

APLICACIÓN DE DATACIÓN CON EXPOSICIÓN COSMOGÉNICA A ³⁶CL A AVALANCHAS DE ROCA Y PELIGROS DE FLUJOS DE DETRITOS EN LA CUENCA DEL RÍO MONTALBÁN, ANDES MERIDA, VENEZUELA

Ninfa Avelina Montilla Camacho *INGEOMIN, Mérida, Venezuela* ninfa.10.11@gmail.com

Lionel E. Jackson Jr. *Pacific Division, Geological Survey of Canada, Vancouver, British Columbia, Canadá* V6B5J3_lijackso@nrcan.gc.ca

Fred M. Phillips, *Department of Earth and Environmental Science, New Mexico Tech, Socorro, New Mexico* 87801USA_phillips@nmt.edu

Courtney E. Jermyn *Pacific Division, Geological Survey of Canada, Vancouver, British Columbia, Canadá* V6B5J3_cjermyn@nrcan.gc.ca

Los flujos de detritos e inundaciones de detritos son amenazas difundidas a lo largo de los Andes, desde Venezuela hasta Argentina (Carlotto et al. 2007; Salcedo 2007). He ahí, donde se inició el registro de la historia de los desastres naturales en el siglo 20 en los nuevos asentamientos humanos. Consecuentemente, la frecuencia de los flujos de detritos y avalanchas de roca que preceden la memoria de los residentes actuales, puede únicamente ser determinada a partir de la estratigrafía de los abanicos aluviales o las sucesiones de detritos del deslizamiento, 'testigos silenciosos' como árboles dañados y dataciones radiométricas de (¹⁴C). Es difícil de encontrar material apropiado para datar con ¹⁴C debido a que las exposiciones naturales comúnmente son escasas y la materia orgánica no sobrevive en ambientes tropicales o no este presente en climas áridos. La datación por exposición cosmogénica ofrece la posibilidad de directamente datar el emplazamiento de roca previamente no expuesta a los rayos cósmicos, debido a deslizamientos de roca o avalanchas. Reportamos los resultados de la aplicación de esto en el los altos de la cuenca del Río Montalbán como parte del Proyecto Multinacional Andino.

La rápidamente creciente ciudad Ejido (8°32'25''N, 71°11'10'' W, elevación 1100 m) está situada a lo largo de la Falla Transcurrente Boconó (límite entre las placas Caribe/Sudamérica; Carrillo et al. 2006). Está construida sobre un complejo de abanicos cortados por el Río Montalbán. Los abanicos están compuestos de sedimentos fluviales y sedimentos de flujos de detritos predominantemente originados en la divisoria de aguas del Río Montalbán (INGEOMIN 2006). El Río Montalbán emerge en El Paramo de los Conejos, en los Andes de Mérida a una altura, de 3100 m y desciende 2130 m en 11.4 km hasta su confluencia con el Río Chama. Un flujo de detritos enterró el abanico más bajo del complejo de abanicos Ejido el 29 de Octubre de 1947, pereciendo al menos 40 personas. Una investigación subsecuente llevada a cabo por Ferrer y Lafaille (2002), determinó que el flujo de detritos fue ocasionado por el colapso de una presa natural creada por una avalancha de roca en la cabecera del Río Montalbán, dejando escapar tal vez de 100 000 a 140 000 m³ de agua. La presa falló casi inmediatamente después de ser formada. No se ha determinado el mecanismo de causa de la avalancha de roca. Investigaciones adicionales por parte de INGEOMIN, determinaron que existen grandes depósitos de avalanchas de roca en la cuenca arriba de los 1600 m (aproximadamente 4.5 km al norte del Río Charma). Estos se originaron en las pendientes empinadas adyacentes que yacen sobre los clastos de edad Jurásica de la formación La Quinta y el gneis y esquisto Precámbrico de la Asociación Sierra Nevada. Coinciden con la falla Jají que es paralela a la falla Boconó, pero no se ha establecido el mecanismo sísmico de activación.

Se reconocieron tres depósitos distintos, por superposición y diferentes litologías. Se les nombran avalanchas noroeste, noreste y sur. Se obtuvieron muestras de por lo menos 500 g, de los 2 cm superiores de superficies planas horizontales de bloques de al menos 1 m³ de volumen. Utilizando un receptor GPS de mano de una frecuencia, se localizaron los bloques y se determinaron las elevaciones. Se registraron los ángulos con el horizonte en cada sitio en donde se tomaron muestras, para poder calcular el grado de bloqueo topográfico del flujo de rayos cósmicos. El Cl fue removido de las muestras y utilizando métodos estándar, se llevaron a cabo análisis básicos de los elementos requeridos para el cálculo de edades (Zedra y Phillips, 2000). El ³⁶Cl fue medido en las instalaciones AMS del Laboratorio PRIME de la Universidad Purdue, USA. Las edades fueron calculadas utilizando el programa de computación CHLOE, utilizando los índices de producción de Phillips et al. (2001) y la escala de elevación-latitud de Lal (1991).

El depósito noroeste es una faja lineal de 20 m de ancho y al menos 200 m de largo compuesto de bloques de gneis y migmatita paralelos al canal arraigado del Río Montalbán. Una investigación detallada del depósito identificó árboles muertos en pie, que fueron impactados por grandes bloques rocosos. Un bosque escaso de primera generación cubre solo parcialmente estos depósitos. Concluimos, basados en la vegetación y en la información histórica (ningún otro evento de la magnitud del de 1947 ha ocurrido en el siglo 20 en el área de Ejido) que este depósito es un dique de cantos creada por el colapso de la presa debido a una avalancha de roca en 1947. Esto corrobora la edad cosmogénica más joven.

Las dos edades más antiguas para avalancha de roca noreste, no se pueden distinguir estadísticamente.

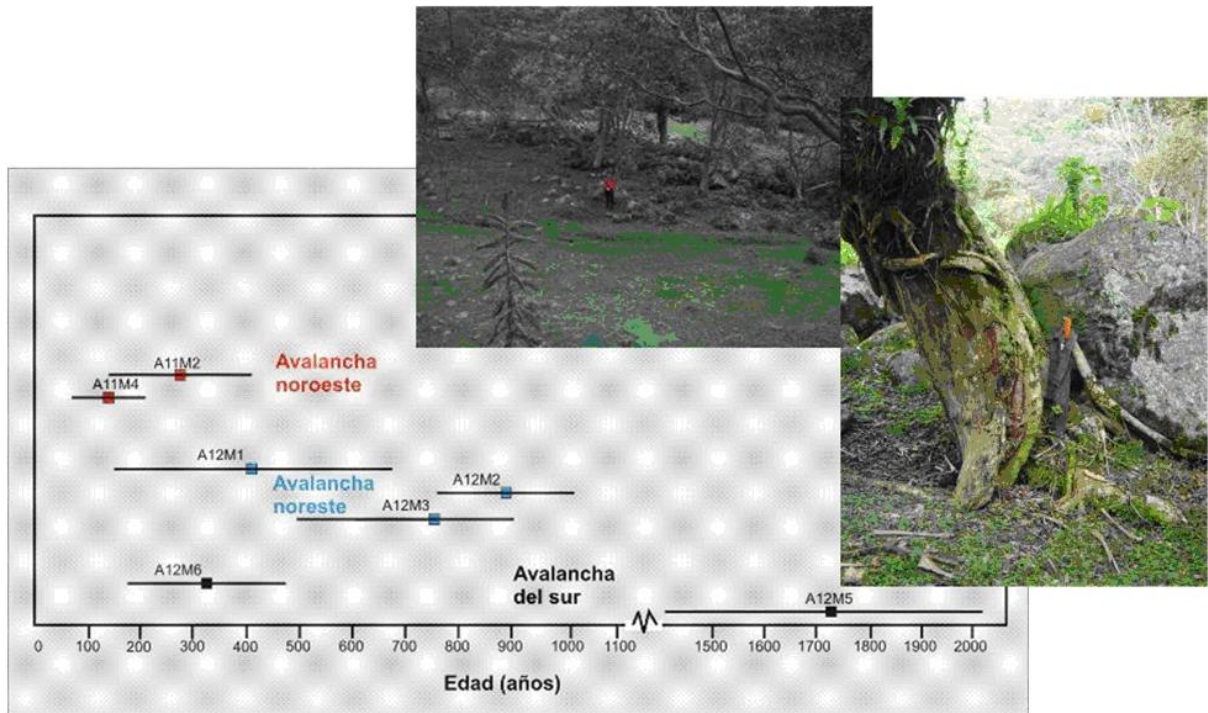
Tabla 1			
Edades Cosmogénicas ³⁶ Cl altos de la cuenca del Río Montalbán			
Diámetro de Cantos (cm)	Litología	Edad (años; no erosión)	Comentarios
Depósito Noroeste de avalancha de roca			
80x136x200	gneis	2546 +/- 395	Se asume exposición previa
160x90x250	migmatita	274 +/- 130	No exposición previa
250x170x180	gneis	1501 +/- 207	Se asume exposición previa
250x800x500	gneis	123 +/- 81	No exposición previa
Depósito Noreste de avalancha de roca			
200x200x150	gneis	414 +/- 270	Se asume no tener exposición previa
190x140x85	gneis	891 +/- 132	Algo de exposición previa
200x100x100	gneis	750 +/- 174	Como el anterior
Depósito Sur de avalancha de roca			
140x160x170	arcosa	24731 +/- 1275	exposición previa extensiva
250x100x100	arcosa	1841 +/- 296	exposición previa?
100x90x100	arcosa	470 +/- 141	Tal vez se haya movido la roca

La edad más joven para esta, no se distingue estadísticamente de las edades ³⁶Cl más jóvenes del dique de avalancha de roca del noroeste. Sin embargo, el dique noroeste claramente se sobrepone al depósito de avalancha de roca noreste. Esto indica que están separados por tiempo. Sin embargo, un bosque maduro creció en el depósito noreste previo a la tala para crear pastura. Esto indica que precede al evento noroeste por décadas, si no es que por siglos o más. Asumiendo que las edades cosmogénicas son acertadas, las relaciones de campo y las edades relativas de la cubierta boscosa indican que la avalancha de roca del noreste ocurrió antes del siglo 20 y hace menos de 1000 años. La relación estratigráfica entre la avalancha noreste y la del sur no es clara. De esta última se determinaron tres edades. La más antigua es de 20 000 años y claramente, las muestras tomadas reflejan extensa pre-exposición, antes del colapso. El rango de error de la edad intermedia la ubica entre hace 1200 y 1600 años. La gama de edades más jóvenes está entre 300 y 600 años. Sin embargo, esta roca está cerca de la Carretera Pan Americana y pudo ser reorientada durante su construcción. Sería ideal tener dos o tres edades más en este depósito. Estas avalanchas de roca más antiguas abarcan muchas hectáreas y casi con certeza produjeron flujos de detritos más grandes o tan grandes como los de 1947, aún a pesar de inundaciones repentinas ocasionadas por el empresamiento del Río Montalbán o por la conversión directa en flujos masivos al incorporarse el agua de río con el suelo mojado. En el futuro, eventos a gran escala podrían impactar áreas de Ejido en niveles más altos del complejo de abanicos, así como el área afectada en 1947. Basados en la evidencia aquí presentada, al menos tres flujos de detritos ocasionados por avalanchas de roca han afectado el área de Ejido durante los 1000 a 2000 años pasados aproximadamente.

La determinación de edades finitas ³⁶Cl en roca expuesta durante los deslizamientos de tierra de hace menos de 1000 años y la edad razonable para un evento de menos de 100 años, fue una sorpresa considerable para nosotros. Nuestros resultados deben ser considerados como preliminares, con necesidad de ser reproducidos datando avalanchas de roca en otros lugares que de nuestro conocimiento tengan una gama de edades entre 100 y 1000 años. Sin embargo, estos resultados indican que el ³⁶Cl cosmogénico es apropiado para datar eventos de rango histórico (al menos en elevaciones altas) y por lo tanto es aplicable a una gran variedad de investigaciones de peligros naturales.

Referencias

- Carrillo, Eduardo, Audemard, F.A., Beck, C., Cousin, M., Jouanne, F., Cano, V., Castilla, R., Melo, L. and Villemin, T., 2006. A late Pleistocene-Holocene natural seismograph along Boconó Fault (Mérida Andes, Venezuela): the moraine dammed Los Zerpa paleolake. *Bulletin societe geologique de France*, t. 177, no. 1, pp.3-17.
- Carlotto, V., Fídel, L., Guzmán, A. Valenzuela, G. and Huamaní, A., 2007. Colapso y flujo de detritos de Aobamba, Cusco, Perú, Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, 4, pp. 303-307, 2007.
- Ferrari, C. and Laffaille, J., 2002. Ejido 1947: un interesante ejemplo de formación y ruptura de laguna de obturación en la cuenca media del río Chama (Mérida, Venezuela). *III Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica—Serie Técnica No. 1*, pp. 200-203.
- González D., E.F., González, M. A., Ramallo Diego A., E., 2007. Flujo de detritos (alluvión) del 4 del abril del 2001 de Palma Sola, Jujuy, Argentina, Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, 4, pp. 285-291. 2007.
- INGEOMIN, 2006. Diagnóstico de estabilidad y estudio geotécnico de las laderas y taludes de corte que conforman la cuenca de Montalbán, Ejido Municipio Campo Elías. Instituto Nacional de Geología y Minería de Venezuela.
- Phillips, F.A. and Zreda, M.G., 2000. Cosmogenic nuclide buildup in surficial materials. In Noller, J.S., Sowers, J.M. and Lettis, W.E. (Ed.), *Quaternary geochronology*. AGU reference shelf 4. American Geophysical Union, pp. 61-70.
- Salcedo, D.A., 2007. Flujo de detritos del Río Limón, al norte de Maracay, Estado Aragua, Venezuela. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas 2007. *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, pp. 269-272.





MEGABLOQUES RELACIONADOS CON AVALANACHAS, SECTOR EL MINUAL , ESTADO MERIDA