

INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS Y GESTIÓN DE RIESGOS EN EL VALLE DEL COLCA, AREQUIPA

Jersy Mariño, Bilberto Zavala, Sandra Villacorta, Manuel Vilches, Segundo Núñez, Luisa Macedo, Carlos Benavente, Lionel Fidel, Fluquer Peña, Yanet Antayhua, Walter Pari, Patricio Valderrama, Griselda Luque, Malena Rosado, Magdie Ochoa, Shianny Vasquez

(1) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET, jmarino@ingenmet.gob.pe - Tel: 51-1-6189800 Axo. 414, 157.

INTRODUCCIÓN

El valle del Colca, ubicado a 65 km al norte de la ciudad de Arequipa, es uno de los principales destinos turísticos del Perú. Solo el 2009 registró cerca de 160 mil visitantes. Además del cañón del Colca, otro de los atractivos turísticos, son los andenes, construidos por los Wari entre los siglos VII y XIII, luego perfeccionados por los Incas. En esta infraestructura se desarrolla la agricultura, principal actividad económica de los pobladores de la zona. Según AUTOCOLCA, actualmente solo el 48% de andenes se encuentra en buen estado, debido a que vienen siendo afectados por movimientos en masa. El INGEMMET durante los últimos 3 años viene realizando trabajos de evaluación de peligros geológicos en la cuenca del río Colca. En estos estudios se identificó una gran incidencia de movimientos en masa, entre la zona de Pinchollo y Tuti. Por ello en el 2009, se inició un proyecto de gestión de los riesgos geológicos en sectores con mayor incidencia de procesos geológicos destructivos, abarcando cerca de 20 km, entre Chivay y Pinchollo. En este sector se vienen efectuando: 1) Cartografiado geológico a escala 1/25,000; 2) secciones topográfico-geológicas longitudinales en la dirección del movimiento de los deslizamientos; 3) secciones sísmicas y de resistividad eléctrica, y registros de microtemores para análisis sísmológico; 4) estudios hidrogeológicos, que involucran inventario de fuentes de agua subterránea, medición de parámetros físico-químicos y medidas de caudales o aforos; 5) estudio neotectónico; 6) monitoreo de movimientos en masa; 7) charlas de difusión y sensibilización. El objetivo del proyecto es llegar a niveles de intervención, a partir del conocimiento geocientífico y el trabajo coordinado con las autoridades locales y población afectada, que propicien una disminución real de los riesgos y contribuya a mejorar la calidad de vida de los pobladores.

GEOLOGÍA

Las rocas más antiguas del Colca, son areniscas intercaladas con lutitas, así como limolitas intercaladas con areniscas, correlacionadas con las formaciones Labra (Jurásico) y Murco (Cretáceo) respectivamente, definidas por Klinck et al. (1985, figura1). Entre los 2200 y 4000 msnm y en ambas márgenes del río Colca, se tienen secuencias de ignimbritas, flujos de lava y volcanoclastos del Oligo-Mioceno, que pertenecen al Grupo Tacaza. Sobreyacen a estas rocas flujos de lava y piroclastos del Plioceno, que afloran por encima de los 4000 msnm, emplazados por los centros volcánicos Huarancante, Mismi y Ananta (Quispesivana & Navarro, 2001). Durante el Plio-Pleistoceno se emplazaron secuencias piroclásticas y flujos de lava del volcán Hualca Hualca, así como depósitos de avalanchas de escombros, estos últimos atribuidos al colapso de parte del flanco norte de dicho volcán (Figs. 2 y 3). Estas avalanchas, ubicadas entre Pinchollo y Madrigal, represaron el río Colca, originando un gran paleolago, evidenciado por los depósitos arcillíticos y limoarcillíticos que se encuentran entre Madrigal y Yanque. También se han cartografiado depósitos de avalanchas escombros en el sector de Maca, posiblemente asociada a otra avalancha que descendió por la quebrada Japo. Así mismo, se han cartografiado campos de lava recientes en los sectores de Chivay, Achoma, Madrigal y Yanque, según Thouret, et al. (2008), estos se emplazaron entre 0.65 y 0.15 Ma. En el valle del río Colca se han identificado hasta tres terrazas principales “colgadas”, su origen está posiblemente asociado al rejuvenecimiento del río Colca, producto de las distintas etapas de incisión del cañón y valle del Colca. Estas terrazas están conformadas por secuencias de depósitos proluviales y aluviales, poseen entre 40 y 150 m de espesor. Por otro lado, se han identificado escarpes de fallas, mayormente en la margen izquierda del río Colca. Una de ellas, ubicada cerca a Yanque, posee dirección N130° y afecta a depósitos de morrenas, generando un desnivel en la superficie de hasta 6 m. Por otro lado, , registran en el flanco norte del Hualca Hualca, sismos superficiales (< 30 km) asociados a reactivaciones de fallas (Antayhua et al., 2002). Finalmente en el sector de Cabanaconde se observan escarpes de fallas de hasta 50 m de alto, estos afectando depósitos aluviales y volcánicos del Pleistoceno.

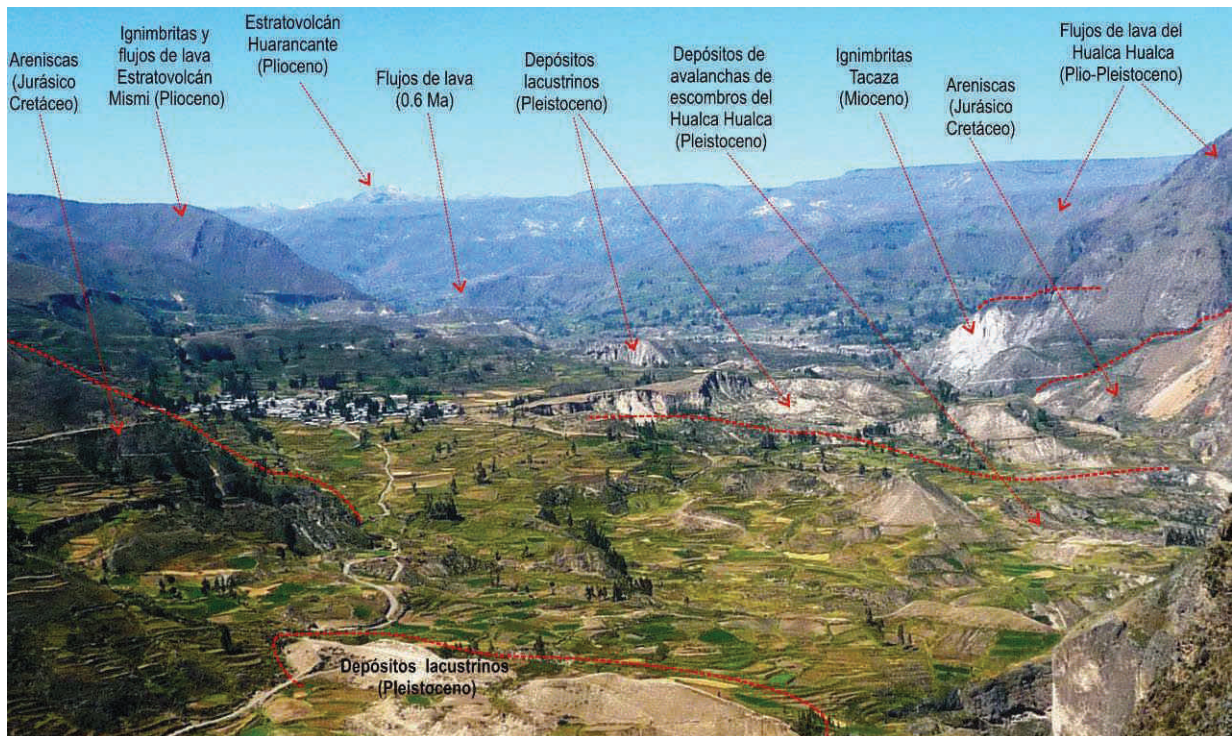


Figura 1. Vista desde el cerro Chimpa, en dirección este. Se observa el poblado de Lari y en ambas márgenes del valle se pueden ver secuencias sedimentarias y volcánicas del Mesozoico y Cenozoico. También pueden distinguirse movimientos en masa que afectan poblaciones y áreas de cultivo.

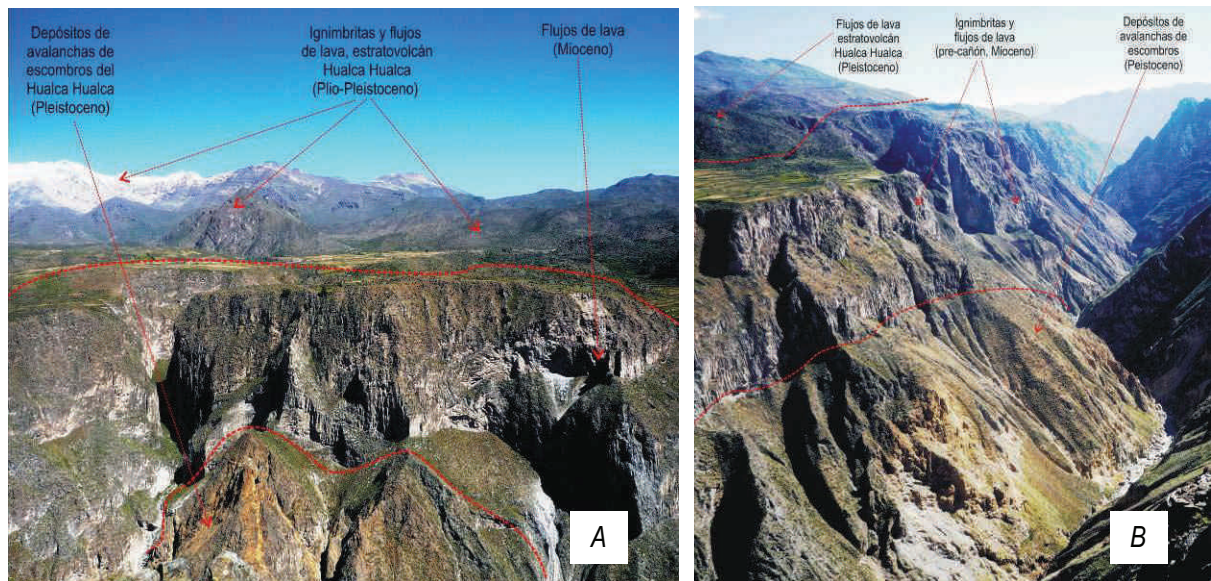


Figura 2. A) En primer plano depósitos de avalancha de escombros del Hualca Hualca (inferior) y secuencia de flujos de lava del Oligoceno-Mioceno (parte media). En el fondo flujos de lava y el estratovolcán Hualca Hualca. B) Cañón del Colca, que muestra una secuencia similar a la foto anterior.

PELIGROS GEOLÓGICOS

Estudios publicados por Ocola y Gómez (2005), determinaron que el área total deslizada entre Maca, Lari y Madrigal se incrementa cerca de 9% al año. Asimismo, estimaron que el deslizamiento de Lari se asienta verticalmente 1.5 m por año. En la presente cartografía geodinámica se han reconocido movimientos en masa activos, destacan mega deslizamientos en los sectores de Maca, Madrigal, Lari, Marcapampa, La Calera, Antahuilque, además de otros menores. Estos procesos se desarrollan en depósitos proluviales, lacustres, aluviales y avalanchas de escombros. Los deslizamientos entre Madrigal y Lari, son de tipo rotacional y se encuentran activos. Se han observado bofedales y presencia de manantiales, en el cuerpo del deslizamiento

de Madrigal. El deslizamiento de Maca (figura 3), es un deslizamiento antiguo, de aproximadamente 3,7 km de longitud de escarpa, en cuyo cuerpo principal se han reactivado nuevos deslizamientos, que actualmente presentan un avance progresivo. Las principales reactivaciones se produjeron el año 1991, con el sismo que tuvo como epicentro el poblado de Maca. Los deslizamientos vienen produciendo la pérdida de áreas de cultivo (andenes) y pastizales en los sectores de Maca-Chacaña, Madrigal-Lari, Ichupampa, cerro Antahuilque. Así mismo, vienen afectando varios tramos de la carretera entre Chivay y Cabanaconde, Maca-Lari, el complejo de Baños Termales La Calera, canales de irrigación, entre otras obras de infraestructura.



Figura 3. Escarpas, asentamientos y grietas en el cuerpo del deslizamiento de Maca.

Avalanchas de rocas se originaron de frentes o vertientes volcánicas paleógeno-neógenas que descendieron y encauzaron por quebradas (Hualca Hualca, quebradas Japo, Chila, Colpane, Molino, Trapiche y río Sepina), alcanzando algunas de ellas el fondo del valle. Asimismo, flujos de detritos con grandes depósitos emplazados como abanicos en la desembocadura de quebradas entre Chivay y Madrigal (quebradas de Los Molinos, Carhuamayo, Tucullune, Chunta Huayco y ríos Sepina, Picomayo y Callumayi), constituyen los eventos de geodinámica externa más característicos de la zona. También son frecuentes los huaycos en la época de lluvias que descienden por las quebradas. Respecto a la actividad volcánica, se está efectuando, en forma paralela, la cartografía geológica y la evaluación de peligros del complejo volcánico Ampato-Sabancaya-Hualca Hualca.

EDUCACIÓN, DIFUSIÓN Y SENSIBILIZACIÓN EN LA GESTIÓN DE RIESGOS

La información geocientífica por sí sola no evita la ocurrencia de los desastres, tampoco garantiza que la población y autoridades implementen acciones de mitigación de los riesgos geológicos. El conocimiento del lugar donde se habita y una adecuada percepción del riesgo, favorece el crecimiento de sociedades seguras. Por tal razón, desde el año 2009 el INGEMMET inició el proceso de educación y difusión sobre los peligros geológicos a la población y autoridades del valle del Colca, así como también a maestros y estudiantes del nivel secundario. Durante el 2009 se trabajó en Instituciones Educativas de Chivay y este 2010 se inició un Programa Piloto en las localidades de Maca y Madrigal. En estas localidades se han desarrollado charlas de educación, incidiendo en los peligros asociados a movimientos en masa, sismos y actividad volcánica. Estas fueron dadas en coordinación con las autoridades locales y con los directores de cada Institución Educativa. Asistieron a dichas charlas estudiantes, docentes, pobladores y autoridades (Figs. 4AB). En los últimos trabajos de campo efectuados, pobladores de Maca participaron en el levantamiento de información geológica.



Figura 4. A) Capacitación a estudiantes de la Institución Educativa de Madrigal; B) Charla a los integrantes de la Comisión de Regantes del distrito de Madrigal.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los estudios geológicos efectuados se tienen las siguientes conclusiones preliminares: a) Las deformaciones de los niveles lacustres “sismitas”, los escarpes de fallas afectando depósitos cuaternarios y la sismicidad superficial, sugieren que el valle del Colca constituye una zona de neotectónica activa, que podría ser el detonante de deslizamientos; b) Los movimientos en masa se desarrollan principalmente sobre depósitos lacustrinos y de avalanchas de escombros. Estos procesos son influenciados por inadecuadas prácticas de riego, carencia de drenajes adecuados para el agua, erosión o socavamiento del río Colca y quebradas tributarias, así como construcción de obras de infraestructura de manera inadecuada que desestabilizan los taludes. Tienen como detonantes principales a la actividad sísmica y las precipitaciones pluviales.

Se recomienda implementar sistemas de monitoreo geodésico a fin de realizar pronósticos de deslizamientos importantes,. Así mismo, se recomienda implementar conjuntamente con las autoridades y la población medidas de carácter estructural como adecuados sistemas de riego (por goteo), drenar el agua de “cochas” y bofedales, a fin de estabilizar los taludes y encauzar el río Colca y de esta manera mitigar los riesgos de desastres existentes. ..

Con la finalidad de educar y sensibilizar a la población, se recomienda continuar con la implementación de charlas de capacitación sobre los peligros geológicos, elaborar materiales de difusión (afiches, trípticos, cuadernillos, calendario, etc.), así como señalar zonas seguras y zonas de alto peligro que orienten a la población en situaciones de emergencia..

REFERENCIAS

- Antayhua, Y., Tavera, H., Bernal, I., Palza, H. & Aguilar, V. (2002). 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.
- Quispesivana, L., Navarro, P. (2001).- Mapa geológico del cuadrángulo de Chivay, escala 1/100,000. Actualización. Carta Geológica Nacional, INGEMMET, versión digital.
- Klinck, B., Ellison, R., Hawkins, M., Palácios, O. De La Cruz, J. & Palacios, 1985. Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano del Oeste del Lago Titicaca-Sur del Perú. (Proyecto integrado del Sur). Boletín 42, Serie A: Carta Geológica Nacional, 257 p., 13 mapas.
- Ocola, L., Gómez, J. (2005).- Peligro geológico potencial del valle del Colca, sector medio: metodología y aplicación. Informe interno IGP.101 pp.
- Thouret, J. C., Wörner, G., Gunnell, Y., Singer, B., Zhang, X., Souriot, T. (2007).- Geochronologic and stratigraphic constraints on canyon incision and Miocene uplift of the Central Andes in Peru. *Earth and Planetary Science Letters* 263 (2007) 151–166.
- Thouret, J. C., Mamani, M., Wörner, G., Paquereau-Lebti, P., Gerbe, M., Delacour, A., Rivera, M., Cacya, L., Mariño, J., Singer, B. (2008).- Neogene ignimbrites and volcanic edifices in southern Peru: Stratigraphy and time-volume-composition relationships. 7th International Symposium on Andean Geodynamics (ISAG 2008, Nice), Extended Abstracts: 545-548.