

# EVALUACIÓN Y MONITOREO DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL DISTRITO DE MACA (CAYLLOMA, AREQUIPA)

*Bilberto Zavala (1), Jersy Mariño (1), Pascual Lacroix (1,2), Edu Taipe (1), Lucille Tatard (1,2), Carlos Benavente (1), Walter Pari (1), Luisa Macedo (1), Fluquer Peña (1), Rosario Paxi (1), Fabrizio Delgado (1), Lionel Fidel (1), Manuel Vilchez (1), Sandra Villacorta (1), Magdie Ochoa (1), Griselda Luque (1), Malena Rosado (1), Yanet Antayhua (1), Segundo Nuñez (1), Shianny Vasquez (1), Marc Wathelet (2), Bertrand Guillier (2,3); Francis Bondoux (2,3), Edmundo Norabuena (3), Juan Carlos Gomez (3)*

1. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET

E-mail: bzavala@ingemmet.gob.pe

2. Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia – IRD

3. Instituto Geofísico del Perú – IGP

## RESUMEN

El pueblo de Maca y alrededores durante los últimos años viene siendo afectado de manera recurrente por procesos de movimientos en masa y actividad sísmica. Estos fenómenos están afectando viviendas, áreas de cultivos (andenes), canales y reservorios, así como infraestructura vial vital para el desplazamiento de la población local y la actividad turística. El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y el Instituto de Investigación Para el Desarrollo de Francia (IRD), vienen realizando en Maca, estudios geológicos, geofísicos e hidrogeológicos, la evaluación y zonificación de los peligros geológicos y el monitoreo instrumental de estos fenómenos. Presentamos en este estudio el mapa geológico a nivel de detalle de Maca, el mapa geomorfológicos y de procesos activos, el mapa hidrogeológico, el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa y un mapa con recomendaciones de propuestas de intervención.

Los movimientos en masa que ocurren en Maca tienen lugar en depósitos de avalanchas de rocas volcánicas y depósitos lacustres (limoarcillitas y diatomitas). Todos estos depósitos son poco compactos o no consolidados y son un factor condicionante para los deslizamientos, asentamientos de terreno y agrietamientos. El monitoreo geodésico muestra que el sector occidental, donde se encuentran los deslizamientos activos, presenta desplazamientos importantes, de hasta 12.5 m en los últimos 12 años. En este mismo periodo, se ha identificado que los movimientos en los deslizamientos son mayores durante los años de mayor precipitación, como los registrados el 2001-2002 y 2011-2012. En los años de mayor deformación, se puede encontrar movimientos de la carretera de 5-6 m/año en la horizontal, mientras que en los años de poca deformación, los movimientos no alcanzan más de 0.1-0.2 cm/año. En función de las mediciones realizadas, se ha identificado que el detonante principal son las lluvias y en segundo término la actividad sísmica

superficial de la región. El monitoreo geodésico muestra que la zona donde se encuentra el pueblo de Maca, no presenta desplazamientos importantes, que es una zona estable. Sin embargo los estudios geofísicos muestran que todo el pueblo se asienta sobre una capa superficial de depósitos lacustres, poco consolidados y saturados de agua, de aproximadamente 6-8 m de espesor. Esta estructura del sub-suelo genera efectos de sitio durante la ocurrencia de sismos, como ya ha sido comprobado en los sismos de 1991, 1992 y 2013, demostrando la gran vulnerabilidad de las viviendas frente a los sismos.

En base a los resultados de los trabajos realizados, pensamos que la medida más efectiva para reducir el riesgo de desastre en Maca, es la implementación de la reubicación definitiva de dicha localidad. Para ello sugerimos que sean revisadas las acciones de reubicación parcial que fueron implementados en el pasado y que no fueron efectivas, debido a que parte de la población retornó a sus viviendas anteriores. Para evitar experiencias similares recomendamos que esta zona sea declarada como “Reserva Natural” y zona intangible, destinada a convertirse en un laboratorio natural para la investigación de los peligros geológicos. Finalmente, debido a que en la zona de Maca se tiene la carretera de acceso al valle del Colca, el canal de irrigación del proyecto Majes-Sihas, así como los sistemas de andenes pre-hispánicos, que deben ser preservados, recomendamos propuestas de intervención para mitigar los efectos de los movimientos en masa. Las propuestas de intervención más resaltantes están orientadas a drenar el agua subterránea, impermeabilizar y realizar el mantenimiento periódico de la totalidad de canales de riego y reservorios de irrigación, refaccionar e impermeabilizar los sistemas de drenaje antiguos que poseen los sistemas de andenería, implementar eficientes sistemas de riego de las áreas de cultivo, preferentemente por goteo, reubicar el tramo de la carretera que pasa por Maca hacia el extremo sur del pueblo, y reforestar el cuerpo del deslizamiento y áreas adyacentes, con plantas nativas.