

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA AFM PARA LA ALERTA TEMPRANA DE LAHARES EN EL VOLCÁN UBINAS, DURANTE 2015.

Machacca R. (1), Miranda R.(1), Ccallata B.(1), Ancasi R.(1), Ramos D.(1), Ortega M.(1) y Calderon J.(1)

(1) Observatorio Vulcanológico del Ingemmet - OVI, Sede Regional INGEMMET-Arequipa, roger.machacca@gmail.com

1.- INTRODUCCIÓN

A los lahares (flujos de escombros), después de las erupciones del volcán Santa Elena (Washington, USA) en 1980 y el Nevado del Ruiz (Colombia) en 1985, se les empezó a brindar especial atención a este fenómeno que constituye sin duda, uno de los fenómenos volcánicos más devastadores, en donde se calcula murieron cerca de 25000 personas y hubo miles de millones de dólares en daños materiales. Por ello resulta muy importante la implementación de sistemas de detección de la ocurrencia de lahares en quebradas o valles que descienden de los volcanes activos constituyendo así una alerta temprana que servirá para prevenir y/o mitigar efectos en centros poblados, obras de infraestructura y terrenos de cultivos.

El volcán Ubinas, considerado el más activo del Perú (Rivera et al., 2014); luego de cuatro años de inactividad desde la erupción 2006-2009, volvió a entrar en una nueva fase eruptiva el día 02 de setiembre de 2013, esta actividad se intensificó durante los primeros días del mes de febrero de 2014, llegando hasta un episodio de mayor actividad entre el 29 de marzo y el 30 de junio de 2014. Las explosiones ocurridas en este nuevo proceso eruptivo llegaron a depositar ceniza de menos de 1 cm de espesor en el valle de Ubinas y más de 1 cm en las laderas del volcán. Durante el verano de 2015, se ha instalado una estación sísmica (LAH01, con sistema AFM) para la detección y alerta temprana de lahares, cerca de la zona de generación y transporte del río Volcanmayo (ubicado en el flanco sureste del volcán), donde la ocurrencia de lahares es muy frecuente. La implementación del sistema AFM (“Acoustic Flow Monitor”) ha permitido detectar 8 lahares ocurridos entre el 03 y 20 de febrero de 2015, la implementación de este sistema ha mostrado gran utilidad en la alerta de ocurrencia de lahares.

2.- ADQUISICION DE DATOS

El volcán Ubinas (16° 22' S, 70° 54' O), localizado a ~65 km al este de la ciudad de Arequipa (Fig. 1a), cuenta con un Red Sísmica de vigilancia permanente desplegado por el OVI durante el 2014 y 2015. Esta red está constituida de siete estaciones sísmicas triaxiales de banda ancha (30s) marca Guralp-6TD. Durante el verano de 2015 se ha instalado una estación sísmica adicional denominada LAH01 especialmente para el registro y alerta de LAHARES en la zona del volcán Ubinas, dicha estación fue estratégicamente ubicada para la detección de LAHARES mediante el sistema AFM. Los resultados presentados aquí corresponden al tratamiento de datos de la estación LAH01.



Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones desplegada durante el 2015 en el volcán Ubinas, la estación LAH01 fue empleadas para la detección de lahares (con sistema AFM), en el flanco sur y sureste del volcán Ubinas. En color azul se muestra la trayectoria el río Volcanmayo y la área gris representa la área de captación con pendiente mayor a 10° .

3.- GENERACIÓN DE LAHARES EN EL VOLCÁN UBINAS

En el volcán Ubinas la formación de lahares es un fenómeno muy recurrente en las épocas de precipitaciones, sobre todo después de periodos eruptivos ya que la acumulación de ceniza contribuye a formar los LAHARES, debido a que la baja permeabilidad de las capas de ceniza ayuda al agua a discurrir por la superficie, aumentando así el caudal de los torrentes. Una vez formados los lahares pueden recorrer apreciables distancias que dependen, básicamente, del desnivel entre el punto de origen y en el que agotan su energía cinética. Durante el tránsito, los cambios de la pendiente del cauce influyen sensiblemente sobre la velocidad y la turbulencia y, por lo tanto, controlan la capacidad de arrastrar o depositar los sólidos en suspensión. El análisis de la pendiente del cauce del río Volcanmayo, ha ayudado a establecer las zonas de generación de lahares (zonas con pendientes mayores a 15°), las zonas de transporte (pendientes $< 15^\circ$ y $> 3^\circ$) y las zonas de deposición (pendientes $< 3^\circ$), tal como puede ser observado en la Figura 2., la estación sísmica LAH01, fue instalada estratégicamente en el límite de la zona de generación y zona de transporte, así mismo, se consideró la área de captación del río Volcanmayo, como se puede observar en la Figura 1 y Figura 2.

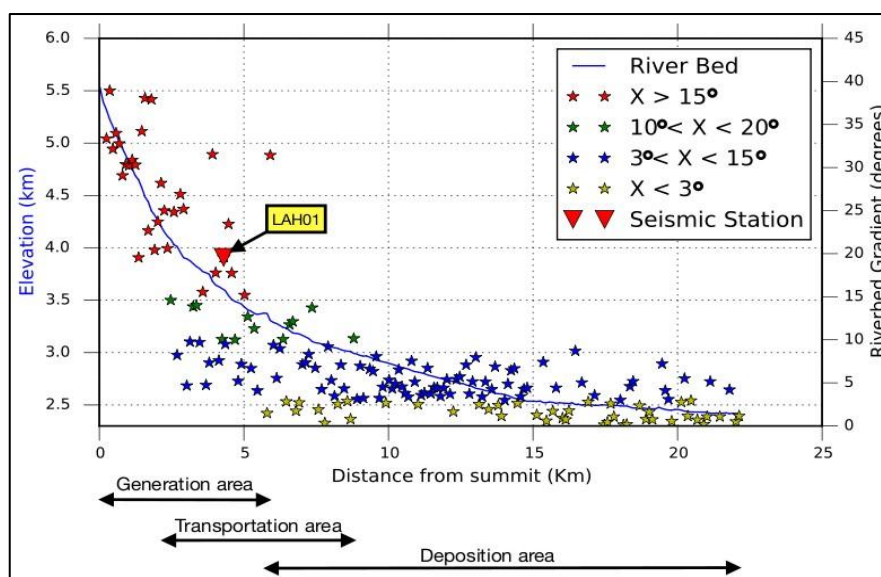


Figura 2. Análisis de la pendiente del río Volcanmayo para establecer las zonas de generación, transporte y deposición. Que ayudo a establecer la ubicación de la estación LAH01.

4.- SISTEMA DE MONITOREO ACÚSTICO DE FLUJOS (AFM)

El sistema de detección de lahares corresponde a la estación LAH01, la cual está basado en el monitoreo acústico de flujos (AFM por sus siglas en inglés). Para ello se usó un sismómetro con una mayor sensibilidad a altas frecuencias, a diferencia de los sismómetros empleados para el monitoreo de la actividad sísmica del volcán Ubinas (100 muestras/segundo). La estación sísmica LAH01 fue configurada para registrar señales a 250 muestras/segundo, ya que las vibraciones producidos por los lahares o flujos de lodos están predominantemente en el rango de 30 a 80 Hz. Las estaciones contaron con un sistema de transmisión de la información vía radio al centro de procesamiento de datos del OVI, Arequipa, donde se encuentra a su vez el sistema de alerta (Figura 3).

El sistema basado en AFM, fue escrito en el lenguaje de programación python, utilizando módulos de Earthworm; cada 10 segundos los datos son analizados en un computador, la cual activa en forma automática una alarma cuando la amplitud y el rango de frecuencia de las señales sobrepasa los umbrales previamente establecidos. El sistema ha detectado automáticamente 8 lahares ocurridos durante el funcionamiento de la estación (del 03 de febrero y 20 de febrero de 2015), esta información es enviada a las autoridades involucradas en la gestión de riesgos, para la prevención de desastres por este fenómeno.

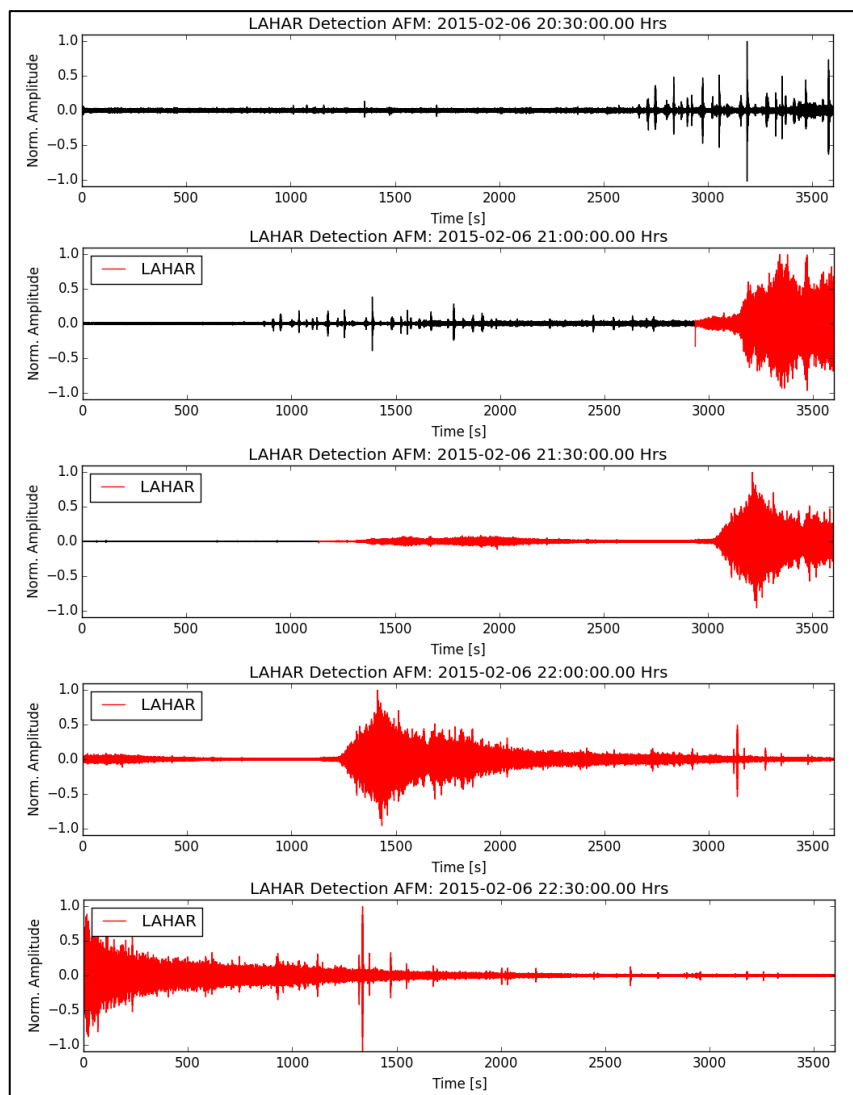


Figura 3. Ejemplo del sistema de alerta de lahares implementado en el volcán Ubinas. En las figuras superiores se muestra una secuencia de trazas sísmicas de dos horas, donde se produce la detección automática del lahar ocurrido el 06 de febrero de 2014 a 21:50:00.0 horas UTC (16:50:00.0 horas Local).

5.- CONCLUSIONES

- Durante el verano de 2015, en el valle del volcán Ubinas han ocurrido hasta 13 lahares, la estación LAH01 con sistema AFM ha detectado 8 lahares durante el periodo del experimento, que comprende desde el 03 al 20 de febrero de 2015. La vigilancia en tiempo real, para la detección temprana de lahares, resultó ser una herramienta sencilla pero muy eficiente para el alertamiento de lahares, ya que el tiempo de viaje desde la zona de generación hasta la zona de depositación toma entre 60 min a 120 min.
- La implementación permanente y en tiempo real del sistema AFM en el volcán Ubinas, permitirá alertar sobre la ocurrencia de este fenómeno a los poblados ubicados río abajo como Tonohaya y San Miguel, que se encuentran ubicados en la zona de depositación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Thouret J.-C., Lavigne F., Suwa H., Sukatja B., Suroño (2007). Volcanic hazards at Mount Semeru, East Java (Indonesia), with emphasis on lahars. *Bulletin of Volcanology* 70 (2), pp. 221-244.
2. Lavigne F., Thouret J.-C. (2002). Sediment transportation and deposition by rain-triggered lahars at Merapi Volcano, Central Java, Indonesia. *Geomorphology* 49 (1), pp. 45-69.
3. Rivera M., Thouret J.-C., Samaniego P. and Le Pennec J.-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.
4. Pierson T., Wood N., Driedger C. (2014). Reducing risk from lahar hazards: concepts, case studies, and roles for scientists. *Journal of Applied Volcanology*, pp. 3-16