

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**INVESTIGACIÓN DEL HUAYCO DE
CHOSICA-1987, SUS EFECTOS Y
MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

OCONNOR SALMON, HUGO LEONARDO

LIMA-PERÚ

1989

SUMARIO.

El 9 de Marzo de 1987, en Chosica se dieron 5 huaycos que ocasionaron graves daños, y pérdida de vidas, siendo muy severo en los AAHH ubicados en la Quebrada San Antonio (Pedregal).

Esta tesis apunta a precisar las causas que los generaron como también las consecuencias que trae la falta de planes en el crecimiento de nuestras urbes. Para ello hemos recurrido a diversas fuentes históricas, compararéndolas al evento de 1987, así como, precisar el desarrollo urbano, en relación al fenómeno migratorio. Seguidamente, describimos la topografía, geología e hidrología de la zona, para fijar las características de las Sub-cuencas donde se dan estos huaycos, y evaluar su peligrosidad. Luego reseñamos las consecuencias, que grafican la magnitud de los daños, que pudieron haberse evitado.

Como alternativas, sugerimos, un Sistema de Corrección del Drenaje (SCD), y otras medidas a tomar en la parte media y baja de la Quebrada de San Antonio (Pedregal), así como, el Plano de Microzonificación Preliminar de Chosica.

RESUMEN.

El 9 de Marzo de 1987, se produjeron entre Chosica y Santa Eulalia, 5 huaycos que ocasionaron graves daños materiales y pérdida de vidas.

Este desastre fué particularmente severo en los AAHH ubicados en la Quebrada San Antonio (Pedregal). Su antecedente histórico más importante, es el huayco del 17 de Marzo de 1925. Sin embargo, en ese lapso de 62 años, los huaycos e inundaciones en esta zona han sido frecuentes, haciéndola un área de riesgo de desastre para las poblaciones que han ocupado sus quebradas y riberas.

Los huaycos de Chosica-1987, no sólo afectaron a pobladores y edificaciones, sino también la red de servicios urbanos e inter-urbanos: energía eléctrica, agua, teléfonos e interrumpiendo vías de comunicación como la Carretera Central.

Por ello, el estudio que hacemos, apunta a precisar las causas que los generaron, como también las consecuencias que trae la falta de planes en el crecimiento de nuestras urbes. Más aún, se trata, como Ingenieros, de responder el reto de adecuar los Asentamientos y obras civiles, a las condiciones naturales que nos impone el espacio físico. El objetivo debe ser reducir su vulnerabilidad frente a fenómenos de este tipo.

En primer lugar, hemos recurrido a diversas fuentes históricas, para fijar la frecuencia de estos eventos y su magnitud en comparación al de 1987, a la vez que precisar la formación y crecimiento urbano de Chosica, en relación al fenómeno migratorio. Seguidamente, describimos la topografía, geología

e hidrología de la zona, lo que nos permite fijar las características de la Cuenca del Rímac, y las Subcuencas donde se dan estos huaycos, con el fin de evaluar el grado de peligrosidad de las quebradas que rodean Chosica.

Luego reseñamos las consecuencias del evento de Marzo de 1987, para graficar la magnitud de los daños en vidas y bienes que pudieron haberse evitado.

Bajo este marco de referencia, hemos llegado a algunos conceptos sobre la geodinámica de estos huaycos y también al señalamiento de otros aspectos que ameritan investigarse, como por ejemplo: la relación entre el Fenómeno del Niño y huaycos en el curso medio del Río Rímac, así como la evaluación y estudio detallado de las quebradas de la margen izquierda, en especial, la de La Cantuta.

Las conclusiones las agrupamos bajo 2 criterios: las que se refieren a las causas de estos huaycos y las que tienen que ver con las obras que se plantean para mitigarlos.

Como alternativas a todo lo expuesto, sugerimos, por un lado, medidas a tomar en la parte alta, media y baja de la Quebrada de San Antonio, y por otro, el Plano de Microzonificación Preliminar de Chosica. De adoptarse las primeras, la zonificación propuesta sufrirá modificaciones, en cuanto a la reducción de las áreas de alto riesgo.

INDICE

	Pag.
I.- INTRODUCCION.	2
II.- ASPECTOS GENERALES.	
2.01 La Cuenca del rio Rimac.- Caracteristicas.	8
2.02 La ciudad de Chosica.- Ubicaci3n.	9
2.03 Las quebradas de Chosica.	10
2.04 Aspectos s3smicos.	12
III.- ANTECEDENTES HIST3RICOS.	
3.01 Los huaycos mas importantes en la Zona.	12
3.02 La formaci3n de la ciudad de Chosica	17
IV.- HIDROLOGIA DE LA CUENCA Y SUB-CUENCAS.	
4.01 Antecedentes climatol3gicos y precipitaciones	20
4.02 R3gimen de lluvias de 1987.	24
4.03 Aforos del r3o R3mac- Sector Chosica.	27
4.04 An3lisis de la informaci3n hidrol3gica.	28
V.- GEOLOGIA DE LA ZONA.	
5.01 Contexto geol3gico.	31
5.02 Geomorfologia.- Par3metros y unidades.	32
5.03 Meteorizaci3n.	40
5.04 Erosi3n.	41
5.05 Naturaleza y caracteristicas del material de deslizamiento.	43
5.06 Determinaci3n de los Par3metros geomorfol3gicos de las quebradas de Chosica.	45
VI.- DEMOGRAFIA DE CHOSICA.	
6.01 Crecimiento urbano.- Causas.	46
6.02 Emplazamiento de viviendas, f3bricas y serv.	48
6.03 V3as de comunicaci3n.	51
VII.- EVALUACION DE DAÑOS DE LOS HUAYCOS.	52
7.01 Daños en viviendas.	54
7.02 En las v3as de comunicaci3n.	55
7.03 En los servicios p3blicos.	56
7.04 P3rdida de vidas.- Damnificados.	57
7.05 Daños socio-econ3micos.	58

VIII.- OBRAS CIVILES PROPUESTAS EN QUEBRADA SAN ANTONIO

8.01 A nivel de la cuenca de recepción.	59
8.02 En la zona de depósito.	60
8.03 Obras complementarias.	61

IX.- MICROZONIFICACIÓN PRELIMINAR DE CHOSICA.

9.01 Metodología.	62
9.02 Clasificación de zonas de riesgo en Chosica.	65
9.03 Reubicación de viviendas.- Problema social.	66

X.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 67

BIBLIOGRAFIA.	72
---------------	----

ANEXOS.	75
---------	----

I.- INTRODUCCION

Los desastres naturales son tan antiguos como nuestra historia, y por ello, deben ser parte inseparable del cotidiano esfuerzo por adaptarnos al medio en que vivimos.

En la presente Tesis analizaremos un desastre que es característico de los países andinos: EL HUAYCO, comunmente llamado así al torrente de lodo y rocas (aunque el origen quechua de esta palabra significa quebrada). Dado que este es un fenómeno geodinámico de larga data y frecuencia, ha sido analizado por profesionales de distintas ramas técnicas y ha merecido ser tema de muchos estudios y ponencias en eventos nacionales e internacionales; nos bastaría recordar la abundante bibliografía existente para darnos idea de ello.

Desde el punto de vista del análisis científico de este fenómeno, podemos decir que se tiene ya una clara idea de cómo se produce y cuales son sus componentes principales. Así también se tiene establecida la época del año en que es probable su ocurrencia, por lo que se le denomina estacional.

Más aún, en años recientes se ha avanzado a considerar que los Huaycos deben ser afrontados multidisciplinariamente por ingenieros civiles, geólogos, hidrólogos, meteorólogos y urbanistas y, más aún, entenderlo como Problema Nacional, es decir, que la búsqueda de soluciones comprometa igualmente a Autoridades, Instituciones y a la población, las que podrían dar una respuesta coordinada, permanente y organizada.

Se ha señalado también, en este mismo sentido, que la Educación desde sus primeros niveles, debe tener en cuenta la formación de ciudadanos conscientes de los riesgos de desastres naturales y las medidas a tomar como sociedad para mitigar sus efectos.

Se puede afirmar que, particularmente desde los años '70, se han venido elaborando y sistematizando diversos enfoques sobre los Huaycos y, según cada autor, priorizando tal o cual medida para enfrentarlos. De acuerdo a ello se han venido planteando distintas soluciones para eliminar ó disminuir sus devastadoras consecuencias. Así, se viene trabajando tanto en lo conceptual como en estudios específicos de determinadas zonas críticas.

En resumen, tenemos un conjunto de aportes, y recomendaciones que van desde las más sencillas hasta las de gran envergadura económica, dándonos un amplio abanico de posibles acciones contra Huaycos; sin embargo muchas de estas han quedado sólo como sugerencias, sin recibir la acogida y aplicación que merecen. Acuerdo unánime de los eventos efectuados es realizar estudios de mayor detalle, tomando como base a determinadas cuencas ó sub-cuencas.

Un importante objetivo que podemos lograr a breve plazo es la construcción de un gran BANCO DE DATOS, que agrupe, ordene y clasifique la abundante, pero dispersa, información estadística y estudios técnicos sobre huaycos y desastres en general, para las diferentes regiones del país y, a la vez,

estimule el intercambio de experiencias con otros países del Continente.

Con ello tendríamos una buena base para estudios más profundos y acercarnos a la estimación de riesgo y prevención de desastres en cada zona vulnerable, del país, evitando así pérdidas humanas y materiales.

Nuestro tema de Tesis se ubica en la Cuenca más vulnerable a estos fenómenos de geodinámica externa: el Valle del Río Rímac, como podemos ver en el Gráfico 1.

Las razones que explican esta mayor vulnerabilidad ha sido expuesta a través de diferentes ponencias, y tiene su base en la macrocefálica concentración de población en Lima Metropolitana y en ciudades como Chosica, cercanas a ella.

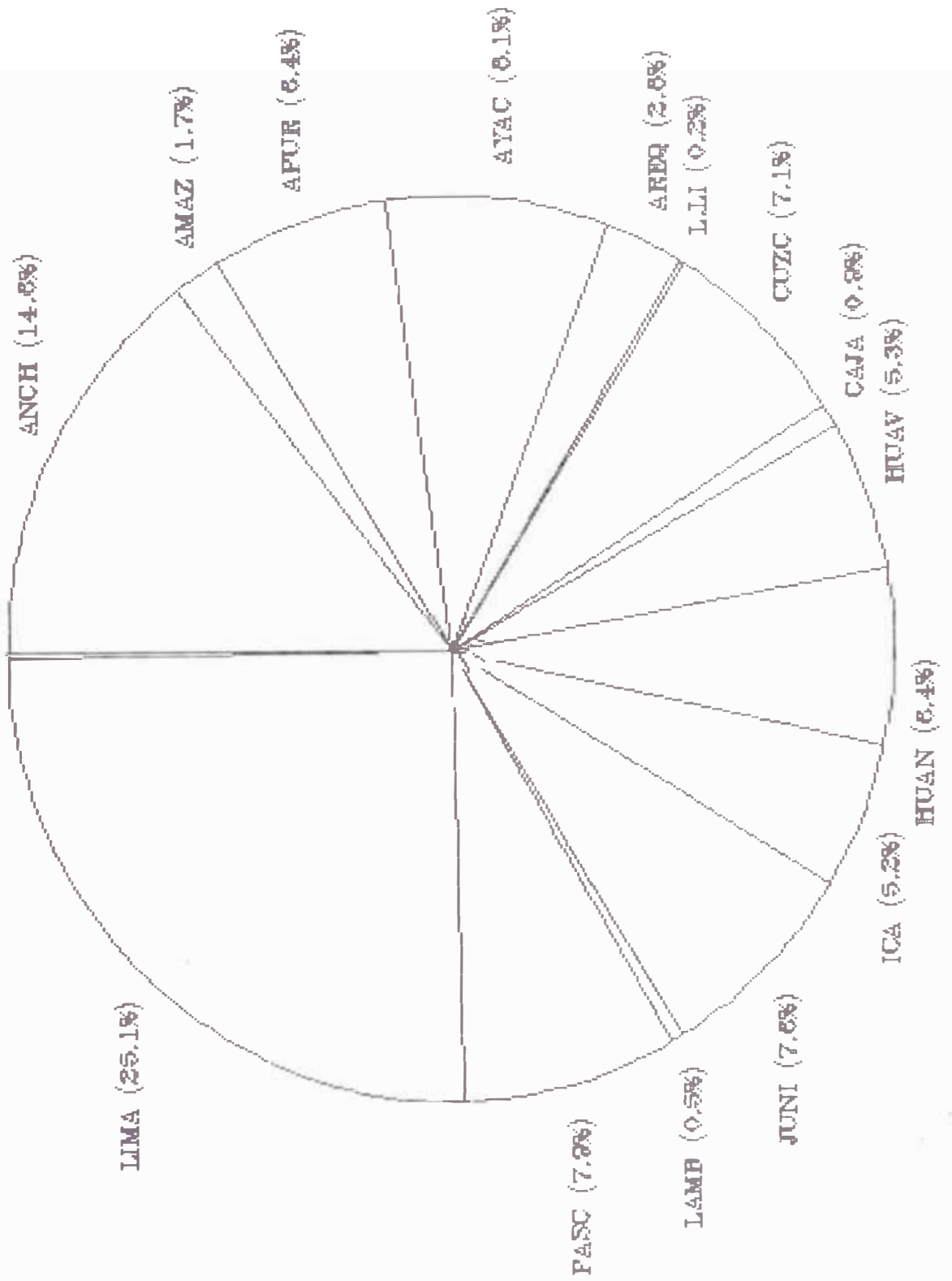
Se puede decir que cuanto más crece la Capital, se hace una zona más vulnerable a los desastres naturales y a los provocados por el propio ser humano.

En este contexto, el abastecimiento de alimentos, agua, y energía vitales para Lima se dá diariamente a través de un delicado "cordón umbilical" que es el Valle del Rímac. La dependencia de Lima es no solo evidente, sino creciente.

Así, la caída de cualquier huayco, por modesto que este sea, sobre el Rímac, tiene inmediatas consecuencias para la Capital: interrupción de carretera y vía férrea, turbidez del agua (y consecuente suspensión del servicio de agua potable) entre otros daños, que significan enormes pérdidas y altos costos de reparación para nuestro país.

DISTRIBUCION DE HUAYCOS EN EL PERU

PERIODO 1 9 2 5 - 1 9 8 2
PIUR (9.2%)



Si a ello agregamos el desordenado crecimiento urbano de poblaciones aledañas, como Chosica, donde se llegan a ocupar masivamente antiguos cauces de torrenteras y quebradas, ya no sólo estamos ante graves pérdidas materiales (obras civiles) sino también vidas humanas que pudieron haberse salvado.

Nuestra Tesis pretende aportar a la integración de los varios estudios y recomendaciones técnicas sobre huaycos, bajo el criterio de que, es perfectamente posible mitigar los efectos de estos desastres, siempre que sepamos aceptar las condiciones naturales del espacio físico y reducir la vulnerabilidad de nuestros poblados mediante el uso racional del suelo.

Hemos centrado este estudio en el análisis del evento de Marzo de 1987 porque entendemos que refleja, para el Ingeniero Civil de hoy, un ejemplo vivo y cercano de lo decisivo que es, diseñar y aplicar el planeamiento urbano y rural para la seguridad de vidas y bienes.

El contenido de este trabajo intenta seguir una secuencia lógica en el análisis del problema: Aspectos Generales como marco necesario de referencia, que incluye la descripción de la zona en estudio y la ubicación física de las Quebradas de Chosica. Antecedentes Históricos viene a ser una breve revista al carácter recurrente y estacional de este fenómeno, y establecer las comparaciones adecuadas.

En Hidrología de la Cuenca y Sub-cuencas exponemos y analizamos las estadísticas de precipitaciones, temperaturas y

caudales que grafican al agente desencadenante del huayco. Luego en el Capítulo siguiente enfocamos desde el punto de vista geológico y geomorfológico el área de Chosica, deteniéndonos en clasificar las Quebradas según su riesgo potencial.

Seguidamente tratamos el problema demográfico y social de la ciudad, en relación al crecimiento de su vulnerabilidad a los desastres naturales como el huayco.

Evaluación de Daños, hace un breve balance de las consecuencias que ocasionó el evento geodinámico de Marzo de 1987 e ilustra la magnitud del desastre en los diferentes sectores.

El siguiente Capítulo y propuesta importante de la Tesis apunta a plantear de manera preliminar, la microzonificación de riesgo para la ciudad de Chosica, entendiéndola como método práctico y herramienta eficaz para el planeamiento urbano, que responda a la necesidad de mitigar los efectos de huaycos, inundaciones y sismos de manera integral.

Finalmente presentamos a modo de síntesis, los aspectos más importantes del estudio y las recomendaciones que consideramos factibles para la solución de este problema. Incluimos anexos, mapas, planos y material fotográfico que consideramos útil para objetivizar y reforzar las ideas centrales que aquí se exponen.

Agradezco el invaluable apoyo del CENTRO PERUANO-JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES (CISMID) y de su Director y Asesor de esta Tesis, Ing. Julio Kuroiwa

Horiuchi, así mismo el importante aporte de PREDES, CONCYTEC, INGEMMET, SENAMHI y de los profesionales, Ing. Oscar Vázquez, Arq. José Sato, Soc. Gilberto Romero, y a todas las personas que me alentaron en la concepción y elaboración de esta investigación.

Hugo O'Connor Salmón.

II ASPECTOS GENERALES

2.01 La Cuenca del río Rímac.-

El Valle del río Rímac se extiende desde las cumbres andinas (entre los departamentos de Lima y Junín) hasta el Océano Pacífico, siendo el resultado del proceso erosivo de millones de años por acción de la descarga de agua de precipitación hacia el mar. En este lento proceso de desgaste del suelo, se ha ido conformando el cauce principal y las quebradas tributarias que vemos hoy.

Las características físicas de esta importante Cuenca son similares a las de los otros 50 valles costeros del Perú: topografía accidentada, fuerte pendiente desde sus nacientes hasta su desembocadura, configuración asimétrica de sus quebradas tributarias y orientación del eje del cauce principal, aproximadamente perpendicular a la línea de Costa.

En cuanto a la descarga hídrica, el Rímac como los otros ríos, tiene un comportamiento típicamente estacional, cuando en los meses de Diciembre a Marzo, crece su caudal 4 a 5 veces, transformándose de un río de escasa o casi nula descarga, en violento, turbulento y desbordante, que causa zozobra a las poblaciones asentadas en sus riberas.

Climatológicamente, este Valle varía desde la frígida y lluviosa puna de sus nacientes (ríos San Mateo y Santa Eulalia), hasta el húmedo-templado de su desembocadura.

Nuestra zona de interés, la Cuenca Media, tiene por

lógica, un clima más bien intermedio, clasificándosele como semi-árido a árido, con raras precipitaciones. Indicaremos que no se trata del clima árido-húmedo de los arenales de la costa peruana, donde es característica la neblina, sino más bien de un clima seco, mientras que en las cumbres de los cerros que marcan el *divortium acuarium* entre cuenca y cuenca, existe un microclima especialmente notorio en los meses de verano: presencia de nubosidades sobre las cimas redondeadas, que definimos como semi-árido húmedo. Con referencia a ello volveremos más adelante.

Geográficamente, la Cuenca del Rímac comprende las provincias de Lima y Huarochirí, ocupando una extensión aproximada de 3,500 Km². Practicamente es un corredor que une la Sierra Central de país con la Gran Capital, siendo su cono deyeectivo, precisamente el suelo de Lima. Junto a la confluencia de sus 2 tributarios, encontramos a Chosica.

2.02 La Ciudad de Chosica.-

El origen de esta población se remonta a la época pre-hispánica. Probablemente en aquellos años, solo lugar de paso que unía la Civilización Andina con las Culturas de la Costa; lo que nos interesa destacar es que, en las 4 últimas décadas, como efecto de la creciente migración provinciana hacia Lima, Chosica, como otras poblaciones cercanas a ella, han crecido descontrolada e irracionalmente, desbordando sus límites urbanos iniciales e invadiendo tierras de cultivo y conos deyecti-

vos de sus quebradas.

De esta manera, Chosica, la llamada "Villa del Sol", lugar de descanso invernal de los limeños, ha pasado a convertirse en "ciudad dormitorio", contando con una población que mayoritariamente vá en el día a Lima a laborar, regresando de noche a pernoctar.

Este es también el caso de otras ciudades "satélite" como Ventanilla, Canto Grande, Villa El Salvador y recientemente Huaycán.

Políticamente, Chosica pertenece al Distrito de Lurigancho y es Capital de éste, desde fines del siglo pasado. Está ubicado en la Provincia de Lima, en las coordenadas 11 grados 56 minutos Latitud Sur y 76 grados 42 minutos Longitud Oeste. Se encuentra entre los Kms 33 y 36 de la vía central.

La Ciudad se asienta sobre 3 niveles de terrazas fluviales y aluvionales relativamente estables en ambas márgenes del Rímac, aunque, por el continuo proceso de erosión y sedimentación, sufre los embates de las grandes avenidas y su secuela de inundaciones en zonas bajas y cercanas al río.

2.03 Las Quebradas de Chosica.-

Como se puede observar en las Figs.1 y 1A, Chosica se encuentra enclavada en una parte angosta del Valle, casi encañonado, rodeada de cerros y de 12 quebradas tributarias de carácter torrencial, es decir, secas a lo largo del año y probablemente activas en verano, descargando lodo y rocas.



ICM
870 JE. TORRES AGON
1212

Esta hoja fue un parte del programa
de actualización de la Serie 1:50,000
y fue elaborada en la Unidad de Actualización
de la Dirección General de Cartografía Nacional

ESTADISTICA DE LA SUPERFICIE DEL PAIS
1970-1975
MTC-87

Fig. 1

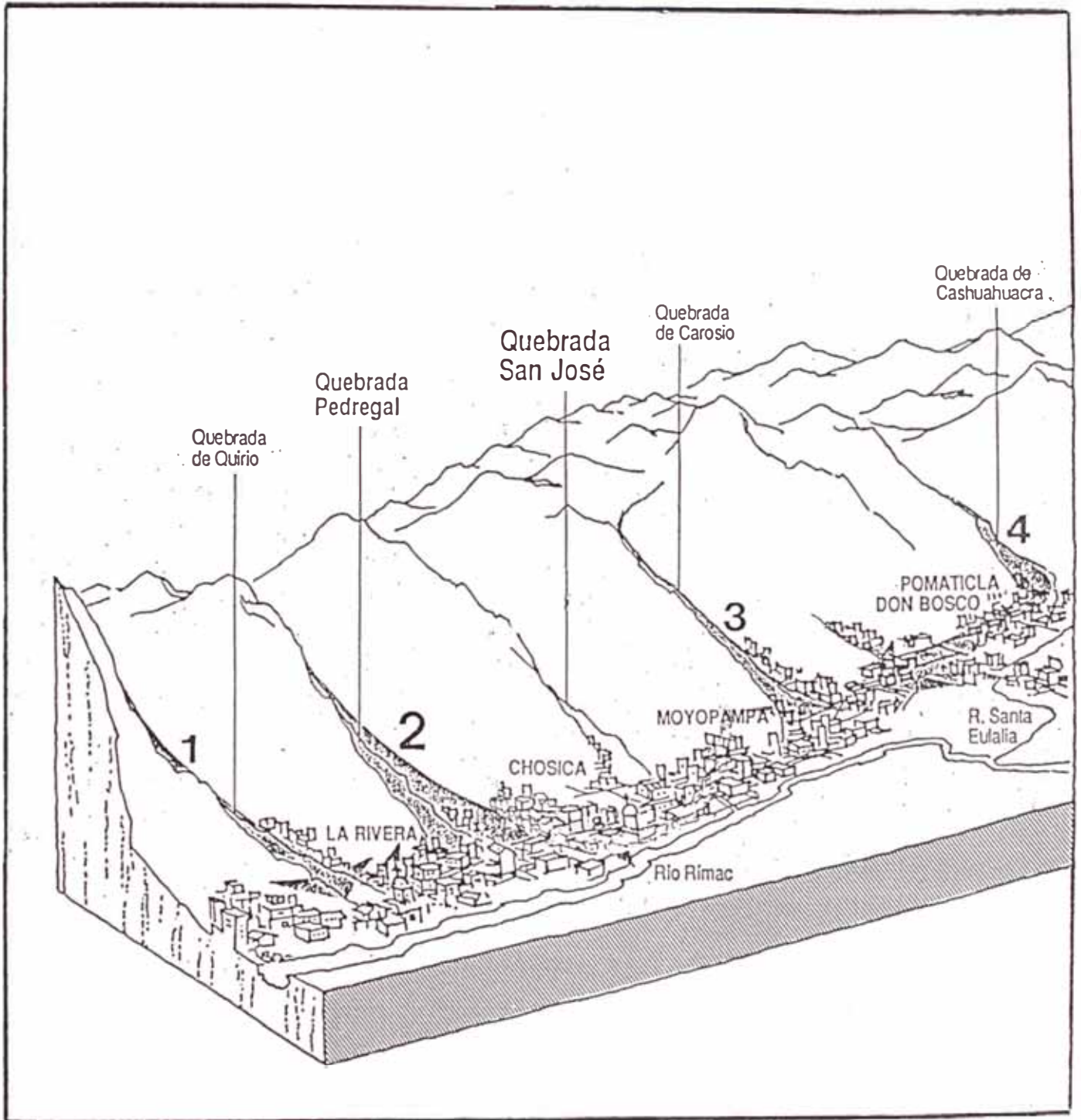


Fig. 1 A

En la parte más angosta del Valle, las laderas de una y otra margen se aproximan. Por ello Chosica no puede expandirse a lo ancho, sino que se ha ido extendiendo hacia Ricardo Palma (al Este) y hacia Chaclacayo (al Oeste).

Las Quebradas que rodean Chosica son de Oeste a Este:

En la margen derecha:

En la margen Izquierda:

- 1.- Santa María (Yanacoto)
- 2.- Quirio
- 3.- San Antonio (Pedregal)
- 4.- Cashahuacra (Santa Eulalia)

- 1.- California
- 2.- La Cantuta (Talcomachay)
- 3.- La Ronda

Otras quebradas menores:

- 1.- San José
- 2.- Carosio
- 3.- Corrales

- 1.- Santo Domingo
- 2.- Mariscal Cáceres.

Más adelante precisaremos las características de las subcuencas correspondientes a estas quebradas. Aquí sólo apuntamos que, ellas constituyen verdaderos peligros latentes que se ciernen sobre Chosica, en especial, las de la margen derecha, que estuvieron en actividad el 9 de Marzo de 1987.

En esta fecha, los mayores daños en vidas y bienes se produjeron en el cono deyectivo de Pedregal, donde se asientan poblaciones como: San Antonio de Pedregal Alto, San Miguel, La Ribera, Pedregal Bajo y Sierra Limeña.

En la quebrada de Cashahuacra, se produjo otro violento huayco ese día, pudiendo ser filmado (en video). Si bien éste

no impactó directamente a poblados de Chosica por tener desembocadura en el río Santa Eulalia, sin embargo por su cercanía, contribuyó al incremento de caudal del río Rímac y a las inundaciones de agua y lodo en algunos AAHH entre Chosica y Ricardo Palma.

2.04 Aspectos sísmicos.-

Otro aspecto importante de riesgo de desastre para esta zona, es el comportamiento del contexto geológico y las edificaciones y demás obras civiles, frente a sismos de gran magnitud.

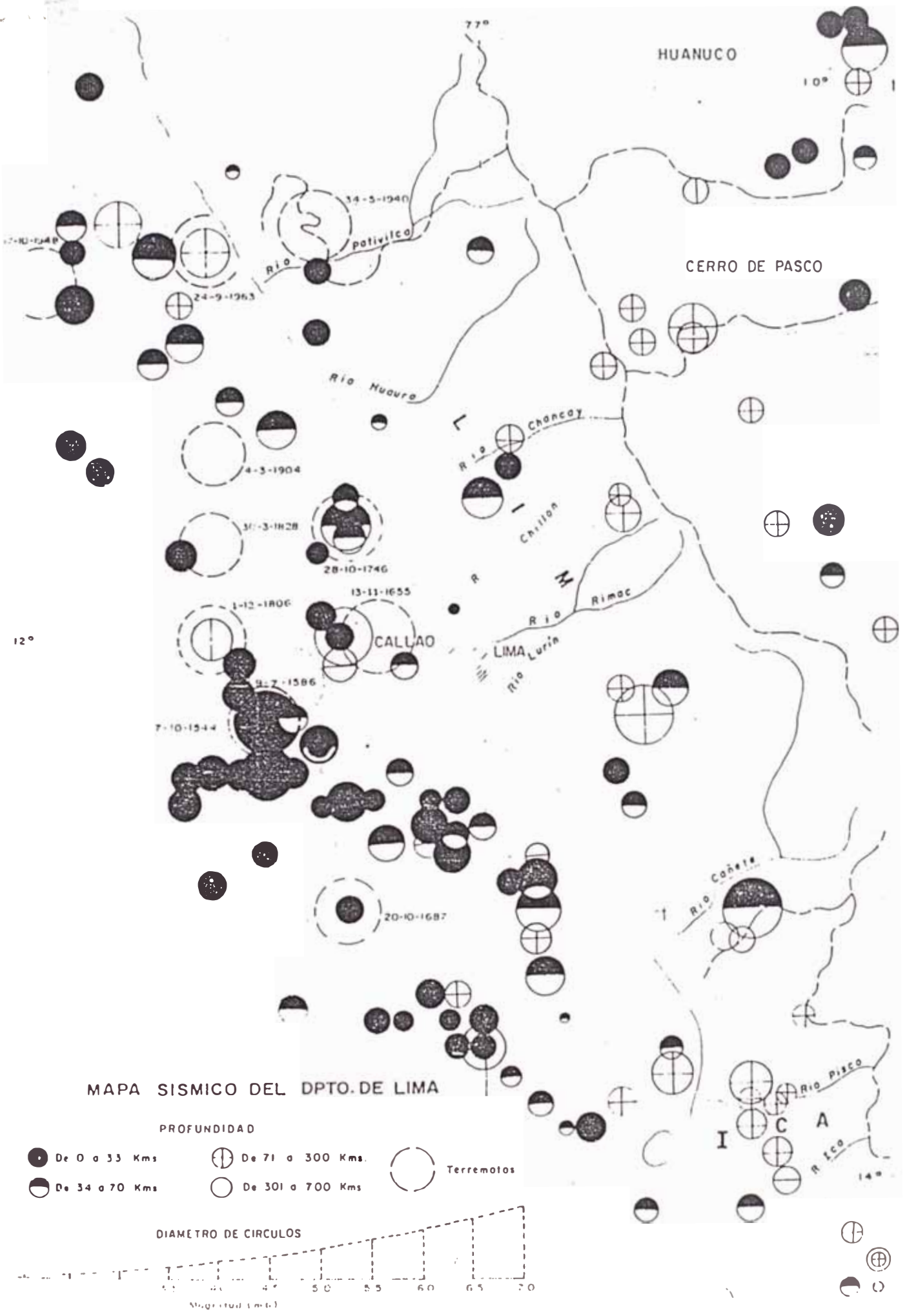
Según estudios recientes, el peligro sísmico para la zona central del Perú indican valores de aceleración máxima no menores a 470 gals, para un período de recurrencia de 100 años y una probabilidad del 63%; es decir que se pueden esperar eventos sísmicos de intensidades IX a X (MM). Figs.2 y 2A.

Para la ciudad de Chosica, dada la distancia a los epicentros, las intensidades mencionadas se reducen probablemente en 2 grados (MM), lo que podría significar desprendimientos de rocas y caída de material inestable en las laderas de las quebradas y cerros densamente poblados.

III ANTECEDENTES HISTORICOS.

3.01 Los Huaycos más importantes en la zona.-

Contamos con una información sobre estos eventos desde mediados del siglo pasado. En los años 1863, 1891 y 1894 se presentaron grandes avenidas en el río Rímac, así como



Dr. A. Vialta
 IBERIA S.A. - Lima

Fig. 2

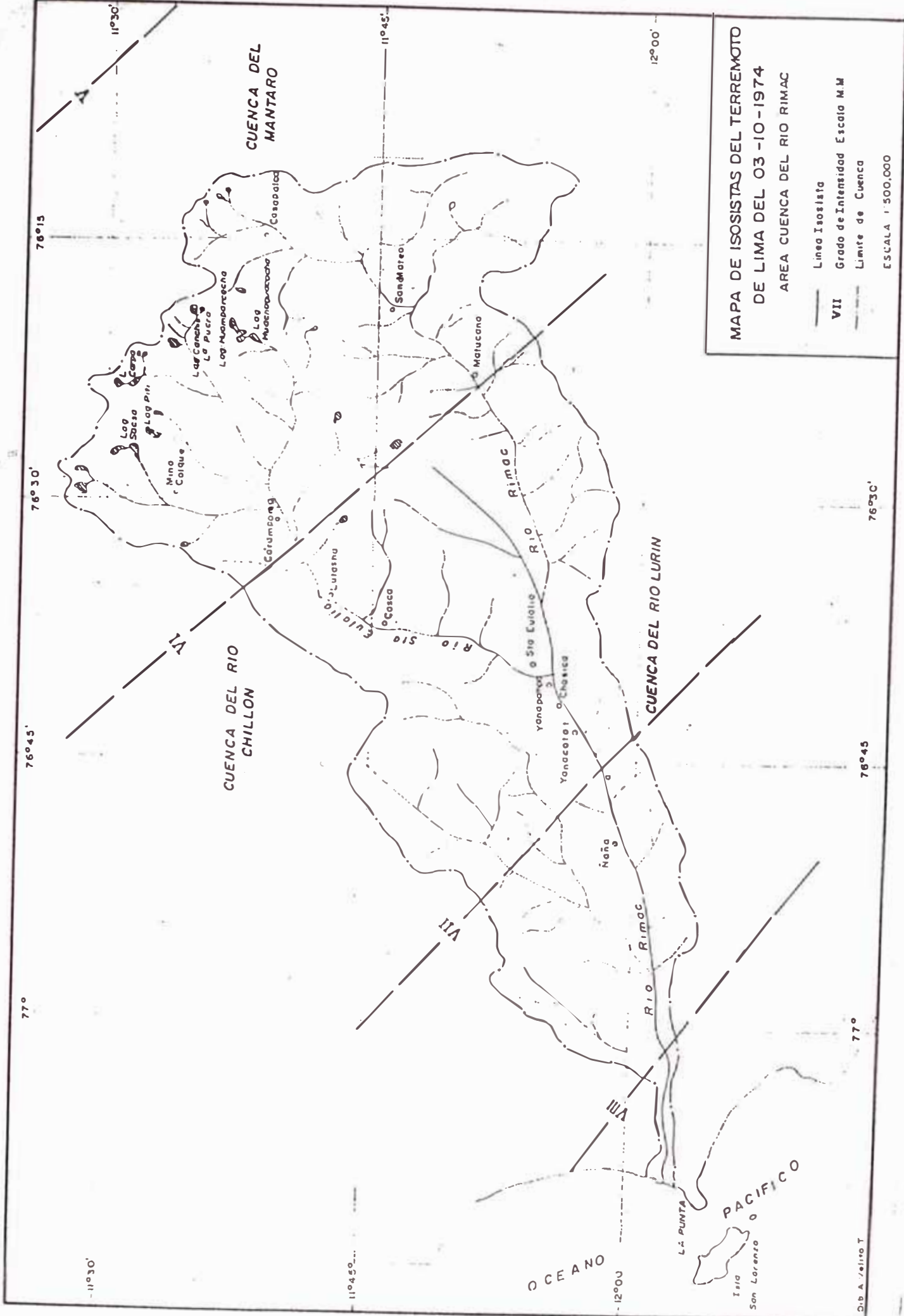


Fig. 2 A

activamiento de las quebradas en Chosica. No se tiene precisión acerca de los daños que ocasionaron pero, por observación de las terrazas de la quebrada San Antonio, podemos inferir la secuencia de huaycos anteriores y la magnitud que alcanzaron. Don Ricardo Palma se refiere al año 1834 como excepcionalmente lluvioso para Chosica. Otro verano de desastres fué en el año 1891, fecha en que se presenta un Fenómeno del Niño considerado como muy fuerte.

En el presente siglo tenemos una estadística más exacta; las lluvias y huaycos que más castigan a Chosica se dan en: 1909, 1915, 1925, 1926, 1936, 1939, 1950, 1952, 1954, 1955, 1959, 1967, 1972, 1976, 1983 y 1985, fechas en las que se han activado las quebradas tributarias. Por ejemplo, en la Quebrada de San Antonio (Pedregal), se tiene el antecedente de un huayco tal vez mayor que el de 1987, ocurrido el 17 de Marzo de 1925, según informa "El Comercio"

Este es el punto de referencia más importante de comparación con el evento del 9 de Marzo de 1987, por lo que nos detendremos a describir la información recopilada.

En los años 1925 y 1926 se presentó en el país una gran crisis climática, digna de ser cuidadosamente estudiada, ya que demuestra una estrecha relación entre el Fenómeno del Niño y la ocurrencia de huaycos, no sólo en la parte alta de la Cuenca del Rímac, como es usual, sino particularmente, en las Quebradas de la parte media y baja, producto de intensas lluvias excepcionales.

Para tener una idea aproximada de este fenómeno climático, de 1925-26 recojemos las noticias de los diarios de esos años: (fig. 3).

El 9 de Febrero de 1925, el río Rímac tiene una fuerte crecida que arrasa Cantagallo (Chosica). El río Pilcopata en Cusco se desborda por intensas lluvias, mientras los ríos Quiroz y Chira (Piura) elevan su caudal. Se producen inundaciones en Ica (Palpa y Nazca) los días 11 y 12. Simultáneamente, en el Sur se tienen grandes y excepcionales lluvias que aislan Yura y Socosani. En dos días caen 131 mm en la ciudad de Arequipa.

Del 13 al 15 de ese mismo mes, llueve en todo Piura, mientras el 17 hay fuerte crecida del río Moquegua. El 18 llueve en La Libertad "como no se había visto hace 12 años". El 24 son destruidos 3 puentes en Casma por lluvias y desbordes. En el valle del Rímac, el 16 de Febrero cae un gran huayco entre Chosica y San Bartolomé, destruyendo un puente. Otro huayco en Purhuay (Km.66) y también en Surco. Al día siguiente se suspende el servicio de trenes y se corta el fluido eléctrico por destrucción de las tomas de Yanacoto y San Pedro. En la tarde de ese mismo día, caen 2 nuevos huaycos en los Kms. 51 y 53 siendo inundada también la ciudad de Matucana.

En declaraciones a "El Comercio" de esa fecha, el Ing. de Aguas Guillermo Rodríguez M. indica que estas lluvias son sólo comparables a las de 1863 y 1894, lo que indicaría según él, una frecuencia de 31 años. En esa misma nota agrega algunos

Consecuencias de las últimas lluvias

Nuevos huacos interrumpen los trabajos en Yanacoto Hoy correrá solamente un tren a Chosica Conversando con el gerente de la Peruvian, señor Cooper y con el contralmirante Carbajal

Las últimas lluvias en la zona de Yanacoto han interrumpido los trabajos de reparación de los huacos que se encuentran en el camino de ferrocarril. Hoy solamente se corre un tren a Chosica. El gerente de la Peruvian, señor Cooper, y el contralmirante Carbajal, han estado conversando sobre el estado de las obras y las medidas que se están tomando para superar las dificultades causadas por las inundaciones.

El contralmirante Carbajal, jefe de las obras, ha estado en Yanacoto para supervisar los trabajos. Ha encontrado que los huacos están muy dañados y que se necesitan nuevos materiales para su reparación. Se espera que los trabajos se reanuden pronto una vez que se hayan solucionado los problemas de suministro de materiales.

Se han tomado varias medidas para proteger las obras de las nuevas lluvias. Se han colocado sacos de arena y se han reforzado los diques. Además, se ha aumentado el número de guardias que vigilan las zonas más vulnerables. Se espera que estas medidas ayuden a evitar mayores daños y permitan avanzar más rápidamente en la reparación de las vías.

La suspensión de los servicios eléctricos

El tráfico en los barrios centrales—Anoche hubo luz en los barrios centrales—La situación en Chosica es grave—Cantagallo ha desaparecido—El pueblo de Huarmey arrasado por las aguas.

Debido a las fuertes lluvias, se ha suspendido el servicio eléctrico en los barrios centrales de Lima. Anoche hubo luz, pero la situación en Chosica es grave. Cantagallo ha desaparecido y el pueblo de Huarmey ha sido arrasado por las aguas.

Las últimas averías

El primer maquinista que se dirigió a Yanacoto para reparar los huacos, se encontró con graves dificultades. Los trabajos se han suspendido por las fuertes lluvias y se esperan nuevas averías.

Desde Chosica

Se acordamos que hayamos habido un gran número de averías y reparaciones en las vías de ferrocarril. La situación es grave y se necesitan urgentemente recursos y mano de obra para superar las dificultades.

BOTIC

Acaba de recibir bonos, Medicinas d

El primer maquinista que se dirigió a Yanacoto para reparar los huacos, se encontró con graves dificultades. Los trabajos se han suspendido por las fuertes lluvias y se esperan nuevas averías.

El primer maquinista que se dirigió a Yanacoto para reparar los huacos, se encontró con graves dificultades. Los trabajos se han suspendido por las fuertes lluvias y se esperan nuevas averías.

El primer maquinista que se dirigió a Yanacoto para reparar los huacos, se encontró con graves dificultades. Los trabajos se han suspendido por las fuertes lluvias y se esperan nuevas averías.

Chisquetos de F

Se venden de 0.50 docenas

El Banco del Perú y Londres

El servicio de trenes a Ancón

La Moda Elegante

La situación en Chosica

Grandes lluvias en Lambayeque

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

Los trabajos de reparación en Chosica

Se están realizando trabajos de reparación en las vías de ferrocarril de Chosica para superar las dificultades causadas por las lluvias.

EDICION DE LA MANA

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

La situación en Chosica

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

Los trabajos de reparación en Chosica

Se están realizando trabajos de reparación en las vías de ferrocarril de Chosica para superar las dificultades causadas por las lluvias.

EDICION DE LA MANA

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

La situación en Chosica

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

Los trabajos de reparación en Chosica

Se están realizando trabajos de reparación en las vías de ferrocarril de Chosica para superar las dificultades causadas por las lluvias.

EDICION DE LA MANA

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

La situación en Chosica

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

Los trabajos de reparación en Chosica

Se están realizando trabajos de reparación en las vías de ferrocarril de Chosica para superar las dificultades causadas por las lluvias.

EDICION DE LA MANA

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

La situación en Chosica

Se han reportado graves daños en las zonas agrícolas y urbanas de Lambayeque debido a las fuertes lluvias.

datos hidrológicos: entre 1913 y 1924 la máxima avenida del río Rímac se dió en Marzo de 1920 con un caudal de 178 m³, comparados con los 100 m³ del 15 de Febrero de 1925. Concluye este mes con nuevos derrumbes en Chosica.

Como se esperaba, Marzo del '25 fué aún más duro para todo el país, en especial Piura, Chiclayo y Trujillo. Esta última fué totalmente inundada el día 8; temiéndose su desaparición. Por su lado Casma sufre catastróficos daños. El 10 de Marzo se reinician las lluvias en Chosica "como no se veían desde 1909 y 1915". El 17 caen 2 nuevos huaycos en esta zona y Lima queda nuevamente sin luz.

En los meses siguientes disminuye el fenómeno climático, bajando la temperatura a niveles normales, pero, en el verano de 1926 vuelven a producirse lluvias intensas aunque más localizadas en el Norte: Piura Trujillo y Casma.

En Chosica, el 14 de Febrero de 1926 se informa de la caída de un fuerte huayco en la quebrada de Quilcamachay (hoy Qda. Quirio) "destruyendo un muro entre Pedregal y Yanacoto", ocasionando la paralización de la Central Eléctrica que allí funcionaba, destruyendo además el canal de las EEAA. El 23 de Febrero se plantea "la construcción de un muro contra huaycos en el Pedregal". El 3 de Marzo se produce otro huayco en el sector de Purhuay.

En esos años aún no existía la Carretera Central, por lo que la red vial era la línea férrea y el camino. Así mismo, las quebradas de Chosica no estaban habitadas, por lo que los

daños en vidas y viviendas no fueron mayores. Sin embargo, el impacto de estos desastres quedó marcado en la población del lugar. Nótese que en esos años el cono deyectivo de la Quebrada San Antonio, ya era llamado "El Pedregal" en razón del abundante material proluvial depositado allí.

El mes de Marzo del '26 se producen huaycos menores, pero hay un importante hecho a resaltar: el 11 de Abril se dá un fuerte temblor en Lima a las 5.40 am que ocasiona derrumbres en los Kms 85 y 100 de la vía central, teniendo una duración de 1 min. y 37 seg. y epicentro a 80 Km. Este sismo similar en magnitud que los del 4 de Marzo de 1904 y 20 de Setiembre de 1897, fué 50 veces mayor que los temblores ocurridos en Marzo de 1926 (mes de fuertes lluvias y huaycos): los que se dan el 08 y 10 de Marzo con duraciones de 1 min. 42 seg. y 1 min. 29 seg., respectivamente.

Este dato histórico refuerza la probabilidad de la ocurrencia simultánea de huaycos y sismos en la zona central del país.

Finalmente, hemos tomado otra información interesante: las declaraciones de Augusto Gildemeister en esos días de transtornos climáticos y desastres, a propósito de su estudio "Influencias de las lluvias del Ecuador sobre la Corriente del Niño". En ellas recomendaba analizar la relación entre el ciclo hidrológico del vecino país y las alteraciones de nuestro clima, así como la intensa agitación del mar en la bahía de Paita como anticipo de un período de intensas lluvias

en todo el país.

3.02 La Formación de la Ciudad de Chosica.-

El nombre de Chosica proviene del quechua "chose" que es como se denomina a un ave del lugar, similar a una lechuza. Otros refieren que Chosica significa "cueva de lechuzas".

Históricamente, podemos dividir a Chosica en la parte antigua, llamada Chosica Vieja, ubicada en la margen izquierda y la denominada Nueva Chosica, en la margen derecha.

Existen numerosas evidencias arqueológicas del origen pre hispánico de los asentamientos humanos en esta zona, sea por la presencia de huacas, andenes o acequias (que hasta la actualidad podemos observar en los poblados de Ricardo Palma y Santa Rosa) y alrededores (Buenos Aires, Cashahuacra, etc). Por la estrechez de la topografía del valle y la poca seguridad frente a los desastres naturales, Chosica parece haber sido lugar de tránsito a modo de Tambo entre las Culturas Andinas y los asentamientos de la Costa. Sin embargo, Don Ricardo Palma, en sus Tradiciones Peruanas, se refiere a la existencia de una importante localidad próxima a Chosica: San Pedro de Mama, que, con la presencia española sufre un fuerte despoblamiento (De varios miles se habría reducido a 300 hab).

A mediados del siglo pasado, Chosica surge como poblado de importancia al construirse el Ferrocarril Central de Lima a La Oroya y convertirse en Estación de paso obligado y luego lugar de descanso en los meses de invierno, gracias a su cli-

ma benigno: templado y seco.

Nótese que los primeros habitantes de Chosica, eligieron la margen izquierda, alejada de las quebradas más activas, probablemente por considerarlo un lugar menos vulnerable a los huaycos.

Sin embargo, hacia fines de siglo, y por gestión personal de Emilio Del Solar, se edifica en Octubre de 1894, en la propiedad de la Hacienda Chosica, la nueva Urbanización, situada en la margen derecha, por considerarla más alta y "donde no es endémico el paludismo" como refiere el historiador Walter Stubbs. A partir de Noviembre de 1896, Chosica pasa a convertirse en capital del Distrito de Lurigancho, creciendo progresivamente, y ya en 1915 cuenta con 3,000 habitantes.

En las primeras décadas del presente siglo, Chosica está caracterizada por sus Residencias, la Estación del FFCC, la Central Hidroeléctrica (Yanacoto) y las primeras industrias como la del papel (1936). Su población, extendida ya en ambos márgenes, se dota de una red mínima de servicios, constituidos por escuelas, Clínica y Mercado, ubicada en el centro del área urbana. La construcción de la Carretera Central impulsó más aún su desarrollo.

Como se verá más adelante, el crecimiento de Chosica esos años, es relativamente lento, hasta la década del '40. A partir de entonces, se iniciará un proceso de rápida expansión primeramente hacia Ricardo Palma, y el surgimiento de los primeros asentamientos marginales en las laderas y riberas.

Luego también en la Quebrada de San Antonio (San Miguel del Pedregal) y Quirio (cuyo nombre se debe a un propietario del lugar, de origen japonés). Se instala la nueva Central Hidroeléctrica de Moyopampa (Carosio) en 1950, la Universidad Guzmán y Valle (a un lado de la quebrada La Cantuta), el año 1955, y la Fábrica de Calzado Bata en 1960.

Gracias a los testimonios visuales (fotos aéreas de 1944 1955, 1970 y 1987), se puede precisar la secuencia de la expansión urbana en esta ciudad, esencialmente caótica.

Otro aspecto saltante es la construcción de centros de recreación (clubs particulares), sobre terrenos de bajo riesgo potencial, así como la habilitación de urbanizaciones residenciales al Oeste de Chosica. Tenemos así los Centros de Esparcimiento de la FAP, Club Regatas, Banco de Crédito, la Urbanización Santa María y Pomaticla (Cashahuacra).

Como hemos indicado, la expansión de la ciudad también ha afectado la riberas del río Rímac, angostando su cauce, a expensas de antiguas zonas agrícolas y exponiéndose a frecuentes inundaciones en época de avenidas.

En la Chosica de hoy, la zona de mayor densidad y tugurización se dá en la margen derecha (parte baja), alrededor de la zona comercial (Av. 28 de Julio), especialmente en la zona cercana al puente colgante, que la une con la margen izquierda (Estación de ENAFER).

Acerca del crecimiento poblacional de Chosica en el presente siglo, incidiremos más adelante.

IV HIDROLOGIA DE LA CUENCA Y SUB-CUENCAS.

4.01 Precipitaciones.- Antecedentes Climatológicos.-

Nuestro país, por su ubicación geográfica cercana al Ecuador, debería tener en la Costa un clima cálido, húmedo y lluvioso, con variaciones de intensidad de precipitaciones. Así mismo debería haber, concordante con su clima, abundante vegetación, incluyendo las laderas que se orientan al Océano Pacífico.

Sin embargo, la realidad es totalmente diferente, ya que la Costa es más bien una sucesión de áridos desiertos, mientras las laderas occidentales se muestran a cierta altura desprovistas de vegetación.

Aunque en el clima de una región influyen complejos factores, para nuestra Costa, el predominante es la interacción entre la Cordillera de los Andes y la Corriente marina de Humboldt.

Los Andes se comportan como una inmensa pantalla fija frente a las masas de aire caliente y húmedo proveniente de la Amazonía, convirtiéndolas en lluvias que se precipitan en la vertiente Oriental, impidiendo normalmente que caigan en la Costa.

Por otro lado, la Corriente fría que viene del Sur, mantiene baja la temperatura de nuestro Mar, lo cual disminuye la evaporación de sus aguas y a la vez enfría las capas de aire en contacto con su superficie, reduciendo las posibilidades de ascensión en forma de nubes. Más bien tienden

a condensarse a baja altura (nieblas costeras). El resultado por lo general es una débil humedad matinal que no es capaz de generar lluvias significativas en nuestro litoral.

Pero existe un elemento que rompe este equilibrio de manera notable, alterando el comportamiento del clima: el llamado Fenómeno del Niño. Al producirse un desplazamiento de la Corriente cálida del Norte hacia el Sur, aumenta la temperatura del Mar 5 u 8 grados por encima de su promedio, y consecuentemente, la temperatura ambiente. El clima del litoral norte (incluso hasta la zona central del Perú), se transforma de árido en tropical. Las precipitaciones que ocurren son torrenciales por el aporte de las nubosidades convectivas procedentes del Océano, a las que se suman las del Este.

De los estudios realizados sobre este fenómeno recurrente que denominamos "crisis climática", no puede establecerse un período fijo de repetición, sino que se puede presentar en años consecutivos con igual ó diferente intensidad, generalmente en los meses de Diciembre y Marzo.

Especialistas en el análisis del Fenómeno del Niño llegan a afirmar que éste fenómeno se produce casi todos los años, aunque la mayoría de veces es tan leve que puede pasar desapercibido.

De todos modos ha quedado evidenciada la irregularidad de este disturbio climático como se aprecia en las estadísticas de 450 años recopilada por el Dr. Santiago Antúnez de Mayolo, (Fig.4), en la cual clasifica las ocurrencias como leves ó mo-

TABLE 1. El Niño Events of Strong and Very Strong Intensities, Their Confidence Ratings, and Information Sources

El Niño Event	Event Strength	Confidence Rating	Information Sources
1525-1526	S	3	Xeres (1534)
1531-1532	S	4	Xeres (1534) and Prescott (1892)
1539-1541	M/S	3	Montañas (1645) and Cobo (1653)
1552	S	4	Palma (1894) and Moren (1804)
1567-1568	S+	5	Olite (1631), Cobo (1633), Labarthe (1914), and Portocarrero (1926)
1574	S	4	García Rosell (1903)
1578	VS	5	Acosta (1590), Cobo (1639, 1653), Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and García Rosell (1903)
1591-1592	S	2	Martínez y Vela (1702)
1607	S	5	Cobo (1639), Alsedo y Herrera (1740), Palma (1894), Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and Tailla (1934)
1614	S	5	Cobo (1633), Labarthe (1914), and Portocarrero (1926)
1618-1619	S	4	Vázquez de Espinosa (1629), Cobo (1633), and Tailla (1934)
1624	S+	4	Cobo (1633), Labarthe (1914), and Portocarrero (1926)
1634	S	4	Palma (1894) and Puente (1885)
1652	S+	4	Cobo (1633), Labarthe (1914), and Portocarrero (1926)
1660	S	3	Labarthe (1914) and Portocarrero (1926)
1671	S	3	Labarthe (1914) and Portocarrero (1926)
1681	S	3	Rocha (1681)
1687-1688	S+	4	Juan and Villos (1748), Mélo (1913), Unzué (1806), Remy (1931), and Tailla (1934)
1696	S	3	Palma (1894)
1701	S+	4	Feljo de Sosa (1763), Buño (1763), Haankle (1790), Paz Soldán (1862), Palma (1894), Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and Nials et al. (1979)
1707-1708	S	3	Cooke (1712) and Alcedo y Herrera (1740)
1714-1715	S	4	Gentil (1728), Labarthe (1914), and Portocarrero (1926)
1720	S+	4	Shibecke (1726), Feljo de Sosa (1763), Buño (1763), Alcedo (1786-1789), Hanks (1790), Paz Soldán (1862), Palma (1894), Labarthe (1914), Bachmann (1921), Portocarrero (1926), and Nials et al. (1979)
1728	VS	5	Feljo de Sosa (1763), Buño (1763), Alcedo (1786-1789), Paz Soldán (1862), Spruce (1864), Equiguen (1894), Palma (1894), Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and Nials et al. (1979)
1747	S	5	Feljo de Sosa (1763), Llano Zapata (1748), Moreno (1804), Palma (1894), Labarthe (1914), Portocarrero (1926), Nials et al. (1979), and Tailla (1934)
1761	S	5	Buño (1763), Alcedo (1786-1789), Haankle (1790), Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and Puente (1885)
1775	S	4	Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and Puente (1885)
1785-1786	S	4	Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and Estrada Icaza (1977)
1791	VS	5	Paz Soldán (1862), Spruce (1864), Huchimam (1873), Equiguen (1894), Labarthe (1914), Bachmann (1921), and Portocarrero (1926)
1803-1804	S+	5	Moreno (1804), Unzué (1806), Stevenson (1829), Paz Soldán (1862), Spruce (1864), Equiguen (1894), Palma (1894), Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and Petersen (1935)
1814	S	4	Spruce (1864) and Equiguen (1894)
1828	VS	5	Spruce (1864), Huchimam (1873), Equiguen (1894), Sierens (1914), Labarthe (1914), Bachmann (1921), Portocarrero (1926), and Tailla (1934)
1844-1845	S+	5	Spruce (1864), Equiguen (1894), Labarthe (1914), Portocarrero (1926), and Tailla (1934)
1864	S	5	Spruce (1864), Equiguen (1894), and Tailla (1934)
1871	S+	5	Huchimam (1873), Equiguen (1894), Tison y Buño (1907), Sierens (1914), Labarthe (1914), Bachmann (1921), Portocarrero (1926), and Gaudron (1925)
1877-1878	VS	5	Equiguen (1894), Palma (1894), Mélo (1913), Sierens (1914), Labarthe (1914), Bachmann (1921), Portocarrero (1926), Murphy (1926), Tailla (1934), and Kizildas and Diaz (1986)
1884	S+	5	Equiguen (1894), Sierens (1914), Labarthe (1914), Bachmann (1921), Murphy (1925), and Portocarrero (1926)
1891	VS	5	Corraza (1891), Equiguen (1894), Fuchs (1907), Labarthe (1914), Sierens (1914), Bachmann (1921), Zeparra (1926), Murphy (1926), Portocarrero (1926), Nials et al. (1979), and Tailla (1934)
1899-1900	S	5	Labarthe (1914), Bachmann (1921), Murphy (1923), Portocarrero (1926), Huchimam (1930), Tailla (1934), and El Comercio (February 10, 1899)
1911-1912	S	4	Forbes (1914), Labarthe (1914), Bowman (1916), Landis y García (1917), Bolin (1925), Portocarrero (1926), Vogt (1940), Huchimam (1950), Landis y García (1917), Murphy (1923), and Schweigger (1961)
1917	S	5	Bales (1925), Portocarrero (1926), Petersen (1935), Huchimam (1950), Murphy (1926), Zeparra (1926), Berry (1927), Petersen (1935), Vogt (1940), Meers (1944), Huchimam (1950), Rudolph (1953), Nials et al. (1979), and Mugica (1983)
1925-1926	VS	5	Petersen (1935), Sheppard (1933), Vogt (1940), Meers (1944), Huchimam (1950), Rudolph (1953), and Mugica (1983)
1932	S	5	Landis (1942), Meers (1944), Huchimam (1950), Woster (1960), Mugica (1983), and Quinn and Zopf (1984)
1940-1941	S	5	Woster (1960), Schweigger (1961), Bjercknes (1966), Idyll (1973), Miller and Laws (1975), Cardeña (1975), and Mugica (1983)
1957-1958	S	5	Idyll (1973), Woster and Guillen (1974), Miller and Laws (1975), Ramage (1975), Camedez (1975), Nials et al. (1979), and Mugica (1983)
1972-1973	S	5	Mugica (1983), Rasmussen and Hall (1983), Rasmussen and Wallace (1983), Quinz (1983), Smith (1983), Cobby (1984), Woodman (1984), Quinn and Ned (1984), and Camedez (1984)
1982-1983	VS	5	

S, strong; VS, very strong. See text for more information on confidence rating.

the strong and very strong events that occurred between 1525 and the present. In Table 2 we show events of moderate intensity that occurred between 1806 and the present. From 1800 on, more data (e.g., hydrological reports, sea surface temperatures, air temperatures, rainfall, barometric pressures) were available. The weak events are not included here. It is expected that events of the intensities noted in Tables 1 and 2

would have significant effects on sea life, bird life, plant life, coastal facilities, man, etc. The reference dates that appear in Tables 1 and 2 are those of original manuscripts or first editions of resulting publications, so the reader can be aware of the time between event occurrence and the author's report on it.

This multilingual approach provided a reasonably thor-

deradas, fuertes y muy fuertes. Entre las últimas tenemos las de los años 1891, 1925-26 y 1982-83, y entre las moderadas la del año 1987. En cada una de estas ocasiones, ha habido mayor ocurrencia de huaycos en la Sierra Central; pero lo más importante a resaltar es que, zonas de poca precipitación pluvial, por debajo de la isoyeta 100, como lo es la zona de Chosica, han soportado lluvias excepcionales y por lo tanto mayores posibilidades de huaycos. Entonces, en años "del Niño" pueden ocurrir huaycos a diferentes alturas (incluso en el mismo litoral: Chilca, San Bartolo, Casma), lo que demuestra que, el criterio anterior que fija un límite de altura sobre los 1,000 msnm. para la ocurrencia de los huaycos, debe ser modificado.

El año pasado, de acuerdo a la información climática, ha habido un "Niño débil" que produjo masas de nubosidad convectiva que se concentraron en algunas quebradas por debajo de los 2,000 msnm.

En cuanto a su clima, la zona de Chosica podría definirse como el límite inferior de la Cuenca Media del río Rímac, donde el clima es semi-árido con un comportamiento hidrogeológico propenso a la ocurrencia de huaycos, sin embargo, si lo vemos del otro ángulo, Chosica es también el límite superior de la zona árida de la Cuenca (curso inferior del Rímac), donde es muy poca la precipitación pluvial, como se puede ver en las estadísticas, (salvo escasos milímetros). La vegetación varía de nula a escasa, existiendo ésta gracias a un riego sistemático, de lo contrario la zona sería desértica,

con alguna vegetación xerófitas.

En resumen, Chosica tiene un clima intermedio, y su poca precipitación ha hecho subestimarla como zona de huaycos, por lo menos hasta el evento de Marzo de 1987.

Bastaría entonces que en la zona, especialmente en las partes altas, ocurra un corto, pero intenso período de lluvias excepcionales, sea como efecto de un fenómeno regional o continental (Fenómeno del Niño) ó en todo caso una variación local, para que cualquiera de sus Sub-cuencas reciban el suficiente aporte de agua y se generen estos huaycos.

Lamentablemente, en la actualidad no se cuenta con estaciones meteorológicas que registren las precipitaciones en las Sub-cuencas de Chosica. Para el año 1987, hemos tomado como referencia, las precipitaciones en las Estaciones más cercanas a la zona del desastre: Santa Eulalia y Autisha.

Como podemos observar en la fig. 5, la mayoría de las Estaciones Meteorológicas se localizan en la cuenca alta y en Lima, mientras que en el curso medio del Rímac, son pocas, y menos las que todavía funcionan.

Chosica, según los mapas de isoyetas (Figs. 6 y 7), se ubica por debajo de los 100 mm de precipitación anual, lo cual coincide con una zona intermedia semi-árida. Las fuentes de esta información son, en un caso el Estudio de Ingemmet de 1982 (que toma datos del Senamhi) y en otro, el Plan Maestro para la Cuenca del Rímac, elaborado por la Misión Japonesa (1987).

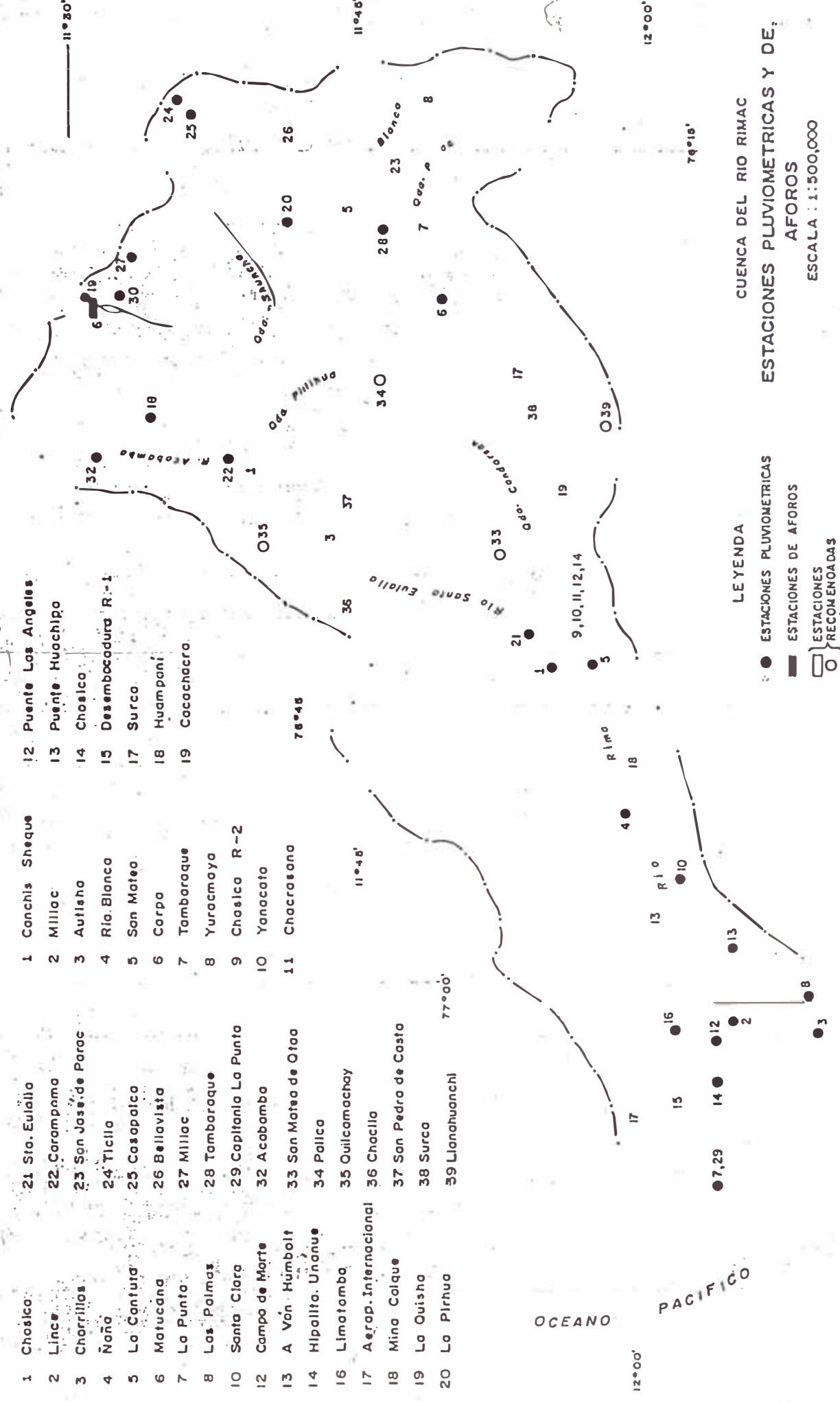
79°30'

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACIONES DE AFOROS

- 1 Chosico
- 2 Lince
- 3 Chorrillos
- 4 Naño
- 5 La Cantuta
- 6 Matucana
- 7 La Punta
- 8 Los Palmas
- 10 Santa Clara
- 12 Campo de Marte
- 13 A Van Humbolt
- 14 Hipollito. Unanue
- 16 Limatamba
- 17 Aerop. Internacional
- 18 Mina Colque
- 19 La Quitsha
- 20 La Pirhua
- 21 Sta. Eulalia
- 22 Corampoma
- 23 San Jose de Parac
- 24 Ticlio
- 25 Casapalca
- 26 Bellavista
- 27 Millac
- 28 Tambaraque
- 29 Capitanía La Punta
- 32 Acabamba
- 33 San Mateo de Otao
- 34 Pallico
- 35 Quilcamachay
- 36 Choclo
- 37 San Pedro de Casta
- 38 Surco
- 39 Llanahuanchi

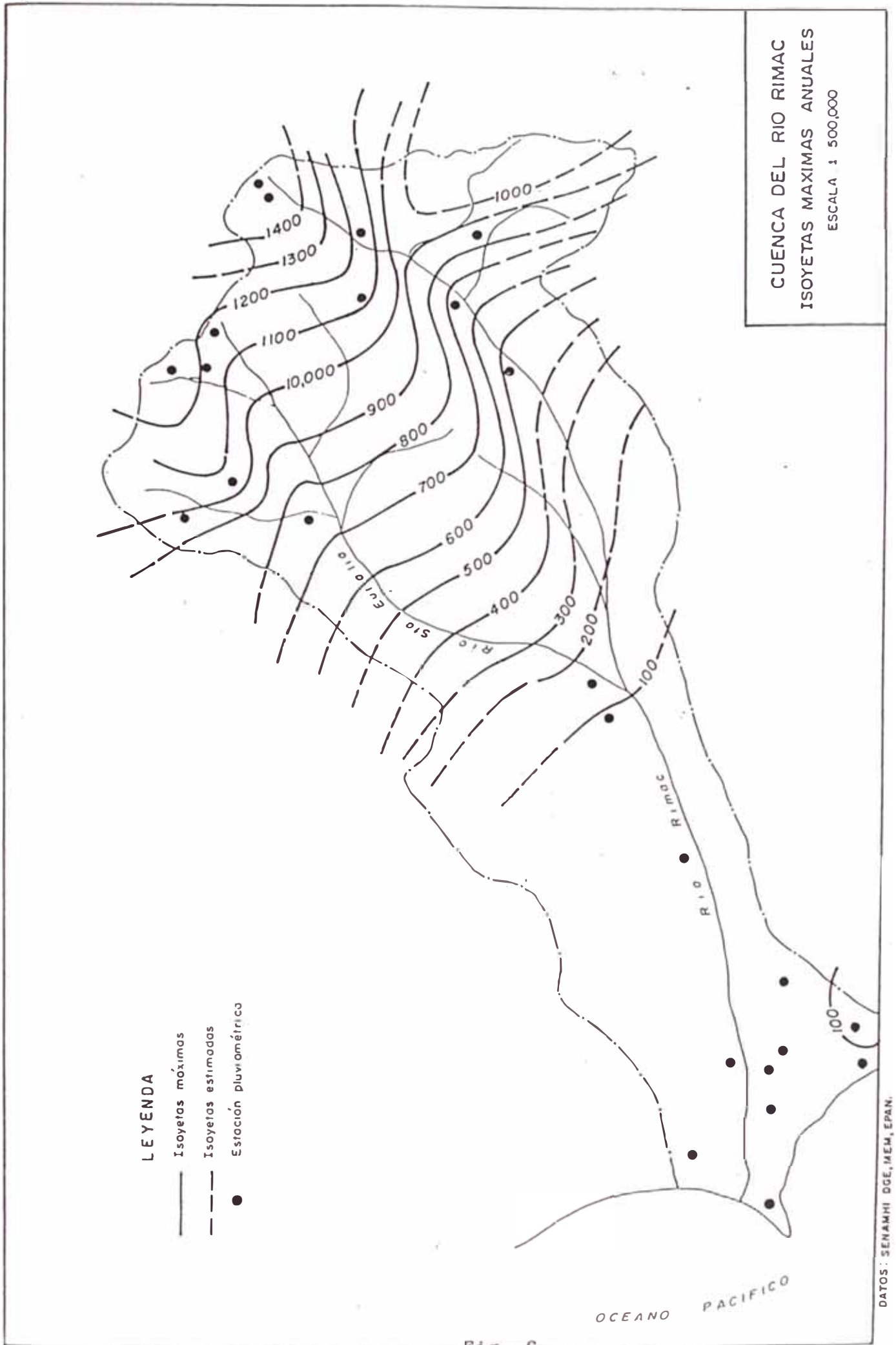
- 1 Canchis Sheque
- 2 Millac
- 3 Aulisha
- 4 Río Blanco
- 5 San Mateo
- 6 Carpa
- 7 Tambaraque
- 8 Yuracmayo
- 9 Chosico R-2
- 10 Yanacata
- 11 Chacrasana
- 12 Puente Los Angeles
- 13 Puente Huachiplo
- 14 Chosico
- 15 Desembocadura R.-1
- 17 Surco
- 18 Huampani
- 19 Cocochacra



LEYENDA

- ESTACIONES PLUVIOMETRICAS
- ESTACIONES DE AFOROS
- ESTACIONES RECOMENDADAS

CUENCA DEL RIO RIMAC
 ESTACIONES PLUVIOMETRICAS Y DE AFOROS
 ESCALA : 1:500,000



LEYENDA

- Isoyetas máximas
- - - Isoyetas estimadas
- Estación pluviométrica

CUENCA DEL RIO RIMAC
ISOYETAS MAXIMAS ANUALES
ESCALA 1 : 500,000

OCEANO PACIFICO

Fig. 6

DATOS : SENAMHI DGE, MEM, EPAN.

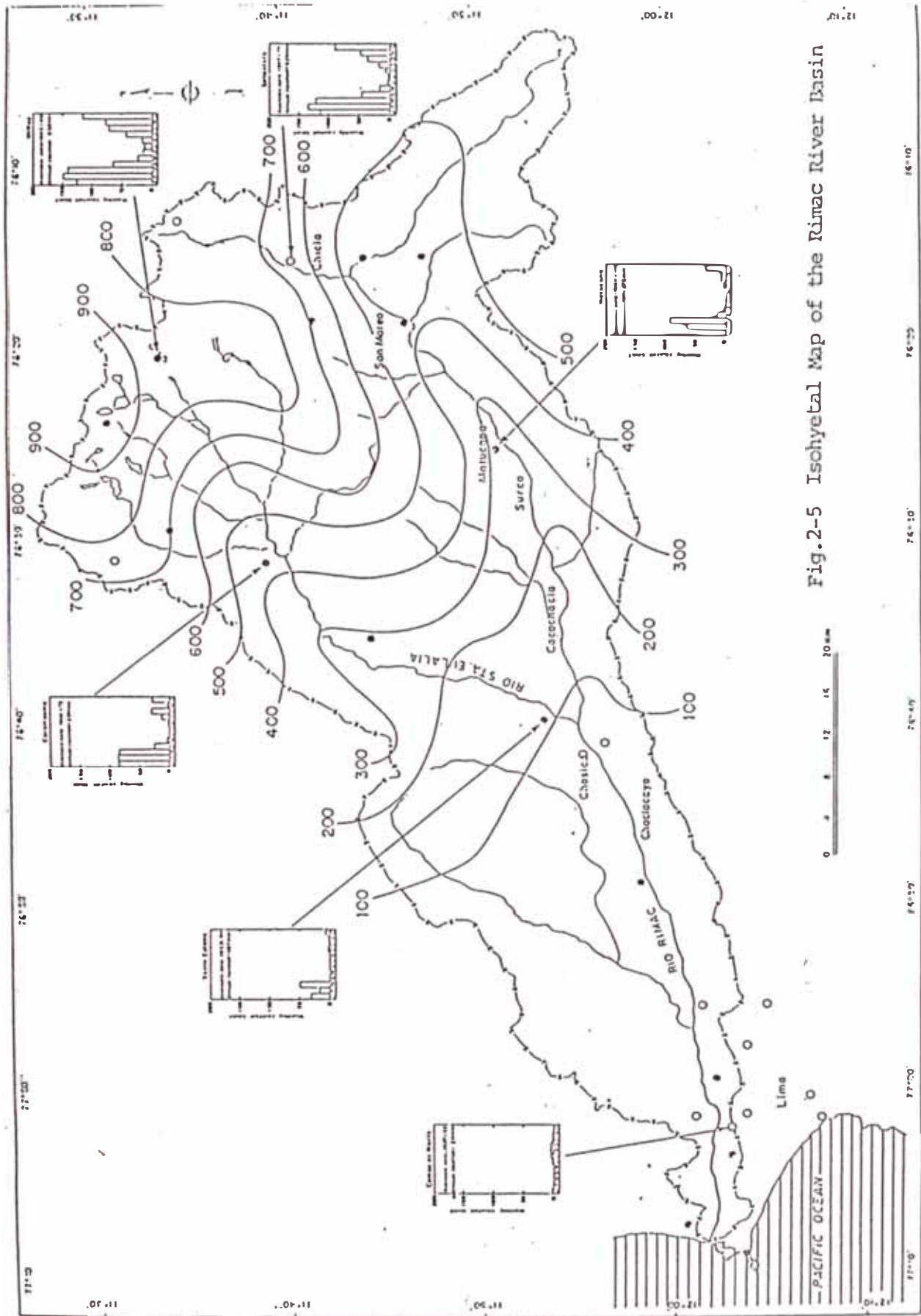


Fig. 2-5 Isohyetal Map of the Rimac River Basin

Fig. 7

Tenemos por otro lado, las frecuencias medias anuales de las precipitaciones de la Estación Santa Eulalia, para el período comprendido entre 1963 y 1977. En esta estadística se calcula, para una frecuencia de 20 años, una precipitación máxima de 212 mm. anuales, los cuales se concentran en los meses de Enero, Febrero y Marzo (Fig. 8)

4.02 Régimen de Lluvias de 1987.-

Para el año 1987, contamos con información del SENAMHI, resumida en los Gráficos 2,3 y 4 donde se puede ver las precipitaciones de la Estación Autisha, que es la referencia más cercana. Dicha estación se ubica en la cota 2200 msnm., similar a las cumbres de las subcuencas activas de Chosica.

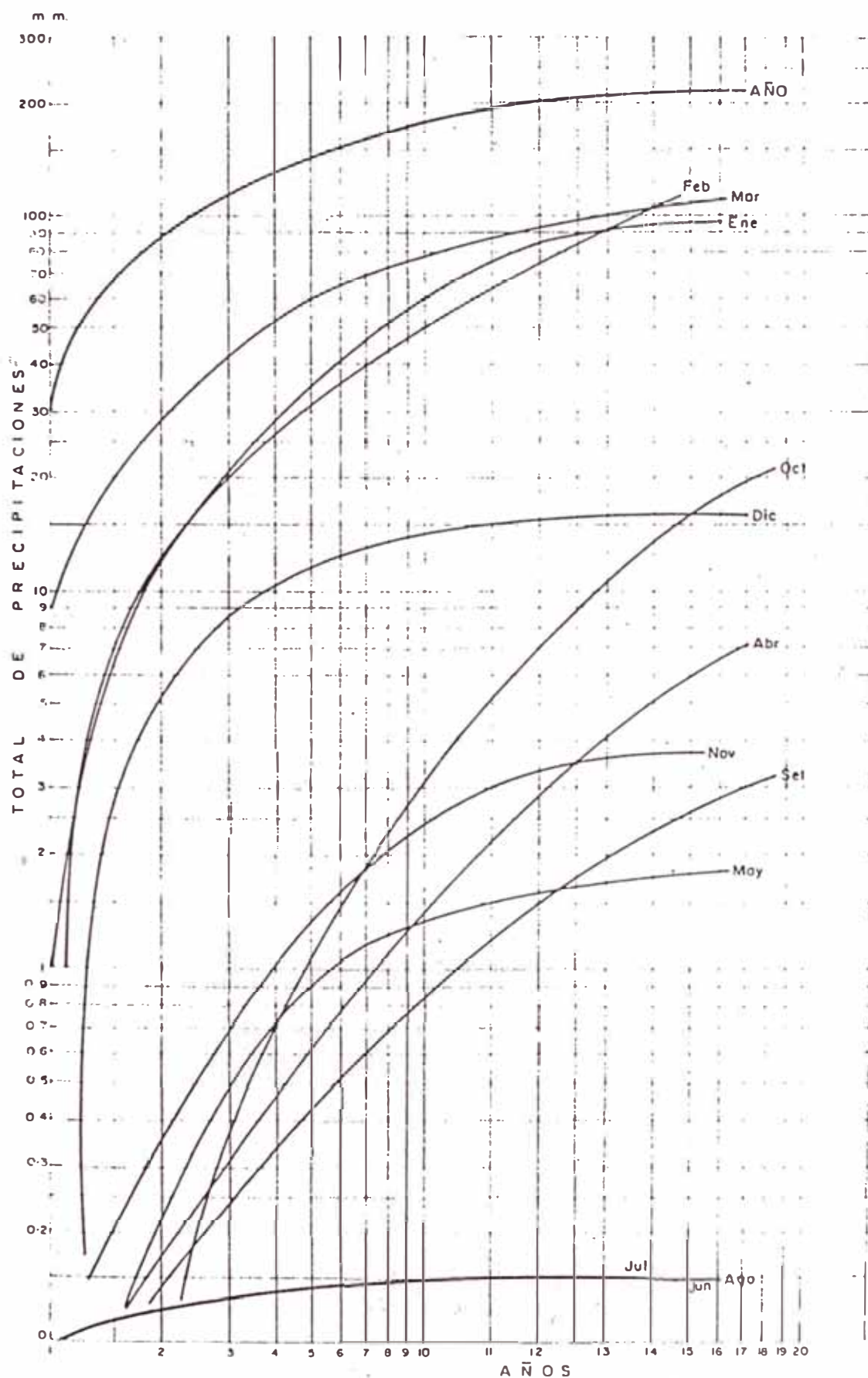
Las estaciones pluviométricas de La Cantuta y Santa Eulalia no han tenido registros en los 3 primeros meses del año 1987.

Suponemos para Chosica que haya llovido durante los 5 días previos, igual ó ligeramente más que en Autisha.

Resumiendo toda la información, podemos señalar lo siguiente:

- 1.- Es notorio el deficiente funcionamiento de las escasas Estaciones Meteorológicas de la zona, (Santa Eulalia no tuvo registros hasta el día 20 de Marzo por encontrarse afectada por los huaycos). No hay datos anteriores a Marzo. Sólo la Estación de Autisha, relativamente lejana de Chosica, es la única fuente de referencia, en este año.
- 2.- Como se desprende de los promedios diarios y mensuales de

Frecuencias medias anuales de las precipitaciones anuales y mensuales en la Estación Meteorológica Santa Eulalia período 1963-1977.



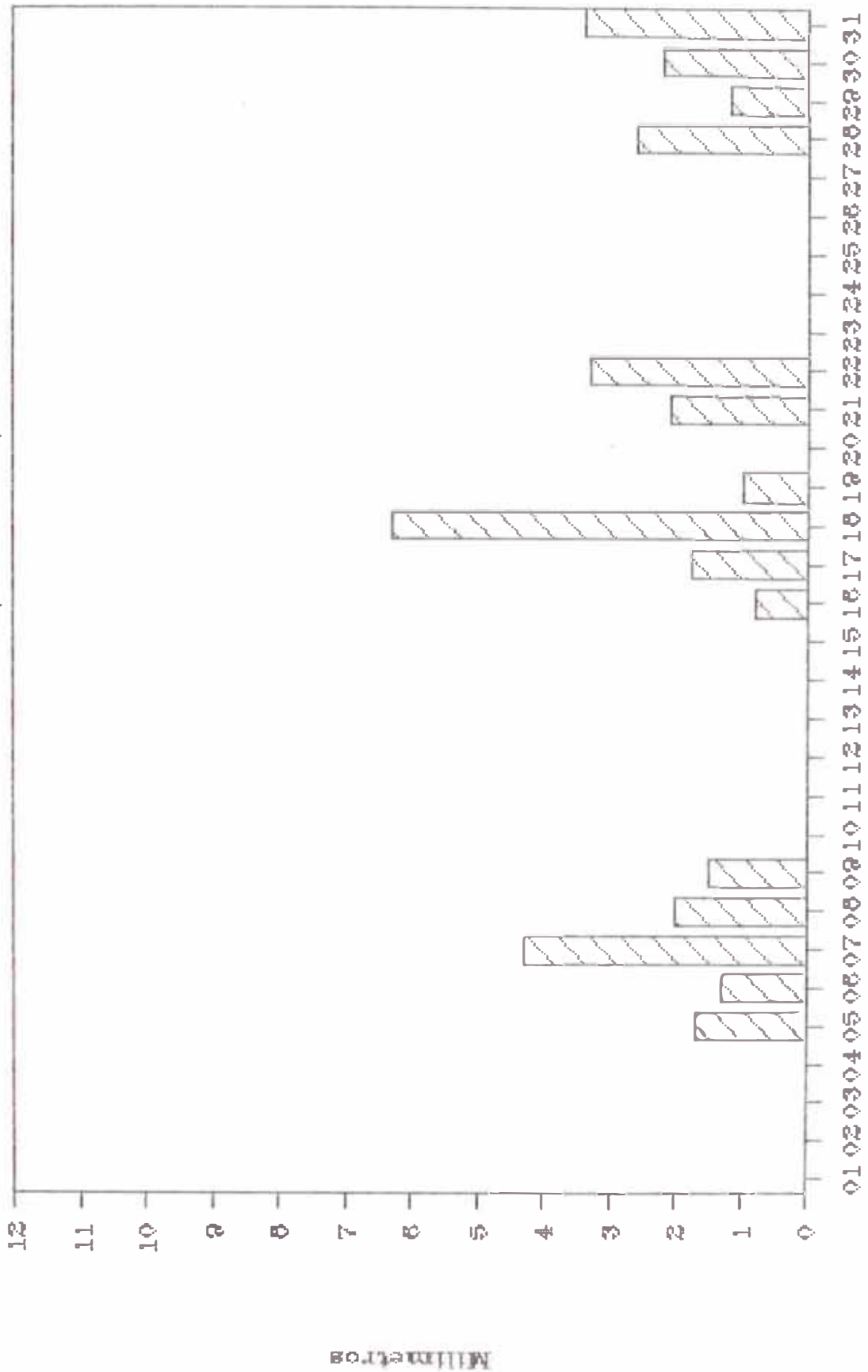
Frecuencia (Años)	m m
Cada 1	28 00
2	86 00
5	142 00
10	174 00
20	212 00

Datos SENAMHI, DGE - MEM, EPNN

Fig. 8

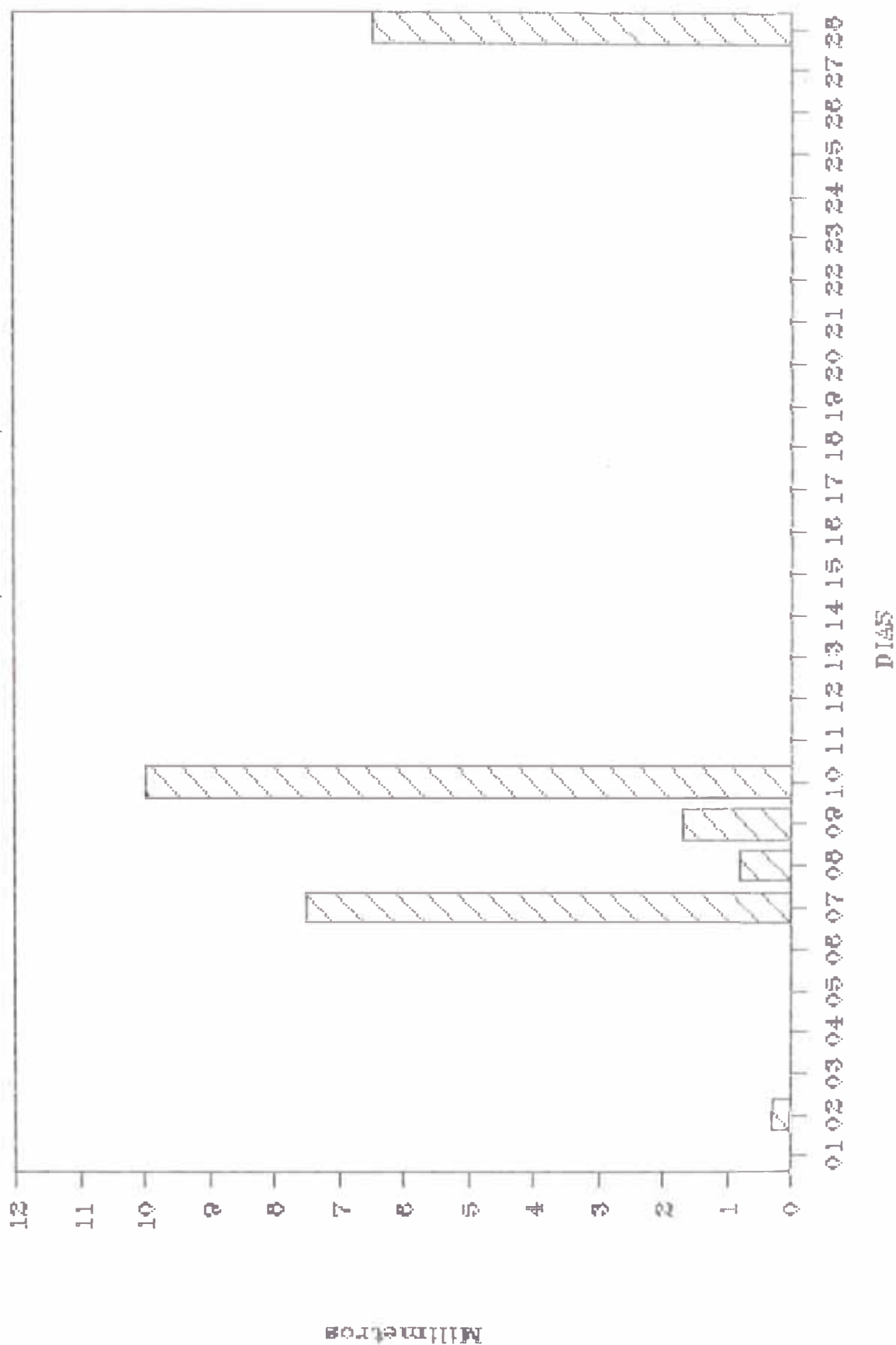
PRECIPITACION DIARIA - ENERO 1987

Estacion AUTISHA (HUARACHIRI)



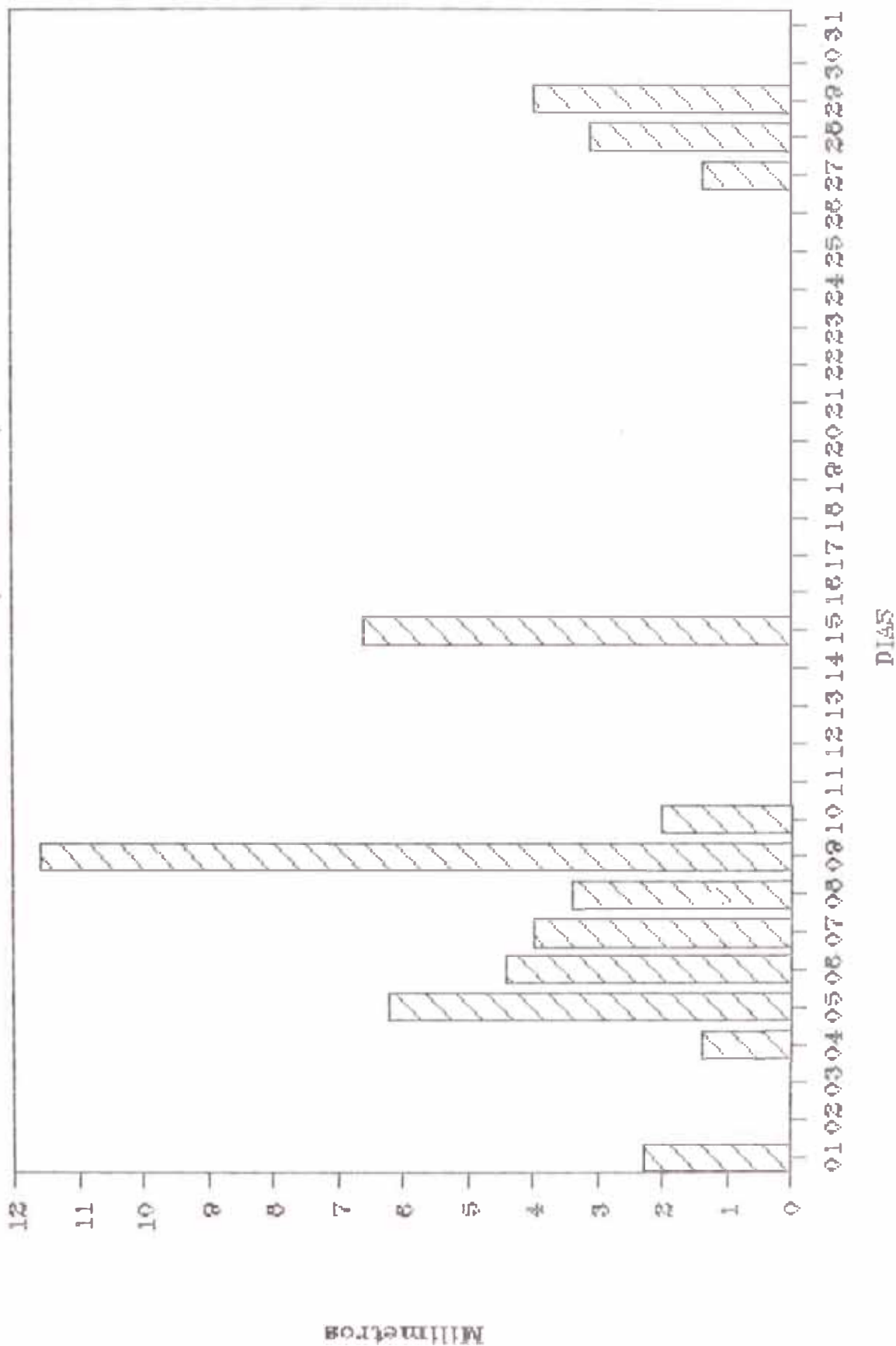
PRECIPITACION DIARIA - FEBRERO 1987

Estacion AUTISHA (HUAROCHERI)



PRECIPITACION DIARIA.- MARZO 1987

Estacion AUTISHA (HUAROCHIRI)



la precipitación, para los 3 primeros meses de 1987, no se percibe un brusco cambio de las lluvias, sin embargo, los huaycos definitivamente están más relacionados con la intensidad de la precipitación (tiempo de duración de la tormenta), que con el volumen total de la descarga pluvial diaria, y así mismo con la persistencia de la lluvia en los días precedentes. Esto se debe a que, la condición inicial para que se genere el huayco, es la saturación del suelo en la Sub-cuenca, especialmente su parte alta.

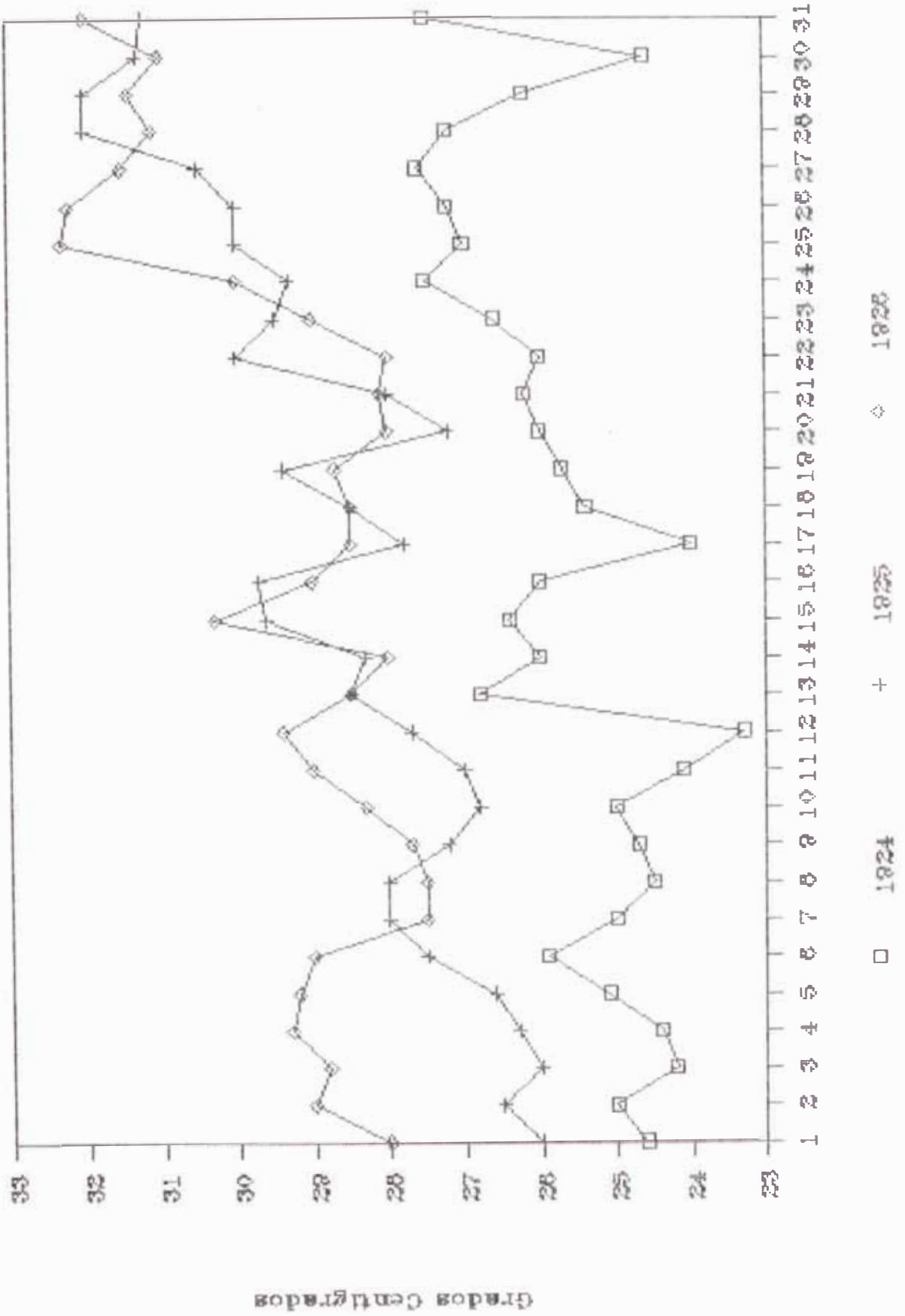
En cuanto a la temperatura ambiente, los días previos y posteriores a los huaycos de Chosica, hubo un incremento, hasta llegar a los 29.7 grados centígrados, mientras en los meses anteriores fué de 29.0. Estos picos de temperatura no implican necesariamente la ocurrencia de huaycos, pero sí reflejan una alteración de la atmósfera y por lo tanto, condiciones favorables al desplazamiento de nubosidades convectivas, las cuales son elemento indispensable para producirlos.

En esta misma idea, hemos recopilado las temperaturas máximas ambiente de Lima, correspondiente a los años 1924, 1925 y 1926 (Gráficos 5, 6 y 7), en las que también se vé que las mayores temperaturas se dieron en días de huaycos en el Valle del Rímac. Este parámetro merece ser estudiado en una serie histórica mayor.

Por otro lado, de la información histórica de precipitaciones en la zona, podemos deducir también que éstas se pre-

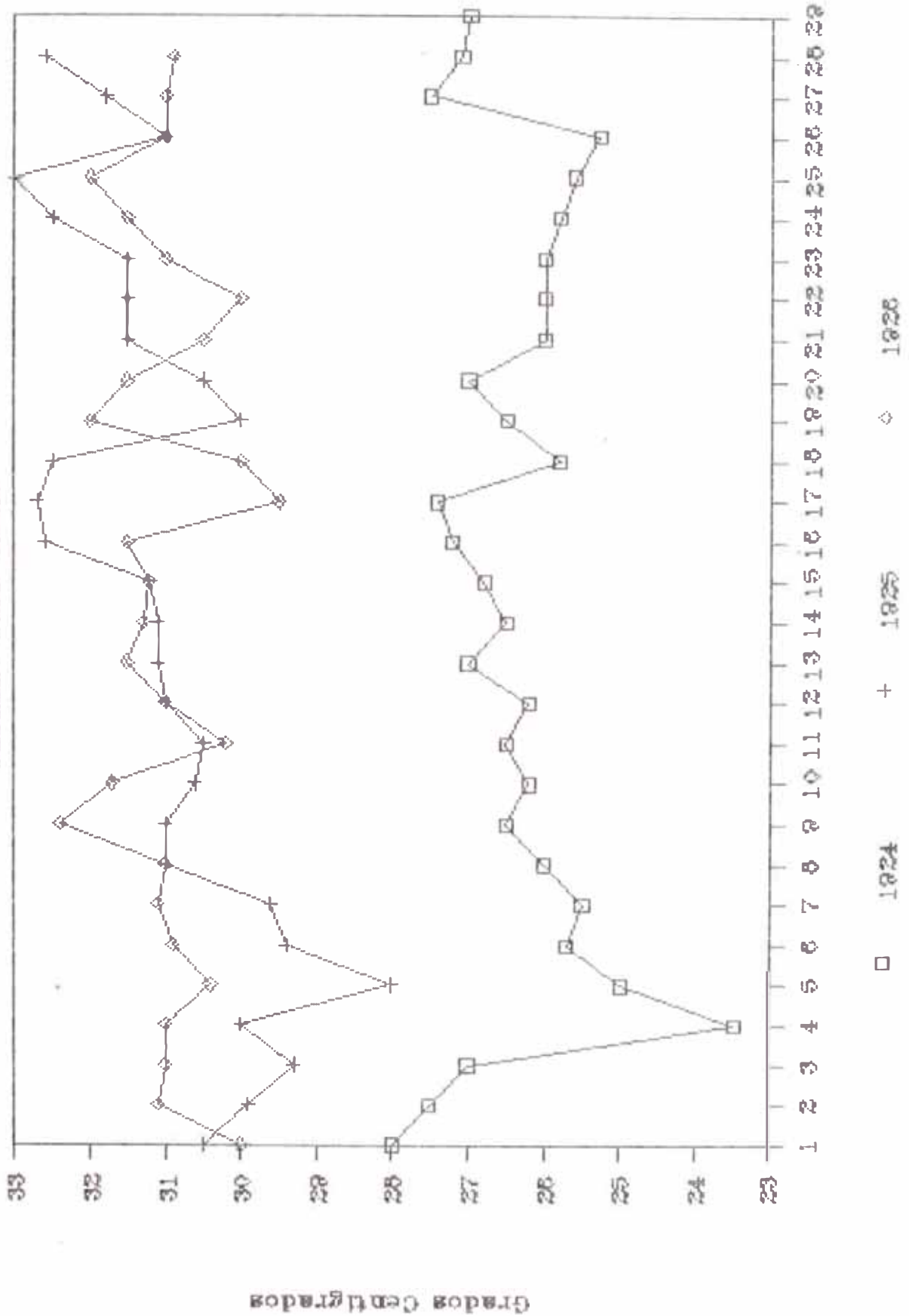
TEMPERATURAS MAXIMAS. - LIMA

ENERO 1924-25-26



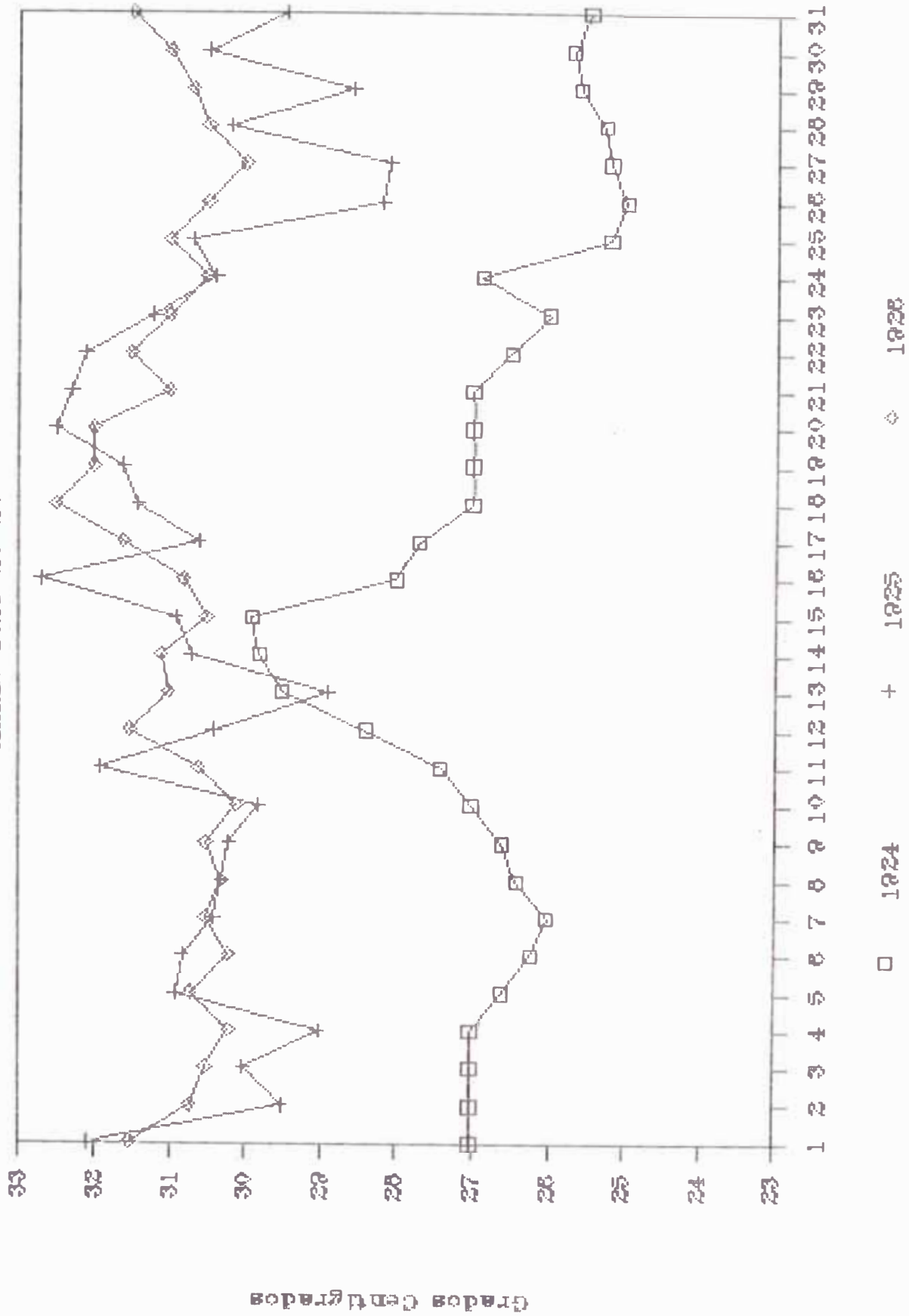
TEMPERATURAS MAXIMAS .- LIMA

FEBRERO 1924-25-26



TEMPERATURAS MAXIMAS.- LIMA

MARZO 1924-25-26



sentan abundantes no sólo en años "del Niño": es el caso del año 1976, con los registros de las Estaciones de Naña y La Cantuta, los días 30 y 31 de Enero: se dieron 8.0 y 32.2 mm como promedio diario. Sin embargo esos días no hubo catástrofe en Chosica. Esto requiere un mejor análisis, es decir, la determinación de las condiciones específicas que explican la ocurrencia del huayco en una zona como Chosica. No se debe entonces limitar a tomar en cuenta sólo el volumen total de agua de uno ó más días, sino la intensidad y tiempo de duración que han tenido las lluvias.

Para el día 9 de Marzo, se ha calculado un tiempo aproximado de tormenta de 1 hora y una intensidad de 15 mm/hora en base a la información de los registros de las Estaciones de Autisha y Matucana (Informe de Comisión Técnica.-Marzo 1987).

Mas adelante incidiremos en la dinámica es estos huaycos; hasta aquí señalamos que, mientras en las partes altas de estas Sub-cuencas de Chosica ocurren repentinamente precipitaciones en días seguidos (3 ó más) que logran saturar las laderas y canales de escurrimiento, el agua se acopia en las cárcavas, mientras en la parte baja (cono deyectivo) la lluvia puede ser débil e incluso pasar desapercibida. Este fenómeno meteorológico es tan localizado que, en las Sub-cuencas vecinas de la otra margen no ocurre ó es muy escasa. En Marzo de 1987, (salvo uno moderado en La Cantuta), sólo se dieron huaycos en las Quebradas de la margen derecha, que, estadísticamente son más activas que las de la izquierda. Las

razones de esto último, merecen también ser estudiadas por especialistas, analizando un período más amplio.

4.03 Aforos del río Rímac.

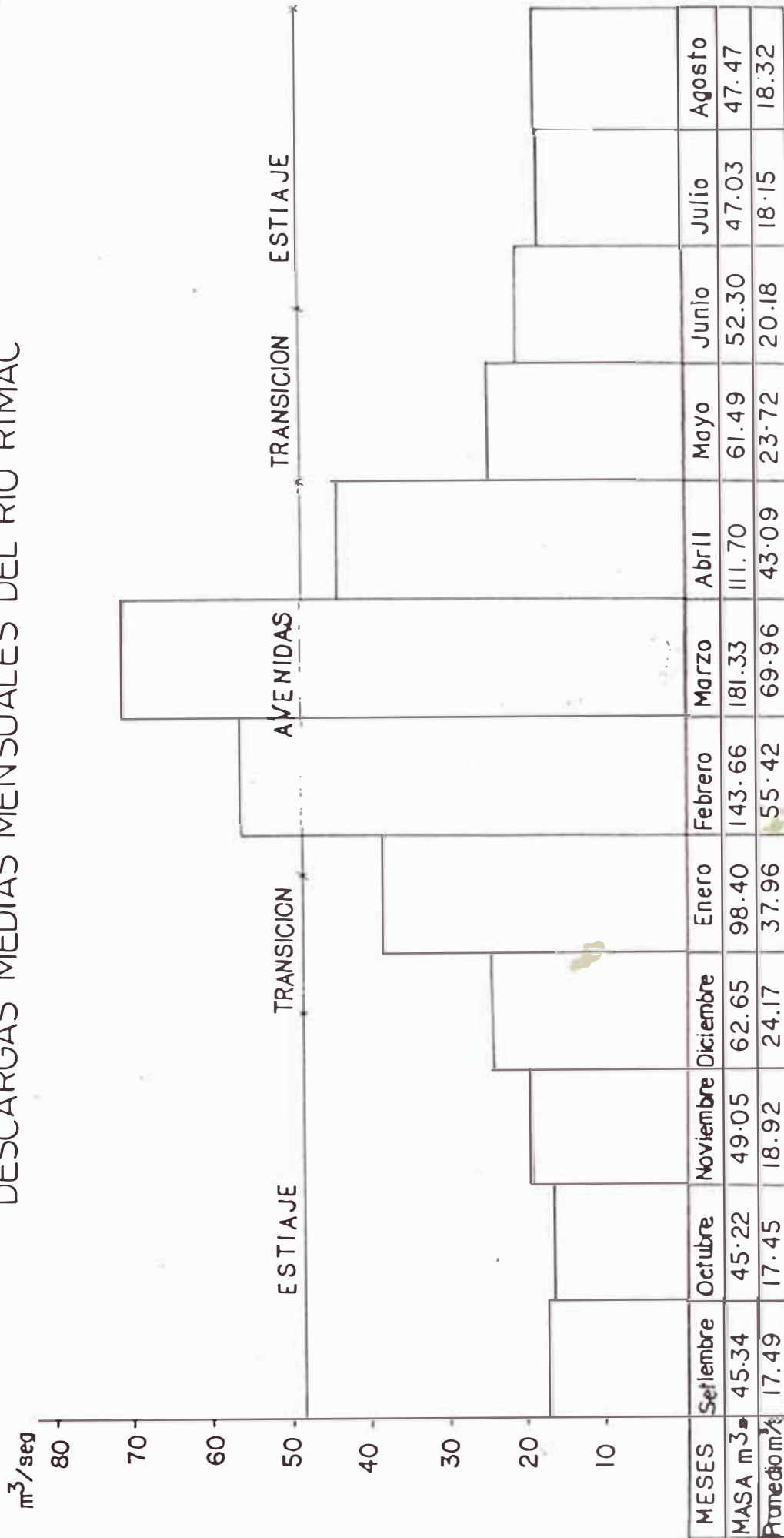
De la información histórica de la Estación de Aforos de Chosica, tal como apreciamos en el Cuadro 1, para el período comprendido entre 1969-1984, las descargas promedio mensuales variaron entre un mínimo de 45.22 millones de m³ (Octubre) y un máximo de 181.33 millones de m³ (Marzo).

Como se ha indicado, la característica de este río es su incremento de descargas en los meses de Enero a Marzo, debido tanto al mayor aporte de las lluvias en la cuenca alta, como a la ocurrencia de huaycos en las quebradas tributarias. En este mismo cuadro podemos observar que el promedio de caudales de Octubre para ese período fué de 17.45 m³/seg contra 69.96 m³/seg de Marzo, o sea 4 veces mayor.

Sin embargo, si analizamos una serie estadística mayor, como por ejemplo, de 1920 a 1980, para esa misma Estación de aforos (Cuadro 2 y Gráfico 8), se obtienen valores más diferenciados: mientras Agosto trae 12.85 m³/seg, Marzo dá 73.89, variando desde un caudal mínimo mensual de 6.74 m³/seg a un máximo de 145.67 m³/seg.

Lo mismo podemos decir de las descargas medias mensuales en el período comprendido entre 1921 y 1980 (Cuadro 3), obteniéndose una masa mínima de agua de 34.41 millones de m³ (Agosto) y una máxima de 197.90 millones de m³ (Marzo).

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO RIMAC



* EN MILLONES DE m³

FUENTE : SENAMHI

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE CAUDALES EN LA ESTACION DE AFOROS DE CHOSICA - PERIODO 1920 - 1980

MES	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO	FEB.	MARZO	ABR.	MAYO	JUNIO	JUL.	AGOST.	ANUAL	VOLUM MILLONE DE M ³
* Máximo	21.55	23.96	29.93	43.18	85.61	136.11	145.67	73.88	32.83	23.63	21.32	22.27	39.22	1,236.84
* Mínimo	9.55	10.46	11.39	11.60	12.20	22.44	31.40	16.93	12.32	6.95	6.74	7.62	18.22	574.51
* Promedio	13.82	14.40	16.21	22.77	38.11	59.89	73.89	39.70	21.44	13.28	13.06	12.85	28.54	900.15
Desv. est.	21.31	2.66	4.02	7.96	14.86	29.39	27.10	12.05	5.49	2.89	3.05	2.82	5.38	169.60
Coef. Var.	0.17	0.19	0.25	0.35	0.39	0.41	0.37	0.30	0.26	0.22	0.23	0.22	0.19	0.19
Rango	12.00	13.50	24.7	31.58	73.41	113.67	114.27	56.95	20.51	16.68	14.50	14.65	21.00	662.25

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS DE CAUDALES EN LA ESTACION DE AFOROS DE SURCO. PERIODO 1956-1977

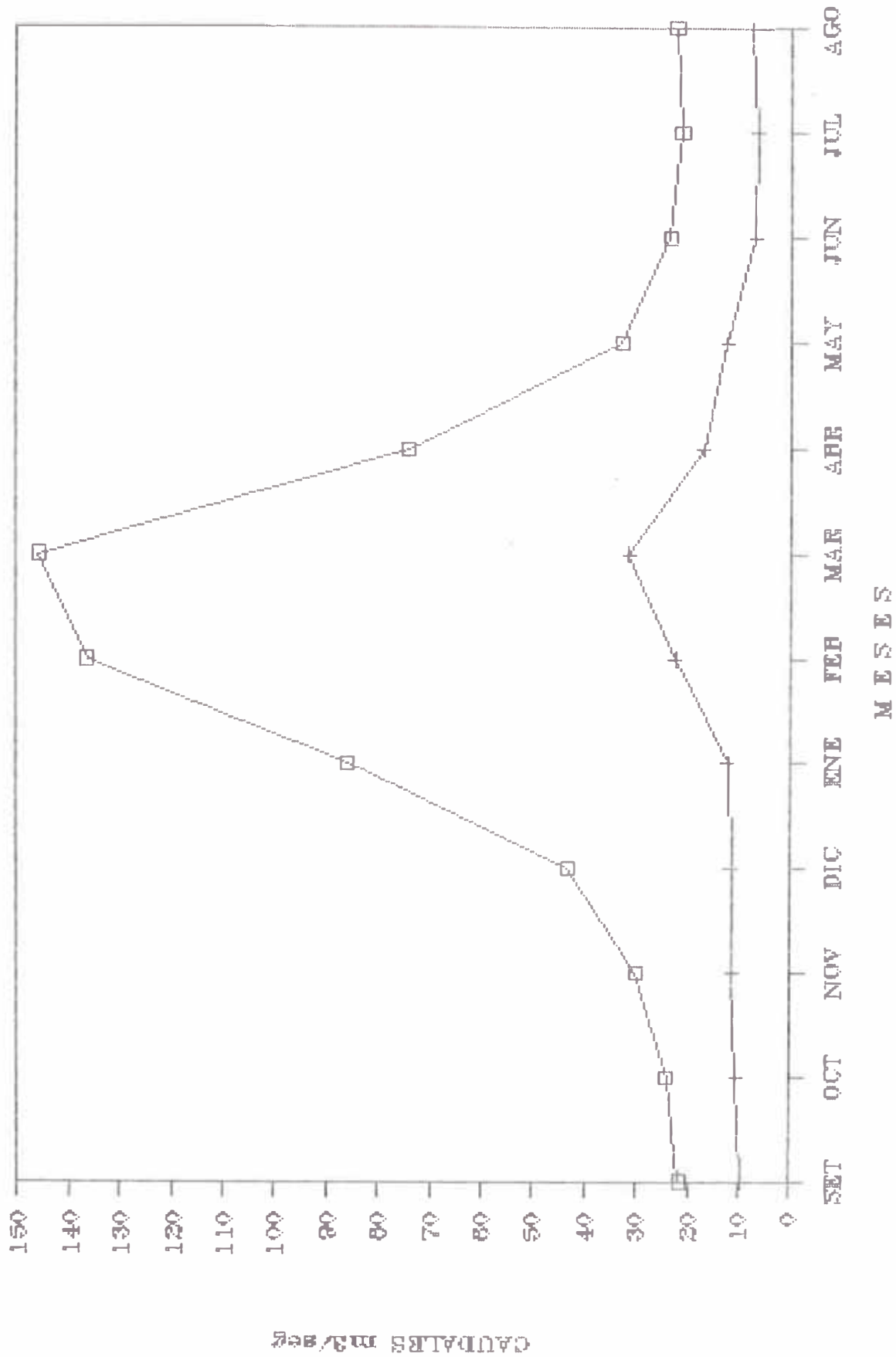
C U A D R O N° 4

MES	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENERO	FEB.	MARZO	ABR.	MAYO	JUNIO	JUL.	AGOST.	ANUAL	V L EN MILLONES DE M ³
* Máximo	5.70	6.10	7.20	8.10	9.60	14.80	19.90	12.10	9.40	6.90	5.80	5.60	24.70	331.12
* Mínimo	9.10	11.20	11.60	25.39	44.90	56.45	61.02	47.01	22.83	11.52	9.80	8.00	10.54	778.93
* Promedio	7.01	8.11	9.20	23.72	20.92	30.65	35.41	22.61	12.85	9.26	7.60	6.79	15.50	484.31
Dest. est.	1.00	1.41	1.35	4.91	9.67	10.76	11.24	9.37	2.97	1.45	1.10	0.80	3.49	109.085
Coef. Var.	0.14	0.17	0.15	0.36	0.46	0.35	0.32	0.41	0.23	0.16	0.14	0.12	0.22	0.22
Rango	3.40	5.10	4.40	17.29	35.3	41.65	41.12	34.91	13.43	4.62	4.00	2.40	14.16	447.81

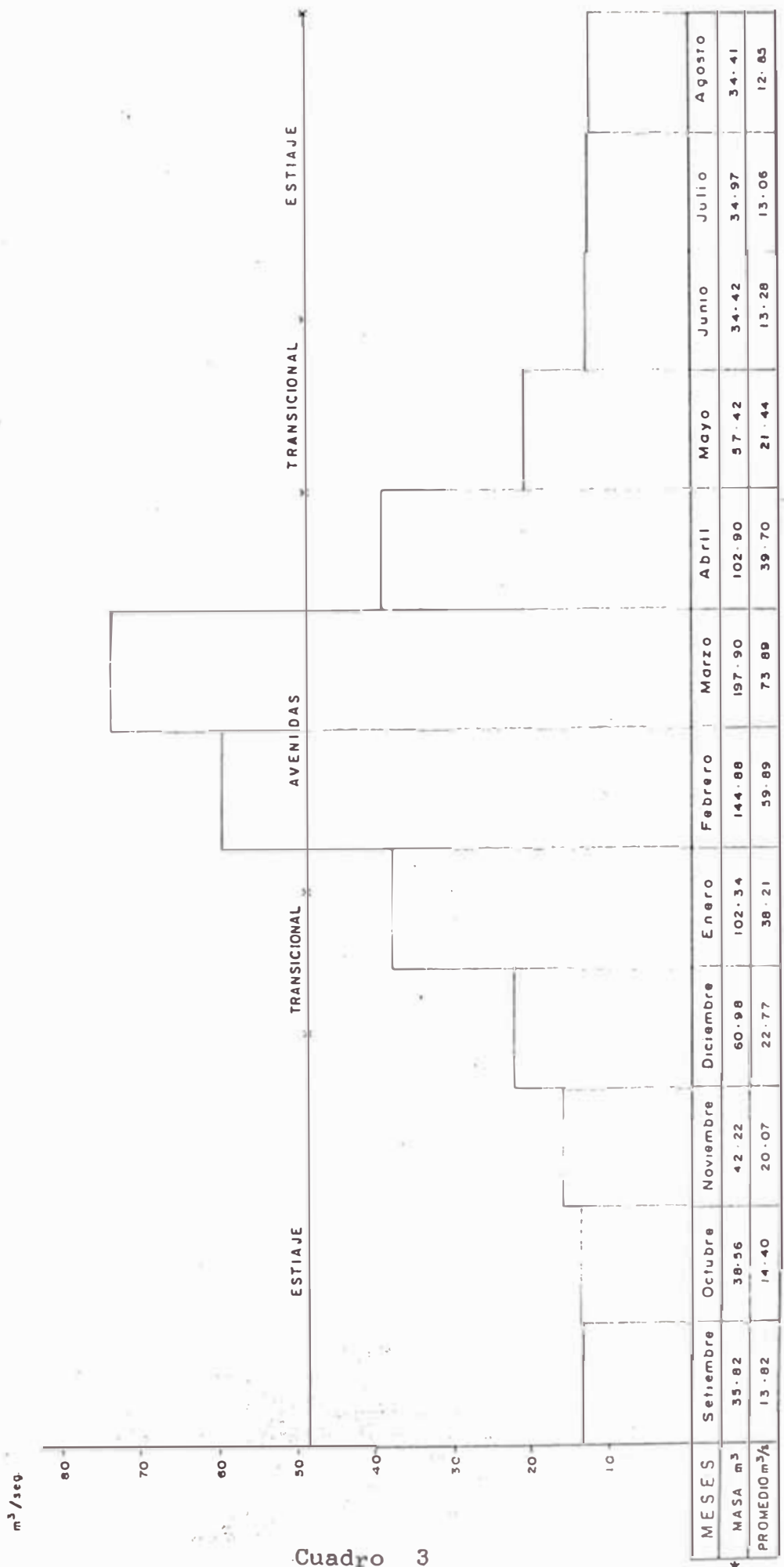
* M³/seg.

CAUDALES MAX. Y MIN. PROMEDIO.- R.RIMAC

SECTOR CHOSICA.- 1 9 2 0 - 1 9 8 0



DESCARGAS MENSUALES DEL RIO RIMAC
 ESTACION DE AFOROS SECTOR CHOSICA - PERIODO 1921-1980



* EN MILLONES DE m³

Cuadro 3

4.04. Análisis de la Infomación.-

Desde el punto de vista meteorológico, las precipitaciones que se han dado en las subcuencas del curso medio e inferior del Valle del Rímac (de Chosica a la Costa), han sido causadas por masas húmedas que provienen del Oceano Pacífico, debido a alteraciones del clima, como ya hemos señalado. Lo notorio en este tipo de nubosidades es su carácter localizado, de magnitud y duración variables: de este modo, pueden ser muy intensas en algunas áreas y leves en otras. Estas precipitaciones violentas y locales caen sobre determinadas sub-cuencas, generando huaycos en partes bajas, llegando el lodo y material sólido incluso hasta el mar: Chilca, San Bartolo, Chimbote y Casma confirman lo peculiar de este tipo de huaycos.

La comparación de las informaciones del período 1969-1984 con la de 1920-1980, nos insiste en la necesidad de apoyarnos en series estadísticas lo más amplias posible y además nos lleva a pensar que el período 1920-68 han habido valores más altos para caudales del Rímac. Podemos entonces deducir que 1969 a la fecha es un período de menores descargas, pero que debemos tener presente los máximos alcanzados en el período anterior. Este análisis hidrológico es indispensable para el planteamiento de la seguridad física de Chosica, frente a inundaciones de sus partes bajas.

Por otro lado, en el Gráfico 9, que corresponde al Informe Técnico hecho por Ingemmet para la Cuenca del Rímac

ANALISIS DE LA TENDENCIA DEL CAUDAL TOTAL ANUAL DEL RIO RIMAC EN EL SECTOR DE CHOSICA
 ENTRE LOS AÑOS 1921 - 1978

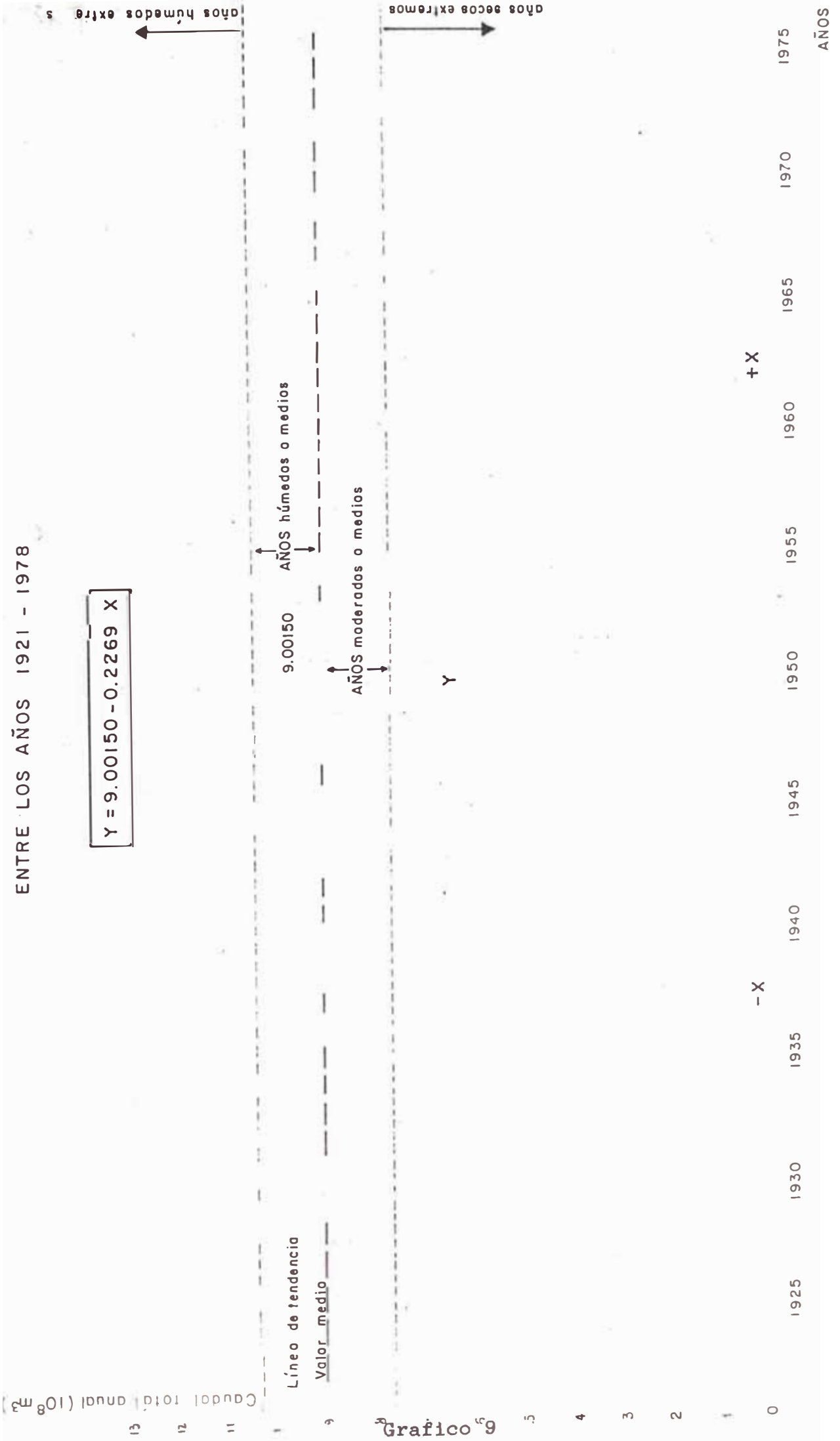


Grafico 59

(1982), se señala una clara tendencia decreciente de los caudales del Rímac en el sector de Chosica, verificando nuestra observación anterior. Sin embargo, existe la inclinación de considerar sólo eventos recientes y obviar los datos históricos más antiguos.

Consideramos como un dato complementario importante el análisis del período de retorno de descargas máximas instantáneas del Rímac (sector Chosica):

Período de Retorno (Años)	Descarga máx.instant. (m ³ /seg.)
2	150
5	290
10	380
25	490
50	580
100	660

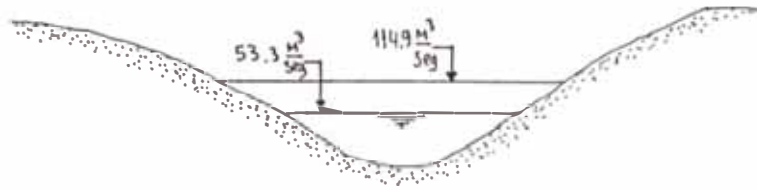
Fuente: INGEMMET (1982)

Para el evento geodinámico de Marzo de 1987, contamos con la banda de registro de caudales en la Estación de Chosica (fig. 10).

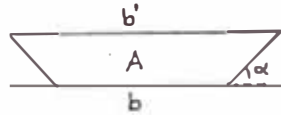
De esta información, podemos ver que los picos más altos corresponden a los aportes extraordinarios del material de huayco de esos días. Se puede notar con claridad, el efecto de los huaycos del día 9 de Marzo, donde el nivel del río se eleva más de 1 metro sobre el anterior, aumentando el caudal de 53.3 m³/seg a 114.9 m³/seg.

Si consideramos una sección típica del río Rímac como la de la Fig. 9, (para el sector de Chosica), podríamos aproximar el tirante que correspondería a las descargas máximas

SECCION DEL RIO:



EXPRESIONES QUE RELACIONAN SECCION, TIRANTE Y CAUDAL DEL RIO.



Por relaciones geomet.:

$$A = \frac{b+b'}{2} \cdot h$$

y como... $b' = b + \frac{2h}{\text{tg } \alpha}$

$$A = \left[b + \frac{2h}{\text{tg } \alpha} \right] \cdot \frac{h}{2}$$

$$A = \left[b + \frac{h}{\text{tg } \alpha} \right] h \quad \text{-----} \rightarrow \quad \frac{h^2}{\text{tg } \alpha} + b \cdot h - A = 0$$

Por la ec. de continuidad: $A = Q/v$ (v= velocidad)

Reempl: $\frac{h^2}{\text{tg } \alpha} + b \cdot h - \frac{Q}{v} \dots \dots \dots (1)$

Según la banda de registros de aforos del 9.3.87 :

Para $h = 1 \text{ m.}$, el incremento de caudal fué $Q = 61.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$

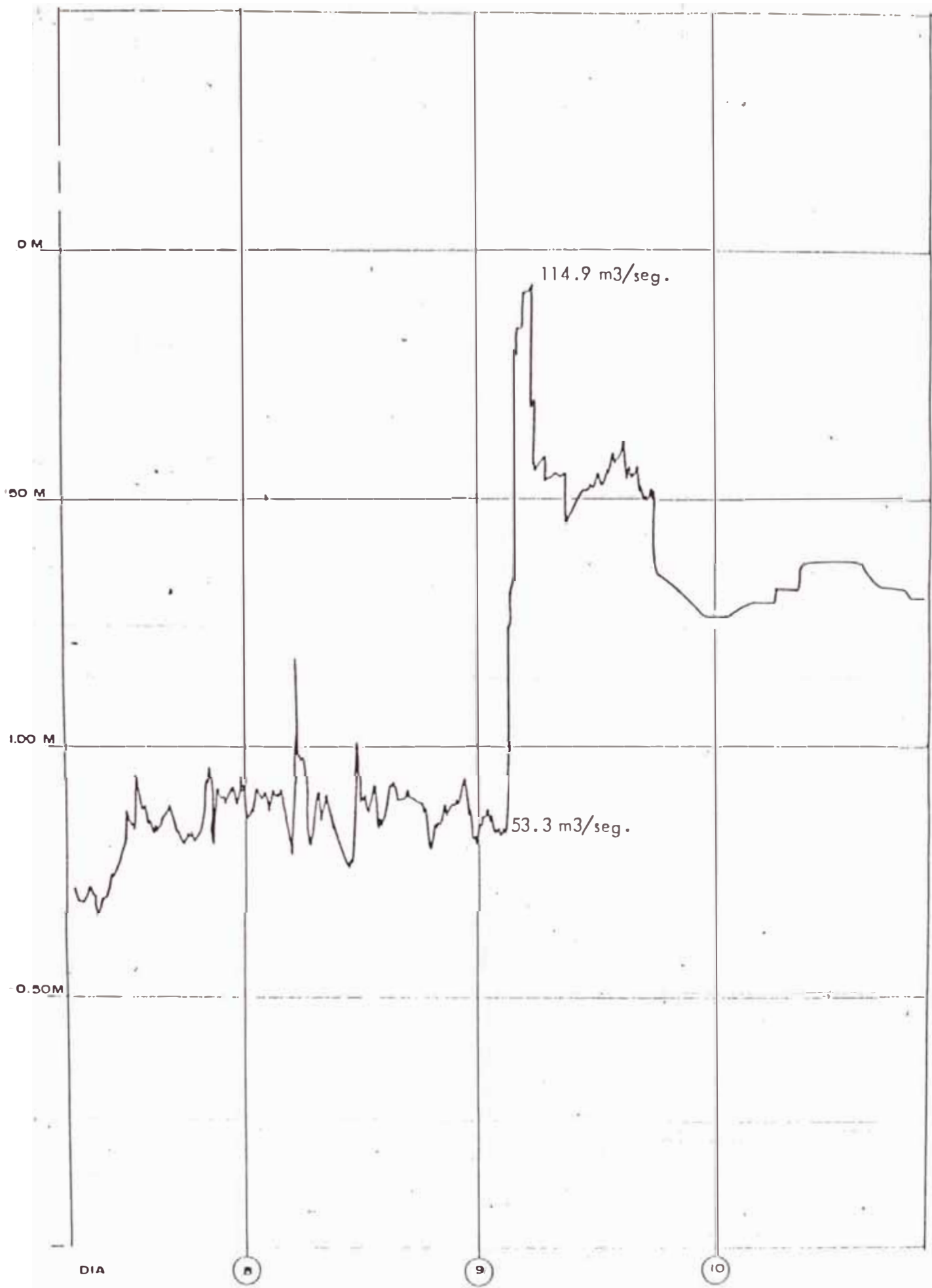
Suponiendo velocidad del agua: $v = 1.5 \text{ m/seg.}$ y $\alpha = 60^\circ$

$$A = \frac{61.6}{1.5} = 41 \text{ m}^2 \quad \text{-----} \rightarrow \quad b = 40.4 \text{ m.}$$

Reempl. en (1): $\left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right) \cdot h^2 + 40.4 h - \frac{Q}{1.5} = 0$

$$h = \frac{-40.4 + \sqrt{1632.16 + 1.539 Q}}{1.1546}$$

Ecuación que relaciona incremento de caudal e increm. tirante



NIVELES DEL RIO RIMAC EN LA ESTACION DE CHOSICA - MARZO 1,987

Fig. 10

instantáneas del cuadro anterior, dando:

Período de Retorno (Años)	Tirante de agua. (m.)
2	1.56
5	3.71
10	5.03
25	6.58
50	7.81
100	8.88

Así mismo, también podemos aproximar el volumen de aporte de los huaycos que descargaron al río ese día. El incremento del caudal fué de 61.6 m³/seg; tomando en cuenta la duración del huayco más grande (San Antonio) de 30 minutos, tenemos cuando menos 110,000 m³ de descarga. Este volumen es sólo lo que ha descargado al río, sin contar con los sólidos que ha depositado en el cono deyeectivo.

El huayco de Cashahuacra contribuyó también a elevar el nivel del río Rímac siendo, al parecer, un aporte inferior al huayco de San Antonio. Según refieren pobladores, luego de los huaycos, el nivel del río llegó apenas a 50 cm. por debajo del puente colgante (a la altura de la Estación de ENAFER).

Aquí dejamos anotado que, dada la violencia de estos huaycos que ocasionan una fuerte crecida del río, originan a su vez la inundación de las partes bajas (aguas abajo). Por ello debe considerarse que los desastres por huaycos no se limitan al área de su cono de deyección sino también a las zonas inundables por la repentina elevación del tirante del río. No es difícil suponer que si estos huaycos hubieran encontrado al Rímac con un caudal de 70 u 90 m³/seg., los daños por

desbordes hubiesen sido muchas veces mayor, tanto para Chosica como para las poblaciones río abajo.

V GEOLOGIA DE LA ZONA

5.1 Contexto Geológico.-

Geológicamente, el área en que se ubica Chosica, está caracterizada por la masiva presencia de rocas intrusivas, que pertenecen al flanco occidental del Batolito de la Costa del Perú. Este gran cuerpo rocoso viene a ser una intrusión múltiple de diorita, granodiorita y granito. Los estudios geológicos han determinado la ocurrencia de 2 fases: la que afectó a las dioritas, granodioritas y granito, y la asociada a un enjambre de diques de tipo andesítico y pequeñas vetas mineralizadas. Estos últimos, sin embargo, son escasos en la zona del estudio.

Como podemos apreciar en los mapas litológico y geológico de la Cuenca del Rímac (Figs.11 y 12), en el área comprendida entre las localidades de Ricardo Palma y Huachipa, y en ambos márgenes del Valle, la roca es predominantemente Granodiorita-tonalítica, con algunos leves restos de roca volcánica (riolita).

Antes de iniciarse la formación del Valle y sus quebradas tributarias, la roca madre constituyó un gran cuerpo emergente por el levantamiento plio-cuaternario, y sometido a enormes tensiones internas y por consiguiente se desarrollaron en su seno, importantes fallas geológicas y diaclasamiento durante todo este proceso tectónico. Algunas de estas fallas han

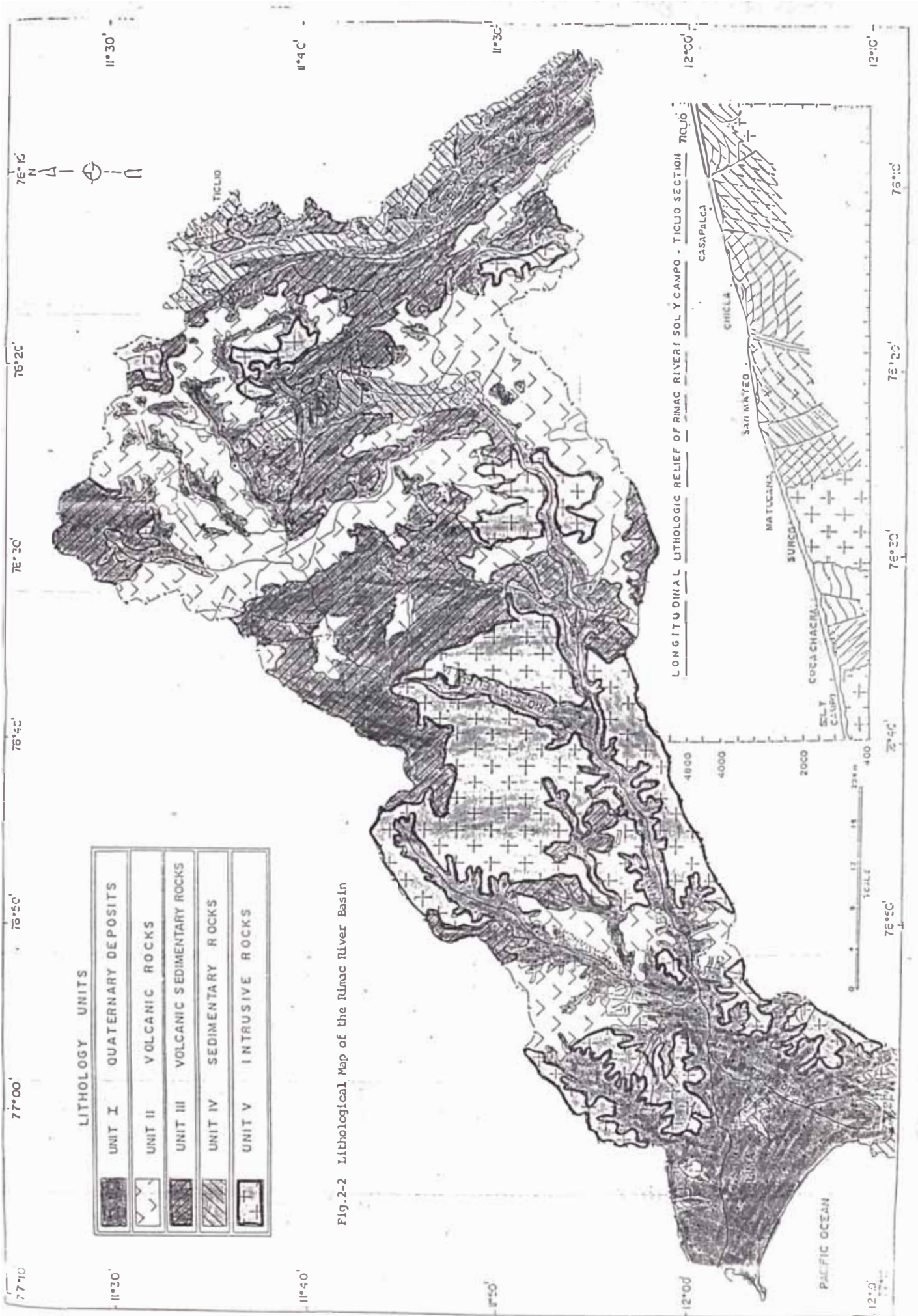


Fig. 2-2 Lithological Map of the Rimac River Basin

Fig. 11

GEOLOGICAL AGE		STRATIGRAPHIC UNITS		INTRUSIVE ROCKS	
QUATERNARY			QUATERNARY DEPOSITS		GRANITE
TERTIARY			VOLCANIC ROCKS		GRANODIORITE
CRETACEOUS			VOLCANIC SEDIMENTARY ROCKS		TONALITE
			SEDIMENTARY ROCKS		ANDESITE
			CALCAREOUS SEDIMENTS		

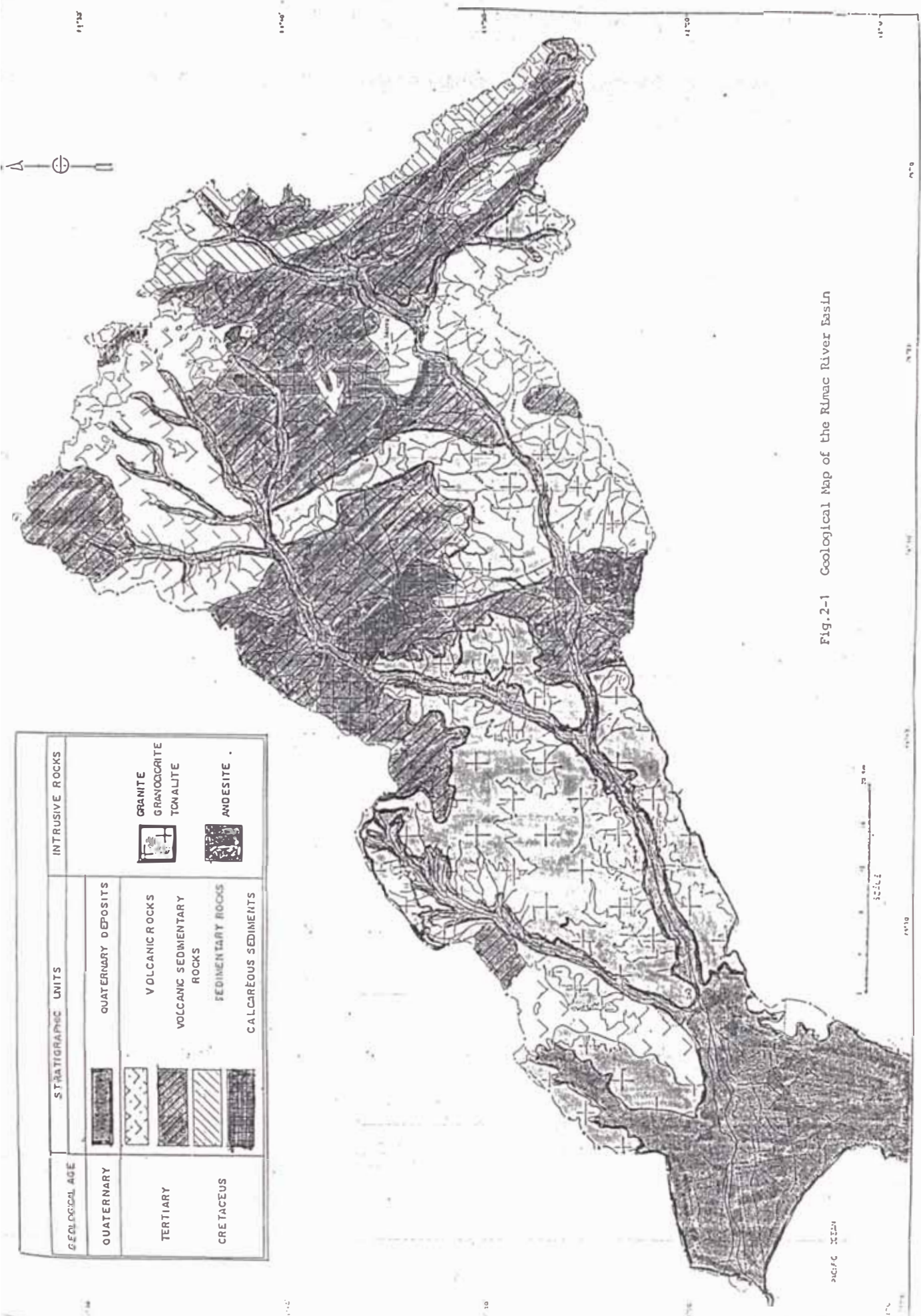


Fig. 2-1 Geological Map of the Rijnac River Basin

venido a constituir las actuales quebradas de Chosica. El diaclasamiento es un elemento importante para la formación de detritus ó material de transporte de los huaycos.

Desde el ingreso a estas quebradas, apreciamos la homogeneidad de la roca de ambas laderas, así como el fuerte proceso erosivo que les dá un aspecto árido y pedregoso característico. La mayor parte de estas laderas están cubiertas de material mueble que varía desde rocas angulosas de poca estabilidad (cono de escombros) hasta finos (limos) que ocultan el macizo rocoso. En algunas secciones de la Quebrada San Antonio podemos incluso observar éste macizo sin ningún recubrimiento, en un área de 1,000 m² dentro del cauce (talweg), mostrándose como roca desnuda por un fenómeno de abrasión, debido a continuos huaycos. Allí la roca se presenta estriada y pulida, constituyendo una superficie suavemente ondulada (Foto 1). Esta observación señala con claridad, la gran actividad geodinámica de esta Quebrada.

5.02 Geomorfología.- Parámetros y Unidades Geomorfológicas.

Descripción General:

El flanco occidental andino, donde encontramos a Chosica, se caracteriza ante todo por su topografía abrupta, cumbres pronunciadas que limitan las sub-cuencas y quebradas que descienden rápidamente hacia la Costa.

El Valle del río Rímac, en su curso medio, sufre un importante angostamiento, inmediatamente luego de la confluencia con el río Santa Eulalia (su mayor tributario). Esto dá al



Foto 1: Quebrada Pedregal.
Roca denudada, zona de recepción,
margen derecha.
Obsérvese el escaso material suelto.

perfil del valle una forma de "V" , llegando a un máximo acercamiento de las laderas de sólo 700 metros. A esta altura del valle, el río Rímac, debido al aporte de caudal del Santa Eulalia, incrementa su capacidad de erosión vertical, mientras en ambos márgenes se han formado profundas quebradas que convergen hacia el cauce principal (fotos 2 y 2A).

La ciudad de Chosica se encuentra así, rodeada por 12 Quebradas y encajonada en una angostura del Valle. De estas, Quirio, San Antonio y La Cantuta destacan por su mayor área de recepción, perfectamente diferenciadas por las cumbres de los cerros circundantes, variando de altitud de 2200 a 2300 msnm.

Las mencionadas Quebradas son de corta longitud (3 a 4 Km), en forma de hoja abierta, con áreas del orden de los 8 a 10 Km². Son quebradas de fuerte pendiente, muy áridas y acumulan en su cauce, buena cantidad de depósitos de rocas sueltas.

Río arriba, muy cerca de la confluencia, sobre el río Santa Eulalia, encontramos la quebrada de Cashahuacra, cuya sub-cuenca es vecina a la de San Antonio. Su área es ligeramente mayor que ésta, pero sus características geológicas y geomorfológicas son muy similares. Esta quebrada es muy activa en época de lluvias y lo fué también en Marzo de 1987. Si bien su cono de deyección está ya fuera de la ciudad, los huaycos que trae también la afectan, como veremos más adelante.

En la totalidad de estas quebradas que podemos llamar juveniles, se observa un marcado proceso de erosión, facilitado, por el estado de las rocas en cauces y laderas, con pendientes



Foto 2: Quebrada Pedregal: Cono deeyectivo densamente poblado (10,000 hab).
En la ladera se observa el canal UTAPP.



Foto 2A: Quebrada Quirio. Vecina de la anterior;
en su cono deeyectivo ligeramente mayor,
está el P.J.N.de Piérola (15,000 hab).

del orden de 15 a 30% respecto al fondo del valle.

Como efecto de la actividad geodinámica del Cuaternario, se han ido formando en estas quebradas terrazas proluviales, mientras en los cauces más profundos (talweg), se tienen surcos cuyos anchos varían de 5 a 10 m. y alturas de 30 a 50 m. Estas profundas marcas semejan desfiladeros tipo "cañón", en las que se almacenan bloques de diverso tamaño., por lo general de bordes redondeados, incrustados muchos de ellos en una matriz de arena gruesa. Estos depósitos de anteriores huaycos constituyen un voluminoso material de acarreo para nuevos eventos de geodinámica externa, tal como apreciamos en las fotos 3 y 4; algunos de estos bloques se encuentran a punto de desplomarse.

Con el objeto de establecer las características (y grado de peligrosidad) de las quebradas de Chosica, debemos plantear relaciones matemáticas entre el comportamiento del régimen hidrológico y la morfología de cada una de estas sub-cuencas receptoras de precipitaciones. En tal sentido, debemos precisar los Parámetros Geomorfológicos que definen la geometría de los vasos, redes de drenaje y relieve de estas.

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS.

- 1.- Superficie.- Comprende: Area total de la Cuenca,
Area de la cuenca de recepción,
Area de la cuenca húmeda.
- 2.- Perímetro de la Cuenca.- Este dato influye en el tiempo de concentración de la lluvia.



Foto 3: Quebrada Pedregal: Roca de grandes dimensiones, en pleno cauce. Longitud 10 m.; Peso aprox. 400 Ton.



Foto 4: Quebrada Pedregal. Terraza fuertemente erosionada. El bolo a punto de caer fué arrastrado por huaycos anteriores.

3.- Forma de la Cuenca.- Determina la distribución de las descargas de agua a lo largo del cauce y es en gran parte, responsable de las características de los aforos.

* Coeficiente de Compacidad (Índice de Graveluis = K_c).

Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área.

Cuando K_c se aproxima a la unidad, la Cuenca se aproxima a una circunferencia y habrá mayor oportunidad de crecientes (los tiempos de concentración serían similares). Caso contrario, la Cuenca será alargada, con tiempos de concentración cortos (pendientes pronunciadas), en la Cuenca alta y media, permitiendo una rápida evacuación de los flujos a través de los lechos, produciendo fuerte erosión lateral y de fondo, mientras en la parte baja, erosión e inundaciones.

* Factor de Forma: Es la relación entre el ancho medio de la Cuenca y la longitud total del cauce. El ancho medio se obtiene a su vez, dividiendo el área total de la Cuenca entre longitud total del cauce. Por ejemplo, $F_f=0.16$ se considerará un valor entre intermedio y alto: se tendrán crecientes rápidas y turbulentas.

4.- Sistema de Drenaje.-

(a) Grado de Ramificación: Depende de la actividad tectónica y erosión activa bajo determinadas condi-

ciones de clima. Se indica con un número de orden, según las subdivisiones del cauce principal.

(b) Densidad de drenaje: Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua (efímeros, intermitentes y perennes) y el área total de la Cuenca. Da un índice de cómo las precipitaciones influirán sobre la descarga del canal principal (está relacionado a tiempos cortos de concentración). Materiales poco consolidados, escasa vegetación y topografía abrupta favorecerán a la densidad de drenaje.

(c) Extensión media del escurrimiento: Indica la distancia media en línea recta, que el agua precipitada tendrá que escurrir para llegar al lecho del curso de agua. Para el valle del Rímac, por ejemplo, $E_s = 400$ m. indicará que la lámina de agua superficial deberá recorrer en promedio 400 metros antes de llegar a un curso de agua de su sistema de drenaje. Esta distancia arroja un valor erosivo alto, siendo su resultado las manifestaciones de erosión laminar en canales y cárcavas.

(d) Frecuencia de los ríos: (F), relaciona el total de los cursos de agua con el área total de la Cuenca.

5.- Elevación de Terrenos:

Referido al nivel del mar y representa la declividad de la Cuenca. Se tienen los siguientes índices:

- a) Altura media de la cuenca (en m.s.n.m.)
- b) Curva Hipsométrica: representa las superficies dominadas por encima ó por debajo de cada altitud considerada, y por tanto caracteriza en cierto modo el relieve.
- c) Polígono de Frecuencia de altitudes: que es un diagrama de relación entre las superficies parciales de la Cuenca (expresadas en porcentaje) y las alturas relativas a dichas áreas comprendidas entre curvas de nivel.

6.- Rectángulo Equivalente:

Es un rectángulo que tiene la misma superficie de la Cuenca, el mismo coeficiente de compacidad e idéntica repartición hipsométrica. Vendría a ser una transformación puramente geométrica de la Cuenca, en un rectángulo del mismo perímetro, convirtiéndose las curvas de nivel en rectas paralelas al lado menor.

7.- Declividad de los álveos:

La velocidad del flujo depende directamente de la declividad de los lechos.

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS DE CHOSICA.-

Podemos distinguir las siguientes:

De 1er.Orden: El Valle del Rímac, constituido sobre una falla geológica regional, de características similares a los demás valles de la Costa Peruana, aunque de pendiente más pronunciada y flancos asimétricos. Esta unidad ha desarrollado 3

etapas de terrazas fluviales, las cuales se encuentran cortadas por la erosión del río. En los cursos alto y medio se presentan quebradas de escorrentía temporal, dos de las cuales son: San Antonio (Pedregal) y Cashahuacra, por donde bajaron los 2 mayores huaycos de Marzo de 1987.

De 2do.Orden:

Sub-Cuenca de San Antonio:

Emplazada en una fractura ó falla geológica local, forma un ángulo de 45% con el eje del cauce del Rímac. Su cono de deyección se encuentra totalmente poblado por 3 asentamientos humanos. Esta quebrada se caracteriza por los siguientes parámetros geomorfológicos:

* Area total: $A = 9.88 \text{ Km}^2$

* Perímetro: $P = 13.7 \text{ Km.}$

* Forma de la Sub-cuenca: Definida por el coeficiente de compacidad: $Kc = 1.23$

Este valor por ser cercano a la unidad nos indica un tiempo de concentración de la precipitación pluvial uniforme, en especial en el área de recepción.

* Factor de forma: $f = 1.52/6.5 = 0.23$

Parámetro alto que comprueba el Coeficiente de Compacidad.

* Sistema de drenaje: constituido por el canal principal (área de transporte) y los cauces tributarios que son 2 (área de recepción). Se considera el grado de ramificación de 5to. orden. La densidad de

drenaje se calcula en 0.65 Km/Km², que indica un grado alto de erosión.

- * Pendiente del suelo: como promedio de pendiente longitudinal tenemos 28% y las pendientes de las laderas varían entre 30 y 60%.

Unidades Geomorfológicas de la Sub-Cuenca San Antonio:

- Area de Recepción: que permite mayor concentración de lluvia (mayor densidad de drenaje, forma y área). Para esta Quebrada es de 5.8 Km² y se encuentra entre los 1200 y 2300 msnm. Presenta intenso proceso erosivo, fuertes pendientes y sistema de drenaje en forma de hoja.

En el fondo de los cauces tributarios y en laderas (con pendientes de 28 a 35 grados) existen depósitos coluviales, variando en las partes bajas proluviales.

- Lecho de la Sub-cuenca: se distingue por estar conformado por depósitos coluviales y proluviales rellenando el cauce profundo, (20 a 30 m). Observando con detenimiento estos depósitos, podemos ver la magnitud de los eventos torrenciales así como las etapas de acumulación y sedimentación del material transportado (Foto 5).

Las etapas de mayor actividad torrencial se han presentado en forma violenta, seguidas por etapas de suave drenaje de finos. Sería importante profundizar



Foto 5: Quebrada Pedregal. Terraza muy inestable. Las rocas sueltas permiten rápida percolación del agua. En la parte inferior puede observarse un lente arenoso que separa 2 eventos anteriores.

en la precisión de estos eventos anteriores, los que probablemente coincidirían con crisis climáticas.

Los principales parámetros de las quebradas de Chosica los hemos resumido en el Cuadro 4.

5.03 Meteorización.-

En la Sub-cuenca San Antonio, en especial, su parte alta, podemos distinguir los agentes externos que determinan, en un largo proceso, la descomposición del macizo rocoso constituido por granodiorita-tonalítica.

Los factores observados son:

- Acción térmica: por variación de temperatura ambiente: de día 20 a 25 grados centígrados, de noche 10 grados ó menos, produciendo la dilatación-contracción de la roca, generando fuerzas internas. Se producen fisuras y grietas que subdividen los bloques. Este proceso es lento pero sistemático, pudiéndose apreciar en las fotos 6 y 7 ésta quebrada se observa frecuentemente la disyunción esferoidal que va disgregando la roca en capas concéntricas.

- Acción del agua: proveniente de la precipitación pluvial ó de la humedad ambiente. Contribuye al ataque químico a estas rocas igneas, alterando sus componentes como: micas, ortosa, plagioclasa, disgregando los granos gruesos (cristales) hasta convertirlas en arena. Esta acción se vé favorecida por otro agente meteorológico: el viento que se acentúa en la quebrada al entrar la tarde, especialmente en la parte alta.

- Factores Biológicos: la vegetación del lugar se carac-



Foto 6: Quebrada Pedregal: Nótese la intensa meteorización por acción térmica y biológica. La disgregación es esferoidal.



Foto 7: Quebrada Pedregal. Las rocas diaclasadas en la ladera (margen izquierda) serán nuevo material de aporte.

teriza por pequeños arbustos cuya densidad aumenta cuando nos acercamos a las cumbres de la sub-cuenca (divisoria de las aguas), así como también, cactáceas muy esporádicas. Estas plantas contribuyen mediante sus raíces a la ruptura de las rocas diaclasadas de las laderas, incrementando el detritus.

La presencia del ganado caprino, constituye un factor erosivo más bien indirecto, ya que su acción depredadora se dá contra la vegetación que se instala en laderas y cumbres, favoreciendo a la aridez de la zona.

5.04 Erosión.-

La quebrada de San Antonio, al igual que sus vecinas de similar área, viene sufriendo un fuerte proceso erosivo, explicable, no sólo por razones del proceso geológico natural que abarca millones de años, sino también se debe al avance de la desertización de ésta y otras zonas del país, por la acción del ser humano (depredación y abandono de técnicas de conservación de suelos)

El agente principal que acelera ésta erosión, es el huayco, por su labor de continuo socavamiento de terrazas y profundización del talweg. Estos fenómenos de geodinámica externa van "lavando" laderas, arrastrando consigo, todo el suelo orgánico que, en épocas anteriores sostenía la vegetación del lugar.

La huella más importante de este proceso erosivo, es el profundo cauce o canal principal de la quebrada, que, en algunas secciones alcanza los 30 a 40 m., y pendientes de las

terrazas de 80 a 90 grados, como se puede apreciar en las fotos 8 y 9.

Si observamos las terrazas formadas por anteriores huaycos en esta quebrada, podemos ver que su composición es de un 70 a 75% de bloques de diverso tamaño, incrustados en una matriz arenosa-arcillosa, que, nuevamente es erosionada por el siguiente huayco. Esto provoca el desplome de más material rocoso hacia el talweg. De esta manera, a lo largo de de 2 Km., el talweg se presenta como una enorme zanja colmatada de bloques que pueden variar desde los 20 cm. a 10 m. de diámetro, que tapizan un fondo de arena generalmente gruesa.

Subiendo hacia la cumbre, el talweg vá haciéndose menos profundo, bifurcándose en sub-ramales de forma dendrítica y de similares características que el principal; estos surcos van a terminar en vasos rodeados de canales de escurrimiento con pendientes empinadas (60 a 70 grados). Es aquí donde, en primera instancia se acumula el agua de las laderas, siguiendo una secuencia de: erosión laminar, erosión por cárcava y luego erosión por surco (Foto 10).

Remarcamos en este punto que, el propio ser humano ha contribuído a la aceleración del proceso erosivo, al abandonar el manejo de las cuencas hidrológicas, especialmente en lo que se refiere a obras de ladera, canales de riego y otras obras de tecnología muy antigua.

Podemos plantearnos la siguiente pregunta: ¿ la erosión puede controlarse ó se trata de un fenómeno inevitable?.



Foto 8: Quebrada Pedregal: Obsérvese las últimas oleadas de barro del huayco del 87, en el fondo del cauce.



Foto 9: Quebrada Pedregal. Material acumulado en el talweg. Aquí nace el canal principal. Al fondo, tubería que une el canal UTAPP.



Foto 10: Quebrada Pedregal. Surco de escurrimiento en la parte más elevada de la Sub Cuenca. Aquí se inicia el proceso de erosión y acopio del agua de lluvia. Obsérvese el macizo rocoso expuesto. A los 2000 msnm la vegetación aún es rala.

Muchos agrónomos consideran que sí es posible. En todo caso, creo que es un problema a resolver con una estrategia multidisciplinaria e integral: controlar la erosión y frenar la desertización de estas Sub-cuencas, con 2 objetivos principales: la restitución del eco-sistema y la seguridad física de las poblaciones.

5.05 Naturaleza y características del material de deslizamiento.-

La totalidad del material transportado por estos huaycos son rocas de un mismo origen ígneo intrusivo: granodiorita, que se ha desprendido y /o disgregado de la roca madre, por el mismo proceso de meteorismo diferencial y erosión ya señalados.

Este material se encuentra en muy diversos tamaños: desde bloques megalíticos de 10 ó más metros de diámetro, hasta arena gruesa, incluso limo y arcilla (aunque en menor medida).

En el talweg ó surco principal que han profundizado estos y los anteriores huaycos, puede verse gran acumulación de bloques de regular y gran tamaño, especialmente en la zona intermedia ó de transporte. A cerca de la disposición de este material y las terrazas circundantes, son ilustrativas las Fotos 11, 11A y 12. En ellas podemos observar la gran magnitud del huayco de Pedregal, capaz de movilizar por rodamiento grandes bloques que destruyen a su paso cualquier obra típica de concreto armado. Esto nos dice que con simples diques no es posible detener esta avalancha de lodo y rocas.



Foto 11: Quebrada Pedregal: Bloques de gran tamaño obstruyen el paso a futuros huaycos y son un peligro potencial.



Foto 11A: Quebrada Pedregal. Hacia arriba, el cauce se angosta. A esta altura, el huayco inicia su labor de acarreo.

En ésta quebrada, al igual que en Cashahuacra, predominan los bloques mayores a 1 m. de diámetro, no sólo en el fondo del talweg sino también en las terrazas, lo cual habla de eventos anteriores de igual ó mayor volumen y violencia que el de Marzo de 1987, y por cierto, señalan un alto grado de peligrosidad respecto a otras quebradas, tanto por la cantidad de depósitos acumulados, como por la geomorfología de estas sub-cuencas. Los depósitos de bloques en la quebrada de Quirio son menores, pero, la existencia del P.J. Nicolás de Piérola estrechando el cauce en el cono deyectivo la hace también zona de alto riesgo frente a los huaycos próximos.

En las vistas siguientes (Fotos 13,14), se puede apreciar también con nitidez, las oleadas de barro y rocas que reflejan la alta densidad del flujo generado. Los depósitos "colgados", señalan la amplitud del torrente, el cual, llega fácilmente a desbordar las terrazas bajas.

En la quebrada San Antonio, el huayco, en el curso inferior, ha seguido un camino sinuoso, lo que ofrece inseguridad incluso a terrazas de cierta antigüedad. En tal sentido, no deben designarse como zonas de reubicación para damnificados terrazas de la quebrada, sin un previo estudio geotécnico que sustente dicha propuesta.

En cuanto a ésta Quebrada, se puede reducir la posibilidad de generación de huaycos. El problema principal consiste en que, por un lado, la mayor parte del material de acarreo se encuentra depositado en los canales de la parte media, y por



Foto 13: Quebrada Pedregal. A la izquierda se observa un depósito colgado. Apparently, the rock from the lower right corner deflected the torrent, and this, upon impact with the mass, sent the material to the slope.



Foto 14: Quebrada Pedregal. Aquí se observa con claridad, las huellas del último huayco, y la altura que alcanzó el flujo. Arriba, otro depósito colgado.

otro, sólo necesitan del agua suficiente para ser movilizados. Se trata entonces, como objetivo central, evitar que el grueso de la escorrentía alcance esta zona.

Proponemos para este fin, la rectificación del drenaje natural de la parte alta de esta Sub-cuenca, mediante un sistema de canales, tanto de acopio como de ladera, que recolecten y conduzcan el agua de precipitación para descargarla en la parte baja, combinado con estabilización de taludes en cárcavas. (Plano No.2). Estas obras civiles se plantean con mayor amplitud en el Capítulo 8.

Como observación final, en el video tomado en la Quebrada Cashahuacra, se nota la densidad de la masa de lodo que arrastra grandes bloques. A diferencia de los aludes de otros países, (como por ejemplo, los de Japón), los huaycos de Chosica son más bien ríos de lodo muy suelto pero con gran velocidad (del orden de los 10 m/seg).

5.06 Determinación de los parámetros geomorfológicos de las quebradas de Chosica.

Hemos aplicado las relaciones geomorfológicas ya indicadas, a las quebradas más notables de Chosica; se han determinado los resultados que se muestran en el Cuadro 4.

Según ello, tenemos 4 quebradas que consideramos de alto riesgo geomorfológico, todas ellas con gran densidad de drenaje, un área de cuenca de 10 Km² ó más, pendientes de 14 a 19 % y condiciones de suelo muy similares.

PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LAS SUB-CUENCAS DE CHOSICA. - 1988

SUB-CUENCA	AREA TOTAL (Km ²)	PERIMETRO (Km)	LONG. CANAL (Km)	AREA DE RECEP. (Km ²)	AREA CONO DEVECC. (Km ²)	PENDIENTE (%)	COEFICIENTE COMPAC. (Kc)	FACTOR DE FORMA	SIST. DRENA. (orden)	DENSI. DREN. (Km/Km ²)	NIVEL DE RIESGO
1.- San Antonio	9.89	13.65	6.50	5.8	0.50	19	1.23	0.23	5	0.66	A
2.- Quirio	10.13	14.80	5.40	6.1	0.44	15	1.31	0.33	4	0.53	A
3.- Cashahuara	13.28	15.13	7.70	8.9	0.52	16	1.17	0.22	4	0.58	A
4.- La Cantuta	13.69	19.43	8.80	8.4	0.38	14	1.48	0.17	4	0.64	A
5.- La Ronda	8.28	13.30	3.90	4.9	0.22	15	1.30	0.54	3	0.47	B
6.- California	8.94	11.85	5.20	5.3	0.28	11	1.12	0.33	3	0.58	B
7.- Santo Domingo	7.03	12.10	3.12	2.8	0.12	22	1.29	0.72	2	0.44	C
8.- Santa María	8.21	11.55	3.80	3.1	0.37	20	1.38	0.56	3	0.46	C
9.- Corrales	1.10	4.55	1.20	0.7	0.09	31	1.22	0.76	2	1.09	B
10.- Carosio	0.90	4.88	0.90	0.5	0.08	40	1.45	1.10	1	0.82	B

Elaboración propia.

VI DEMOGRAFIA DE CHOSICA.

6.01 Crecimiento urbano.- Causas.

Como podemos observar en el Gráfico 10, el crecimiento de la población del Departamento de Lima, según el INE entre los años 1836 a 1987, nos muestra un significativo incremento a partir de los años '40, variando sustancialmente la tendencia; el aumento a partir de entonces será a un ritmo de 1 millón de personas en cada década siguiente, hasta alcanzar la actual, estimada en 5'500,000 habitantes, (según la proyección del INE.- Boletín Análisis Demográfico No.26.-Abril 1984).

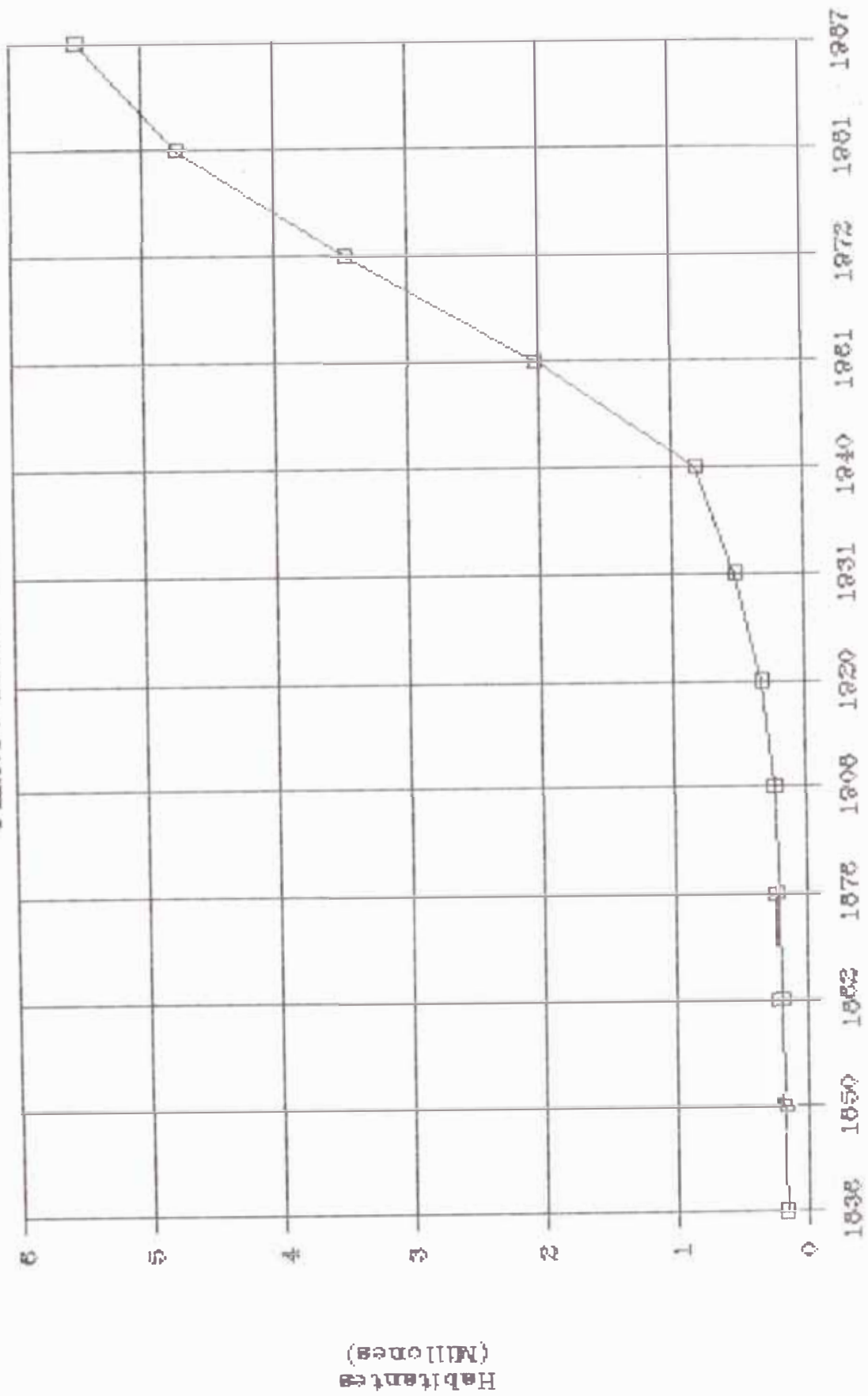
Este fenómeno demográfico, inédito en el Perú, y caso único en Latinoamérica, ha afectado también, por su cercanía a la ciudad de Chosica.

Para ésta ciudad, tenemos el siguiente Gráfico 11, donde, se tiene una población de 3,000 hab. para 1915 (recuérdese que Nueva Chosica se funda en 1895). En las primeras décadas crece lentamente, pues hasta 1940, Chosica tiene sólo 4,420 hab.; desde entonces vá a soportar parte del flujo migratorio del resto del país hacia Lima. El próximo Censo Nacional de 1961 indica 19,830 hab., subiendo a 27,533 en el Censo de 1972, para finalmente registrarse 47,873 hab. en el de 1981. Actualmente, se estima que Chosica cuenta con 60,000 hab., considerando en ésta cifra, tanto el centro de la ciudad, como su periferia de asentamientos humanos que la rodean y que representan el 70% de su población.

En cuanto al surgimiento de estos PPJJ, especialmente

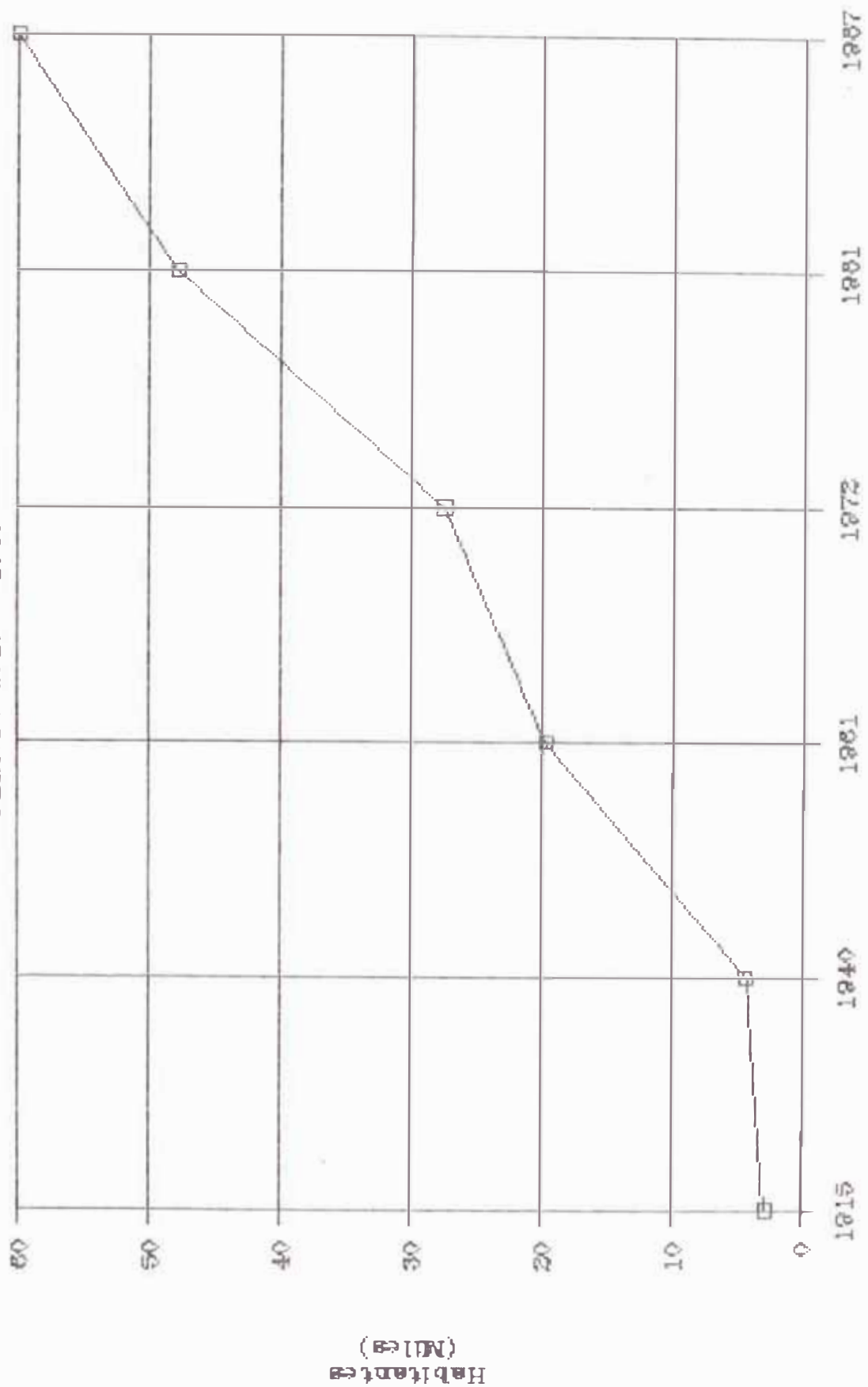
POBLACION - DEPARTAMENTO: LIMA

PERIODO 1836 A 1987



POBLACION DE CHOSICA

PERIODO 1915 - 1987

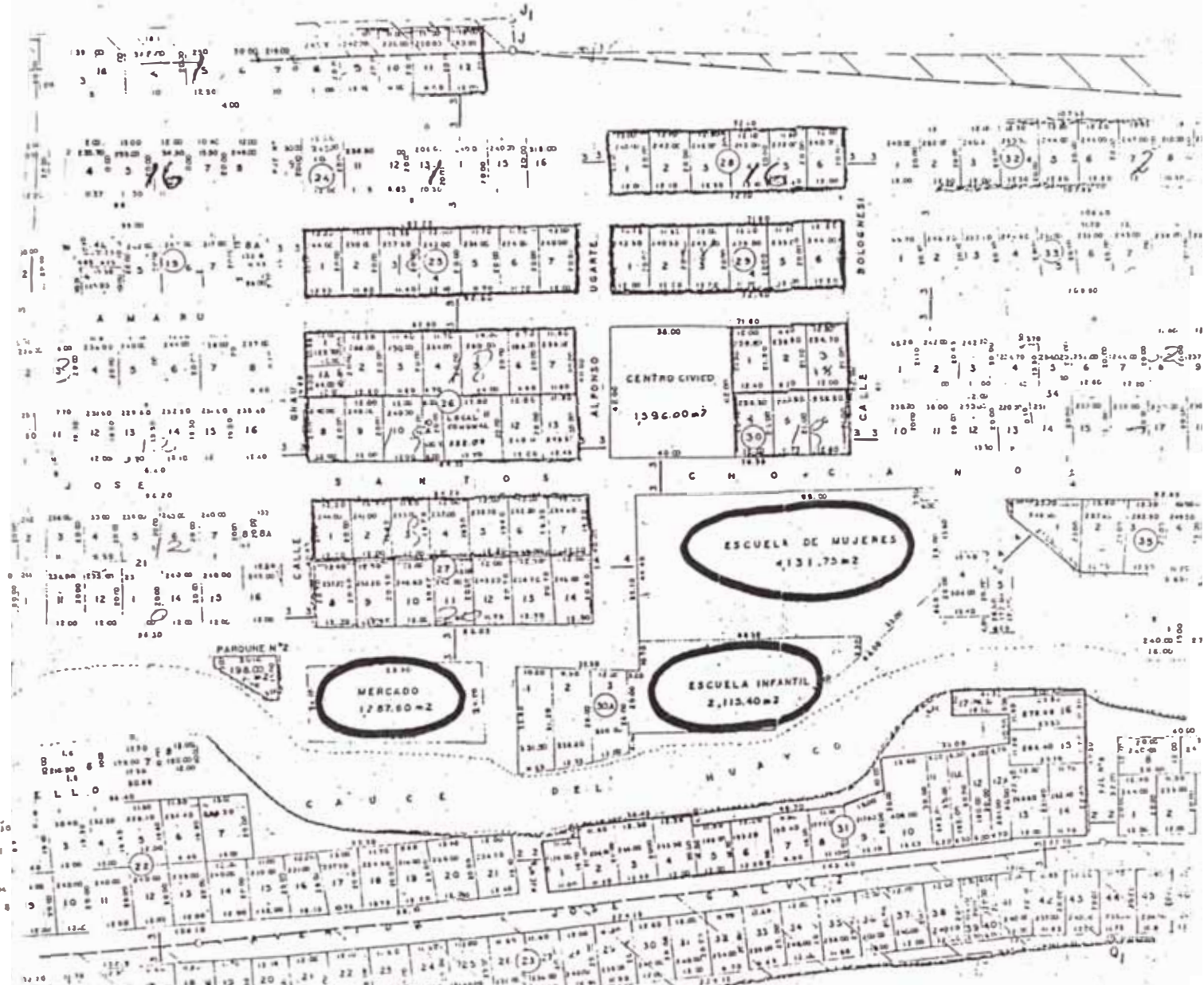


aquellos que se han establecido en los conos deyeativos de quebradas como Quirio y San Antonio (Pedregal), se dá a partir de los años '50, aunque muy incipientemente. En las fotos aéreas de 1944, San Antonio y San Miguel de Pedregal no existen aún, por lo que el cono deyeativo puede observarse completamente libre de edificaciones. En las fotografías de 1971 estas aparecen, pero aún dispersas, las primeras viviendas de material no tradicional (esteras). Durante la década del '70 y la actual, ocurre realmente el poblamiento masivo de esta quebrada y la de Quirio, años en los cuales, al no presentarse huaycos significativos, la población subestima el peligro para sus vidas y bienes. Es así como se llega a bloquear casi totalmente el cauce natural de ambas. En 1983, la Municipalidad de Lima, en vez de objetar este emplazamiento, emite una resolución aprobando la lotización definitiva de San Antonio de Pedregal Alto, tal como podemos ver en la Fig. 13.

En porcentajes, Chosica, que en 1940 representaba el 0.06% de la población total del país, ha pasado a tener el 0.27% en 1981, y de constituir el 59.1% de la población del Distrito de Lurigancho, en 1981 llega a ser el 77%.

Mientras Chosica sigue la tendencia de crecimiento de la Gran Capital, por efecto del flujo migratorio, por otro lado, no tiene el espacio disponible para seguir expandiéndose, si no es ocupando más quebradas y campos de cultivo.

El espacio urbano de Chosica está ya saturado en lo horizontal. Se plantean entonces propuestas de urbanistas que



MANZANA	Nº DE LOTES	LG ES OUI NO SE CONSIDERAN	EN ESTA CONSIDERAN
2	37	18 (2-20)	17 (LOTE 21 A)
6-A	6	6	
11-A	11	11	
18	12	12	
23	52	52	
41	17	15	2 (LOTE 21 A)
53	8	8	
			133

CERROS

RESOLUCION DE ALCALDE N° 158
 CHA: 01-07-1986.-

Plan. Terc. 5-3

- NO TOTAL DE LOTES 74
- CON EL REAJUSTE DE AREA NO SE CONSIDERAN 133 LO
- NO TOTAL DE MANZ. 59
- CON EL REAJUSTE DE AREA NO SE CONSIDERAN 5 MA

MUNICIPALIDAD DE LIMA METROPOLITANA
 DIRECCION GENERAL DE LA OFICINA METROPOLITANA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS

ASENTAMIENTO HUMANO
SAN ANTONIO DE PEDREGAL ALTO DE CHOSICA

LOTIZACION DEFINITIVA

02

LIMA, ING. ENRIQUE RUIZ G. C.P. 1945, M. CALVO C. 1970, 17/11/80

Fig. 13

sugieren la edificación vertical y así hacer uso intensivo del área disponible (bloque de viviendas de interés social). Otras propuestas inciden en la redistribución de la propiedad.

En resumen, se trata de resolver dos problemas que se presentan a la vez: el reordenamiento del uso del suelo (reubicación de viviendas hacia zonas de menor riesgo) y el incremento de nuevas viviendas para la población que recién llega.

La realidad de Chosica de hoy refleja un crecimiento demográfico caótico, que no ha tomado en cuenta en nada, los desastres naturales y la vulnerabilidad de la población como criterio primario para establecerse. Es pues actualmente, una ciudad que se ha expandido desordenadamente y por ello, sigue estando expuesta a otros eventos similares.

Entre Chosica y Lima, también se siguen creando nuevos asentamientos (Huaycán), acelerando el fenómeno de la conurbación urbana (cuando se van uniendo dos centros urbanos al surgir poblaciones intermedias a lo largo de la vía carretera que los comunica).

6.02 Emplazamiento de Viviendas, Fábricas y Servicios.-

Viviendas:

Podemos distinguir tres tipos de zonas de vivienda:

a) La parte antigua de Chosica, constituida por casonas de adobe de 1 y 2 pisos, alrededor de la Plaza Principal y la Av. Lima Sur (Carretera Central).

b) Las edificaciones de ladrillo y concreto, en el centro

de la ciudad y en los asentamientos de laderas y quebradas.

- c) Las casas residenciales en las Urbanizaciones de la parte Oeste de Chosica, en suelos llanos y de bajo riesgo.

Las viviendas más vulnerables, no tanto por el material de su construcción sino por su ubicación, son las de los denominados Asentamientos Marginales: en primer lugar los PPJJ. Nicolás de Piérola, San Antonio de Pedregal Alto y San Miguel de Pedregal, Santo Domingo, Pedregal Bajo, Rayos de Sol, La Rivera, La Trinchera, Mariscal Castilla y el Club Regatas, expuestos todos ellos a huaycos. En segundo lugar, los PPJJ Buenos Aires, Villa Chosicana, Sauce Grande, Virgen del Rosario, Señor de los Milagros, San Juan de Bellavista y Libertad, expuestos a deslizamiento ó desprendimiento de rocas, por estar ubicados en laderas, y en tercer lugar, los PPJJ asentados en la ribera del río: PJ El Rímac, 28 de Julio (Cantagallo), Burga Saldaña, así como parte de la zona comercial del Jr. 28 de Julio, (18 mnzs), vulnerables a inundaciones por crecida del río.

Fábricas:

Las tres más importantes: Papelera Chosica, que se ubica en la parte baja de la margen izquierda, en una zona de mediano riesgo por estar dentro del cono de la quebrada Santo Domingo y en la ribera izquierda del río, sobre un recodo, aunque sin peligro de socavamiento.

Fábrica de Calzado BATA, emplazado en la parte baja de la

margen derecha, de riesgo moderado, debido a su cercanía al cauce del Rímac.

Fabrica de Galletas San Jorge, que se encuentra en el Sector de Moyopampa, (Av.Lima Norte). El lugar es una de las zonas de bajo riesgo de Chosica.

Servicios:

En primer lugar, la Central Hidroeléctrica de Carosio (Moyopampa), cuyo estudio de seguridad física está documentado en el Informe Técnico de INGEMMET (1982), aunque hemos observado que, el canal de demasías que discurre sobre la roca ignea, la erosiona e infiltra agua constantemente, lo cual podría favorecer el debilitamiento y disgregación del macizo.

En segundo lugar, los servicios de salud, comprenden las Postas Médicas, Centro de Salud, Centro Médico Chosica y las Clínicas Belén y San Antonio.

Las Postas Médicas se ubican en las zonas periféricas barrios maginales, mientras que el Centro de Salud de Chosica y Centro Médico Chosica se encuentra en Moyopampa, en la misma Avenida Lima Norte, en lugar de bajo riesgo y de fácil acceso. La Clínica Belén está a 200 metros de la Plaza Principal (Emilio del Solar), entre la parte céntrica de la ciudad y el cono deyectivo de San Antonio. Por ello llegó a ser alcanzada por el huayco de Marzo de 1987, siendo parcialmente anegada.

La Clínica San Antonio se encuentra también en la margen derecha, próxima al río Rímac, en una terraza de 10 m. sobre el cauce, por lo que se le considera de bajo riesgo.

6.03 Las Vías de Comunicación.-

El Ferrocarril:

El trazo de la línea férrea fué realizado a mediados del siglo pasado, enteramente en la margen izquierda del río Rímac (Sector Chosica). Hemos observado que por lo menos en 7 puntos de esta importante vía, en el tramo comprendido entre el puente peatonal California y Moyopampa, existe riesgo de inundación por su cercanía al Rímac; las quebradas California, La Cantuta y La Ronda son sus principales amenazas de huayco, sin embargo, este trazo ofrece menos peligro que de haberse planteado sobre la margen derecha. Por ejemplo, los huaycos de Marzo de 1987 no interrumpieron el servicio de Ferrocarril, en el sector de Chosica, gracias a su emplazamiento.

Carretera Central:

La vía cruza de un extremo a otro la ciudad de Chosica, convirtiéndose en su arteria principal (Avs. Lima Sur y Lima Norte). Desde el cruce del Puente Los Angeles, hasta Ricardo Palma, esta vía se desarrolla sobre la margen derecha, por lo cual está permanentemente expuesta a ser cortada ó inundada por huaycos provenientes de las quebradas Quirio, San Antonio de Pedregal y Cashahuacra, dado que estas son más activas que las de la otra margen.

Podemos afirmar que, desde la ejecución de este tramo de la Carretera Central no se contempló su vulnerabilidad ante los huaycos, ya que carece completamente de un sistema de drenaje, que permita la evacuación de los flujos excepcionales.

Por ello consideramos que, las obras de rehabilitación efectuadas son sólo paliativos temporales, mientras no se diseñe la protección de sus puntos críticos. Por otro lado es negativo que se siga retrasando la culminación de la Autopista Lima-Ricardo Palma, cuyo trazo debe pasar por la margen izquierda. Si comprendemos a la Carretera Central como un vital nexo entre Lima y la Zona Centro del país, las interrupciones y destrucción de esta vía por huaycos determina graves pérdidas económicas que, al menos en Chosica, deben y pueden ser evitadas.

VII EVALUACION DE DAÑOS POR LOS HUAYCOS

El Sábado 7 y Domingo 8 de Marzo de 1987, caen huaycos menores en La Cantuta(Chosica) y en 2 quebradas de Santa Eulalia: Santa Rosa y Pampa Redonda, luego de fuertes lluvias. La población tiene temor de nuevos huaycos, pero sin tomar medidas preventivas de evacuación.

El día 9 de Marzo, en horas de la tarde, vuelven las precipitaciones fuertes, en especial, en la parte alta de los cerros de la margen derecha (Cerro Lagarto).

A las 3.30 pm aproximadamente, y casi simultáneos, empiezan a caer huaycos en las Qdas. Quirio, San Antonio, Carosio, Corrales y Cashahuacra, siendo el de mayores proporciones el de San Antonio, tanto por el volumen de flujo como por su violencia. La población de esta quebrada, que procede mayoritariamente de la Sierra, sienten vibrar el suelo, y huyen rápidamente hacia las laderas. Los que no pudieron hacerlo,

especialmente en San Miguel de Pedregal, perecieron aplastados en sus propias viviendas.

El huayco de Cashahuacra, a diferencia del anterior (1983) producido en esta misma quebrada, no se limita a ir carretera abajo, hacia Chosica, sino también, cruza velozmente la pista y rompe un muro, arrasando el Centro Recreacional Las Kiskas, destruyendo todas sus instalaciones, hasta llegar al río Santa Eulalia. De esta manera se extiende, cubriendo más de 5 Hectáreas con bloques de regular tamaño. Una parte del flujo corrió por la carretera, tal como se muestra en el plano No.1.

El cono de deyección de esta quebrada no está habitada por ningún PPJJ, pues la gente del lugar se dedica mayormente a actividades agrícolas. Tenemos referencias que el huayco de 1983 no tuvo el mismo curso de salida, ya que llegó a la pista 100 metros más arriba. Es menester investigar las causas de este cambio del curso del huayco.

Reporteros del Canal 2 TV que regresaban de Santa Eulalia ese mismo día, llegaron a filmar el desarrollo del huayco de Cashahuacra. Este material audio-visual constituye un importante documento inédito y muy útil para el estudio de la hidráulica de nuestros huaycos, por lo que lo incluimos en el Video que acompaña esta Tesis.

Según un primer informe de PREDES, los 3 días anteriores a estos huaycos, habían caído lluvias de 2 horas de duración,

produciendo escurrimiento en la Qda.San Antonio estimado en 300 litros/seg.. Luego del evento, el material de acarreo de la parte media de esta sub-cuenca se incrementó 3 veces más.

7.01 Daños en Viviendas.-

Una primera evaluación general hecha el día siguiente (10 de Marzo), arroja:

San Miguel de Pedregal.....	272 viviendas afectadas.
San Antonio de Pedregal Alto.....	146
Nicolás de Piérola.....	90
Rayos de Sol.....	40
Pomaticla y Fianzon.....	40
Santa Rosa.....	20
La Trinchera.....	20
Moyopampa.....	15
Villa Don Bosco.....	4
María Parado de Bellido.....	3
Total:	650

En una segunda evaluación, una semana siguiente, las cifras son elevadas por algunos pobladores esperando recibir más ayuda, por lo que, el primer informe es el que más se ajusta a la realidad.

En lo que se refiere a las viviendas con daños estructurales (ver Cuadro 5), se hace diferencia entre daños leves ó moderados y daños severos que comprometen su estabilidad ó han sido arrasadas. La mayor parte de viviendas

CUADRO RESUMEN DE DAÑOS OCASIONADOS POR HUAYCOS ACAECIDOS el 9.3.87 en lo
Zona de Santa Eulalia y Chosica

PUEBLOS JOVENES AFECTADOS	Total Viviendas	Viviendas Arrosadas	Viviendas Semidest.	Viviendas Anegadas	TOTAL VIV. AFECTADAS	S E R V I C I O S		VIAS
						No. Familias AGUA.	Afectados ELECTRICIDAD	
Nic. de Piérola	2,400	5	64	21	90	Canal 45 Porte Bajo 69	90	Acceso Principal
Sor. Antonio Pedregal		52	9	85	146	José Galvez 50	400	Acceso Principal
Son Miguel Pedregal		120	70	82	272		200	varios vías
Mo. Poracó de Bellido		---	3	---	3		30	400
Moyopompo		---	15	---	15		150	metros de lo
La Trichero		---	20	---	20		75	Corret.
Villa Don Bosco		4	---	---	4		40	Centrol
Royos del Sol		40	---	---	40		70	
Pomoticlo y Fionzon		---	---	40	40		40	Corte de vía por tramos
Santo Rosa		20	---	---	20		25	idem
R E S U M E N		241	161	228	650			

aplastadas ó con daños severos pertenecen a San Miguel de Pedregal y en menor medida en San Antonio de Pedregal Alto, Nicolás de Piérola, Buenos Aires y Rayos de Sol. La razón es que el primer PJ se encuentra bloqueando el cauce original de la quebrada, y por ello, recibió el impacto casi directamente y a su vez, contuvo la mayor parte de los bloques grandes, evitando que el huayco arrasara las edificaciones de la parte baja (Pedregal Bajo), ubicado entre la Carretera y el río Rímac. Desde ya podemos indicar que San Miguel de Pedregal está en una zona de alto riesgo de huayco.

Como podemos ver en las fotos 15 y 16, muchas viviendas colapsaron por destrucción de muros y columnas, claudicando ampliamente los aligerados. En otros casos, las edificaciones fueron literalmente aplastadas por el peso de los bloques, y la mayoría, sufrió inundación de lodo en sus primeras plantas (1.5 a 2m. de alto), incluso las ubicadas a ambos lados de la Carretera Central. Algunas han quedado en pie, pero, en tal estado, que deben ser demolidas (fotos siguientes).

7.02 En las Vías de Comunicación.-

Las calles y avenidas han sido finalmente los cauces artificiales por donde bajaron los huaycos, alcanzando y sobrepasando la Av. Lima Sur (Carretera Central), por encontrarse ésta, bloqueando también el curso del flujo. Gran cantidad de lodo y rocas cubrieron varias cuadras de esta vía, interrumpiéndola en 2 tramos: 1,000 m. entre Tarazona y la Plaza de Armas y otro de 1,500 m. entre el Jr. Arequipa y la Fábrica



Foto 15: San Miguel de Pedregal. Tabiquería de segunda planta reventó, por el huayco.



Foto 16: San Miguel de Pedregal. La vivienda quedó como voladizo, al perder sus columnas.



Foto 17: San Miguel de Pedregal: Viviendas aplastadas (foto a 6 días del evento). La roca de la derecha tiene 3 m. de diámetro.



Foto 18: San Miguel de Pedregal. Casas arrasadas totalmente. En la parte superior, la ladera derecha de la Quebrada.

Bata en Moyopampa.

Como la Carretera Central cruza la ciudad, constituyéndose en su vía principal, al ser inundada por más de un metro de lodo y rocas, el tránsito entre Lima y el Centro del país quedó cortado, tardándose más de una semana su rehabilitación, mediante el uso de maquinaria pesada.

El Ferrocarril Central, en el tramo de Chosica, no ha sufrido interrupción.

7.03 En los Servicios Públicos.-

a) Agua: En la principal zona de desastre (Pedregal) se estaba implementando una nueva red de agua y desagüe, por convenio entre Sedapal y Japón. El huayco arrasó el campamento, perdiéndose 2 tractores, tuberías y material de construcción diverso, así como uno de los 2 reservorios recientemente construido.

San Miguel de Pedregal se abastece mediante un sistema de agua del centro de la ciudad, que proviene de 2 pozos del Municipio (Urb. Don Bosco). Estos han sido cubiertos de lodo siendo inutilizados, dejando a toda esta zona sin servicio de agua potable, incluso la parte céntrica de Chosica.

Destrucción de la red de agua de 20 manzanas; lo mismo el desagüe que se llenó de lodo y rocas.

En el P.J. Buenos Aires (Carosio), el huayco destruyó completamente un reservorio de agua que estaba terminándose, así como la red de tuberías que abastecía esta zona.

En San Antonio de Pedregal Alto circula un canal abierto



Foto 19: Quebrada Pedregal. Canal UTAPP. Pase del agua de la margen izquierda a la derecha. Obsérvese la vegetación que ha crecido por las filtraciones. Se trata de corregir el trazo de esta obra hidráulica.



Foto 20: San Miguel de Pedregal: El parque central fué un área importante de acumulación de material, y por ello de disipación de la energía cinética.



Foto 21: San Miguel de Pedregal. Vivienda fuertemente dañada. El huayco la atravesó.



Foto 22: Quebrada Cashahuacra: Zona de transporte, mirando aguas abajo. Obsérvese la profundidad del cauce (6 m.) y los andenes pre-incaicos abandonados en la ladera.



Foto 23: Quebrada Cashahuacra: Desembocadura del cauce a la altura de la carretera. Aquí se tomó el video del Canal 2 TV. Obsérvese la pésima ubicación del tanque.

que lleva agua desde la Central Hidroeléctrica de Moyopampa hasta la quebrada de Quirio (PJ Nicolás de Piérola). Esta obra no fué destruída, sufriendo sólo daños menores en el tramo sobre laderas, siendo reparado por la población pocas horas después. En cuanto a la red de agua, resultó dañada parcialmente, en el sector de la calle José Galvez.

El desagüe que estaba en proceso de instalación fué destruído en su totalidad, tanto tuberías como buzones de las 3 avenidas paralelas al cauce.

b) Energía Eléctrica: caída de una torre de alta tensión en San Miguel. Destrucción de postes de alumbrado público y red de distribución de 20 manzanas, lo cual significó el corte total del fluido en todo el sector.

En San Antonio de Pedregal Alto, cayeron postes en 20 manzanas, cortándose también el servicio público y domiciliario.

7.04 Pérdida de Vidas.- Damnificados.

Inicialmente se hallaron 3 cadáveres; en la primera semana se habían rescatado 12 más, y fueron reclamadas como desaparecidas, 100 personas, lo que eleva el total de víctimas entre San Miguel y San Antonio de Pedregal a casi 120.

Los heridos han sido pocos y de lesiones leves, como fracturas, laceraciones por golpe ó cortes, traumatismos y shock nervioso.

El saldo luctuoso pudo ser, sin embargo muchas veces mayor, de haberse producido el huayco en horas de la noche, y

es relativamente bajo, comparado con la magnitud del daño en viviendas.

Otros factores que favorecieron la atenuación de estas pérdidas han sido: casi ninguna estructura de Salud fué dañada (salvo el aniego a la Clínica Belén), lo mismo que la cercanía entre Chosica y Lima, que permitió la rápida evacuación de los heridos que lo requirieron, y por último, las rápidas atenciones y vacunación en la emergencia.

Algunos datos adicionales retratan el aspecto deficitario de salud: de los 7,090 pacientes atendidos en los 15 días siguientes, el 45% no se conoce su edad y un 58% no se conoce la causa de la consulta. Esto refleja la falta de un registro de pacientes que, en una emergencia similar podría ayudar a los tomar medidas preventivas.

Por otro lado, la evaluación de daños en el aspecto de Salud tardó varios días en ser conocido por los medios de difusión, lo que elevó el desconcierto e incertidumbre de los damnificados.

Finalmente, el desplazamiento de personal, carpas, equipos médicos, insumos críticos y maquinaria pesada fué rápida y oportuna. Sin embargo, pasada la emergencia, e incluso meses después, decayó el apoyo hasta hacerse nulo, especialmente en el aspecto de remoción de escombros y limpieza del cauce, lo cual se puede constatar hasta hoy.

7.05 Daños Socio-económicos.-

En base a las mencionadas evaluaciones in situ, se tiene

evaluada una pérdida económica directa de 337 millones de intis (12.5 millones de dólares), siendo el 77% de esta suma, por destrucción de viviendas destruidas ó dañadas.

Así mismo, existen pérdidas económicas indirectas que no han sido calculadas, dado lo complejo de su medición: como por ejemplo: interrupción del tránsito de carga de la Sierra a Lima y viceversa, movilización de recursos para atender la emergencia, destrucción total del Centro Recreacional de Pomaticla y Las Kiskas y cultivos en la zona de Santa Eulalia, entre otros.

VIII OBRAS CIVILES PROPUESTAS EN LA QUEBRADA SAN ANTONIO

8.01 A nivel de la cuenca de recepción.-

Consideramos que, dadas las características físicas de esta sub-cuenca, es posible reducir e incluso eliminar la posibilidad de generación de los huaycos, mediante un conjunto de obras civiles que llamaremos: Sistema de Corrección de Drenaje (SCD).

Esta propuesta se basa en el hecho de que la mayor parte del material de acarreo, consistente en grandes bloques, se encuentra ubicado en la zona intermedia, donde terminan de confluír los diferentes brazos ó cauces que conforman el sistema de ramificación de la quebrada. Si logramos evitar que lo fundamental del agua de escorrentía llegue a esta zona, eliminaremos la fuerza de arrastre de dicho material. Se trata entonces de derivar el agua para descargarla en la zona baja. Para este fin, planteamos las siguientes obras:

- Canal perimétrico de acopio (6.6 Km).
- Canales en ladera (dren "sangría"). Long. total=7.2 Km.
- Limpieza de cárcavas y estabilización de sus taludes.
- Control de cárcavas mediante terrazas tipo "pirka" con siembra de especies arbóreas (molle, huarango).

La disposición de estas obras se muestran en el Plano No.2, y el material a utilizar es mampostería de piedra acomodada, sin cementante, empleando para ello las rocas del lugar y la mano de obra masiva de la población a proteger.

Las dimensiones estimadas y sección, se fundamentan en láminas 1 y 2, y se muestra su disposición en la lámina 3.

8.02 En la zona de depósito.-

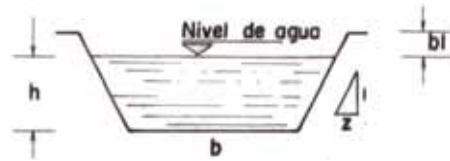
Cerca al Cementerio de Pedregal, nace el canal principal de esta Quebrada. A partir de su ingreso a la zona urbana, proponemos el encauzamiento del mismo, según el trazo que se muestra en el Plano No.2. Para esta solución, hemos considerado las fotos aéreas de 1944 (drenaje natural en el cono deyectivo), los efectos del huayco último y la topografía actual. Sobre esta base planteamos que el encauzamiento debe tener doble salida (dos ramales) para que el flujo del huayco se distribuya y descarge libremente al río Rímac.

Sugerimos un ancho de 25 metros y una profundidad de 3 metros, a partir de la estimación y observación del cauce en su nacimiento y el nivel que alcanzó el flujo en esta zona.

A lo largo de este canal principal, hemos precisado 3

PARAMETROS DE DISEÑO PARA LAS SECCIONES DE LOS CANALES

ELEGIMOS UNA SECCION TRAPEZOIDAL:



POR RELACIONES GEOMETRICAS:

$$A = zh^2 + bh \text{ (AREA DE LA SECCION) } \textcircled{1}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{zh^2 + bh}{b + 2h\sqrt{1+z^2}} \text{ (RADIO MEDIO HIDRAULICO) } \textcircled{2}$$

CONSIDERANDO UNA SECCION HIDRAULICAMENTE OPTIMA: $R = \frac{h}{2}$

$$\text{DE DONDE: } b = 2h(\sqrt{1+z^2} - z)$$

REEMPLAZANDO EN LA ECUACION $\textcircled{1}$:

$$A = h^2(2\sqrt{1+z^2} - z)$$

APLICANDO LA FORMULA DE MANNIG: $v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$

DONDE: v = VELOCIDAD (m/seg)
 n = RUGOSIDAD DEL CANAL (0.04 = ROCA)
 S = PENDIENTE HIDRAULICA

EL CAUDAL SERA:

$$Q = v \cdot A = \frac{1}{0.04} \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} S^{1/2} h^2 (2\sqrt{1+z^2} - z)$$

$$Q = 15.75 S^{1/2} h^{8/3} (2\sqrt{1+z^2} - z)$$

DESPEJANDO EL TIRANTE (h):

$$h = \left[\frac{Q}{15.75 S^{1/2} (2\sqrt{1+z^2} - z)} \right]^{3/8}$$

① CAUDAL DE DISEÑO PARA EL CANAL PERIMETRICO:

AREA DE LA SUBCUENCA PEDREGAL = 5.8 Km.²

AREA DE INFLUENCIA DEL CANAL EN CADA MARGEN = 2 Km.²

PRECIPITACION PROMEDIO EN LA SUBCUENCA = 15 mm. EN 1 HORA 30 MINUTOS.

CONSIDERANDO UN COEFICIENTE DE ESCORRENTIA = 0.7 (ROCA INTRUSIVA)

SE TIENE:

$$V_{TOTAL} = K \times p \times A_i$$

$$V_{TOTAL} = 0.7 \times 0.015 \times 2 \times 10^6$$

$$V_{TOTAL} = 21,000 \text{ m}^3 \text{ DE AGUA}$$

SI ESTE VOLUMEN CAE EN 1 HORA 30 MINUTOS (90 MINUTOS)

$$\text{ENTONCES: } Q = 21,000 / 90 \times 60 = \underline{\underline{3.9 \text{ m}^3/\text{seg.}}}$$

EL TIRANTE SERA: $h = 1.17 \text{ m.}$
 $bl = 0.40 \text{ cm.}$

② CAUDAL DE DISEÑO PARA LOS CANALES LATERALES:

A = 0.5 Km²

p = 0.015 mm.

K = 0.7

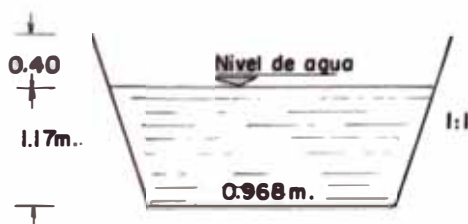
$$V_{TOTAL} = 5,250 \text{ m}^3$$

$$Q = 5250 / 90 \times 60 = \underline{\underline{0.97 \text{ m}^3/\text{seg.}}}$$

EL TIRANTE SERA: $h = 0.83 \text{ cm.}$
 $bl = 0.10 \text{ cm.}$

SECCIONES:

CANAL PERIMETRICO

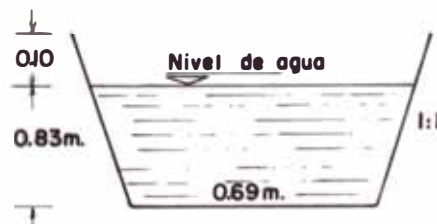


$$V = 1.56 \text{ m/seg}$$

$$Q = 3.9 \text{ m/seg.}$$

$$S = 0.008$$

CANAL LATERAL

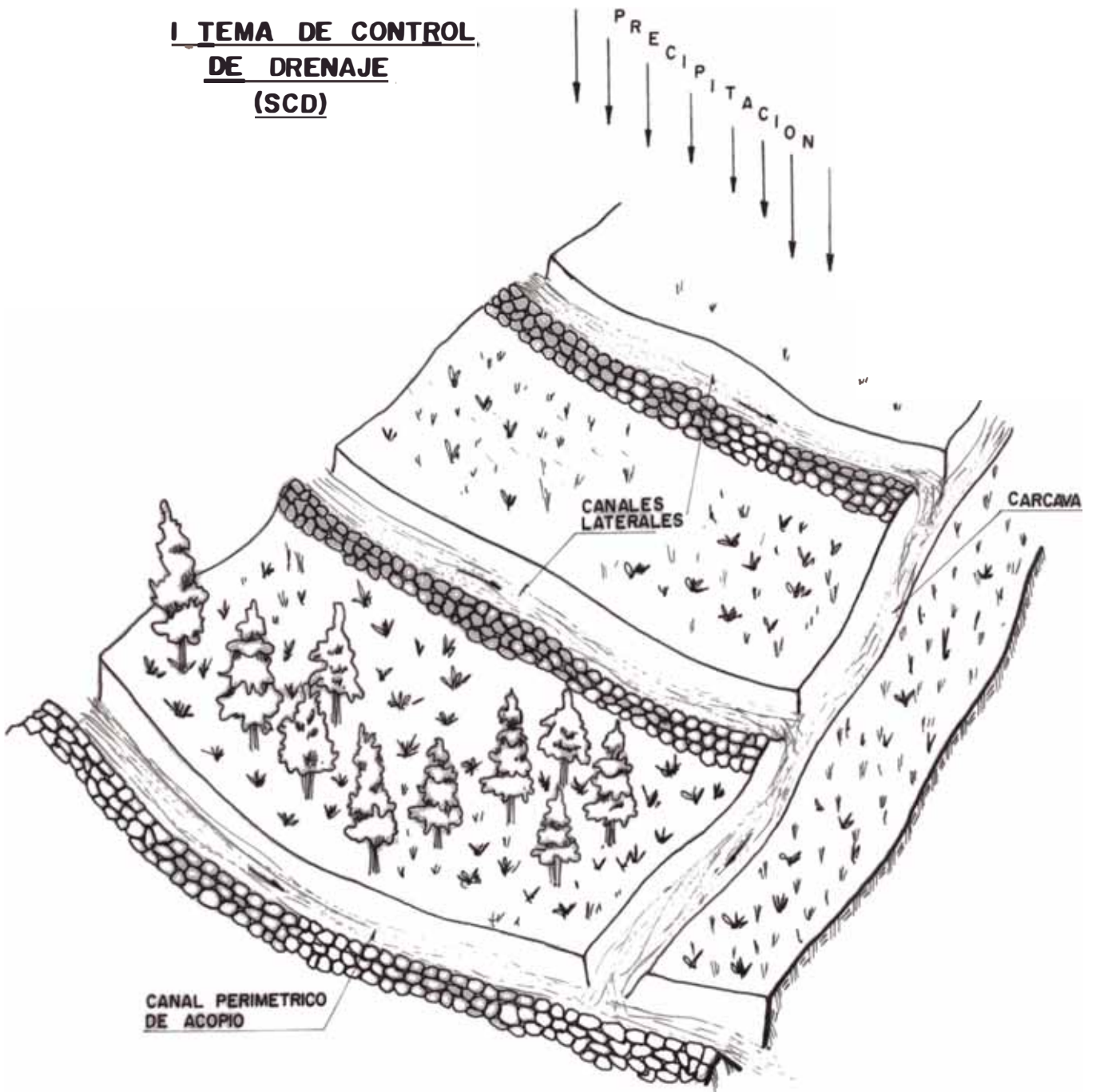


$$V = 0.76 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.97 \text{ m/seg.}$$

$$S = 0.003$$

I TEMA DE CONTROL
DE DRENAJE
(SCD)



puntos el alto riesgo: el primero, en la curva del sector de José Galvez; el segundo, en la curva donde se ubica el muro que separa San Antonio de San Miguel, donde proponemos dividir el cauce, y finalmente, en la tercera curva (ramal derecho) en la que el cauce se aproxima a la ladera (Mzna 1). En estos puntos críticos se siguen edificando viviendas, sin ninguna protección; otras se encuentran aún obstruyendo el cauce como por ejemplo, las viviendas de la Mzna. 5.

Para reducir la vulnerabilidad de la parte baja de la quebrada, proponemos:

- Encauzamiento del canal principal (2 Km), según la sección típica que se muestra en la lámina 4.

- Protección de los puntos críticos señalados, mediante muros de concreto ciclópeo.

- Demolición de las viviendas que se ubican dentro del trazo propuesto, y reubicación de las familias afectadas.

Para las obras de encauzamiento, se plantea utilizar muros de defensa de piedra acomodada sin material cementante a lo largo del canal y a ambas márgenes.

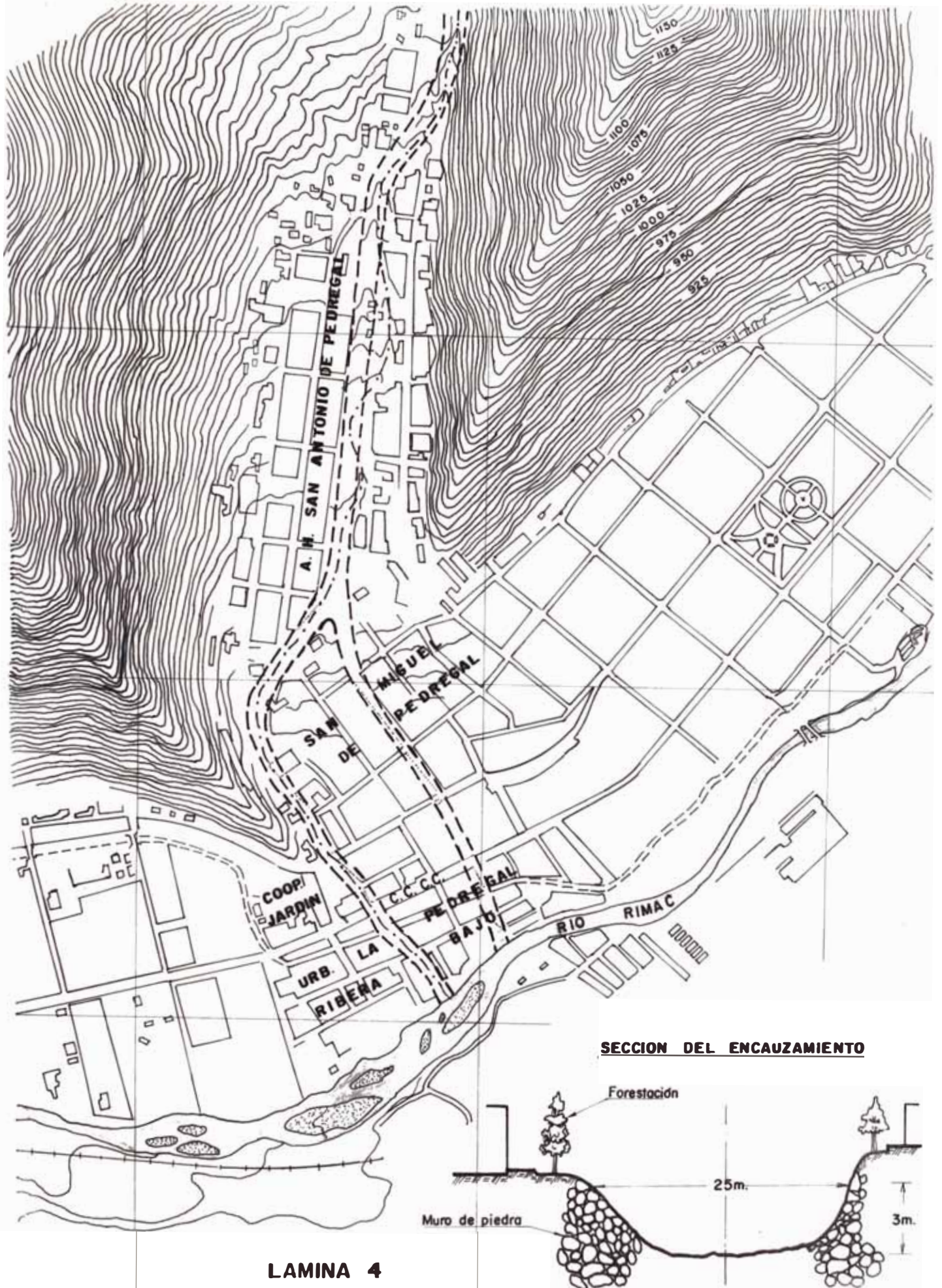
- Cruce de la Carretera Central (Av. Lima Sur), mediante la construcción de 2 puentes: cuadras 10 y 11 de dicha Avenida.

8.03 Obras Complementarias.-

- Modificación del trazo y mejoramiento de la sección del canal UTAPP (acequia), que transporta agua desde el canal de demasías de la Hidroeléctrica, hasta los PPJJ de San Antonio (Pedregal) y Nicolás de Piérola (Quirio). Esta obra permitirá

PROPUESTA DE ENCAUZAMIENTO QUEBRADA PEDREGAL

Escala : 1/5,000



LAMINA 4

la forestación de las áreas indicadas anteriormente (foto 19).

- Planta de Tratamiento para potabilizar parte del agua de este canal, ya que en la actualidad contiene microorganismos y minerales, por encima de los valores permisibles.

- Dos puentes vehiculares: el primero en la zona intermedia entre las 2 primeras curvas del cauce, (Centro Comunal de San Antonio), y el otro a la altura del acceso al PPJJ. Sierra Limeña (Jr. Trujillo).

IX MICROZONIFICACION PRELIMINAR DE CHOSICA.

9.01 Metodología de Estudio.-

Haremos un primer acercamiento al "Método Simplificado de Microzonificación aplicado al Planeamiento Urbano", el cual ha sido desarrollado como tecnología nacional desde la década pasada (ver Bibliografía).

Esta parte del estudio, tiene por objetivo, determinar las características de la zona y dividirla en diferentes áreas de riesgo frente a desastres naturales, tanto los que se originan por Geodinámica Interna (sismos), como por Geodinámica Externa (huaycos, inundaciones, deslizamientos y avalanchas).

Este es un método esencialmente práctico, que implica la selección del lugar en que deben ubicarse las obras de ingeniería, señalando, cuáles son las zonas de menor riesgo a las componentes urbanas más importantes: área de viviendas, área de industrias, áreas de servicios, etc. y hacer de esta

manera, un uso óptimo del suelo.

Se le denomina método "simplificado" porque la Microzonificación Integral es un trabajo de mayor profundidad y precisión, realizado por un equipo de profesionales de diferentes disciplinas: Sismología, Geología, Mecánica y Dinámica de Suelos, Geofísica, Hidrología, Meteorología e Ingeniería de Desastres. Esto último supone un elevado costo para países como el nuestro. Sin embargo, el Método Simplificado aplicado a pequeñas y medianas poblaciones, basado en la determinación de parámetros sencillos de calcular permite analizar las condiciones locales a bajo costo. El resultado debe ser la reducción de la vulnerabilidad de estos centros poblados (que constituyen la mayoría del país).

En sus primeros años, el Método Simplificado de Microzonificación surgió como respuesta a desastres sísmicos, particularmente los terremotos de Chimbote (1970), Arequipa (1979) y posteriormente Cuzco (1986). Ultimamente se aplica a ciudades como Tacna (riesgo sísmico), Piura (inundaciones) y ahora en áreas sujetas a riesgo de huaycos, en las que un sismo de regular intensidad agravaría sus efectos.

Cuando nos referimos a mitigación, entendemos que si los actuales asentamientos humanos u otros nuevos, planifican su ubicación, evaluando su riesgo a desastres, adecuando las estructuras de las edificaciones a las condiciones locales, se reducirán drásticamente las pérdidas inútiles de vidas y bienes de la colectividad.

Los lineamientos generales para la aplicación de éste método son:

- 1.- Delimitar el área de expansión urbana y el radio urbano actual, en base a la información demográfica y del entorno.
- 2.- Sectorizar éstas áreas, teniendo en cuenta cada unidad con sus características afines, según: propiedades del suelo (compactación, granulometría, capacidad portante), su topografía (curvas de nivel, señalando terrenos llanos, laderas, quebradas, etc.), su geología (morfología, litología, geodinámica).
- 3.- Calificar a cada sector considerando sus características de manera relativa, de mayor a menor riesgo de desastre, adoptando una convención de niveles de riesgo y recomendaciones para el tipo de uso que se le deben dar. En esta valoración se debe tomar en cuenta que: mejor un suelo seco que húmedo, y mejor un terreno llano que uno en declive.

Para nuestro caso: Chosica, hemos analizado en capítulos precedentes, su geología, hidrología, topografía, demografía, etc., todo lo cual nos permite señalar inicialmente la vulnerabilidad de esta ciudad y sugerir de modo preliminar, la microzonificación de riesgo a desastres. Posteriores estudios deben profundizar este planeamiento, con el aporte de diferentes disciplinas.

En resumen, señalamos la existencia de 3 factores impor-

tantes de riesgo para Chosica: los huaycos provenientes de las quebradas ya indicadas, los desprendimientos de rocas y/o deslizamiento de conos de escombros de laderas habitadas, en la eventualidad de un sismo, y en tercer lugar, los desbordes del río Rímac en época de avenidas.

9.02 Clasificación de las zonas de riesgo.

Un primer paso en el intento de planificar el crecimiento de la ciudad Chosica, es el plano de Zonificación elaborado por la Municipalidad de Lima Metropolitana (1978), el que sin embargo, no pone énfasis en el riesgo de desastres naturales, y designa equivocadamente algunas quebradas como áreas de expansión urbana (Figs.14 y 14 A).

Hemos establecido las zonas A,B,C y D, de mayor a menor riesgo potencial de desastres, como podemos apreciar en el plano No.3.

Zona A: alto riesgo. No apta para edificaciones de ningún tipo. Recomendable para destinarla a áreas verdes ó campo de recreación.

Zona B: riesgo medio. Para edificaciones que no concentran población: áreas de servicios: comercio, transportes.

Zona C: riesgo moderado. Para industrias, y mercados.

Zona D: De bajo riesgo. Recomendable para hospitales y zona de viviendas, especialmente de alta densidad poblacional.



REAJUSTE, APROBADO POR ACUERDO DE CONCEJO N° 223 DE FECHA 17-12-84

J-13

OBSERVACIONES
 1. AMINA N°
I-12
 Para la...
 Generalmente...
 de el...
 1.3...
 Para...
 Para...
 de...
 de...
 de...
 de...
 de...
 de...

MUNICIPALIDAD DE LIMA METROPOLITANA
 DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y DESARROLLO METROPOLITANO
 DIRECCION DE DESARROLLO URBANO
 [Signature]
 [Signature]

MUNICIPALIDAD DE LIMA METROPOLITANA
 DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y DESARROLLO METROPOLITANO

CHOSICA

ZONIFICACION GENERAL
 A 1990

7-1501-002-A

APROBADO POR
 [Signature]
 [Signature]

10,000

Fig. 14

DESARROLLO METROPOLITANO LIMA-CALLAO 1978-1999

VALLE DEL RIMAC: LURIGANCHO (CHOSICA)

ALMA

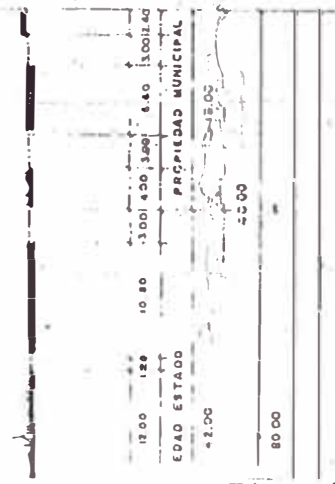
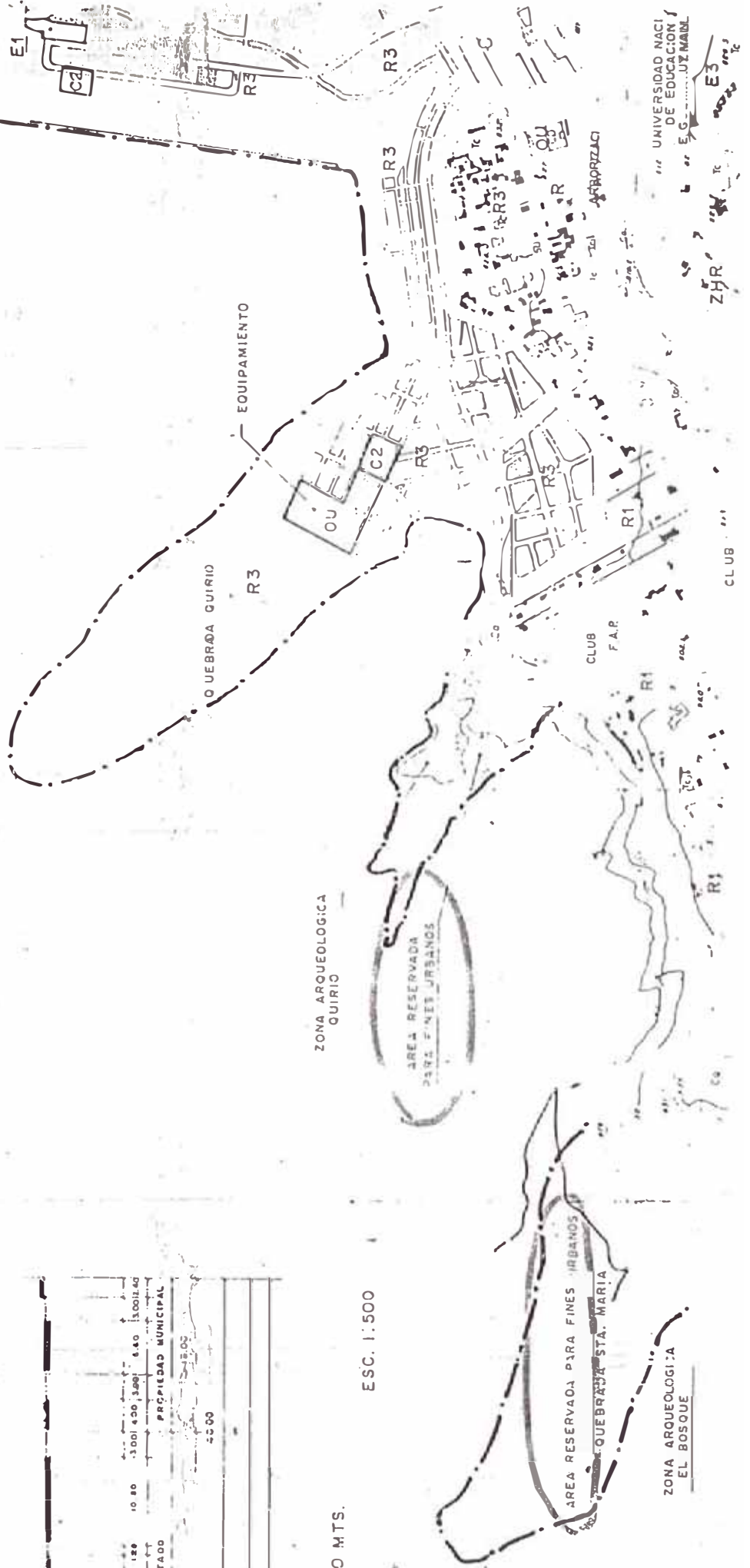


Fig. 14 A A 80.00 MTS.

ESC. 1:500



9.03 Reubicación de Viviendas.- Problema social.

Como podemos concluir del mapa de riesgo de Chosica, hemos considerado como áreas de riesgo medio y alto a zonas actualmente pobladas, mayormente por viviendas. Las hemos clasificado como áreas inconvenientes para ser habitadas permanentemente.

En los días posteriores a la catástrofe de Marzo de 1987, se realizó una inspección preliminar por parte de un equipo de técnicos, designándose como zona de reubicación de familias sin hogar, la parte más alta del PJ San Antonio de Pedregal, siguiendo el cauce de la quebrada. Al margen de convenir ó nó tal zona alternativa, el problema que se plantea para ésta y otras quebradas de Chosica es concretar el cambio de uso de las zonas críticas, ante lo que se opone la voluntad explícita de muchos pobladores de no abandonar el lugar.

En esta actitud de resistencia concurren, tanto la manera de pensar de las personas de procedencia mayormente campesina, con profundo arraigo al suelo que ocupan, como también el hecho de que se trata de familias migrantes de bajos recursos económicos, los que en medio de grandes dificultades, han podido edificar sus casas en estas zonas de riesgo, y les va a ser muy difícil invertir nuevamente para construir.

Se nos presenta entonces, una importante dificultad en la aplicación misma del planeamiento urbano de una ciudad como Chosica, ya expandida y con escasas áreas libres. Esto reclama un paciente y largo esfuerzo por convencer a la población de

la magnitud del riesgo, y a autoridades para que habiliten nuevas áreas y financiar la construcción masiva de viviendas (conjuntos habitacionales de varios pisos), lo cual a su vez exige los estudios geomorfológicos adecuados de las áreas de reubicación, antes de ofrecerlas como alternativas a la población.

Finalmente, hemos observado que, en ciertas zonas de bajo riesgo de desastres, hay campos deportivos, cuyo uso puede ser intercambiado con viviendas que actualmente se encuentran en zonas de alto riesgo.

X CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES:

1.- No existe relación directa entre la altitud sobre el nivel del mar y la ocurrencia de huaycos. Podemos entonces esperar eventos geodinámicos de esta naturaleza, desde la vertiente oriental de los Andes (Ceja de Selva), hasta en la Costa.

2.- La relación que existe entre el Fenómeno del Niño y los huaycos como los de Chosica, no se dá de manera simple: causa efecto, pero sí aumentan notablemente las probabilidades que se produzcan estos últimos, cuando se presenta una crisis climática, especialmente los huaycos de gran magnitud.

3.- Los factores determinantes del huayco son las precipitaciones excepcionales e intensas, los grandes volúmenes de de-

tritus acumulados en el curso medio de la quebrada, la pendiente fuerte del talweg y la rala ó nula vegetación de sus laderas.

4.- Los períodos secos y húmedos alternantes son un factor importante en la erosión de estas quebradas, y por lo tanto en el aumento del volumen de material de acarreo.

5.- Por lo general, el huayco favorece las inundaciones por represamiento del río y elevación de su lecho, lo que debe tomarse en cuenta en el diseño de defensas ribereñas.

6.- La energía cinética desarrollada por estos huaycos es capaz de destruir cualquier muro simple de concreto armado, por lo que la alternativa de contenerlos con diques, no es dable. Por ello no conviene plantear diques reguladores (control de sedimentos), al menos en Quebradas como San Antonio, Quirio, o Cashahuacra, debido a su poca eficacia técnica y alto costo.

7.- La Carretera Central, como arteria vital de la Gran Lima, exige la ejecución del nuevo trazo para el sector de Chosica: sobre la margen izquierda. Mientras tanto, la vía actual sigue expuesta a ser cortada por otro huayco similar, ya que no cuenta con ningún sistema de drenaje en sus puntos de cruce con las quebradas de riesgo.

8.- Los daños materiales y pérdida de vidas que han traído los huaycos de Marzo de 1987, han podido ser evitados, de haberse adoptado medidas preventivas y de microzonificación urbana.

9.- Los gastos extraordinarios que significan las obras de rehabilitación y reconstrucción en la zona afectada, constituyen paliativos temporales si es que no se planifica integralmente el uso racional del suelo.

10.- Es factible frenar el creciente proceso erosivo en estas Sub-cuencas, con obras de ladera, aprovechando antiguas técnicas del Ande.

11.- En el diseño de la canalización para huaycos en San Antonio, no se tomó en cuenta la colmatación de éste y la nueva dirección que tomaría el flujo. Por esta razón, la población más afectada ha sido la de San Miguel de Pedregal.

10.2 RECOMENDACIONES:

1.- Implementar un Proyecto Piloto Integral en la Subcuenca de San Antonio, para frenar la erosión y reducir su peligrosidad.

2.- Efectuar la Microzonificación de Chosica, como parte del Plan Maestro de Desarrollo de la Cuenca del Rímac, para lo cual es indispensable el levantamiento topográfico y plano catastral de la ciudad, con los que aún no se cuenta.

3.- Establecer estaciones meteorológicas en las Quebradas Quirio, San Antonio y Cashahuacra.

4.- Declarar la intangibilidad de las áreas de alto riesgo que aún no han sido habitadas.

5.- Elaborar un Plan de reubicación de viviendas de las zonas críticas a zonas de menor riesgo.

6.- En la parte alta de San Antonio de Pedregal, diseñar un canal perimétrico que acopie el agua de precipitación, evitando que esta se acumule en el talweg, complementado con un sistema de drenes laterales en laderas para reducir la velocidad de escorrentía, mientras en la parte media y baja, efectuar la canalización del cauce (ver Plano No.2).

7.- En el diseño del encauzamiento del canal principal para San Antonio, debe considerarse la reubicación de viviendas de la zona afectada en San Antonio Alto y San Miguel de Pedregal, de tal forma que su trazo tenga doble salida al río: un ramal siguiendo el borde de la ladera derecha y el otro mantenga la misma dirección del huayco de Marzo de 1987.

Lo mismo debe adoptarse en Pedregal Bajo entre la Carretera y el Rímac, para dar salida a los flujos hacia el río. Esto supone diseñar pasos a nivel en el encuentro de la vía carretera y esta quebrada.

8.- Reforestación de las laderas cercanas a la población, de Pedregal, sobre la base de la rectificación del trazo del canal de agua existente.

9.- Desquinche de rocas en las laderas que tengan material inestable ó conos de escombros, y eliminación del depósito de material inestable de la quebrada de Carosio, que se encuentra

en inminente peligro de deslizamiento sobre el PPJJ Bs.Aires, así como el ex-relleno sanitario en la quebrada Corrales.

10.- Las obras en estas quebradas deben incorporar como componente principal, el empleo masivo de mano de obra de los pobladores del lugar, y la utilización de material de la misma zona, mediante faenas comunales.

11.- Alentar la organización de un BANCO DE DATOS computarizado que centralice los conocimientos, estadísticas y técnicas de prevención y mitigación de desastres en el país.

12.- Incluir en los contenidos del curso Planeamiento Urbano y Regional (Curricula de Ingeniería Civil), la prevención y mitigación de desastres naturales.

13.- Promover encuentros de especialistas en Geodinámica, geotécnica y planificación urbana, para establecer criterios comunes y demandar la efectivización de las medidas de prevención recomendadas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- "Acciones de Rehabilitación para la prevención de desastres de Chosica".- Chang Ching, Manuel.- Junio 1987.
- 2.- "Algunos aspectos de la caracterización climática de la Costa Central del Perú".- Valverde, Manuel.- Junio 1987.
- 3.- "Control de torrentes en la Cuenca hidrográfica del Rímac".- Benítez, César.- Junio 1985.
- 4.- "Cuenca Torrencial, lavas y avalanchas en el valle del Rímac".- Olivier Dollfus.-Boletín de la Soc.Geográfica de Lima.- Enero 1979.
- 5.- Desastres y Desarrollo.- Andrew Maskrey.- Octubre 1987.
- 6.- "Estudio de seguridad física contra huaycos y derrumbes P.J. San Antonio de Pedregal.- PREDES.-1985.
- 7.- "Estudio de seguridad física del P.J. Nicolás de Piérola.- PREDES.-1984.
- 8.- "Estudio Geodinámico sobre las condiciones de seguridad física de los centros poblados en el valle del Rímac.- Dolores Camones, Santiago.- Tesis de Geología-UNMSM.-1976.
- 9.- "Estudio Geotécnico de seguridad de las grandes obras de ingeniería que se ubican en el río Rímac".-INGEMMET.-1982.
- 10.- "Geodinámica en la cuenca del río Rímac y el problema de los huaycos".- Dávila-Guzmán-Véliz.- Junio 1985.
- 11.- "Huaycos y Aluviones: una realidad aún no comprendida".- Martinez Vargas, Alberto.- 1982.
- 12.- "Huaycos y desbordes del río Rímac".- Cotrina Celis, Luis Alberto.- Tesis FIC-UNI.- 1982.

- 13.- "Informe Técnico Preliminar de la zona afectada por los huaycos del 09.03.87 en Chosica".-ENACE-IGP-UNI-INGEMMET-PREDES.- Marzo 1987.
- 14.- "La precipitación y los huaycos en la cuenca media y alta del río Rímac".- Valverde, Manuel.- Junio 1985.
- 15.- "Medidas de defensa contra los efectos de la geodinámica externa en la cuenca del río Rímac".-Taype Ramos, Vidal.- Junio 1987.
- 16.- "Planeamiento Regional para la mitigación de los efectos de los desastres naturales".-Kuroiwa H.,Julio.-Octub.1987
- 17.- "Problemas de la geodinámica en el valle del Rímac".- Veliz Bernabé, José.- Junio 1987.
- 18.- "Registro histórico de Lurigancho y Chosica".- Ricardo W. Stubbs.- Lima 1958.
- 19.- "Hidrología para Ingenieros" .- Linsley, Ray
- 20.- "El Niño occurrences over the past Four and Half Centuries" .- William Quinn, Victor Neal y S.Antunez de Mayolo.- Diciembre 1987.

OTROS MATERIALES UTILIZADOS:

- 1.- Fotos Aéreas del S.A.N. (FAP). 1944,1971 y 1987.
- 2.- Carta Nacional 1/5000 .- Instituto Geográfico Nacional.
- 3.- Planos A y B del Distrito de Lurigancho.- INE. 1987.
- 4.- Recortes de "El Comercio" - Años 1924 a 1926.
- 5.- Videos: Noticiero "90 segundos" Canal 2 TV (9.3.87)
Landslides in Nagano (Japón.- 1979)
Chosica 1987 (PreDES).

- 6.- Boletín "Análisis Demográfico No.26" .- INE
- 7.- Plano de Zonificación.- Dist.Lurigancho.- Municipalidad de Lima Metropolitana.- 1978.
- 8.- Plano de Lotización Definitiva del AAHH San Antonio de Pedregal Alto.- Municipalidad de Lima Met..- 1983.
- 9.- Censos Nacionales: 1940,1961,1972 y 1981.- INE
- 10.- Plano Geológico preliminar del Cuadrángulo de Chosica.- INGEMMET.- 1987.