

ATENCIÓN A LA CRISIS SÍSMICA Y FUMARÓLICA DEL VOLCÁN SABANCAYA - SUR DE PERÚ DURANTE EL 2013

D .Ramos, P. Masias, E. Taípe, M. Ortega, R. Paxi, I. Lazarte, F. Apaza, M. Ortega,
W. Chilo, M. Castillo.

dramos@ingemmet.gob.pe.

INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Av. Dolores, Urb. Las Begonias B-3, J. L. B y Rivero,
Arequipa, Perú.

RESUMEN

El volcán Sabancaya (15° 48'S, 71° 52'O), es uno de los volcanes más activos del Perú. La última erupción del Sabancaya (1987 a 1998) fue de tipo explosivo moderada con graves afectaciones a pobladores, sus cultivos y ganados. Entre febrero y marzo del 2013, el Sabancaya presentó un incremento en la altura de las fumarolas alcanzando los 1200 m sobre el cráter del volcán. Asimismo, en febrero y julio del 2013, se produjeron dos crisis sísmicas asociadas a este volcán, la primera ubicada en el sector ENE del Sabancaya y la segunda entre Huambo y Cabanaconde. Actualmente se observan emisiones de gases y una leve actividad sísmica de origen volcánico.

Actualmente el INGEMMET y el IGP vienen realizando trabajos de monitoreo sobre el Sabancaya a fin de proveer de información confiable a las autoridades y sociedad.

INTRODUCCIÓN

El volcán Sabancaya (15° 48'S, 71° 52'O), forma parte de la Zona Volcánica de los Andes Centrales, entre el Sur del Perú, Bolivia y el Norte de Chile (De Silva y Francis, 1991), y está emplazado a 76 km al noroeste de la ciudad de Arequipa.

En el área de influencia del Sabancaya existe población e infraestructura vulnerable, hacia el Norte, en el valle del Colca, entre 18 y 24 km de distancia, hay cerca de 20 poblados, entre los que destacan, por su cercanía al volcán, los pueblos de Chivay, Yanque, Achoma, Maca, Ichupampa, Lari, Madrigal, Pinchollo y Cabanaconde. La principal actividad económica en la zona es la agricultura y ganadería, sin embargo en los últimos años el Colca se está convirtiendo en uno de los más importantes destinos turísticos del Perú. Por otro lado, cerca al Sabancaya, se encuentra el canal del proyecto "Majes I", que brinda de agua al complejo agrícola Majes-Siguas, las vías de acceso al valle y cañón del Colca, y la línea de transmisión Socabaya-Mantaro, que forma parte del sistema interconectado nacional, y provee de energía a todo el sur del Perú.

La última erupción del Sabancaya (1987-1998), generó efectos negativos en el medioambiente y los poblados cercanos a este volcán. Se reportó muerte de ganado, destrucción de cultivos y desplazamiento de familias enteras hacia zonas más seguras.

Durante la última erupción del Sabancaya, el IGP implementó una red sísmica para el monitoreo del volcán Sabancaya e inició un plan de vigilancia de este volcán. Lamentablemente, la crisis económica que afectó al país durante los años posteriores impidió que este plan desarrollara.

El INGEMMET tiene una base de datos con registros de la vigilancia del volcán Sabancaya desde el año 2009. Inicialmente, los trabajos de monitoreo consistían de mediciones esporádicas de las fuentes de agua para su posterior análisis químico y el reconocimiento de fumarolas. Posteriormente, esta vigilancia se ha ido implementando con el fortalecimiento del monitoreo geoquímico, monitoreo sísmico, monitoreo geodésico, monitoreo visual entre otros.

¿QUÉ ESTÁ PASANDO CON EL VOLCÁN SABANCAYA?

LA CRISIS FUMARÓLICA DEL SABANCAYA

Durante las visitas esporádicas al valle del Colca se pudo apreciar que entre los años 1999 al 2012, las fumarolas del volcán Sabancaya rara vez superaban los 200 m de altura y obviamente, no eran visibles desde los pueblos próximos al Cañón del Colca. En el segundo semestre del año 2012, las fumarolas

del Sabancaya se hicieron más notorias, pues ocasionalmente alcanzaban los 400 m y con algún esfuerzo podían ser apreciados desde los pueblos de Chivay y Achoma.

En Febrero del 2013, una brigada de campo del INGEMMET reportó que las fumarolas del Sabancaya superaban los 1200 m de altura (Fig. 1), pero que estaban constituidas por vapor de agua y gases volcánicos principalmente y que NO había emisión de cenizas volcánicas. Esta crisis fumarólica se produjo entre los meses de febrero y marzo del 2013 y luego decreció gradualmente durante los meses siguientes. En la actualidad, algunas veces se puede apreciar fumarolas constituidas principalmente por vapor de agua.

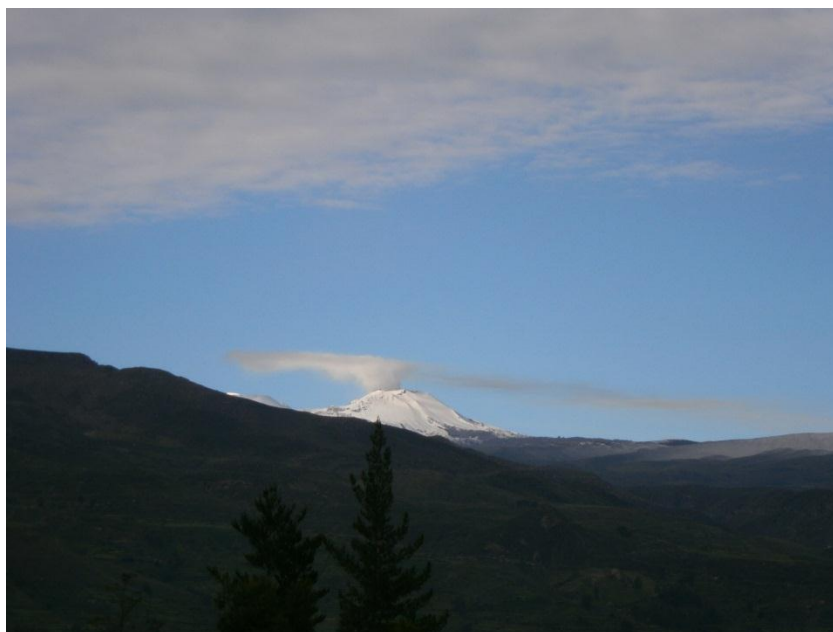


Fig. 1. Fumarolas del volcán Sabancaya del día 17 de febrero 2013, vista de Chivay.

LAS CRISIS SÍSMICAS DEL SABANCAYA

El 22 de febrero de 2013, se produjo un enjambre de sismos tipo Volcano-Tectónico, entre 6 y 20 km en el sector este-sureste del volcán Sabancaya. Cuatro de estos sismos fueron sentidos en todo el cañón del Colca y hasta en la ciudad de Arequipa. Estos sismos que tuvieron magnitudes de 4.5 a 5.0 ML y profundidades inferiores a 10 km (Tavera et al., 2013a); afectaron a viviendas del poblado de Maca. La Fig. 2 muestra un sismograma correspondiente a esa fecha.

Posteriormente, la actividad sísmica se distribuyó en torno al volcán Sabancaya en un radio de 30 km, centrándose principalmente hacia el sector Norte del volcán.

El 16 de julio, nuevamente el cañón del Colca fue removido por un sismo de magnitud 5.7 ML, con epicentro ubicado a 9 km al sur de Cabanaconde y con intensidades VI en Huambo y Cabanaconde Tavera et al., 2013b. Este sismo ocasionó daños en las viviendas de varios pueblos del Cañón del Colca, principalmente en Huambo y Cabanaconde.

Nosotros pensamos que estas dos crisis sísmicas están asociadas a una futura erupción del Sabancaya, pues la ocurrencia de los sismos principales y las réplicas (Fig. 3) guarda relación con la ocurrencia de erupciones en otros lugares del mundo, por ejemplo en el volcán Unzen 1989-1995 (Nakada et al., 1999). Actualmente, la actividad sísmica asociada al volcán Sabancaya ha decrecido notoriamente, con una tasa de 10 a 20 sismos por día.

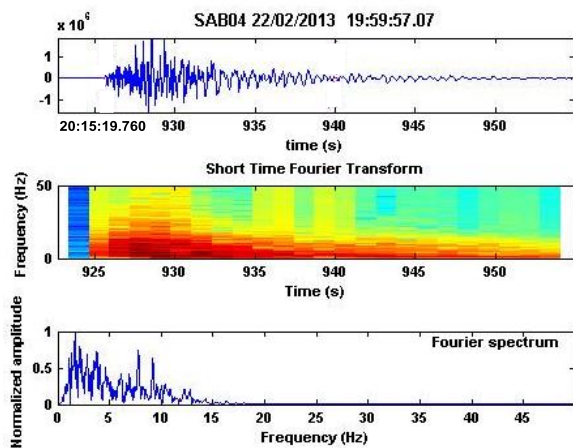


Fig. 2. Sismograma y sus respectivos espectrograma y espectro de frecuencias registrado en la estación SAB4 el día 22 de febrero de 2013 a las 20:15 GMT (15:15 hora local).

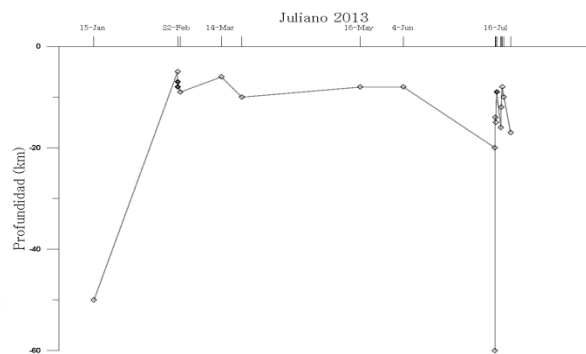


Fig. 3. Ubicación de sismos asociados a la crisis del volcán Sabancaya.

IMPLEMENTACIÓN DE LA VIGILANCIA DEL VOLCÁN SABANCAYA

Actualmente, en el volcán Sabancaya se tiene instalado un total de 05 estaciones sísmicas: 02 del INGEMMET y 03 del IGP, estas tres últimas transmiten su información en tiempo real a la oficina del IGP en Cayma.

Se han instalado 03 estaciones de T° (SA3 en Sallalli, CAL en La Calera y PUY en Puyepuye), marca TiniTag con una frecuencia de muestreo de 30 minutos. Se ha realizado la caracterización de 12 fuentes termales ubicadas en las inmediaciones del volcán Sabancaya, de las cuales, se ha establecido el monitoreo en 03 fuentes: SA3 en Sallalli, YA3 en Yanque y CAL en La Calera.

Además, se ha implementado un perfil de medición continua de T° del suelo en el flanco sur del volcán, este perfil está equipado con 03 estaciones TiniTag y configurados para registrar cada 30 minutos. Estas estaciones están ubicadas a 5600, 5000 y 4400 msnm. Además, se están realizando mediciones periódicas del flujo de SO₂ con un equipo llamado “Differential Optical Absorption Spectroscopy” – DOAS, que fue temporalmente prestado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica de Quito-Ecuador por gestión del IRD. Se han instalado 02 medidores de caída de cenizas en el flanco sur del Sabancaya.

Mediante gestiones efectuadas con el Gobierno Regional de Arequipa, se ha adquirido e instalado una cámara DOMO -Q6032, en la Municipalidad de Caylloma. Esta cámara que enfoca al volcán Sabancaya, actualiza sus imágenes cada 30 segundos, las que son proyectadas en internet.

El monitoreo geodésico se inició en cooperación con el IRD de Francia desde el año 2011. Se implementó una red compuesta por 11 puntos GPS, para el monitoreo periódico del deslizamiento de Maca, próximo al Sabancaya. En diciembre del 2012 se instaló una estación GPS permanente en Maca. La información de esta estación que permitió deducir que la aceleración del deslizamiento en Maca es influenciada por factores externos (lluvias y sismos locales).

Se han instalado 05 prismas y se ha construido un pilar de concreto para base EDM (SBAM). Se han instalado 02 estaciones GPS Trimble de doble frecuencia (una en Sallalli como base de referencia y otra en el volcán), y dos estaciones de GPS de frecuencia simple.

Las mediciones efectuadas en geoquímica y geodesia no mostraron cambios significativos en la deformación del edificio volcánico del Sabancaya durante el 2013.

Además, se tiene un registro de las imágenes satelitales InSAR, obtenida por colaboración DE&AS Cornell University-USA, las que muestra dos zonas de deformación superficial posteriores al sismo

del 16 de julio de 2013. La primera zona de deformación coincide con una falla ubicada a 9 km al sur de Cabanaconde con orientaciones Este-Oeste y N25° aproximadamente, la segunda zona de deformación, más pequeña que la anterior, está ubicada a 8 km al Sureste de Cabanaconde, y es asociada a un alineamiento, e imágenes OMI de la NASA.

CONCLUSIONES

El volcán Sabancaya ha presentado un incremento gradual de su actividad fumarólica desde el año 2012. Esta actividad fumarólica presentó su máximo auge en febrero de 2013 con altitudes de 2000 m sobre el cráter del Sabancaya y luego fue decreciendo.

El Sabancaya ha presentado dos crisis sísmicas, la primera en Febrero y la segunda en Julio de 2013.

El volcán Sabancaya a la fecha, no presenta emisión de ceniza volcánica.

REFERENCIAS

1. De Silva, S. Y Francis, P. (1991) - Volcanoes of the Central Andes. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, Germany, 219 p.
2. Tavera, H.; Guardia, P.; Condori, C.; Fernandez, E.; Arredondo, L. (2013) – Sismos de la Región del volcán Sabancaya del 22 y 23 de Febrero de 2013. Informe Técnico No 01-2013. 29 p.
3. Tavera, H.; Martinez, J.; Fernandez, E.; Arredondo, L.; Flores, C.; Millones, J. (2013) – Sismo de Huambo-Cabanaconde (Arequipa) del 17 de julio, 2013 (5.7 ML). Aspectos sismológicos. Informe Técnico No 02-2013. 30 p.

ATENCIÓN A LA CRISIS SÍSMICA Y FUMARÓLICA DEL VOLCÁN SABANCAYA SUR DE PERÚ DURANTE EL 2013



D. Ramos, P. Masías, E. Taipei, M. Ortega, R. Paxí, I. Lazarte F. Apaza, M. Ortega, W. Chilo, M. Castillo
 dramos@ingemmet.gob.pe

INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Barrio Magisterial III. B-16 Yanahuara, Arequipa, Perú

Resumen

El volcán Sabancaya ($15^{\circ} 46' S, 71^{\circ} 52' O$), es uno de los volcanes más activos del Perú. La última explosión del Sabancaya (1997 a 1998) fue de tipo explosivo-holocáustico con gases de alta toxicidad, sus coladas y cenizas. Entre febrero y marzo del 2013, el Sabancaya presentó un incremento en el número de las fumarolas al alcanzar las 1200 fumarolas al día. Asimismo, en febrero y julio del 2013, se produjeron dos crisis sísmicas asociadas a este volcán, la primera ubicada en el sector ENE del Sabancaya y la segunda en el sector Suroeste. Actualmente se observan emisiones de gases y una actividad sísmica de origen volcánico.

Introducción

El volcán Sabancaya ($15^{\circ} 46' S, 71^{\circ} 52' O$) forma parte de la Zona Volcánica de la Andes Central, entre el Sur del Perú, Bolivia y el Norte de Chile (De Silva y Francis, 1991), y está emplazado a 76 km al noroeste de la ciudad de Arequipa. El volcán está formado por Sabancaya y la población e infraestructura al noroeste hasta el Norte, en el valle del Colca, entre 16 y 24 km de distancia, hay cerca de 20 poblados, entre los que destacan, por su cercanía al volcán, los pueblos de Chivay, Yanque, Achoma, Mica, Ichampa, La Cruz, Pichay y Cabanconde. La principal actividad económica en la zona es la agricultura y ganadería, sin embargo en la última década el Caca se está convirtiendo en uno de los más importantes productos básicos del Perú. Por otro lado, cerca al Sabancaya se encuentra el canal del proyecto Hija F, que brinda de agua al complejo agrícola Hija-Sigas, las vías de acceso al valle y cañón del Colca, y la línea de transmisión Soabaya-Huancayo, que forma parte del sistema eléctrico nacional, y provee de energía al sur del Perú.

La última explosión del Sabancaya (1997-1998), generó efectos negativos en el medio ambiente y la población cercana a este volcán. Se reportaron de granito, cenizas volcánicas y desplazamiento de familias en la zona de riesgo.

Durante la última erupción del Sabancaya, el IGP implementó una red sísmica para el monitoreo del volcán Sabancaya e inició un plan de vigilancia de este volcán. Lamentablemente, la crisis económica que afectó al país durante los años pasados nos impidió que este plan desarrollara.

El INGEMMET tiene una base de datos con registros de la vigilancia del volcán Sabancaya desde el año 2008. Inicialmente, la información de monitoreo con el sistema de medición se reportó caso de las fumarolas de agua y para su posterior análisis químico y el reconocimiento de fumarolas. Posteriormente, esta vigilancia se ha ido implementando con el fortalecimiento del monitoreo geotérmico, monitoreo sísmico, monitoreo geológico, monitoreo visual entre otros.

¿Qué está pasando con el volcán Sabancaya?

La crisis fumarólica del Sabancaya

Durante las visitas esporádicas al valle del Colca se puede apreciar que entre los años 1999 al 2012, las fumarolas del volcán Sabancaya nuevamente superaron las 200 fumarolas de altura y obviamente, no eran visibles desde los poblados próximos al Cañón del Colca. En el segundo semestre del año 2012, las fumarolas del Sabancaya se hicieron más notorias, pues ocasionalmente alcanzaban los 400 m y con algún esfuerzo podían ser apreciadas desde los pueblos de Chivay y Achoma.

En febrero del 2013, una brigada de campo del INGEMMET reportó que las fumarolas del Sabancaya superaban los 1200 m de altura (Fig. 1), pero que estaban constituidas por vapor de agua y gases volcánicos principalmente y que NO había emisión de cenizas volcánicas. Esta crisis fumarólica se produjo entre los meses de febrero y marzo del 2013 y luego decayó gradualmente durante los meses siguientes. En la actualidad, algunas veces se puede apreciar fumarolas constituidas principalmente por vapor de agua.



Fig. 1. Fumarolas del volcán Sabancaya del día 17 de febrero 2013, vista de Chivay.

Implementación de la vigilancia del volcán Sabancaya

Actualmente, en el volcán Sabancaya se tiene instalado un total de 05 estaciones sísmicas: 02 del INGEMMET y 03 del IGP, estas tres últimas transmiten su información en tiempo real a la oficina del IGP en Cayma.

Se han instalado 03 estaciones de T² (SA3 en Saltillo, CAL en La Calera y PU Yen - Pu yuyuy), marca TiniTag con una frecuencia de muestreo de 30 minutos. Se ha realizado la caracterización de 12 fuentes termales ubicadas en las inmediaciones del volcán Sabancaya, de las cuales se ha establecido el monitoreo en 03 fuentes: SA3 en Saltillo, YA3 en Yanque y CAL en La Calera.

Además, se ha implementado un perfil de medición continua de T² del suelo en el flanco sur del volcán, este perfil está equipado con 03 estaciones TiniTag y configurado para registrar cada 30 minutos. Estas estaciones están ubicadas a 5500, 5000 y 4400 msnm. Además, se están realizando mediciones periódicas de flujo de SO₂ con un equipo llamado "Optical Absorption Spectroscopy" - OAS, que es temporalmente prestado por el Instituto Geológico de la Escuela Politécnica de Quito - Ecuador por gestión del IRO. Se han instalado 02 mediciones de calidad de cenizas en el flanco sur del Sabancaya.

Mientras gestiona efectuadas en el Gobierno Regional de Arequipa, se ha adquirido e instalado una cámara DCMO-Q6002, en la Municipalidad de Cayma. Esta cámara que está en el volcán Sabancaya, a distancia sus imágenes se ven a través de un proyector en un terreno.

El monitoreo geológico se inició en cooperación del IRO de Francia desde el año 2011. Se implementó una red compuesta por 11 puntos GPS, para el monitoreo periódico del desplazamiento de Mica, próximo al Sabancaya. En diciembre de 2012 se instaló una estación GPS permanente Mica. La información de esta estación que permitirá deducir que la aceleración del desplazamiento en Mica se incrementa por factores como las lluvias y sismos locales.

Se han instalado 005 pilares y se ha construido un pilar de concreto por el base EDM (SBAN). Se ha instalado 02 estaciones GPS Trimble de doble frecuencia (una en Saltillo como base de referencia y otra en el volcán), y do se instalaron de GPS de frecuencia simple.

Las mediciones efectuadas en geotérmica y geodésica no mostraron cambios significativos en la dirección del eje del volcán del Sabancaya durante el 2013.

Además, se tiene un geólogo de las imágenes satelitales InSAR, obtenida por colaboración DE S&S Cornell University-USA, la que muestra dos zonas de deformación superficial posteriores al día del 16 de julio de 2013. La primera zona de deformación coincide con una falla ubicada a 9 km al sur de Cabanconde con orientación a Este-Oeste y N25° apocima de ella, la segunda zona de deformación, más pequeña que la anterior, está ubicada a 8 km al Suroeste de Cabanconde, ya sea asociada a un deslizamiento, e imágenes CIMI de la NASA.

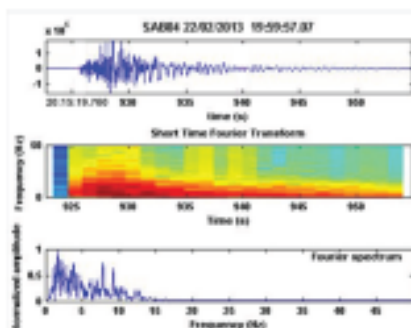


Fig. 2. Diagrama y sus respectivos espectrograma y espectro de frecuencias registrado en la estación SAB4 el día 22 de febrero de 2013 a las 20:15 GMT (10:15 hora local), 013, vista de Chivay.

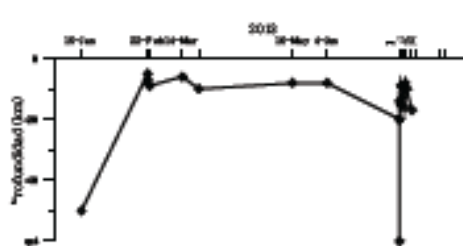


Fig. 3. Ubicación de sismos asociados a la crisis del volcán Sabancaya.

Las dos crisis sísmicas del Sabancaya

El 22 de febrero de 2013, se produjo un conjunto de sismos tipo Volcano-Tectónico, entre 6 y 20 km en el sector este-suroeste del volcán Sabancaya. Cuatro de estos sismos fueron sentidos en todo el cañón del Colca y hasta en la ciudad de Arequipa. Estos sismos que tuvieron magnitudes de 4.5 a 5.0 ML y profundidades en torno a 10 km (Tavera et al., 2013) se detectaron a través del poblado de Mica. La Fig. 2 muestra un sismograma correspondiente a esa fecha.

Por otro lado, la actividad sísmica se distribuyó en torno al volcán Sabancaya en un radio de 30 km, centrados principalmente en el sector Norte del volcán.

El 16 de julio, nuevamente el cañón del Colca fue temblado por un sismo de magnitud 5.7 ML, con epicentro ubicado a 9 km al sur de Cabanconde y con intensidad VI en Huambo y Cabanconde - Tavera et al., 2013b. Este sismo ocasionó daños en las viviendas de varios poblados del Cañón del Colca, principalmente en Huambo y Cabanconde.

Nuestros pensamientos a que estas dos crisis sísmicas están asociadas a una fumarola erupción del Sabancaya, pues la ocurrencia de los sismos principales y los registros (Fig. 3) guarda relación con la ocurrencia de erupción en otros lugares del mundo, por ejemplo en el volcán Uzun 1989-1995 (Matsuda et al., 1999). Actualmente, la actividad sísmica asociada al volcán Sabancaya ha disminuido considerablemente, con una tasa de 10 a 20 sismos por día.

Conclusiones

El volcán Sabancaya ha presentado un incremento gradual de su actividad fumarólica desde el año 2012. Conclusión preliminar a la crisis fumarólica se presentó su máximo surge en febrero de 2013 con el día del 22 de 2000 m sobre el cañón del Sabancaya y luego fue de caso de sismo.

El Sabancaya ha presentado dos crisis sísmicas, la primera en febrero y la segunda en julio de 2013. El volcán Sabancaya a la fecha, no presenta emisión de cenizas volcánicas.

Referencias

DE SILVA, S., FRANCIS, P. (1991) - Volcanoes of the Central Andes. Springer-Verlag Berlin Heidelberg Germany, 219 p.
 TAVERA, H.; GUARDIA, R.; CONDORI, C.; FERNANDEZ, E.; ARREDONDO, L. (2013) - Sismos de la Región del volcán Sabancaya del 22 y 26 de febrero de 2013. Informe Técnico No. 04-2013, 29 p.
 TAVERA, H.; MARTINEZ, J.; FERNANDEZ, E.; ARREDONDO, L.; FLORES, C.; MILLORES, J. (2013) - Sismo de Huambo-Cabanconde (Arequipa) del 17 de julio, 2013 (5.7 ML). Aspectos sísmológicos. Informe Técnico No. 02-2013, 30 p.