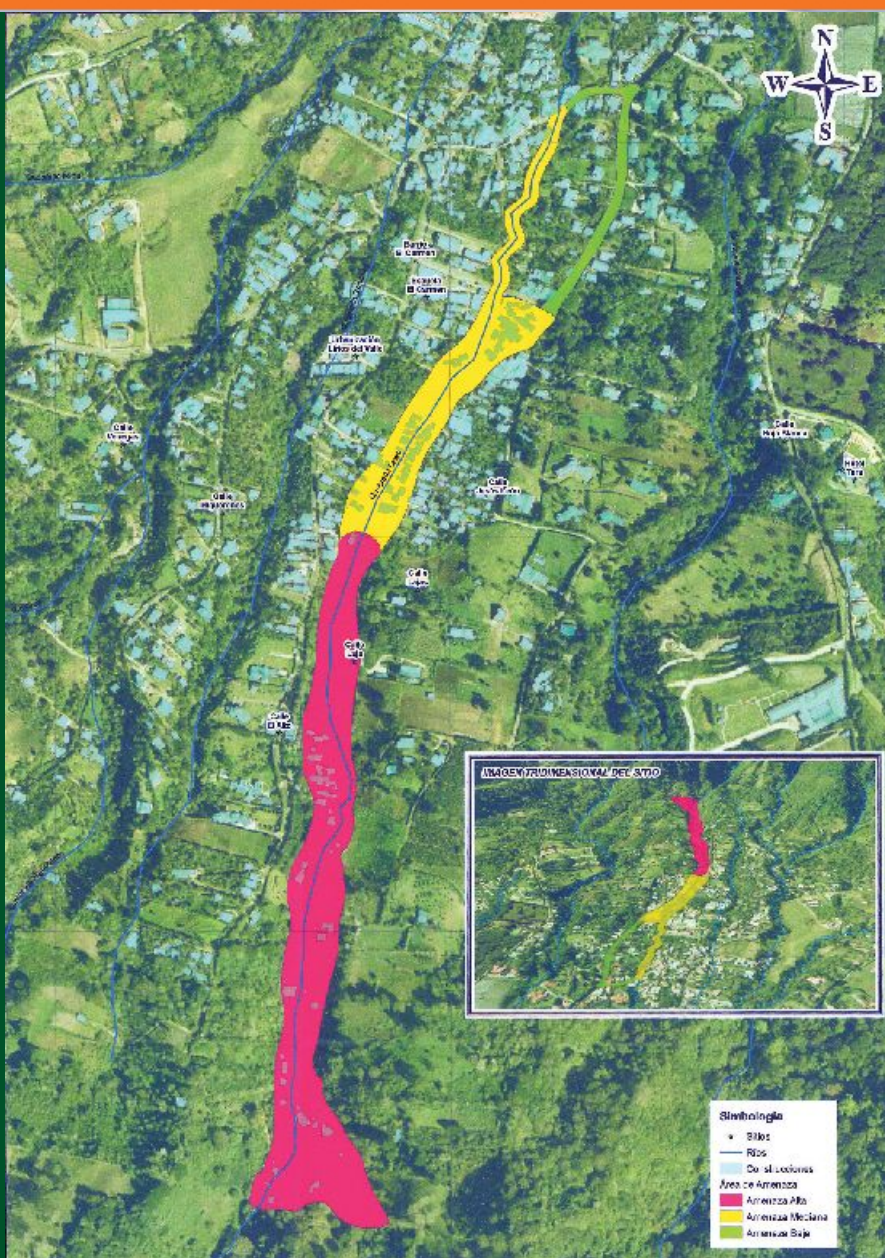




ISSN: 1659-3057

Revista N° 7, Diciembre 2011

EN TORNO A LA PREVENCIÓN



San José, Costa Rica

Criterios utilizados para la microzonificación de la microcuenca Lajas, Cantón de Escazú, Costa Rica

Geól. Michelle Arias F., Ing. Olman Fuentes Aguilar (Municipalidad de Escazú) y Ing. Jorge Fallas Huertas (Ministerio de Salud).

Introducción

A raíz del flujo de detritos ocurrido el 03 de noviembre de 2010 que afectó de manera directa la comunidad de Lajas, localizada en el barrio El Carmen de San Antonio de Escazú, evento que cobró la vida de 23 personas y destruyó aproximadamente 9 viviendas y daños parciales a otras 19 viviendas, así como la infraestructura pública, la Municipalidad de Escazú, como Gobierno Local, se vio en la necesidad de realizar la microzonificación de la zona afectada y del área de influencia directa de la zona inestable localizada en la parte alta de la microcuenca Lajas (Fotos 1 y 2) con el objetivo de evitar el establecimiento de asentamientos humanos en zonas de riesgo por amenaza natural.

Descriptores

FLUJO DE DETRITOS, MICROZONIFICACIÓN, MICROCUENCA, NIVELES DE AMENAZA, AMENAZA ALTA – MEDIA Y BAJA, ZONAS DE RIESGO.

Imagen No. 1

Flujo de detritos ocurrido el 03 de noviembre de 2011, calle Lajas, San Antonio de Escazú.



Fuente: Arias, Fuentes y Fallas. (2011)

Metodología

Para proceder a elaborar la microzonificación de la zona impactada a raíz del evento del 03 de noviembre de 2010, primeramente se realizó un detallado trabajo de campo que involucró el levantamiento geológico-geomorfológico de las terrazas compuestas por el material resultante producto del flujo de detritos, el cual se depositó en la parte media de la microcuenca, entre el sector conocido como La Catarata y la toma de agua El Zapote. Este trabajo de campo se apoyó en un levantamiento con GPS de los sitios claves donde se evidenciaba cambios de granulometría del material depositado, pendientes de las laderas y geoformas de la microcuenca. Con la información anterior se procedió a elaborar el mapa geomorfológico de la zona y se documentó el flujo de detritos ocurrido a través de un registro fotográfico. Finalmente, se establecieron los criterios técnicos para definir las zonas de amenaza de acuerdo con los niveles de riesgo identificados y generar el mapa respectivo.

Como se puede observar la base para la elaboración de la microzonificación corresponde principalmente con datos de campo, lamentablemente no se contó con información meteorológica para haber simulado períodos de recurrencia y el comportamiento hidrológico de la microcuenca.

Microzonificación de la microcuenca de Lajas y alrededores

A raíz del evento ocurrido, se evidenció que los asentamientos humanos localizados en la microcuenca Lajas, están expuestos a una serie de amenazas que deben ser consideradas a la hora de definir las restricciones en cuanto al uso de la tierra en dicha zona, estas se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Condiciones naturales, de uso y procesos que pueden disparar fenómenos destructivos.

Factores	Efectos
Saturación de las laderas debido a períodos lluviosos prolongados y ocurrencia de lluvias intensas.	Alta escorrentía superficial a lo largo de las laderas con posibilidad de arrastre de materiales (capa vegetal, sedimentos).
Laderas casi verticales y/o de fuerte pendiente en la parte alta de la micro-cuenca.	Posibilidad de caída de materiales por gravedad hacia la quebrada Lajas y eventual obstrucción del cauce de la quebrada Lajas y generación de flujos de detritos.
Macizo rocoso fracturado y casi vertical.	Posibilidad de caída de bloques por gravedad debido a la meteorización del mismo y/o por la ocurrencia de sismos de magnitud considerable.
Cauce en forma de “ V ”.	Morfología del cauce sumado a las altas pendientes favorecen el desplazamiento de materiales a través del cauce a altas velocidades.
Viviendas e infraestructura pública (calle de acceso) dentro del área de influencia directa y de trayectoria de avalanchas.	Arrastre y destrucción de viviendas y otra infraestructura en las cercanías del cauce antiguo, así como en el cauce actual que generó.
Asentamiento humano dentro de un área de bajo topográfico, limitada por laderas de fuerte pendiente, constituyen la divisoria de aguas de la micro-cuenca de Lajas.	Desprendimiento de materiales en la parte trasera de las viviendas, pocas opciones de rutas de escape seguras en caso de emergencia.

Fuente: Arias, Fuentes y Fallas. (2011)

Una vez identificados los factores que pueden incidir en la generación de nuevos eventos destructivos, se establecieron los criterios para realizar la zonificación del área afectada por el flujo de detritos del 03 de noviembre de 2010, los cuales se detallan a continuación:

Geomorfología del área:

- Posibilidad de ocurrencia de flujos de detritos y/o lodo
- Condición de las laderas de la micro-cuenca, parte alta-media
- Espesor del material depositado a lo largo de su trayectoria y tamaño de las partículas arrastradas y depositadas
- Áreas de protección y/o retiro, Ley Forestal

Criterio 1: Geomorfología del área: La comunidad de barrio El Carmen, específicamente el sector de

Lajas, se encuentra dentro de la micro-cuenca conocida como quebrada Lajas, misma que es afluente del río La Cruz, cauce en el cual descarga sus aguas. Desde el punto de vista geomorfológico, está compuesta por las siguientes unidades:

Unidad de laderas de fuerte pendiente. Básicamente se localiza hacia el Sur del sitio conocido como La Catarata, corresponde con la parte alta de la micro-cuenca. Se caracteriza por la presencia de laderas empinadas, con divisorias angostas (sector calle El Alto) y limitadas por laderas escarpadas, con una pendiente máxima del 67%, para altitudes que oscilan entre los 2120 y 1885 m.sn.m. Conforme se desciende de la parte alta de la cuenca hacia la parte media, las divisorias son redondeadas en sus partes más altas, sector Este, pero de igual forma están delimitadas por laderas escarpadas. El sistema de drenaje es del tipo subdendrítico, de orden 2 y caracterizado por la presencia de cauces en forma de “ V ”, específicamente en la parte alta de la micro-cuenca, con pendientes máximas del 60%, con rangos de 30° a 34°(Fotos 3 y 4).

Imagen No. 2



Se muestra la morfología del cauce, así como las fuertes pendientes en la parte alta de la micro-cuenca debido a la presencia de macizos rocosos. Fuente: Arias, Fuentes y Fallas. (2011)

Unidad de laderas de fuerte pendiente a moderada. Esta unidad se localiza del sitio La Catarata hacia el Norte, está compuesta por las laderas que conforman la micro-cuenca en la parte media, básicamente se trata de las Laderas con rasgos de inestabilidad. Este tramo de la micro-cuenca está delimitada por la divisoria de aguas que se extiende en sentido Sur a Norte, propiamente a lo largo de calle El Alto y la divisoria de aguas del sector Este (calle Jesús León), hasta alcanzar la parte baja del pie de la ladera. Se caracteriza por la ocurrencia de pequeños desprendimientos de material y flujos de detritos que escurren pendiente abajo hasta depositarse en la base de las laderas.

Unidad afectable por flujos de detritos. Esta unidad corresponde con el valle o zona plano-ondulada localizada al pie de ambas laderas que encierran a la micro-cuenca Lajas. Básicamente se trata de la zona de transición, dado que se pasa de una zona alta montañosa a una plano-ondulada que, dadas sus características, favorece la depositación de importantes descargas de materiales, provenientes de zonas montañosas. Esta zona presenta pendientes dentro del rango de 20% a 16%, con ángulos de 10° aproximadamente. A través de esta unidad geomorfológica transcurre el cauce principal de la

Imagen No. 3



quebrada Lajas en sentido Sur a Norte, y con un orden de 2, se alinea de manera sub-paralela con respecto a las otras micro-cuenca y cuencas que conforman el sistema hídrico del cantón. A lo largo de esta Unidad, la quebrada Lajas se caracterizaba por presentar un cauce pequeño, sección hidráulica no mayor a los 2.5 m y muy superficial (lecho del cauce a menos de 0.70 m del álveo superior), con un caudal muy bajo, de carácter intermitente, siendo que en época de verano no suele presentar agua.

Unidad de pendiente moderada a baja. Se extiende desde los alrededores de la Escuela El Carmen hasta la desembocadura de la quebrada Lajas en el río La Cruz. Presenta pendientes con ángulos de 12% a 15% aproximadamente. A lo largo de esta unidad la quebrada ya no recibe agua, dado que para este punto ya ha finalizado prácticamente la recolección de agua por parte de los cauces que la componen. Aún así, su cauce se amplía un poco más hasta alcanzar 3-3.5 m de ancho y continúa escurriendo de forma sub-paralela hasta desembocar en la cuenca del río La Cruz. Es común en algunos sectores encontrar tramos afectados por la erosión lateral que ejerce el agua en ambas márgenes. A lo largo de este sector el flujo de agua que pueda escurrir en el cauce durante la época seca corresponde con el aporte del flujo base.

Unidad afectable por flujos de lodo. Esta unidad se identifica a partir de la antigua toma de agua El Zapote (intersección calles El Alto y Lajas) hacia El Norte. Este sector se encuentra sujeto a inundaciones por la ocurrencia de eventuales flujos de lodo y rocas en menor proporción, estos puede escurrir tanto a través del cauce de la quebrada como por la calle pública.

De acuerdo con las unidades anteriormente definidas, la zona más vulnerable, específicamente donde la afectación involucró infraestructura y pérdida de vidas humanas, corresponde con la parte plano-ondulada o pie de las laderas que conforman los límites de la micro-cuenca Lajas (Fotos 5 y 6). Factores como lo son el cambio brusco de pendiente, de 34° a 10° , control estructural en el sector de La Catarata y alrededores del Salto de Los Caballos, facilitan el depósito de los materiales que son arrastrados durante la ocurrencia de avalanchas y flujos. El cambio brusco de pendiente en el punto del sitio conocido como La Catarata, genera una pérdida de energía, aspecto que favorece el depósito de los materiales en dicho sector de la micro-cuenca.

Imagen No. 4



Se observa el depósito de los materiales, mismo que es confinado a lo largo del pie de ambas laderas. Además se aprecia la destrucción de la infraestructura existente. Fuente: Arias, Fuentes y Fallas. (2011)

Criterio 2: Posibilidad de ocurrencia de flujos de detritos y/o lodo: Para la zona de estudio no se contaba con antecedente histórico alguno relacionado con la ocurrencia de flujos de lodo o detritos que

hubieran afectado en el pasado dicha comunidad específicamente. No obstante, con lo ocurrido el pasado 03 de noviembre de 2010, es claro que dicho sector corresponde con una zona de tránsito de flujos de rocas y lodo. La presencia de macizos rocosos verticales, fracturados y meteorizados aflorando en la parte alta de la cuenca, áreas inestables activas producto del flujo de detritos de 2010, así como la presencia de cauces angostos y prácticamente superficiales en dicho sector plano-ondulado y con escasa capacidad hidráulica, corresponden con factores geológicos indicativos de la presencia de una zona de alto riesgo.

Criterio 3: Condición de las laderas de la micro-cuenca, parte alta-media: A lo largo de ambas laderas que conforman la microcuenca, específicamente en la parte media de la comunidad de Lajas, ocurrieron pequeños desprendimientos. Estas laderas forman parte de la unidad geomorfológica de laderas con rasgos de inestabilidad, que a pesar de ser independientes del sitio donde se generó el desprendimiento mayor, de igual forma causaron daños al menos a dos viviendas y hacen dudar de las eventuales rutas de escape a utilizar en caso de requerir

Imagen No. 5



evacuar la zona. Este tipo de situación reitera la inestabilidad de las laderas de la micro-cuenca hasta en la parte media de esta.

Criterio 4: Espesor del material depositado a lo largo de su trayectoria y Tamaño de las partículas arrastradas y depositadas: A pesar de que el espe-

del material depositado a lo largo del cauce y calle Lajas es muy variable, de 0.3 m en el sector extremo al Norte y hasta de 3 y 6 m en el área de La Catarata y a lo largo de ambos pies de las laderas, fue suficiente para arrasar y destruir prácticamente toda la infraestructura que encontró a lo largo de su recorrido (Fotos 7 y 8). En virtud de esta situación, es claro que la zona plano-ondulada, correspondiente con la Unidad Geomorfológica denominada como Sector afectable por flujos de detritos, es un sitio idóneo para la descarga masiva de materiales provenientes de la parte alta de la micro-cuenca, convirtiéndose así en un área insegura para el establecimiento de asentamientos humanos.

Imagen No. 6



Morfología del cauce, fuertes pendientes en la parte alta de la micro-cuenca por masisos rocosos.

Fuente: Arias, Fuentes y Fallas. (2011)

Criterio 5: Áreas de protección y/o retiro, Ley Forestal: Para el sector definido como eventualmente inundable por la ocurrencia de flujos de lodo es necesario realizar una revisión de las áreas de protección de la quebrada Lajas. Dado que todas aquellas que se encuentren invadiendo esta área forman parte de la Zona de Amenaza Media, debido al efecto que pueda causar una crecida máxima a aquellas viviendas que no estén cumpliendo con los retiros contemplados en la Ley Forestal.

A partir de los criterios descritos anteriormente, aunado a la geología de campo, se elaboró el mapa de zonas de riesgos (Mapa 1), así como la caracte-

rización de cada zona de acuerdo con los niveles de amenazas (Cuadro No. 2).

Conclusiones

En virtud del flujo de detritos ocurrido el 03 de noviembre de 2010, fue necesario determinar zonas de amenaza fundamentados en los criterios técnicos de geomorfología de la zona, posibilidad de ocurrencia de flujos de detritos de dimensiones similares y/o mayores dentro de la micro-cuenca de Lajas, sumado a la condición de las laderas que la conforman en la parte alta y media de ésta, y directamente relacionándolo con los espesores y áreas de influencia directa del flujo de detritos ocurridos, entre otros aspectos.

Imagen No. 7



Las tres zonas de amenaza se generaron con el fin de establecer las medidas necesarias para prevenir situaciones similares en el futuro debido a que el evento ocurrido el 03 de noviembre de 2010, correspondió tan solo con el desprendimiento de una pequeña porción de la ladera de la microcuenca Lajas, conscientes de que la mayor parte de este sector está conformado por un macizo que muestra importantes rasgos de meteorización y fracturación, que aunado a un fuerte período de lluvias y la saturación del suelo favorecen eventos de este tipo.

De las tres zonas de amenaza, la de alta amenaza es del tipo prohibitiva en cuando al desarrollo de asentamientos humanos e infraestructura. Mientras que para las zonas de amenaza baja y media

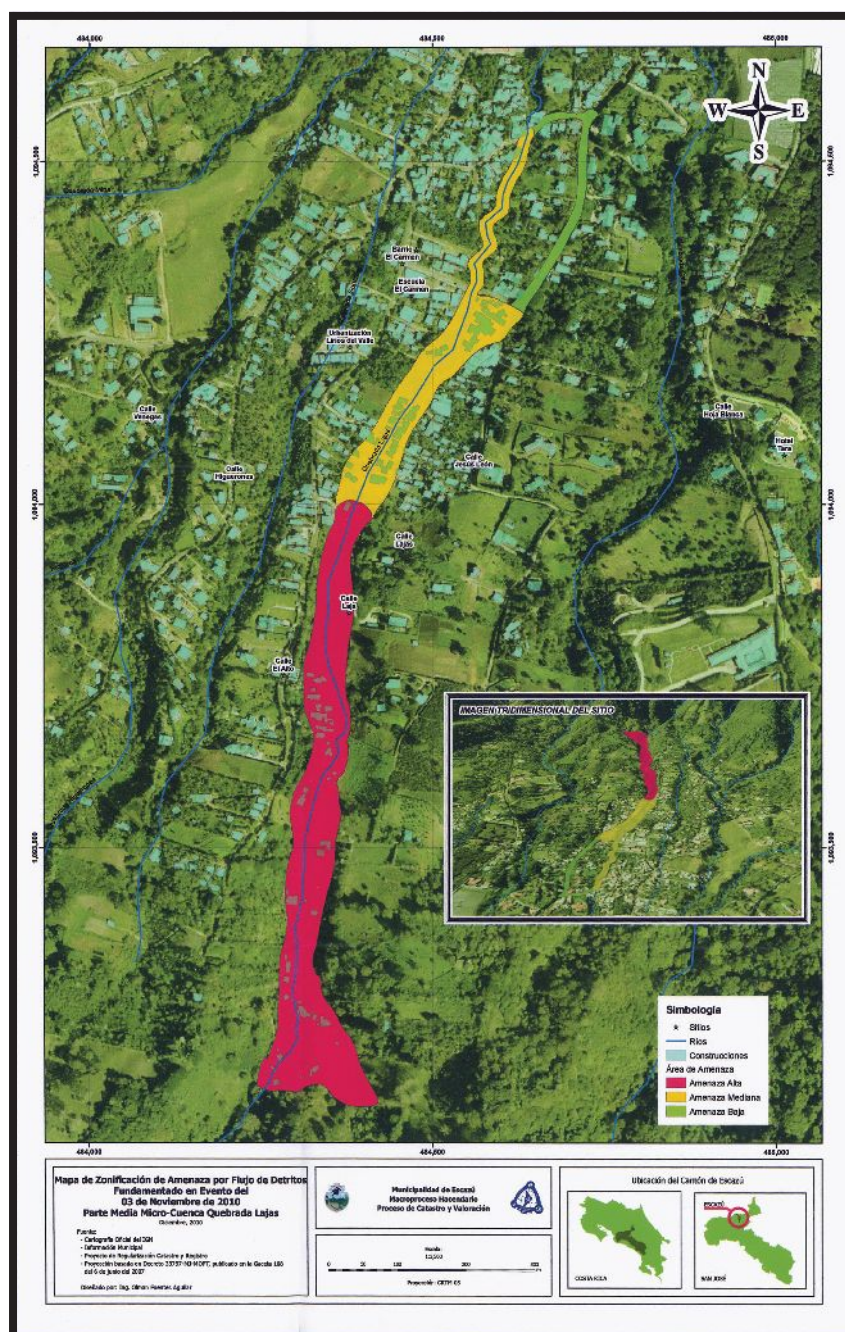
es imperante la necesidad de aplicar la Ley Forestal, a ambos lados del cauce con el fin de disminuir la cantidad de población que se pueda encontrar expuesta a tipo de amenaza. Aún así, ambas zonas estarán sujetas al desarrollo e implementación de un sistema de vigilancia y alerta temprana que permita sensibilizar y contar con una comunidad preparada en el caso de tener que actuar ante una situación de magnitud similar o mayor.

Cuadro No. 2. Definición niveles de amenaza

Tipo de Zona	Descripción	Observaciones
Amenaza Alta	Corresponde con la Zona afectada por el flujo de detritos. Se extiende desde el sector de La Catarata, específicamente 100 m al Sur de esta, hasta el sector conocido como El Zapote, abarcando una distancia de 1160 m de largo y abarcando un área total 91428 m ² (Mapa 3). Incluye toda el área comprendida entre el pie de ambas laderas.	Con base en criterios geomorfológicos, geológicos, condición de las laderas y localizarse dentro de la zona de descarga de flujos de detritos, no se recomienda el desarrollo ni reconstrucción de ningún tipo de asentamiento humano ni infraestructura pública dentro de esta área. Es recomendable que esta área forme parte de la zona de protección de la quebrada Lajas y su rol principal sea el de amortiguar el impacto de eventuales futuros flujos de detritos que puedan llegar a ocurrir. En virtud de lo anterior, debe ser completamente desocupada para iniciar labores de recuperación como la plantación de árboles y regeneración natural.
Amenaza Media	Corresponde con la zona definida por la ocurrencia de flujos de lodos, tiene una longitud aproximada de 550 m y un área de 24620 m ² (Mapa 3). Abarca parte de la calle pública, propiedades, el cauce de la quebrada y sus áreas de protección.	En esta zona se debe iniciar el proceso de desarrollo e implementación de un Sistema de Vigilancia y de Alerta Temprana. Sensibilizar y capacitar a la población de dicha zona y al Comité Local de Emergencias para el uso de equipo meteorológico, así como la divulgación de los datos obtenidos e informar a las autoridades competentes, para actuar oportunamente de manera preventiva. Para todas las áreas de protección invadidas deberá iniciarse el proceso de desalojo y demolición respectivo, de acuerdo con la Ley Forestal. Etapa que deberá ser coordinada con las instituciones competentes.
Amenaza Baja	Esta zona está comprendida por las franjas delimitadas por la calle, sector Este, hasta el límite de inicio del área de protección de la quebrada Lajas, hacia el Oeste. Tiene una longitud de 400 m y un área de 5300 m ² (Mapa 3).	Este sector deberá de involucrarse y estar contemplado dentro de las acciones que se tomen con respecto a la zona de mediano riesgo.

Fuente: Arias, Fuentes y Fallas. (2011)

Mapa No.1 Mapa de zonas de riesgo, micro-cuenca Quebrada Lajas



Fuente: Municipalidad de Escazú, 2011

Referencias Bibliográficas

Arias, M., Fallas J & Fuentes, O. (2010). Informe técnico: Desprendimiento y Flujo de Detritos ocurridos en micro-cuenca Lajas, evento del 03 de noviembre de 2010. San José, C.R.: Municipalidad de Escazú.

Denyer, P & Arias, O. (1991). Estratigrafía de la región central de Costa Rica. Revista Geológica de América Central, 12: 1-59 pp.

Hernández, J & Vargas, A. (1992). Geología urbana del cantón de Escazú, provincia de San José, Costa Rica. San José, C.R.: UCR.