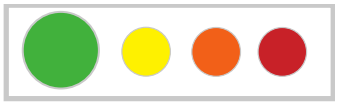
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERU (IGP)

IGP – SEDE AREQUIPA

Reporte n.º 01-2017 - Actividad del volcán Tutupaca

Resumen actualizado de la principal actividad observada
entre septiembre de 2015 y febrero de 2017

Fecha: 10 de julio de 2017



VERDE

El volcán Tutupaca es un volcán activo que se encuentra localizado a 29 km al NNO de la ciudad de Candarave, capital de la provincia de Candarave en la región Tacna (Figura 1). Este volcán ha presentado erupciones plinianas a subplinianas en tiempos históricos, siendo la más reciente la ocurrida entre los años 1787 y 1802 d. C., alcanzando un Índice de Explosividad Volcánica (VEI, por sus siglas en inglés) igual a 3 (Samaniego et al. 2015). En la actualidad, el Tutupaca presenta constantes fumarolas y surgentes de aguas termales, localizadas al sur de este macizo. Una eventual reactivación este volcán tendría como consecuencia la afectación de importantes centros poblados en un radio de 30 km, como Candarave, Camilaca, Cairani, etc.; infraestructura de centros mineros como Cuajone y Toquepala; centrales hidroeléctricas de Aricota y Cuajone; afectación de la flora y fauna en territorios próximos, así como posible perturbación en rutas aéreas, entre otros.

El IGP realiza campañas de monitoreo sísmico sobre el volcán Tutupaca mediante equipos portátiles de operación temporal. Los resultados de tales campañas son complementados por la información que se obtiene del análisis de señales provenientes de la red telemétrica del vecino volcán Ticsani (situado a 40 km al NW), la cual es capaz de detectar sismos con magnitudes mayores a 2.0 ML. Por otro lado, herramientas satelitales (información de tipo térmico, de gases volcánicos y de deformación en el área) de acceso público nos permiten complementar la vigilancia permanente de este volcán.

A continuación, se presenta el resumen de la actividad encontrada entre septiembre de 2015 y febrero de 2017.

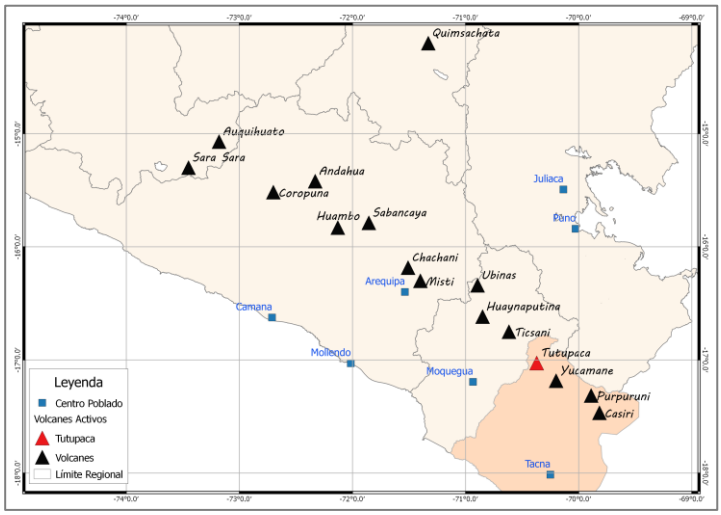


Figura 1.- *Ubicación del volcán Tutupaca, perteneciente a la cadena de volcanes activos del sur del Perú.*

1.- Vigilancia sismovolcánica

La actividad sísmica detallada en este primer reporte está basada, en primer lugar (punto 1.1), en la información registrada por una estación de tipo temporal que operó en las inmediaciones del volcán Tutupaca durante septiembre de 2015 (Figura 2). La data registrada durante ese periodo permitió identificar 74 sismos asociados a fractura de rocas y a movimiento de fluidos. Tales tipos de eventos registrados en este volcán no hacen sino confirmar el carácter de activo del Tutupaca. En segundo lugar (punto 1.2), gracias a la red sísmica del vecino volcán Ticsani, se ha podido detectar hasta 7 sismos de baja a moderada magnitud (Figura 5) ocurridos entre septiembre y octubre de 2016.

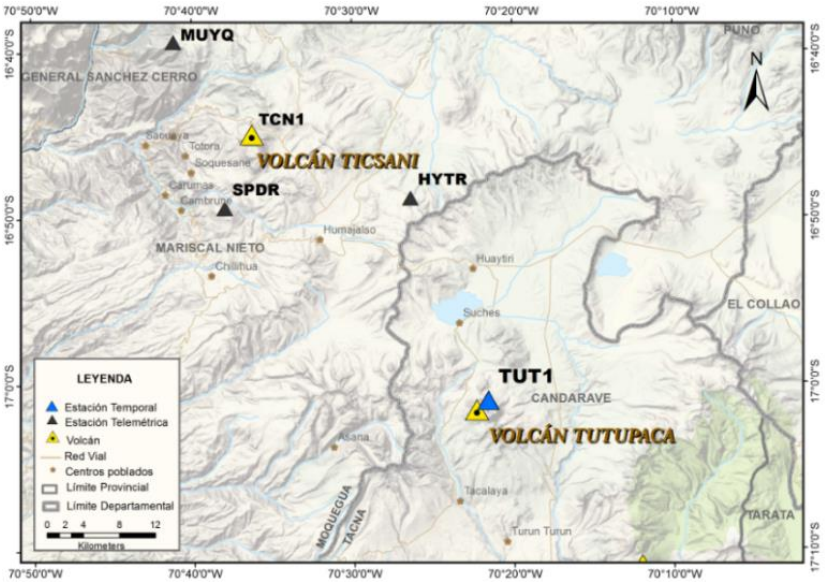
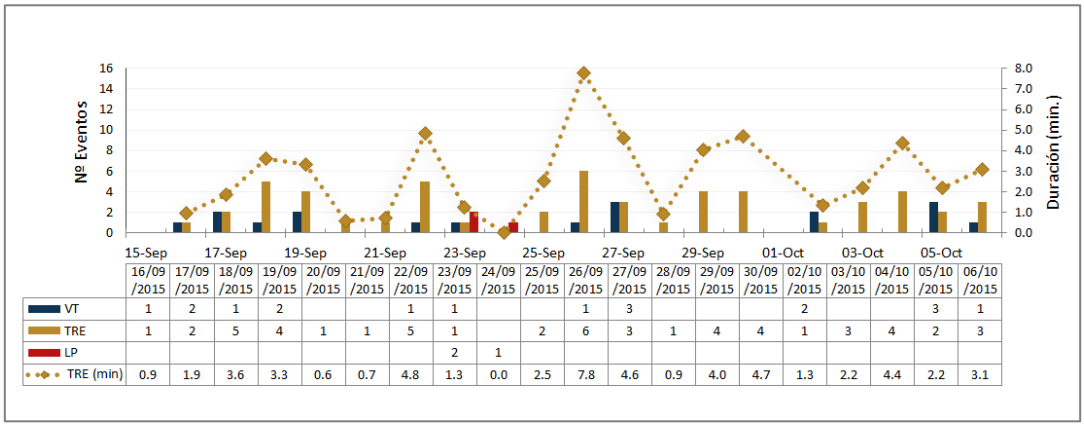


Figura 2.- *Ubicación de la estación temporal TUT1 y distribución de las estaciones sísmicas de la red telemétrica del volcán Ticsani.*

1.1.- Sismicidad registrada entre septiembre y octubre de 2015

Gracias al registro de la sismicidad obtenida por la estación sísmica temporal TUT1, que operó entre septiembre y octubre 2015, se determinó que la sismicidad predominante en ese periodo correspondía principalmente a eventos de tipo Tremor. El análisis de la forma de onda y la frecuencia de tales señales muestran que los tremores están relacionados a movimiento de fluidos bajo el área que ocupa el volcán. Durante el periodo de funcionamiento de la estación sísmica, se registró un total de 53 sismos Tremor y 18 eventos Volcano-Tectonicos (VT). Se observó que la diferencia de arribo entre las fases sísmicas S y P es de T_{S-P} = 1.2 s en promedio, estimándose así que los eventos VT ocurrieron un radio de 10 km del Tutupaca. La figura 3 detalla la estadística de los sismos de este periodo, donde se observa que los eventos Tremor representan el 72% del total de sismos registrados. La figura 4 muestra gráficamente los principales tipos de eventos observados durante este periodo.



	16/09/2015	17/09/2015	18/09/2015	19/09/2015	20/09/2015	21/09/2015	22/09/2015	23/09/2015	24/09/2015	25/09/2015	26/09/2015	27/09/2015	28/09/2015	29/09/2015	30/09/2015	02/10/2015	03/10/2015	04/10/2015	05/10/2015	06/10/2015
VT	1	2	1	2			1	1			1	3				2			3	1
TRE	1	2	5	4	1	1	5	1		2	6	3	1	4	4	1	3	4	2	3
LP								2	1											
TRE (min)	0.9	1.9	3.6	3.3	0.6	0.7	4.8	1.3	0.0	2.5	7.8	4.6	0.9	4.0	4.7	1.3	2.2	4.4	2.2	3.1

Figura 3.- *Barras de color: estadística de sismos VT), Tremor (TRE) y Largo Periodo (LP). La línea punteada indica la duración en minutos del Tremor sísmico ocurrido en cada día.*

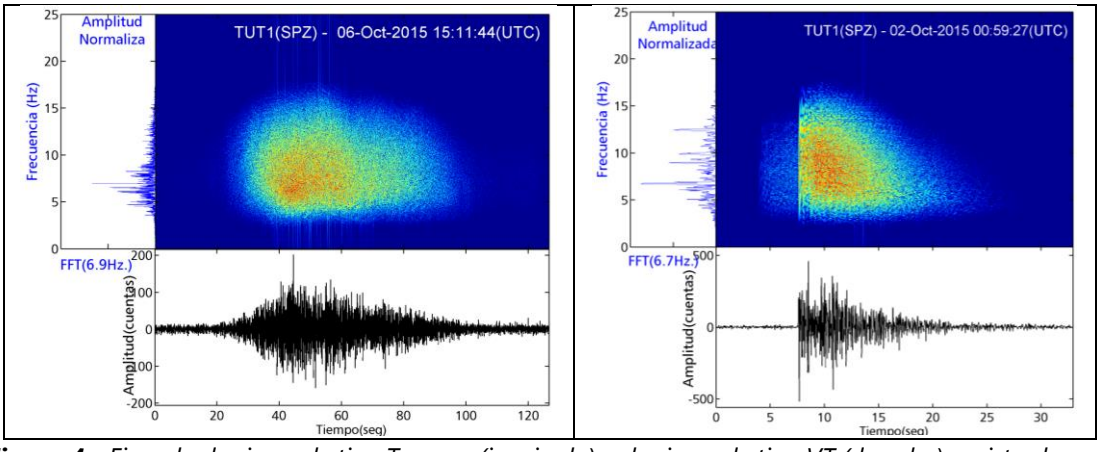


Figura 4.- *Ejemplo de sismo de tipo Tremor (izquierda) y de sismo de tipo VT (derecha) registrados por la estación temporal TUT1 en su componente vertical.*

1.2.- Sismicidad registrada durante el año 2016

La sismicidad en la zona del Tutupaca que puede ser detectada desde grandes distancias corresponde únicamente a eventos de tipo VT con suficiente energía (magnitudes próximas a 2.0 ML y mayores). La red telemétrica del volcán Ticsani, situada a 40 km al NW del Tutupaca, es capaz de efectuar tal detección. La red Ticsani consta de 4 estaciones, registra y transmite la data sísmica en tiempo real a la oficina del IGP en Arequipa. Entre septiembre y octubre de 2016, dicha red detectó 7 sismos próximos al Tutupaca de magnitudes entre 1.9 ML a 3.2 ML (Figura 5). El sismo más importante, registrado el 01 de septiembre de 2016 a las 01:41 UTC de magnitud de 3.2 ML, fue localizado a 1.3 km del volcán Tutupaca.

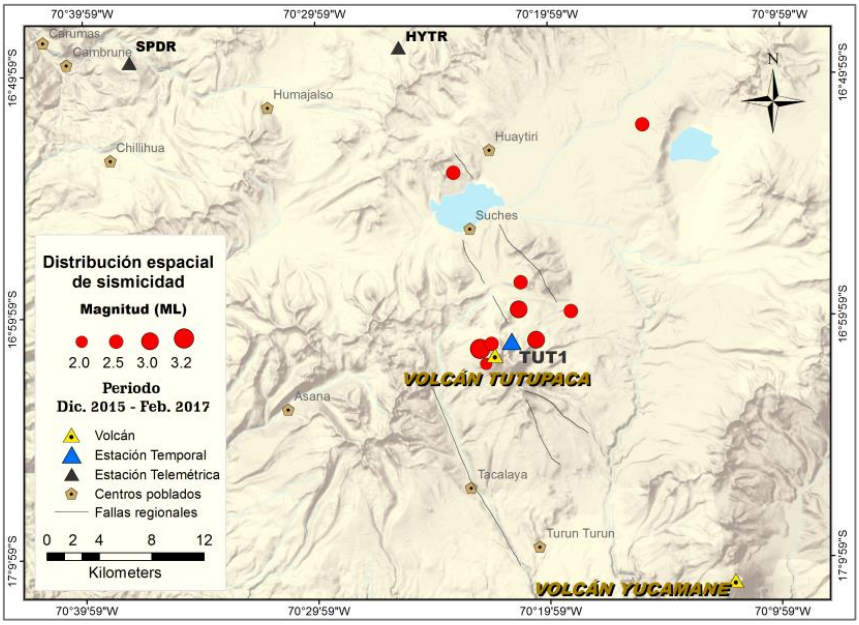


Figura 5.- *Distribución de la actividad sísmica de eventos VT en la zona del Volcán Tutupaca, durante el periodo 2016, detectada mediante la red de estaciones del volcán Ticsani situada a 40 km al NW.*

2.- Observaciones en campo

Durante dos visitas de inspección de campo realizadas por el personal del IGP a la zona del volcán Tutupaca (septiembre y noviembre de 2015), se reportaron persistentes emanaciones fumarólicas tanto en la zona de cresta como en las zonas de mediana altura, entre el pico y la base del flanco este del edificio volcánico. En las fotografías de la figura 6 se muestran tales emanaciones. Durante las inspecciones, se realizaron mediciones de temperatura utilizando un termómetro infrarrojo, registrándose temperaturas desde los 42 °C hasta los 65 °C.

Figura 6.- *Registro fotográfico de zonas fumarólicas (círculo color verde) y de toma de temperaturas (círculo rojo) en la zona del Tutupaca Este.*

3.- Monitoreo satelital

- **Anomalías de SO_2:** El sistema satelital "EOS Aura" GSDM-NASA (http://so2.gsfc.nasa.gov/) registró valores bajos de densidad del gas SO_2 en este periodo.

- **Anomalías térmicas:** El sistema MIROVA (www.mirovaweb.it) no ha detectado anomalías térmicas sobre el volcán Tutupaca (VPR = 0 Megawatts).

Conclusiones

- La actividad sísmica registrada por la estación temporal TUT1, instalada en el volcán Tutupaca y operativa entre septiembre y octubre 2015, muestra principalmente la ocurrencia de eventos de tipo Tremor de corta duración con una tasa diaria de 3 eventos por día. También registra eventos relacionados a fractura de rocas con una tasa de ocurrencia de 2 VT por día.

- A partir de diciembre de 2015 y gracias a registros provenientes de la red Ticsani, se viene realizando un monitoreo indirecto de la actividad VT de la zona del volcán Tutupaca. Durante 2016, se ha logrado localizar 7 sismos VT, siendo el sismo más energético el ocurrido el 01/09/2016 con una magnitud de 3.2 ML, localizado a 1.3 km de la cima del Tutupaca.

- Durante dos inspecciones de campo efectuadas en 2016, se observaron pequeñas pero constantes fumarolas en la cresta y en las zonas de mediana altura entre la base y el pico del flanco este del Tutupaca.

Recomendaciones

- El Tutupaca es un volcán activo con actual sismicidad notable. Una eventual reactivación de este volcán podría afectar a centros poblados como Candarave, Camilaca, Cairani, etc. e infraestructura importante como las minas de Cuajone y Toquepala, centrales hidroeléctricas, rutas aéreas, flora y fauna, entre otros. Los poblados cercanos deben implementar un plan de contingencia ante erupciones volcanicas.

Cualquier cambio será informado de manera oportuna. Mayor información en nuestro portal web: **http://ovs.igp.gob.pe**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.-

- Samaniego et al (2015).-"The historical (218±14 a BP) explosive eruption of Tutupaca volcano (Southern Peru)". Bull Volcanol (2015) 77:51. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015.