

ANALISIS PRELIMINAR DE LA AMENAZA Y VULNERABILIDAD
GENERADAS POR EL DESLIZAMIENTO DEL ALTO TAPEZCO,
SANTA ANA, COSTA RICA

Sergio Mora C. *

RESUMEN

Desde hace practicamente veinte años se conoce de la existencia de un gran deslizamiento en la vertiente oriental del río Uruca, en el Alto Tapezco, Santa Ana, Costa Rica. Tiene una extensión de alrededor de 25 ha, lo que con un espesor promedio de 25 m, su volúmen total sería de casi 6,5 millones de metros cúbicos.

Se trata de un deslizamiento con una superficie de ruptura traslacional, en donde la presión de poros generada por la columna hidrostática aparenta ser el factor que aporta la mayor sensibilidad al sistema. Aparte de ello, la posibilidad de la movilización violenta de un volúmen considerable del material deslizante, amenaza con generar un alud que caería sobre el cauce del río Uruca y que previa la generación de un embalse efímero y su posterior ruptura, podría ocasionar una avalancha de grandes dimensiones semejante a las que el registro de la historia geológica cuaternaria local demuestra haber ocurrido varias veces con anterioridad. De presentarse el fenómeno, podrían verse afectadas unas 15000 personas, infraestructura, líneas vitales y actividades productivas de los poblados y vecindades de Matinilla, Salitral, Pozos y Santa Ana. Se presentan en este trabajo algunas ideas tendientes a la elaboración de estrategias para el manejo de las situaciones pre y post-desastre, así como para la evaluación del riesgo específico.

* Depto. Geología, ICE; Escuela C.A. de Geología-CIGEFI, UCR; Vice-presidente INGEOSA.

ABSTRACT

The existence of a considerably large massive landslide over the eastern slope of the watershed of Río Uruca, at the Alto Tapezco, Santa Ana, is well known since around 20 years ago. It covers about 25 ha and an average thickness of 25 m for a total volume of almost 6,5 million cubic meters.

This landslide has a translational surface of rupture, on which the pore pressure generated by the hydrostatic head, appears to be one of the major factors controlling the sensitivity of the system.

The possibility of a considerable mass falling towards the bed of Río Uruca, generating a dam and an ephemeral pond with its subsequent break, is menacing to create an avalanche of great dimensions, similar to those registered at the alluvial fan and developed throughout the Quaternary. Around 15000 people are menaced with their infrastructure, vital lines and productive activities in Matinilla, Salitral, Pozos and Santa Ana.

Within this article, several ideas are stated in order to suggest the development of strategies oriented towards the preparedness for pre and post-desaster situations as well as for the evaluation of the specific risk.

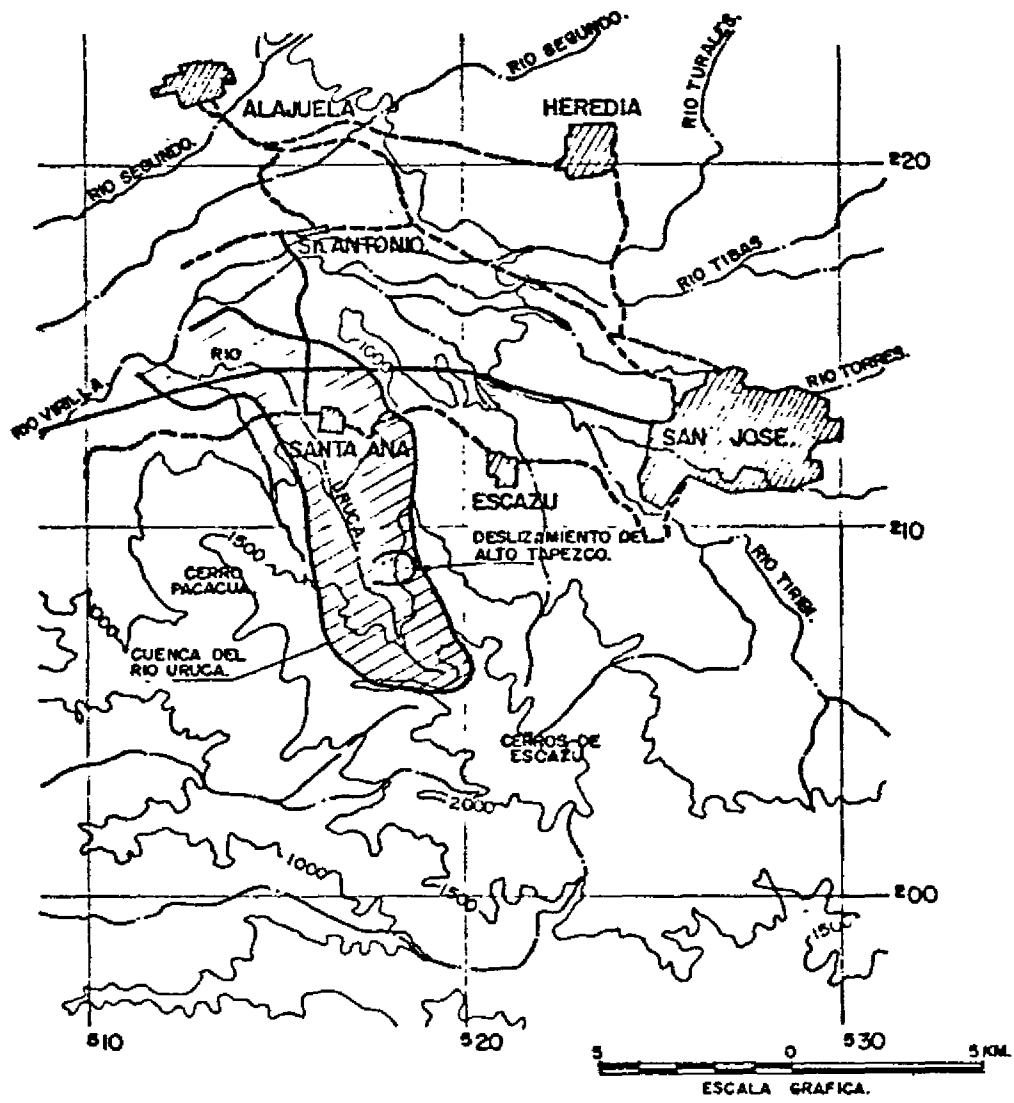
RESUME

Depuis au moins une vingtaine d'années, il est connue l'existence d'un glissement de terrain au versant oriental du Río Uruca, à l'Alto Tapezco, Santa Ana, Costa Rica. La surface du glissement couvre 25 ha ce que ajouté à une épaisseur moyen de 25 m, rends un volume total d'environ 6,5 millions de mètres cubiques de matériel.

Il s'agit d'un glissement avec une surface de rupture translationnelle, où la pression de pores générée par la colonne hydrostatique semble être le facteur qui apporte la plus grande sensibilité au système.

La possibilité de mobilisation violente d'un volume considérable de matériel glissant, menace de provoquer une chute sur le cours du Río Uruca et après la génération d'un réservoir éphémère et suivant sa rupture, le développement d'une avalanche de grande dimension, semblable à celles déjà produites et enregistrées dans l'archive géologique quaternaire du glacier. Plus de 15.000 personnes pourraient être affectées, aussi bien que leur infrastructure, lignes vitales et activités productives dans les populations de Matinilla, Salitral, Pozos et Santa Ana.

Dans cet article sont présentées des idées pouvant orienter la conception de stratégies d'application dans des situations pré-et-post-désastre, aussi bien que de l'évaluation du risque spécifique.



MAPA DE UBICACION.

FIGURA 1.
CUENCA DEL RIO URUCA Y DESLIZAMIENTO DEL ALTO TAPEZCO

INTRODUCCION

Desde hace alrededor de veinte años se conoce la existencia de un deslizamiento de grandes dimensiones en la vertiente oriental del río Uruca, Cantón de Santa Ana. Las Figuras 1 y 4 muestran su ubicación y las Figuras 2, 3, 4 y 5 su disposición en planta y perfil.

Las coordenadas geográficas, a partir de las cuales se puede localizar el deslizamiento en la hoja cartográfica ABRA, escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional, son las siguientes:

209,000 N - 518,000 E

No obstante la considerable cantidad de información que existe sobre este deslizamiento y a la organización de diversas actividades (talleres de trabajo, seminarios, etc.) por parte de varios grupos y entidades (Municipalidad de Santa Ana, Dinadeco, IFAM, etc.) no han sido tomadas aun las acciones de control, prevención y recuperación mínimas orientadas a mitigar o reducir la potencialidad destructiva del fenómeno.

Este trabajo tiene por objetivo fundamental el contribuir a la difusión del conocimiento técnico disponible de dicho deslizamiento y de las posibles consecuencias de una manifestación violenta de su actividad, para así intentar una vez más la concientización de las clases políticas y tomadoras de decisiones y la ejecución de una vez por todas de alguna acción positiva al respecto.

LOS PROCESOS Y PARAMETROS QUE DEFINEN LA AMENAZA

Para el caso específico del deslizamiento del Alto de Tapezco, la amenaza está definida no solo por los daños que puede causar el deslizamiento mismo sobre el terreno, sino por la eventualidad del desarrollo violento de un talud que ocasione un represamiento y el embalsamiento efímero del río Uruca. Esto podría desencadenar una avalancha de grandes proporciones con las consecuencias obvias sobre la ciudad de Santa Ana y los poblados de Matinilla, Salitral y Pozos (15.000 a 20.000 personas bajo amenaza).






Sin embargo, desafortunadamente no puede por ahora evaluarse cuantitativamente el nivel de riesgo y no queda más que especular acerca de los posibles escenarios que se puedan desarrollar. Debe tomarse en cuenta que el deslizamiento del Alto Tapezco no es la única evidencia de amenaza que han afectado históricamente y prehistóricamente las cuencas altas y bajas del río Uruca, como lo demuestra la Figura 3.

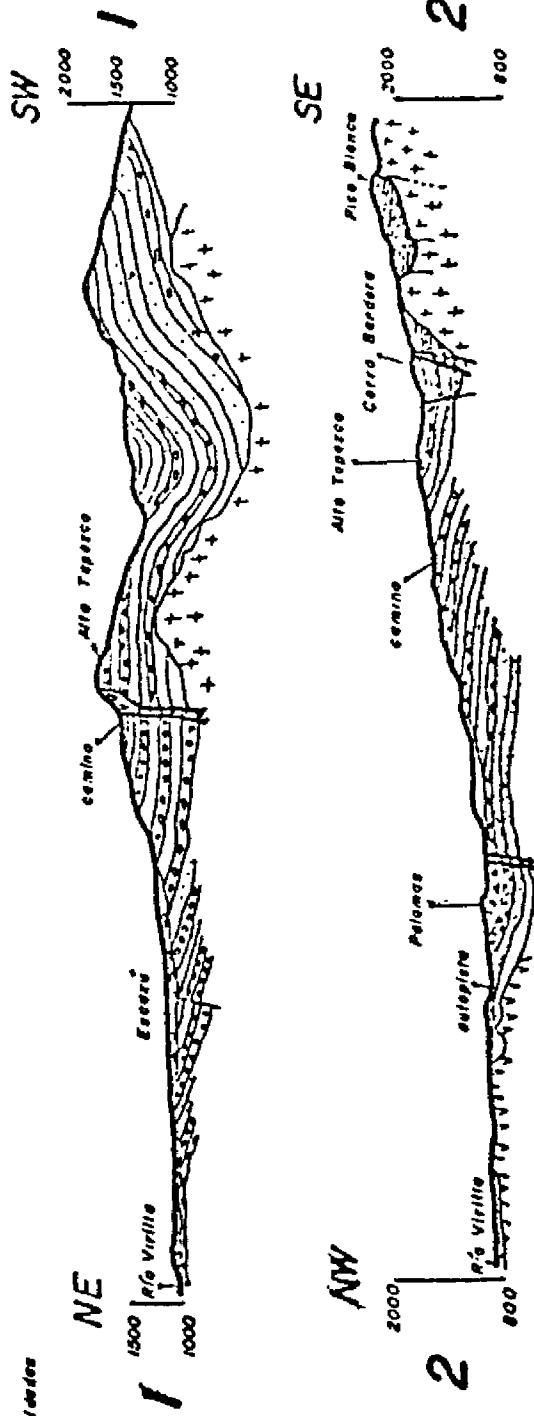
ASPECTO GEOMETRICO DEL DESLIZAMIENTO

Según Ureña (1983) el modelo de la ruptura más probable es el de una falla traslacional lenta, con una superficie de ruptura irregular más o menos paralela a la superficie y que coincide con la zona de contacto o transición entre la roca muy meteorizada con los horizontes menos alterados (Leandro, 1977). Desde el basamento, el espesor de la masa deslizante es de alrededor de 20 a 25 metros, aunque localmente podría ser mayor.

PERFILES GEOLÓGICOS REGIONALES

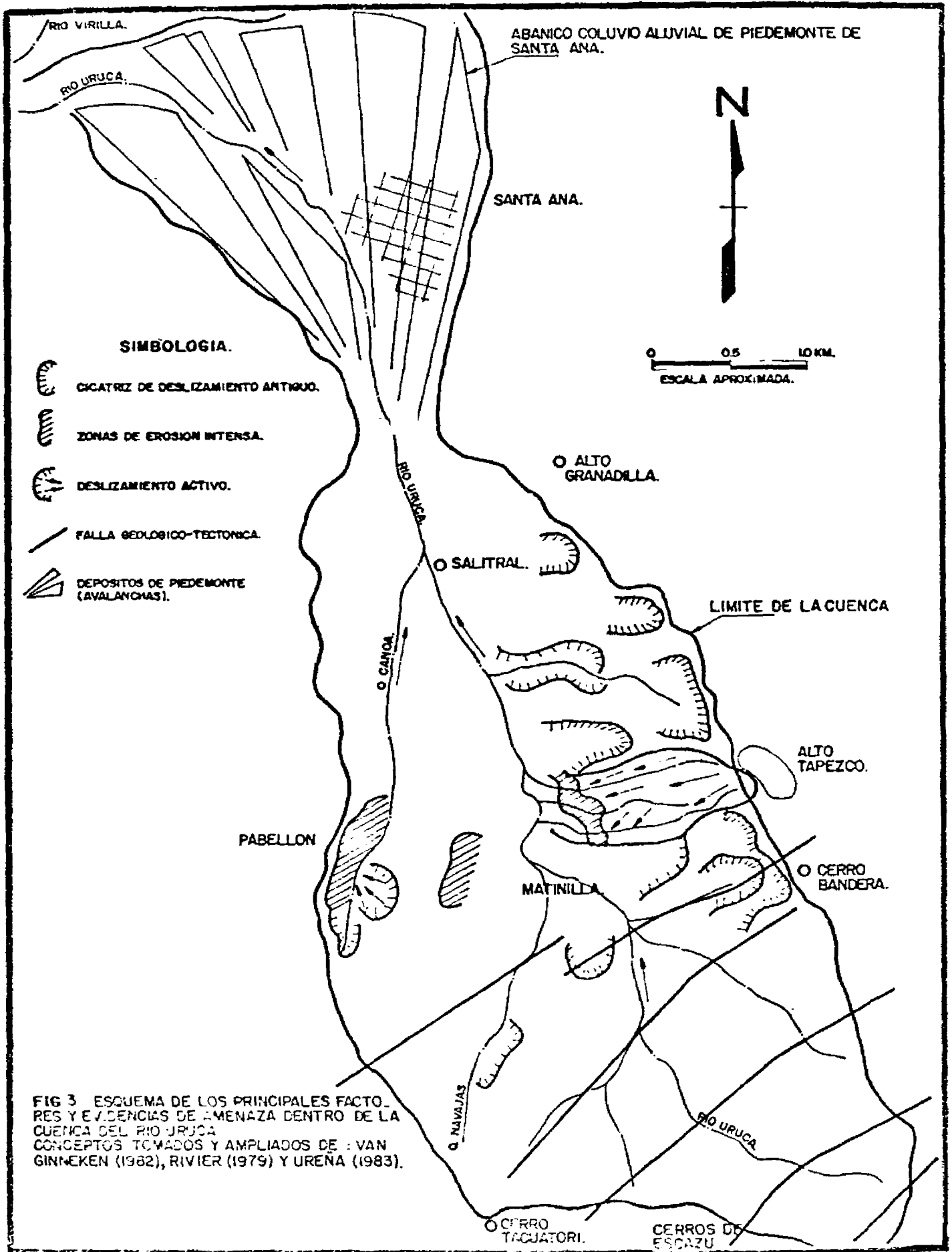
(F. RIVIER, 1979)

-  Conglomerado
-  Lulizas, arcasas y tabas, conglomeresos
-  Intrusiva
-  Volcánico
-  Faldas soladas



Esala horizontal y vertical 1:25000

FIGURA Nº 2



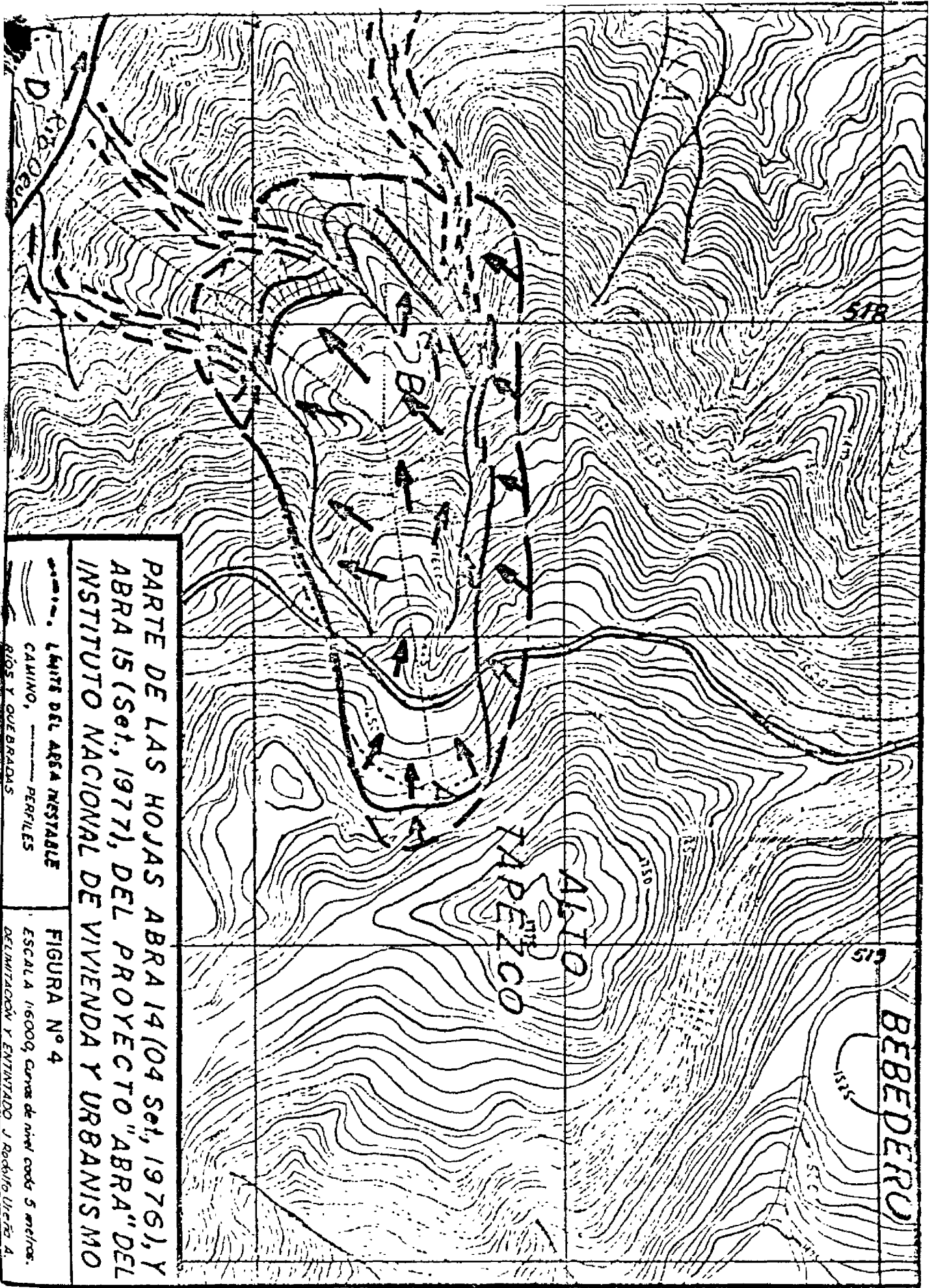
Tomando en cuenta una extensión general de 25 hectáreas (Leandro, 1977; Van Ginneken, 1976) y el espesor medio general, calculado todo para esa época, el volúmen total sería de 6,2 millones de metros cúbicos. A juzgar por el aspecto actual del área desestabilizada y de la observación de la generación de fracturas recientes y nuevas, estas estimaciones pueden ser cortas para hoy día (Figuras 4 y 5).

Por otra parte y aunque no hay datos precisos medidos, la velocidad de avance, bajo condiciones "normales" es de no menos de 1 metro por año. Siendo el frente del deslizamiento de alrededor de 400 metros, el volúmen anual de material mobilizado hacia el río Uruca es de más o menos 400 metros cúbicos (casi 1000 toneladas). En los años durante los cuales ha habido sismos fuertes, importantes volúmenes de lluvia, etc., éstas cantidades han de haber sido mucho mayores.

MECANISMOS Y FACTORES DE CONTROL

Según el modelo de análisis retrospectivo realizado por Urefia (1983) la resistencia que fue mobilizada por el deslizamiento durante el momento de ruptura ($F.S. = 1$) estuvo compuesta de 19 a 26° de fricción si la cohesión fuese nula ($c = 0$) y de 1.4 a 2.2 kg/cm^2 de cohesión si la fricción no se desarrollase ($\phi = 0$). Estos resultados son compatibles con otros materiales en circunstancias semejantes, ya conocidos y estudiados en otras partes del país aunque debe aclararse que en la realidad, los parámetros usualmente adquieren valores relativos a condiciones intermedias a los extremos antes apuntados.

Ahora es necesario conocer las características residuales de la



PARTE DE LAS HOJAS ABRA 14 (04 Set, 1976), Y
 ABRA 15 (Set, 1977), DEL PROYECTO "ABRA" DEL
 INSTITUTO NACIONAL DE VIVIENDA Y URBANISMO

LEYENDA. Límites del área inestable
 CAMINO, PERFILES
 RÍOS Y QUEBRADAS

FIGURA Nº 4
 ESCALA 1:6000, curvas de nivel cada 5 metros.
 DELIMITACIÓN Y ENTINTADO J. Rodríguez Ureña A.

PERFIL A-B-D

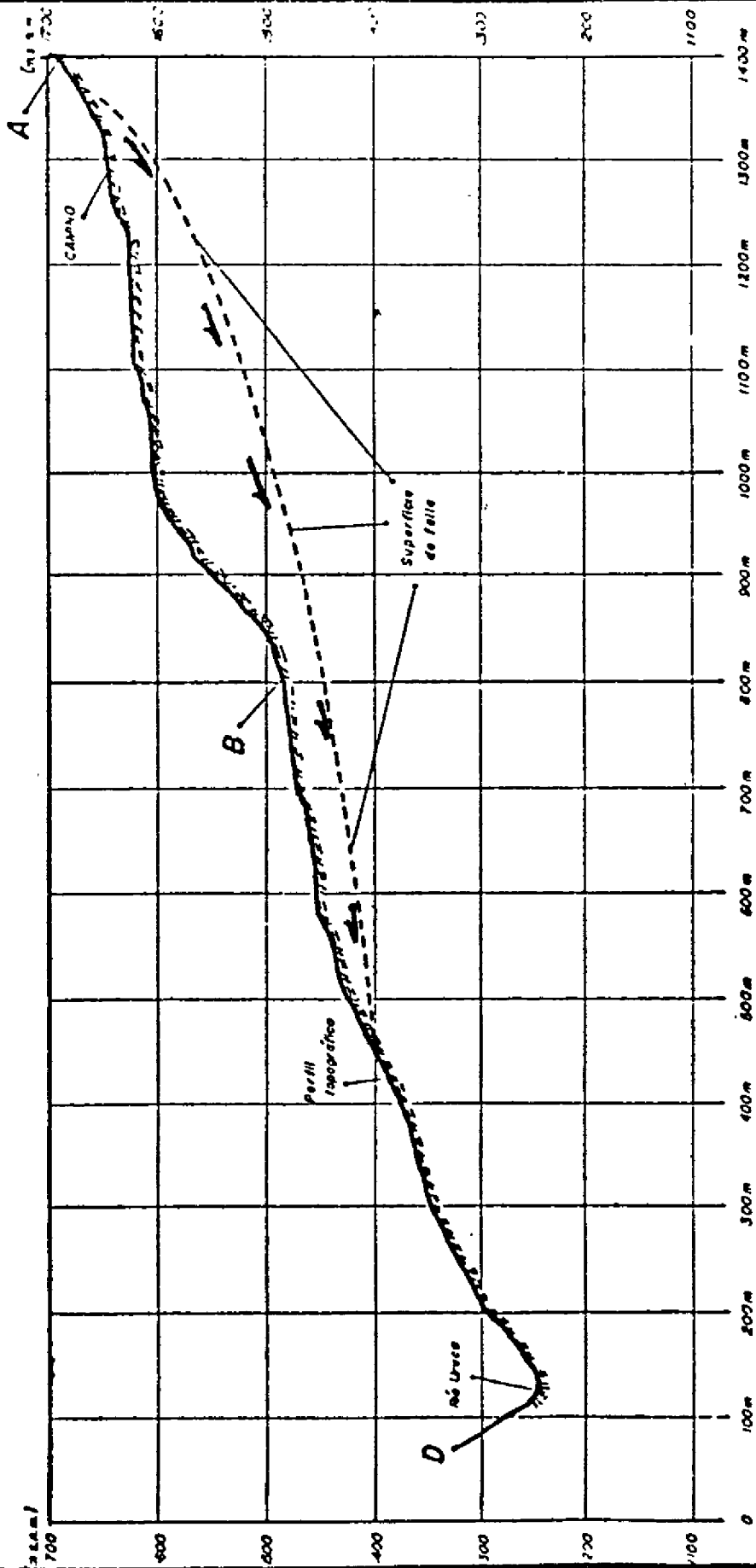


FIGURA N° 5
 Modelo de falla: IRREGULAR
 Escala horizontal y vertical 1:6000
 Sitio: Flanco occidental del Alto Tapezco, en Santa Ana.
 Fecha: Diciembre, 1983.
 Trazo y dibujo: José Rodolfo Ureña Álvarez

resistencia al cizallamiento del material ya fallado y aquellas del material intacto y estudiar la influencia de la presencia del agua. Esto es para conocer el comportamiento de la banda de ruptura y de las posibilidades de extensión del deslizamiento por la formación de nuevas fracturas.

Otros factores que participan en mayor o menor grado en el fenómeno y de los cuales poco se sabe con la precisión necesaria, son por ejemplo: la geometría real de los perfiles críticos de la ladera, las relaciones entre la humedad natural, el grado de saturación, las características de plasticidad (límites, índice, etc.) y las cantidades de lluvia. Adicionalmente a ello deben conocerse las condiciones del comportamiento del agua subterránea (nivel freático, hidrodinámica) de sus repercusiones como generadora de presión de poros y de la influencia que puede ejercer ante las vibraciones sísmicas (Mora y Morales, 1986). Ha sido demostrado muchas veces que la presencia e influencia del agua en los deslizamientos es tal vez el factor que aporta mayor sensibilidad al sistema, especial y obviamente en los países tropicales. Por ello el control del deslizamiento dependerá primero de un conocimiento adecuado del agua y su comportamiento y de las medidas de adecuación que de ahí se puedan derivar (Laporte, 1986; Losilla y Protti, 1986).

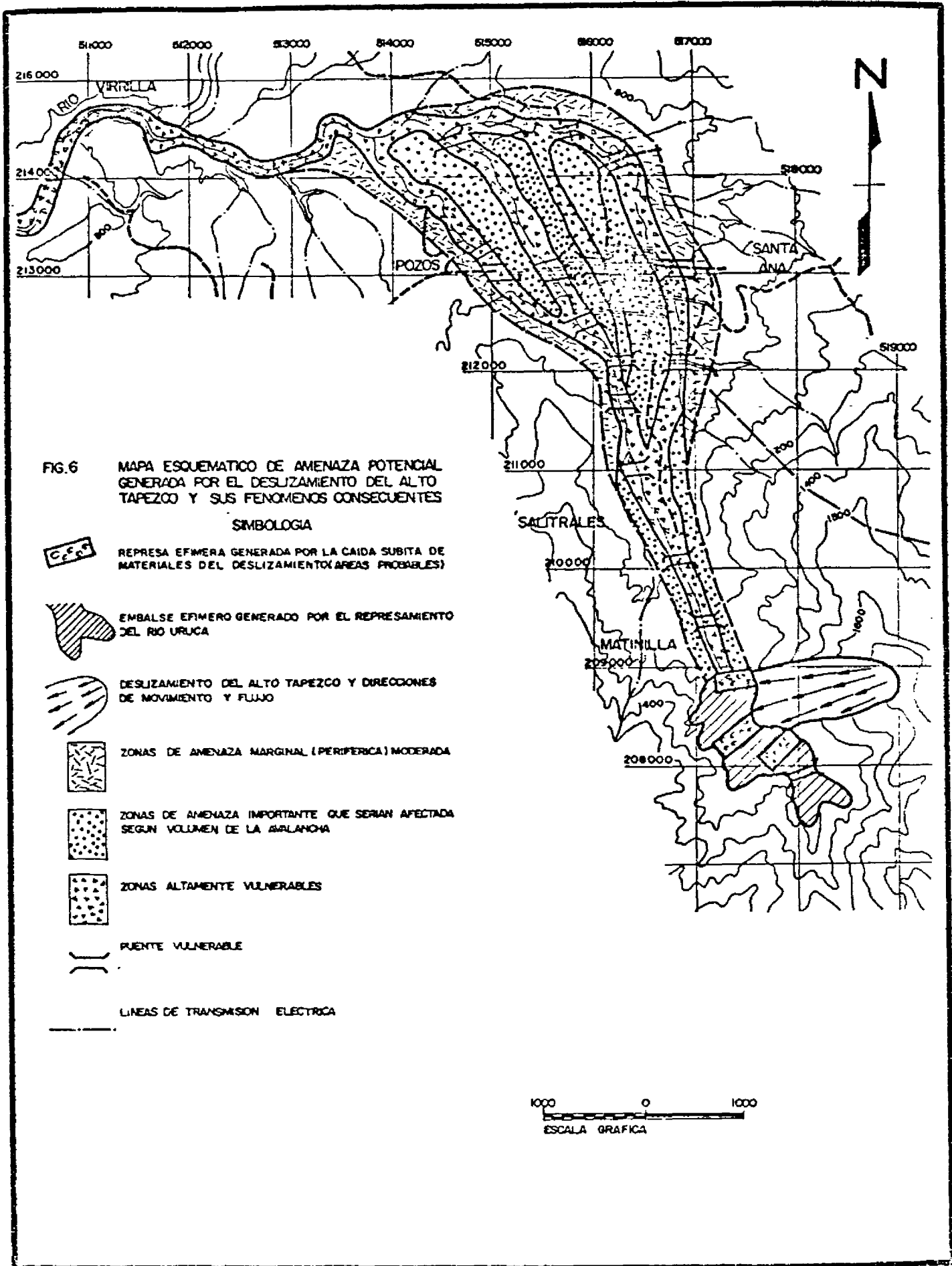
Sin embargo, adicionalmente a la visión geotécnica que pueda dársele al problema es necesario ampliar los conceptos hacia la Hidrometeorología propia de la cuenca y al uso actual de la tierra (Arce, 1986). Esta será la única forma, mediante un estudio integral, de poder evaluar el nivel de riesgo al menos de una forma cuantitativa aproximada.

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA PELIGROSIDAD Y VULNERABILIDAD

Como es desafortunadamente lógico, debe considerarse que ante cualquier eventualidad, sin importar cuál sea el mecanismo de disparo del deslizamiento y la forma cómo se manifieste el evento destructor (alud, represamiento, avalancha, etc.) será la población local, su infraestructura y las líneas vitales, quienes sufrirán las primeras y más graves consecuencias. Las repercusiones sobre la vida social y económica del país entero, estarían sin embargo lejos de pasar desapercibidas.

VULNERABILIDAD DE LA POBLACION

Según el estudio hecho por Morales (1986) y tomando en cuenta la influencia espacial del fenómeno, se estima que son los poblados de Matinilla, Salitral, Pozos y Santa Ana los que varían mayormente afectados directa o indirectamente en caso de una catástrofe. Esto significa una población cifrada de 10.000 a 15.000 personas (figura 6). Sin embargo, según Morales (1986) una rápida evaluación de la percepción social sobre el fenómeno muestra algunos indicios reveladores de una situación desventajosa. Aparentemente los vecinos, aunque la mayoría reconoce la existencia del fenómeno, no muestra preocupación por él. Se nota que tienden a minimizar el problema pues, al tener que permanecer en la localidad por causa de ser allí donde obtienen su subsistencia, de que es su hogar y de no tener acceso a otras alternativas, ignoran voluntariamente la magnitud del fenómeno. Así establecen un equilibrio aparente con el medio ambiente con el que interactúan, eliminando



mentalmente la amenaza.

Aparte de ello, en vista de que el problema no afecta en forma inmediata su calidad de vida (la gente está más pendiente de que no falte el agua en la cañería) y en todo caso, por no poder explicárselo, el fenómeno en sí no cuenta "a fortiori".

Es pues obviamente necesaria una campaña de divulgación accesible a toda la estratificación social en la que se haga conciencia de la problemática real y de la que sea posible establecer una base para la implementación de los dispositivos de alerta, emergencia y post-desastre.

VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA Y LINEAS VITALES

La vulnerabilidad de la infraestructura y de las líneas vitales debe enfocarse y evaluarse según las tres modalidades de desarrollo del fenómeno (Figura 6).

Primero: el conjunto de procesos que involucra el movimiento súbito y violento del deslizamiento, luego el alud hacia el río, la formación de las presas de materiales sueltos y la generación de un embalse efímero. Para este caso, debe evaluarse la destrucción que sufrirían las áreas involucradas en la ladera, aquellas que se verían sepultadas y las que se inundaría posteriormente. El poblado de Matinilla, el camino vecinal y un puente, serían los más directamente afectados (Figura 6).

Segundo: la generación y desarrollo de la avalancha a partir del proceso de ruptura de las presas y liberación del embalse efímero y en

función de los volúmenes de agua y materiales movilizados, se generarían una o varias corrientes de lodo. De los volúmenes movilizados y de la geometría del cauce a su vez, dependerá la extensión del área afectada. Los poblados de Salitral, Santa Ana y Pozos serían los afectados, aparte de por lo menos dos docenas de puentes, varios caminos vecinales, una carretera nacional y la autopista San José-Ciudad Colón. La línea de transmisión eléctrica y la sub-estación reductora locales, se verían también afectadas, al igual que extensas áreas de cultivo, industrias artesanales, acueductos y varios sistemas de generación de servicios públicos y privados (Figura 6). La verdad es que solo con un estudio específico de evaluación sería posible estimar la magnitud real de la vulnerabilidad y al igual, sentar las bases para una zonificación realista que tome en cuenta la peligrosidad y así planificar para el desarrollo futuro.

Tercero: la influencia que podría tener la corriente de lodo en los cauces inferiores del río Uruca y luego del río Virilla. En particular, debe evaluarse el impacto sobre las plantas eléctricas de Belén, Brasil, Ventanas-Garita y en el futuro, del proyecto Virilla.

Debe tomarse además en cuenta el hecho de que conforme pasa el tiempo y se desarrolla aun más la sociedad y economía locales, así aumenta la vulnerabilidad del conjunto sobre todo considerando el continuo crecimiento de la población, infraestructura y valor de la tierra, pues al no tomarse las previsiones necesarias, se induce a que el impacto de una catástrofe sea cada día potencialmente mayor, tanto para la comunidad local como para el país entero.

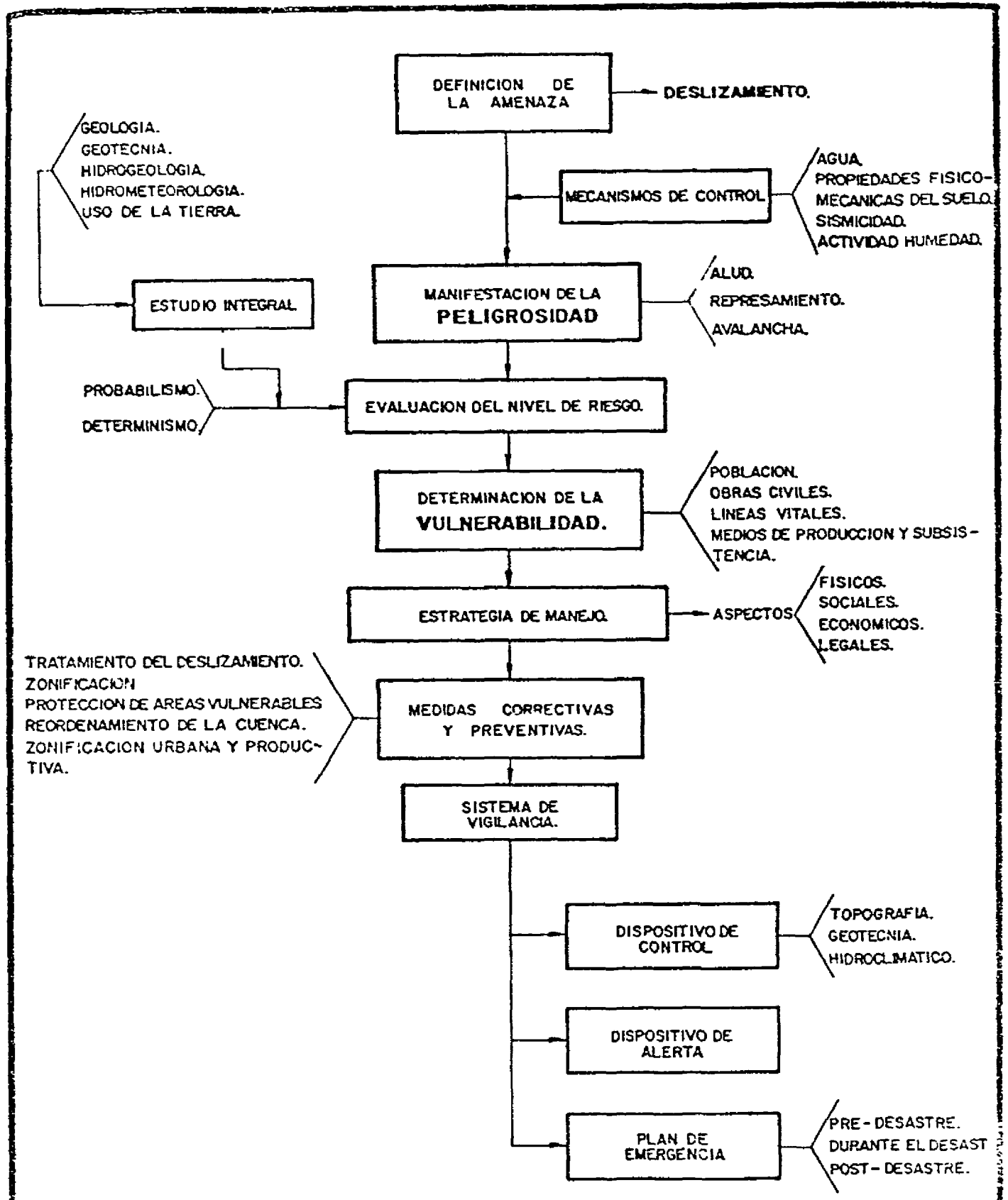


FIGURA Nº 7 ESQUEMA CONCEPTUAL PARA EL ENFOQUE DE UN DESLIZAMIENTO POTENCIALMENTE DESTRUCTIVO.

RECOMENDACIONES

ANTEPROYECTO PARA UN PLAN MAESTRO DE MANEJO

A lo largo de este trabajo, se ha expuesto el conocimiento que ha podido desarrollarse acerca de la existencia del deslizamiento del Alto Tapezco, de la peligrosidad que representa y de la vulnerabilidad potencial de la población e infraestructura locales.

Sin embargo, este análisis se basa tan sólo en la explotación de fuentes ya agotadas de información disponible, producto del esfuerzo de particulares interesados, pero que desafortunadamente no pasan de tener un carácter meramente cualitativo. La magnitud del fenómeno requiere de datos más precisos con lo cual se pueda por lo menos tener una aproximación cuantitativa. Hay que reconocer que este ni siquiera se conoce bien todavía, mucho menos los aspectos reales de peligrosidad, vulnerabilidad ni de la manera de prevenir, mitigar o corregir el problema.

Debe hacerse énfasis de que para superar adecuadamente esta etapa, el primer paso a dar es el de realizar un estudio integral de cuyos resultados se pueda obtener una base para tomar las decisiones necesarias que permitan proyectar la planificación futura del desarrollo de la región. Seguidamente se esbozan algunas grandes líneas que permitirían enfocar y atacar apropiadamente el asunto (figura 7). Estas recomendaciones debe entenderse, no siguen un orden rigurosamente estricto ni tampoco son excluyentes de cualquier otro aspecto que haya escapado.

1. ANALISIS DE LA AMENAZA

Este es el primer paso a realizar. No solamente hoy día todavía no se conocen suficientes detalles del deslizamiento en sí mismo, lo cual debe corregirse, sino que también deben evaluarse las posibles formas de cómo se desarrollaría la manifestación de su peligrosidad (alud, represamiento, avalancha, etc.) (figura 7).

Para ello es necesario estudiar en detalle:

- a) Las condiciones geológicas de la cuenca entera (estratigrafía, estructura) y de la localidad (Alto Tapezco).
- b) Las características geomorfológicas y fisiográficas (relieve, pendientes, redes de drenajes, geodinámica externa).
- c) Regímenes hidrometeorológicos regionales y locales (pluviosidad, evapotranspiración, escorrentía superficial, etc.)
- d) Regímenes hidrogeológicos (infiltraciones, flujos hipodérmicos, flujos freáticos e hidrodinámicos, variaciones de los niveles freáticos, zonas de recarga y descarga).
- e) Análisis geotécnico del deslizamiento (influencia de la geometría en planta y perfil, propiedades fisicomecánicas del material ($c\phi$, LL, Ip, etc.) estado de esfuerzos natural e inducido, influencia del agua y de la sismicidad, etc.
- f) Influencia del uso de la tierra, del manejo actual de la cuenca, de la explotación de los recursos naturales y de la degradación ambiental.
- g) Mediante una matriz que permita la realización de un cruce de variables racional, se puede intentar una aproximación cuantitativa que

permita establecer los niveles de riesgos referentes al fenómeno. Para ello, se puede desarrollar un análisis estadístico por medio de la aplicación de metodologías determinísticas y/o probabilísticas.

II. EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD

Una vez conocido el fenómeno en detalle, se debe proceder a establecer el posible impacto de este sobre la infraestructura y población. Para ello, es conveniente tomar en cuenta los siguientes puntos (figura 7):

- a) En el caso de la avalancha deben estimarse: movilización de volúmenes probables, densidad del conjunto, velocidad, propiedades dinámicas, extensión y difusión de la geometría de los lechos mayor y menor, etc.
- b) En base a ello, establecer una zonificación según la intensidad con que pueda manifestarse el fenómeno.
- c) Evaluar el impacto de acuerdo a la distribución de las viviendas, edificios, líneas vitales y su resistencia o fragilidad.
- d) Igualmente, pueden estimarse las pérdidas que podrían generarse por la destrucción de los medios de producción agrícola, industrial y artesanal y de los sistemas de producción de servicios públicos y privados.

III. ESTRATEGIA DE MANEJO

La estrategia de manejo está primero destinada a conocer y luego a aplicar en función de las características de la amenaza, las medidas de

Índole correctivo, preventivo y de vigilancia, tomando para ello en cuenta los aspectos físicos, sociales y económicos de la comunidad (figura 7):

a) Medidas correctivas: Según la aplicación de una metodología de análisis por "modificación de precedentes" primero y por cálculos numéricos después (Laporte, 1986) se pueden aplicar algunas medidas en fases consecutivas tendientes a la estabilización a corto plazo, a la observación y tratamiento para mediano plazo y luego para la mitigación y prevención a largo plazo. Pueden mencionarse dentro de este orden: drenajes subterráneos, recolección de aguas de escorrentía, movimientos estratégicos de tierra, deslizamientos inducidos controlados, limpiezas, etc.

b) Medidas preventivas: Aparte del tratamiento que pueda dársele al deslizamiento, debe establecerse un proceso de zonificación de acuerdo a los niveles de riesgo en las áreas potencialmente afectables, al igual que el diseño e implementación de obras de protección y control (canalizadores, diques, refuerzo de obras, reforestaciones ordenadas, etc.).

c) Reordenamiento: Este criterio debe aplicarse a toda la cuenca con el fin de regular los procesos de expansión urbana e infraestructural, así como de la explotación de los recursos naturales, del uso de la tierra y de los medios de producción. Cada actividad productiva podría desarrollarse en el medio más eficiente pero causando el menor daño posible al anterior y a veces más bien favoreciendo su recuperación.

d) Dispositivos de alerta: La evaluación y control del movimiento en el deslizamiento, al igual que de la reunión de parámetros que podrían

desencadenar una avalancha, debe implementarse de una vez por todas. Losilla y Protti (1986) propusieron una metodología aplicable y de bajo costo, basada en la observación de condiciones hidrogeológicas del sitio, la pluviometría, los caudales del río, las características geotécnicas del material y un control topográfico directo (figura 8). A esto se le puede agregar los aspectos ligados con la actividad sísmica local y regional.

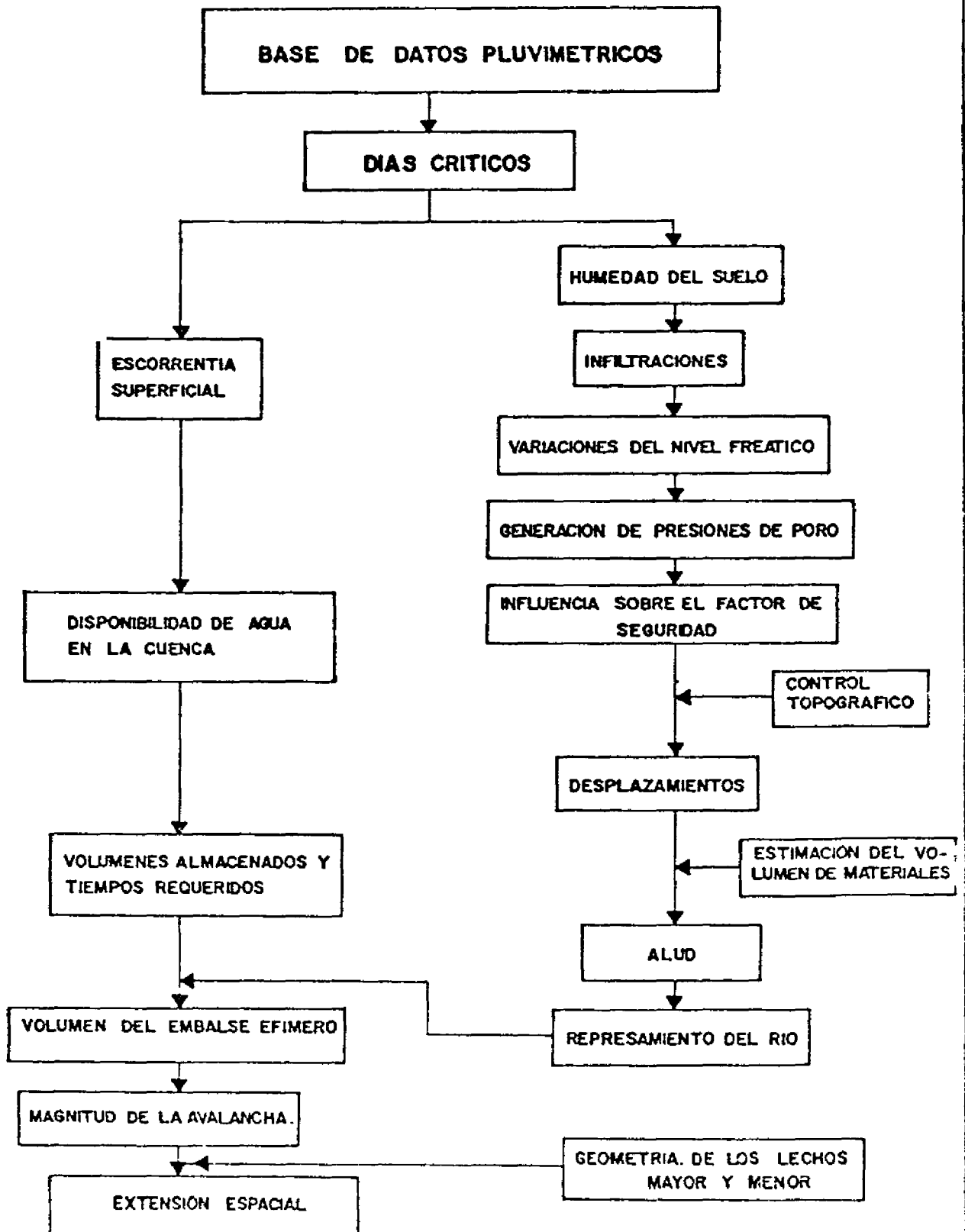
e) Plan de emergencia: Es imperativo saber qué hacer durante los períodos de alerta, emergencia y post-desastre. Deben diseñarse los dispositivos y mecanismos de aviso, evacuación, socorro, rescate y retorno. Las sobre-estimaciones y falsas alarmas deben también ser previstas y la credibilidad al sector científico debe ser estimulada, permitiéndole a este desarrollarse con el aporte de equipos y recursos para que sus pronósticos sean cada vez más acertados.

IV. EL PARAMETRO SOCIAL ANTE EL CONJUNTO DE LA PROBLEMÁTICA

El aspecto social ha sido descrito por separado con el objeto de darle énfasis a su importancia real. Ningún tipo de plan, estudio o acción a emprender tendrá un éxito completo si no se le toma en cuenta, sobre todo considerando que aparte de ser la primera víctima, la población local también ha participado activa, pasiva, directa o indirectamente en los procesos de degradación ambiental que han acelerado el fenómeno amenazante.

En forma resumida, es necesario conocer los siguientes aspectos:

FIGURA. 8 BOSQUEJO DE UN MODELO DE VIGILANCIA HIDROGEOLOGICA PARA UN DESLIZAMIENTO ACTIVO. (BASADO EN LOSILLA Y PROTTI, 1986).



- a) Historia de la ocupación de la tierra y del desarrollo de las organizaciones sociales y productivas de la cuenca.
- b) Valores culturales, creencias religiosas y la influencia sobre el arraigo y grado de comprensión del fenómeno, influencia de los líderes y su forma de ejercerla.
- c) Características de los colonos antiguos y recientes; qué les atrae para no emigrar; parentesco de las familias y su cohesión.
- d) Influencias de los cambios de gobiernos nacionales y municipales; reflejos de las políticas sociales y agrarias.
- e) Evaluar el impacto que podría generar el fenómeno desde el punto de vista social, psicológico, económico, sanitario, nutricional, educativo, etc.
- f) Establecer los métodos de aproximación para divulgar las características del fenómeno: lenguaje, nivel de complejidad científica, comunicación, educación comunal.
- g) Evaluar la reacción y la disposición a participar y cooperar ante: la emergencia, el peligro latente, el posible reordenamiento y una eventual reubicación.

V. ASPECTOS LEGALES

Este es también un factor de suma importancia, sin el cual se multiplican las dificultades para actuar, tanto desde la prevención como durante un eventual proceso post-desastre. Es necesario establecer una base jurídica específica para facilitar la labor de:

- a) Establecer zonas de protección y reserva en las áreas críticas.
- b) Proteger los sectores de interés comunal: fuentes de agua potable, etc.
- c) Ejecutar los planes de reordenamiento y zonificación.
- d) Disponer de una base para el enfortamiento de las medidas preventivas, correctivas de control y de protección de los recursos naturales locales.

CONCLUSIONES

En este artículo han sido analizados los factores, mecanismos y procesos que pueden considerarse como los generadores de la amenaza en relación con el deslizamiento del Alto Tapezco. Se ha visto cómo este podría, bajo ciertas condiciones, generar un alud, un represamiento efímero en el río Uruca y luego el desencadenamiento de una avalancha. Este último fenómeno podría afectar severamente la población, infraestructura y líneas vitales locales, lo que en la eventualidad del caso representaría un elevado costo social y económico que repercutiría no solo a nivel de la comunidad sino también para el país entero. Día con día la situación tiende a volverse más compleja, en razón del crecimiento y desarrollo de todos esos sectores y con lo que el impacto sería cada vez mayor.

La posibilidad del desencadenamiento de un fenómeno semejante no puede ser aún evaluada con certeza, tanto en su aspecto temporal, espacial ni en su magnitud, pues no se dispone de estudios suficientemente detallados con los cuales se puedan establecer los niveles de riesgo y las probabilidades estadísticas de ocurrencia en función de los parámetros climáticos, geológicos y antrópicos.

Igualmente, se han propuesto aquí las grandes líneas que podrían ser seguidas para evaluar estas condiciones, al igual que los aspectos sociales y legales involucrados y con ello, dirigirse hacia el establecimiento de una serie de medidas tendientes a corregir, prevenir y mitigar el fenómeno. Paralelamente al reordenamiento de la actividad humana en la cuenca, en sus aspectos de explotación de los recursos naturales, expansión urbana e infraestructural, se pueden concebir e implementar dispositivos de divulgación, emergencia y post-desastre acordes con la realidad física y socio-económica de la localidad y del país en general.

Le corresponde ahora a las autoridades competentes tomar las decisiones necesarias y aplicables para evitar que se siga dependiendo de la suerte y que luego de una eventual catástrofe, no sea necesario imputar el término de "negligencia" para el caso de que continúen sin tomar las disposiciones requeridas para evitar o mitigar una tragedia.

BIBLIOGRAFIA

Alvarado, M.E. 1982. Estudios sedimentológicos en la Formación Pacacua. Tesis de Licenciatura, Escuela Centroamericana de Geología, U.C.R. (inédita) 127 pp + planos.

Arce, H. 1986. Análisis comparativo del uso óptimo del suelo, uso actual y sus repercusiones. Seminario sobre el Cerro Tapezco. Municipalidad de Santa Ana - Ministerio de Agricultura y Ganadería Programa Regional Forestal, 13 pp.

Castillo, R. 1969. Geología de los mapas básicos Abra y parte del río Grande. San José, MEIC. Mapa Not. Exp. 36 pp.

Dengo, J. M; 1986. Palabras de inauguración. Seminario sobre el Cerro Tapezco, Municipalidad de Santa Ana - CFIA; transcripción, borrador; 8 pp.

EXCELSIOR, Periódico. 1977. Deslizamiento en el Cerro Tapezco. Peligro de aluvión sobre Santa Ana. Curridabat; 30 de agosto. p.1 y 3.

LA NACION, Periódico. 1978.

- Falla terrestre produce peligroso deslizamiento 26-01-78; p. 2A
- Alto Tapezco : Municipalidad de Santa Ana sin recursos para combatir deslizamientos. 2-04-1978; pag. 2A.
- Cerro Tapezco: continúan los derrumbes, pero las precauciones son mínimas. 27-09-78; p. 1A y 10A.

Laporte, G: 1986. Enfoque ingenieril para el estudio del deslizamiento del Cerro Tapezco. Seminario sobre el Cerro Tapezco, Municipalidad de Santa Ana, 7 pp.

Leandro, 1977. Estudio geofísico del deslizamiento del Alto Tapezco. Ministerio de Agricultura y Ganadería - FAO; 24 pp.

León, C. Leandro; G. Granados, R. Torres C. 1981. Estudio del deslizamiento de la margen derecha del río Chiquito de Tres Ríos. Escuela C.A. de Geología. U.C.R. Informe inédito, 22 pp. + mapas.

Losilla, M, Protti, R. 1986. Proposición para un sistema para un sistema de vigilancia hidrometeorológica y Geológica del deslizamiento del Cerro Tapezco. Seminario sobre el Cerro Tapezco. Municipalidad de Santa Ana, SENARA-Distribución Aguas Subterráneas y Estudios Básicos. 6 pp.

Madrigal, R; Rojas, G ; 1981. Mapa Geomorfológico de Costa Rica. Escala 1:200.000. Noticia explicativa. OPSA.

Mora, S; 1985. Las laderas inestables de Costa Rica. Revista Geológica de América Central. Escuela C.A. Geología, R.C.R. Vol. 3 pags. 131-161. San José.

Mora S; Vargas G; Brenes, G; 1984. Estudio de evaluación ambiental del proyecto turístico del Cerro San Miguel (La Cruz de Alajuelita. Consultécnica-ICT. 92 p.

Mora, S; 1986 a. Comentarios acerca de la problemática generada por las amenazas geológico-antrópicas en la cuenca del río Reventado. Comisión Interinstitucional - Ministerio Vivienda - Oficina de Geología Aplicada, ICE. 22 pp.

Mora, S; 1986 b. Análisis preliminar de la amenaza y vulnerabilidad potenciales generadas por el río Reventado y el deslizamiento de San Blás. Cartago. 2o. Jornada Geológica de Costa Rica 16 p.

Mora, S; Morales, L; 1986. Los sismos como fuente generadora de deslizamientos y su impacto sobre la infraestructura y líneas vitales de Costa Rica. Primer Seminario Nacional sobre riesgo sísmico. Escuela de Ingeniería Civil, U.C.R. 15 pp.

Mora, S; Estrada, A; Delgado, J; 1985. Análisis del deslizamiento de San Blás, río Reventado, Cartago. 3o. Seminario Nacional de Geotecnia. Asociación Costarricense Mecánica de Suelos, Ing. Fernando. 16 pp.

Morales O; 1986. Estudio de percepción social del deslizamiento del Cerro Tapezco, Santa Ana. Seminario sobre el Deslizamiento del Alto Tapezco. Municipalidad de Santa Ana. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 12 p

Rivier, F; 1979. Geología del área norte de los cerros de Escazú, Cordillera de Talamanca. IGN. Informe semestral enero-julio pp.99-138.

Saborío, J; 1986. Plan urbanístico del cantón de Santa Ana. Seminario sobre el deslizamiento del Alto Tapezco-Municipalidad de Santa Ana; Invu, 3 pp.

Siú, D; 1980. Breve informe sobre el deslizamiento localizado sobre la ladera oeste del Cerro Tapezco en Santa Ana. DGMP-MEIC, 4 pp.

Solórzano, R; Van Ginneken, P; 1976. Resultados del estudio y plan de trabajo en la zona piloto dentro de la cuenca del río Uruca. Proyecto MAG/FAO/COS/72/013.

Torres, C; estudiantes de Geología Aplicada; 1975. Estudio geológico preliminar en la zona de Alto Tapezco, al sur de Santa Ana. Escuela C.A. de Geología, U.C.R.; 6 pp.

Ureña, J; 1983. Análisis de la estabilidad del flanco occidental del Alto Tapezco en Santa Ana. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería Civil, U.C.R. 70 pp.

Municipalidad de Santa Ana, 1986. Transcripción del Foro sobre el Alto Tapezco efectuado el 18 de julio. Borrador, 10 pp.