

GEOLOGIA Y GEODINÁMICA DE LA QUEBRADA CHICÓN: EL ALUVIÓN DEL 17 DE OCTUBRE DEL 2010 QUE AFECTÓ URUBAMBA-CUSCO

Víctor Carlotto^{1,2}, José Cárdenas², Ronald Concha^{1,2}, Igor Astete¹, Boris del Castillo^{1,2}, Briant Garcia^{1,2}, Verónica Tito²

¹INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima, vcarlotto@ingemmet.gob.pe

²UNSAAC: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

INTRODUCCIÓN

En la quebrada Chicón del distrito de Urubamba, en la Región Cusco, el día domingo 17 de octubre del 2010 ocurrió un aluvión, producto del desprendimiento de una pequeña masa de hielo (100 x 30 m) del borde meridional del glaciar el Chicón, que afectó parte de la ciudad de Urubamba, a unas 300 viviendas, inundó tierras de cultivo y hubo más de 1,200 damnificados. La planicie de Occororuyoc, en realidad una depresión natural, permitió la sedimentación de la mayor parte del aluvión, y solo una parte menor, llegó a la ciudad. A pesar de existir esta depresión natural, se propone realizar los monitoreos respectivos del nevado y los trabajos de preparación con la población.

GEOLOGIA

La ciudad de Urubamba se ubica en la margen derecha del río Vilcanota a una altitud de 2850 msnm. La zona de estudio se halla en el límite del Altiplano con la Cordillera Oriental en el sur del Perú. Al norte de la ciudad, las montañas y los nevados Chicón (5530 msnm) y Pumahuancca (5330 msnm) se localizan en plena Cordillera Oriental. Estos dos nevados, aguas abajo, dan origen a dos quebradas principales denominadas Chicón y Pumahuancca, en cuyas desembocaduras al llegar al río Vilcanota (Fig. 1), forman dos conos aluviales, donde se ubica la ciudad de Urubamba. Estos conos aluviales se han formado por la acumulación de gravas, arenas y bloques, materiales que han sido transportados y depositados por aluviones antiguos.

La geología de la zona de estudio, está caracterizada principalmente por la presencia del macizo de Urubamba, que presenta un afloramiento importante de granitos paleozoicos sobre el cual se ha desarrollado el nevado de Chicón. Estas rocas se hallan fracturadas y en parte intemperizadas, lo que ha facilitado el trabajo de los glaciares generando morrenas que es la materia prima de los aluviones formados en Urubamba. Entre el río Vilcanota y los afloramientos graníticos del Chicón, los cerros y laderas presentan diferentes tipos de litología como son las rocas volcánicas del Grupo Mitu (Triásico-Jurásico), las areniscas de la Formación Huancané (Cretácico inferior), las lutitas del Grupo Yuncaypata (Cretácico superior), areniscas y lutitas de las formaciones Quilque-Chilca (Paleoceno), areniscas rojas del Grupo San Jerónimo (Eoceno-Oligoceno) y depósitos cuaternarios (morrenas, aluviales coluviales, etc.).

GEOMORFOLOGIA

El Nevado Chicón

El nevado Chicón alcanza los 5530 msnm, tiene aproximadamente 5 km de largo en la dirección NO-SE, con un ancho promedio menor a 1 km, y muestra evidencias de retroceso glaciar. El año 1963 presentaba lenguas glaciares que llegaban incluso hasta los 4700 msnm, pero se mantenía a un promedio de 4800 msnm. Sin embargo, para el año 1991, ya se observaban los efectos del retroceso, donde algunas lenguas alcanzaban los 4800 msnm, pero su promedio era de 4825 msnm. Para el año 2000 existía un retroceso de 20 a 25 m, con un promedio en la zona de estudio, que sube a 4825 msnm. Para el año 2010, se observa que hay una disminución local

de alrededor 50 m y el límite de nieves se localiza a 4875 msnm. Esto nos indica un promedio de retroceso glaciar que puede variar de 20 a 25 m por cada 10 años, aunque en los últimos años han sido de casi 50 m (Carlotto et al., 2010); (Fig. 2).

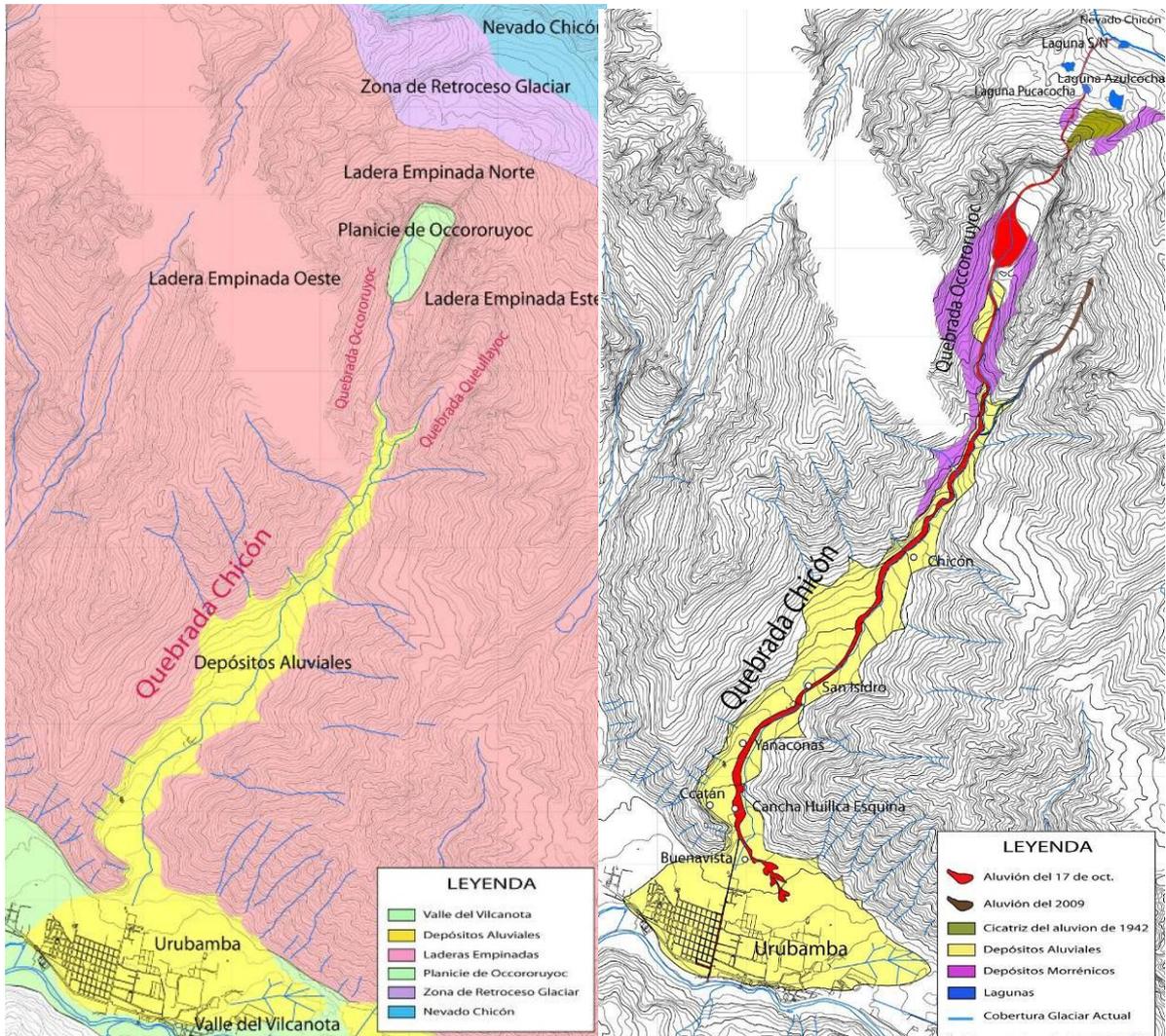


Fig. 1: A). Mapa geomorfológico y B). Mapa geodinámico de las quebradas Occororuyoc y Chicón mostrando el aluvión (rojo) del 17 de octubre del 2010.

Planicie de Retroceso Glaciar

Una planicie producto del retroceso glaciar se localiza entre el límite actual de los glaciares es decir de 4875 msnm hasta el cambio de pendiente con las Laderas Empinadas, en este caso la ladera norte a 4675 msnm (Figs. 1A y 2). La planicie tiene un desnivel de 200 m en solo 700 m de longitud, con afloramientos de granitos que muestran estriaciones producto del avance y retroceso glaciar. En esta planicie se tiene varias lagunas de pequeñas dimensiones, formadas por el retroceso glaciar y la topografía algo plana. Es justamente en el límite del nevado con esta planicie de retroceso, que se ha producido el desprendimiento de un pequeño borde del glaciar (100 x30 m) que ha caído sobre una laguna en vías de formación (Carlotto et al., 2010), que incluso no tiene nombre (laguna s/n) (Figs. 2 y 3).



Fig. 2. Imágenes satélites que muestran el retroceso glaciar dejando una planicie con formación de lagunas. Izquierda imagen del año 2004? y derecha del año 2007. El punto naranja corresponde a laguna s/n que se originó por el retroceso glaciar y que rebalsó el 17/10/2010.



Fig. 3: Bloque de hielo desprendido del nevado Chicón; observándose en la parte baja, el conducto (Flecha) por donde desfogó el agua producida por el rebalse.

Ladera Empinada Norte

Se localiza entre el límite sur de la planicie de retroceso glaciar (4675 msnm) y el piso de valle de la quebrada Occororuyoc (4000 msnm) (Fig. 1A), con un desnivel de 675 m, en solo 900 m de longitud, lo que da una pendiente mayor a 60° . Aquí afloran granitos y en algunos lugares quedan depósitos morrénicos de gravas y bloques. Esto se aprecia particularmente desde la desembocadura de la laguna Pucacocha hasta media ladera. Es este material morrénico el que ha sido erosionado por las aguas del desborde de la laguna Pucacocha y ha formado el aluvión del 17 de octubre del 2010 (Carlotto et al., 2010).

Quebrada Occororuyoc

Esta quebrada se halla bajo las lagunas Pucacocha y Azulcocha, cuyas desembocaduras se unen y forman el cauce del riachuelo Occororuyoc que nace en la Ladera Empinada Norte. Luego en la parte baja, es decir, el piso de la quebrada Occororuyoc, se divide en dos tramos: una planicie o piso de valle casi plano al inicio y otra con mayor pendiente en la parte baja.

La planicie o depresión Occororuyoc corresponde al piso de un valle en forma de U, típicamente glaciar que tiene una orientación NE-SO, una forma ovalada a rectangular con aproximadamente 1.1 km de largo por 400 m de ancho (Fig. 1A). Se desarrolla a una altura que va de los 4000 a los 3850 msnm, con un desnivel de 150 metros, aunque con más pendiente cerca del Talud Norte y más plano al sur, cerca de los 3850 msnm. Esto se debe a que al norte

hay un sistema de conos aluviales producto de aluviones antiguos y en particular del año 1942. Sobre este cono se ha desarrollado el cono aluvial del aluvión del 17 de octubre del 2010 (Fig. 4). La quebrada está rodeada por rocas ígneas intrusivas graníticas, sin embargo hacia el sur se cierra por medio de depósitos de morrenas laterales y parte por morrenas frontales dando la característica de una depresión, dejando una salida de 30 m.

Desde los 3850 msnm y luego de pasar una morrena frontal (Fig. 4), el valle tiene una forma en U que se va convirtiendo en V y se hace más estrecha, en una longitud de 1.7 km hasta la intersección con la quebrada Chicón a 3550 msnm. La pendiente promedio de 10 a 15°. Aquí el cauce de la quebrada corta depósitos morrénicos del fondo de la quebrada e incluso restos del aluvión de 1942. Se trata en general de depósitos aluviales antiguos compuestos por gravas con bloques de granitos y una matriz limo-arenosa.

El 17 de Octubre del 2010, es en esta parte que se originan nuevos aluviones producto del paso de agua y lodo, que no se depositó en la planicie de Occororuyoc.



Fig. 4. Ladera Norte y Planicie de Occororuyoc donde se ha depositado la mayor parte del aluvión del 17 de octubre del 2010.

Quebrada Chicón

Esta quebrada nace cerca del nevado Chicón a 4500 msnm y discurre hasta su desembocadura en el río Vilcanota a 2850 msnm. La quebrada Occororuyoc es un afluente por la margen derecha. Es a partir de esta confluencia a 3550 msnm, que la quebrada Chicón tiene una longitud de 5 km hasta la ciudad de Urubamba. Aquí la quebrada es relativamente amplia (Foto 4), con una pendiente moderada a baja, donde se han desarrollado depósitos aluviales antiguos o pequeñas terrazas fluviales. En algunos sectores, el río Chicón presenta pequeños meandros y en algunos tramos se nota que está encauzado. Sin embargo, el 17 de octubre, el aluvión que siguió por este cauce, en algunos lugares se desbordó, afectando casas y terrenos de cultivo como en San Isidro y Yanaconas.

Cono Aluvial de Urubamba

El río Chicón es un afluente del río Vilcanota en su margen derecha. En la desembocadura de esta quebrada, sobre depósitos de varios conos aluviales muy antiguos se emplaza la ciudad de Urubamba, así como las zonas de expansión y terrenos agrícolas.

El cono aluvial de Urubamba está formado por las desembocaduras de los ríos Chicón y Pumahuancca. Este cono o abanico es el resultado de la superposición de varios aluviones procedentes de ambas quebradas, antes de fundarse la ciudad. Este cono aluvial está

conformado por bloques y gravas en una matriz de arcillo-limo-arenosa. Es de amplia extensión y baja pendiente.

El cono aluvial se extiende desde la cota aproximada de 2850 msnm, que corresponde al límite con el río Vilcanota, hasta las partes bajas de las laderas de los cerros que circundan a la ciudad y corresponde a la cota de 2950 msnm. Desde el punto de vista urbanístico, esta unidad geomorfológica es importante porque debido a sus grandes extensiones, ha permitido el crecimiento de la ciudad de Urubamba.

GEODINÁMICA EXTERNA

En la quebrada Chicón el día domingo 17 de Octubre del 2010, ocurrió un aluvión, producto del desprendimiento de una pequeña masa (100 x 30m) del borde meridional del glaciar del Chicón. El desprendimiento de un bloque de hielo provocó el rebalse de una pequeña laguna (100 x 100m) a 4870 msnm (Fig. 3), incrementando el caudal de un pequeño riachuelo que a su vez causó el desborde de la laguna Pucacocha (100 x 60m), que se halla al borde de una planicie o zona denominada de retroceso glaciar y al inicio de un talud de fuerte pendiente (Carlotto et al., 2010).

Las aguas rebalsadas erosionaron el material morrénico compuesto de bloques, gravas, arcillas, limos y arenas, que se halla colgado en la ladera de pendiente muy alta ($> 60^\circ$). La erosión de este material, por la gran cantidad de agua, originó un flujo de detritos (aluvión) que descendió por la Ladera Norte hasta la quebrada Occororuyoc donde se depositó gran parte del volumen aluviónico. Sin embargo, la parte líquida con sedimentos finos lograron pasar la depresión, y estos a su vez volvieron a originar nuevos flujos de detritos. Estos flujos continuaron por la parte baja de la quebrada Occororuyoc, erosionando y formando otros nuevos aluviones de pequeña dimensión, los cuales fueron avanzando y depositándose por tramos, hasta llegar a ciudad de Urubamba.

Los pequeños aluviones a su paso por la quebrada Chicón, afectaron numerosas viviendas y puentes en las localidades de Yanaconas, Chichubamba y San Isidro de Chicón. En la ciudad de Urubamba afectó principalmente la Avenida Ramón Castilla (Fig. 5), colmatando totalmente una parte del canal, inundando con flujo de lodo las viviendas ubicadas en ambos márgenes del río Cachimayo, así como depositando material aluviónico en la pista, en el Jr. Arica y algunas calles transversales a estas, llegando incluso a una esquina de la Plaza de Armas. Este fenómeno afectó unas 300 viviendas, inundó tierras de cultivo y más de 1,200 damnificados (Carlotto et al., 2010).

CAUSAS

La causa principal tiene que ver con los cambios climáticos que están produciendo el retroceso de los glaciares, tal como se aprecia en las reconstrucciones realizadas para este nevado, y que en los últimos 10 años ha retrocedido localmente 50 m. Los retrocesos se dan con desprendimiento de bloques de hielo de los bordes del nevado, los cuales cuando están cerca de lagunas, producen desbordes provocando aluviones como los de 1942 y del 17 de octubre del 2010, que afectaron Urubamba.

De acuerdo al estudio del nevado Chicón, se seguirán produciendo desprendimientos de hielo de diferentes tamaños y erosión de material morrénico, algunos de los cuales pueden producir aluviones, que en la mayoría de los casos serán pequeños. Sin embargo, la existencia de la planicie de Occororuyoc, constituye un disipador natural donde se depositará la mayor parte de los aluviones, constituyendo un protector natural. A pesar de existir esta planicie, flujos de lodos lograrán pasar la misma y pueden ocasionar otros nuevos aluviones a lo largo de la parte baja de Occororuyoc y de la quebrada Chicón, llegando a Urubamba, como los ocurridos en los años 1942 y 2010.

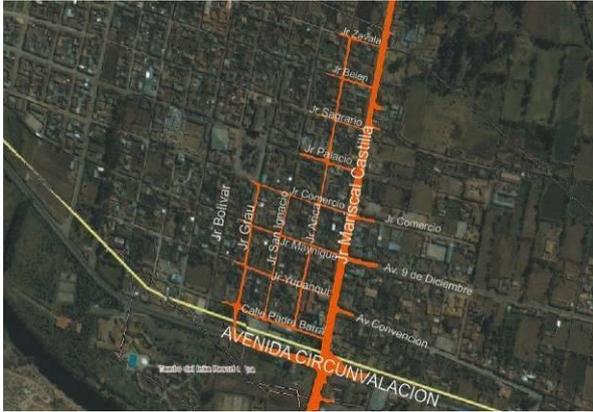


Fig. 5. Imagen satélite de la ciudad de Urubamba mostrando las calles afectadas por el aluvión (rojo) del 17 de octubre del 2010. Foto 46: Rastros de flujo de detritos en la parte baja de la Av. Mariscal Castilla.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que son los cambios climáticos los que están produciendo el retroceso del nevado Chicón, fenómeno que va dejando bloques de hielo que caen a las lagunas y producen rebalses, los que a su vez se traducen en aluviones que cada vez son más pequeños y son atenuados aguas abajo por la existencia de la depresión de Occororuyoc que atrapa el material aluviónico. Estos hechos hacen de Urubamba una ciudad con riesgo medio a bajo a los aluviones, a excepción de que un sismo de gran magnitud genere el desprendimiento de una gran masa de hielo en el nevado Chicón y pueda producir un aluvión mayor.

En base a los estudios realizados, se recomienda realizar el monitoreo del retroceso glaciar de los nevados Chicón y del Pumahuancca, las lagunas, así como de las zonas susceptibles a generar aluviones, incluyendo las morrenas. Se debe considerar la posibilidad de construir sistemas de alerta temprana y preparación de la población en caso de otros aluviones y también sismos. Por otro lado, se debe ensanchar el cauce del río Chicón, principalmente cerca a las comunidades; así como su prolongación, el río Tullumayo, incluyendo la canalización de la Avenida Mariscal Castilla, para que pueda conducir los aluviones futuros. El ensanchamiento propuesto debe ser parte de un tratamiento paisajístico, considerando obras de encauzamiento como gaviones, etc.

REFERENCIAS

- Carlotto, V., Gil, W., Cárdenas, J., & Chávez, R. (1996). Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. Hojas 27-r y 27-s. Inst. Geol. Min. Metal. Bol. Ser. A: Carta Geol. Nac., 65, 245 p.
- Carlotto, V., Cárdenas, J., Concha, R., Astete I., Del Castillo, B., Garcia, B. & Tito, V. (1996). Evaluación geológica y geodinámica en la Quebrada Chicón: Aluvión del 17 de octubre del 2010 que afectó Urubamba-Cusco Informe Técnico INGEMMET, 31 p. Lima Noviembre, 2010.