

LOS DESLIZAMIENTOS DEL 2 DE JULIO EN EL CERRO DOAN
SUS CAUSAS Y CONSECUENCIAS.

- * Dr. Sergio Mora C.
- * Lic. Rolando Valdés C.
- ** Ing. Carlos Ramírez.

RESUMEN

Durante las últimas horas de la tarde y las primeras de la noche del día 2 de julio de 1987, una fuerte pero concentrada perturbación atmosférica generó una tormenta de elevada intensidad de lluvias en la región del Cerro Doán (275 mm) al este del embalse y Presa de Cachí y al oeste del Río Pejibaye.

No obstante su limitada extensión (25 Km²), la zona fue afectada por gran cantidad de deslizamientos y aludes de detritos y lodo, especialmente las cuencas altas de los Ríos Urasca, Vueltas, Humo, Humito, Cacao, Naranja y Sordí, generando inundaciones, avalanchas y un enorme arrastre de materiales sólidos (lodo, cantos, bloques, troncos, etc).

La situación se tornó en una seria amenaza para las obras de infraestructura (Planta de Cachí, Ingenios de Coope-Pejibaye y Humo, etc) líneas vitales (carreteras, puentes, línea de transmisión eléctrica, acueductos) y para la población y sus elementos de subsistencia (vivienda, cultivos, porquerizas, caballerizas, hatos ganaderos, cafetales, etc). Esto trajo como consecuencia una pérdida económica considerable para la región y el país entero, si se tienen en cuenta las pérdidas por la actividad económica local, daños a la infraestructura y los daños y detención temporal de la generación de la Planta de Cachí.

ABSTRACT

During the evening of the 2nd of July, 1987, a strong atmospheric anomaly generated a high intensity rainfall storm (275 mm/5 hours) east of the Cachí dam and West of

- * Departamento de Geología, Instituto Costarricense de Electricidad. Escuela Centroamericana de Geología CIGEFI, U.C.R. INGEOSA.
- ** Departamento de Estudios Básicos, Instituto Costarricense de Electricidad.

Río Pejibaye (Cerro Doán).

Regardless of the relatively small area affected (25 km²) there were many landslides, debris, and mud flows, specially at the upper bassins of the rivers Urasca, Vueltas, Humo, Humito, Cacao, Naranjo and Sordi. There were also destructive floods and extensive areas were covered by sediments (boulders, mud) and tree trunks.

This situation turned to be a serious hazard for the different infrastructural local civil works (Cachí Hydropower Dam, sugar and coffee factories of Coope-Pejibaye and El Humo) as well as to the population, their productive activities (houses, plantations, porc.horse and dairy farms) and vital lines (roads, bridges, power lines aqueducts, etc).

The consequences of this were also significant for the country's social and economic life, taking into account the losses to the infrastructure, agriculture, and the two weeks long stop at the Cachí Hydropower Plant.

RESUME

Pendant la soiree du 2 juillet 1987, une forte et concentree perturbation atmospherique genera une intense precipitation de pluies dans la region du Cerro Doán (275 mm/heurs) à l'est de l'aménagement de Cachí et à l'ouest du Río Pejibaye.

Malgré l'extension limitée (25 Km²) la région a été affectée par beaucoup de glissements de terrain et avalanches de detritus, spécialement dans les hauts bassins des rivières Urasca, Vueltas, Humo, Humito, Cacao, Naranjo et Sordi, ce qui a generé des inondations et provoqué la remotion d'un volume considerable de sédiments. troncs d'arbres, pierres, etc.

La situation a surtout representé una severe menace pour les ouvrages d'infrastructure civile (Usine hydroélectrique de Cachí, factories de café et Sucre de Coope-Pejibaye et El Humo, etc) aussi bien que pour les lignes vitales (routes, ponts, lignes de transmission électrique, aqueducts, etc) et pour la population et ses moyens de subsistance (habitation, cultures, granges de porcs, chevaux, troupeaux de vaches, cafeteraies, etc).

La résultat a été d'une perte économique et sociale considerable pour la region et le pays entier, surtout en tenant compte des dommages à l'activité de production, infrastructure et la paralisation temporaire de la génération électrique (environs 15 jours) à Cachí.

ANTECEDENTES:

En la tarde y noche del 2 al 3 de julio de 1987, durante y luego de un disturbio atmosférico de elevada intensidad de lluvias, se generaron grandes cantidades de deslizamientos, que a su vez produjeron aludes y avenidas en los ríos locales.

El resultado fue la destrucción de extensas áreas de cultivos, puentes, caminos y viviendas, generando graves problemas a la economía de la zona y graves daños a la Planta de Cachi, lo que provocó su salida de operación durante alrededor de 15 días.

En adelante, se describirán los aspectos de mayor relevancia de este evento.

UBICACION GEOGRAFICA:

La región más afectada por el fenómeno de deslizamientos y avalanchas fue aquella que comprende las laderas de los Cerros Congo, Duán y Campano, es decir, en el interfluvio anterior a la confluencia de los Río Pejibaye y Reventazón, Provincia Cartago (Figura 1). El área se encuentra entre 10 y 15 km al SW de Turrialba y de 15 a 20 km al E. de la Ciudad de Cartago. Las coordenadas geográficas que la delimitan son aproximadamente (Hoja Pejibaye):

83° 49' W (555.000 E) - 83° 40' 00" W (573.000 y
09° 47' 30" W (198.000 N) - 9° 52' 00" N (205.000 N)

Las elevaciones oscilan entre los 630 y 1865 m.s.n.m. y las precipitaciones pluviales promedio "normales" son de 4950 mm (Est.Oriente) y 5340 mm (Est.El Humo) por año. Cabe mencionar que en 1981 fueron registrados casi 8000 mm de lluvia en la estación El Gato (Oficina de Hidrología, ICE).

RELIEVE

El relieve general de la región se puede catalogar como muy fuerte y abrupto. Los valores máximos del índice de relieve alcanzan los 700 m/km² y 42% respectivamente, en el área de Pejibaye.

Estos valores son indicativos de una región geomorfológicamente joven, en donde el ciclo natural de erosión se encuentra aun intensamente activo. La actividad humana se ha encargado de acelerar el proceso.

Basta con mencionar para ello que el volumen de sedimentos en suspensión del Río Pejibaye (Est.Oriente) es en promedio de 1240 ton/año/km² (Oficina Hidrología, ICE).

LITOLOGIAS:

En la región, afloran esencialmente tres grupos de litologías, a saber:

- a) Rocas sedimentarias, probablemente del Eoceno Superior asociables a la Formación Tuis, por ejemplo calizas arcillosas fosilíferas, areniscas y lutitas.
- b) Rocas volcánicas y volcaniclasticas, probablemente Plio-Pleistocénicas, asociables a la Formación Doán; por ejemplo lavas dacíticas y andesíticas, aglomerados y brechas.
- c) Depósitos de sedimentos coluvio-aluviales del Cuaternario, sin consolidar originados por la acumulación de materiales recientemente erosionados y transportados fluvialmente (aluviones) o gravitatoriamente (deslizamientos).

ASPECTOS RELEVANTES DE LA GEODINAMICA EXTERNA:

En esta región se han conjugado varios factores geológicos y geomorfológicos que inducen a una inestabilidad potencial de laderas elevada. El mapa geomorfológico elaborado por Valdés y Mora (1985) evidencia claramente la situación. La región está llena de cicatrices de antiguos deslizamientos y escarpes rocosos. Por otra parte, abundan los conoides de deyección, abanicos coluvio-aluviales y otros tipos de depósitos de laderas, lo que atestigua la intensa actividad erosiva y generación de deslizamientos, desprendimientos y avalanchas.

Únicamente a nivel ilustrativo, se pueden mencionar los abanicos de Volio, Río Oro, Cachí, Taus, Humo, Cacao, Casa de Teja y Tepemechín (Umaña, 1963; Valdés y Mora, 1985, Bustos, 1986; González, 1986, Ortiz, 1986; Ruiz, 1986).

ASPECTOS GENERALES DE LA TORMENTA:

La tormenta del 2 de julio de 1987 posee características importantes que ameritan ser mencionadas.

Primeramente y como se observa en la figura 2 las isoyetas totales muestran dos núcleos de mayor precipitación. Uno en las subcuencas de los Ríos Naranjo, Urasca y Guatuso, con un máximo de 115 mm y el otro en las subcuencas de los Ríos Humito, Cacao y Humo, con un máximo de 260 a 275 mm. Toda esta lluvia cayó en tan solo 5 horas (Ramírez, 1987).

Sin embargo, a partir de la figura 3 que muestra la distribución horaria de la precipitación acumulada, se puede apreciar que en realidad hubo dos tormentas secundarias consecutivas. La primera se desarrolló entre las 14 y las 17 horas, sobre las áreas de T-6, Cordoncillal y El Humo con máximos de 115, 80 y 110 mm respectivamente (figura 4). La segunda (figura 5) se desarrolló entre las 17 y las 19 horas, sobre Cachí-Naranjo. (100 a 125 mm) y persistió sobre El Humo (150 mm. adicionales).

El elemento definitivo de disparo fue entonces la segunda tormenta, pues el agua precipitada debe haber saturado o casi los suelos y la segunda ejercido su acción de desestabilización última. Nótese que el área de Cordoncillal y T-6, que registrara las mayores precipitaciones en la primera tormenta, no se vio afectada, pues la segunda tormenta no se presentó y porque su mayor cobertura forestal (Reserva de Tapantí), debe haber contribuido a evitar el desarrollo de deslizamientos gracias a la mejor regulación hidrológica e hidrogeológica natural con que cuenta.

Los ríos más afectados con esta tormenta fueron el Humo ($241 \text{ m}^3/\text{s}$) y el Pejibaye ($929 \text{ m}^3/\text{s}$). Para este último, la avenida corresponde a un período de recurrencia de 550 años mientras que el de la lluvia en la estación El Humo tiene un período de recurrencia de 25 años (Ramírez, C. 1988).

LA DESESTABILIZACION DE LAS LADERAS:

Dadas las condiciones naturales climáticas, geológicas y geomorfológicas, propensas a la inestabilidad de laderas y la contribución de la actividad del hombre, en su labor de explotación destructiva de los recursos naturales, bastó pues con la generación de un evento atmosférico poco usual, para que ocurriese una catástrofe.

En efecto, la lluvia intensa generó un proceso de saturación en las capas de esencialmente dos tipos de suelo: aquellos formados por coluvios y los generados por desarrollo de la descomposición "in situ" de las litologías locales (residuales, regolitos).

DISTRIBUCION ESPACIAL:

Como producto de un reconocimiento realizado desde los caminos y senderos de acceso, en la figura 1 se puede apreciar la distribución espacial que tuvo el fenómeno de desestabilización de laderas. Obsérvese que en general los deslizamientos se concentraron dentro de un área máxima de 25 km². Esto concuerda más o menos bien con las áreas de mayor concentración de lluvias y en especial de sus mayores intensidades (Figuras 1,2,4 y 5).

Nótese además que las cuencas más afectadas fueron Naranjo, Vueltas, Cacao y Humito. Las otras afectadas lo fueron, en menor intensidad: Tambor, Sordí, Lajas, Urasca y Humo y fuera de ellas, prácticamente no hubo daños ni evidencias de desestabilización considerable o evidente. Es posible que analizando fotografías aéreas posteriores, se concluye que el área más afectada pueda extenderse un poco más de lo mencionado, pero la diferencia no será notable.

CLASIFICACION MORFO-GEOTECNICA DE LOS DESLIZAMIENTOS:

En la figura 6 se muestra un esquema con los principales tipo de desestabilización de laderas observados. Por su parte, en la figura 7 fueron representados en un corte geológico típico los espesores y profundidades máximas interesadas por los deslizamientos. Fueron también muy numerosos los casos de erosión intensa y concentrada que formaron cárcavas de elevado desarrollo.

Obviamente, se notó cómo se intensificó la erosión en donde ya existían procesos desarrollados de antemano. (A.Fig. 6). Representan estos un 15 % de los casos observados.

Los deslizamientos que movilizaron únicamente las capas superiores del suelo o de coluvio fueron también numerosos (20 % del total; caso B. figura 6; y también figura 7). Ocurrieron principalmente en laderas de pendiente moderada y generalmente cubierta de pastos.

Por otra parte, los deslizamientos más frecuentes fueron los que alcanzaron movilizar el suelo, coluvios y el saprolito (tipo C figura 6; ver también figura 7), los cuales representan alrededor de un 40% del total observado.

Como característica particular, se pudo apreciar cómo los deslizamientos se generan a la mitad o $2/3$ superiores de las laderas de alta pendiente, sobre todo cuando estas estaban cubiertas de pasto o cultivos menores. Generalmente, sus coronas desarrollaron un retroceso hasta encontrar sectores de ladera cubiertos de árboles. En estos casos, cuando las raíces eran suficientemente profundas y resistentes, se pudo detener espontáneamente la movilización de mayores volúmenes de material.

Dada la elevación de los deslizamientos, al mobilizarse los materiales estos se desprendieron y bajaron por la ladera en forma de alud, aprovechando los canales de los torrentes de montaña. En forma global, fueron tal vez los fenómenos más destructivos.

Por último y por desarrollo en mayor escala de los casos anteriores, en las laderas de mayor pendiente y más maltratadas por la deforestación y práctica inadecuada de manejo, ocurrieron deslizamientos más profundos y extensos, que alcanzaron desprender materiales y dejar al descubierto la roca sana (D, figura 6, ver también la figura 7). Estos representaron alrededor del 25% de los casos observados, entre los cuales sobresalen por sus dimensiones los de las cabeceras de los Ríos Naranjo y Vueltas, a ambos lados del Cerro Doán.

AVALANCHAS Y AVENIDAS:

Ya se mencionó que por lo general los deslizamientos ocurrieron, en su mayoría, más arriba de la mitad de las laderas y que los materiales desprendidos se precipitaron en aludes y avalanchas hacia los ríos principales.

Estos aludes frecuentemente represaron, al menos momentáneamente, los ríos, generando luego grandes avenidas, cargadas de todo tipo de sedimentos: desde arenas hasta enormes bloques de 4 y 5 m. de diámetro, troncos de árboles, animales muertos, etc. En los Ríos Cacao, Humito y Naranjo, esta situación fue muy intensa (figura 1).

LOS DAÑOS PRINCIPALES:

Será muy difícil establecer la cuantía general de los daños causados por el fenómeno; solamente se podrá estimar especulativamente su extensión según la lista siguiente:

- Extensas afeas destruidas por los deslizamientos y aludes: Se perdieron sectores de bosque, pastos, cultivos de café, caña, maíz, etc. Aproximadamente un total de 1000 hectáreas totalmente destruidas y 1300 con daños parciales.
- Según el mandador de la Hacienda Cachí, solamente ahí se perdieron cerca de \$ 10 millones por la destrucción de cafetales, almácigos y 2 puentes.
- Fueron destruidos 8 puentes, parcialmente dañados otros 10 (figura 2) y cerca de 15 km de caminos.
- Alrededor de 10 viviendas fueron destruidas y otras 25 parcialmente dañadas (figura 2); se informó de un total de 3 muertos.
- Se informó además de una pérdida (aproximada) de alrededor de 60 cerdos, 60 vacas, y 16 caballos.
- Se dañaron las parrillas de la Toma de Presa de Cachí, debido a la presión ejercida por los detritos de un lado, sobre el túnel vacío del otro; aparte de los costos de su reparación y limpieza, habrá que agregar la pérdida de generación al haberse tenido que vaciar el embalse y detener las turbinas durante alrededor de 15 días completos.

CONCLUSIONES

Los efectos combinados de un disturbio atmosférico que aportó una gran intensidad de lluvias, el manejo incorrecto y sobre todo la destrucción progresiva de la cobertura forestal de las cuencas de los ríos locales, provocó que se generara un proceso de destabilización masiva en las laderas aledañas al Cerro Doán.

Se deslizó una enorme cantidad de materiales que a su vez fueron arrastrados por los ríos principales, destruyendo con ello cultivos, viviendas, caminos, puentes y provocando serios daños y hasta la detención de la operación de la Planta de Cachí.

En su parte, los deslizamientos movilizaron materiales del suelo, coluvios, saprolitos y regolitos, en particular en las áreas desprovistas de bosques y más bien sometidas a pastoreo y cultivos de café, caña y maíz.

Fue más bien asombroso que no ocurrieron más daños y que el saldo de muertos fuera de 3 solamente. Este fenómeno deberá servir de lección en el sentido de que sin un manejo adecuado de las cuencas, situaciones como estas seguirán repitiéndose en el futuro, quizás con mayor intensidad, en estas y otras cuencas. Si en algo se aprecian los recursos naturales y los beneficios del sector hidráulico, no se podrá pasar esto por alto.

Es imprescindible que se realice un vuelo para tomar fotografías aéreas de la región afectada, con el objetivo de lograr una mejor cartografía de deslizamientos y áreas aledañas afectadas.

Sería también conveniente integrar un equipo multidisciplinario para evaluar todos los aspectos del evento ocurrido y comenzar a contemplar las necesidades de investigación, prevención, control y alerta para el futuro, en estas y otras cuencas.

Un equipo así debería integrarse al menos por un ecólogo, un ingeniero forestal, un geólogo y un hidrólogo.

BIBLIOGRAFIA

Bustos, R; 1986: Geología del área de Taus, San Gerardo y alrededores, Provincia Cartago. Campaña Geológica G-5216. Escuela Centroamericana de Geología. 61 pp.

González, G. 1986. Geología de El Humo y alrededores. Campaña Geológica G-5216. Escuela Centroamericana de Geología, U.C.R. 32 pp.

Morales, N, 1986. Estudio Geológico de los alrededores de Río Gato y Tepemechnín, Pejibaye de Turrialba. Campaña Geológica G-5216. Escuela Centroamericana de Geología, U.C.R., 23 pp.

Ortiz, M; 1986: Geología de la zona de Pejibaye y alrededores, Provincia Cartago. Campaña Geológica G-5216, Escuela Centroamericana de Geología, U.C.R., 41 pp.

Quesada J, 1986. Estudio Geológico de los alrededores de La Esperanza, Pejibaye, Cartago, Campaña Geológica G-5216, Escuela Centroamericana de Geología. U.C.R. 36 pp.

Ruiz, S, 1986. Geología del Cerro Gavilucho y alrededores, Provincia Cartago, Campaña Geológica G-5216. Escuela Centroamericana de Geología, UCR., 25 pp.

Ramírez, C, 1988. Informe de las avenidas del 2 de julio de 1987 en los Ríos Naranjo, Humo y otros. Oficina de Hidrología, ICE. 22 pp. + cuadros.

Sierke, H, 1986. Estudio geológico de la Fila Omega y alrededores, Campaña Geológica G-5216, Escuela Centroamericana de Geología, UCR, 53 pp.

Valdés, R, S. Mora, 1985. Estudio de reconocimiento Geológico-geotécnico del Proyecto Hidroeléctrico El Gato. Oficina de Geología Básica, ICE. 96 pp.

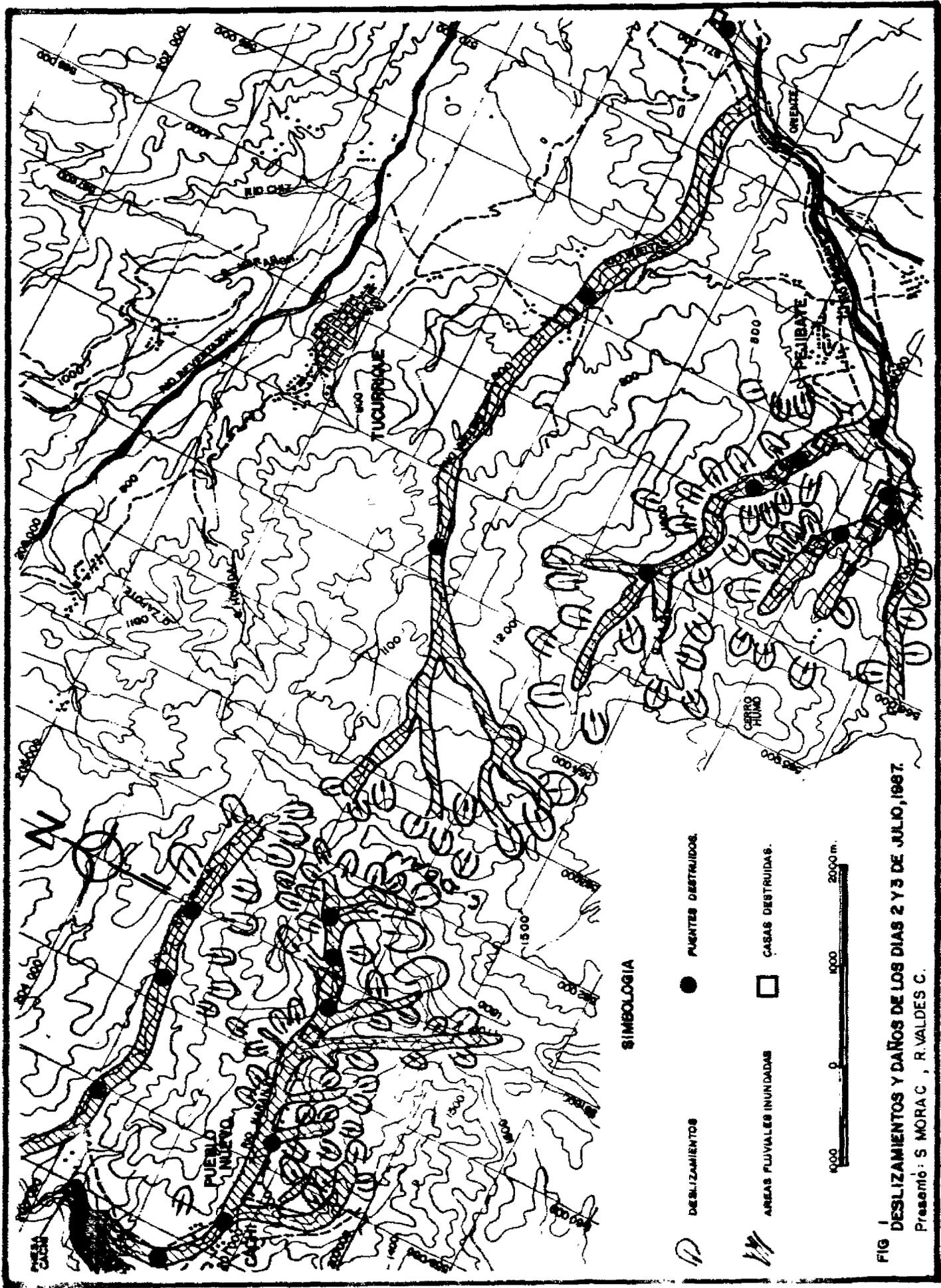
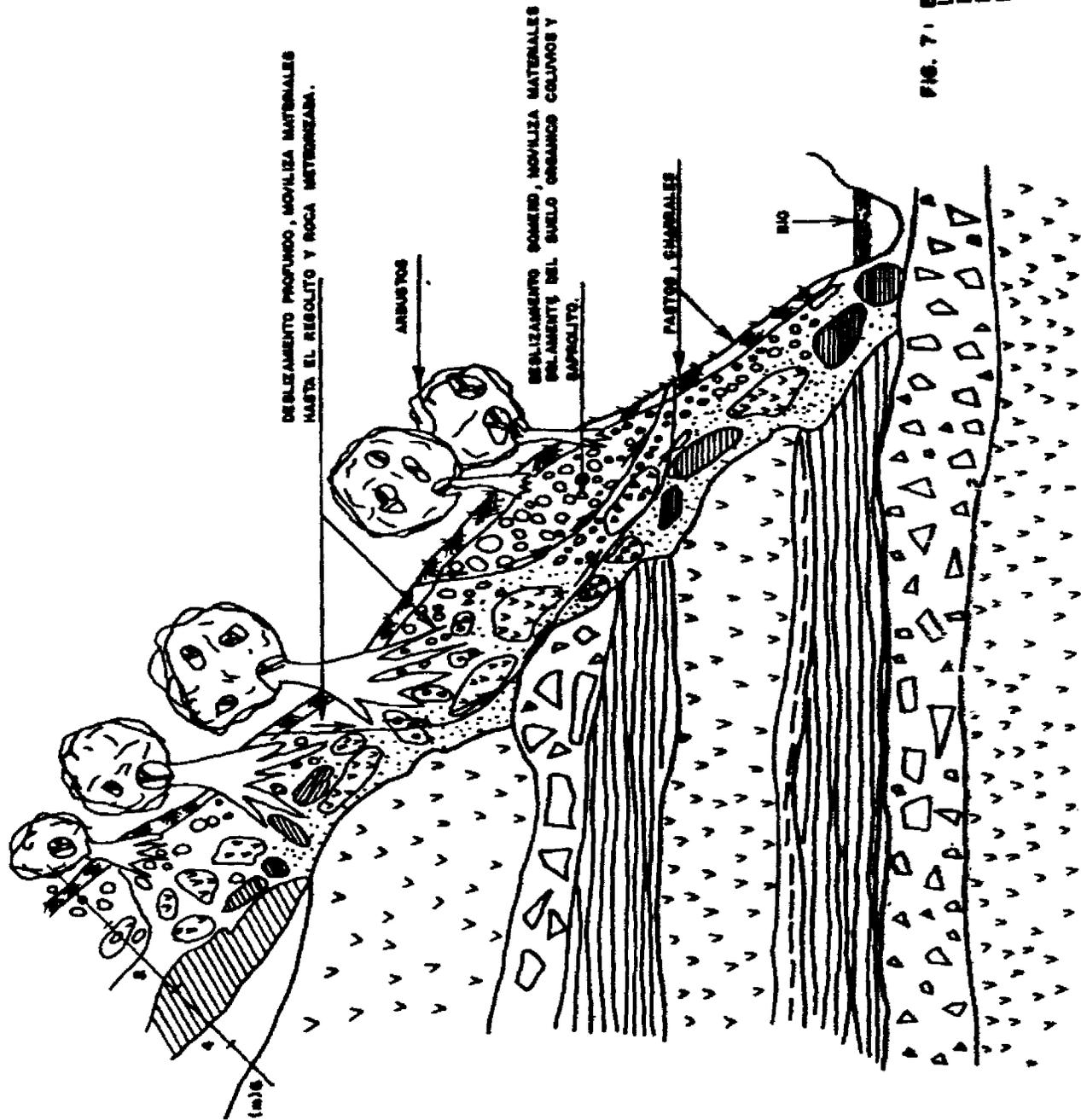


FIG 1 DESLIZAMIENTOS Y DAÑOS DE LOS DIAS 2 Y 3 DE JULIO, 1967.
 Presentó: S. MORAC, R. VALDES C.



	SUELO ORGANICO.
	COLUVIO SAPROLITO O MEZCLA DE AMBOS.
	RESOLITO O ROCA METEORIZADA.
	LAMAS
	CONTACTOS QUEBRADOS
	TORAS.
	ENRIECHAS VOLCANICAS

FIG. 7: ESQUEMA DE DESARROLLO DE LOS DESLIZAMIENTOS SOMEROS Y PROFUNDOS EN LITOLOGIAS DE ORIGEN VOLCANICO QUE MUESTRAN UN DESARROLLO TIPICO DE PERFILES RESIDUALES.