

# PROYECTO DE MONITOREO SÍSMICO EN EL VOLCÁN TICSANI

Yanet Antayhua<sup>1</sup>, Marco Rivera<sup>1</sup>, Vanessa Juárez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470, San Borja Lima 41. [yantayhua@ingemmet.gob.pe](mailto:yantayhua@ingemmet.gob.pe)

<sup>2</sup>Municipalidad Provincial Mariscal Nieto, calle Tacna 575 – Moquegua.

## INTRODUCCIÓN

La actividad volcánica y sísmica en Perú está relacionada al proceso de hundimiento de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental Sudamericana con una velocidad de 7 cm/s. por año aproximadamente (DeMets, 1990; Norabuena et al., 1999). La región Sur y específicamente la Región Moquegua, no es ajeno a este tipo de eventos naturales, debido a la intensa actividad sísmica y presencia de tres volcanes activos: Ubinas, Huaynaputina y Ticsani que a lo largo de su historia han generado numerosas pérdidas materiales y humanas (Figura 1a). Ejemplos de ellos lo constituyen las erupciones de los volcanes Huaynaputina en 1600 D.C., durante el cual quince poblados fueron totalmente destruidos (Thouret et al., 2002) y las 24 erupciones de moderadas a bajas del volcán Ubinas durante los últimos 500 años (Rivera et al., 2006).

La Provincia Mariscal Nieto (Moquegua), no ha sido ajeno a este tipo de eventos, puesto que el volcán Ticsani (70° 36' O y 16° 44' S, 5408 msnm) ubicado dentro de su jurisdicción, ha presentado dos erupciones hace 11 mil años y en los últimos 400 años (Mariño, 2002). Los productos volcánicos del Ticsani son expuestos en las inmediaciones del volcán, en ambos márgenes del río Putina y en el sector de Calacoa. Por tal razón, no se descarta una posible erupción de este volcán, dado que actualmente presenta emisión fumarólica tenue en su cima y la instrumentación sísmica temporal realizada por el Instituto Geofísico del Perú, por periodos cortos de tiempo, registraron sismos de tipo volcánico (asociados al movimiento de magma, gases, fracturamiento de rocas).

Evidentemente, si ocurriera la erupción del volcán Ticsani con similares características de hace 11 mil y/o 400 años, las localidades cercanas podrían ser severamente afectadas. Cabe mencionar que la probable erupción del volcán Ticsani podría desencadenar la activación de fallas cercanas y/o viceversa, y por la constitución geológica (avalanchas de escombros) aunado a sus pendientes abruptas, básicamente avalanchas de escombros poco cohesivos, aunado a ellos sus pendientes abruptas, condiciones que hacen a la región más propensos a sufrir los efectos de los sismos, como los ocurridos el 06 de mayo de 1999 con magnitud ML=4.0 (Figura 1b) y 01 de octubre del 2005, magnitud ML=5.3 (Figura 1c), que afectaron considerablemente a las localidades de Calacoa, Cuchumbaya y Carumas donde se observaron la destrucción de viviendas de adobe y barro, caída de rocas, derrumbes, deslizamientos y agrietamientos del terreno (Rivera et al., 2006).

Es así que las autoridades de la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto en trabajo conjunto con INGEMMET, deciden realizar el monitoreo sísmico del volcán Ticsani y de fallas locales en toda la provincia. En este estudio, se ubica zonas adecuadas para la instrumentación sísmica y su correspondiente transmisión radio telemétrica al centro de monitoreo ubicado en la ciudad de Moquegua y sede de INGEMMET (Arequipa).

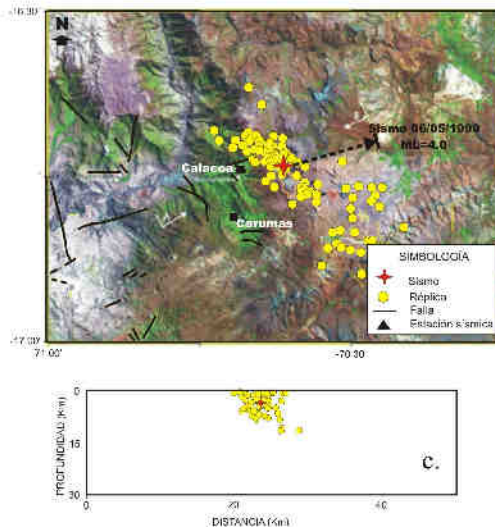
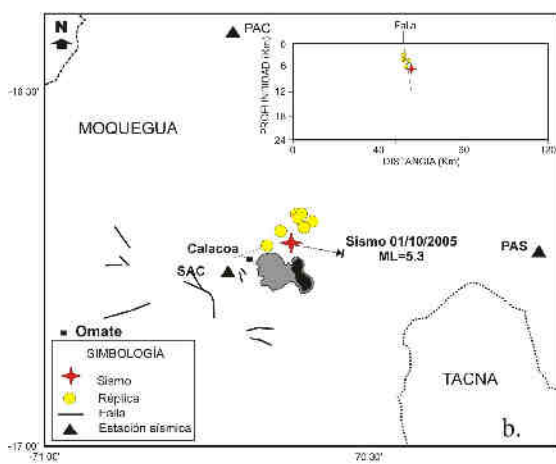
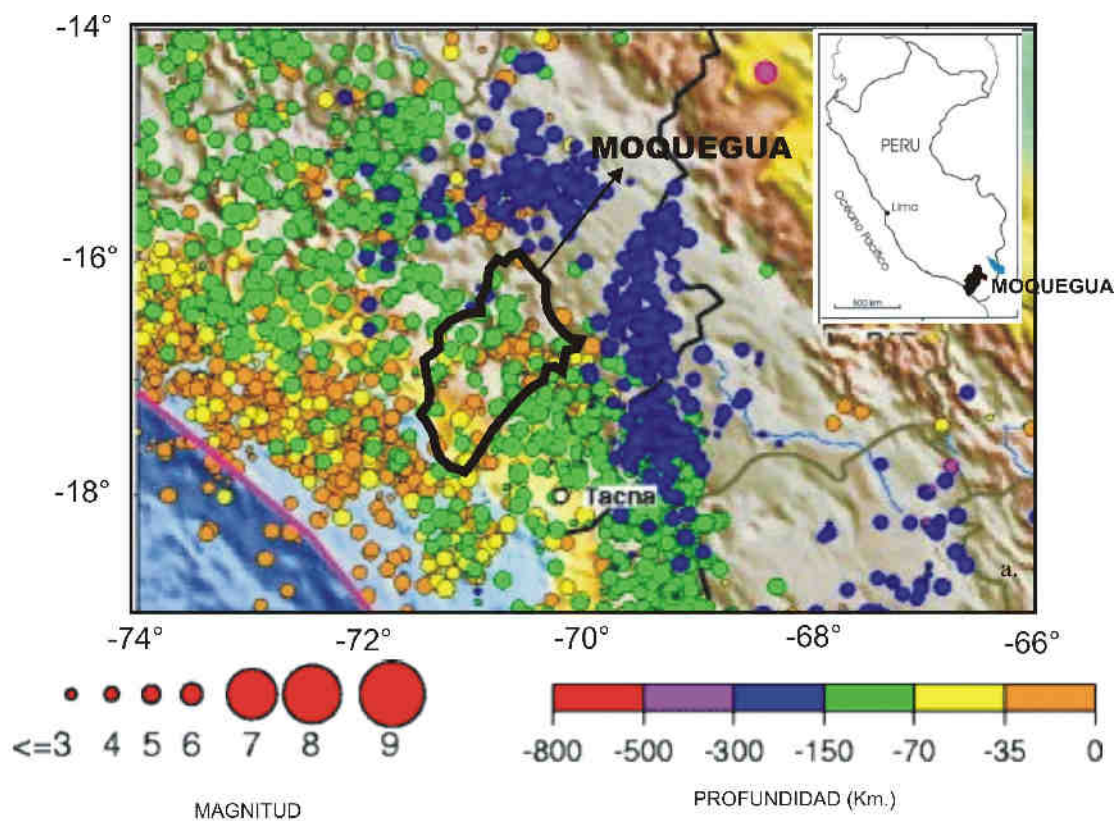


Figura 1. a). Distribución de sismos en la región Sur de Perú. Los círculos amarillos representan a los sismos superficiales, en verde a los intermedios y en azul a los profundos (modificado del NEIC), b). Epicentros del sismo del 06 de mayo de 1999 (estrella en color rojo) y sus réplicas representadas con círculos blancos (tomado de Aguilar et al., 2001) y c). Epicentros del sismo del 01 de octubre del 2005 (estrella en color rojo), sus respectivas réplicas (círculos amarillos) y su distribución en profundidad (modificado de Tavera, 2006).

## IMPLEMENTACIÓN DE LA RED SÍSMICA TELEMÉTRICA EN LA PROVINCIA MARISCAL NIETO

Para la implementación de la red sísmica, la Municipalidad de la Provincia Mariscal Nieto y el INGEMMET realizarán la adquisición de diez sismógrafos de banda ancha y periodo corto respectivamente, los cuales serán instalados en zonas adecuadas a fin de realizar primero, el monitoreo sísmico del volcán Ticsani y segundo, el monitoreo sísmico de origen tectónico (fallas, fracturas locales) de la Provincia Mariscal Nieto.

EL trabajo de campo previo de reconocimiento y elección de zonas adecuadas para la instalación de sismógrafos y transmisión de la información sísmica al centro de monitoreo fue realizado en agosto del 2007. Para establecer la ubicación de estaciones sísmicas y puntos de transmisión telemétrica se consideraron básicamente: geología de la zona, compuesta principalmente por rocas intrusivas o lavas que permitan registrar adecuadamente los sismos y reducir el nivel de ruido que podrían enmascarar a la señal de interés; acceso a la zona, puesto que los equipos sísmicos deben ser sometidos a un mantenimiento continuo, a fin de garantizar el registro continuo de sismos ya sea de origen volcánico y/o tectónico y, línea de vista, que permitirá transmitir la información sísmica vía radio telemetría al centro de procesamiento sísmico en Moquegua y sede de INGEMMET en Arequipa.

Para el monitoreo sísmico del volcán Ticsani, se han ubicado cuatro zonas denominadas como Ticsani 1 a Ticsani 4 (TC1, TC2, TC3, TC4), rodeando azimutalmente al volcán. Estas se ubican sobre lavas del volcán, las cuales permitirán registrar adecuadamente los sismos asociados al fracturamiento de rocas y los asociados al movimiento del magma y gases. Asimismo, para el monitoreo de la actividad tectónica (fallas, fracturas locales) de la provincia Mariscal Nieto, se han ubicado cinco zonas para la instalación de estaciones sísmicas las cuales cumplen las condiciones básicas (rocas intrusivas y volcánicas) en los distritos de Carumas (PGR), Omate (OMT), Moquegua (ANG, CHI) y San Cristobal (SCR). En Tabla 1 y Figura 2, se presenta la ubicación y características de las estaciones sísmicas.

La transmisión radio telemétrica de las estaciones del volcán Ticsani y las ubicadas alrededor de la provincia hasta la estación central ubicada en la ciudad de Moquegua y Arequipa es como sigue: la información sísmica registrada en la estación TC2, TC3 y TC4 son transmitidos a la estación sísmica TC1 ubicada en la cumbre del volcán Ticsani. La información de la estación PGR será enviada hasta TC3 y, ésta a su vez, enviará su información y reenviará la de PGR a la estación TC1. De manera directa SCR y OMT enviarán su información a TC1. Toda la información recibida en TC1, será enviada a la estación Repetidora 1 (R1). Desde R1 la información será reenviada a la estación ANG que a su vez recibirá la información de la estación CHI. La estación sísmica y repetidora ANG enviará toda la información a la Estación Central ubicada en la ciudad de Moquegua (ver Figura 2).

ESTACIÓN	CÓDIGO	LATITUD (UTM)	LONGITUD (UTM)
Ticsani 1 (R)	TC1	329700	8146403
Ticsani 2	TC2	325945	8123573
Ticsani 3 (R)	TC3	338635	8145187
Ticsani 4	TC4	327880	8140715
Pasto Grande	PGR	369156	8151674
Omate	OMT	279921	8156080
Cerro Los Ángeles (R)	ANG	297800	8103199
Cerro Chincha	CHI	286994	8081427
San Cristóbal	SCR	344660	8160198
Repetidora 1	R1	325428	8123568

Tabla 1. Principales características de las zonas elegidas para la instalación de estaciones sísmicas y repetidoras (R) alrededor del volcán Ticsani y Provincia Mariscal Nieto.

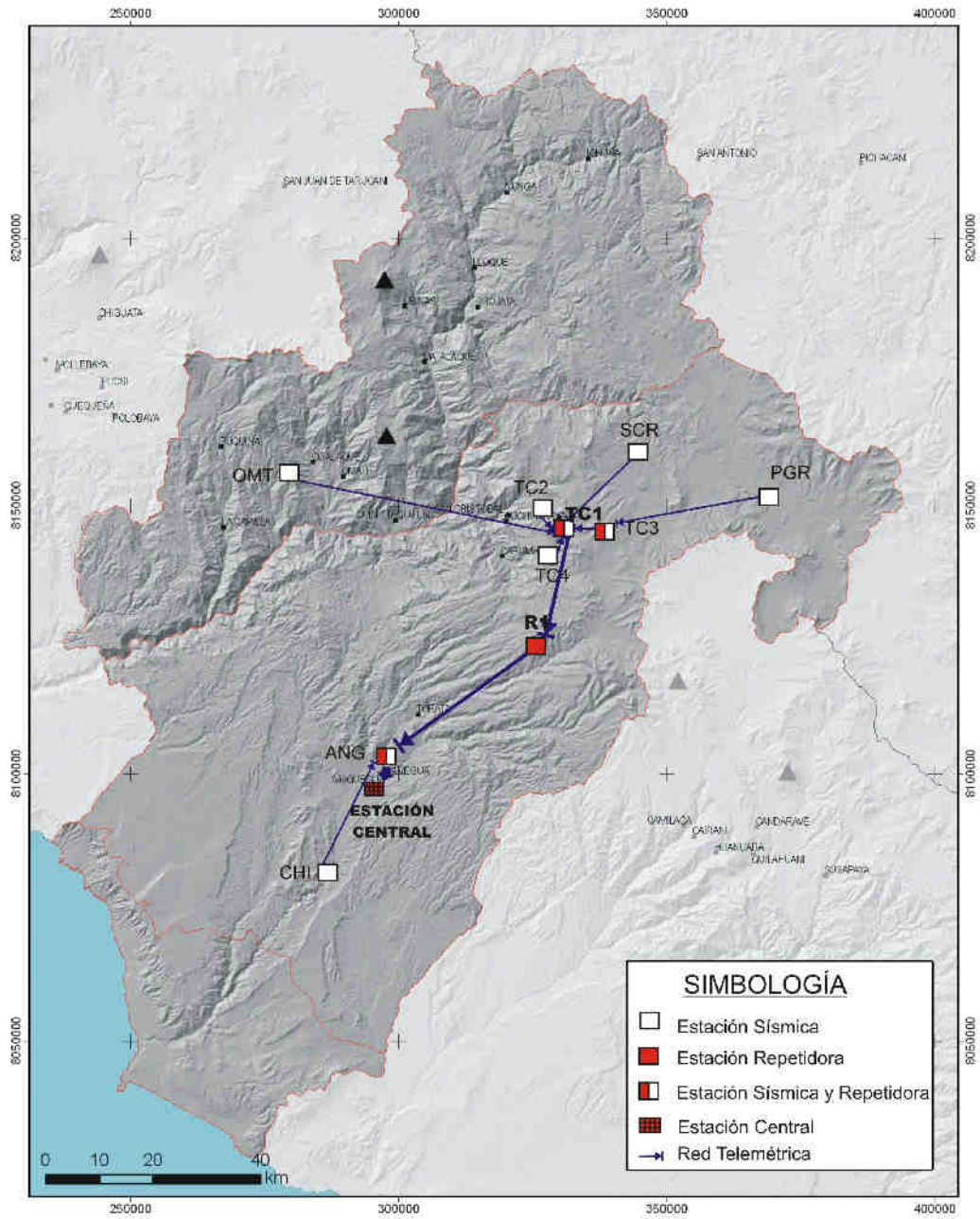


Figura 2. Distribución de estaciones sísmicas y transmisión telemétrica de la información sísmica hasta la estación central ubicada en la ciudad de Moquegua. Las flechas delgadas representan la transmisión directa hasta la estación sísmica repetidora TC1, las flechas gruesas representan la retransmisión de esta información a la estación central.

## CONCLUSIONES

Del trabajo de campo realizado en agosto del 2007 en los alrededores del volcán Ticsani y la Provincia Mariscal Nieto se concluye lo siguiente:

- Se ubicaron cuatro zonas adecuadas para la instalación de estaciones para el monitoreo del volcán Ticsani (TC1, TC2, TC3 y TC4).
- Se ubicaron cinco zonas adecuadas para la instalación de estaciones para el monitoreo tectónico de la Provincia Mariscal Nieto (PGR, OMT, ANG, CHI) quedando pendiente la estación SCR.
- Se determinaron cuatro estaciones repetidoras tres de las cuales son, a su vez, estaciones sísmicas (TC1, TC3, ANG) y solamente uno como repetidora (R1).
- El diseño de la transmisión radio telemétrica permitirá que la información sísmica llegue hasta la estación central en la ciudad de Moquegua y la sede de INGEMMET (Arequipa).

## REFERENCIAS

- Aguilar V., H. Tavera, I. Bernal, H. Palza & R. Kosaka. 2001. Análisis y evaluación del sismo de Calacoa (Omate-Moquegua) del 6 de mayo de 1999 (Mw=4.0). Bol. Soc. Geol. del Perú, V. 91, p. 69-80.
- DeMets C., R. Gordon, A. Argus & S. Stein. 1990. Current plate motions. Geophys. Jour. Int. V. 101, p. 425-478.
- Mariño J. 2002. Estudio geológico vulcanológico y evaluación de peligros del volcán Ticsani (Sur de Perú). Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. p. 160.
- Norabuena E., T. Dixon & S. Stein. 1999. Deceleration Nazca-South America and Nazca-Pacific plate motions. Geophys. Res. Lett, V. 26, p. 3405-3408.
- Rivera M., H. Tavera, V. Aguilar, J. Medina & F. Lázares. 2006. Crisis sísmica de Calacoa (Moquegua) octubre del 2005. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Informe Técnico Multi-Institucional, p. 97.
- Tavera H. 2006. Características sismotectónicas de la crisis sísmica de octubre del 2005 en la región del volcán Ticsani. Instituto Geofísico del Perú. Informe científico, p. 80.
- Thouret J-C., E. Javigne, M. Mosol, Legeley-Padovani, J. Dávila & M. Rivera. 2002. Late Pleistocene and Holocene tephro-stratigraphy and cronology in southern Peru. Bol. Soc. Geol. del Perú. V 93, p. 32-38.