

Evidencias de la formación y ruptura de una presa natural en la cuenca media del río Chama (Andes centrales venezolanos): limitaciones de los catálogos históricos

An evidence about the formation and rupture of a natural dam in the middle basin of the Chama River (venezuelan central Andes): the limitations of historical catalogues

Carlos Ferrer*, Jaime Laffaille** y Juan C. Rincón***

Recibido: enero, 2005 / Aceptado: abril, 2005

Resumen

El registro de un evento extraordinario ocurrido el 19 de febrero de 1845 y localizado, erróneamente, en la región semi-árida de Lagunillas de Urao, obligó a una detallada búsqueda en documentos históricos, tradiciones orales y testimonios vivenciales. Como resultado de este trabajo se pudo ubicar en el sector de Caparú, muy cerca de La González, evidencias de un represamiento ocurrido entre 1930 y 1935. Se reevalúan los deslizamientos La González y Cerro Chorote; en especial la dinámica actual del primero de ellos. Se analizan las delicadas condiciones de equilibrio de la laguna Caparú y su flanco sur, sitio este donde se produjo el represamiento ya citado, así como la acelerada deformación del puente Chichuy. La presencia de dos profundos paleocauces a 4-5 km aguas abajo permiten estimar, muy conservadoramente, caudales extremos de 4.203,7 m³/s y, 8.966,98 m³/s.

Palabras clave: deslizamiento; catálogos sísmicos; paleocauces; represamientos; falla de Boconó.

Abstract

The recording of an extraordinary event which took place on February 19, 1845, and erroneously localized in the semi-arid region of Lagunillas de Urao, led to an exhaustive search through historical documents, oral traditions and live testimony. As a result of this enterprise, it was found out that in the Caparú sector near La González, there is evidence of a landslide damming which occurred between 1930 and 1935. The slidings of La González and Cerro Chorote were reevaluated, in particular the current dynamics of the former. The fragile equilibrium conditions of the Caparú lagoon and its southern flank, where the above

* Universidad de Los Andes, Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Fundación para la Prevención del Riesgo Sísmico (FUNDAPRIS) del estado Mérida, e-mail: carlosferrerve@yahoo.com

** Universidad de Los Andes, Laboratorio de Geofísica, Fundación para la Prevención del Riesgo Sísmico (FUNDAPRIS) del estado Mérida, e-mail: jaime@ula.ve

***Fundación para la Prevención del Riesgo Sísmico (FUNDAPRIS) estado Mérida-Venezuela

indicated landslide damming occurred, were analyzed as well as the increasing deformation of the Chichuy bridge. The presence of two deep paleochannels 4-5 km downstream is a factor which led to make a very conservative estimate of unusual flow rates of $2,325 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ and $3,400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, duplicating the return period estimated for 100 years.

Key words: landslides; seismic catalogues; paleochannels; landslide damming; venezuelan Andes; Boconó fault.

Introducción

La motivación fundamental de este trabajo tiene un doble propósito; por un lado el interés despertado a raíz de los estudios referidos a represamientos naturales, como consecuencia de la acción de movimientos de masa, la consecuente formación de lagunas de obturación y en especial de las rupturas de estas últimas que vienen acompañadas, por lo general, de olas de descarga. Indudablemente se está ante una de las amenazas naturales de mayor peligro para los habitantes de regiones montañosa. La evaluación de este tipo de fenómenos adquiere especial relevancia en la cuenca del río Chama (estado Mérida) debido a que en estos últimos años se han venido adelantando algunos estudios cuyas conclusiones pudieran ser extrapoladas a otras regiones del país y cuyos fines comparativos adquieren una especial relevancia. (Ferrer, 1998; 1999; Ferrer y Laffaille, 1998; 1999; 2004; Ayala *et al.*, 2004).

La otra justificación, la cual constituye un magnifico pretexto, es la necesidad de validar y revisar con sentido crítico muchos de los datos que aparecen en los catálogos y fuentes históricas. En este sentido adquiere singular actualidad lo expresado por Rodríguez y Audemard

(2003: 70-71): “*Si bien es cierto que las noticias sobre terremotos en Venezuela... se encuentran en documentos muy variados, se debe contar con una bien detallada clasificación de los mismos y cotejarlas con material de muy buena mano. La critica de cada documento siempre será valida, si en verdad queremos veracidad en la investigación, siempre en función de resolver y explicar sismos recientes*”. Centeno Graü (1969) incluye en su catalogo, originalmente publicado en 1940, la descripción de un evento sísmico ocurrido el 19 de febrero de 1845, que parece narrar un fenómeno muy parecido a los señalados arriba: “*Temblor en San Cristóbal y otros pueblos de la cordillera andina. Después de oírse un gran ruido subterráneo en el valle de Lagunillas, apareció una ola de lodo que recorrió el llano llevándose monte, árboles grandes que quedaron sepultados, lo mismo casas, caneyes. Los habitantes no podían pasar de un lado a otro porque se hundían en el lodo. Muchos perecieron de hambre y sed y se salvaron lo que estaban al pié de la serranía*”.

En el Catálogo de Cluff y Hansen (1969), al tomar lo anterior como cierto, le asignan a dicho sismo una intensidad máxima de IV y un valor de Magnitud

relativamente bajo (3.7), en especial si se toma en cuenta que el epicentro macro-sísmico parece localizarse hacia la región de San Cristóbal; unos 120 km al oeste de donde, aparentemente, se produjo el efecto principal reportado por Centeno Graü (1969). Hay muy poca coincidencia en ambas informaciones de tal forma que, de existir alguna relación, debió tratarse de un evento mayor. Para la misma fecha, Singer *et al.* (1983) registra que en el sitio conocido como El Llano, muy cerca del poblado de Lagunillas de Urao (estado Mérida), viviendas destruidas y algunas víctimas en lo que parece haber sido la acción de un “*flujo de lodo*” vinculado con la sismicidad.

Aparentemente la fuente original utilizada para ubicar el evento sísmico del 19 de febrero de 1845 fue el Catálogo de Milne (1911) donde describe el fenómeno como un “*terremoto moderado*” que se sintió en toda la región vecina de Colombia, además de ser percibido a todo lo largo de la cordillera andina de Venezuela.

A partir de estos datos se inicia una investigación en la región de Lagunillas de Urao, sector este ubicado muy cerca de la ciudad de Mérida y caracterizado por un clima semi-árido, con la finalidad de localizar rasgos dejados por un sismo, en especial sus efectos cosísmicos, tal y como fueron reportados por las fuentes ya citadas.

Métodos y técnicas

Partiendo de esta premisa, el estudio se orientó siguiendo direcciones comple-

mentarias con la finalidad de contrastar la información histórica con las características físicas de algún evento que pudiese corresponder al hecho reportado en 1845. La primera fase constituyó un arqueo de la documentación que abarcara toda la década correspondiente a 1840-1850 (ya que fue imposible localizar documentos específicos del año 1845). Con la idea de completar esta búsqueda fueron consultados algunos historiadores que tenían conocimientos de documentos referidos a dicho período y se recopilaron algunas tradiciones orales de pobladores de la zona.

La otra vertiente de esta investigación consistió en un análisis geomorfológico detallado, expresado por el estudio de fotografías aéreas y una muy exhaustiva exploración de campo en esta región de Lagunillas de Urao, específicamente a lo largo del río Chama. Se insistió en forma especial en la sección comprendida entre el caserío La González, 12 km al suroeste de Mérida-Ejido, hasta el sitio de Puente Real (vieja carretera Trasandina) –desembocadura de la quebrada La Vizcaína en el río Chama (Figura 1). Como resultado preliminar de este trabajo se pudieron detectar claras evidencias de fenómenos de obturación y ruptura en sectores correspondientes al deslizamiento La González (Ferrer, 1991). Para las estimaciones de caudales máximos fueron levantadas y medidas secciones transversales en el cauce del río Chama, entre el cerro Chorote y Puente Real.

Características geológicas, climáticas y sísmicas del sector analizado

El área de estudio se localiza en los Andes centrales venezolanos; corresponde con el municipio Sucre del estado Mérida. Este pequeño sector de aproximadamente 10,2 km de largo por 2 km de ancho se encuentra limitado al sur por un macizo montañoso de elevado valores de pendiente ($> 60\%$) y alturas que varían de 700 hasta unos 1900 msnm en un trayecto de apenas 2,4 km. Este relieve contrasta con una secuencia de complejos sistemas de abanicos aluviales de relieves suaves y sólo interrumpido por grandes movimientos de masa y profundas incisiones tanto por el dren principal, río Chama, como la serie de torrentes de régimen, en su gran mayoría, efímero (Figura 1).

En el macizo montañoso afloran gneises bandeados y graníticos correspondiente a la Asociación Sierra Nevada (Precámbrico superior), así como esquistos, cuarcitas y gneises de la Asociación Tostós (Paleozoico superior). Este sector fue previamente cartografiado por el Ministerio de Energía y Minas (1981) a escala 1:50.000 y posteriormente por Ferrer (1995) a escala 1:25.000. Grandes movimientos de masa como el deslizamiento (rotacional) La González, fue originalmente identificado por Tricart y Michel (1965) y posteriormente analizado en detalle por Ferrer (1991a). Deslizamientos de roca, de origen posiblemente sísmico, se han localizado en el área; es el caso del deslizamiento del Cerro Chorote (Ferrer, 1993). Algunos estudios sobre

abanicos aluviales y flujos de detritos se han adelantado (Ferrer, 1990; 1991c). Todo este sector ha sido descrito en detalle en diversas guías de campo (Ferrer, 1991b; Ferrer *et al.*, 1992). Los detalles sobre la caracterización morfotectónica del área fueron extensamente tratados por Schubert (1980a; b; 1982a; b; 1984), el cual postuló y definió la cuenca de tracción La González. Aportes originales y muy importantes en el reconocimiento de toda esta área se deben a Giegengack (1977; 1984).

Las características climáticas de toda la región están influenciadas directamente por la presencia del *bolsón semi-árido de Lagunillas*, asociado a su vez con influencias locales, tales como: patrones de circulación de vientos y factores relacionados con orientación y exposición del relieve. Las precipitaciones y temperaturas promedio son 509,8 mm (período 1971-1996) y aproximadamente 22,5 °C, respectivamente. El régimen torrencial es la característica más notable con una concentración de 71,5% de las lluvias en los meses abril-junio, y septiembre-noviembre (Delgadillo *et al.*, 2004; UFORGA, 1999).

El área correspondiente a la cuenca de tracción La González puede ser considerada sísmicamente muy activa, no obstante que mediciones instrumentales señalan concentraciones de epicentros en todo el sector occidental, en la posible área de influencia del terremoto de 1894 (Rengifo y Laffaille, 2000). Muy probablemente el deslizamiento La González sea un desplazamiento de origen cosísmico, tal y como lo sugiere Ferrer (1991a). En

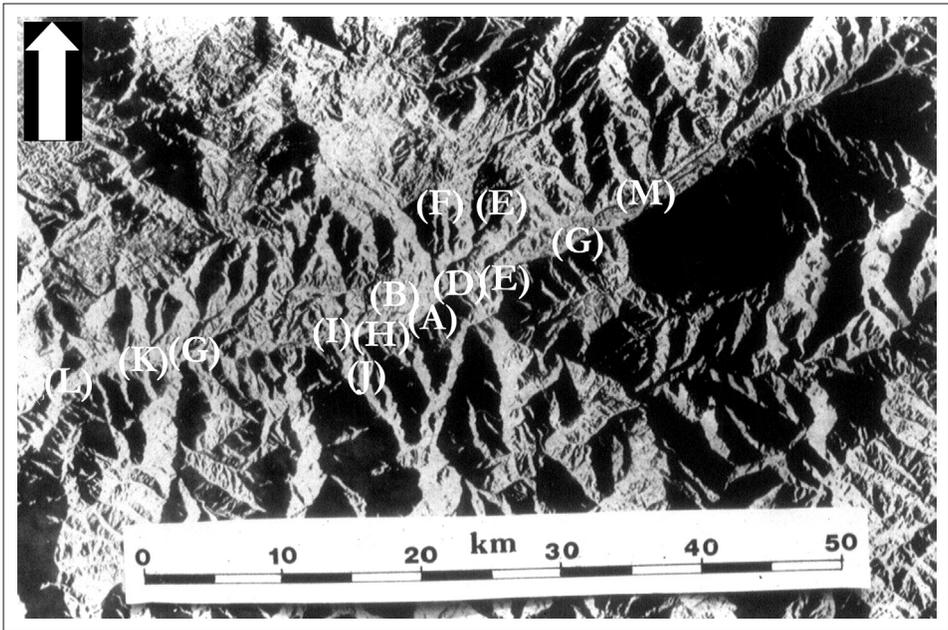


Figura 1. Localización del área de estudio: (a) río La González. (b) Quebrada La Sucia. (c) Poblado La González. (d) Urbanización Chama-Mérida. (e) Río Chama. (f) Ciudad de Mérida. (g) Ejido. (h) El Estanquillo. (i) Deslizamiento La González. (j) Estánques. (k) Río Mocotíes. Localidades referenciadas en el texto. (Figura Base: Petróleos de Venezuela. Levantamiento de Radar: semicontrolado. Hoja N° NC 19-13. Imágen cortesía de C. Schubert, 1992)

el transcurso del año 2003 fué medido un movimiento de 4.3 magnitud Richter a 2 o 3 km en dirección NNE (a poca distancia de la urbanización Villa Libertad; quebrada La Sucia) (Ferrer y Laffaille, 2005; este Número) desplazamiento normal con componente sinistral y de rumbo NE (Laboratorio de Geofísica de la Universidad de Los Andes).

Fuentes de documentación histórica y testimoniales

Con la idea de verificar y precisar los datos históricos como base de investigaciones de este tipo, se realizó una exhaustiva búsqueda documental que abarcó: registros parroquiales de defunciones, memorias de gobierno, libros de resguardo, informes varios. Todo ello se completó con la recopilación de algunas tradiciones orales relacionadas con eventos extraordinarios y que no han sido borradas de la memoria colectiva. Toda esta información ha sido contrastada con los datos publicados por Centeno Graü (1969).

Registros parroquiales de defunciones para las parroquias de Lagunillas y San Juan de Lagunillas (1840-1850). Archivo Arquidiocesano

Los datos consultados, reportados mensualmente, no muestran variaciones importantes para la década en cuestión. Cabe señalar que en estos registros (elaborados por los sacerdotes de las parroquias) se señalan explícitamente las muertes no naturales (por ejemplo ahogados, muertos en algún tipo de accidentes) sin que existan referencias a hechos como el investigado. Esto no concuerda en absoluto con la información de Centeno (1969) donde se menciona que muchas personas murieron de hambre y sed y que se perdieron casas y caneyes.

Memorias de Gobierno de Juan de Dios Picón, Gobernador de la Provincia de Mérida para la fecha. Sala Tulio Febres Cordero. Biblioteca Nacional

En estas memorias (presentadas anualmente) se evalúa la situación de diferentes elementos relacionados con actividad de gobierno y se presentan proyectos de obras. Entre estos aspectos aparecen: educación, salud orden público y rentas, las principales características en las cuales se centró la búsqueda fue en lo referente a vías de comunicación, tema al que más atención se le dedica en esos documentos. Por señalar un ejemplo, para el año 1845 (la memoria es de noviembre), el gobernador señala la necesidad de mejorar el camino al estado Zulia, que se encuentra en muy mal estado desde el puente Mocotíes hasta Los Cañitos y

así va mencionando el estado de los diferentes caminos. No hay referencia alguna respecto a los daños que deberían haber causado a las vías de comunicación un desastre natural como el investigado, o poblaciones que pudieran haber quedado incomunicadas. La lectura de las Memorias de Gobierno del gobernador Picón da fé de la meticulosidad de este personaje en lo que se refiere a reportar todo lo acaecido en la provincia a su cargo, de tal forma que resulta extraordinariamente extraño que no aparezca reseñado, ni siquiera mencionado, un evento de las características del catalogado por Centeno Graü.

Libro de resguardos (Escribanías). Archivo General del Estado Mérida

Para la década de 1840 grandes sectores del área de estudio forman parte de los resguardos indígenas de Lagunillas y San Juan, por lo que era factible que el hecho investigado o alguna de sus consecuencias hubiera sido registrada en estos libros. No se encontraron evidencias al respecto.

Asuntos diversos (Escribanías).

Archivo General del Estado Mérida

Son documentos sobre temas varios. Se revisaron los correspondientes a la década de 1840 sin encontrar información relativa a un evento como el estudiado aquí.

Gobernación de la Provincia de Mérida. Archivo General del Estado Mérida

Incluye decretos, circulares, correspondencia, memorias y resoluciones. Se revisó el período correspondiente a la misma década sin encontrar información relacionada.

Diputación provincial. Archivo General del Estado Mérida

Es el equivalente al anterior pero con documentos elaborados por lo que sería hoy en día equivalente a la Asamblea Legislativa. Entre los problemas analizados aquí, el estado de los caminos es uno de los prioritarios, y se encuentra mucha información al respecto. Se revisó la misma década sin obtener resultados.

Concejo municipal

Para 1845 Lagunillas y San Juan pertenecían políticamente a Ejido, por lo que se intentó revisar los libros de actas del concejo municipal de esa ciudad. Se esperaba que, en caso de ser cierta la información de Centeno (1969), al menos en algún acta de la época se encontrara alguna mención al respecto. Esto no pudo realizarse, pues debido a una inundación reciente en el archivo de la alcaldía los documentos fueron arrumados en cajas y el material está desorganizado, sin que hasta el momento esté a disposición del público. Sin embargo, conocedores de la materia que han revisado las actas no recuerdan ningún dato que se pudiera asociar con el hecho en estudio.

Hay dos autores que investigaron y escribieron mucho sobre desastres na-

turales en los Andes venezolanos: Lares (1994) y Febres Cordero (1931).

El primero, en su obra *Volvamos al hogar* de 1894, escrita justo después del terremoto, presenta lo que sería un primer catálogo sísmico para los Andes venezolanos, elaborado con base en información recopilada por el autor. Por lo que parece, es la fuente de los catálogos posteriores, el de Febres Cordero (1931), por ejemplo. Resulta extraño que no hubiera obtenido información sobre el hecho estudiado, si este hubiera ocurrido realmente y con la magnitud que describe el trabajo de Centeno. En su catálogo (“*nómina*” lo llama él), después de mencionar el sismo de Santo Domingo (estado Mérida) en 1834 salta al de Lobatera en 1849. La descripción de los terremotos de 1875 –que se sintió fuerte en Mérida– y de 1894, los cuales presencié, es bastante detallada. Para este último por ejemplo describe *una densa capa de polvo que subió por la cuenca del Chama, pasando sobre Mérida y abarcando una extensión de más de 20 leguas*, que señala él, fue producida por una serie de movimientos de masa que colapsaron cerros y alcanzaron grandes extensiones. Muchos de estos desplazamientos ocurrieron, precisamente, en el área que se investiga en este trabajo.

Tulio Febres Cordero por su lado (1931) aparte de su catálogo o *Cronición sísmico de los Andes venezolanos*, escribió sobre muchos eventos interesantes y poco documentados, entre ellos los *hundimientos* en Jají en diferentes períodos históricos, y sobre las mudanzas de Acequias producto de la inesta-

bilidad de los terrenos (Laffaille *et al.*, 2002). Ambos escritores, aparte de los documentos históricos en sí, tuvieron la oportunidad de contar con informantes directos, pues los hechos estaban todavía frescos. Sin embargo, no mencionan un evento como lo investigado aquí.

Tradición oral

En la tradición oral de los pobladores del área (Lagunillas-La González) hay relatos sobre fenómenos de algún modo similares al evento investigado. Algunos de estos son asociados con tiempos muy remotos; probablemente como parte de la tradición indígena. Otros se refieren a hechos mucho más recientes y tienen que ver con movimientos de masa que afectaron el cauce del río Chama, de lo cual hay testigos presenciales vivos. El último de estos se podría fechar entre las décadas de 1930 y 1940 (la datación precisa se está investigando). En todo caso ninguno de los entrevistados mencionó sobre algún hecho de este tipo que haya causado pérdida de vidas humanas.

Testimonios orales

Como parte de la investigación realizada se entrevistó a un conjunto de pobladores del área de interés. Se intentaba encontrar elementos de tradición oral o cultural que aportaran alguna información acerca de algún fenómeno que hubiera involucrado el represamiento total o parcial del caudal del río Chama en la zona

de estudio. En este aspecto los resultados fueron positivos, ya que algunos de los entrevistados recordaban relatos de sus padres o abuelos en los que se mencionaba la formación de lagunas en esa zona del río. Dos de estas personas, uno de 104 años de edad y el otro de 96 años, entrevistados de manera independiente en lugares diferentes, tuvieron el raro privilegio de ser testigos de uno de esos acontecimientos. Sus narraciones son extraordinariamente coherentes, tanto en el mecanismo como en el tiempo de ocurrencia y fueron corroboradas por otras personas que aportaron información de tipo referencial muy coincidente con la de estos testigos. Mencionan que entre 1930 y un poco más, quizás unos cuatro o cinco años, una ‘masa enorme’, proveniente de la ladera derecha, se depositó sobre el cauce del río, formando con el paso de los días una laguna que llegó a abarcar desde la laguna de Caparú hasta el puente de La González, pasando por el sitio conocido como Chichuy (Figura 1).

Estos testimonios vivenciales afirman que todo ocurrió sin que hubiera llovido, cuando el caudal del río era muy escaso, y la laguna duro casi dos semanas, hasta que un fuerte aguacero ocasionó la ruptura del tapón y el agua de la laguna se salió del embalse (ola de descarga), arrasando unas fincas, la casa de Rufino Uzcátegui (única vivienda ubicada cerca de la ribera del río en esa época), destruyendo el camino real que iba por la margen izquierda del río y afectando seriamente la hacienda La Providencia. Casi todos los entrevistados coinciden en señalar que, según relatos de la gente

mayor, en ocasión del Gran Terremoto de los Andes de 1894 se produjeron movimientos en la misma ladera, los cuales represaron parcialmente el caudal del río Chama. Algunos de los entrevistados piensan, o escucharon decir, que la laguna de Caparú *cambió* cuando ocurrieron estos sucesos.

Todas las evidencias se orientan a señalar la presencia de un área extremadamente frágil en esta sección del río Chama.

Consideraciones sobre algunos aspectos geomorfológicos

Como parte de las labores de búsqueda de los posibles efectos dejados por el 'supuesto' evento del 19 de febrero de 1845 (Centeno Graü, 1969), cuyos aspectos históricos y las etapas de arqueología de documentos y entrevistas quedaron suficientemente aclarado en los párrafos anteriores, la investigación se orientó a una detallada exploración en esta región de Lagunillas de Urao. Como resultado de ello, y después de haber descartado otras áreas, los esfuerzos se concentraron en la sección del río Chama comprendida entre el poblado de La González y el sitio de Puente Real (Figura 1). Selección esta que quedó reforzada por evidencias testimoniales de posibles represamientos ocurridos en la década de los treinta. Existen en el sector señalado, una serie de indicios, cuyos rasgos topográficos indican una data reciente, relacionados con deslizamientos de diversos tipos, obturación del cauce del río Chama, posible formación de lagunas y posteriores

rupturas con la consecuente 'ola de descarga'. Observaciones llevadas a cabo en estos últimos años, reforzadas por los datos obtenidos en este trabajo, se orientan a considerar el sector ocupado por el deslizamiento La González como de alto potencial a ser afectado por fenómenos como el señalado anteriormente.

De especial interés resulta el análisis de la sección del río Chama comprendida entre el caserío La González-Urbanización Chama-Mérida y el sitio de Puente Real, unos 11km de recorrido lineal. Destacan en esta sección rasgos tan conspicuos como: el deslizamiento La González, el deslizamiento del Cerro Chorote y dos estructuras semi-rectilíneas que sugieren una profunda incisión por parte del río Chama. Otro sector que merece atención es el ubicado entre el río Nuestra Señora y el río La González-quebrada La Sucia, cuyas características merecen atención aparte (Pérez, 1994; Ferrer y Laffaille, 1999; Laffaille *et al.*, 2004; Delgadillo *et al.*, 2004; Ferrer y Laffaille, 2005; este Número).

Los deslizamientos La González y Cerro Chorote

El deslizamiento La González fue originalmente reportado por Tricart y Michele (1965) y posteriormente descrito y cartografiado por Ferrer (1991; 1995), el cual estimó un volumen $20 \times 10^6 \text{m}^3$. Este gran movimiento de masa puede ser clasificado como un deslizamiento rotacional relacionado con detritos (debris landslide). Donde grandes bloques rotados, además de conservar su topografía inicial, han sido sitios propicios para el entrapa-

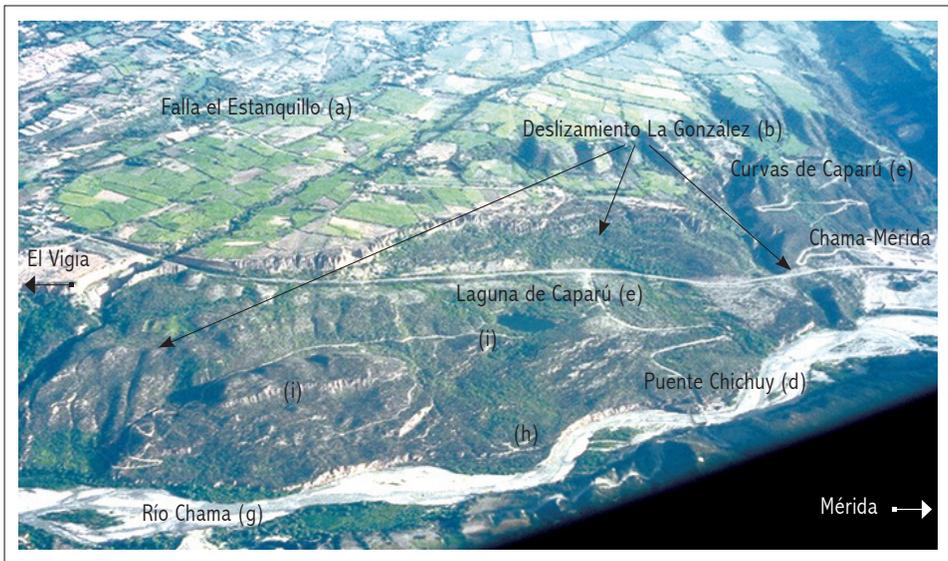


Figura 2. Vista aérea del deslizamiento La González (el norte se localiza al tope de la fotografía). Destacan la extensa corona como área de despegue de este gran movimiento de masa y la traza dejada por la falla EL Estanquillo (a y b). Bloques rotados pueden ser observados en el primer plano (i). La carretera Mérida - Panamericana deja ver su trazo, así como las llamadas 'curvas de Caparú' de la antigua carretera Trasandina (1925) (e). El sector ocupado por la laguna Caparú (c) se destaca al centro; es notorio la corona y masa desplazada (flujo deslizamiento) que, aparentemente, produjo la obturación ocurrida a principios de la década de los treinta. En la masa se localiza la 'laguna negra', alimentada por trasvases provenientes de la laguna Caparú y caracterizada por altas concentraciones de sales disueltas (h) en sus aguas. A la derecha de la fotografía se ubica el puente Chichuy (d). (Imagen tomada desde helicóptero por C. Ferrer, 1997)

miento del agua subsuperficial. Los flujos subterráneos adquieren volúmenes apreciables y son responsables de la intensa tubificación que se observa en toda el área ocupada por este deslizamiento. El agua, salobre, tiene su origen en los macizos montañosos situados al norte y gran parte de su caudal transita a lo largo de la quebrada El Estanquillo. Curso de agua controlado, a su vez, por la falla El Estanquillo (Ferrer, 1991; 1995), (Figura 2).

No obstante que no se cuenta con un fechamiento preciso de este movimiento,

tradiciones orales provenientes de diversas fuentes, parecen indicar que el fenómeno se produjo poco (?) antes de la llegada de los conquistadores; no hay nada preciso en cuanto a su edad. El buen grado de preservación de los rasgos del deslizamiento, puede ser indicativo de lo reciente del movimiento.

Varios aspectos señalan el área como propensa a ser afectada por deslizamientos rotacionales como el descrito; entre ellos se pueden destacar:

- i) Cercanía a fallas sísmicamente activas; tratase de las dos fallas, maestras correspondiente a la falla de Boconó que alcanza aquí un ancho de 4.4 km. La ya mencionada falla El Estanquillo de apenas 4.4 km de longitud y de rumbo N20°E, la cual corta casi perpendicularmente el deslizamiento La González (Figura 2). Podría discutirse si una estructura de tan corto recorrido pudiera acumular suficiente energía como para generar tan colosal colapso. Es importante puntualizar que factores tan importantes como las condiciones de sitio y la actividad sísmica de otras fallas ubicadas en su cercanía, pueden haber jugado un papel clave. Como ejemplo se puede señalar que en el año 2003 ocurrió un sismo de magnitud 4.3 a 1-1.5 km al NE de la masa deslizada.
- ii) Este deslizamiento se ubica en la sección terminal de un complejo sistema de abanicos aluviales, cuyos sedimentos fueron cortados profundamente por el río Chama; esta acción generó un talud de alturas entre 200 y 250 m, con la consecuente falta de confinamiento y el efecto de 'borde libre'.
- iii) Presencia de un espeso material granular. El grosor o la potencia de estos sedimentos, depositados vía 'flujos de detritos' o en forma de 'torrentes de detritos', tal y como puede ser deducido a partir del análisis de litofacies, alcanzan no menos de 180 m. La litología predominante en los fragmentos señalan a la quebrada La Sucia como responsable de la mayor parte de los aportes (Ferrer y Laffaille, 2005; este Número). Los contactos con la roca infrayacente, altamente fracturada, son muy irregulares; grandes bloques (diámetros de 2-3 m) rodeado de una matriz fina (matriz supported) predominan en aquellas facies controladas por flujos de detritos. Es notorio un gran bloque, localizado muy cerca del puente Chichuy y constituido de limolita y areniscas muy finas, que preservaron su estructura original y experimentaron pocos cambios en la fase de transporte: ello es indicativo de estos mecanismos visco-plásticos de los flujos que dieron origen a una parte de estos materiales.
- iv) La activa circulación del agua subterránea, favorecida por un pronunciado gradiente hidráulico, ha debilitado los enlaces intergranulares vía lavado de finos. Este proceso, conocido como tubificación, ha jugado un rol fundamental tanto en las etapas previas como en la evolución posterior del deslizamiento La González.
- v) El ya mencionado contacto irregular de la masa deslizada con un material, infrayacente, cuyas características son muy similares a una 'brecha de falla'. Roca muy deformada y fracturada, cuya repuesta se asemeja más a un suelo, probablemente originada como consecuencia del mismo movimiento. Se trata de un material altamente impermeable, de textura arcillo limosa, proveniente de los esquistos y en menor medida con las cuarcitas de la Asociación Tostós (Paleozoico superior), que genera en el



Figura 3. El material que infrayace al deslizamiento La González, visto aquí desde el puente Chichuy (dirección de la fotografía: N80°O), se presenta con características muy semejantes a una 'brecha de falla'. En vista que este material, de textura claramente 'cataclástica', sólo aflora en esta sección, se plantea que su origen pudo haber radicado en las deformaciones y fricciones generadas por la masa deslizada. En el plano inferior, el río Chama

contacto con la columna de sedimentos una superficie altamente favorable al corte (Figuras 3 y 4).

Rasgos topográficos tales como: lomos basculados y alineados en una misma dirección, son claras evidencias que este deslizamiento La González pudo haber ocurrido en un solo evento y que estrictamente, asumiendo su origen cosísmico, no requirió de magnitudes necesariamente muy altas.

A unos 3.5 km aguas abajo de este gran movimiento de masa, se localiza el deslizamiento del Cerro Chorote. Descri-

to originalmente por Ferrer (1993; 1995), el cual lo definió como un deslizamiento de roca (rock slide), cuya área de despeque se ubica al sur y al cual le atribuyó un origen cosísmico. La masa deslizada, un bloque de aproximadamente 800 m de largo por unos 350 m (promedio) de ancho, luce espectacular al poner en contacto rocas altamente fracturadas/deformadas correspondiente a la Asociación Sierra Nevada (Precámbrico superior) con sedimentos de abanicos reciente; se trata de un clásico ejemplo de inversión estratigráfica (Figura 5).



Figura 4. Detalles de esta brecha. Las rocas originales, que pueden ser reconocidas por la presencia de litorelictos, provienen de los esquistos, en menor medida las cuarcitas, de la Asociación Tostós (Paleozoico superior). La presencia de este material infrayacente al deslizamiento La González, de características altamente impermeables, debió jugar un papel clave en la evolución de este gran movimiento de masa

El relleno casi completo de la corona original, vía flujos de detritos, la erosión intensa sufrida por el bloque deslizado, del cual queda un modesto relicto, descartan por su antigüedad (?) el deslizamiento del Cerro Chorote como responsable de los represamientos analizados en este trabajo y que se detallan a continuación.

A muy poca distancia del cerro Chorote, 200-300 m, se sitúan dos escarpas que a manera de alineamientos, paralelos al río Chama, se pudiera suponer que su origen sea estructural. Cartografiadas originalmente por Ferrer (1995) se expresan en la topografía por un par de cortes

nítidos, paralelos entre sí, que disectan una secuencia de abanicos de detritos. El primero de ellos, el más conspicuo y el menos conservado, alcanza una altura entre 7 y 12 m; el segundo, de rasgos más frescos, no sobrepasa los 5-6 m. Al descartar un posible origen tectónico, estas formas de relieve pueden ser atribuidos a la acción del río Chama (Figura 5).

Dinámica geomórfica post-deslizamiento que puede estar ocurriendo en el deslizamiento La González?

El deslizamiento La González, por los volúmenes involucrados y por su características interna (Ferrer, 1991) puede

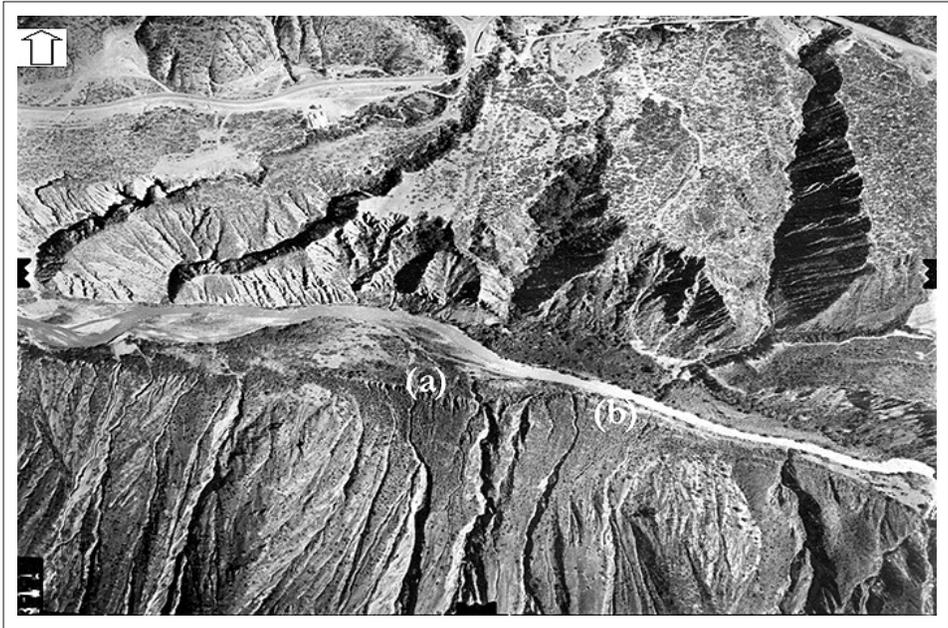


Figura 5. Dos paleocauces ubicados a cotas diferentes del río Chama destacan entre el cerro Chorote (derecha) y Puente Real (izquierda). El primero de ellos alcanza una altura de 7 - 12m (a); el segundo más modesto, 5 -6m de alto (b). Ambos cortan abanicos de detritos muy recientes y debido a los rasgos nitido, dejado sobre estos materiales por la erosión de río Chama, se podría asumir que son vestigios de 'paleocrecidas'. Sobre los puntos señalados con las letras (a) y (b) se realizaron mediciones con la idea de tener una estimación de 'caudales máximos' (Explicaciones en el texto) (Misión 010472; agosto, 1976; vista 0.61)

considerarse que alcanzó su ángulo de reposo, no obstante es necesario prestar atención a la evolución de la masa deslizada. En este sentido resulta preocupante la actividad observada en dos áreas específicas: i) el sector ocupado por la laguna de Caparú y ii) analizar el comportamiento del Puente Chichuy.

i) La laguna de Caparú

Se trata de una depresión asociada con uno de los bloques rotados en la masa deslizada. La laguna alcanza unos 110 m

de largo por 35-40 m de ancho, su superficie, muy mermada en la década de los sesenta, recibió caudales adicionales debido a las obras hidráulicas realizadas en la carretera Mérida-Panamericana. Un análisis muy preliminar de las condiciones geomorfológicas del flanco suroeste de esta laguna, dan indicios de claras evidencias de inestabilidad y de importantes (?) volúmenes de agua trasvasada, vía subterránea, en dirección al río Chama. La presencia en la sección inferior de la laguna Negra, pequeño cuerpo de

agua situada en la ribera derecha del río Chama y a unos 90 m al sur de la laguna de Caparú, así lo demuestra (Figura 2).

Son notables la presencia de rasgos tales como: coronas escalonadas, hundimientos, valles ciegos, puentes naturales, cavernas y depresiones, entre otras formas, originadas y notablemente aceleradas por la intensa tubificación. Notorios son los desplazamientos y deformaciones de masas de terreno que bordean la laguna de Caparú y que se mueven en dirección al río Chama, obligándolo a recostarse a su ribera izquierda y dando origen a extensos y dinámicos bancos. Las probabilidades que en este sitio se haya originado el represamiento, reportado por testigos, de la década de los treinta, son muy altas.

Es importante puntualizar aquí las observaciones realizadas sobre las fluctuaciones del nivel de la laguna de Caparú. A partir de las lluvias 'anómalas' que han caído desde el año 2001 se han venido observando evidencias de lo que parece un incremento de las tasas de infiltración lo que ha debilitado el flanco sur de la depresión ocupada por este cuerpo de agua. Estas condiciones determinan que este sector sea extremadamente frágil con alto potencial de generar un extenso colapso con el consecuente peligro de represamiento del río Chama. Ello puede ocurrir bajo un escenario sísmico o como consecuencia de precipitaciones excesivas.

ii) El puente Chichuy

A unos 95-100 m aguas arriba del sitio descrito se ubica el puente Chichuy; estructura esta que une la carretera Mérida-

Panamericana con los pueblos del sur a través del paso del río Chama, y cuya deformación progresiva se ha venido acelerando por efecto de un deslizamiento y la tubificación (Figura 6).

Mediciones de dirección y velocidad realizadas en el estribo derecho y durante un período de dos (2) años (septiembre 2001-mayo 2003), han arrojado tasas (promedio) de 0.15 mm/mensual, con 'picos' de 0.25 y hasta 0.50 mm/mensual en épocas de lluvias. Medidas tomadas a partir de fracturas en el estribo derecho, la plataforma, y defensas del puente y cuyos resultados serán publicados posteriormente.

Como un deslizamiento en sus 'etapas iniciales' puede ser definido el proceso que está afectando todo este sector; el puente Chichuy en particular. Patrones de fracturas, densos y cuyas orientaciones preferentes varían de NE-NNE, pueden ser fácilmente observados en fotografías aéreas y perfectamente verificables en campo. Otro tanto sucede con una serie de coronas y grietas de corte, cuyos orígenes están íntimamente relacionados con procesos de tubificación. La acción del subdrenaje genera importantes empujes hacia el río Chama provocando planos de ruptura que a manera de bloques individuales se desplazan en dirección preferentemente SSE (Figura 6).

He aquí otro elemento adicional para alertar sobre las condiciones altamente delicadas en esta sección del río.

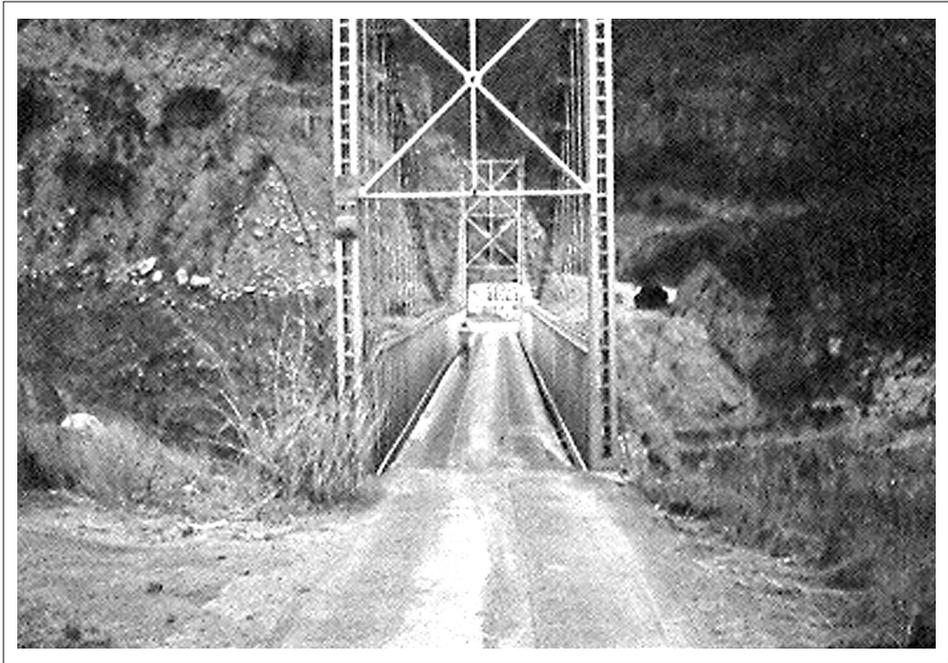


Figura 6. Vista del puente Chichuy desde el estribo derecho; esta obra es de vital importancia para el acceso a los pueblos del sur del estado. Esta estructura constituye, desafortunadamente, un magnífico marcador de deformación. Este puente fue refaccionado en el transcurso del año 2003; ello impidió continuar con las mediciones. Las tasas se incrementaban en épocas de lluvias, duplicando y triplicando la velocidad de desplazamiento. El origen de esta deformación, la cual está colapsando el puente, proviene de un deslizamiento incipiente ubicado al noroeste, unos 250 - 300m en la vía de acceso a la estructura. Este movimiento de masa se activó por acción del subdrenaje (tubificación) y se ha venido despegando a modo de 'tajadas'. (Dirección de la fotografía: SSE)

¿Relictos de paleoocrecidas en el río Chama? ¿Qué tan ciertas pueden ser estas evidencias? ¿Es posible asignarles eventos específicos?

Las dos profundas incisiones realizadas por el río Chama y que cortó una secuencia de abanicos de detritos, llegan a alcanzar una extensión de 1,3k m. Al descartar que el origen de estas escarpas sea tectónico habrá, necesariamente, que buscar una hipótesis alternativa: ¿cau-

dales extraordinarios del río Chama? (Figura 5).

Delgadillo *et al.* (2004) al analizar los caudales máximos probables del río Chama, sin considerar aportes de sedimentos, antes de la confluencia con el río La González-quebrada La Sucia (unos 7,5 km aguas arriba del sitio analizado) y para períodos de retorno de 100 y 200 años estimaron: $Q_{100} = 1179 \text{ m}^3/\text{s}$ y $Q_{200} = 1295,1 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente. Caudal este

que alcanzaría un valor de Q_{100} , después de la desembocadura en el Chama del río La González y la quebrada La Sucia, igual a valores de 1.648 m³/s. Gasto este que podría ser estimado en 1.700-1.800 m³/s, después de la confluencia con la quebrada La Murachí; curso este situado inmediatamente aguas arriba de los rasgos lineales analizados. No hay evidencias que permitan sospechar que esta quebrada, La Murachí, haya sido responsable de algún represamiento reciente en este sitio. El cerro Chorote debe ser, también, descartado.

Con todas las limitaciones que implica la carencia de mapas topográficos con suficiente nivel de detalle y las serias dificultades referidas al acceso de este sector del río Chama; se midieron dos secciones de lo que sin duda alguna son restos de paleocauces. El primero de ellos localizado a 675-700 m aguas arriba de Puente Real, el segundo a 90-120 m de la hacienda Chorote, correspondiente a los rasgos de mayor y menor extensión, respectivamente. Para el paleocauce de mayor tamaño se tomaron puntos separados entre sí de 60-80 m, estimándose un ancho de 155-170 m y alturas de 15-20 m; el de menor tamaño, la separación de los puntos de control fue de 35 m y las estimaciones fueron 70-80 m (ancho) y 12-14 m (altura). Con estos valores, los cuales deben ser necesariamente considerados conservadores, los caudales máximos que podrían acomodar una 'crecida excepcional' fueron:

Paleocauce mayor: 4.203,7-8.966,68 m³/s
Paleocauce menor: 2.325-3.400 m³/s

Resultaría muy aventurado asignar el origen de estos relieves a algún evento en particular, no obstante que dos aspectos pudiesen llamar la atención: el 'corte' nítido de la secuencia de abanicos de detritos de Puente Real, y por otra parte hay que puntualizar que estos valores duplican las estimaciones de caudales para períodos de retorno de 100 años, al referenciarlos al paleocauce mejor. Las evidencias históricas, especialmente los detalles obtenidos de los testigos presenciales, parecen señalar como sitio probable de represamiento el sector ocupado por la hacienda La Providencia (ribera izquierda del río Chama: sección correspondiente a la laguna Caparú), de allí que la ola de descarga generada por la ruptura de la presa natural pudo haber sido responsable de la construcción del cauce de menor tamaño. Aguas arriba de la sección considerada no han sido encontradas, hasta ahora, evidencias que indiquen un evento mayor de obturación del cauce del río Chama, que podría ayudar a dar una explicación parcial a una posible crecida cuyos valores se pudiesen aproximar a un caudal de la magnitud del estimado.

Este es un punto que necesariamente habrá que retomar en el futuro, en especial por la concentración de población e instalaciones vitales, aguas abajo del segmento fluvial analizado.

Discusión y conclusiones

Los resultados del estudio ahora presentado se orientan en dos sentidos: el pri-

mero de ellos se refiere al interés por examinar eventos particulares reportados principalmente en catálogos; como aspecto colateral de lo expresado, la necesidad de examinar una de las amenazas más perniciosas como son los procesos relacionados con los represamientos naturales. En esta región semi-árida de Lagunillas de Urao parece constituir un laboratorio natural para el estudio y monitoreo de procesos de este tipo (Ferrer y Laffaille, 2005; este Número).

En las etapas iniciales de este proyecto, cuyo interés fundamental se orientaba a corroborar la afirmación de Centeno Graü (1969), repetida posteriormente en otros catálogos, de un suceso acaecido el 19 de febrero de 1845 *en el valle de Lagunillas*. En este sentido se evaluó la posibilidad que un fenómeno con las características del descrito, fuese referenciado a otra localidad. Localidad esta que pudiese corresponder bien al estado Táchira o de la zona fronteriza con la vecina Colombia, cuyo nombre coincidiese con Lagunillas. Estas labores de búsqueda no arrojaron resultados positivos. Por otro lado, es relativamente notorio, luego de revisar la información de la zona en estudio, que la reseña de Centeno Graü no se ajusta muy bien ni a la toponimia ni a las características geográficas del área en cuestión; en este sentido bien vale la pena puntualizar estos aspectos: i) En Mérida nunca se ha usado el nombre de Valle de Lagunillas; de hecho no existe realmente un 'valle de Lagunillas'. ii) Tampoco existe un 'llano' de Lagunillas. El Llano de La Alegría, al cual pudiera haberse referido la información

analizada, se encuentra sobre un abanico terraza muy por encima del río Chama, en las cercanías del pueblo de Lagunillas de Urao. De haber sido arrasado por una 'ola de lodo' en 1845 existirían evidencias geomorfológicas. iii) Para que una 'ola de lodo' afectara a este 'llano' tendría que provenir de los macizos montañosos que están detrás del pueblo de Lagunillas (al norte y al oeste) afectando a éste en primer lugar. iv) "*No podían pasar de un lado a otro...*". "*Muchos perecieron de hambre y sed*"... Este comentario no se corresponde con la zona estudiada ya que el área de Lagunillas-La González está rodeada de caminos que van en todas direcciones y que llevan a caseríos y pueblos cercanos; un aislamiento tan extremo no parece factible. En particular, Lagunillas de Mérida, siempre ha estado en pleno centro de los circuitos económicos de la región y un hecho como el estudiado seguramente hubiera trascendido.

Ante la imposibilidad de corroborar la información de Centeno Graü, y con la convicción de que el relato no es coherente con las características geográficas del sector de Lagunillas de Mérida, se amplió el área a investigar. Finalmente, recordando que uno de los glaciares del volcán Nevado del Ruiz (Tolima, Colombia) lleva el nombre de Lagunillas, se investigó si también habría un río con ese nombre que pudiera dar nombre a un valle, y si había algún desastre natural asociado con él. Esta vez el resultado fue positivo y se obtuvo información sobre un *alud de lodo y piedras* proveniente del Nevado del Ruiz que destruyó dos caseríos (Tasajeras y San Lorenzo)

ubicados en Llano del Lagunilla a orillas de dicho río, causando la muerte a unas mil personas. Ese desastre natural, causado por la actividad del volcán ocurrió el 19 de febrero de 1845; la misma fecha que aparece en el relato de Centeno Graü. Esto sucedió muy cerca de donde luego fue construido y, posteriormente, también destruido en 1985 el pueblo de Armero.

Lo mencionado en las páginas anteriores conduce a la conclusión de que el evento descrito por Centeno en su catálogo (1969) se corresponde con el *lahar*, el cual se relaciona con un flujo de detritos en áreas volcánicas, ocurrido en el valle del río Lagunillas, Tolima, Colombia y no con un hecho ocurrido en tierra venezolana.

Los resultados de este trabajo ponen de manifiesto la necesidad de cuantificar y validar los datos reportados tanto en los catálogos sísmicos aceptados para Venezuela, como en documentos de carácter histórico que realicen inventarios de otras amenazas naturales tales como movimientos de masa, eventos hidrometeorológicos, ambientales o combinaciones de diferentes fenómenos naturales. Probablemente la metodología pertinente pase por conformar grupos multidisciplinarios que enfoquen la búsqueda de información por regiones orientada a formar parte de un gran inventario de carácter nacional (Cano y Rodríguez, 2002; 2004).

Por otro lado, la discusión y valoración de las evidencias históricas y el contraste con rasgos geomórficos que pueden ser fácilmente detectados en campo o en

fotografías aéreas, junto con la evaluación de los antecedentes testimoniales y el análisis de la situación actual permiten señalar las condiciones más frágiles del sitio ocupado por la laguna Caparú, bien sea este un escenario de altas precipitaciones o por efectos cosísmicos.

En este sentido, es oportuno señalar las claras evidencias de reactivación de las condiciones de inestabilidad de la ladera, por efecto de un incremento del nivel de la laguna de Caparú, a raíz de un excepcional período de lluvias ocurrida durante los años 2001-2002, así como la cercanía (menos de 3 km en dirección norte) del epicentro de un sismo (Magnitud 4.3) ocurrido el año 2003. En este contexto se puede temer una repetición del fenómeno de represamiento del caudaloso río Chama en este lugar y el colapso posterior del sitio de obturación, lo que traería un fuerte impacto aguas abajo, ya que afectaría el sistema vía Mérida-Panamericana, así como una serie de caseríos, tierras cultivadas y centros de recreación.

Como caso especial, por encontrarse situado muy cerca del área de influencia de la laguna Caparú, lo constituye el 'deslizamiento incipiente' que se encuentra afectando el puente Chichuy. La progresiva deformación de la estructura fue medida a lo largo de dos años y medio (septiembre 2001-mayo 2003), encontrándose una clara correlación entre incremento del nivel de fracturamiento, del estribo derecho, con períodos de abundante precipitación. Estos resultados deben ser necesariamente considerados una 'aproximación', ya que se requieren

mayor número de puntos de control y el establecimiento de una verdadera red de mediciones. No obstante lo afirmado, estas consideraciones son indicativas de las condiciones extremadamente frágiles de esta sección.

Otro tanto sucede con el estudio de los paleocauces situados entre Chorote-Puente Real. La estimación de aquellos caudales que se ajustan a las dimensiones de los dos cauces, deben ser consideradas, además de muy conservadoras, un avance de lo que debería ser un cálculo mucho más exacto. Las estimaciones obtenidas varían de caudales entre 2.325 a 3.400 m³/s; valores estos que duplican los caudales estimados para períodos de retorno de 100 años; y caudales extremos, que después de un cuidadoso análisis (detalles del mismo serán publicados posteriormente), fueron estimados en: 4.203,7 a 8.966.98 m³/s. Volúmenes de agua y sedimentos de estas dimensiones no encuentran otra explicación que el represamiento, y posterior ruptura, a partir de una laguna de obturación ubicada aguas arriba del río Chama. Sólo se cuenta con una referencia histórica, basada en testimonios vivenciales, que relata la formación de una laguna, por obturación el río Chama, en los alrededores de Caparú entre los años 1930-1935. Es probable que la 'ola de descarga', reportada por los testigos, corresponda con el paleocauce menor.

Toda esta región semi-árida, que incluye otros poblados además de Lagunilla de Urao, constituye el área natural de expansión del conglomerado urbano Mérida-Ejido, de allí que las investiga-

ciones que se orienten a definir potenciales amenazas naturales, adquieran especial relevancia. En esta dirección apunta la necesidad de prestarle mayor atención al sector ocupado por la laguna de Caparú y en especial: las condiciones de inestabilidad de su flanco sur. Ello requiere un esfuerzo orientado a: elaborar una cartografía detallada, definir una red, simple, de monitoreo y ensayar con modelos predictivos en varios escenarios. Escenarios estos que deben incluir el impacto de lluvias, tanto 'anómalas' como 'extremas', y, el estudio de las relaciones magnitud – distancia para aquellos movimientos de masa, especialmente flujo y flujos deslizamientos, inducidos por sismicidad. Incrementar el esfuerzo en la búsqueda de mayores y más precisos datos históricos sobre eventos recientes.

En fin, insistir sobre el magnífico papel, que fenómenos de este tipo, tienen como indicadores paleoambientales.

Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial a los historiadores Frank Altuve y Zoraima Guedez López por las oportunas sugerencias referidas a la búsqueda en archivos y detalles de índole histórico que contribuyeron a mejorar los alcances del trabajo. El texto se vio beneficiado por las oportunas sugerencias críticas de: Rogelio Altez, Marbella Dugarte, Alejandro Delgadillo y Daniel Ferrer; un reconocimiento a todos ellos. Testimonios vivenciales, ya que fueron testigos de excepción sobre el evento de represamiento ocurrido a

principios de la década de los treinta, se deben a los señores: Eulogia Dávila; Josefina Rondón; Julio Gutiérrez; Feliciano Osorio (104 años) y Antonio Vera (95 años). Un reconocimiento a todos ellos. A los responsables de la edición de la Revista: Delfina Trinca F., Consuelo Vargas R., Reinaldo Sánchez y a Reina Albornoz, un especial reconocimiento por los esfuerzos orientados a elevar la calidad de esta publicación.

Este proyecto contó con el apoyo financiero de la Fundación para la Prevención de Los Riesgos Sísmicos en el estado Mérida (FUNDAPRIS); un agradecimiento a este organismo que ha contribuido significativamente con investigaciones de este tipo.

Referencias citadas

- AYALA, R.; FERRER, C. y LAFFAILLE, J. 2004. Deslizamiento El Palón: evidencias cosísmicas del alto grado de vulnerabilidad de la cuenca del río Chama. *Memorias del V Congreso Venezolano de Geografía*. 1-14. Mérida-Venezuela (29 noviembre-3 diciembre). (CD-ROM; Trabajo N°8; Tema III: Geomorfología. Amenazas Naturales y Riesgos Ambientales).
- CANO, V. y RODRÍGUEZ, J. A. 2002. Cartografía de riesgos geológicos venezolanos en tiempo histórico vinculados a la sismicidad: una propuesta metodológica. *III Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica-Serie Técnica N°1* (Funvisis). 178-181. Caracas-Venezuela (18 al 20 de julio).
- CANO, V. y RODRÍGUEZ, J. A. 2004. Boletín de Riesgos Geológicos de Venezuela. Una herramienta para la prevención. *Memorias del V Congreso Venezolano de Geografía*. 169. Mérida-Venezuela (29 de noviembre-3 diciembre). (CD-ROM: Trabajo N°3; Carteles: Geomorfología. Amenazas Naturales y Riesgos Ambientales).
- CLUFF, L. y HANSEN, W. 1969. *Seismicity and seismic geology of northwestern Venezuela*. Woodward-Clyde and Associates. Caracas-Venezuela. Informe técnico presentado a la Compañía Shell de Venezuela, 77p. (Inédito).
- DELGADILLO, A.; FERRER, C. y LAFFAILLE, J. 2004. Caserío La González-urbanización Villa Libertad: un estudio de amenazas múltiples y vulnerabilidad en la cuenca media del río Chama (Andes venezolanos). *Memorias del V Congreso Venezolano de Geografía*. 1-13. Mérida-Venezuela (29 noviembre-3 diciembre). (CD-ROM; Trabajo N° 17); Tema III: Geomorfología, amenazas naturales y riesgos ambientales).
- FEBRES CORDERO, T. 1931. **Archivo de Historia y Variedades**. Editores Parra León Hermano, Tomos I y II. Caracas-Venezuela. 398 p.
- FERRER, C. 1990. *Evolución geológica de un abanico aluvial Pleistocénico en los Andes venezolanos*. **Acta Científica Venezolana**. 41 Sup. 1: p.58 (Resumen).
- FERRER, C. 1991a. *Posibles relaciones entre movimientos de masa y fallamiento activo en un segmento de la falla de Boconó*. **Revista Geográfica Venezolana**. 32 (2): 49-88.
- FERRER, C. 1991b. *Condiciones geomorfológicas y neotectónicas de un segmento de la falla de Boconó ubicado entre la ciudad de Mérida-Lagunillas de Urao y La*

- Palmita, estado Mérida*. Guía de la Excursión. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Publicaciones del Post-grado en Ordenación Territorial. Curso de Actualización Profesional: Geomorfología Aplicada y Riesgos Naturales, 26 p.
- FERRER, C. 1991c. *Geomorfología de una secuencia de flujos de detritos en los Andes venezolanos*. **Acta Científica Venezolana**, 42. Sup.1: p 110. (Resumen).
- FERRER, C. 1993. Cerro Chorote: ejemplo de un bloque deslizado en una falla activa de los Andes venezolanos. *IV Encuentro de Geógrafos de América Latina*. 441-453. Mérida-Venezuela. (29 noviembre-3 diciembre).
- FERRER, C. 1995. *Evolución geológica de un segmento de la falla de Boconó durante el Neógeno: implicaciones tectónicas y sedimentológicas del sector Tabay-Estánques (estado Mérida)*. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Universidad de Los Andes Mérida-Venezuela. Mapa Geológico. Escala 1:25.000. (Inédito).
- FERRER, C. 1998. *Evaluación preliminar del deslizamiento "El Palón"; noreste de Tabay, estado Mérida (16, diciembre de 1998)*. Fundación para el Manejo de Emergencias Desastres Naturales y Defensa Civil (FUNDEM) – Fundación para la Prevención de Los Riesgos Sísmicos del Estado Mérida (FUNDAPRIS). Mérida-Venezuela. Informe Técnico. 6 p. (Inédito).
- FERRER, C. 1999. *Represamientos y rupturas de embalses naturales (lagunas de obturación) como efecto cosísmicos: algunos ejemplos en los Andes venezolanos*. **Revista Geográfica Venezolana**. 40 (1): 109-121.
- FERRER, C. y DUGARTE, M. 2004. Carretera Mérida-Panamericana y algunos problemas geomorfológicos: desafíos y perspectivas de un programa estratégico de mantenimiento. *Memorias del V Congreso Venezolano de Geografía*. 61. Mérida-Venezuela (29 de noviembre-3 diciembre). (CD-ROM; Trabajo N° 19: Tema III: Geomorfología. Amenazas Naturales y Riesgos Ambientales).
- FERRER, C.; GIRALDO, C. y SCHUBERT, C. 1992. Guía de la Excursión a lo largo de la Falla de Boconó. *Segundo Simposio de Fallas Activas y Deformaciones Cuaternarias en la cordillera de los Andes*. 1-45. Mérida-Venezuela (20-24 enero).
- FERRER, C. y LAFFAILLE, J. 1998. *El alud sísmico de La Playa: causas y efectos. El terremoto de Bailadores (1610)*. **Revista Geográfica Venezolana**. 39 (1 y 2): 23-86.
- FERRER, C. y LAFFAILLE, J. 1999. Urbanización Chama-Mérida: entre mitos y realidades. Una evaluación de las condiciones sísmicas y geomorfológicas de un Proyecto Urbanístico. *VI Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica*. 32-46. Mérida-Venezuela (12-15 mayo).
- FERRER, C. y LAFFAILLE, J. 2004. *Formación de una laguna de obturación en el río Chama (Andes venezolanos): Posible efecto cosísmico del terremoto del 19 de febrero de 1845*. **Boletín de Historia de las Ciencias en Venezuela**. 94: 77-79.
- FERRER, C. y LAFFAILLE, J. 2005. *Un estudio de amenazas múltiples en la cuenca media del río Chama (Andes centrales*

- venezolanos). **Revista Geográfica Venezolana**. Número Especial.
- GIEGENGACK, R. 1977. Late cenozoic tectonics of the Tabay-Estánques graben, Venezuelan Andes. *V Congreso Geológico Venezolano*. Memorias, Tomo 2: 721-738.
- GIEGENGACK, R. 1984. Late cenozoic environment of the central Venezuelan Andes. En: W.E. Bonini, R.B. Hargraves y R. Shagam (editores), **The Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics**. Geol. Soc. Am. Mem. 162:343-364.
- LAFFAILLE, J.; FERRER, C. y RENGIFO, M. 2002. San Antonio de Mucuy: evidencias históricas de la actividad antrópica como detonante de amenazas naturales. *III Jornadas de Sismología Histórica*. 219-221. Caracas-Venezuela (18-20 julio).
- LAFFAILLE, J.; FERRER, C. y VISCARRET, P. 2004. *Activación del abanico aluvial del zanjón El Paraíso (sección del río Chama) ¿indicador geológico de cambios climáticos o efectos de la intervención antrópica en un proceso natural?* **Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela**. 94: 105-107.
- LADES, J. I. 1994. Volvamos al Hogar. En: Rafael Ramón Castellano (ed). **Vida y Acción de José Ignacio Lares**. 587-597. Edit. Ital Gráfica, S.A. Caracas.
- MILNE, J. 1911. **A catalogue of destructive earthquakes A.D. 7 to A.D. 1899**. British Association for the Advancement of Science. Portsmouth Meeting, London; 94 p.
- MINISTERIO DE ENERGÍA y MINAS. 1981. **Mapa Geológico de la Región de Mérida, Estado Mérida**. Dirección de Geología. Mérida-Venezuela. Escala 1:50.000. Inédito.
- PÉREZ, R. 1994. *Relaciones entre procesos geomorfológicos y precipitaciones máximas extremas en vertientes semiáridas de la cuenca media del río Chama, estado Mérida*. Escuela de Geografía, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Trabajo Especial de Grado, 195 p.(Inédito).
- RENGIFO, M. y LAFFAILLE, J. 2000. *Evaluación del sismo del 28 de abril de 1894*. **Acta Científica Venezolana**. 51: 200-215.
- RODRÍGUEZ, J. A. y AUDEMARD, F. 2003. *Sobrestimaciones y limitaciones en los estudios de sismicidad histórica con base en casos venezolanos*. **Revista Geográfica Venezolana**. 44 (1): 47-75.
- SCHUBERT, C. 1980a. *Late Cenozoic pull-apart basins, Boconó fault zone, Venezuelan Andes*. **Jour. of Structural Geology**. 2: 463-468.
- SCHUBERT, C. 1980b. *Morfología neotectónica de una falla rumbo-deslizante e informe preliminar sobre la falla de Boconó*. **Acta Científica Venezolana**. 31: 98-111.
- SCHUBERT, C. 1982a. *Neotectonics of Boconó fault, western Venezuela*. **Tectonophysics**. 85: 205-220.
- SCHUBERT, C. 1982b. *Cuencas de tracción en los Andes merideños y en las montañas del Caribe, Venezuela*. **Acta Científica Venezolana**. 33: 369-395.
- SCHUBERT, C. 1984. *Basin formation along Boconó-Morón-El Pilar fault system, Venezuela*. **Journal of Geophysical Research**. 89: 5711-5718.
- SINGER, A.; ROJAS, C. y LUGO, M. 1983. **Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. Estado preliminar**. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Caracas-Venezuela. 128p.

TRICART, J. y MICHEL, M. 1965. *Mono-graphie et carte géomorphologique de la région de Lagunillas (Andes vénézuéliennes)*. **Revue de Géomorphologie Dynamique**. XV (1,2, 3): 1-33.

UFORGA-ULA. 1999. *Obras de control de torrentes y estabilización de cárcavas y taludes en el área del conjunto residencial Chama-Mérida, municipio Sucre*. Unidad de Prestación de Servicios y Proyectos Forestales, Geográficos, Agropecuarios y Ambientales. Fac. de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Informe Técnico. 100p. + anexos. (Inédito).