



Volcán Concepción

Mapa de Amenaza Volcánica III



LAHARES

Origen de los lahares. Los lahares son mezclas de detritos rocosos movilizados por agua, que fluyen rápidamente y se originan en las pendientes de los volcanes. Sus propiedades físicas están controladas por el tamaño de los detritos y el contenido de agua. Las velocidades de lahares históricos varían ampliamente debido a diferencias en las dimensiones de los canales, volumen y distribución del tamaño de los detritos. Los lahares del Monte Santa Helena en 1980, tenían velocidades bajas de 1.3 m/s en zonas lejanas y de baja pendiente, pero en las zonas cercanas al volcán con pendientes fuertes llegaban a 40 m/s.

Los lahares incluyen dos tipos de flujos: hiperconcentrados y de escombros. Los flujos hiperconcentrados: son mezclas fluidas de agua y sólidos granulares donde la concentración de partículas sólidas es de 55 a 60% en peso o 35 a 40% en volumen. Los flujos de escombros son mezclas fluidas de agua y sólidos granulares, sumamente viscosas, capaces de transportar partículas del tamaño de la grava y la concentración de partículas sólidas es de 75 a 80% en peso o 55 a 60% en volumen. Un flujo de escombros puede diluirse y transformarse en un flujo hiperconcentrado.

Las áreas de inundación y alcance de un lahar dependen fuertemente de su volumen, tamaño de los detritos, transformaciones durante el flujo y la topografía. Un gran volumen, un alto contenido de arcilla y el confinamiento en un valle angosto favorece el recorrido de grandes distancias; algunos de los lahares históricos han recorrido centenas de kilómetros aguas abajo. Por el contrario, la descarga mayor de lahares con un bajo contenido de arcilla se atenúa rápidamente aguas abajo. Lo mismo ocurre con lahares que se derraman sobre áreas amplias de relieve bajo.

Los lahares pueden ser generados de muchas maneras:

En el caso de lahares primarios (asociados con erupciones)

1. Mezcla de escombros de roca y agua en las laderas de un volcán.
2. Explosiones volcánicas que desagan lagunas cratéricas.
3. Aguaceros torrenciales que mezclan agua con tefra recién depositada u otro material no consolidado.
4. Ocurrencia simultánea de tormentas y columnas eruptivas.
5. Flujos piroclásticos al ingresar a ríos e incorporar agua.

En el caso de lahares secundarios (asociados indirectamente con erupciones)

6. Lluvia de tefra asociada con un incremento en el coeficiente de escorrentía
7. Transformación de avalanchas de escombros saturadas en agua.
8. Destrucción repentina de represas formadas por flujos de lava, avalanchas de escombros, flujos piroclásticos y desbordamiento o derrumbe de bordes cratéricos.
9. Iniciados por sismos.

Efectos de los lahares. Los lahares amenazan vida y propiedades tanto en los volcanes como en los valles que los drenan. Debido a su alta densidad y a su velocidad, los lahares pueden destruir a la vegetación, campos de cultivo y obras de infraestructura, o bien, sepultarlos profundamente y rellenar cauces de río. El aumento en la sedimentación puede afectar la capacidad de navegación de algunos canales.

Debido a que los lahares fluyen por los valles, las áreas de mayor peligro pueden ser identificadas fácilmente. Por ejemplo, los lahares pueden viajar grandes distancias valle abajo a gran velocidad, cubriendo grandes áreas con materiales pesados. Al parecer, los lahares son mucho más peligrosos que los flujos piroclásticos, pues aunque se mueven más lentamente y siguen un camino más predecible, el peligro continúa por varios meses después de la erupción.

Amenaza por lahares en el volcán Concepción. Las zonas más proclives a ser dañadas por la ocurrencia de lahares son: en el norte San Marcos, Concepción y La Flor, mientras que en el sur, es San Juan.

El trabajo de campo realizado permitió observar que no sólo existen depósitos laháricos que forman grandes abanicos aluviales en el rompimiento de la pendiente, sino además, existen lahares que se han movido a lo largo de los cauces de los arroyos y que casi han alcanzado los límites del lago.

La simulación de lahares realizada por el personal del Servicio Geológico de los Estados Unidos permite reconocer diferentes niveles de amenaza de lahar, los cuales se ajustaron de acuerdo con las observaciones de campo.

COLAPSO ESTRUCTURAL

Origen y efectos. El colapso estructural consiste en el desprendimiento súbito de una parte del edificio volcánico debido a factores estructurales. Generalmente ocurre en volcanes con pendientes fuertes, afectados por fallas, con material muy intemperizado o por deformación interna causada por intrusiones.

Las fuentes de peligro pueden ser:

- Sepultamiento
- Formación de flujos laháricos al incorporar agua

El colapso de edificios volcánicos está fuertemente influenciado por los patrones estructurales, particularmente por el campo de esfuerzos existente en la región donde se encuentran los edificios volcánicos. Las zonas más propensas a derrumbarse son aquellas que están en la dirección de la traza horizontal del esfuerzo mínimo.

La formación repentina de caída de rocas, deslizamientos de roca y avalanchas de escombros, constituyen un gran peligro ya que pueden iniciarse repentinamente y tienen una gran movilidad. El colapso gradual de grandes sectores de un volcán es un proceso menos catastrófico, pero con numerosos peligros asociados.

Un colapso estructural da origen a depósitos de avalancha, los peligros o amenazas son:

- Carga
- Alteración de la topografía preexistente
- Formación de flujos si incorpora agua
- Llevan un gran impulso

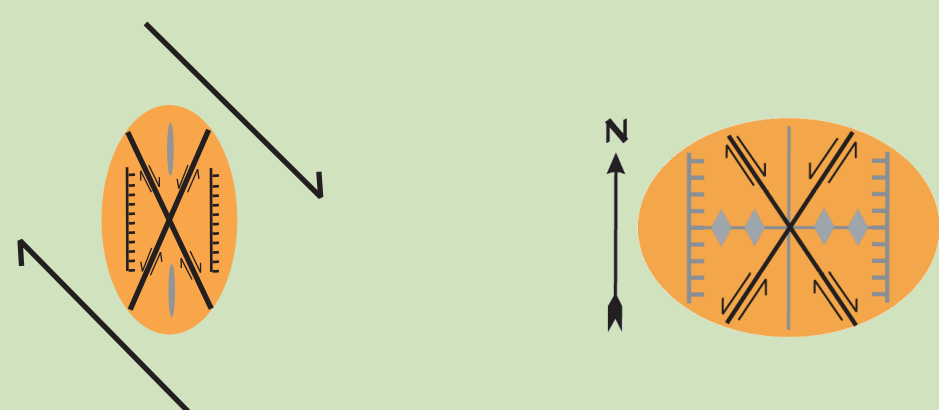
Las avalanchas de escombros volcánicas tienen mayor movilidad que sus equivalentes no volcánicas, es decir, que para un volumen y diferencia de cota dados, las avalanchas de escombros volcánicas viajan más lejos. Avalanchas de escombros conocidas llegan a extenderse hasta 85 km desde su fuente de origen y cubren decenas a más de 1000 km². El impulso adquirido por las avalanchas les permite sobrepasar barreras topográficas de hasta centenares de metros de altura. Adicionalmente, avalanchas de escombros muy grandes (10 km³) parecen ser más móviles que las pequeñas.

Las avalanchas de escombros entierran y destruyen lo que encuentran a su paso y alteran enormemente la topografía. Adicionalmente, pueden generar lahares y crecidas directamente a partir del desagüe de avalanchas de escombros. Estas también pueden represar ríos y formar lagunas, las mismas que pueden drenarse rápidamente y generar de esta manera lahares y crecientes catastróficos.

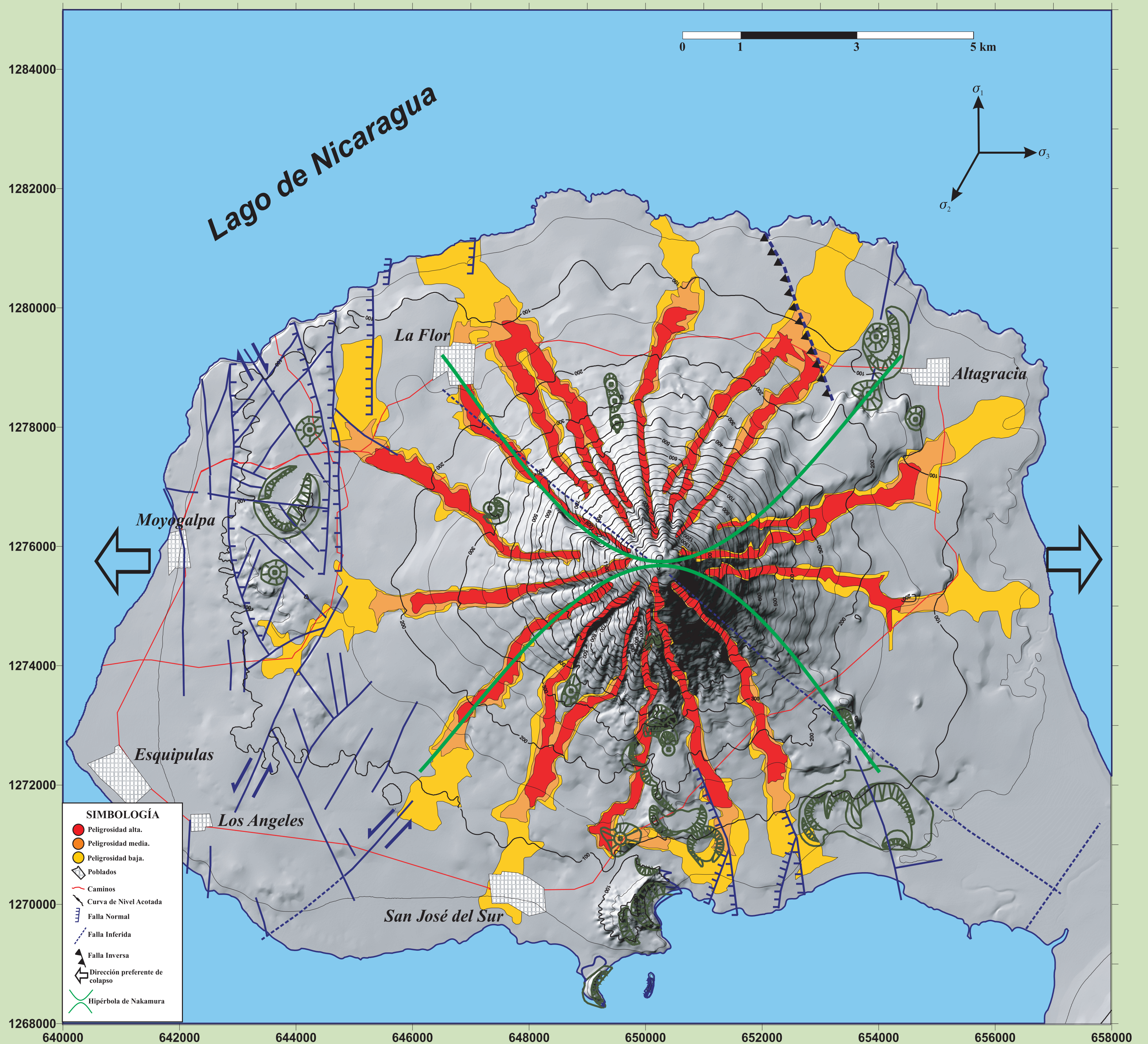
Amenaza por colapso estructural en el volcán Concepción. El volcán Concepción podría sufrir un colapso estructural a partir del sector occidental, según opinión de Benjamin Wyck van de Vries. Su conclusión se deriva de la interpretación de un posible proceso de expansión en el volcán, aunque no se presume la inminencia de este tipo de eventos en el volcán.

No obstante, es posible que en el volcán estén concurriendo en realidad esfuerzos de tipo tectónico que generan un campo de esfuerzos que afecta al volcán, no sólo en su sector occidental, sino además, el oriental debido a que éstas son las direcciones de la traza horizontal del esfuerzo mínimo.

Para la construcción del mapa de amenaza por colapso estructural es necesario conocer la distribución del campo de esfuerzos en el volcán. De acuerdo con estudios previos el campo de esfuerzos y la deformación asociada pueden describirse como sigue:



Las figuras describen, por una parte la elipse de esfuerzos para la época reciente en el oeste de Nicaragua. Esta elipse indica un estado de esfuerzos transtensional. Adicionalmente, la elipse de deformación indica el tipo de deformación asociada a tales esfuerzos. Ambas gráficas apuntan a que el fallamiento normal tiene una orientación norte sur y que la formación de diques y alineamiento de volcanes tendrían una orientación similar. También indican la naturaleza del fallamiento transcurrente de dirección NE (sinistral) y NW (diestro). Finalmente, se indica la dirección de posibles plegamientos sólo con rumbo E-W.



La traza del mínimo esfuerzo (σ_2) está orientada en dirección este-oeste y por ello, esta es la dirección más favorable para el colapso de la estructura (marcada en el mapa con flechas). Factores adicionales que favorecerían el colapso serían sismos tectónicos fuertes o alteración de las rocas por actividad hidrotermal.



Las fotografías muestran fallas normales que afectan a depósitos de pómez dacítica y pliegues de sedimentos lacustres, cerca de la ribera del lago. El fallamiento normal corresponde con el estado de esfuerzos prevalente en la región. El plegamiento sin embargo, no se adapta a este régimen de esfuerzos, por lo que el plegamiento podría ser una consecuencia de la carga litostática sobre los sedimentos al acumularse los productos volcánicos y el crecimiento del edificio.

Tsunamis. Las avalanchas de escombros que ingresan a una masa voluminosa de agua pueden formar olas gigantes conocidas como tsunamis. Los tsunamis son olas, o trenes de onda de

período largo generadas por el desplazamiento súbito de masas de agua. Estas olas atraviesan aguas profundas a gran velocidad en forma de olas anchas y bajas, para luego elevarse considerablemente al acercarse a las playas.

Los tsunamis, también pueden ser originados por sismos volcánicos o volcano-tectónicos, explosiones, colapso o hundimiento, deslizamiento, lahares o flujos piroclásticos que entran en cuerpos de agua.

Afectan sobre todo a las regiones costeras, en donde generan daños debido a su gran velocidad y volumen.

Amenaza por tsunamis en el volcán Concepción. En caso de verificarse un colapso estructural del sector occidental del volcán, una consecuencia importante sería la producción de tsunamis, primeramente en el sector occidental del Lago de Nicaragua (hasta Granada), aunque la reflexión de las ondas podría afectar posteriormente las riberas opuestas del Lago de Nicaragua. Lo mismo puede inferirse en el caso de un colapso del sector oriental.



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó con el apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón y el Gobierno de México hacia el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. El trabajo doctoral del Dr. Benjamin Wyck van de Vries sirvió de base para el análisis de los diferentes escenarios de peligro volcánico y los estudios del personal del Servicio Geológico de los Estados Unidos para el establecimiento de los diferentes escenarios de amenaza de lahar. El Dr. Wilfried Strauch, la Dra. Gracziela Dévoli y el Ing. Richard Wilmer Blanco Leiva del INETER proporcionaron los modelos digitales de elevación. Pedro Pérez auxilió de manera fundamental con su guía y conocimiento de los sitios de afloramientos geológicos clave para reconocer los depósitos del volcán. Finalmente, sin el entusiasmo y apoyo decidido del Ing. Claudio Gutiérrez Huete no hubiera sido posible este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Blong, R.J., 1984, Volcanic Hazards: A source book on the Effects of Eruptions, Academic Press, Orlando, Florida, 424 p.
- Borgia, A., van Wyk de Vries, B., and Baxter, P., 1993, Detailed description of crater, Concepción, Global Volcanism Newsletter, Smithsonian Institute.
- Cruden, A. R., 1998, The structure of southwestern Nicaragua: a preliminary assessment, en: Geoscientific Research in Nicaragua, editado por: S. A. Elming, L. Widenfalk y Dionisio Rodríguez, Lulea University of Technology, Suecia, pp. 131-146.
- Delgado H., A methodology to evaluate sector-collapse-related hazards at volcanoes and assess disaster prevention planning: the case of central Mexico volcanoes. American Geophysical Union Annual Meeting, December 13-17, 1999, pp. F1140-F1141.
- Nakamura, K., 1977, Volcanoes as possible indicators of tectonic stress orientation - principle and proposal, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2, 1-16.
- Pierson, T.C., Janda, R.J.; Thoutet, J.C. y Calvache M.L., 1986, Initiation, bulking, and channel dynamics of catastrophic debris flows on 13 November 1985 at nevado del Ruiz, Colombia, EOS Trans. Am. Geophys. Union, 67, p. 406.
- Siebert, L., 1984, Large volcanic debris avalanches-characteristics of source areas, deposits and associated eruptions, Bull. Volcanol., Geotherm. Res., 22, p. 163-197.
- Tilling, R., y Punongbayan, S., 1993, Los peligros volcánicos, WOVO, 125 p.
- Vallance, J.W., Siebert, L., Rose W.I., Girón, J. and Banks, N.G., 1995, Edifice collapse and related hazards in Guatemala, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 66 (1-4) p. 337-355.
- Weinberg, R. F., 1998, Neotectonic development of western Nicaragua, en: Geoscientific Research in Nicaragua, editado por: S. A. Elming, L. Widenfalk y Dionisio Rodríguez, Lulea University of Technology, Suecia, pp. 147-157.
- Wyck van de Vries, B., 1993, Tectonics and magma evolution of Nicaragua volcanic systems. Unpublished Ph.D. thesis, Department of Earth Sciences, The Open University, U.K., 328 pp.

Elaborado por: H. Delgado Granados, M. Navarro Collado e I. Abimelec Farraz