

CARACTERIZACION GEOLOGICA DE LOS DEPOSITOS DE AVALANCHA DE ESCOMBROS EN CHUQUIBAMBA Y COTAHUASI, REGION AREQUIPA

Juan Carlos Gómez¹, José Luis Macías², José Luis Arce³, Juan Manuel Sánchez-Nuñez⁴, y Claus Siebe²

¹ Instituto Geofísico del Perú

² Instituto de Geofísica Universidad Autónoma de México

³ Instituto de Geología Universidad Autónoma de México

⁴ CIEMAD-IPN- México

RESUMEN

Los procesos de colapso y el posterior emplazamiento de depósitos de avalanchas de escombros y generación de lahares representan un alto peligro para los poblados ubicados en las inmediaciones de volcanes activos, aunque este tipo de fenómenos también puede ocurrir en volcanes extintos o inclusive en terrenos no volcánicos, pero con una morfología y características tectónicas y estructurales que los hacen inestables.

En Perú, el arco volcánico activo se encuentra en la parte sur del país, desde la latitud 14° S hasta la frontera con Chile representado por 12 estrato-volcanes entre los cuales destacan el Misti, Coropuna, Solimama, Ubinas, entre otros. Dentro de este contexto, en la vecindad de los valles de Majes y Cotahuasi se emplazan los edificios volcánicos del Coropuna y Firura respectivamente, en cuyas inmediaciones, aunque no relacionadas con el volcán activo, se han producido colapsos de grandes dimensiones que han generado avalanchas de escombros, dejando cicatrices de tales colapsos y cuyos depósitos han dado la configuración morfológica muy característica de estos valles.

En el presente documento se reportan datos preliminares del estudio de dos avalanchas de escombros no asociadas a volcanismo activo. Por un lado, se tiene al evento de colapso Cotahuasi, el cual corresponde a un colapso de una parte alta en el altiplano, constituida de mantos extensos de ignimbrita de edad pliocena (5 Ma aproximadamente), dicho colapso dejó una estructura semielíptica de 12 por 4 km orientada hacia el SE. Este colapso generó una avalancha de escombros la cual fue emplazada en el Valle Cotahuasi, chocó con las paredes de la Cordillera Occidental y fue desviada hacia el sur, recorriendo 45 km, con un ancho promedio del valle de 2 km. Evidencias de campo sugieren que esta avalancha bloqueó el drenaje principal del río Cotahuasi, originando una represa natural, la misma que eventualmente cedió y generó flujos de escombros, los cuales corrieron río abajo por una distancia hasta ahora desconocida.

Es posible reconocer, en zonas proximales, estructuras de montículos de 0.3 km de diámetro y 50 m de altura, hechas de megabloques de ignimbrita, los montículos disminuyen de dimensiones conforme se alejan de la fuente. En general, todo el depósito de avalancha de escombros está enriquecido en matriz. El área mínima, cubierta por este depósito de avalancha de escombros, es de 90 km² y un espesor promedio de 80 m, por lo que se estima un volumen preliminar de 1.6 km³.

En general, los montículos están rodeados de partes muy planas, las cuales corresponden a los depósitos de lahares asociados con este evento así como otros posteriores, de edad más reciente.

Por otra parte, el evento de colapso Chuqibamba está relacionado con el colapso de una parte alta del altiplano, el cual está construido de ignimbritas de 5 Ma de edad. La cicatriz dejada por este colapso tiene una forma alargada de 11- por 6-km, con una profundidad de 150 m. Este colapso generó una avalancha de escombros que recorrió al menos 26 km desde las paredes del escarpe, con un ancho del valle de 2-3 km en donde se emplazó, desarrolló montículos constituidos por megabloques de ignimbrita de color

rosa, en una abundante matriz, aun en facies proximales. Los montículos miden 200 m de diámetro y 25 m de altura, constituidos por bloques en "rompecabezas". Se ha estimado un área de 70 km² para este depósito de avalancha de escombros, que multiplicado por un espesor promedio de 60 metros, arroja un volumen preliminar de 0.9 km³. Es muy probable que el depósito haya bloqueado partes del drenaje de este valle, ya que, se han reconocido depósitos de flujos de escombros con componentes muy similares y más aun, en ocasiones con bloques con estructura en "rompecabezas".

Es importante tener un conocimiento cabal de la fenomenología de estos eventos puesto que sus efectos son catastróficos, por tanto, deben realizarse mediciones geodésicas periódicas en estos complejos volcánicos para verificar la evolución de la estabilidad de sus flancos.

Localización del Area de Estudio

Los valles de los ríos Cotahuasi y Majes se localizan a 140 km al NW de la ciudad de Arequipa, en la latitud 15.4° Sur y longitud 71.9° Oeste, Figura 1

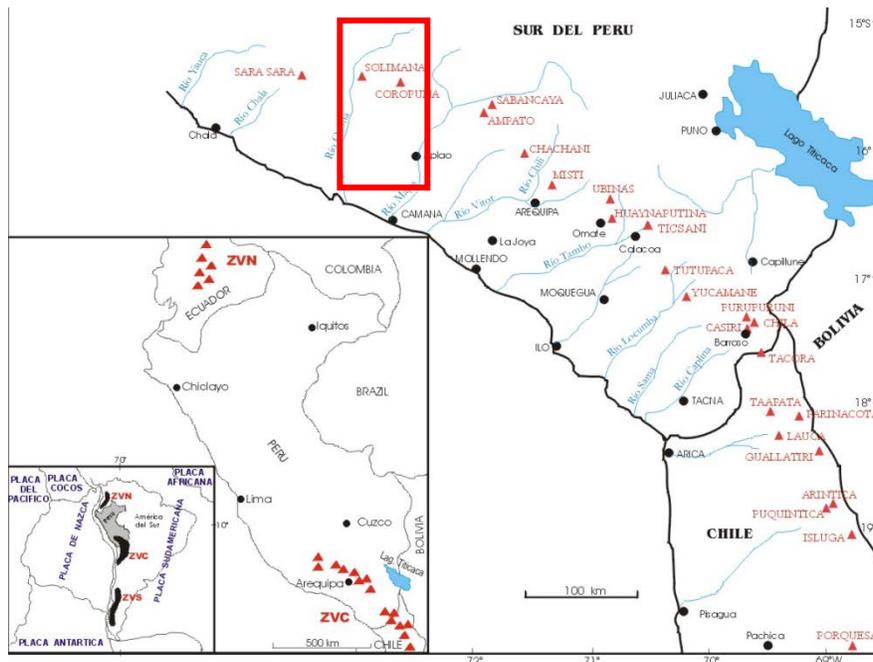


Figura 1. El cuadrado rojo muestra el área de estudio. Los triángulos color rojo muestran la ubicación de los volcanes activos en el Sur de Perú

Aspectos geológicos

El arco volcánico del sur de Perú conforma la Zona Volcánica Central (CVZ, sigla en inglés) enmarcada entre las latitudes 15°- a 28°-S.

Los volcanes neógenos de la CVZ son la expresión morfológica de un amplio conjunto de fenómenos que se desencadenan durante la génesis, el ascenso y la erupción de esos magmas, por lo que las intrusiones magmáticas pueden traducirse finalmente en una variada tipología de edificios (Olschusky, E. & Dávila, D., 1994).

La litología predominante en la zona de estudio son ignimibritas del plioceno de naturaleza andesítica-dacítica (Thouret et al., 2008).

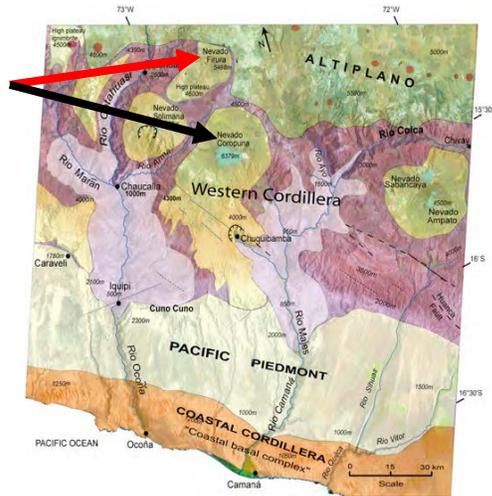


Figura 2. Patrón geológico del área de estudio. Los volcanes Firura y Coropuna (señalados con flechas roja y negra respectivamente) muestran en color gris marrón secuencias de ignimibritas cuyas dataciones radiométricas arrojan una edad de 5 MA (Thouret, et al., 2010)

Depósitos de avalanchas de escombros (DAE)

La ocurrencia de las avalanchas de escombros está relacionada frecuentemente con la puesta al descubierto de materiales que se inestabilizan como consecuencia de la descompresión, por gravedad, cuando se produce un sismo severo, etc. La erosión diferencial de las capas, que conforman las vertientes, también constituye un importante factor de inestabilización, incrementando la susceptibilidad de todo el conjunto de masa inestable.

En el extremo NW de Arequipa, se ha reconocido dos eventos de avalancha de escombros en los valles de Majes y Cotahuasi, en las inmediaciones de las localidades de Chuquibamba y Cotahuasi, respectivamente. Estos eventos tienen relación a la actividad de los volcanes Coropuna y Firura.

El volcán Coropuna está constituido por una estructura basal del Plioceno inferior (parcialmente destruida y altitudes comprendidas entre 4200 y 5000 msnm), sobre la que, durante el Plioceno superior y el Pleistoceno, se ha levantado un conjunto de edificios colindantes, cuyas cumbres superan los 6000 m. En la actualidad, el área de cumbres del Nevado Coropuna está cubierta por un sistema glaciar de 50 km² aproximadamente. Se trata de la masa de hielo tropical más grande de la Tierra, superada sólo por el casquete glaciar Quelcaya de la cordillera oriental de los Andes Centrales, y es la mayor superficie glaciar que está emplazada sobre volcanes (Ubada, 2010).

El basamento, sobre el que se ha edificado el complejo volcánico Nevado Coropuna, consiste en una secuencia de niveles litológicos con propiedades diferentes (resistencia mecánica o química, permeabilidad, porosidad, solubilidad), que la acción combinada del levantamiento tectónico y la erosión fluvial han dejado al descubierto en las escarpadas vertientes de los valles. Posteriormente, la erosión diferencial de esos niveles desestructuró el conjunto, inestabilizándolo y generando las condiciones propicias para que sucediesen grandes deslizamientos, como consecuencia de sismos tectónicos, colapsos gravitatorios o por las causas explicadas líneas arriba.

- **Avalancha de escombros Chuquibamba**

El volcán Coropuna aparece emplazado sobre un conjunto de deslizamientos gigantes que afectaron el borde del altiplano generando las depresiones de dimensiones kilométricas en las inmediaciones de la localidad de Chuquibamba. Los depósitos de la avalancha de escombros se extienden vertiente abajo por decenas de km y están profundamente incididos por la red de drenaje. Las parcelas agrarias ocupan las laderas de topografía escalonada. Los depósitos se desplazaron vertiente abajo conformando la topografía escalonada en la que se asienta la localidad de Chuquibamba.

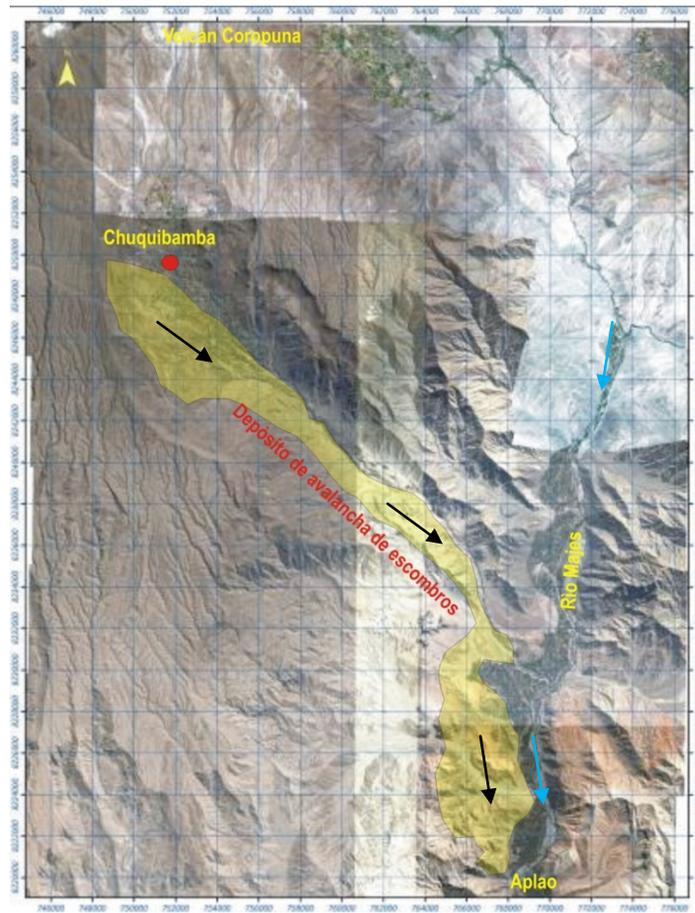


Figura 3. Depósito de avalancha de escombros en Chuquibamba delimitado en color amarillo, las flechas de color negro indican la dirección de flujo de la avalancha y las flechas color celeste la dirección de las aguas del río Majes.

- **Avalancha de escombros Cotahuasi**

El poblado de Cotahuasi se emplaza sobre un depósito de ignimbritas que obturó el río del mismo nombre. Este depósito provino de un evento de avalancha de escombros por el colapso de un cráter antiguo del volcán Firura, en el borde del altiplano con un desnivel de más de 2000 m. La dinámica que experimenta el material en el interior del flujo produce transformaciones en sus componentes que influyen en la naturaleza del proceso. Las ignimbritas tienen tendencia a triturarse muy rápidamente durante la avalancha, generando una fracción fina que engloba a las partículas de mayor tamaño, y

constituyen una masa que se desplaza velozmente valle abajo y se deposita de una sola vez. Todo este proceso genera una topografía escalonada en donde se localiza la localidad de Cotahuasi.

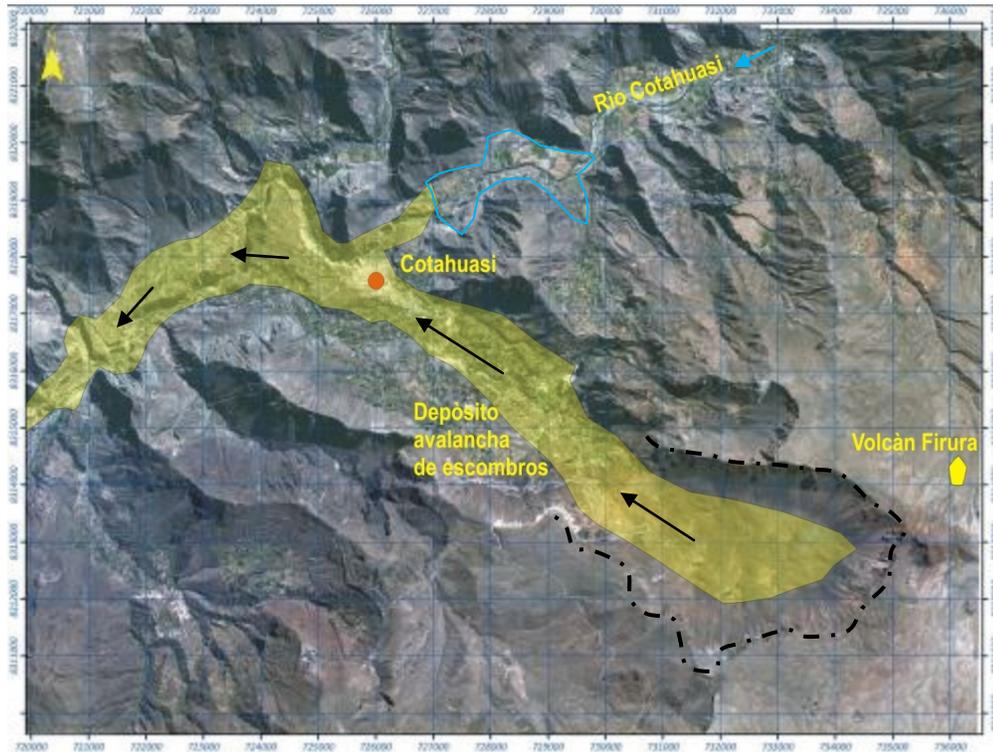


Figura 4. Depósito de avalancha de escombros en Cotahuasi delimitado en color amarillo. Las flechas color negro indican la trayectoria del evento, la flecha en color celeste, el sentido de flujo del río Cotahuasi, el contorno celeste muestra la zona de represamiento temporal y la línea color negro discontinua el borde del cráter colapsado.

Conclusiones

- Las avalanchas de escombros son uno de los tipos de movimientos en masa- fenómenos geológicos de superficie - más destructivos que existen. Estos eventos se caracterizan por enterrar y destruir lo que encuentran a su paso y alteran enormemente la topografía.
- La génesis y mecánica de estos eventos viene siendo estudiadas desde 1980 hasta la actualidad, existiendo eventos catastróficos a nivel mundial. Se conocen eventos de gran magnitud en México, Colombia, Perú, Chile entre otros.
- En el Perú, se ha identificado este tipo de eventos en la Región Arequipa, en los volcanes en las inmediaciones de los valles de Colca, Cotahuasi y Majes. También en otros volcanes pero no se han tomado en cuenta en este estudio.
- El depósito de avalancha de escombros en Cotahuasi conforma un colapso de un edificio volcánico constituido por ignimbritas pliocénicas que generaron una avalancha de escombros que se emplazó aguas abajo en el valle del río Cotahuasi recorriendo 45 km aproximadamente en dirección SSW, bloqueando el drenaje del río y represándolo, con las siguientes dimensiones: 90 km² de área y 1.6 km³ de volumen.
- La avalancha de escombros que se originó en las inmediaciones de la localidad de Chuquibamba fue provocada por el colapso de estructuras volcánicas en la parte alta del altiplano adyacente al volcán Coropuna, los depósitos de la avalancha son de naturaleza ignimbrítica de edad pliocena.

Los materiales del evento recorrieron 26 km aguas abajo en dirección SW encajando el río Majes en las inmediaciones de la localidad de Aplao. El área total que cubre el depósito de avalancha de escombros se estima en 70 km² y un volumen aproximado de 0.9 km³.

- El conocimiento de la fenomenología de este tipo de eventos es importante para la toma de medidas de mitigación y prevención de desastres.

Referencias

Olschusky, E. & Dávila, D., 1994. Geología de los cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), Lima (Perú), 118 pp.

Thouret, J.C., Mamani, M., Wörner, G., Paquereau-Lebti, P., Gerbe, M.C., 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), Niza (Francia), pp. 545-548.

Thouret JC, Yanni Gunnell and DE la Rupelle A. (2010) Canyon incision, volcanic fill, and re-incision rates in southwest Peru: proxies for quantifying uplift in the Central Andes. Geophysical Research Abstracts Vol 12, EGU 2010.

Ubeda J. (2010) El impacto del cambio climático en los glaciares del complejo volcánico Nevado Coropuna. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España, 542p