

# Análisis y evaluación de los sismos de Cabanaconde (Arequipa), el 12 de abril de 1998 ( $M_b = 5,1$ ) y el 13 de diciembre de 2002 ( $M_b = 4,9$ )

*Analysis and Evaluation of Earthequake Cabanaconde (Arequipa),  
12 April 1998 ( $M_b = 5,1$ ) and 13 December 2002 ( $M_b = 4,9$ )*

Víctor Aguilar\*, Roberto Kosaka\*\*

<http://dx.doi.org/10.21503/CienciayDesarrollo.2006.v7.02>

## RESUMEN

En este trabajo, se realizan el análisis y la evaluación de los parámetros hipocentrales, los que afectaron a las localidades de Huambo, Cabanaconde, Choco, Pirachapampa, Acpi, Pinchollo, Maca y Tapay. (Ver figura 1.)

La información proviene de una red sísmica temporal compuesta por tres estaciones portátiles del Instituto Geofísico de la Universidad Nacional de San de Agustín de Arequipa, las que se instalaron en lugares estratégicos en las localidades de Huambo, Cabanaconde, Pirachapampa y Pinchollo, con el fin de registrar las réplicas. Los sismos que se registraron son de profundidad superficial y de magnitudes pequeñas.

Las estaciones sísmicas portátiles funcionaron de manera ininterrumpida durante los días 18 al 22 de abril de 1998 y del 15 al 18 de diciembre de 2002, tiempo después del cual fueron retiradas debido a que la frecuencia de los sismos disminuyó considerablemente.

La evaluación de las intensidades producidas por los sismos de Huambo y Cabanaconde fue realizada inmediatamente después de ocurridos los sismos, a través de encuestas así como también por vía telefónica. La información fue proporcionada por personal de las municipalidades, puestos de salud, Policía Nacional del Perú y personas naturales de las localidades de Huambo, Cabanaconde, Choco, Acpi, Pinchollo y Maca. Las viviendas afectadas por el sismo fueron aquellas construidas con material rústico (adobe y piedras). La población salió a las calles llena de pánico debido al movimiento continuo del suelo. La carretera Huambo-Cabanaconde se vio interrumpida por los desprendimientos de algunos bloques de piedras de diferentes tamaños. El sismo tuvo una intensidad de 3 a 4 grados. En Huanca, Ayo, Andagua, Achoma, Maca, Lari, Madrigal, Yanque y Chivay, se observó menor daño en las viviendas, y el sismo tuvo en estos lugares una intensidad de 3 grados, en tanto que en la ciudad de Arequipa el sismo del 12 de abril de 1998 tuvo una intensidad de grado 2. (Ver figura 2A.)

El sismo de 13 de diciembre de 2002 (ver figura 2B) afectó a las localidades de Huambo, Cabanaconde, Pirachapampa y Acpi, ocasionando daños a las viviendas, canales de regadío construidas de material rústico (adobe y piedras), y tuvo una intensidad de entre 3 y 4 grados. En Pinchollo, Achoma, Maca, Madrigal, Lari, Yanque y Chivay, donde se sintió con una intensidad de 3 grados, las viviendas experimentaron menor daño en las viviendas. En Arequipa el sismo tuvo una intensidad de 2 grados en la Escala de Mercalli Modificada (MM).

**Palabras clave:** *estaciones sísmicas portátiles, Escala de Mercalli Modificada.*

\* Instituto Geofísico de la Universidad de San Agustín de Arequipa. Santa Catalina 117, Cercado, Arequipa.

\*\* Universidad Alas Peruanas.

## ABSTRACT

In this work are the analysis and assessment of parameters hipocentrales, which hit the towns of Huambo, Cabanaconde, Choco, Pirachapampa, Acpi, Pinchollo, Maca and Tapay. (Ver figura 1.)

The information comes from a temporary seismic network consists of three stations of the Geophysical Institute of the Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, which were installed at strategic locations in the towns of Huambo, Cabanaconde, Pirachapampa and Pinchillo, in order to register replicas. The earthquakes that were recorded are of superficial depth and small magnitudes.

The portable seismic stations operated without interruption during days 18 to April 22 1998 and 15 to Dec. 18, 2002, after which time were withdrawn because the frequency of earthquakes decreased considerably.

The evaluation of intensities caused by the earthquakes of Huambo and Cabanaconde, was conducted immediately after the earthquakes occurred through surveys, as well as via telephone. The information was provided by staff of the municipalities, health posts, the National Police of Peru and individuals from the towns of Huambo, Cabanaconde, Choco, Acpi, Pinchollo and Maca, the houses affected by the earthquake were those that are built with material Rustic (adobe and stone). The people came out into the streets filled with panic because of the continuous movement of soil; Cabanaconde Huambo road was disrupted by landslides in some blocks of rocks of different sizes, had an intensity of IV-V; Huanca, Ayo, Andagua, Achoma, Maca, Lari, Madrigal, Yanque and Chivay, showed less damage in their homes, with intensities of grades III and the city of Arequipa with intensity II for the earthquake of April 12, 1998. (Ver figura 2A.)

In the Dec. 13 earthquake of 2002 (Fig. 2B), localities were affected Huambo, Cabanaconde, and Pirachapampa Acpi, causing damage to houses, irrigation canals built of rustic materials (adobe and stone), with intensities III-IV; Pinchollo, Achoma, Maca, Madrigal, Lari, Yanque and Chivay, minor damage to homes and intensities III and in Arequipa with intensity of II degrees in the Modified Mercalli Scale (MM).

**Key words:** *portable seismic stations, Modified Mercalli Scale.*

## INTRODUCCIÓN

La actividad sísmica en el borde oeste de América del Sur, y por ende en el sur del Perú, tiene su origen en el proceso de subducción que hace que la placa de Nasca se introduzca bajo la placa Sudamericana con una velocidad relativa de 8 a 10 cm/año, en dirección N 80° (Minster y Jordan, 1978). Esta velocidad de convergencia genera un fuerte acoplamiento de placas que produce sismos de diferentes magnitudes y a diversos niveles de profundidad. Los sismos de foco superficial se distribuyen principalmente en zonas de fallas o sistemas de fallas, los mismos que presentan características propias de sismicidad generadas por este proceso. Este es el tipo de los sismos que se han presentado en la región Sur del Perú.

En las localidades de Huambo y Cabanaconde y alrededores han ocurrido sismos con foco superficial y magnitud moderada, no descartándose la ocurrencia de sismos de magnitudes pequeñas, los mismos que debido a la falta de redes sísmicas locales no pueden ser registrados ni localizados. En general, los sismos con foco superficial son de magnitudes menores, y obedecen a la presencia de fallas locales. Sin embargo, sus efectos en la superficie suelen ser tan grandes como los que producen en la zona de costa los sismos asociados al proceso de subducción.

El 12 de abril de 1998 y el 13 de diciembre de 2002, en las localidades de Huambo, Cabanaconde, Choco, Pirachapampa, Acpi, Pinchollo, Maca y Tapay, en el departamento de Arequipa,

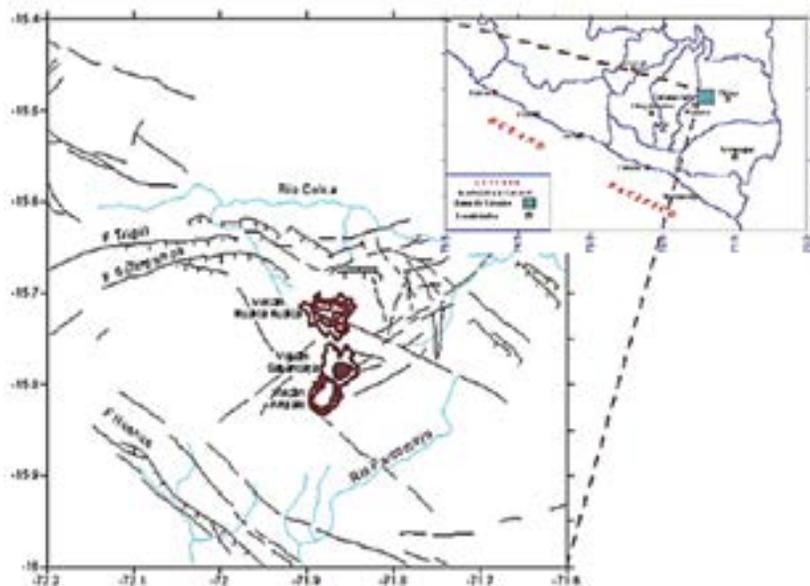


Figura 1. Mapa de ubicación del área en estudio.

ocurrieron dos sismos de foco superficial con magnitudes de 5,1 y 4,9 Mb, respectivamente, los que produjeron daños en las localidades antes mencionadas. Estos sismos presentan las características típicas de los que se presentan en los Andes del Perú, es decir, magnitud moderada y alto grado de destrucción. Además de su magnitud moderada, estos sismos se correlacionarían con la posible reactivación de fallas locales, ubicadas a profundidades superficiales de sus focos y con un área restringida de intensidad máxima.

Esta región de Huambo y Cabanaconde ha sido afectada con deformaciones pequeñas, asociadas al lento levantamiento de la Cordillera Andina y que han provocado la formación de fallas de corta longitud en la superficie. Los sismos en esta zona son prácticamente imperceptibles para la población, y cuando se presentan en cortos períodos de tiempo afectan en gran porcentaje a las construcciones débiles (viviendas de adobe y piedra), las mismas que son típicas en esta región.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para la localización de las réplicas se utilizó el algoritmo EPI (Rodríguez, 1999) y el modelo de

velocidad propuesto por Dorbath et al. (1986) y Lindo (1993), el mismo que ha sido ampliamente utilizado en estudios de microsismicidad realizados en la región andina del centro del Perú. Asimismo, a fin de corregir la velocidad de las

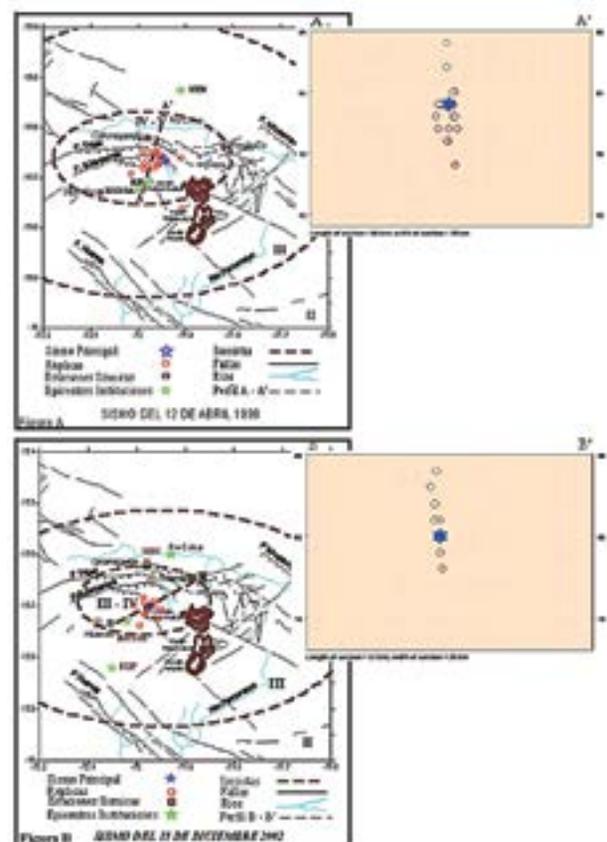
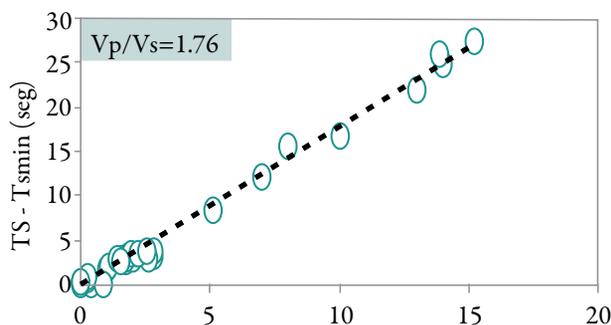
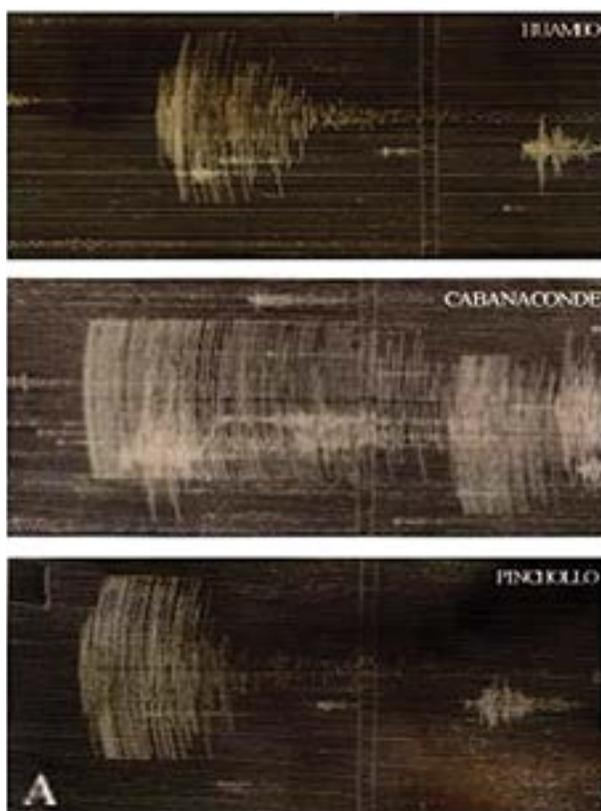


Figura 2.



**Figura 3.** Curva de Wadatti construida con el total de las réplicas registradas por las estaciones portátiles del Instituto Geofísico de la UNSA.  $V_p/V_s$  representa la relación de velocidades.



**Figura 4.** Ejemplos de sismogramas de las estaciones de la red sísmica analógica temporal instalada por el Instituto Geofísico de la UNSA.

ondas S, se ha construido la curva de Wadatti con las lecturas del total de las réplicas registradas en las estaciones del IGUNSA, siendo el valor de  $V_p/V_s = 1,76$  (ver figura 3). Podemos observar ejemplos de señales sísmicas registradas en las diferentes estaciones sísmicas analógicas portátiles del Instituto Geofísico de la Universidad Nacional de San Agustín. (Ver figura 4.)

## RESULTADOS

Los sismos que se presentan en el interior del continente y específicamente en los altos Andes (arriba de los 3 000 m.s.n.m.) obedecen principalmente a procesos de deformación superficial de carácter netamente local; de ahí que las fracturas o fallas visibles en la superficie sean de pequeñas longitudes. Los sismos de Cabanaconde se originan, pues, por este tipo de procesos. Además, debido a la falta de redes sísmicas locales, este y otros sismos similares frecuentemente no son registrados por estaciones que integran redes regionales, y aun si fueran, la información no es de buena calidad y resulta poco útil para localizar los sismos o realizar estudios más detallados de la fuente sísmica. En nuestro caso, el uso de redes sísmicas temporales permite registrar sismos de menor tamaño (microsísmicidad y réplicas) y ayuda a la interpretación de los procesos complejos que acompañan a este tipo de deformaciones.

Los parámetros hipocentrales de estos dos sismos ocurridos en Cabanaconde fueron calculados a partir de la información obtenida por la red sísmica portátil temporal del Instituto Geofísico de la Universidad Nacional de San Agustín. El sismo de Cabanaconde de abril de 1998 fue registrado a 6 km al SSE de la localidad del mismo nombre y a una profundidad de 5,7 km. La intensidad máxima estuvo entre 4 y 5 grados, y fue obtenida de la evaluación en las localidades de Huambo, Cabanaconde, Choco, Pinchollo y Maca. La distribución espacial así como algunas réplicas sugieren un área de ruptura de 9 x 8 km (ver la figura 2A). Se observaron algunas grietas en la carretera que une las localidades de Huambo y Cabanaconde. El sismo de diciembre de 2002 se registró a 10 km al SSE de Cabanaconde, con una profundidad de 10 km, y su intensidad máxima fue de entre 3 y 4 grados en las localidades de Huambo, Cabanaconde, Pirachapampa y Acpi. Su área de ruptura fue de 7 x 5 km (ver figura 2B), y se pudieron observar derrumbes en los caminos de herradura, la destrucción de sus canales de regadío y grietas en

la localidad de Acpi. Los sismos que afectaron a las localidades de Huambo, Cabanaconde, Acpi, Tapay y otros se produjeron por la reactivación de las fallas de Solarpampa y Trigal, que buzcan en dirección sur y con profundidades menores a 15 km (Yanet et al., 2002) y corresponden al sistema de fallas Huambo–Cabanaconde.

Los resultados obtenidos en este estudio constituyen un ejemplo de la importante deformación superficial presente en áreas relativamente pequeñas. Los sismos que se producen son de magnitud moderada, con la consecuente ocurrencia de un número importante de réplicas durante períodos de tiempo muy cortos. Asimismo, las deformaciones puntuales hacen que las intensidades máximas se concentren en áreas pequeñas, siendo prácticamente imperceptibles a distancias mayores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar et al. *Estudio preliminar de evaluación del sismo de Cabanaconde del 13 de diciembre de 2002 ( $M_b = 4,9$ )*. 2003.
2. Aguilar et al. *Estudio preliminar de evaluación del sismo de Cabanaconde del 12 de abril de 1998 ( $M_b = 5,1$ )*. 2003.
3. Antayhua Y. et al. “Localización hipocentral y características de la fuente de los sismos de Maca (1991), Sepina (1992) y Cabanaconde (1998). Región del volcán Sabancaya (Arequipa)”. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*. V. 93, 63-71, 2002.
4. Bernal I. *Características de la sismicidad en la Región Sur del Perú. Informe de prácticas pre-profesionales*. CNDG-Sismología, Instituto Geofísico del Perú, 42p., 1999.
5. Lindo, R. *Seismotectonique des andes du Pérou Central: Apport des données sismologiques de haute précision*. Tesis doctoral. Universidad Louis-Pasteur de Strasbourg, Francia, 300 p., 1993.
6. Minster J. & Jordan T. “Present-day plate motions”. *J. Geophys.*, 83, 5, 331-5334, 1978.
7. Rodríguez, S. *EPI, programa de cálculo epicentral*. Instituto Geofísico del Perú, Informe Interno, 12p., 1999.