonas de caída de velocidad de las ondas P (Power et al., 1998).

ANÁLISIS DE POTENCIAL ESPONTÁNEO

Los perfiles radiales en los volcanes Misti y Ubinas fueron trazados desde las calderas hacia los niveles más bajos de los volcanes y otros perfiles adicionales en la cumbre y en las partes bajas de los edificios volcánicos. Permitirán comparar la estructura y el campo eléctrico natural de dos volcanes andesíticos.

CONCLUSIONES

En la data analizada de 20 días en registro continuo del volcán Ubinas de sus tres estaciones y del volcán Misti, se ha encontrado la predominancia de sismo LP y Tremores (figura 3) en el volcán Ubinas y sismos VT y GP (Gas Pistón) (figura 4) son más característicos del volcán Misti. Mientras que el rango de frecuencias predominantes para los sismos en el volcán Misti es de 1.7 a 4.8 Hz, mientras que en Volcán Ubinas es de 4.3 a 7.6 Hz. Se seguirá realizando el análisis sísmico para los siguientes meses.

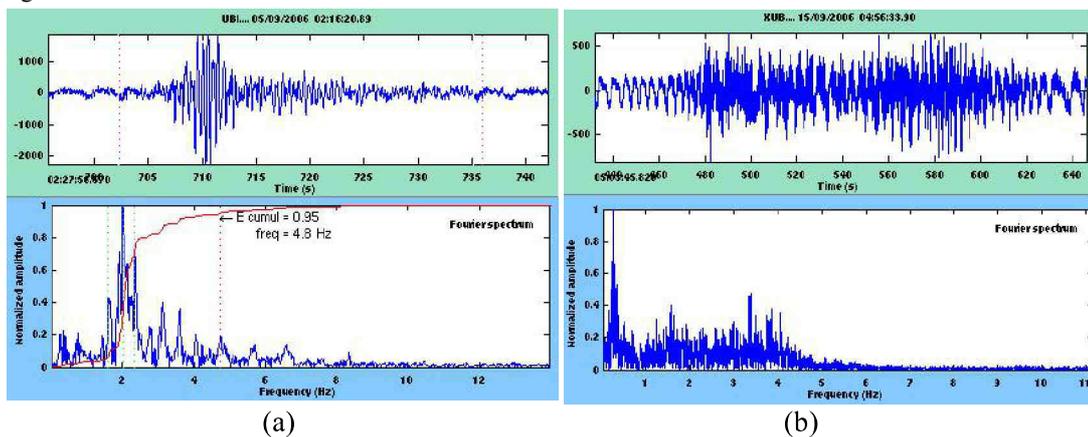


Figura 3: Eventos sismo-volcánicos del volcán Ubinas: (a) evento LP del día 05/09/2006 a las 02:16:20 horas GMT del registro, con una frecuencia de 4.8 Hz. (b) evento TRE del día 15/09/2006 a las 04:56:33 horas GMT del registro.

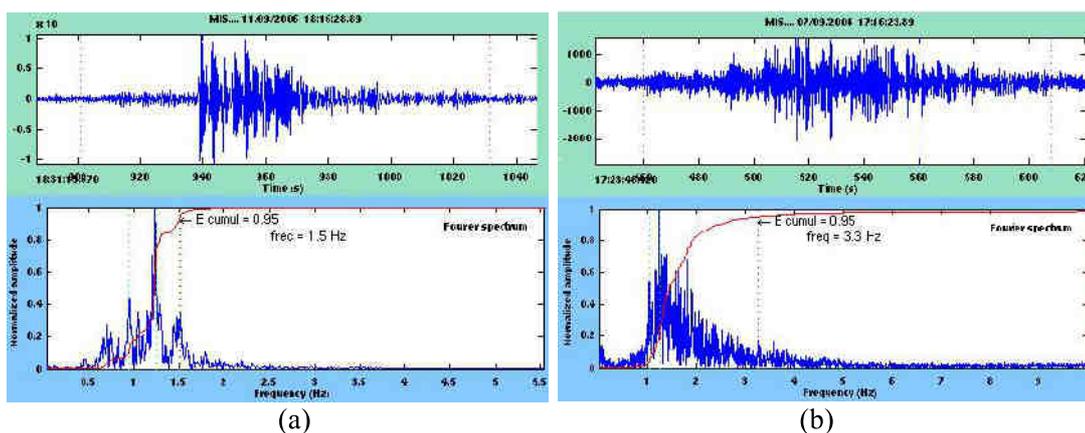


Figura 4: Eventos sismo-volcánicos del volcán Misti: (a) evento VT del día 11/09/2006 a las 18:16:28 horas GMT del registro, con una frecuencia de 1.5 Hz. (b) evento GP del día 07/09/2006 a las 17:16:23 horas GMT del registro, con una frecuencia de 3.3 Hz.

REFERENCIAS

- Chouet, B. A.; 1996. *Long-period volcano seismicity: its source and use in eruption forecasting*. Nature, 380, 309-316.
- De Silva, V & Francis, P.; 1991. *Volcanoes of the Central Andes*. Springer, Berlin, 216 p.
- Ibañez, J. & Carmona, E., 2000. Sismicidad Volcánica. Serie: Casa de los volcanes n° 7. Editores: Astiz M. y García A., p. 269-282.
- Latter, J., 1979. *Volcanological observations at Tongariro National Park*, report n° 150 of Geophysics Division, Department of Scientific and Industrial Research Wellington, New Zealand, p 1-60.
- Latter, J., 1981. *Volcanic Earthquakes and their Relation-Ship to Eruptions at Ruapehu and Ngauruhoe Volcanoes*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 9, p. 293-309.
- Lesage, P., 2007. *Seismo_Volcanalysis: Signal analysis tools for seismo-volcanic events*, User manual, 27 p.
- Minakami, 1969. *Fundamental research for predicting volcanic eruptions*. Bulletin of Earthquake Res. Inst., 38, p. 497-544.
- Morgan, F.D., Williams, E.R. & Madden, T., 1989. *Streaming potential properties of Westerly granite with applications*. J. Geophys. Res., 56, p. 297-308.
- Power, J., Villaseñor, A., Benz, H., 1998. *Seismic image of the Mount Spurr magmatic system*. Bull. Volcanol., 60, p. 27-37.
- Rivera, M., 1998. *El volcán Ubinas (sur del Perú): geología, historia eruptiva y evaluación de las amenazas volcánicas actuales*. Tesis Geólogo, UNMSM, p. 132.
- Schick, R., 1981. *Source mechanism of volcanic earthquakes*. Bulletin Volcanologique, 44-3, p. 491-497.
- Thouret AL.; 1999a. *Assessment of volcanic in the area of Arequipa City, based on the eruptive history of the Misti volcano, Shouthern Peru*. A. Geomorph. N.F. Suppl. Bd. 114. Berlin, p. 89-112.
- Thouret J.C., Finizola, A., Suni, J. & Eissen, J.P. 1999b. *Evaluación de las amenazas volcánicas en el área de la ciudad de Arequipa (7.000.000 habitantes), en base a la historia eruptiva del volcán Misti, sur del Perú*. Vol. Jub. "75 aniversario Sociedad Geológica del Perú". Lima, 5, p. 119-140.
- Zablocky, C.J., 1976. *Mapping thermal anomalies on an active volcano by the self-potential method, Kilauea, Hawaii*. Proceedings 2nd U.N. Symposium of the development and use of geothermal resources, San Francisco, California, May 1975, 2, p. 1299-1309.