



XVIII Congreso Peruano de Geología

UN NUEVO ENFOQUE PARA EL MONITOREO DEL VOLCÁN UBINAS-PERÚ

Domingo Ramos¹, Pablo Masías¹, Albert Ramos¹

¹ Observatorio vulcanológico del INGEMMET, Barrio magisterial 2 B-16 Yanahuara, Arequipa, Perú (dramos@ingemmet.gob.pe)

1. RESUMEN

En este trabajo se describe la metodología empleada y los resultados obtenidos, durante un experimento de 30 días de mediciones de reiteración del potencial espontáneo (PE) en el volcán Ubinas, en el 2015.

El último proceso eruptivo del Ubinas, que se inició en septiembre del 2013 y continúa actualmente, se ha caracterizado por presentar periodos con explosiones y emisiones de gases, ceniza y piroclásticos, y periodos de aparente calma. Visitas temerarias al interior de la caldera del volcán han permitido, algunas veces, fotografiar partes del cuerpo de lava en el fondo del profundo cráter. Los fragmentos de lava, durante las explosiones, habrían sido expelidos, y caído en forma de material piroclástico (bombas y ceniza) en las zonas próximas al volcán.

Con el objetivo de mejorar el monitoreo de la evolución eruptiva del Ubinas, el Observatorio Vulcanológico del INGEMMET-OVI, ha implementado un prototipo de medición automática de medición del potencial espontáneo o PE en el flanco sur de este volcán. Durante los 30 días de registro obtenidos, se ha llegado a observar una anomalía de 1.25 V de amplitud, 24 horas antes de ocurrir una emisión importante de gases y ceniza.

2. INTRODUCCIÓN [rango 1]

Determinar cuándo será la próxima erupción de un volcán activo, es uno de los objetivos que persigue el monitoreo de volcanes. Con la finalidad de detectar cambios en el volcán Ubinas y no someter a riesgos innecesarios a los vulcanólogos, en la obtención de esta información, se ha desarrollado un sistema de medición automática de la diferencia natural del suelo (Potencial Espontáneo: PE), el cual fue instalado en el flanco sur del volcán Ubinas. Las lecturas obtenidas durante 30 días, en agosto-2015, ha permitido relacionar una anomalía bien diferenciada de PE con una emisión importante de gases y ceniza, en este volcán, y que podría dar indicios sobre el emplazamiento de magma en el interior del conducto volcánico de este volcán.

3. Generación del PE en ambientes volcánicos [rango 1]

En las cotas bajas de un volcán activo, la generación del PE está relacionada a la distancia entre la superficie del suelo y el nivel acuífero (Jackson & Kauahikaua, 1987), este proceso es conocido como infiltración por descenso - sistema hidrogeológico. Por el contrario, en las cotas altas del volcán (sistema hidrotermal), el PE está relacionado al ascenso de fluidos y a ciertos procesos térmicos (Aubert & Baubron, 1988).

4. Monitoreo del volcán Ubinas [rango 1]

Las diferentes técnicas empleadas en el monitoreo del volcán Ubinas (sísmico, geodésico, geoquímico y visual), han permitido obtener información sobre la evolución de la erupción de este volcán. Esta información, bajo la forma de informes, fueron publicados en las páginas web tanto del INGEMMET como del IGP, instituciones encargadas del monitoreo del Ubinas. Sin embargo, algunas observaciones como las siguientes:

- Durante este último proceso eruptivo, se ha observado sismos tipo híbrido antes de algunas explosiones del Ubinas (Coppola et al., 2015), a diferencia de la erupción del 2006-2009, donde se observaban enjambres de sismos tipo LP hasta con varias horas antes de producirse la explosión (O.Macedo et al., 2009).
- El sistema de detección de anomalías térmicas por imágenes satélite, MIROVA, ha detectado algunas anomalías de algunas decenas de vatios, en el cráter del Ubinas antes de algunas explosiones (Coppola et al., 2015).
- Temerarias visitas al interior de la caldera del Ubinas, han permitido fotografiar partes del cuerpo de lava en el fondo del cráter (<http://diariocorreo.pe/edicion/moquegua/ubinas-vulcanologos-inspeccionan-crater-y-detectan-cuerpo-de-magma-642312/>), de producirse una explosión, fragmentos de lava habrían sido expelidos, y caído en zonas próximas al volcán.

Nos han inducido a buscar nuevas formas de recolección de información para mejorar el monitoreo del volcán más activo del Perú, como es el método eléctrico de PE.

5. Dispositivo de medición automática de PE [rango 1]

El dispositivo de medición de PE automático consta de:

- 02 electrodos impolarizables, sumergidos en una solución de SO_4 .
- 100 m de cable de cobre.
- 01 voltímetro de alta impedancia.
- 01 Digitalizador.
- 01 Sistema de almacenamiento.
- 01 Batería de 12 V.

Este dispositivo, que muestrea la diferencia de potencial con un paso de 120 muestras por hora, funciona bajo plataforma LINUX, está configurado

para realizar mediciones de PE cada 30 s, y la información es almacenada en una memoria USB, adaptada para este propósito. Este prototipo fue instalado el 20 de agosto-2015 y operó hasta el 23 de septiembre-2015. Dejó de funcionar por agotamiento de la batería de alimentación eléctrica; no contaba con panel solar. Durante su puesta en operatividad se realizaron 24,852 mediciones.

4.1. Consideraciones para la instalación del dispositivo [rango 2]

Este dispositivo fue instalado en el flanco sur del volcán Ubinas, en las coordenadas: 298983 m E; 8190586 m S; 4708 m. Para la selección de esta zona se consideró lo siguiente:

- El dispositivo está ubicado en una zona comprendida dentro del sistema hidrotermal del volcán Ubinas (Gonzales, 2001).
- Es una zona con mayor cercanía al conducto volcánico (chimenea).
- La dirección del tendido es radial al conducto volcánico.
- El dispositivo está lo suficientemente alejado de toda actividad antrópica a fin de evitar la contaminación por corrientes externas.
- El tendido está enterrado a 50 cm de profundidad aproximadamente, a fin de evitar las tormentas eléctricas.

6. Resultados preliminares [rango 1]

Las Figuras 1 y 2, muestran los resultados de estas mediciones.

Se observa:

- Una tendencia positiva (línea color negro): estaría asociado a la polarización gradual de los electrodos de medición.
- Una variación de tipo periódico (línea de color verde) asociado a mareas terrestres el periodo de las variaciones por mareas terrestres es de 14 días. Se ha medido una variación de entre 0.30 y 0.34 V para el periodo de observación.
- Variaciones térmicas diurnas (líneas en color azul): es el efecto que produce la diferencia de la temperatura del ambiente entre el día y la noche (Figuras 1 y 2).
- Una anomalía principal (sombreado amarillo): varias horas antes de producirse una emisión

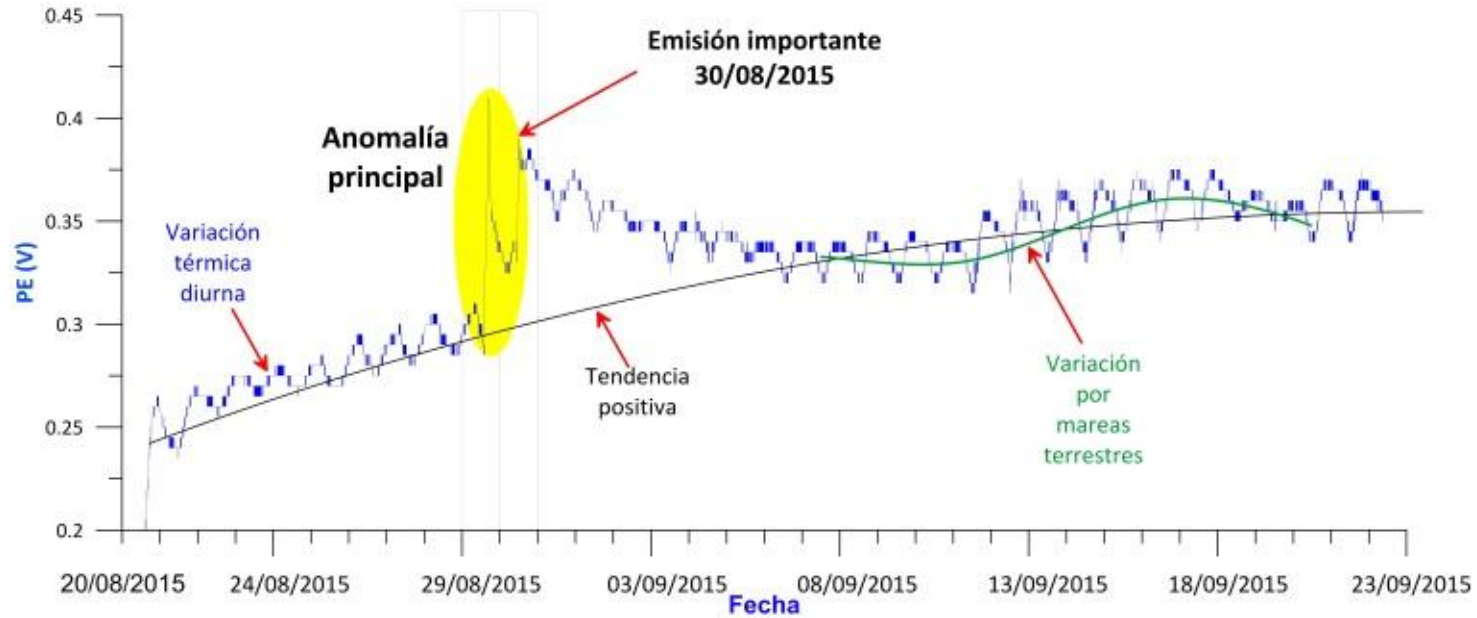


Figura 1. Mediciones de PE en el flanco sur del volcán Ubinas.

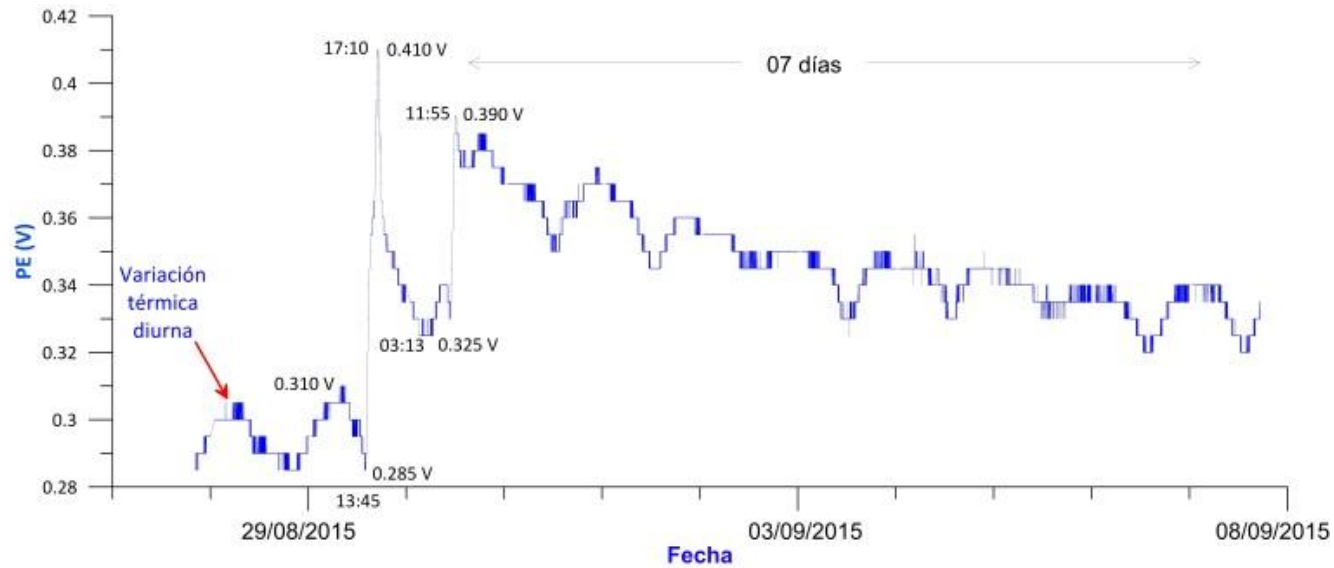


Figura 2. Características de la anomalía de PE del volcán Ubinas.

- importante de gases y ceniza (Figura 3), ocurrida el 30 de agosto-2016 (las emisiones se observaron desde las 05:00 am); se notó un incremento de hasta 1.25 V en los valores de PE. Esta anomalía se inicia el 29 de agosto, a las 13:45 Hrs., y termina el 30 de agosto-2016, a las 11:55 Hrs. Tiene su máximo valor a las 17:10 del 29 de agosto (Figura 2).
- Una recuperación de la señal del PE, de 07 días aproximadamente (Figura 2), después de la anomalía registrada.

6.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS [rango 2]

A raíz de los resultados obtenidos con el procesamiento de datos de PE, podemos considerar lo siguiente:

- Asumimos la hipótesis que el magma se emplaza en el conducto del volcán Ubinas. Este emplazamiento permite una transmisión de calor (diferencia de temperatura) desde el conducto hacia el exterior del volcán.



Figura 3. Emisión de gases y ceniza del volcán Ubinas, registrado el 30 de agosto-2016, a las 15:30 Hrs. Esta emisión se inició a las 10:06 Hrs del 30 de agosto-2016.

- Esta diferencia de temperatura, generaría un flujo de cargas iónicas, las cuales serían medidas en forma de PE (mV).
- El tiempo del emplazamiento del magma en la chimenea, sería proporcional a la duración de la anomalía de PE y a su amplitud expresada en mV.

7. Conclusiones

- Mediante un sistema de medición automática de medición de Potencial Espontáneo en el flanco sur del volcán Ubinas, implementado con la finalidad de detectar variaciones de PE asociados a procesos internos del volcán, se ha obtenido 24,852 mediciones del potencial eléctrico durante 30 días.
- Se ha detectado una anomalía de 1.25 V entre los días 29 y 30 de agosto del 2016, que estaría asociado a una emisión importante de gases y ceniza del Ubinas.

Referencias [apellidos en minúsculas]

- Aubert, M. & Baubrom, J.C. (1988). Identification of a hidden thermal fissure in a volcanic terrain using a combination of hydrothermal convection indicators and soil-atmosphere analysis. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 35, 217-225.
- Coppola D., Macedo O., Ramos D., Finizola A., Delle Donne D., Del Carpio J., Centeno R., Rivera M., Apaza F., Callata B., Chilo W., Cigolini C., Laiolo M., Lazarte I., Machaca R., Masias P., McCausland W., Ortega M., Puma N., Taipei E., White R. 2015 - Magma extrusion and earthquake-volcano interaction during the Ubinas 2013-2014 eruptive crisis: evidences from MIROVA system and field data. Elsevier Editorial System(tm) for Journal of Volcanology and Geothermal Research. *Journal of Volcanology and Geothermal Research.* 302 p. 199-210.
- Jackson, D.B. & Kauhikahua, J. (1988). Regional self potential anomalies at Kilauea volcano. In: "Volcanism in Hawaii". (Decker, R.W., Wring, TH.L., Stauffer, P.H.,ed.). Prof. Pap. U.S. Geol. Surv., 1350, 974-959.
- Gonzales K. 2001. Estudio estructural y del sistema hidrotermal del volcán Ubinas aplicando métodos geofísicos y geoquímicos, Tesis profesional, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 176 p.
- Macedo O., Métaixian J-Ph., Taipei E., Ramos D., Inza A. 2009. Seismicity associated with the 2006-2008 eruption, Ubinas volcano. Book. The VOLUME Project Volcanoes: Understanding subsurface mass movement.