



XVIII Congreso Peruano de Geología

SISMICIDAD VOLCÁNICA DISTAL Y PROXIMAL DEL SABANCAYA (PERIODO 2015).

Mayra Alexandra Ortega González¹, Rosa María Anccasi Figueroa¹, Edú Luis Taipe Maquerhua¹, Roger Macchaca Puma¹, Beto Ccallata Pacsi¹

¹ Observatorio Vulcanológico del INGEMMET, Urb. Magisterial B - 16 Umacollo - Yanahuara, Arequipa, Perú (mortega@ingemmet.gob.pe; edtaipe@ingemmet.gob.pe; rmacchaca@ingemmet.gob.pe; bccallata@ingemmet.gob.pe)

1. Introducción

En el presente trabajo se realiza el análisis y localización preliminar de las señales sísmicas registradas por la red sísmica del volcán Sabancaya, la cual, durante el periodo enero – diciembre del 2015, estuvo conformada por 07 estaciones de banda ancha instaladas en las proximidades del volcán. La clasificación se ha realizado a partir del estudio de Ibáñez (1997) e Ibáñez et al. (2000), las cuales, se basan principalmente en el modelo de Minakami (1974). Así mismo, se ha realizado la localización hipocentral de 1280 sismos locales que fueron registrados al menos en 3 estaciones. La distribución hipocentral de la sismicidad, principalmente se encuentra localizada hacia el noreste y noroeste del volcán Hualca – Hualca y a profundidades superficiales menores a 12 km.

2. Volcán Sabancaya

El volcán Sabancaya es un estrato-volcán andesítico de edad holocénica y forma parte del Complejo Volcánico Ampato – Sabancaya - Hualca Hualca. Según estudios realizados por Delgado (2012); se han establecido 3 grandes unidades estratigráficas de flujos de lava, dichas unidades están compuestas por flujos de lava (FL), depósitos de caída de ceniza (DCC) y lahares (Lah). Benavente et al. (2010, 2012 y Rivera et al., 2015 describen un control estructural NO – SE en el arco volcánico cuaternario a lo largo de aproximadamente 300 km, el cual está conformado por fallas normales principalmente con buzamientos opuestos y que cortan depósitos volcánicos cuaternarios. Asimismo, Sébrier et al. (1985) propone las fallas de Trigal y Solarpampa, ubicadas entre las localidades de Huambo y Cabanaconde, con orientaciones E-O, constituidas por segmentos que se extienden a lo largo de 30 km. Por otro lado, en Pampa

Sepina, se muestra los lineamientos tectónicos obtenidos a partir del análisis de imágenes satelitales y de observaciones de campo in situ por Sébrier et al., (1985), Huamán et al., (1991) y Mering et al., (1996).

3. Red de monitoreo sísmico

Durante el año 2015, la red de monitoreo sísmico estuvo conformada por 7 sensores sísmicos de banda ancha (GURALP CMG 6TD), de los cuales, 5 sensores almacenaron la data en su disco externo (SAB10, SAB12, SAB13, SAB14 y SAB15) y 2 sensores con transmisión de la data en tiempo real hacia el centro de monitoreo del OVI (SAB07 y SAB11). El porcentaje de operación de la red de monitoreo en tiempo real y temporal para el año 2015 fue de 72.5% y 47.1% respectivamente.

4. Sismicidad durante el año 2015

La actividad sísmica del volcán Sabancaya a lo largo del 2015, mostró una intensa sismicidad, la cual, estuvo dominada por la ocurrencia de eventos volcano – tectónicos (VT), asociados al fracturamiento de roca en el interior del edificio volcánico y a su vez, se registró la ocurrencia de sismicidad distal (dVT), la cual, se asoció a la actividad de las fallas activas que existen en la zona. Por otra parte, la ocurrencia de eventos de Largo periodo (LP), tornillos (TOR) e híbridos (HYB), registrados por las estaciones SAB07 y SAB11, se asoció al movimiento y ascenso de fluidos en el interior del volcán (Fig. 1), finalmente se registraron episodios de tremor volcánico (TRE) con energías relativamente bajas, lo que estuvieron asociados principalmente a emisiones moderadas de vapor de agua y gases (Fig. 2).

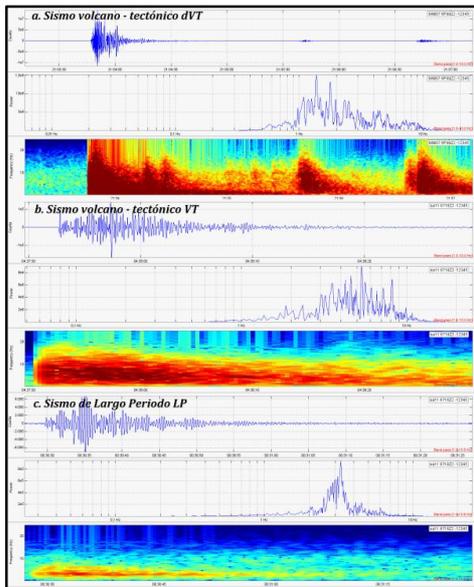


Figura 1. Clasificación y análisis de las señales sísmicas registradas en el volcán Sabancaya, a) señal sísmica de tipo VT distales; b) señal sísmica de tipo VT y c) señal sísmica de tipo LP.

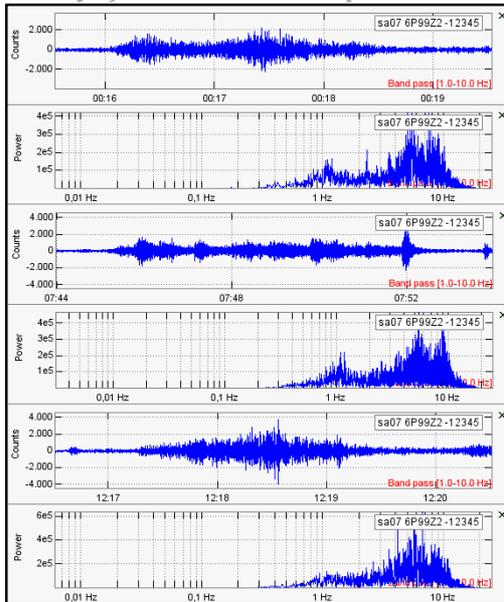


Figura 2. Clasificación y análisis de las señales sísmicas tipo TRE registradas en el volcán Sabancaya.

Las señales sísmicas asociadas al fracturamiento de roca dentro del edificio volcánico, se localizaron en diversas fuentes sismogénicas, durante los primeros seis meses (enero - junio) la actividad se concentró principalmente al noroccidente y nororiente del volcán Hualca Hualca y con profundidades no mayores a 12 km. Por otro lado, en las inmediaciones del volcán Sabancaya no se presentaron muchos sismos que puedan ser localizados; desde julio en adelante, se aprecia una tercera fuente sismogénica, localizada al Nororiente del volcán Sabancaya (cerca de la estación SAB11), esta actividad se presentó a profundidades menores a 12 km (Fig. 3 y Fig. 4) y en general, las magnitudes de dichos eventos durante el año 2015 oscilaron entre 0 y 5.2 ML (magnitud local). Según White & McCausland (2016), es importante, realizar el seguimiento de la ocurrencia de estos eventos distales, ya que son el precursor temprano de erupciones en volcanes

inactivos por décadas o más tiempo (volcanes sin una erupción durante los últimos 25 años), como es el caso del volcán Sabancaya. Estos eventos distales al localizarse en estructuras de sistemas de fallas tectónicas, indican que probablemente, son provocados por una intrusión magmática y, en el caso de existir una migración de la sismicidad hacia el volcán, podrían sugerir el inicio de un nuevo proceso eruptivo.

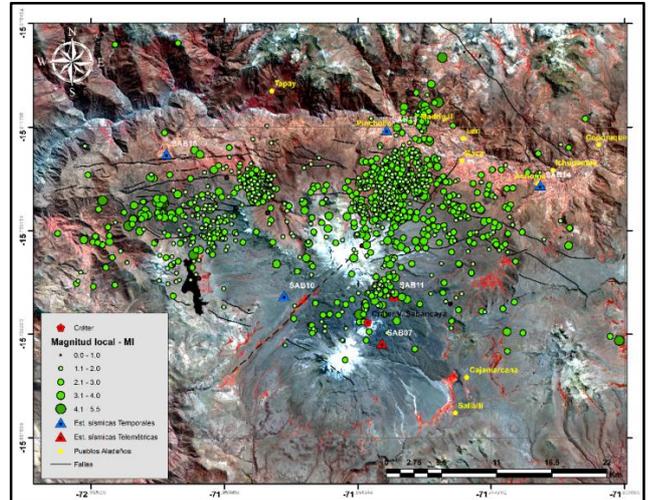


Figura 3. Distribución en superficie de 1280 sismos registrados en 07 estaciones y localizados en la región del volcán Sabancaya para el periodo 2015.

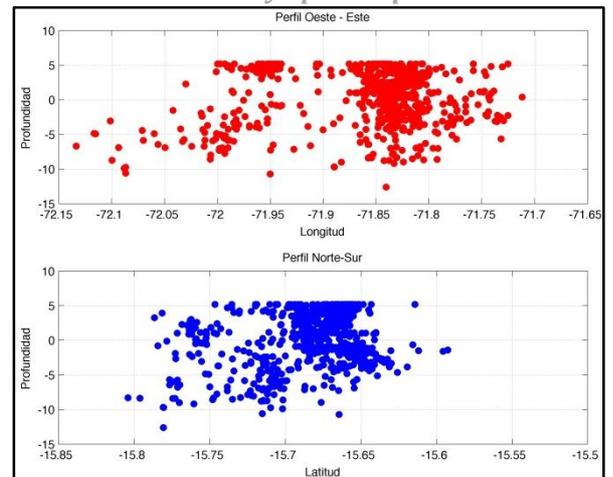


Figura 4. Perfiles sísmicos; parte superior de Oeste a Este; parte inferior de Norte a Sur. Distribución espacial de los eventos VT en profundidad.

Por otra parte, los periodos de las señales de bajas frecuencia (LP's y TOR's) mostraron valores relativamente constantes, variando entre 0.1 y 0.4, con un valor promedio de 0.3 s (Fig. 5), lo que indica que no existe un cambio relevante en el sistema - fuente que está generando dichos eventos; además, estos bajos periodos posiblemente estén asociados a fuentes pequeñas con fluidos ricos en material gaseoso como vapor de agua y gases, de ser así, entonces estos parámetros responden más a la influencia del sistema hidrotermal que magmático (Ortega, 2015). Por otro lado, entre octubre y noviembre, se aprecia un incremento en el periodo (descenso de la frecuencia) lo que podría responder a una mezcla de gas con cierta cantidad de material particulado (ceniza) que no necesariamente implica un nuevo aporte de magma, sino más bien debido a un remanente de un

cuerpo magmático que se está cristalizando y fragmentando.

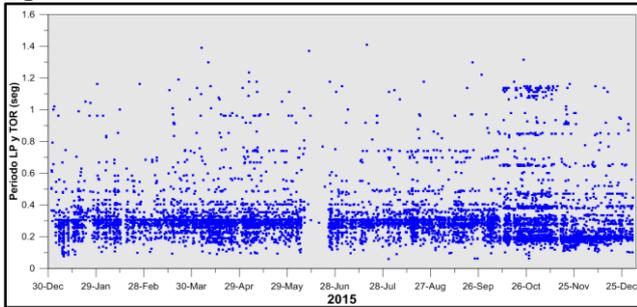


Figura 5. Evolución temporal del periodo de los sismos LP y TOR durante el año 2015 en el volcán Sabancaya.

Finalmente, el cálculo de la energía sísmica acumulada (Fig. 6), indica que los incrementos abruptos se deben a la ocurrencia de eventos volcano – tectónicos distales, los cuales liberaron gran cantidad de energía sísmica, siendo el más representativo el ocurrido el día 27 de agosto a las 23:11 hrs. liberando una energía sísmica de 74 053 MJ. En general, durante este periodo de análisis, la energía sísmica acumulada no sobrepasa los 206000 MJ.

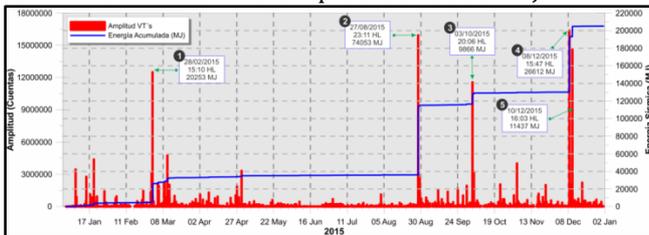


Figura 6. Gráfico de la energía sísmica acumulada liberada por los sismos volcánicos registrados durante el periodo 2015.

5. Conclusiones

El análisis de la información sísmica del volcán Sabancaya durante el año 2015 sugiere que este periodo ha sido dominado fuertemente por una sismicidad tipo volcano – tectónica tanto distal (actividad de fallas, posible intrusión magmática) como proximal (fracturamiento de rocas en el interior del edificio volcánico). Por otra parte, también se ha registrado la ocurrencia de eventos de bajas frecuencias, tales como sismos de largo periodo – LP, híbridos – HYB, tornillos – TOR y tremor volcánico – TRE, asociados a la dinámica de fluidos en el interior del conducto (s) del volcán.

La estimación del periodo de los eventos de baja frecuencia (LP y TOR) indican que los bajos valores calculados, posiblemente estén asociados a fuentes pequeñas con fluidos ricos en material gaseoso como vapor de agua y gases, de ser así, entonces el volcán Sabancaya durante el año 2015 fue dominado principalmente por un sistema hidrotermal y no magmático. Entre octubre y noviembre se observó un ascenso en el periodo, lo que probablemente responde a una mezcla de gas con cierta cantidad de material particulado (ceniza) que no necesariamente implica un nuevo aporte de magma, sino más bien debido a un remanente de un cuerpo magmático que se está cristalizando y fragmentando.

Finalmente, la localización hipocentral de los eventos volcano – tectónicos, realizados con la finalidad de caracterizar las fuentes sísmogénicas, muestran que la mayoría de estos eventos se ubicaron a distancias no mayores a los 25 km del edificio volcánico (noroccidente y nororiente del volcán Hualca - Hualca) y a profundidades de hasta 12 km, lo que indica que esta sismicidad estuvo asociada principalmente a fallas activas en la zona.

6. Referencias

- Benavente, C., Carlotto, V., Castillo, B. 2010. Extensión en el Arco Volcánico actual del sur del Perú. Congreso Peruano de Geología, 15, Resúmenes. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 5.
- Benavente, C., Delgado, V., Audin, L. 2012. Estratigrafía de las cuencas lacustres Colca y Omate: Ejemplos de paleosismicidad y tectónica activa del arco volcánico cuaternario y actual de los andes centrales del sur del Perú. 16, Resúmenes. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 5.
- Delgado, R. 2012. Estudio Geológico, Petrográfico y Geoquímico del Complejo volcánico Ampato – Sabancaya. Tesis de Ingeniero. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, p. 146.
- Ibáñez, J. (1997) – Apuntes de Sismología Volcánica. Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada, p. 58.
- Ibáñez, J., Carmona, E. 2000. Sismicidad Volcánica. Serie: Casa de los volcanes n° 7. Editores: Astiz M. Y García A. p. 269-282.
- Huamán, D., Guillande, R., Rodríguez, A., Rivera, R., Antallaca, A. 1991, Teleranálisis geológico y sismicidad del sector comprendido entre el volcán Sabancaya y el poblado de Ichupampa: El Sistema de fallas Sepina. Inf. Int. IGP., p. 8.
- Mering, C., Huamán, R., Chorowicz, B., Guillande, R. 1996. New data on the geodynamics of southern Perú from computerized analysis of SPOT and SAR ERS-1 images: Tecton, v. 259, p. 153-169.
- Minakami, T. 1974. Seismology of Volcanoes in Japan: Physical Volcanology. Elsevier, Amsterdam, p. 1-27.
- Ortega, M. 2015. Caracterización de sismos TORNILLO registrados durante la crisis del volcán Sabancaya 2013 y del volcán Ubinas 2014. Tesis de Ingeniero. Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Geología, Geofísica y Minas, p 167.
- Rivera, M., Mariño J., Samaniego P., Delgado R., Manrique N. 2015. Geología y evolución de peligros del complejo volcánico Ampato – Sabancaya (Arequipa), INGEMMET. Boletín, Serie: Geodinámica e Ingeniería Geológica, p. 61, 122, 2 mapas.
- Sébrier M., Mercier J., Megard F., Laubacher G., Carey-Gailhardis E. 1985. Quaternary normal and reverse faulting and the state of stress in the Central Andes of Perú. Tectonics, v. 7, p. 895-928.
- White, R., McCausland, W. 2016. Volcano – tectonic earthquakes: A new tool for estimating intrusive volumes and forecasting eruptions. Journal of Volcanology and Geothermal Research, v. 309, p. 139-155.