

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- 1) Los fenómenos de deslizamientos y aluviones son eventos naturales que suceden con frecuencia en las cuencas hidrográficas del Perú. Las condiciones topográficas, la geología y el clima contribuyen a su ocurrencia. Es posible delimitar zonas del país donde estos fenómenos se presentan con mayor frecuencia e intensidad, debido a las condiciones específicas de los suelos, pendiente, cobertura vegetal y acción del hombre.
- 2) La lluvia es un agente importante, satura los materiales no consolidados ubicados en las laderas o sobre planos de estratificación, esquistocidades o diaclasamientos de rocas consolidadas arcillosas, comportándose como un factor lubricante que origina el desplazamiento de masas rocosas induciendo el movimiento gravitatorio.
- 3) Los fenómenos geodinámicos se presentan con mayor frecuencia en el Perú en los meses de Febrero y Marzo, cuando las precipitaciones alcanzan su mayor intensidad. Las precipitaciones en la costa y sierra al parecer están relacionadas con los desplazamientos de las aguas cálidas y superficiales de la región ecuatorial tropical del Océano Pacífico y al intercambio de masas de nubes cargadas de humedad provenientes de la cuenca amazónica que disminuye su temperatura al cruzar la Cordillera de los Andes, que al encontrarse con nubes más calientes del Pacífico producen fuentes de altas precipitaciones.
- 4) La Cordillera de los Andes en el sur del país es una barrera para el intercambio de masas de nubes entre la cuenca del Amazonas y la vertiente del Pacífico, además el fenómeno "El Niño" rara vez se desplaza más allá de la latitud 11° a la 14°, por tal motivo los departamentos de Tacna y Moquegua están menos expuestos a los fenómenos geodinámicos. En el centro, las cuencas recolectoras están caracterizadas por laderas escarpadas, altas pendientes y escasa vegetación, propiciando la generación de Huaycos. En el norte la cordillera está más alejada del Océano, la cuenca es menos accidentada y la menor altitud favorece el intercambio de nubes y la precipitación, a la ocurrencia de las inundaciones.
- 5) Los fenómenos de deslizamientos y aluviones son objeto de estudios de varias disciplinas como la Mecánica de Suelos, Geología, Hidrología, Forestal, Hidráulica, Meteorología y otras, que deben estar orientadas a conocer las causas de los fenómenos, y controlar su magnitud y efectos.

- 6) Se concluye que es necesario actualizar el inventario sobre procesos de inestabilidad presentado en este informe
- 7) Es también necesaria la evaluación y análisis de esta información para preparar mapas de amenaza de deslizamientos y aluviones en el Perú.

4.2 Recomendaciones

- 1) Estudiar la magnitud y probabilidad de ocurrencia de deslizamientos y aluviones con la información básica y predecirla. Instalar observatorios meteorológicos, para estudiar la transferencia de nubes de la cuenca amazónica a la vertiente del Pacífico, aumentar el número de estaciones hidrológicas y meteorológicas en las cuencas donde se presentan con mayor frecuencia y obtener fotografías del territorio con el fin de facilitar la interpretación y predicción de los fenómenos meteorológicos. Conocer las causas de los fenómenos geodinámicos y realizar estudios geológicos, geomorfológicos y geotécnicos.
- 2) Realizar a nivel de la cuenca hidrográfica, estudios y acciones orientadas a controlar la magnitud de los fenómenos geodinámicos. Las cuencas deben ser tratadas como unidades dinámicas donde los factores causantes se relacionan e integran. Es necesario establecer y estudiar cuencas pilotos en zonas representativas de las regiones norte, centro y sur del país y proporcionar información básica para los planes integrales.
- 3) Realizar un programa y efectuar obras de represamiento en las lagunas glaciares de la cordillera y en las altas punas, donde los ríos aún no transportan sedimentos para obras de irrigación.
- 4) Evaluar y clasificar las áreas de las cuencas de acuerdo a su estabilidad mediante la confección de mapas geológicos, geomorfológicos y geotécnicos, permitiendo establecer una zonificación de seguridad física.
- 5) Para el análisis económico se considera los beneficios tangibles como pérdida de producción agrícola, rehabilitación de las víctimas, reemplazo o reparación de las propiedades urbanas u obras de ingeniería, inventario de daños. Como valor intangible es el sentido de seguridad al saber que sus vidas y bienes están protegidos.
- 6) El modo real de disminuir los daños es considerar las medidas de estos fenómenos dentro de planes integrales; dar las pautas generales de la política y metodología a seguir; a nivel regional debe realizarse los planos específicos de las cuencas y ejecutar las obras.

- 7) El país tiene las instituciones necesarias para colaborar en la formulación de estos planes integrales a nivel nacional, tales como organismos planificadores, organismos de recopilación y evaluación de datos, organismos públicos, institutos especializados, universidades y otros; lo que se requiere es la coordinación entre estas instituciones.
- 8) Se recomienda realizar un inventario de otros fenómenos de geodinámica externa, tales como: derrumbes, flujos de lodo, inundaciones, etc.

Bibliografía

- Alva Hurtado J.E. (1981), "Bibliografía sobre los Terremotos Peruanos: Aspectos Ingenieriles", El Ingeniero Civil, Año 3 N°15, pp. 50-51.
- Alva Hurtado, J.E., Meneses Loja, J. y Guzmán León, V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna-Perú.
- Alva Hurtado J.E. y Chang Ch. L.A. (1985), "Mapa de Areas de Deslizamiento por Sismo en el Perú", V Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Lima, Perú.
- Antúnez de Mayolo, Santiago (1945), "The Great Mantaro natural Dam or Landslide: Peruvian Times, Lima, Perú; October 12, 1945.
- Barriga V.M. (1951), "Los Terremotos en Arequipa 1582-1868", Biblioteca Arequipa, Tomo Séptimo.
- Berg G. V. y Husid L R. (1970), "Engineering Aspects of the Perú earthquake of May 31 st, 1970". Report of the Regional Seismological Center for South America, Lima-Perú.
- Berrocal, J. (1974), "Aspectos sismológicos relacionados con el deslizamiento de Mayunmarca", Informe Técnico N°2, Instituto Geofísico del Perú.
- Casaverde, Matco (1970) "El terremoto y la Avalancha en Yungay, Perú, el 31 de Mayo de 1970" Instituto Geofísico del Perú.
- Chang Ch. L. y Alva Hurtado J.E. (1988), "Mapa de Distribución de Deslizamientos y Aluviones en el Perú", VII Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Huaraz, Perú.
- Chang L.A. (1988), "Problemas de Estabilidad de Taludes en el Perú", Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería.
- Cluff L. S. (1971), "Peru earthquake of May 31, 1970: Engineering Geology Observation", Bulletin of the Seismological Society of America Vol. 61, N° 3, June 1971.
- Defensa Civil (1974), "Operación Mantaro", Comité Nacional de Defensa civil, 29 de Mayo de 1974, Lima-Perú.
- Descourt B. (1600), "El Terremoto de 1600 en Arequipa" Carta escrita en 1600. Colección Zugger, Londres,
- Deza, E., Huaco, P., Anconeira, T., Canaviri, R., Minaya, M., y Tolentino, V. (1984), "Aspectos sismológicos, sismotectónicos y geológicos del 31 de Mayo de 1970", Proyecto Sira-Ecosis. Evaluación de los efectos económicos de los terremotos en América Latina Ceresis, Lima-Perú.

- Deza E. (1971), "The Pariahuanca Earthquake, Huancayo, Peru. July-October 1969", Recent Crustal Movements, Royal Society of New Zealand, Bulletin 9, pp. 77-83.
- Dollfus, O. y Peñaherrera del Aguila, C. (1962), "Informe de la comisión peruana de geomorfología sobre la catástrofe ocurrida en el Callejón de Huaylas, el 10 de Enero de 1962 originando la destrucción de Ranrahirca y otros centros poblados", Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima, Tomo LXXIX Enero-Abril 1962.
- Ericksen, G.E., Fernández Concha, J. y Plafker, G. (1971), "The Peru Earthquake of May 31, 1970: Geologic Investigation related to Reconstruction" U.S. Geological Survey.
- Ericksen, G.E., Plafker, G. y Fernández Concha, J. (1970), "Informe preliminar de los eventos geológicos asociados con el terremoto del Perú ocurrido el 31 de Mayo de 1970". U.S. Geological Survey, Circular 639.
- Esquivel y Navia D. (1740), "Apuntes Históricas del Perú y Noticias Cronológicas del Cusco (Anales). Período 1543-1610", Cusco.
- Fuchs, F.G. (1945) "Causas Geológicas del Derrumbe del Cerro que Represó al Mantaro", El Comercio, Lima-Perú, Setiembre 19.
- Galdos Bustamante, J. (1973), "Estudio geodinámico del área de Mayunmarca", Ministerio de Energía y Minas, Servicio de Geología y Minería, División de Geotecnia, Lima, November 1973.
- Galdos Bustamante, J. (1975), "Estudio orientado a la realización de trabajos geodinámicos, geotécnicos en la cuenca del río Mantaro", Ingemmet, Lima.
- Garner, H. F. (1959), "Stratigraphic-Sedimentary Significance of Contemporary Climate and Relief in Four Regions of the Andes Montains", Geol. Soc. America Bull., Vol. 70, pp. 1327-1368.
- Giesecke, A. y Deza, E. (1970), "Datos sismológicos" Instituto Geofísico del Perú.
- Giesecke A., Ocola L. y Silgado E. (1980), "El Terremoto de Lima del 3 de Octubre de 1974", Informe Preparado por el Centro Regional de Sismología para América del Sur a UNESCO Contrato SC/RP 601-013.
- Ghiglini L. (1971) "Alud de Yungay y Ranrahirca del 31 de Mayo de 1970", Comunicación Personal.
- Gruter, A. (1945), "Observaciones efectuadas en el dique del río Mantaro", Oficio N°58, al jefe del Dpto. de Regadío de la Sierra, Lima-Perú, Noviembre 12.
- Harrison, J. V. (1945), "The great Mantaro natural dam and landslide", Peruvian Times, Lima-Perú, October 12.
- Heim A. (1949), "Observaciones Geológicas en la Región del Terremoto de Ancash en Noviembre de 1946" Vol. Jubilar de la Sociedad Geológica del Perú, Fascículo 6, Lima.

- Humala et al (1974) "Deslizamientos y Represamiento ocurridos en el Valle del Mantaro", Informe Técnico, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Hutchinson, J.N. y Bhandari, R.K. (1971), "Undrained loading: A fundamental mechanism of mudflows and other mass movements", *Geotechnique*, Vol. 21, N°4, pp. 353-358.
- Hutchinson, J. N. y Kojan, E. (1975), "The Mayunmarca landslide of 25 April 1974", Serial N° 3124/RMO. RD7SCE, Paris, february, Unesco.
- Indacochea, A. e Iberico, M. (1947), "Aluvionamiento de Chavín de Huantar el 17 de Enero de 1945", *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, N°20.
- INGEMMET (1983), "Memoria Descriptiva del Mapa de Deslizamientos del Perú", SISRA-CERESIS, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Lima, Perú.
- Jaén La Torre, y Taype Ramos, V. (1976), "Deslizamiento del cerro Cóndor-Sencca, departamento de Ayacucho", *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, Tomo 52, pág. 32 Lima-Perú.
- Jaén H. y Taype V. (1976), "Ocurrencia de Fenómenos de Geodinámica Externa en el Perú", *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, Tomo 52, Pág. 27-38.
- Jaén, H., Perales, F. y Taype, V. (1970), "Observaciones geológicas del sismo del 31 de Mayo de 1970". Primer Congreso Latinoamericano de Geología, Lima-Perú.
- Kuroiwa J. y Deza E. (1968), "Daños Causados en Moyobamba por el Sismo del 19 de Junio de 1968", Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Kunkel, G. y Kunkel, M.A. (1963), "Bemerkungen über eine neue Erdrutschzone in Zentralperu", *Pettermanns Geografische Mitteilungen*, 107: 226. 227.
- Lee, K. L. y Duncan, J.M. (1975), "Landslide of April 25, 1974 on the Mantaro river, Perú", National Academy of Sciences, Washington, D.C.
- Lliboutry, L. (1970), "Informe preliminar sobre los fenómenos glaciológicos que acompañaron el terremoto y sobre los peligros presentes". UNESCO
- Lomnitz C., Esteva L., Flores R. y Cabré R. (1967), "Informe de la Misión de Reconocimiento Sismológico del Terremoto del 17 de Octubre de 1966", UNESCO, Paris.
- Lomnitz, C. (1970), "Misión de reconocimiento sismológico terremoto del norte del Perú del 31 de Mayo de 1970". UNESCO
- Martínez Vargas A. (1969), "Apreciaciones Geológicas de Campo sobre los Efectos del Terremoto del 19 de Junio de 1968 en Moyobamba y Alrededores del Nor-Oriente Peruano", Primer Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Lima-Perú.

- Martínez Vargas, A. (1971), "Análisis sobre los huaicos, aluviones y alud-aluviones ante el efecto sísmico en el Perú", III Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Noviembre del 10 al 13 de 1971, Acapulco, México.
- Martínez Vargas, A. (1974), "Represamiento del Mantaro . El aluvión de Huaccoto y su origen", Ponencia presentada a la mesa redonda sobre el represamiento del Mantaro, CIP 8-12 Julio, Lima-Perú.
- Ministerio de Agricultura (1974), "Ensayos en modelo hidráulico del proceso de erosión de la presa de Mayunmarca-Huaccoto y la onda de ruptura en el río Mantaro", Laboratorio Nacional de Hidráulica Informe Técnico N°3-033, 3 de Junio.
- Narváez, S. y Guevara, C. (1968), "Mapa geológico del cuadrángulo de Huancavelica. Escala 1:100,000", Ministerio de Fomento y Obras Públicas, Lima-Perú.
- Ocola L. (1981), "Actividad Sísmica en la zona de Ayacucho y Programa de Estudios", Dirección de Investigación Científica de Geofísica Aplicada, Instituto Geofísico del Perú, Lima-Perú.
- Oppenheim V. (1946), "El Aluvión de Huaraz", Boletín Sociedad Geológica del Perú, Tomo XIX.
- Perales F. y Agramonte J. (1972), "Reconocimiento Geotécnico entre Juanjui y Moyobamba con Motivo del Sismo del 20 de Marzo de 1972", Servicio de Geología y Minería, Ministerio de Energía y Minas, Lima, Perú.
- Perales F., Pérez G. y Taype V. (1972), "Apreciaciones Geológicas en el Area Afectada por el Sismo del 14 de Octubre de 1971", Servicio de Geología y Minería, Ministerio de Energía y Minas, Lima, Perú.
- Plafker, G., Ericksen, G.E. y Fernández-Concha, J. (1971), "Geological aspects of the May 31, 1970, Perú earthquake", Seismological Society of America, Bulletin, Vol. 61, N°3, pp. 543-578.
- Servicio de Geología y Minería (1969) " Mapa Geológico Generalizado del Perú", Lima, Perú. Hidrografía.
- Servicio de Hidrología y Navegación de la Marina (1982), "Mapa Metereológico del Perú", Lima, Perú.
- Silgado E. (1948), "Datos Sismológicos del Perú-1947", Boletín N°11, Instituto Geológico del Perú, Lima-Perú.
- Silgado E. (1951), "The Ancash Earthquake of November 10, 1946", Bulletin of the Seismological Society Of America, Vol 41, N°2, pp. 83-99.
- Silgado E. (1952), "El Sismo del 9 de Diciembre de 1950", Datos Sismológicos del Perú 1949-1950, Boletín N°4, Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, Ministerio de Fomento y Obras Públicas, Lima-Perú, pp 47-51.

- Silgado E., Fernández-Concha J. y Ericksen G.E. (1952), "El Terremoto del Cusco del 21 de Mayo de 1950", Datos Sismológicos del Perú 1949-1950, Boletín N°4, Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, Ministerio de Fomento y Obras Públicas, Lima-Perú, pp 27-46.
- Silgado E. y Castro L. (1956), "Informe sobre los Sismos de Carhuaz", Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros, Ministerio de Fomento y Obras Públicas, Lima-Perú.
- Silgado E. (1957), "El Movimiento Sísmico del 12 de Diciembre de 1953", Anales del Primer Congreso Nacional de Geología, Parte II, Boletín de la Sociedad Geológica del Perú Tomo 32 pp. 225-238.
- Silgado E. (1957), "Datos Sismológicos del Perú 1952-1953", Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, Tomo XXIX, Lima, Perú.
- Silgado, E. (1978), "Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974)", Instituto de Geología y Minería, Boletín N°3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería geológica, Lima-Perú.
- Snow, D. T. (1959), "El derrumbe del Cerro Cóndor-Sencca, departamento de Ayacucho", Proc. 5ta Convención de Minería. Lima-Perú.
- Snow, D. T. (1964), "Landslide of Cerro Cóndor-Sencca, Department of Ayacucho, Perú", Engineering Geology Case Histories Numbers 1-5, prepared for the Engineering Geology Division of the Geological Society of America, Inc. Parker Trask and George A. Kiersch, editors.
- Spann, J. (1947), "Informe sobre el origen de la catástrofe de Chavín de Huántar", Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, N° 20, año 1947.
- Taype R. V. (1976), "Mecánica del deslizamiento de Ccochacay en el río Mantaro", Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, tomo 52, Pág. 73-90.
- Véliz J. (1971), "Informe Geológico del Area Urbana y Sub-urbana de Recuay", CRYRZA.
- Villachica H. (1986), "La Agricultura en la Selva Peruana", Volumen V, Gran Geografía del Perú. Naturaleza y Hombre, Manfer-Juan Mejía Baca, Lima, Perú.
- Vergara, C. (1973), "Estudio geológico de la zona de Mayunmarca, prov. de Acobamba- Dpto. de Huancavelica (deslizamiento de rocas y tierras): Ministerio de Agricultura, Octubre de 1973.
- Umlauff A.F. (1915), "La Región Sísmica de Caravelí", Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima, Tomo XXXI, Segundo Trimestre, Lima.

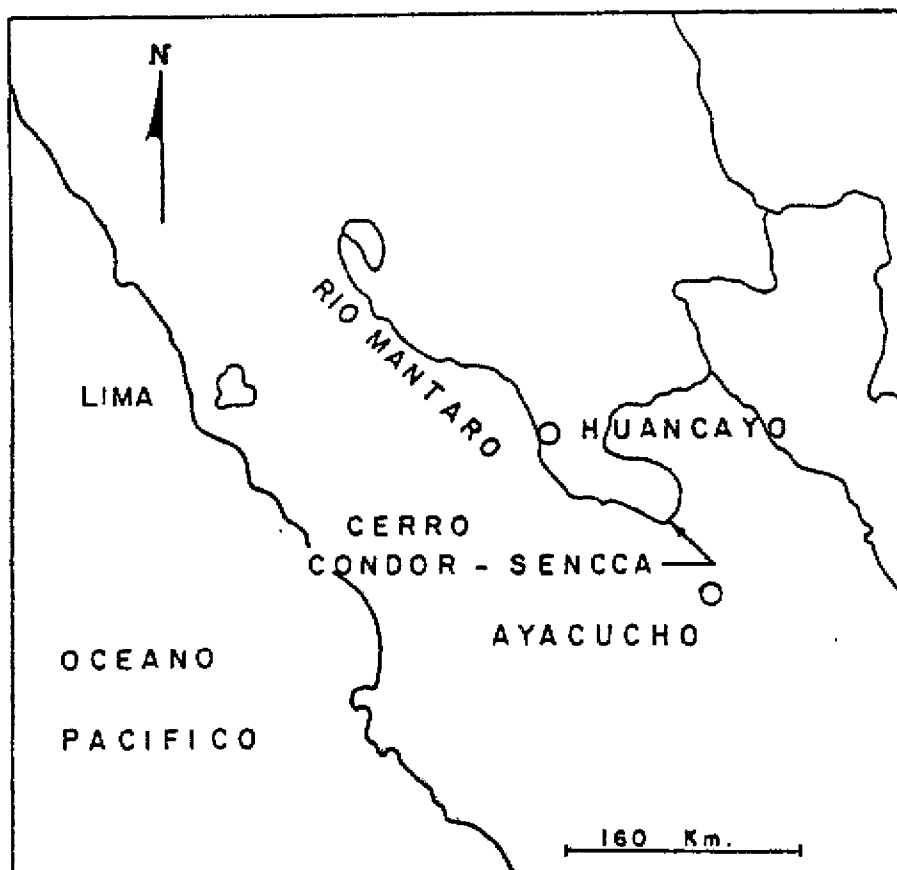
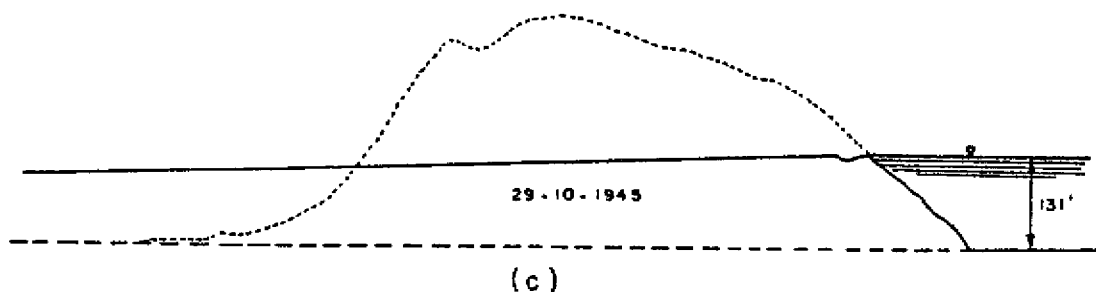
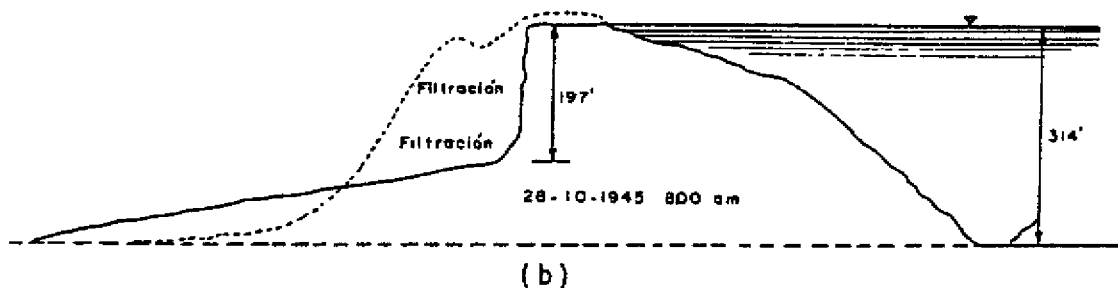
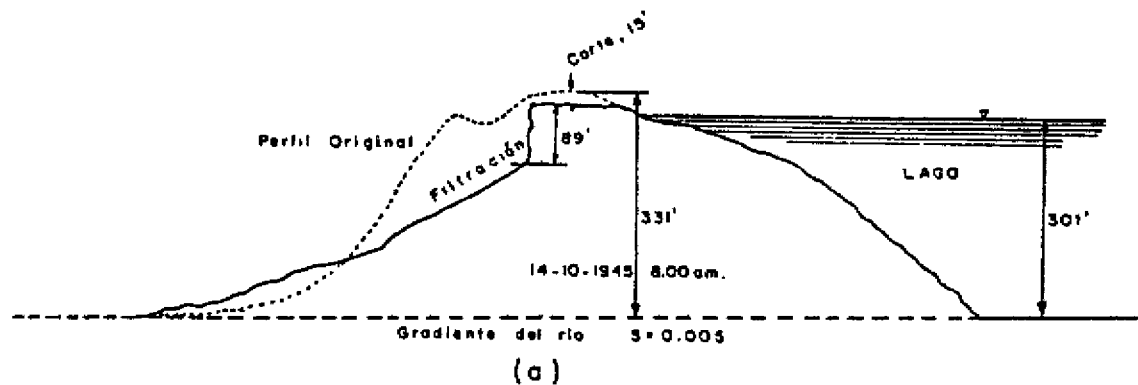


Fig. 1_ UBICACION DEL CERRO CONDOR-SENCCA. (SNOW, 1964)



Fig. 2_ CROQUIS DEL DESLIZAMIENTO, BASADO EN FOTOGRAFÍAS AERÉAS. (SNOW, 1964).



Perfiles naturales de la presa en el cerro Cónдор - Sencca. Río Mantaro - Perú. La escala vertical exagera 2 veces. (Gruter, 1945).

Fig.3_ SECCION TRANSVERSAL DE LA REPRESA NATURAL EN EL CERRO CONDOR - SENCCA, RIO MANTARO, PERU. (SNOW, 1964).

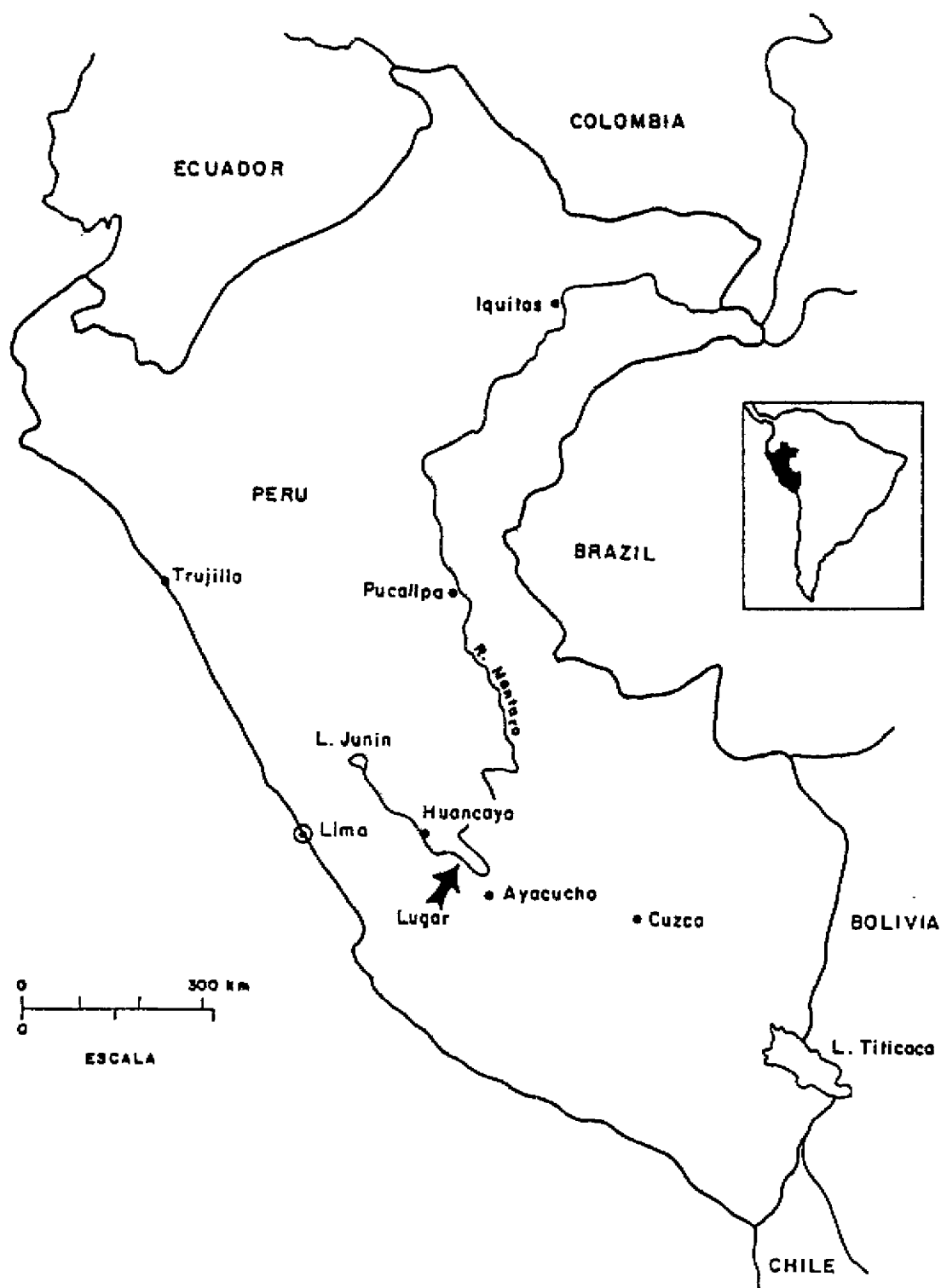


Fig.4_ MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DE MAYUN - MARCA . (LEE Y DUNCAN, 1975).

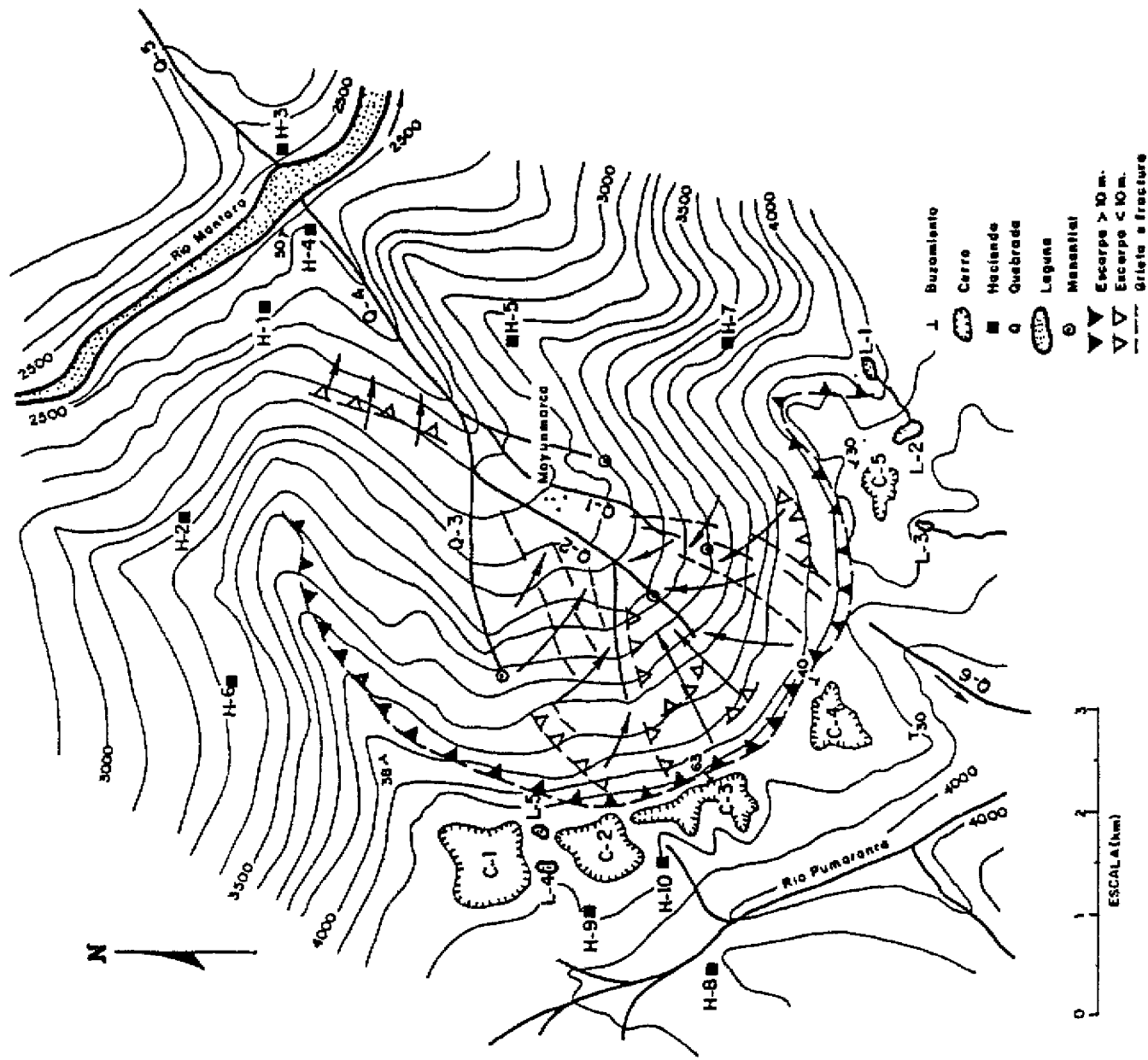


Fig.5_ PLANO DEL AREA QUE MUESTRA LOS RASGOS TOPOGRAFICOS PREVIO AL DESLIZAMIENTO DEL 25/4/74.
(GALDOS, 1973).

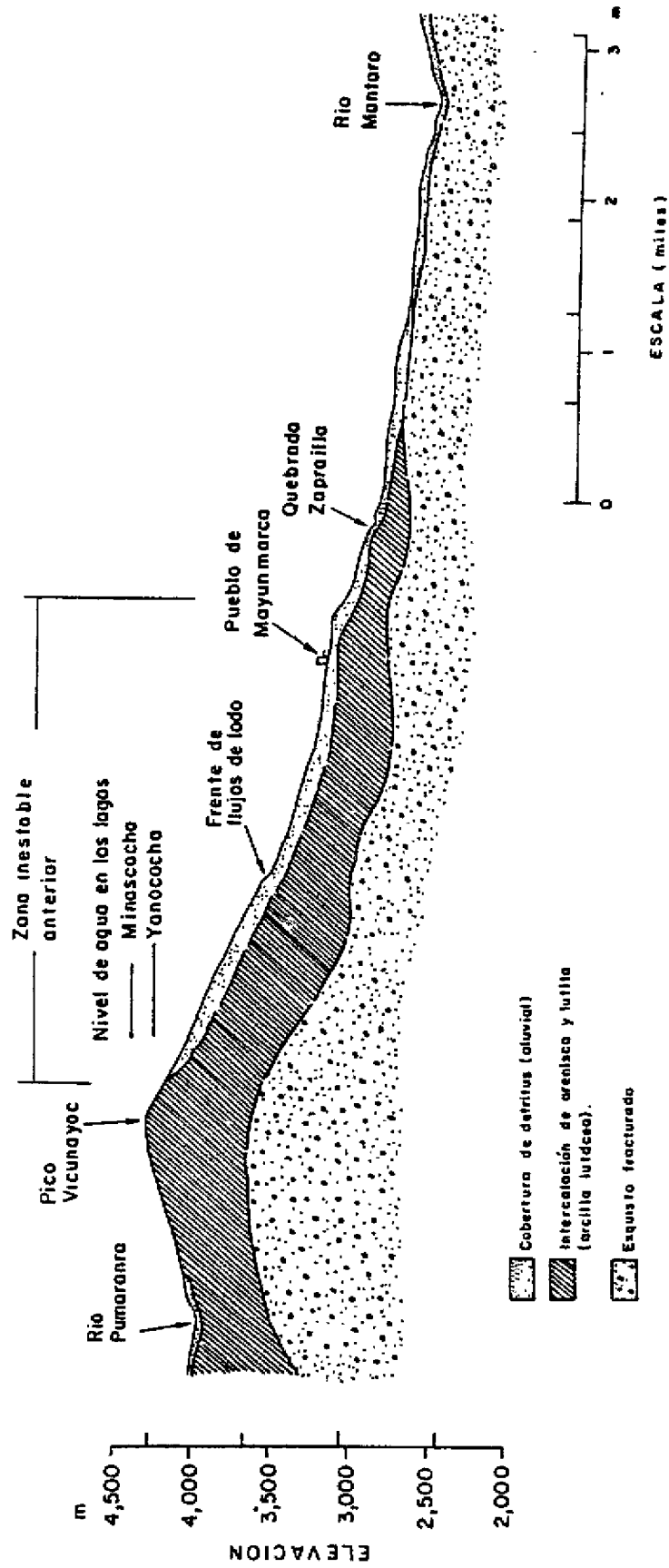


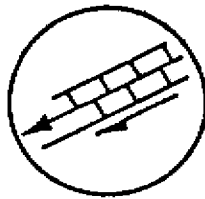
Fig. 6 _ SECCION TRANSVERSAL GEOLOGICA DEL AREA DEL DESLIZAMIENTO PREVIO AL 25/4/74 . (GALDOS, 1973)

1.- Desprendimientos



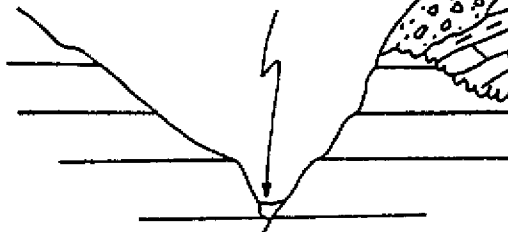
fracturas del pliegue

2.-Deslizamientos

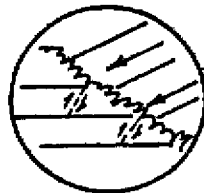


traslación de losas

Rio Mantaro



3.-Deslizamientos



cizallamiento

4.-Deslizamientos



micro espejos de fallas

Fig. 7.- ANALISIS DE LAS ZONAS CRITICAS (MARTINEZ, 1974).

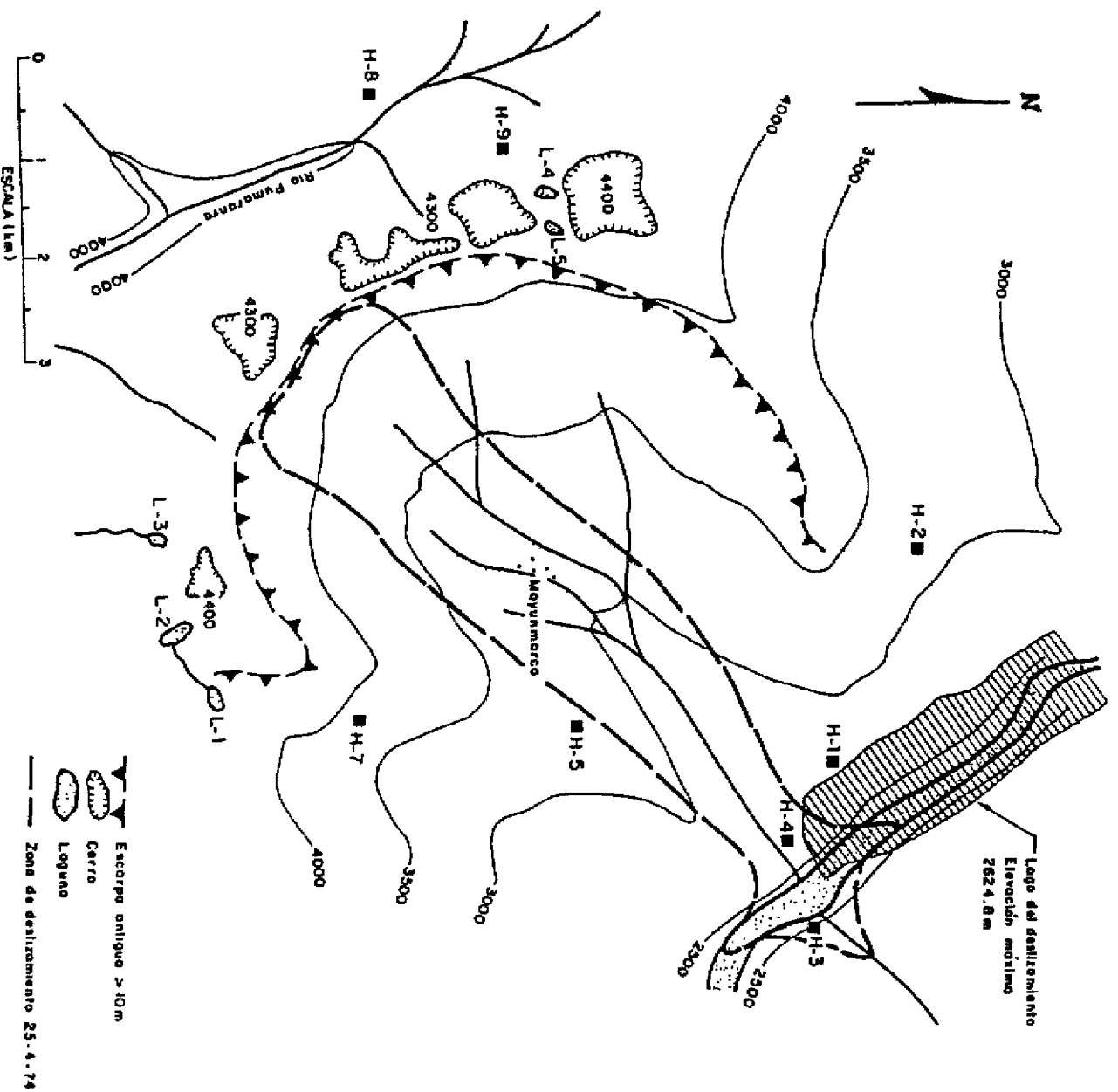


Fig. 8.- PLANO DE LA QUEBRADA DE CCOCHACAY MOSTRANDO EL LIMITE DE LA ZONA DE DESLIZAMIENTO DEL 25/4/1974, (LEE Y DUNCAN, 1975)

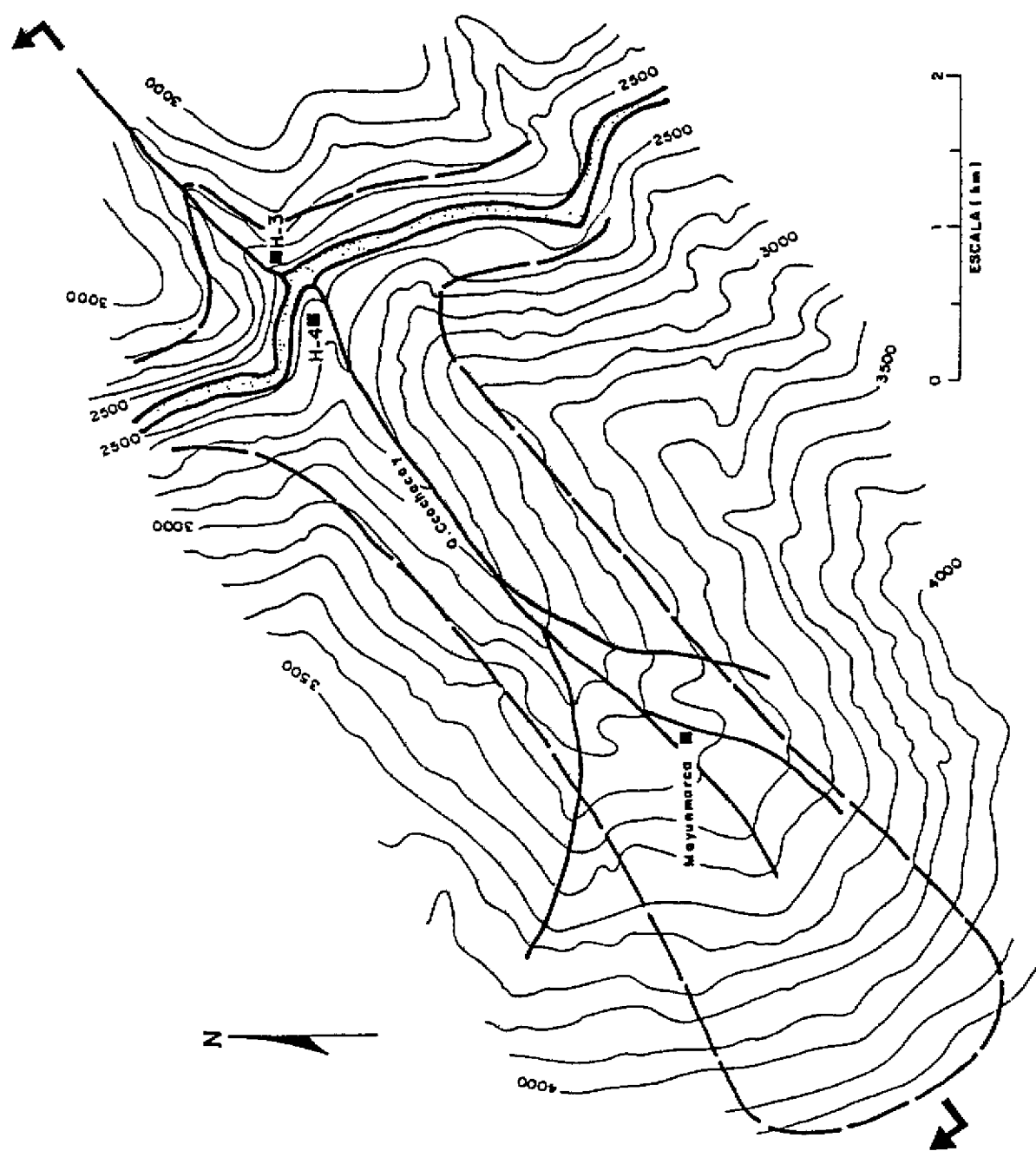


Fig. 9 - PLANO DEL AREA DEL DESLIZAMIENTO DEL 25/4/74 . (LEE Y DUNCAN , 1975).

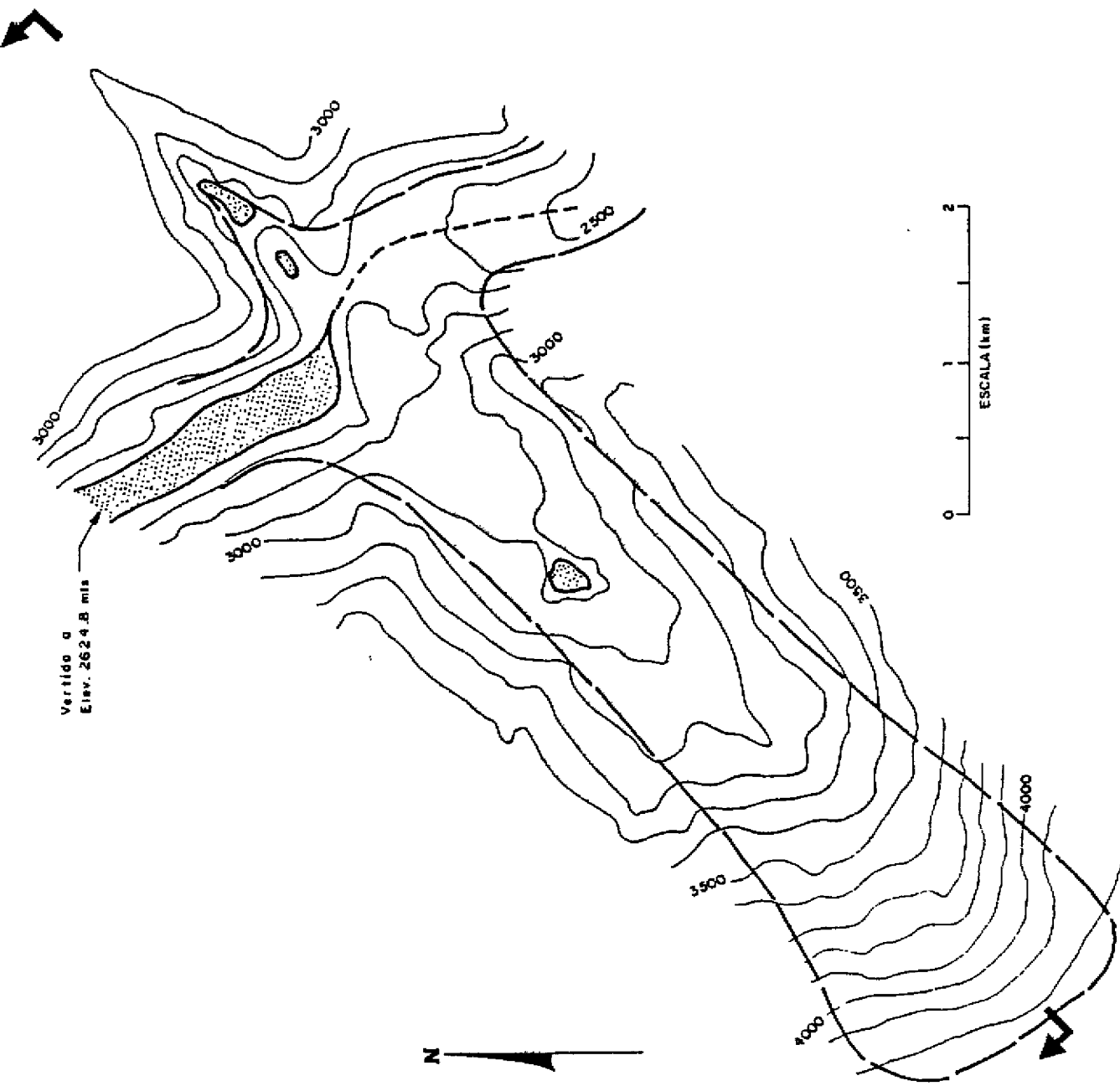


Fig.10. PLANO DEL AREA DESPUES DEL DESLIZAMIENTO DEL 25/4/1974, (LEE Y DUNCAN, 1975).

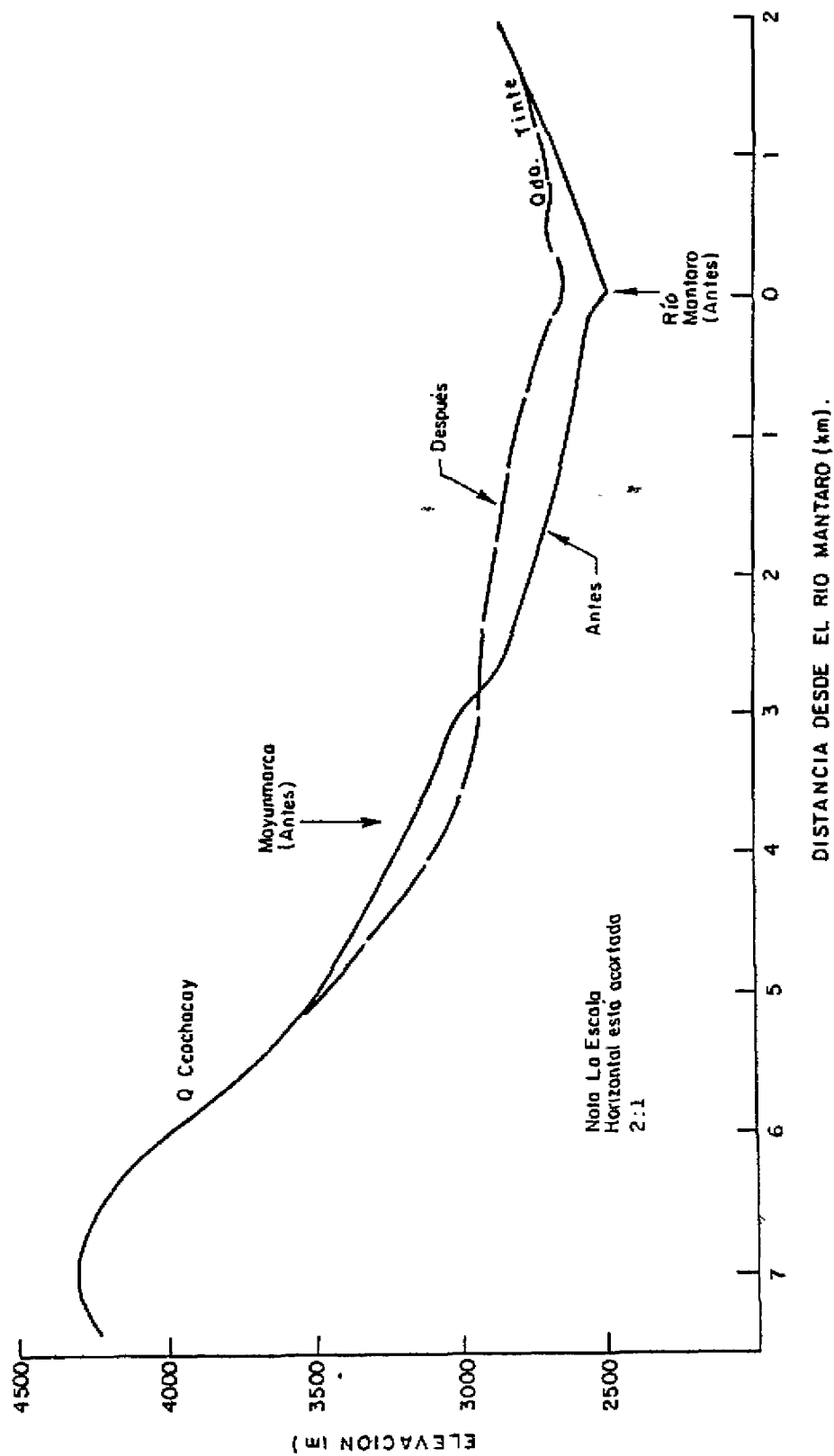
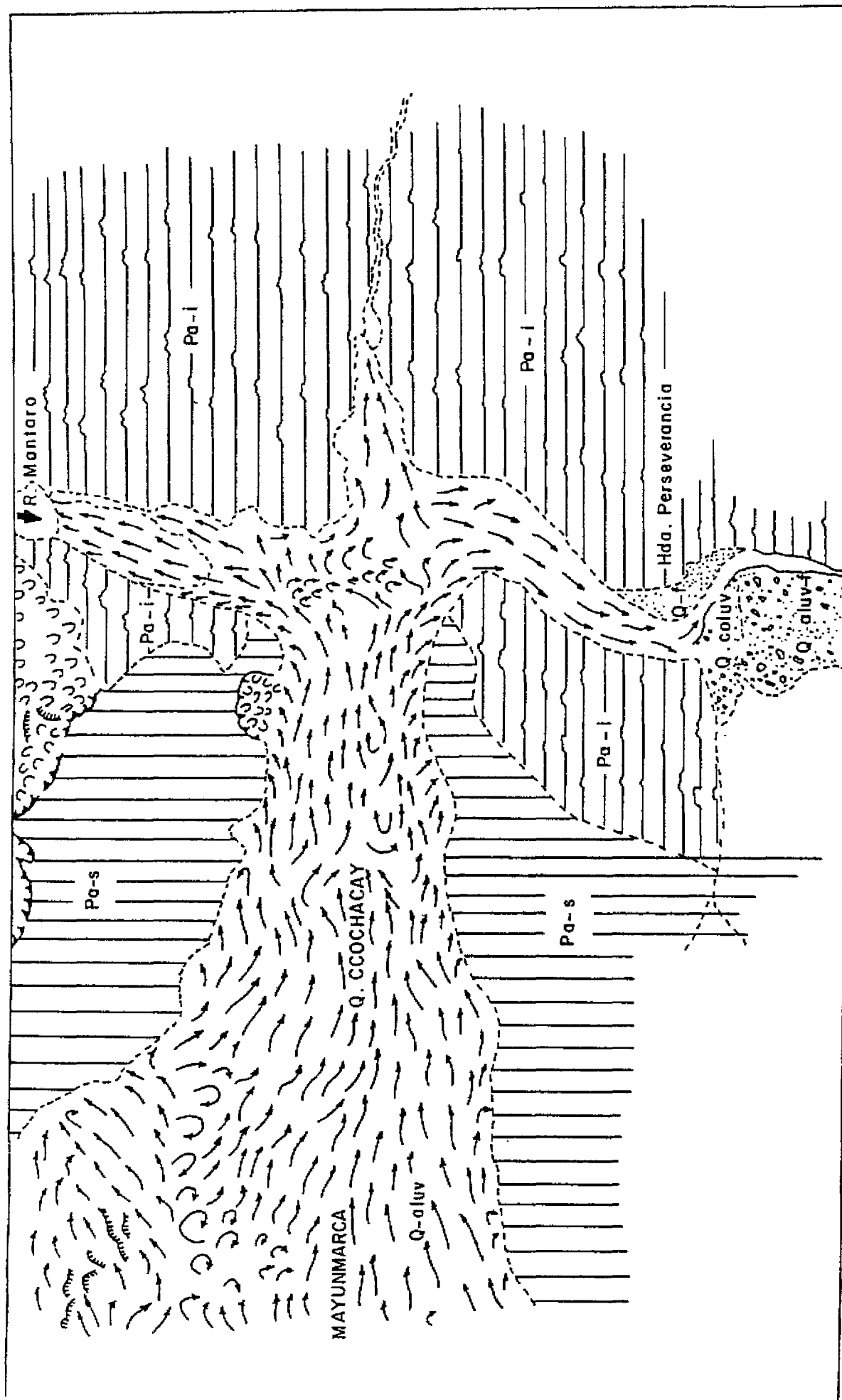


Fig. 11 _ SECCION TRANSVERSAL DEL AREA ANTES Y DESPUES DEL DESLIZAMIENTO (LEE Y DUNCAN, 1975).



LEYENDA



Deslizamientos pequeños
Escarpas de deslizamientos secundarios
Zona de movimiento de tierras
Flujo de lodos y rocas del aluvión de M.

Pa-s Paleozoico Superior
Pa-i " Inferior
Q-aluv Cuaternario aluvial
Q-fluvial " fluvial
Q-fluvial f " coluvial
Q-fluvial f " aluvial fluvial

Fig.12_CROQUIS GEOMORFOLOGICO DEL ALUVION DE MAYUNMARCA - 1974 DEL CANAL Y CONO DE DEYECCION BASADO EN EL MOSAICO AEROFOTOGRAFICO ING. ALBERTO MARTINEZ VARGAS

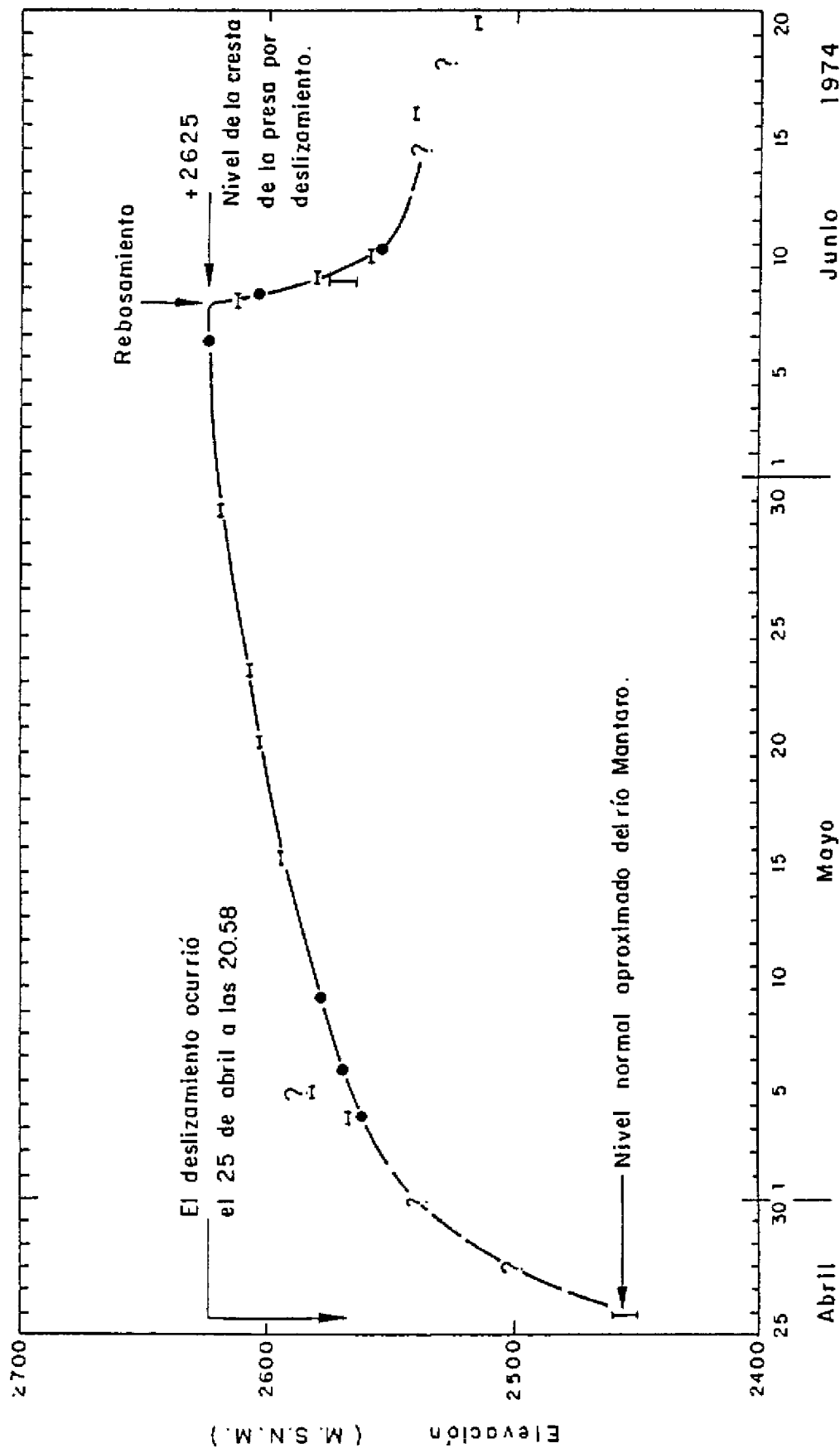


Fig. 13 _ VELOCIDAD APROXIMADA DE LLENADO Y VACIADO DEL LAGO REPRESADO EN EL DESLIZAMIENTO DE MAYUNMARCA . (HUTCHINSON Y KOJAN , 1975).