EFECTOS GEOLÓGICOS Y EN LAS CONSTRUCCIONES PRODUCIDOS DURANTE LA CRISIS SÍSMICA DE CALACOA-MOQUEGUA (OCTUBRE, 2005)

Jersy Mariño, Marco Rivera, Vicentina Cruz, & Lourdes Cacya

INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú, jmarino@ingemmet.gob.pe

RESUMEN

El sismo de Calacoa-Moquegua (5.4 ML) del 01 de Octubre del 2005, y las numerosas réplicas que le siguieron durante más de 4 semanas, generaron caídas de roca, derrumbes, ligera reactivación de deslizamientos, y agrietamientos de terreno. Estos fenómenos han tenido lugar en zonas de mediana a fuerte pendiente (40° a 85°), cuyo macizo rocoso está constituido principalmente por depósitos de avalanchas de escombros poco cohesivos, cubiertos por depósitos coluviales. La gran mayoría de los movimientos en masa citados, se localizan en áreas donde las laderas fueron cortadas para la construcción de la carretera afirmada Calacoa-San Cristóbal, y para la construcción de canales de agua que abastecen a los pueblos de Calacoa, Bellavista y San Cristóbal. Las fuentes termales localizadas en el área afectada, sufrieron un ligero incremento de su temperatura y una leve variación del parámetro pH respecto a las obtenidas el año 1999. Estas ligeras variaciones pueden deberse a un menor ingreso de aguas frescas a través de las fracturas por donde circulan las aguas termales. Probablemente, los movimientos sísmicos han producido derrumbes internos que cerraron fracturas o puede deberse a la ausencia de lluvias en esta estación del año, no existiendo dilución en las fuentes termales.

Los sismos en mención, produjeron también agrietamientos de las paredes y caídas de sus fachadas, en la mayoría de viviendas de adobe de las localidades de Calacoa, San Cristóbal, Cuchumbaya, Solajo, Carumas, Soquesane y otros. Muchos de los agrietamientos se produjeron durante los sismos de mayo de 1999, y junio del 2001, y se han reactivado a raíz de los movimientos sísmicos de octubre último. La evaluación del estado de las viviendas muestran que los agrietamientos obedecen a tres factores: primero, debido a que los muros han sido construidos a base de unidades de adobe unidos con mortero de barro sin ningún tipo de elemento estructural (columna o viga collar) que les proporcione un adecuado confinamiento y rigidez, y sobre cimientos de piedra y barro; segundo, los pueblos en mención se hallan asentados sobre un suelo de limo, arena y grava poco competente (depósitos de avalanchas de escombros), y tercero las viviendas están construidas sobre pendientes moderadas del terreno obligando a que los muros no tengan una altura uniforme variando en su rigidez. Finalmente, importantes canales de agua de consumo humano y regadío de los poblados de Calacoa, Bellavista y San Cristóbal fueron afectados por derrumbes y desprendimientos de rocas ocurridos durante los movimientos sísmicos de octubre.

INTRODUCCIÓN

El epicentro del sismo del 01 de octubre fue ubicado a 8 km. al Este de Calacoa (provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua), y 62 km. al Noreste de la ciudad de Moquegua (Fig. 1). El sismo principal y sus réplicas afectaron un área relativamente pequeña que considera diversas localidades distribuidas alrededor del volcán Ticsani, principalmente Calacoa, Soquezane, San Cristóbal, Quebaya, Cuchumbaya, Sacuaya y Carumas. La crisis sísmica en mención, la ocurrida en mayo del 2005 (Aguilar et al., 2001), y la reubicación de los pueblos de Calacoa y Putina hace más de 60 años, son indicios de un fenómeno aparentemente recurrente en la zona. Así, el primer poblado denominado Putina, estuvo situado a menos de 1 km. al noreste de Calacoa, en las laderas de la margen izquierda del río Putina y fue reubicado en la zona que ocupa el distrito de Bellavista. El segundo pueblo, denominado Calacoa Antiguo, que estuvo ubicado en la margen izquierda del río Putina, fue reubicado en el actual pueblo de Calacoa.

Los resultados que se muestran en este trabajo, forman parte de un trabajo multidisciplinario e interinstitucional, donde participaron profesionales del INGEMMET, IGP, IG-UNSA, CISMID y PREDES.

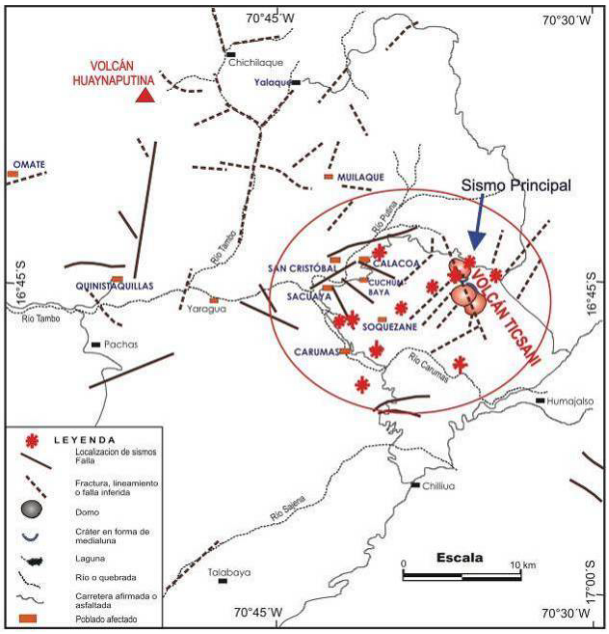

Fig. 1. Localización de los sismos de Octubre del 2005, sus réplicas y el área más afectada.

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio está conformado por valles juveniles (valles del río Putina, Carumas, etc), de flancos agrestes con pendientes que varían entre 50° a 80° de inclinación, con suelos poco o no cohesivos, por ende inestables, que contrastan con la altiplanicie o superficie puna, localizada al Este del área. El drenaje detrítico está determinado por la litología y tipo de estructuras tectónicas existentes (fracturas y fallas).

En cuanto a la litología, en el área de trabajo afloran: a) Areniscas y lutitas del Jurásico superior a Cretáceo inferior, correlacionadas con el Grupo Yura; b) lutitas con intercalaciones de areniscas cuarzosas del Cretáceo medio, denominada Formación Omate por García (1978); c) areniscas, conglomerados y brechas del Cretáceo superior a Terciario medio, correlacionadas con las formaciones Jahuay y Pichu (García, 1978; Marocco y Del Pino,1966); d) lavas andesíticas y riolíticas del Cretáceo medio a superior, correlacionadas con los Volcánico Matalaque y el Grupo Toquepala por Mendívil (1966); e) secuencias ignimbríticas del Oligoceno-Mioceno del Grupo Tacaza; f) depósitos del Pleistoceno holoceno del volcán Ticsani.

Los depósitos más extendidos corresponden a avalanchas de escombros del volcán Ticsani, emplazados a lo largo del valle del río Putina, a partir del colapso del edificio volcánico “Ticsani Antiguo”, ocurrido en el Pleistoceno superior a medio (Mariño, 2002). Estos depósitos son poco o no cohesivos. Están constituidos por fragmentos de rocas angulosas a sub-angulosas, de composición heterogénea, con tamaños que varían desde algunos milímetros a más de 9 m de diámetro. Muchos bloques presentan alto grado de fracturamiento. En el sector de Calacoa, los depósitos de avalanchas de escombros poseen espesores que varían entre 200 a 500 m. Estos depósitos forman lomadas cuyos extremos presentan fuertes pendientes, lo cual contribuye en la ocurrencia de derrumbes, desprendimientos de rocas, deslizamientos, etc.

EFECTOS GEOLÓGICOS PRODUCIDOS POR LOS SISMOS

Los efectos geológicos principales corresponden a derrumbes, desprendimientos de rocas y deslizamientos, la mayoría de ellos antiguos, que fueron reactivados por los movimientos sísmicos de Octubre del 2005. Estos procesos han tenido lugar en laderas de valles y quebradas que poseen fuerte pendiente constituida principalmente por depósitos de avalanchas de escombros, depósitos coluviales y lavas bastante fracturadas. En dichas laderas se asientan terrenos de cultivo, y se han construido canales de agua y carreteras carrozables.

Resaltan los derrumbes y deslizamientos reactivados en los canales de agua de Calacoa, Bellavista y San Cristóbal (Figs. 2 y 3). Los deslizamientos de Iztaña, y la carretera Calacoa San Cristóbal, localizados en la margen derecha del río Putina (Fig. 4).

Fig. 2. Derrumbes que afectan el canal de Calcoa y Bellavista, sector de Trapiche.

Fig. 3. Deslizamientos de Iztañas y la ruta agua de Calacoa-San Cristóbal, nótese la fuerte pendiente y la intensa erosión de los depósitos de avalanchas de escombros.

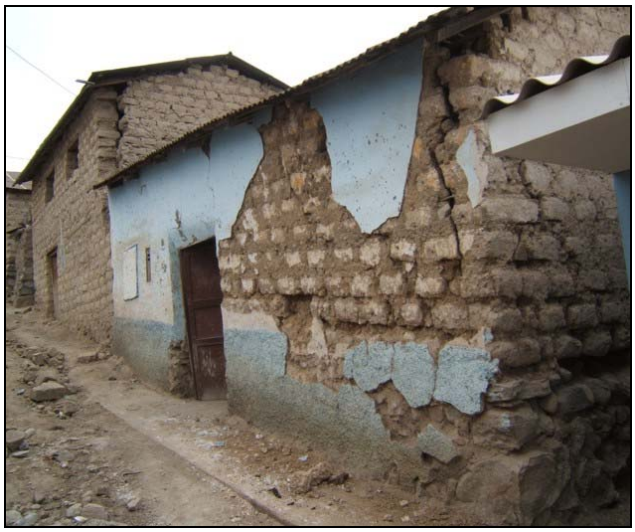

Fig. 4. Caída del revestimiento de la fachada de una vivienda en el poblado de Bellavista.

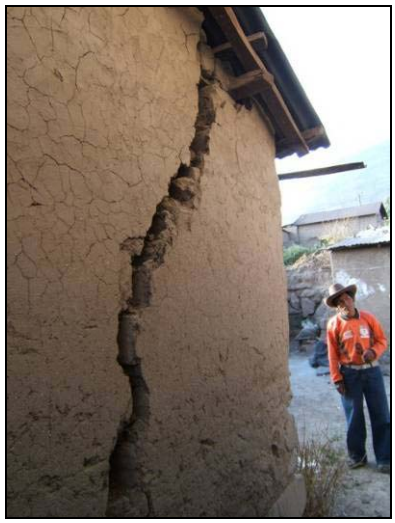

Fig. 5. Agrietamiento en la pared de varios centímetros de ancho, en la localidad de San Cristóbal.

DAÑOS EN LAS VIVIENDAS

Los mayores daños y efectos se han observado en las localidades de Calacoa, San Cristóbal, Quebaya, Cuchumbaya y Sacuaya. Los daños son principalmente agrietamientos de diversa magnitud en las paredes y en los encuentros de muros (esquinas), caída de revestimientos de muros tanto internos como externos (Figs. 4 y 5). Los daños afectan seriamente al estado estructural de las viviendas, haciendo en algunos casos inhabitables. Sin embargo, no se han producido derrumbes de viviendas, a excepción de una construida a base de piedras y barro ubicado en el sector Chayapatca.
Hay que indicar que más del 90% de viviendas, son construcciones de adobe sin reforzamiento estructural, de uno y dos pisos, autoconstruidas, con cimientos de piedra y barro. Los techos son livianos, construidos en base a armaduras de madera y cobertura de calamina e ichu. Varias de las viviendas de adobe que sufrieron daños durante los sismos ocurridos en mayo de 1999 y junio de 2001, y que no fueron adecuadamente reparadas y reforzadas, han sufrido aumento en la magnitud de las grietas existentes a raíz de los sismos ocurridos en Octubre del 2005.

CONCLUSIONES

- Los movimientos en masa consistieron principalmente en caídas de rocas, derrumbes, ligera reactivación de deslizamientos, y agrietamientos de tamaños centimétricos. Estos fenómenos han tenido lugar en zonas de mediana a fuerte pendiente (40° a 85°), cuyo macizo rocoso está constituido principalmente por depósitos de avalanchas de escombros, cubiertos por depósitos coluviales. Las áreas afectadas se localizan preferentemente en áreas donde las laderas fueron cortadas para la construcción de la carretera afirmada Calacoa-San Cristóbal, y los canales de agua que abastecen a los pueblos de Calacoa, Bellavista y San Cristóbal.

- En los pueblos inspeccionados, la mayoría de las viviendas son de adobe y los daños ocasionados son principalmente agrietamientos de las paredes y caídas de sus fachadas. Los agrietamientos en las viviendas, se deben a que los muros han sido construidos a base de adobe unidos con mortero de barro, sin ningún tipo de elemento estructural que les proporcione un adecuado confinamiento y rigidez, y sobre cimientos de piedra y barro. Asimismo a que los pueblos en mención se hallan asentados sobre un suelo de limo, arena y grava poco competente (depósitos de avalanchas de escombros).

- A lo largo del río Putina se ha podido observar la aparición de nuevas fuentes termales, así como, la desaparición de fuentes termales. También, se distingue que en algunas fuentes ha disminuido la presión de salida del agua a la superficie, como es el caso de la fuente denominada "Geiser de Secolaque". Es posible que los movimientos sísmicos asociados al sistema de fallas o fracturas localizadas en la zona, pudieran haber influenciado en la estructura por donde circulan las aguas termales. Los parámetro pH y de temperatura de las fuentes termales, no han sufrido variaciones significativas.

REFERENCIAS

Aguilar, V.; Tavera, H.; Bernal, I.; Palza, H.; Kosaka, R., (2001). Análisis y evaluación del sismo de Calacoa (Omate-Moquegua) del 6 de mayo de 1999 (Mw=4.0). Boletín Sociedad Geológica del Perú, v. 91, p. 81-96.

García Marquéz W., (1978). Geología de los cuadrángulos de Omate, Puquina, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma. INGEMMET, Boletín N° 29, Lima.

Mariño, J. (2002). Estudio geológico vulcanológico y evaluación de peligros del volcán Ticsani (sur del Perú). Tesis, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. 160 p.

Marocco, R. & Del Pino M. (1966). Geología del cuadrángulo de Ichuña, Bol. Serv. Geol. y Min. N° 14, Lima.

Mendívil, S. (1966). Geología de los cuadrángulos de Maure y Antavaje. Comisión Carta Geológica Nacional, INGEMMET. Boletín N° 10, Lima.