

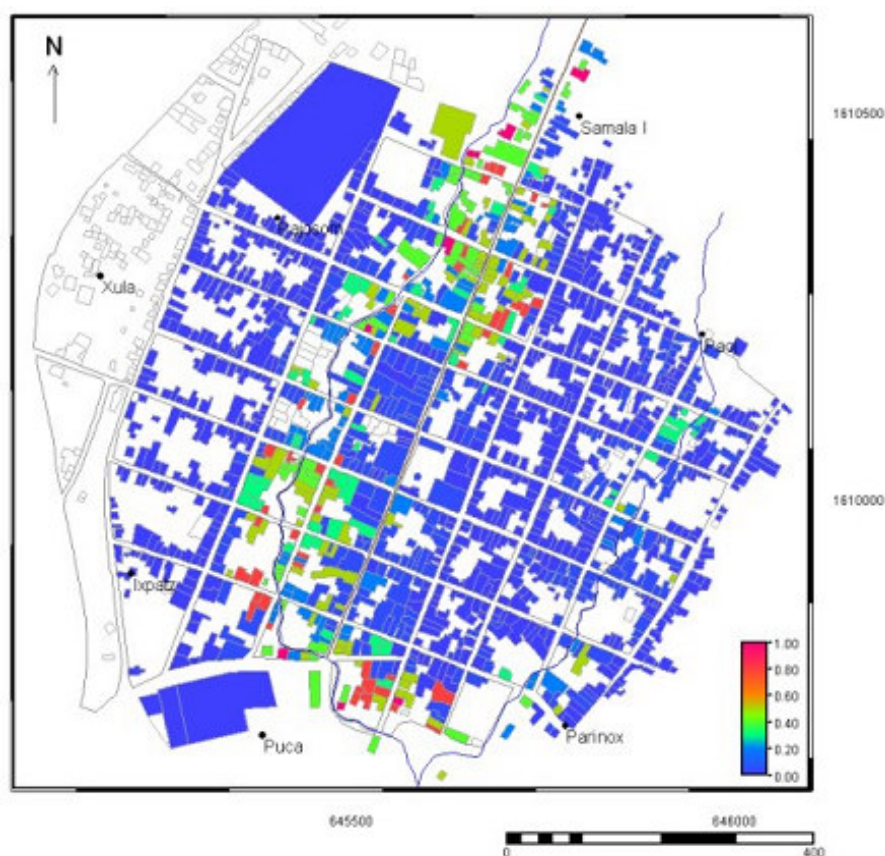


Figura 30. Mapa de Vulnerabilidad de las Construcciones en San Sebastián ante Inundaciones como la de 1998. Los colores azules indican las áreas menos vulnerables mientras que los colores rojos muestran las zonas determinadas como más vulnerables. Tomado de Peters *et. al.*, en prensa.

El mapa resultante se muestra en la Figura 31 y fácilmente se deduce que la vulnerabilidad de los contenidos de las viviendas es mucho más alto y más diseminado que la vulnerabilidad de las propias viviendas, lo cual puede estar influenciado por las clases socio-económicas.

Debido a que no se pudo definir un período de retorno preciso para eventos como el de 1998 no fue posible calcular el riesgo total ante inundaciones de San Sebastián. En su lugar, se calculó la pérdida probable (daños) en las viviendas, contenidos y carreteras para dicho evento. Se obtuvieron algunos datos relacionados al valor comercial de los principales elementos en riesgo y se utilizaron para hacer estimaciones de daños con base a los siguientes pasos:

- ✓ Para los edificios, se multiplicó el Mapa de Vulnerabilidad (Fig. 30) por otro mapa que mostraba el valor comercial de cada parcela,
- ✓ Para contenidos de edificios, se multiplicó el Mapa de Vulnerabilidad de Contenidos de las edificaciones (Fig. 31) por otro mapa que mostraba el valor comercial de los contenidos de cada vivienda.

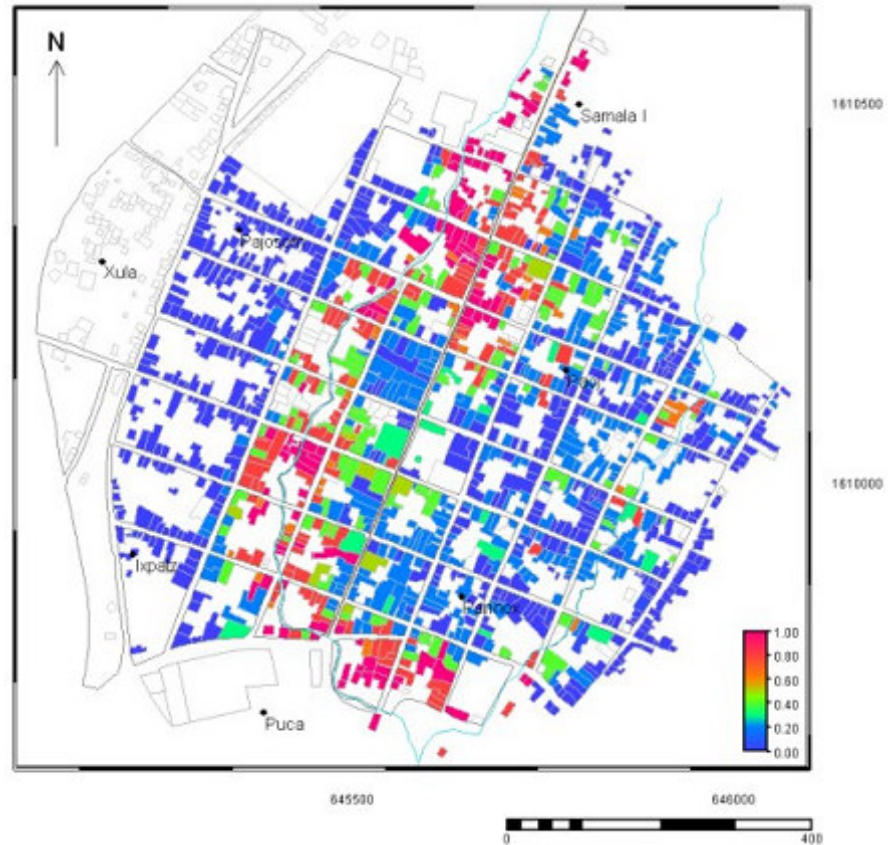


Figura 30. Mapa de Vulnerabilidad de Contenidos de Edificaciones en San Sebastián ante Inundaciones como la de 1998. Colores azules indican áreas de menor vulnerabilidad y colores rojos muestran las zonas más vulnerables. Tomado de Peters *et. al.*, en prensa.

Luego de estos cálculos, se elaboró un Mapa de Pérdidas Totales para toda el área urbana adicionando el daño de los edificios y el de sus contenidos (Figura 32). Los resultados finales muestran que una inundación como la que produjo el Huracán Mitch en San Sebastián puede derivar en pérdidas de hasta 88 mil quetzales por unidad habitacional, principalmente aquellas que están ubicadas en las cercanías de las corrientes de agua y en zonas topográficamente no aptas. Seguramente la combinación de los diferentes daños esperados que se muestran en el Mapa de la Fig. 32 resultaría en pérdidas de varios millones de quetzales.

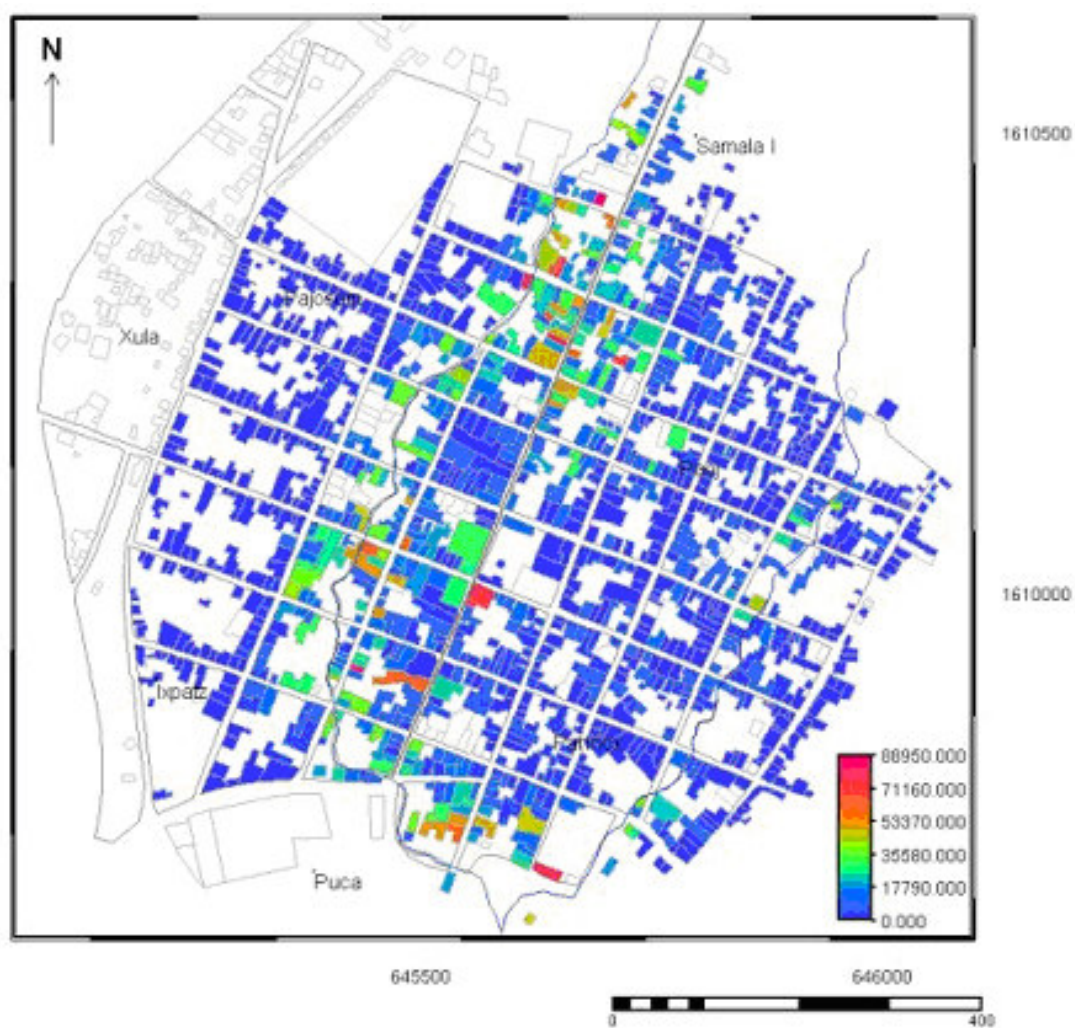


Figura 32. Mapa de Daño Total Esperado de los elementos en riesgo.
Tomado de Peters *et. al.*, en prensa.

6 PREPARACIÓN Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS.

En los últimos años, la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) ha promovido varios proyectos y actividades para fortalecer la organización y capacitación de las comunidades y poblaciones ubicadas en las áreas de riesgo de la cuenca del Río Samalá. Entre los proyectos más importantes se pueden mencionar:

- ✓ **Fortalecimiento de Estructuras Locales para la Mitigación de Desastres (FEMID):** Fue financiado por la Agencia Alemana de Cooperación (GTZ). Se enfocó principalmente en la población de San Sebastián, Retalhuleu aunque también incluyó Instituciones y Organizaciones de la ciudad de Retalhuleu. Su principal objetivo fue identificar grupos ya organizados de ciudadanos para fortalecer sus capacidades en materia de prevención, mitigación y preparación ante desastres incluyendo los conceptos de Gestión Local del Riesgo y Género (Sánchez del Valle, 2002).
- ✓ **Sistema de Alerta Temprana ante Inundaciones (RELSAT):** Prácticamente fue un componente final de FEMID ya que aprovechó la organización y capacitación comunitaria ya realizada para la implementación del Sistema de Alerta. Básicamente, se instalaron puntos de observación en la parte alta de la cuenca (Sigmas 1 al 6 de la Tabla) en donde se monitorea la cantidad de lluvia y el nivel de los ríos. Estas bases son operadas en forma voluntaria por los propios pobladores bajo la consigna de que este servicio social favorece a las comunidades de la parte baja. Los datos del monitoreo son transmitidos a la Base Halcón, en la Base Aérea del Sur, la cual funciona como Centro de Mando y Toma de Decisiones. La comunicación esta ligada entre todas las bases de radio, incluyendo aquellas ubicadas en la parte baja de la cuenca (Sigmas 7 a 13). Cualquier emergencia es atendida por las Coordinadoras Locales (COLRED) coordinadas por las Coordinadoras Municipales (COMRED) o la Departamental (CODRED), lideradas por los Alcaldes Municipales y Gobernador, respectivamente.

Tabla 5. Bases de radio en la Cuenca del Samalá.

6.1.1.1 Base de Radio	Localización
Sigma 1	Finca El Patrocinio, Reu.
Sigma 2	Finca Filadelfia, Reu.
Sigma 3	Finca Santa Marta, Reu.
Sigma 5	Finca La Florida, Reu.
Sigma 6	Finca El Rosario, Quetzaltenango
Sigma 7	San Vicente Boxomá, Santa Cruz Muluá
Sigma 8	La Lolita, Santa Cruz Muluá
Sigma 9	Polígono 8, San Andrés Villa Seca
Sigma 10 y 11	Las Pilas I y II, Retalhuleu

Sigma 12	Aldea El Coco
Sigma 13	Aldea El Chico, Champerico
Base Aurora	Aldea Candelaria
Base Retalhuleu	Base Aérea del Sur (INSIVUMEH)
Base Halcón	Base Aérea del Sur
Base Cantil	Bomberos Voluntarios de Retalhuleu
Base Águila	Municipalidad de San Sebastián
Regional III	Quetzaltenango

Los espacios sombreados indican la existencia de Plan de Emergencia.

Adicionalmente, de acuerdo con la Gerencia de Emergencia de la CONRED, se ha elaborado el Plan de Emergencia Departamental, los Planes Municipales de San Sebastián, San Andrés Villa Seca y San Felipe y los Planes Locales de La Lolita, San Vicente Boxomá, Polígono 7, Línea C-8 del Centro 2 La Máquina, Las Pilas I y II y Nueva Candelaria (ver Fig. 33). Estos Planes de Emergencia son coordinados y puestos en acción por el Gobernador, Alcaldes Municipales y Alcaldes Auxiliares, respectivamente. Incluyen la estructura organizativa de la Coordinadora Departamental, Municipal o Local para la Reducción de Desastres (CODRED, COMRED o COLRED, respectivamente), los recursos disponibles en situaciones de emergencia, Comisiones de Trabajo (Seguridad, Manejo de Albergues, Alimentación, etc.), Mapas de Amenaza, Rutas de Evacuación, etc.

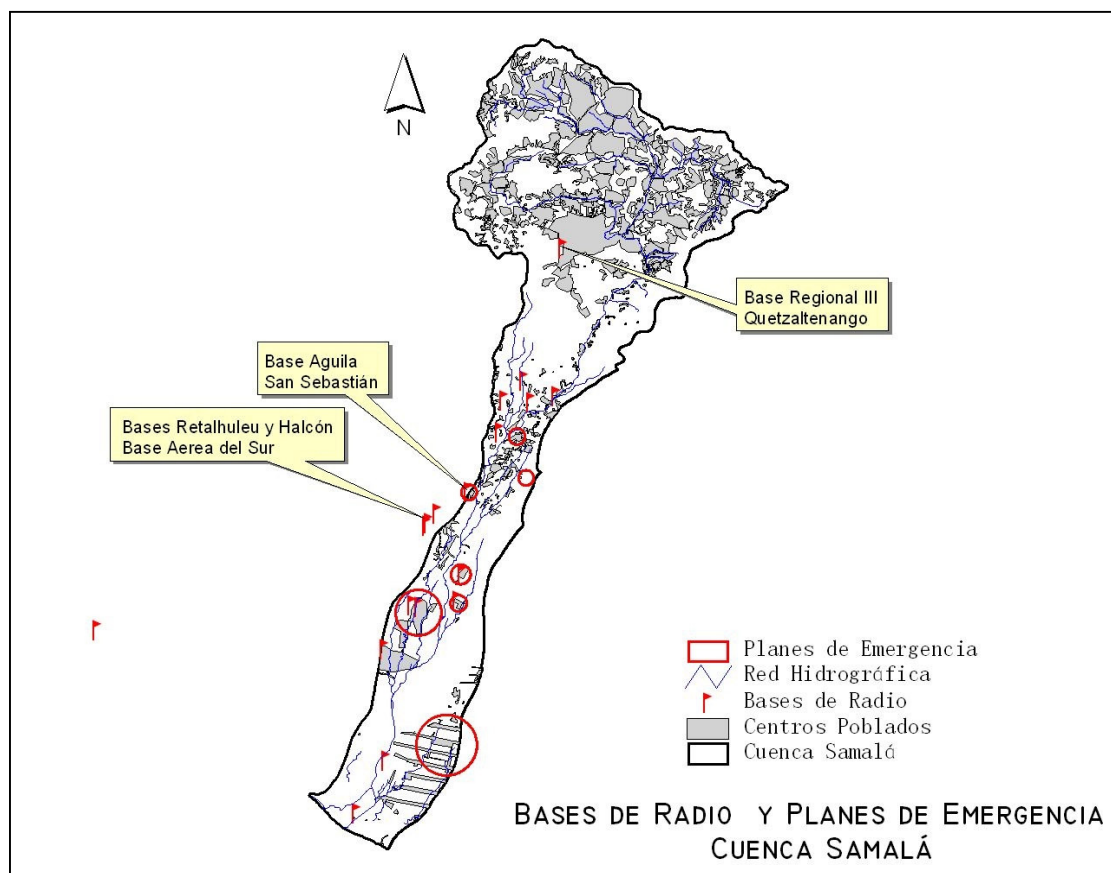


Figura 33. Bases de radio y Planes de Emergencia en la cuenca del río Samalá.
Con información de la Gerencia de Emergencias de CONRED.

7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

En cada uno de los apartados discutidos en el Capítulo 4 (Metodologías y Resultados) se fueron presentando las conclusiones más relevantes obtenidas en los análisis de amenazas y determinación de vulnerabilidad y riesgo.

En forma general, se concluye que la actividad geo-hidrológica de la cuenca del río Samalá gobierna la ocurrencia de diversos escenarios de amenazas ya sea actuando individualmente o en forma compleja (multi-amenaza).

El complejo volcánico Santa María-Santiaguito ha registrado eventos de diferente magnitud, desde la erupción pliniana de 1902, los flujos piroclásticos de 1929 y 1973 y los eventos periódicos menores (flujos de lava, caída de ceniza, etc.). Estos eventos por sí solos constituyen una amenaza directa contra las poblaciones, infraestructura y actividad agrícola en los alrededores. Flujos piroclásticos derivados de columnas eruptivas de hasta 2,500 m de altura podrían afectar más de 40,000 personas en 120 centros poblados. Todo el material volcánico generado constituye una amenaza secundaria como “material fuente” para la generación de Lahares de diferente intensidad.

Durante los meses lluviosos (mayo-octubre) se ‘activan’ las amenazas húmedas por inundación y flujos de lodo. Los ríos Ixpatz y Cachel provocan daños a la población de San Sebastián como los registrados en 1998 durante el Huracán Mitch. Las pérdidas por eventos como este podrían alcanzar hasta los \$10 mil/vivienda y en su conjunto ocasionar daños hasta por varios millones de quetzales. Los Lahares originados en los ríos Nimá I, Nimá II y El Tambor, que luego son encausados al río Samalá, han provocado y seguirán provocando graves daños a las fincas cafetaleras de la región, los centros poblados y la infraestructura vial. La destrucción total de El Palmar en 1984 es una evidencia latente del peligro al que seguirán estando expuestas otras poblaciones como San Felipe, San Sebastián y Retalhuleu.

El nivel de preparación ante emergencias de las comunidades parece estar bastante aceptable. El hecho de que exista un monitoreo constante sobre el régimen lluvioso y el nivel de los ríos en la parte alta de la cuenca (con 6 puntos de observación) en comunicación permanente con las comunidades en riesgo en la parte media-baja, las Instituciones involucradas (Bomberos –Base Cantil, Ejército –Base Halcón y Alcaldes –Base Águila) y con la Base Central en Guatemala facilita la coordinación de actividades antes y durante la emergencia. Muchas de las comunidades en riesgo tienen implementado un Plan de Emergencia el cual es activado cuando las señales de alertamiento son de alto nivel. Muchas de las actividades propias de una emergencia (alertamiento, evacuación, manejo de albergues, etc.) ya han sido probadas durante simulacros y situaciones de la vida real.

8 REFERENCIAS.

- Acajabón Mendoza, A.D., 1973, Estudio hidrológico básico de la cuenca del río Samalá, Tesis, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Adams, M.C., Mink, L.L., Moore, J.N., White, L.D. and Caicedo, A., 1990a, Geochemistry and hydrology of the Zunil geothermal system, Guatemala, Geothermal Resources Council Transactions, vol. 14, part. II, pp. 837-844.
- Adams, A., Goff, F., Trujillo, E., Counce, D., Medina, V., Archuleta, J. and Dennis, B., 1990, Hydrogeochemical investigations in support of well logging operations at the Zunil geothermal field, Guatemala, Geothermal Resources Council Transactions, vol. 14, part. II, pp. 829-835.
- Adams, M.C., Moore, J.N., White L.D. and Mink, L.L., 1992, Fluid recharge of Zunil, Guatemala geothermal system, Geothermal Resources Council Transactions, vol. 16, pp. 113-117.
- Betancourt, H.R., Exploración geotérmica en Guatemala, Instituto Nacional de Electrificación (INDE), Inédito.
- Bethancourt, H.R. and Dominco, E., Characteristics of the Zunil geothermal field (Western Guatemala), Geothermal Resources Council Transactions, vol. 6, pp. 241-244.
- Bonini, W.E., Hargraves, R.B. and Shagam. R. *eds.*, 1984, The Caribbean-South American Plate Boundary and Regional Tectonics, The Geological Society of America, Memoir 162, 421 p.
- Caicedo, A. and Palma, J., Present status of exploration and development of the geothermal resources of Guatemala, Geothermal Resources Council Transactions, vol. 14, part. I, pp. 97-105.
- Conde Carpio, M.V., 2000, Clasificación de Lahares, Volcán de Santiaguito, Reporte Técnico, FEMID/CEPREDENAC, GTZ, 35 p.
- de Joode, A. and van Steijn, H., PROMOTOR-*df*: a GIS-based simulation model for debris-flow hazard prediction, in press.
- Fisher, R.V. and Schmincke, H.U., 1984, Pyroclastic rocks, Ed. Springer-Verlag, Berlin.
- Flynn, T., Goff, F., van Eeckhout, E., Goff, S., Ballinger, J. and Suyama, J., 1991, Catastrophic landslide at Zunil I geothermal field, Guatemala, Geothermal Resources Council Transactions, vol. 15, pp. 425-433.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN), 1983, Diccionario Geográfico de Guatemala, Tomo III, Guatemala, Centro América.

- Instituto Nacional de Estadística (INE), 2003, Población y locales de habitación particulares censados según departamento y municipio, 38 p.
- Malin, M.C. and Sheridan, M.F., 1982, Computer-assisted mapping of pyroclastic surges, *Science*, vol. 217, pp. 637-693.
- Mercado, R., Rose, W.I., Matias, O. y Giron, J., 1988, November 1929 Dome Collapse and Piroclastic Flow at Santiaguito Dome, Guatemala, *Trans. Am. Geophys. Un.*, 69, pp. 1487.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2001, Base de datos cartográfica digital 1:250,000, Programa de Emergencia por Desastres Naturales, Unidad de Políticas e Información Estratégica.
- Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, INSIVUMEH, Sección de Hidrología Aplicada, 1988, Estudio preliminar del problema de “El Palmar, Quetzaltenango”, Reporte Técnico, 111 p.
- Mink, L., Merida, L. and Caicedo, A., 1988, Zunil, Guatemala geothermal project, *Geothermal Resources Council Transactions*, vol. 12, pp. 185-191.
- Orozco, E., 2003, Análisis hidrológico e hidráulico en el río Samalá, Guatemala, Reporte Técnico.
- Peters-Guarin, G., van Westen, C. and Montoya, L., 2003, Community-based flood risk assessment using GIS for the town of San Sebastian, Guatemala, *in press*.
- Rose, W.I., 1972, Notes on the 1902 eruption of Santa Maria Volcano, Guatemala, *Bull. Volc.*, Vol. 36, pp. 29.
- Rose, W.I., 1987a, Santa Maria, Guatemala: Bimodal soda-rich calcalkalic stratovolcano, *J. Volcanol. Geoth. Res.*, 33 (in Stoiber Vol.), pp. 109.
- Rose, W.I., 1987b, Volcanic activity at Santiaguito volcano, 1976-1984, *Geological Society of America, Special Paper* 212.
- Sanchez del Valle, R., 2002, Lecciones aprendidas en la Gestión Local del Riesgo, Proyecto Fortalecimiento de Estructuras Locales para la Mitigación de Desastres –FEMID–, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Ave. Hincapié 21-72 zona 13, Edif. de CONRED, Ciudad de Guatemala.
- Sánchez del Valle, R., 2002, Dimensión de género en la Gestión Local de Riesgo, Participación de mujeres en el proyecto Fortalecimiento de Estructuras Locales para la Mitigación de Desastres –FEMID–, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Ave. Hincapié 21-72 zona 13, Edif. de CONRED, Ciudad de Guatemala.

- Sapper, K., 1903, Der ausbruch des vulkans Santa Maria en Guatemala, Centralblatt f. Mineral., Geol, und Palaont, p. 33-44.
- Sapper, K., 1904, Die vulkanischen Ereignisse in Mittelamerika in Jahre 1902, Neues Jahrbuch fur Mineralogie Geologie un Palontologie, 1, 39.
- Sheridan, M.F., 1979, Emplacement of pyroclastic flows: A review, Geological Society of America, Special Paper 180.
- Spencer, E.W., 1977, Introduction to the structure of the Earth, McGraw Hill Book Company, U.S.A., 640 p.
- Thonon, I., 2003, La aplicación del modelo de estabilidad de laderas 'Catch' en la cuenca volcánica del río Nimá I, Retalhuleu, Guatemala, Centro América, Reporte Técnico.
- von Huene, R., 1989, The Middle America convergent plate boundary, Guatemala, in Winterer, E.L., Hussong, D.M., and Decker, R.W., eds., The Eastern Pacific Ocean and Hawaii: Boulder, Colorado, Geological Society of America, The Geology of North America, v.N.
- Wadge, G. and Isaacs, M.C., 1988, Mapping the volcanic hazards from Soufriere Hills Volcano, Montserrat, West Indies using an image processor, Journal of the Geological Society, London, Vol. 145, p. 541-551.
- Wesseling, C.G., Karssenber, D., van Deursen, W.P.A. and Burrough, P.A., 1996, Integrating dynamic environmental models in GIS: the development of a Dynamic Modelling language, Transactions in GIS, vol. 1, pp. 40-48
- Williams, S.N. and Self, S., 1983, The October 1902 plinian eruption of Santa Maria Volcano, Guatemala, Journal of Volcanology and Geothermal Research, V. 16, p. 33-56.

8.1 SITIOS DE INTERNET

http://volcano.und.nodak.edu/.....santa_maria.html

Santa Maria and Santiaguito, Guatemala.

<http://www.geo.mtu.edu/.....pyro.html>

Pyroclastic Flows

<http://www.geo.mtu.edu/.....lahars.html>

Lahars

<http://www.disaster-info.net/cepredenac/volcanes/index.htm>

Síntesis de algunos volcanes activos y peligrosos de América Central.

<http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/Santamaría/>

Santa Maria Volcano, Guatemala