

RESÚMENES DE EXPOSICIONES

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SEÑALES SISMO - VOLCÁNICAS EN TIEMPO REAL BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Adolfo Inza¹, José Del Carpio², Roger Machacca², Pablo E. Lara³ y Hernando Tavera¹

¹ Instituto Geofísico del Perú, Ciencias de la Tierra Sólida, Lima, Perú
(linza@igp.gob.pe)

² Instituto Geofísico del Perú, Observatorio Vulcanológico del Sur, Urb. La Marina B-19, Cayma, Arequipa, Perú

³ IRD Laboratorio de Geoazur, 06560 Valbonne, Francia

Palabras claves: clasificación automática de señales sismovolcánicas, Machine Learning en geofísica, sismología volcánica, detección sísmica en tiempo real, vigilancia volcánica basado en la sismicidad.

Resumen de la presentación:

El Instituto Geofísico del Perú (IGP), a través del Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL), opera las redes de monitoreo de los volcanes activos mediante observaciones de parámetros geofísicos en tiempo real, tales como la sismicidad, deformación, gases etc. La sismicidad es el parámetro que más aporta para determinar el estado de un volcán activo, ello mediante las mediciones *in situ* con estaciones sísmicas desplegadas alrededor del cráter, generalmente en los flancos y/o coladas del edificio volcánico. Dichas estaciones se encuentran equipadas con sismómetros de tres componentes de alta sensibilidad, registradores sísmicos de alta resolución y telemetría digital de alta velocidad, con la finalidad de contar con información en tiempo real en la estación central de la sede del IGP en Arequipa.

El CENVUL registra datos continuos en tiempo real de al menos 12 volcanes activos, generando día a día sismogramas digitales en una gran base de datos. El procesamiento de estos datos permite estudiar de manera indirecta la dinámica del magma y su comportamiento en los procesos eruptivos, conocimiento que puede aportar de manera sustancial al monitoreo. Durante los procesos eruptivos se ha verificado una intensa sismicidad que representa volúmenes importantes de datos (sismogramas) que los vulcanólogos deben procesar e interpretar e, incluso, hasta predecir, trabajo que se realiza con cientos de eventos sísmicos por día, como por ejemplo durante las crisis del Ubinas entre 2006-2009, 2014-2017 y 2019. En consecuencia, surge la necesidad inminente de desarrollar métodos y algoritmos para realizar el procesamiento automático con la finalidad de obtener resultados más eficientes y eficaces.

La ciencia de la vulcanología ha asociado la dinámica del magma con una clasificación de señales sísmicas registradas que ocurren en la interacción del transporte del magma

Instituto Geofísico del Perú (IGP)

Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL)

Urb. La Marina B-19, Cayma-Arequipa | +51 54 251373 | www.gob.pe/igp

RESÚMENES DE EXPOSICIONES

hacia el cráter a través del sistema de conductos. En principio hay 5 tipos de señales sísmicas determinadas entre ellas: Largo Periodo (LP), Volcano-Tectónico (VT), Híbrido, tremores y explosiones. Por otro lado, se ha verificado que cada volcán tiene su propio patrón de señales sísmicas en el tiempo, y que la identificación de la serie de tiempo con los diferentes tipos de eventos sismovolcánicos proporciona información que conduce a estimar una posible erupción con antelación.

En este sentido, el presente trabajo explica la implementación del *software* que realiza el reconocimiento y clasificación de los eventos sismovolcánicos mediante un conjunto de programas codificados en Python que realizan en tiempo real la detección, análisis y clasificación sísmica, ello mediante el uso de un modelo entrenado con algoritmos de *Machine-Learning* descritos por Lara et al. (2020). La implementación de este *software* se encuentra funcionando como parte del sistema de adquisición EARTHWORM del CENVUL. El modelo fue entrenado mediante algoritmos de *Machine Learning* con más de 5000 eventos sísmicos catalogados del volcán Ubinas que agrupan a los diferentes tipos de eventos sismovolcánicos antes mencionados.

Enlace web: En proceso de redacción para someter en Seismological Research Letter SRL en la sección *software*.

Referencias bibliográficas:

- Chouet, B. (1996). Long-period volcano seismicity: Its source and use in eruption forecasting. *Nature*, 380:309–316.
- Hoffmann, W., Kebeasy, R., and Firbas, P. (1999). Introduction to the verification regime of the comprehensive nuclear-test-ban treaty. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 113(1):5–9.
- Johnson, C., Bittenbinder, A., Bogaert, B., Dietz, L., and Kohler, W. (1995). Earthworm: A flexible approach to seismic network processing. *IRIS Newsletter*, 14:4.
- Lara, P. E. E., Fernandes, C. A. R., Inza, A., Mars, J. I., Métaixian, J., Dalla Mura, M., and Malfante, M. (2020). Automatic multichannel volcano-seismic classification using machine learning and EMD. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13:1322–1331.
- Malfante, M., Dalla Mura, M., Métaixian, J., Mars, J. I., Macedo, O., and Inza, A. (2018). Machine learning for volcano-seismic signals: Challenges and perspectives. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(2):20–30.
- Rivera, M., Thouret, J.-C., Samaniego, P., and Pennec, J.-L. L. (2014). The 2006–2009 activity of the Ubinas volcano (peru): Petrology of the 2006 eruptive products and insights into genesis of andesite magmas, magma recharge and plumbing system. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 270:122 – 141.

RESÚMENES DE EXPOSICIONES

- Tilling, R. I. (2009). Volcanism and associated hazards: the andean perspective. *Advances in Geosciences*, 22:125–137.
- White, R. and McCausland, W. (2016). Volcano-tectonic earthquakes: A new tool for estimating intrusive volumes and forecasting eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 309:139–155.