

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**EFFECTOS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES  
EN LAS OBRAS DE INGENIERIA CIVIL  
EN LA CARRETERA CENTRAL**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**WILTON CELIZ ANGULO  
PROMOCION '82-1**

**LIMA - PERU**

**MARZO - 1, 1986**



## INDICE

	<u>PAG.</u>
INTRODUCCION.....	1

### CAPITULO I

1.0. Causas de las lluvias torrenciales en la cuenca del Río Rímac. El fenómeno de "El Niño".....	3
1.1. Acción de los vientos y condiciones <u>a</u> normales en el Pacífico Ecuatorial <u>O</u> riental.....	3
1.2. Descripción e interpretación del Fenómeno de "El Niño" según el Dr. Klaus Wyrтки.....	5
1.3. El Fenómeno de "El Niño".....	7
1.4. Explicación del Fenómeno de "El Niño"	11
1.5. Manifestaciones del Fenómeno de "El Niño" 1982 - 1983.....	15
1.6. Información Meteorológica.....	18
1.7. Análisis de la Información.....	19

### CAPITULO II

2.00 La cuenca del Río Rímac.....	28
-----------------------------------	----



	<u>PAG.</u>
2.1. Cono de deyección.....	29
2.2. Zona de Lomas y Montes Islas.....	30
2.3. Estribaciones de la Cordillera Occi- dental.....	31
2.4. Valles y Quebradas.....	31
2.5. Altiplanicies.....	32
2.6. Divisoria Continental.....	33
2.7. Area total de la cuenca.....	33
2.8. Area de la Cuenca de recepción.....	34
2.9. Area de la Cuenca húmeda.....	34

### CAPITULO III

3.0. El Valle del Río Rímac.....	35
3.1. Principales ríos y quebradas tributa- rios del Río Rímac en el tramo Ricar- do Palma-Matucana.....	36
3.2. El Río Rímac.....	39
3.3. Conclusiones.....	52

### CAPITULO IV

4.0. Demografía en la cuenca del Río Rímac....	54
4.1. Estudio Demográfico de Lima Metropo- litana.....	58



	<u>PAG.</u>
4.2. Factores que generan la explosión De mográfica en Lima .....	59
4.3. Etapas de crecimiento de Lima Metro- politana.....	61
4.4. La población en la zona media de la cuenca del Río Rímac.....	64
4.5. Conclusiones.....	65

#### CAPITULO V

5.0. Densidad del Gráfico Vehicular en la Ca- rretera Central.....	70
---	----

#### CAPITULO VI

6.0. Estudio Sísmico de la cuenca del Rímac..	74
6.1. Marco Tectónico de la cuenca del Rí- mac.....	74
6.2. Principales Sísmos fuertes que más han afectado la cuenca del Río Rímac	74
6.3. Otros temblores.....	75

#### CAPITULO VII

7.0. Estudio Hidrológico.....	78
-------------------------------	----



	<u>PAG.</u>
7.1. Las lluvias torrenciales en la Costa Norte y Centro del Perú.....	79
7.2. Las lluvias torrenciales en la Cuenca del Río Rímac.....	81
7.3. Zonificación de la Cuenca del Río Rímac según la precipitación Pluvial..	81
7.3.1. Zona húmeda.....	81
7.3.2. Zona Semi-árida.....	82
7.3.3. Zona árida.....	84
7.4. La Isoyota 250 mm/año.....	85
7.5. La Curva de Sutton.....	86
7.6. Registro de caudales en el Río Rímac	87
7.6.1. Análisis de la información...	89
7.7. Registro de precipitaciones y análisis.....	91
7.7.1. Análisis de la información...	92
7.8. Registro de temperaturas y análisis	95
7.8.1. Análisis de la información...	96
7.9. Conclusiones.....	97

## CAPITULO VIII

8.0. Geología de la cuenca del Río Rímac.....	102
8.1. La zona baja o árida.....	102
8.2. La zona media o yunga.....	103



PAG.

8.3. La zona Alta-Húmeda o Quechua..... 105

CAPITULO IX

9.0. Fenómenos de Geodinámica Externa en la Carretera Central..... 107

9.1. Deslizamientos..... 107

9.1.1. Focos de deslizamientos en la zona Crítica a lo largo de la Carretera Central y Ferrocarril Central..... 109

9.1.2. Experiencia Japonesa en el Control de deslizamientos..... 110

9.1.3. Formas de Control de deslizamientos en Japón..... 111

9.1.4. Recomendaciones..... 112

9.2. Derrumbes..... 112

9.2.1. Focos de Derrumbes en la zona Crítica a lo largo de la Carretera Central y Ferrocarril Central..... 113

9.2.2. Recomendaciones..... 115

9.3. Flujos ..... 117

9.3.1. Recomendaciones..... 119

9.4. Desprendimientos y rodadura de rocas. 119



	<u>PAG.</u>
9.4.1. Recomendaciones.....	120
9.5. Huaicos.....	120
9.5.1. Origen.....	121
9.5.2. Formas de origen de huaicos en la Carretera Central.....	122
a) Por efectos de torrenteras de la deras.....	123
b) Por deslizamientos y derrumbes de taludes.....	124
c) Por transporte de depósitos de sedimentos sueltos en el cauce del Río Rímac y quebradas.....	126
9.5.3. Clases de huaicos.....	127
9.5.4. Comportamiento de un huaico en el Río Rímac.....	129
9.5.5. Principales quebradas focos de huaicos, que afectan la Carrete- rra Central, Ferrocarril Central y obras de Ingeniería Civil.....	131
9.5.5.1. San Gerónimo de Surco...	149
- Ubicación.....	149
- Geología.....	150
- Geodinámica.....	153
- El desastre de 1984..	155
- Litología.....	156
- Tectónico.....	156



	<u>PAG.</u>
9.5.6. Riesgo de huaicos.....	178
9.5.7. Huaicos 1983.....	181
9.5.8. Construcción de desvios y ac- cesos.....	182
9.5.9. La explotación de Canteras...	184
9.6. Desbordes e inundaciones.....	185
9.6.1. Riesgos.....	187
9.6.2. Recomendaciones.....	188
9.7. Transporte de Sedimento.....	190
9.7.1. Transporte de sedimento en el Río Rímac.....	191
9.7.2. Modos de Transporte.....	191
9.7.3. Acumulación de Sedimento en el cauce del Río Rímac.....	193
9.7.4. Riesgos.....	194
9.7.5. Recomendaciones.....	195

#### CAPITULO X

10.0. Erosión.....	196
10.2 Acción del Agua.....	197
10.3 Acción del viento.....	198
10.4. La erosión de riberas en la cuenca del Río Rímac.....	199
10.5. Sectores de fuerte erosión lateral en en el Río Rímac.....	200



	<u>PAG.</u>
10.6.Riesgos.....	204
10.7.Recomendaciones.....	205
10.8.Prevenir y no lamentar.....	206
10.9.La experiencia Inca y Pre-Inca en el control de la erosión.....	208

### CAPITULO XI

11.0 Estado actual de la Carretera Central y Puentes Lima-Ticlio(Por tramos).....	211
Tramo : Lima(Vitarte) - Chosica.....	212
Recomendaciones.....	213
Tramo : Chosica-Ricardo Palma.....	213
Recomendaciones.....	214
Tramo : Ricardo Palma-Cupiche.....	214
Recomendaciones.....	214
Tramo: Cupiche - Corcona.....	215
Recomendaciones.....	217
Tramo : Corcona - Agua Salada.....	218
Recomendaciones.....	219
Tramo : Agua Salada - Oscolla.....	221
Recomendaciones.....	221
Tramo : Oscolla - Surco.....	223
Tramo : Surco - Matucana.....	223
Recomendaciones.....	231



	<u>PAG.</u>
Tramo: Matucana-San Mateo.....	232
Recomendaciones.....	233
Tramo: San Mateo-Casapalca.....	234
Recomendaciones.....	235
Tramo : Casapalca - Ticlio.....	236
Recomendaciones.....	237
Puentes.....	237

## CAPITULO XII

12.0. Conclusiones.....	253
-------------------------	-----

## CAPITULO XIII

13.0. Recomendaciones.....	266
BIBLIOGRAFIA.....	272
FOTOS.....	275
PLANOS.	



## INTRODUCCION

El presente trabajo se intitula "Efectos de las lluvias torrenciales en las obras de Ingeniería Civil en la Carretera Central", y nace en atención a los desastres naturales de 1,983.

En conjunto, enfoca cuatro temas principales relacionadas por causa y efecto : El fenómeno de "El Niño" , lluvias torrenciales, fenómenos de Geodinamica externa, y los efectos en las obras de Ingeniería Civil en la Carretera Central.

Partiendo desde "El Niño" con sus variaciones periódicas, y con la ayuda de datos estadísticos de temperatura, presión atmosférica, precipitación pluvial y vientos en la costa Norte, Centro y Sur del Perú, llegó a la Carretera Central comprendiendo que las lluvias torrenciales que en ella se producen tienen directa relación con las altas temperaturas del mar en el Pacífico Ecuatorial Oriental.

El presente estudio mayormente está concentrado en la "Zona Crítica" de la Carretera Central, vale decir, tramo Ricardo Palma-Matucana, ya que, los desastres naturales generalmente se producen en este tramo que es de 36 Ki



lómetros.

Por ser el río Rímac y sus quebradas tributarias focos y vías de transporte de huaicos y por tal motivo , causas de destrucción de pueblos, obras de Ingeniería Civil y desgracias personales, el presente estudio ha incidido más en el estudio de ellos, y dentro de las obras civiles, la carretera Central, por ser la más afectada y desprovista de obras de defensas en gran parte de su longitud, especialmente en la "Zona Crítica". Ya que el "Ferrocarril Central" transcurre, por lo General, paralelo y pegado a la Carretera Central, su comportamiento frente a los fenómenos de Geodinámica Externa, tales como huaicos, inundaciones, erosión, etc., es similar a la de este, por lo que en algunos casos, las recomendaciones que modestamente hago podrían servir para ambos.

Agradezco infinitamente al Ing. Julio Kuroiwa por sus sabias recomendaciones para el logro del presente trabajo de investigación, y a mis profesores por sus invalorables enseñanzas y consejos.

Wilton Celiz Angulo.



## CAPITULO I.

### I. CAUSAS DE LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC. EL FENOMENO DE "EL NIÑO"

#### 1.1. ACCION DE LOS VIENTOS Y CONDICIONES ANORMALES EN EL PACIFICO ECUATORIAL ORIENTAL.

Del movimiento de las nubes observados desde los satélites meteorológicos se dedujo que los vientos ecuatoriales durante 1,981 hasta junio de 1,982 fueron normales; el nivel del mar en la costa occidental del Pacífico estuvo más bajo que lo normal; la temperatura superficial del mar en la región ecuatorial del Pacífico estuvo normal en 1,981 y durante los primeros meses de 1,982. Solo a partir de mayo de este mismo año, la temperatura se elevó ligeramente, mientras que la temperatura a lo largo de la costa peruana estuvo más fría que lo normal durante los cinco primeros meses de 1982. A partir del mes de junio, las informaciones indicaron un calentamiento anormal en la región ecuatorial del Océano Pacífico Oriental. El Centro Nacional de Análisis climático de Norte América, en Washington, emitió un diagnóstico Climático Especial que hace referencia a un calentamiento anormal en la región ecuatorial del Pacífico Oriental. En este documento se indica que en los meses de setiembre y octubre de 1,982, las fluctuaciones climáticas a nivel glo-



bal han sido bastante anómalas. Los vientos del Este y Sudeste en el Pacífico Ecuatorial Central no sólo se encontraban debilitados sino que estaban soplando de Oeste a Este, es decir, que habían cambiado de dirección en  $180^{\circ}$ , situación que nunca antes había sido observada en el pasado. La temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial Oriental ya había alcanzado valores alarmantes, extendiéndose hasta cerca la costa Norte del Perú y costa Sur del Ecuador. (5) y (8)

Por otra parte, dos barcos científicos de los Estados Unidos de Norte América, el Conrad y el Researcher, realizaron observaciones; el Conrad en el Pacífico Ecuatorial Central y Oriental durante los meses de Setiembre y Octubre de 1982, mientras que el Researcher en el área del Pacífico Oriental, en noviembre. Ambos barcos encontraron aguas anormalmente calientes en sus rutas, así como la Termoclina hundida a profundidades nunca antes observadas. (5)

Desde que se tienen referencias a través de crónicas que han comentada anomalías sucedidas, se menciona que en 1971 se presentó una situación ambiental con características parecidas a la ocurrida en 1982-1983, es decir, se observó gran cantidad de peces muertos en el mar y en las playas del litoral peruano, lluvias torrenciales en las zonas Norte y Centro de la costa con los consiguienen



tes daños materiales y personales. Por entonces, las mediciones del volumen de las precipitaciones pluviales, temperaturas y presiones tanto en tierra como en el mar deben haber sido solamente referenciales. Igualmente se mencionan anomalías semejantes ocurridas en 1891 y 1925-1926. (8)

1.2. DESCRIPCION E INTERPRETACION DEL FENOMENO DE "EL NIÑO" SEGUN EL DR. KLAUS WYRTKI.

El Dr. Klaus Wyrтки, oceanógrafo de la Universidad de Hawaii, afirma que "El niño debe su origen a cambios de dirección de los vientos del Pacífico Ecuatorial, que normalmente corren de Este a Oeste y Sudeste a Oeste.

Afirma que las fluctuaciones del viento generan una perturbación en el Océano que se prolonga como una onda hacia el Este. Esta onda al prolongarse va hundiendo la TERMOCLINA (La termoclina es el nivel en el mar que separa las aguas superficiales de mayor temperatura y menor densidad de las aguas profundas y más densas). Cuando la termoclina está profunda, la cantidad de aguas cálidas es mayor. (figura Nº 1)

El Dr. Wyrтки ha documentado las observaciones de los



vientos, el nivel del mar y las profundidades de la termoclina en todo el Pacífico Tropical para el período 1960-1978. Basado en estas informaciones explica que "El Niño" se inicia durante la transformación de un sistema de circulación atmosférica a otra. En el primer Sistema de Circulación, los vientos del Este y Sudeste, en la región ecuatorial del Pacífico, se intensifican, así como la Corriente Ecuatorial Sur que fluye de Este a Oeste, al Sur del Ecuador.

El resultado de estas condiciones es la acumulación de aguas cálidas, el hundimiento de la termoclina y el aumento del nivel del mar en el Pacífico Occidental, mientras que la temperatura en el Océano Pacífico Oriental, especialmente frente a la costa del Perú es baja. Esta condición de la atmósfera y del Océano se desarrolla lentamente y puede perdurar por varios años.  
(5), (8), (10b)

En el Segundo Sistema de Circulación, los vientos del Este y Sudeste son débiles, la Corriente Ecuatorial Sur es lenta, la termoclina en el Pacífico Oriental se profundiza y la temperatura del mar es alta. Esta situación es típica en épocas de "El Niño". (figura Nº 2).



### 1.3. EL FENOMENO DE "EL NIÑO"

El Dr. Pablo Lagos, científico del Instituto Geofísico Nacional, define al "El Niño" como un fenómeno oceanográfico térmico, cuya característica principal es la elevación de la temperatura de las aguas superficiales del mar en una vasta región del Pacífico Ecuatorial Central y Oriental, bajo la acción de los vientos del Este y Sudeste, en una determinada época del año . (10b).

En general el fenómeno de "El Niño" se presenta todos los años frente a la costa del Perú con semejantes características, unos más intensos que otros, a partir del mes de diciembre, para retirarse a fines de marzo después de tres meses de duración. Cuando el fenómeno es intenso como en el año 1982-1983, suele adelantar su aparición y prolongar su estadía.

En los últimos cincuenta años, el fenómeno de "El Niño" ha ocurrido con cierta normalidad en doce oportunidades, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940-1942, 1957, 1958, 1965, 1971, 1972-1973, 1975-1976, 1982-1983, siendo la de 1982-1983 la que mayor daño material y personal causó, especialmente en las cuencas de la costa Norte del Perú, como Tumbes, Chira y Piura, donde los suelos por ser planos fueron afectados por inundación.



En los años de 1936, 1937, 1938 y 1939 se dieron tempe  
raturas muy altas en Lima, especialmente en 1939 en que  
la temperatura récord alcanzó los  $33.8^{\circ}\text{C}$ ; han pasado  
cerca de 50 años y la historia se repite ya que en el  
verano de 1982-1983 los termómetros marcaron en Lima  
una temperatura máxima de  $32^{\circ}\text{C}$ .

Los meteorologistas han encontrado, sin conocer la  
causa, que "El Niño" llega en ciclos de 4 a 5 años cau  
sando alzas de temperatura en las aguas. Aunque po-  
cos de estos episodios duran más de un año, casos de  
duración de dos años se registraron en 1877-1879 y  
1940-1942.

Los meteorologistas notan alguna similitud inquietan-  
te entre el fenómeno de 1982-1983 y el episodio de  
1877-1879, caracterizado por similares efectos, como  
son lluvias torrenciales, inundaciones, huaicos, de-  
susado verano de mucho calor y sequía.

Estos cambios anormales de la atmósfera y el clima no  
fueron exclusivos del Perú, puesto que similares mani  
festaciones se presentaron en otros países y continen  
tes.

Estas condiciones climáticas ocurren indudablemente  
en períodos de "El Niño", pero no con la mismas inten



sidad.

Cuando los vientos del Este y Sudeste se calman en el Pacífico Ecuatorial se produce pues la Corriente de "El Niño" cuyas aguas calientes, que en un principio estaban sostenidas por los vientos del Este en una vasta región del Pacífico Central Ecuatorial, fluyen luego con movimiento lento hacia el Este, llegando a la costa norte del Perú por lo general en el mes de diciembre, de ahí su nombre de "El Niño". (figura Nº 4).

Cuando este fenómeno se presenta con características propias ya conocidas, similares a anteriores eventos, decimos que el fenómeno de "El Niño" es normal, pero cuando el verano es extraño intenso y prolongado y el mar llega sobrecalentada provocando cambios atmosféricos y climáticos secundarios, decimos que "El Niño" es anormal.

Los investigadores oceanográficos han comprobado que este fenómeno tiene lugar en períodos completamente irrregulares hasta ahora impredecible. Según su intensidad y efectos no hay un fenómeno igual a otro y para diferenciarlos se ha fijado una primera clasificación en moderados, intensos y muy intensos, según la amplitud y profundidad de sus efectos. "El Niño" del período 1982 1983 fue muy intenso.



Cuando el fenómeno de "El Niño" es normal, sus efectos climáticos y ecológicos son moderados y se siente gradualmente de menos a más a lo largo de la costa y a nivel nacional. Este fenómeno tiene especial incidencia en los valles costeros de los ríos Chira y Piura , donde el clima por lo general árido y seco se convierten en clima tropical durante los meses de enero, febrero y marzo. El valle del Río Rímac también está bajo la influencia de este fenómeno.



Cuando el fenómeno de "El Niño" es anormal su efecto es a nivel nacional mediante lluvias torrenciales y sequías prolongadas como sucedió en el ardiente verano de 1982-1983.

En el verano de 1982-1983 las lluvias torrenciales llegaron con bastante anticipación, causando grandes desastres naturales especialmente en los valles de los ríos Tumbes, Chira y Piura en la Costa Norte y en el valle del Río Rímac en la costa central del País. Los daños en las obras de ingeniería civil fueron cuantiosas, especialmente en las vías de comunicación, puentes y obras de arte, campos de cultivo y edificaciones tanto urbanas como rurales. Según los datos del Instituto Nacional de Planificación las pérdidas sobrepasaron los mil millones de dólares. En 1983 el fenómeno de "El Niño" fue muy intenso igual que el ardiente verano que se prolongó hasta el mes de agosto.

#### 1.4. EXPLICACION DEL FENOMENO DE "EL NIÑO"

El hecho de que solamente las aguas superficiales del mar eleven de temperatura y bajen de densidad como lo demuestra la termoclina, nos induce a pensar que el agente calorífico no está en el fondo del mar



sino en el cielo. Esto quiere decir que el culpable de este fenómeno térmico en el Océano Pacífico Oriental es el Sol, ya que es el único agente calorífico en el cielo con capacidad para elevar la temperatura del mar durante un largo período de tiempo. La elevación de la temperatura de las aguas superficiales del mar, así como del aire se debe pues, a la influencia directa que ejerce el sol sobre ellas. (Fig. 2).

Durante el año, en el Océano Pacífico se originan consecutivamente dos Sistemas de Circulación de vientos a la cual se refiere el Dr. Klaus Wyrtki. El primer sistema de circulación de inicia el 23 de marzo y termina el 23 de setiembre, el segundo sistema de circulación de vientos se inicia el 23 de setiembre y termina el 23 de marzo del año siguiente.

En el primer sistema de circulación, los vientos del Este son fuertes en el Trópico de Cáncer, es decir, en el paralelo  $23^{\circ}27'$  Latitud Norte y débiles en la costa sur del Perú.

En el segundo sistema de circulación, los vientos del Este y Sudeste son fuertes en el Trópico de Capricornio, es decir, en el Paralelo  $23^{\circ}27'$  Latitud Sur y débiles en el Pacífico Ecuatorial, vale decir, en la



Costa Norte del Perú.

Paralelamente a estos dos sistemas de corrientes de vientos, se forman dos sistemas de corrientes marinas, respectivamente (Figura Nº 5).

Cada sistema de corrientes marina, a la vez, están conformadas de dos circuitos de corrientes marinas, la del Norte y la del Sur.

En el Primer Sistema de Corrientes Marinas, de marzo a setiembre, el Circuito de Corrientes Marinas del Norte tiene un movimiento circular en sentido horario y está limitado por los vientos fuertes del Este-Oeste y los contornos continentales de Asia y América del Norte. El Circuito de Corrientes Marinas del Sur tiene un sentido anti-horario y es más amplio que la del Norte y está limitado por los vientos fuertes del Este-Oeste y los contornos continentales de América Central, América del Sur y Oceanía. Este Circuito del Sur se caracteriza por tener aguas frías como consecuencia de corrientes frías como la de Humboldt, que en esta época del año, marzo-setiembre, llega hasta la Costa Norte del Perú trayendo gran cantidad de peces de aguas frías como la anchoveta. (Figura Nº 5a).

El 23 de setiembre, cuando los rayos solares perpendi-



culares cruzan la línea Ecuatorial de Norte a Sur, se inicia el Segundo Sistema de Circulación de Corrientes Marinas en el Pacífico y simultáneamente se inicia el fenómeno de "El Niño". Entonces, el Circuito de Corrientes Marinas del Sur se reduce y con ella la Corriente Fría de Humboldt se retira más hacia el Sur (Fig. 6). En cambio, el Circuito de Corrientes Marinas del Norte se amplía hacia el Sur llegando algunas veces hasta la costa Sur del Perú y Norte de Chile. Como los vientos ecuatoriales comienzan a tornarse cada vez más débiles a medida que los rayos solares perpendiculares se trasladan hacia el Paralelo  $23^{\circ}27'$  Latitud Sur, las corrientes marinas en el Ecuador Geográfico son más débiles. Esto ayuda a que se forme en el Pacífico Ecuatorial Oriental una extensa zona de aguas tranquilas ubicadas en una gran bahía continental conformada por las orillas costaneras del Norte del Perú, Ecuador y parte de América Central, por donde las corrientes marinas del norte no llegan a pasar sino débilmente. Estas aguas del mar así constituidas reciben una fuerte incidencia de los rayos solares que por esta época del año caen perpendicularmente sobre la superficie del mar (figura Nº 5b), en primera instancia entre los meses de setiembre y diciembre, cuando los rayos solares perpendiculares se desplazan entre el Ecuador Geográfico y el Paralelo  $23^{\circ}27'$  Latitud Sur y en segunda instancia, entre



los meses de diciembre y marzo, cuando los rayos solares perpendiculares se desplazan del Paralelo  $23^{\circ}27'$  Latitud Sur al Ecuador Geográfico. En este ciclo sube la temperatura del aire y del mar, baja la densidad del aire, y los rayos solares quemán con mayor intensidad, a lo largo y ancho del Pacífico Ecuatorial Oriental.

A partir del 23 de marzo, el fenómeno de "El Niño" tiende a desaparecer gradualmente de la misma forma como apareció, ya que sus aguas, que hasta entonces permanecen tranquilas, comienzan a moverse siguiendo la misma dirección que la de los vientos del Este y Sudeste. Las aguas calientes de esa zona comienzan a desaparecer gradualmente por acción de los vientos del Este y Sudeste y por la influencia de la Corriente Fría de Humboldt, que nuevamente hace su presencia por esta zona formando parte del Circuito de Corrientes Marinas del Sur que son muy frías por arrastrar aguas polares de la Antártida. La fuerte influencia calórfica de los rayos solares perpendiculares se alejan también de esta zona para trasladarse, ahora, hacia el Norte del Ecuador Geográfico. (Fig. 6).

#### 1.5. MANIFESTACIONES DEL FENOMENO DE "EL NIÑO" 1982 - 1983.

En 1982-1983, la Corriente de "El Niño" se adelanta



tó y apareció en la primavera, cuando la presión atmosférica en el extremo Oeste del Pacífico comenzó a alzarse, mientras que la presión bajaba a lo largo de las costas de América. La diferencia de presión resultante redujo la fuerza de los vientos, tornándolas débiles. A medida que las presiones del aire cambiaban en altibajos a lo ancho del Pacífico, los vientos no solamente se debilitaron sino que comenzaron a soplar en sentido contrario, y las aguas templadas y superficiales del mar sostenidas hasta entonces por estos vientos, comenzaron lentamente a correr de Este a Oeste hacia las costas del Perú. En el mes de mayo de 1983 la temperatura registrada en algunas áreas del mar fue de 89°F, (49.44°C) es decir 11°F arriba de lo normal en un "Niño" normal, que es el mayor incremento en 100 años (Fig. Nº 4).

Autoridades peruanos estiman que las aguas sobrecalentadas del mar han destruido cerca de la mitad de la pesca comercial del país. Vientos, olas y tormentas afectaron la costa norte y centro del Perú, mientras que el Departamento de Puno, simultaneamente soportaba una cruel y prolongado sequía.

El país entero se conmovió ante los desastres naturales que ocasionaron pérdidas materiales por un valor de Mil millones de Dólares, según datos del Instituto Nacio-



nal de PPlanificación. En el Norte y centro de la costa peruana llovió más de lo acostumbrado causando grandes pérdidas materiales y personales por efecto de inundación, erosión, huaicos, etc. En la Cuencia del Río Rímac, específicamente entre el Callao y el distrito de Matucana y a lo largo del Río Rímac, los daños causados por las precipitaciones pluviales fueron producidas por deslizamientos, huaico, sedimentación, represamiento, desborde, inundación, erosión de riberas socavamiento, filtración, derrumbe y desprendimiento de rocas, donde las vertientes reseca, removidas y meteorizadas, cedieron ante la arremetida de las lluvias torrenciales, avenidas y torrenciales.

Contrariamente, Puno soportó la sequía más severa de los últimos 45 años; el Lago Titicaca perdió agua por evaporación del orden de 30,000 millones de metros cúbicos, es decir, un volumen igual al de todos los ríos de la costa durante un año, sin embargo estos 30 kilómetros cúbicos de agua de pérdida por evaporación son apenas el 3% de la masa total del lago que es de 1,000 kilómetros cúbicos.(5) La incidencia de la sequía sobre la ecología puneña fue tremenda; las cosechas se perdieron en su totalidad, y los campesinos emigraron hacia las ciudades grandes, especialmente hacia Lima. En el mar, la Corriente fría de Humboldt se quedó rezagada hasta el mes de agosto por la que la pesca sufrió



un duro golpe; y el verano que fue ardiente y sofocante se alargó también hasta agosto.

Todo hace indicar que los fenómenos más intensos, impactan directamente con mayor nitidez en las zonas Norte y Centro de la Costa del Perú, así como en el Sur del Ecuador. (5), (8), (9)

#### 1.6. INFORMACIÓN METEOROLOGICA.

Gran parte de la información meteorológica, correspondió a la registrada en catorce estaciones costeras (Figura Nº 9) de las cuales existen cuatro parámetros, a saber : Temperatura, precipitación, presión atmosférica y velocidad del viento.

Estas estaciones son las siguientes:

<u>Estación</u>	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>
- Puerto Pizarro	03°30'S	80°28' W
- Tumbes	03°33'S	80°23' W
- Talara	04°34'S	81°16' W
- Chiclayo	06°47'S	79°50' W
- Puerto Chicama	07°42'S	79°25' W
- Trujillo	08°05'S	79°06' W
- Chimbote	09°08'S	78°31' W
- I. Don Martín	11°01'S	77°40' W



<u>Estación</u>	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>
- Callao	12°00'S	77°07' W
- Pisco	13°44'S	76°13' W
- San Juan de Marcona	15°20'S	75°08' W
- Punta Atico	16°14'S	73°42' W
- Punta Coles	17°42'S	71°23' W
- Tacna	18°03'S	70°16' W

Asimismo, para el trazado de las isoyetas en una área que va desde la cuenca del Río Tumbes a la del Río Virú, se han utilizado 150 estaciones (figura Nº 10) (9c).

## 1.7. ANALISIS DE LA INFORMACION

### 1.7.1. TEMPERATURA.

La anomalía térmica, vinculada al fenómeno de interacción océano-atmosfera de 1982-1983, se clasifica como una de las más intensas que hayan ocurrido en la región de la costa Norte y Centro del Perú. La temperatura del aire inició un ligero incremento en julio de 1982. Este incremento fue gradualmente intensificándose, haciéndose muy notable durante la segunda quincena de noviembre de 1982, donde superó manifestaciones semejantes ocurridas en los años de 1972 -



1973 y 1976-1977 (cuadro Nº 1)

La anomalía térmica en la costa peruana, se ha registrado con mayor intensidad en la zona central de la costa (Fig. 11) y esto es atribuido a que en la costa norte normalmente las temperaturas son relativamente más altas que en el Centro y Sur, así tenemos que la zona costera más afectada por las altas temperaturas ha estado comprendida entre los paralelos  $07^{\circ}$  Latitud Sur y  $15^{\circ}$  Latitud Sur.

Entre Talara y San Juan, la temperatura media mensual osciló entre los  $2.9^{\circ}\text{C}$  y  $7.7^{\circ}\text{C}$ , sobre sus valores normales, entre los meses de diciembre de 1982 y mayo de 1983. La anomalía térmica se observó con intensidad significativa desde noviembre de 1982 a julio de 1983, iniciándose un decrecimiento rápido, aproximándose a sus valores normales entre noviembre y diciembre de 1983 .

(9c)

#### 1.7.2. VIENTOS EN SUPERFICIE

Los vientos en la costa peruana, han presentado una dirección de componente Sur, es decir paralelo a su dirección que normalmente tienen, exceptuando en Talara que desde marzo de 1982 varió a SE (Figura Nº 12).



En cuanto a su velocidad, en la zona norte se observó una disminución desde agosto de 1982, la misma que progresivamente fue descendiendo hasta abril de 1983, teniendo valores de casi un nudo en Talara, contra ca torce nudos que es la velocidad normal para ese mes, luego se inició un progresivo retorno a su normalidad.

En Chimbote, se observó una disminución de la velocidad del viento desde mayo de 1982 de casi cinco nudos debajo de su valor normal, esta diferencia se ha mantenido casi estacionaria hasta mayo de 1983, a partir del cual rendió paulatinamente a normalizarse.

En el Callao, se incrementó la velocidad del viento entre uno y cuatro nudos sobre sus valores normales, entre junio de 1982 y setiembre de 1983, tendiendo a normalizarse a partir de octubre.

En San Juan de Marcona, se observó un incremento de la velocidad del viento desde diciembre de 1982, esta anomalía se presentó con uno y dos nudos de diferencia sobre lo normal entre enero y febrero de 1983 respectivamente, volviendo de nuevo a un nudo sobre lo normal entre marzo y abril, luego a dos nudos sobre su valor normal entre mayo y junio de 1983, para normalizarse en julio; descende a un nudo sobre su va



lor normal en agosto y vuelve a tener a subir un nudo en setiembre, tendiendo a normalizarse en octubre de 1983. (9c).

### 1.7.3. PRESION ATMOSFERICA EN SUPERFICIE .

La presión atmosférica en la región de la costa, inició un ligero decremento en junio de 1982 (cuadro Nº 2). Este decremento se intensificó desde noviembre de 1982 hasta julio de 1983 particularmente en las zonas Norte y Centro, acusando un valor ligeramente negativo en la zona Sur (Figura Nº 13).

En Talara, la presión atmosférica sufrió un descenso en setiembre de 1982, esta depresión fue gradualmente bajando hasta enero de 1983 donde sobrepasó dos hectopascales. Entre marzo y abril la desviación negativa disminuyó a un hectopascal con respecto a su valor normal, para volver a descender nuevamente a dos hectopascales entre abril y julio de 1983, tendiendo a normalizarse en agosto de 1983.

En Chimbote, la presión inicio su descenso en octubre de 1982, conservando esa tendencia hasta enero de 1983 para entonces se registró una presión de dos hectopascales debajo su valor normal. Luego entre febrero y marzo tiende a subir ligeramente hacia su valor nor-



mal, haciéndose más notorio entre mayo y junio para llegar a su normalidad en agosto de 1983.

En el Callao, se observó el inicio de la anomalía en mayo de 1982, esta anomalía fue gradualmente incrementándose para superar los dos hectopascales en enero de 1983. Este valor siguió estacionario hasta mayo, cuando se incrementó nuevamente, llegando a tres hectopascales entre junio y julio, normalizándose en una evolución rápida en agosto de 1983.

En San Juan de Marcona, la presión atmosférica sufre un descenso en octubre de 1982, prosiguiendo esa tendencia con ligeras variaciones hasta julio de 1983. La depresión alcanzó sus valores máximos entre noviembre de 1982 y mayor de 1983, sin llegar a superar 1.5 hectopascales con respecto a sus valores normales. (9c)

#### 1.7.4. DISTRIBUCION DE LAS PRECIPITACIONES.

Las precipitaciones pluviales se manifestaron con especial significación en la Costa Norte, superando todos los registros con que se cuenta (figura Nº 14). De noviembre de 1982 a setiembre de 1983, las precipitaciones ocurridas en Tumbes fueron 29 veces más de lo normal; en Talara 226 veces



más; en Piura 62 veces más y en Chiclayo 8 veces más de lo normal (gráfico Nº 1). Cabe destacar que desde el 4 de enero de 1983 hasta el mes de mayo del mismo año, las lluvias se presentaron en forma continua en esta zona, disminuyendo su frecuencia en junio y retornando a su normalidad en el mes de julio. (cuadro Nº 3).

Los valores normales, fueron largamente superados, así tenemos que en Tumbes, el promedio para marzo no superaba los 47.0 mm., pero en 1983 las lluvias torrenciales superaron los 500.0 mm., en febrero totalizaron más de 557.0 mm. y en mayo 1242.0 mm.

En Piura, ocurrió algo parecido; normalmente el mes más lluvioso es marzo, y el promedio no supera los 17.0 mm., pero en 1983 superó los 400.0 mm. totalizando en abril 653.0 mm., esto como referencia, pues las precipitaciones en Tumbes y Piura se consideran las más intensas que existen registros.

Las precipitaciones se presentaron con menos intensidad y frecuencia de Lambayeque hacia el Sur de la costa, pero causando significativos daños, pues estas zonas no están preparadas para afrontar precipitaciones intensas ni moderadas.



En la zona Central y Sur de la Costa, las precipitaciones fueron menores, aunque en las partes media de las cuencas de los ríos de la costa Central, específicamente en la Cuenca del Río Rímac, fueron intensas y en la zona Sur se presentaron en localidades muy próximas al mar en cantidades entre moderadas y ligeras.

En la región de la Sierra, las precipitaciones se observaron con irregularidad, pero fueron mayores a sus normales en el Norte, variables en el Centro y deficientes en la Zona Sur, donde tuvo características de sequía como ocurrió en el departamento de Puno. (cuadro Nº 4) (9c).

#### D.1. Precipitaciones Máximas en 24 horas (mm.)

En la Zona Norte entre los meses de enero y abril de 1983 se registraron las máximas precipitaciones en 24 horas (gráfico Nº 1) .



PRECIPITACIONES PLUVIALES OCURRIDAS EN EL EXTREMO NORTE DE LA COSTA DE NOVIEMBRE 1982  
A SETIEMBRE 1983 CON RESPECTO A SUS NORMALES (mm.)

CUADRO Nº 3

MES	TUMBES		TALARA		PIURA		CHICLAYO	
	1983	Normal	1983	Normal	1983	Normal	1983	Normal
ENERO	353.9	21.4	167.1	0.1	408.0	5.6	37.1	7.3
FEBRERO	557.1	25.8	167.0	0.5	204.0	8.2	3.0	2.5
MARZO	514.2	46.7	296.0	5.5	431.0	17.0	53.0	10.7
ABRIL	530.0	32.8	400.0	0.4	653.0	4.3	85.0	2.7
MAYO	1242.8	3.7	408.0	0.0	512.0	0.1	35.0	0.5
JUNIO	550.3	0.2	217.0	0.0	178.0	0.0	13.0	1.0
JULIO	118.3	0.4	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0	0.1
AGOSTO	0.0	0.7	0.0	0.7	0.0	0.8	0.0	0.5
SEPTIEMBRE	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.7
<b>TOTAL</b>	<b>3866.9</b>	<b>131.7</b>	<b>1655.4</b>	<b>7.2</b>	<b>2386.0</b>	<b>37.6</b>	<b>226.1</b>	<b>25.8</b>

SENAMHI.



PRECIPITACIONES PLUVIALES OCURRIDAS EN LA SIERRA SUR EN LA TEMPORADA 1982-1983 Y SUS VALORES NORMALES

EN mm.

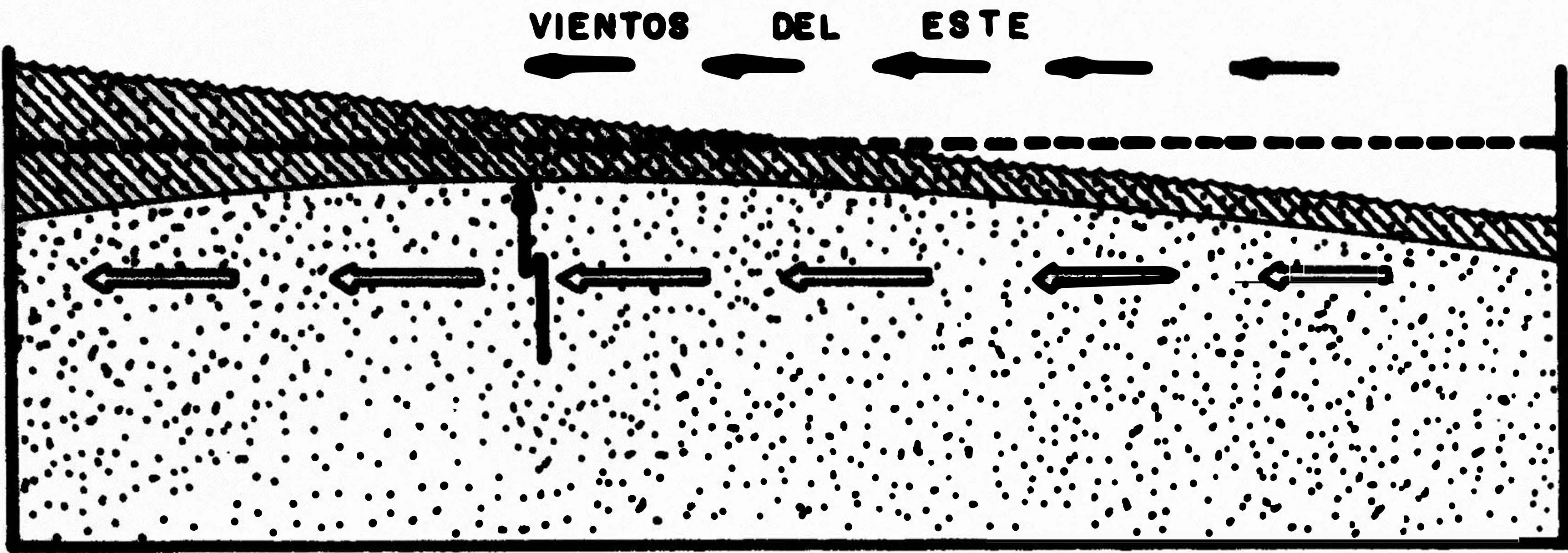
CUADRO Nº 4

MES	CUSCO		JULIACA		AREQUIPA	
	1982-83	Normal	1982-83	Normal	1982-83	Normal
NOVIEMBRE	104.9	75.9	118.9	49.7	2.9	0.9
DICIEMBRE	63.6	126.1	17.5	90.1	5.4	4.3
ENERO	100.0	141.5	52.4	118.1	0.0	31.1
FEBRERO	82.4	140.2	102.8	105.4	0.0	46.3
MARZO	46.1	101.4	27.7	98.9	0.0	23.3
ABRIL	8.3	57.0	40.0	31.9	0.0	0.4
<b>TOTAL</b>	<b>405.3</b>	<b>642.1</b>	<b>359.3</b>	<b>494.6</b>	<b>8.3</b>	<b>106.3</b>

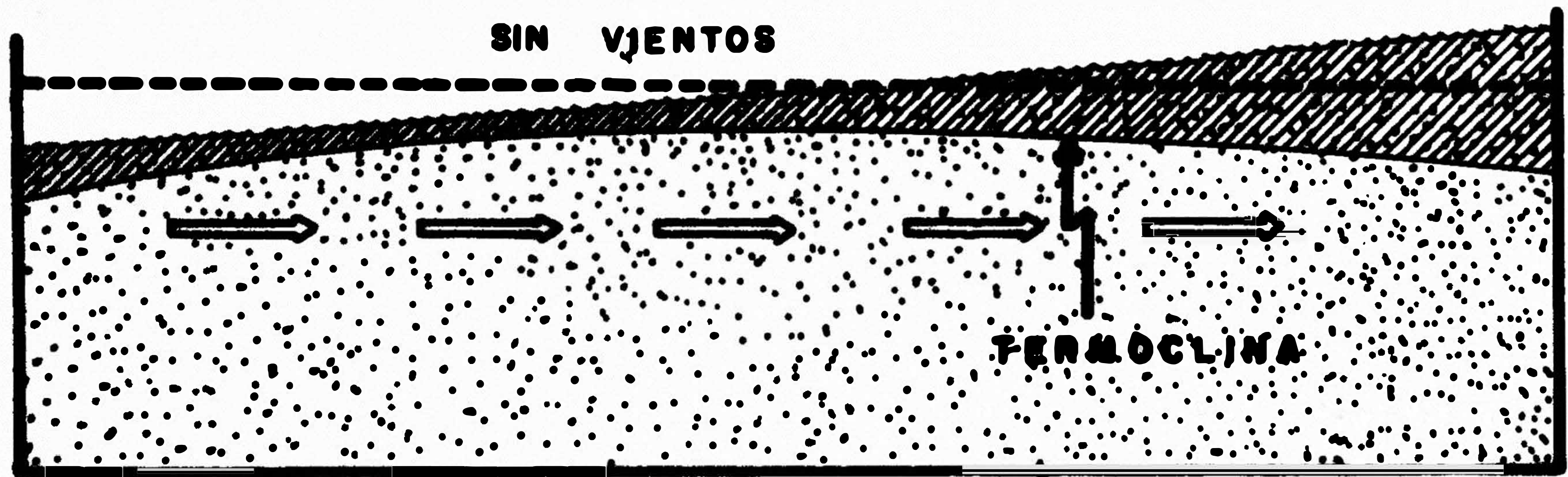
SENAMHI.



**ANTES DE "EL NIÑO"**



**DURANTE "EL NIÑO"**



**PACÍFICO OCCIDENTAL (COSTA DE INDONESIA)**

**PACÍFICO ORIENTAL (COSTA DEL PERU)**

**FIGURA N° 1**  
**DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA CIRCULACION OCEANICA EN EL PACIFICO TROPICAL ANTES Y DURANTE "EL NIÑO". NOTESE LA VARIACION DE LA TERMOCLINEA.**



FIGURA N° 2

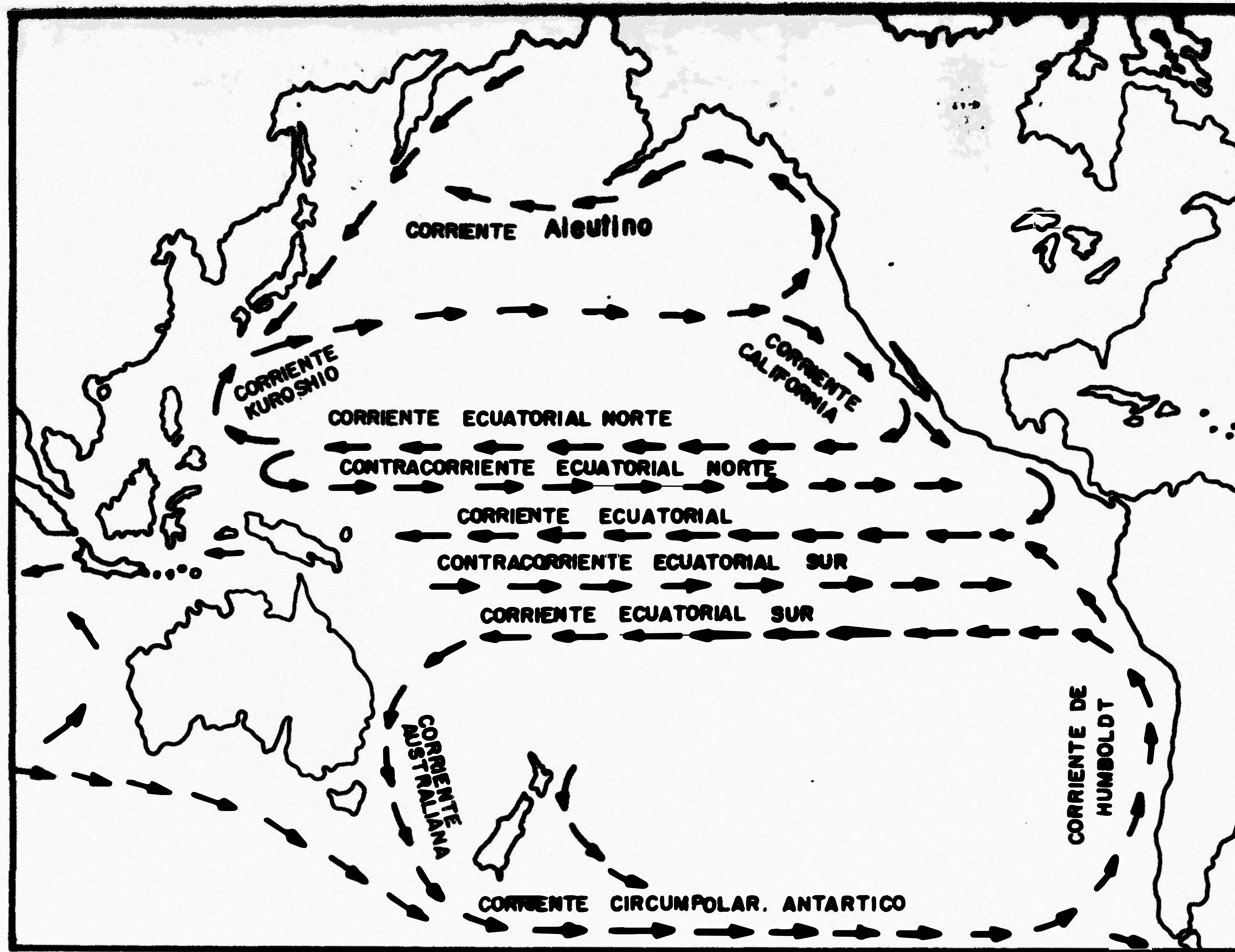
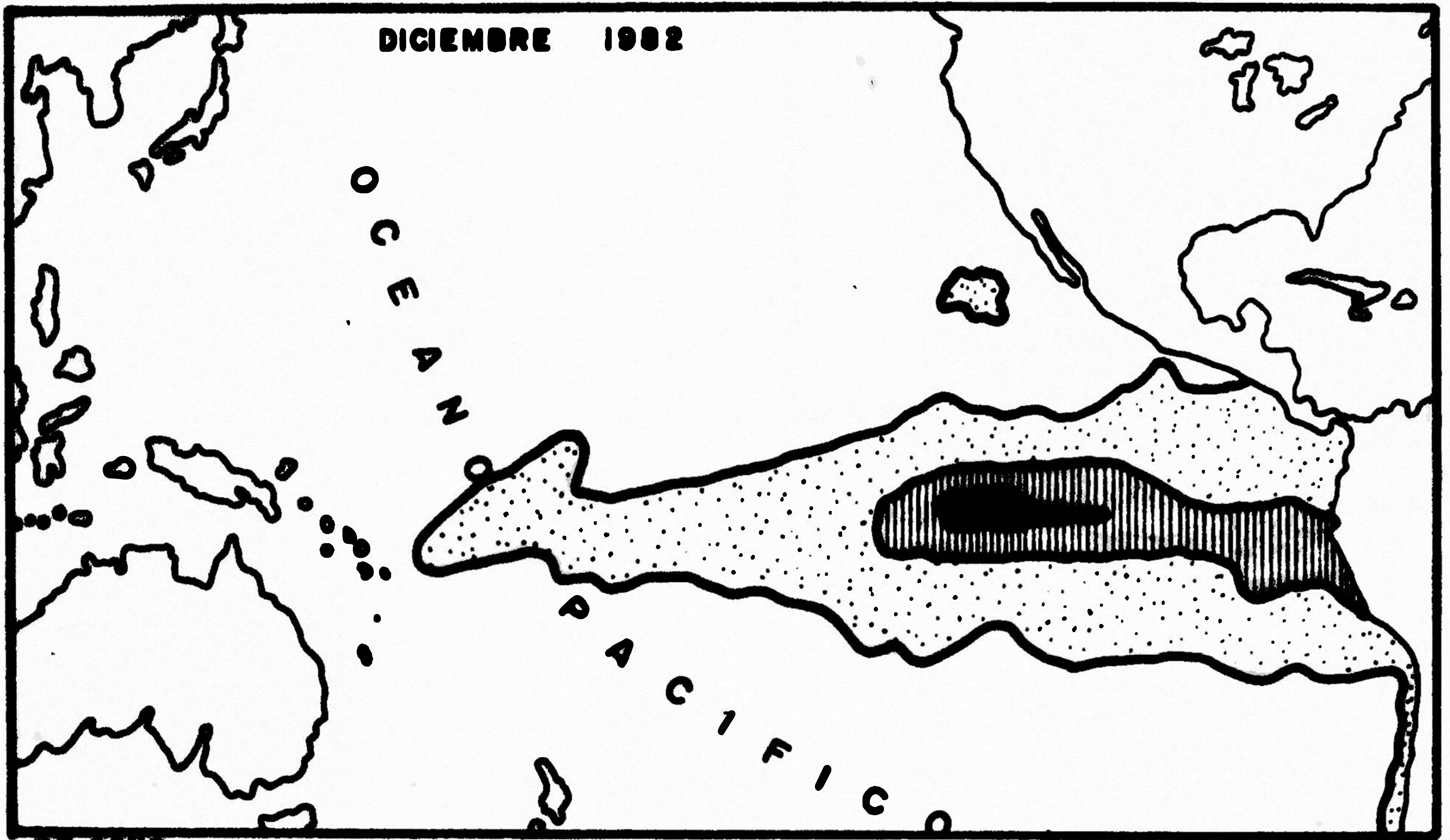


FIGURA N° 2. EL SISTEMA DE CORRIENTES MARINAS EN EL PACIFICO.





49.44°C

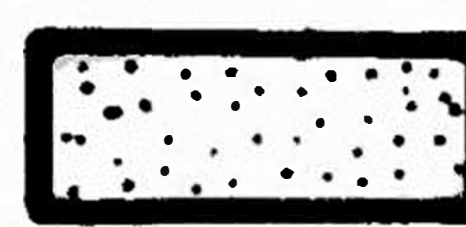
43.00°C



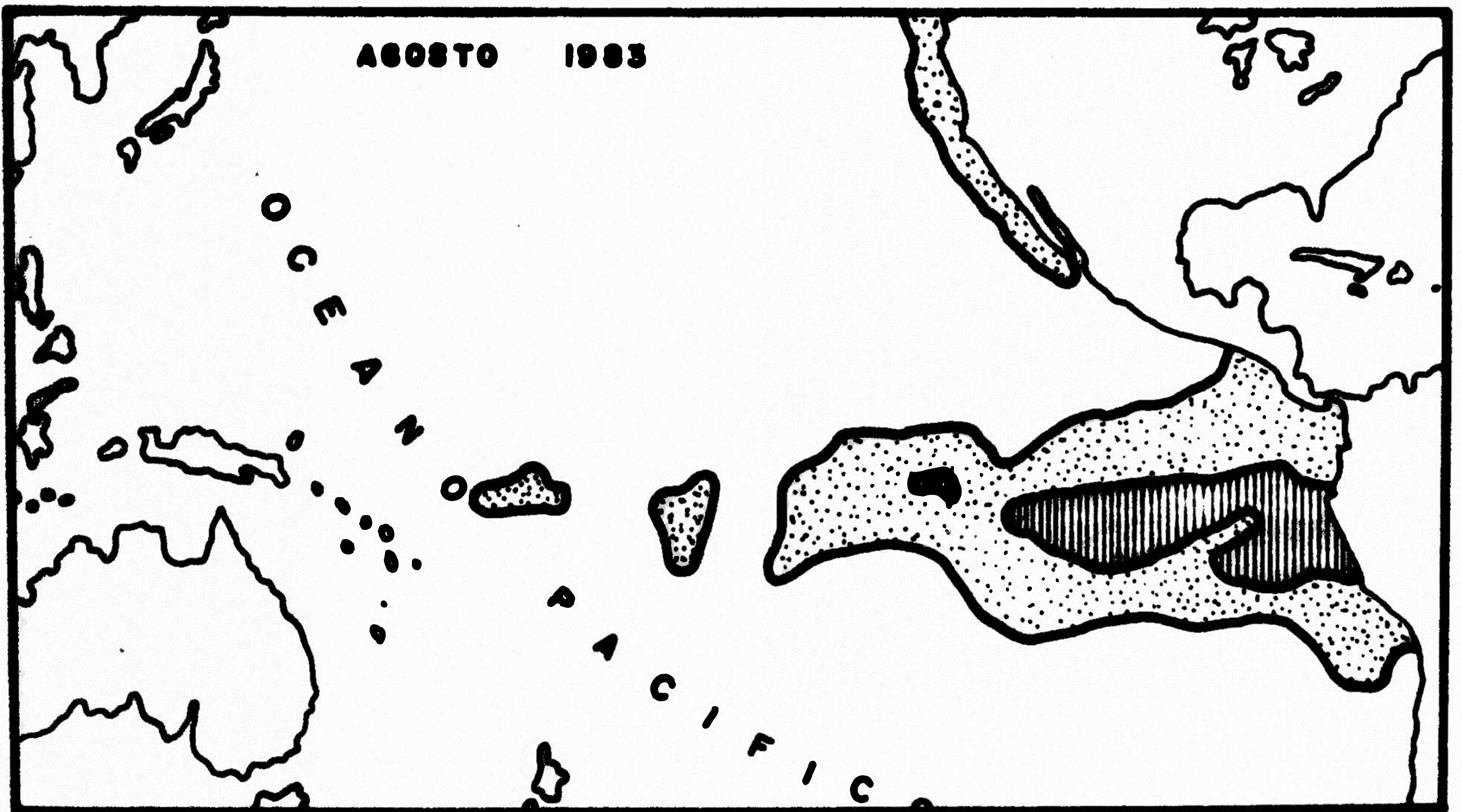
**MUY CALIENTE**



**CALIENTE**



**TIBIO**

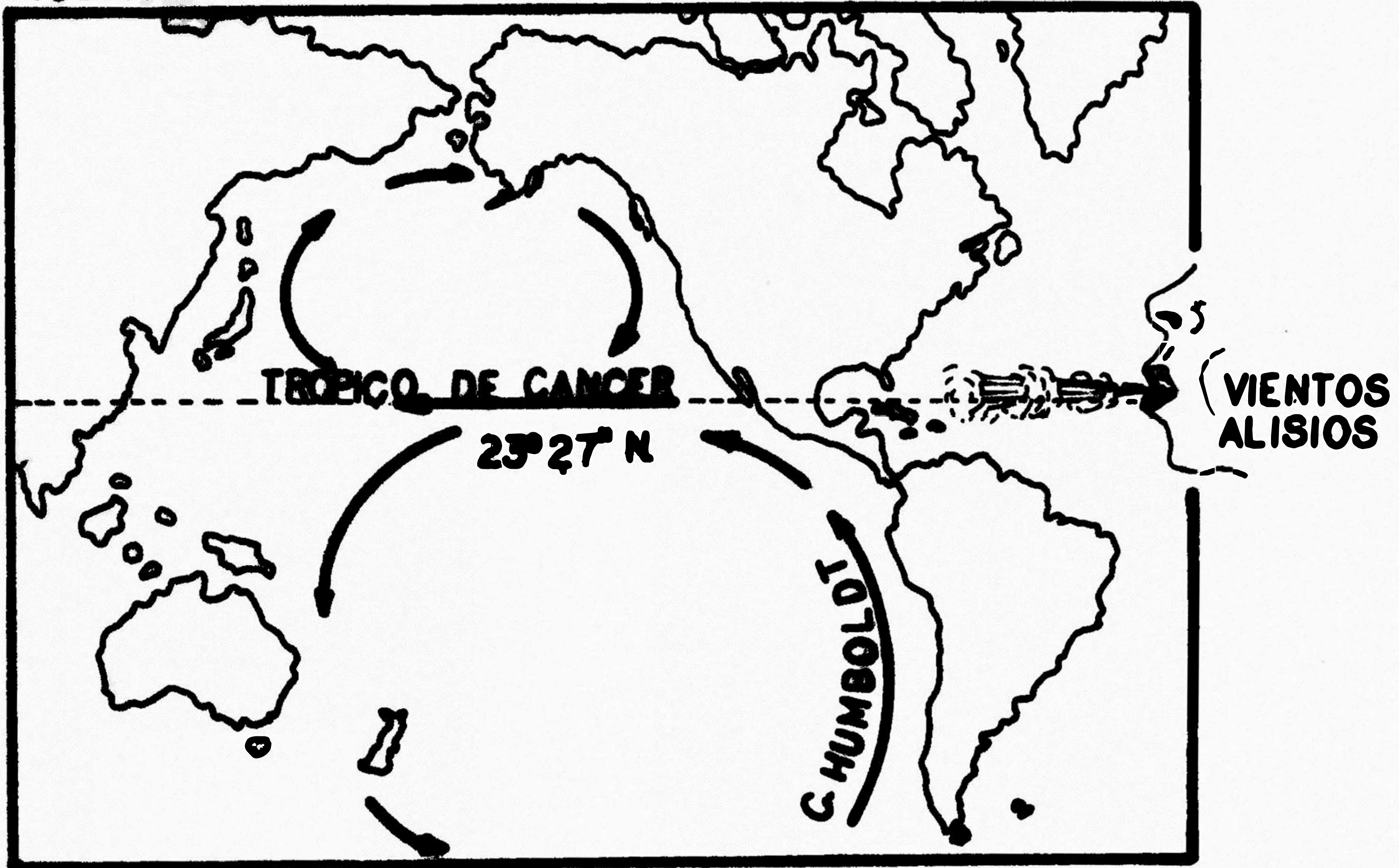


**FIGURA N° 4**

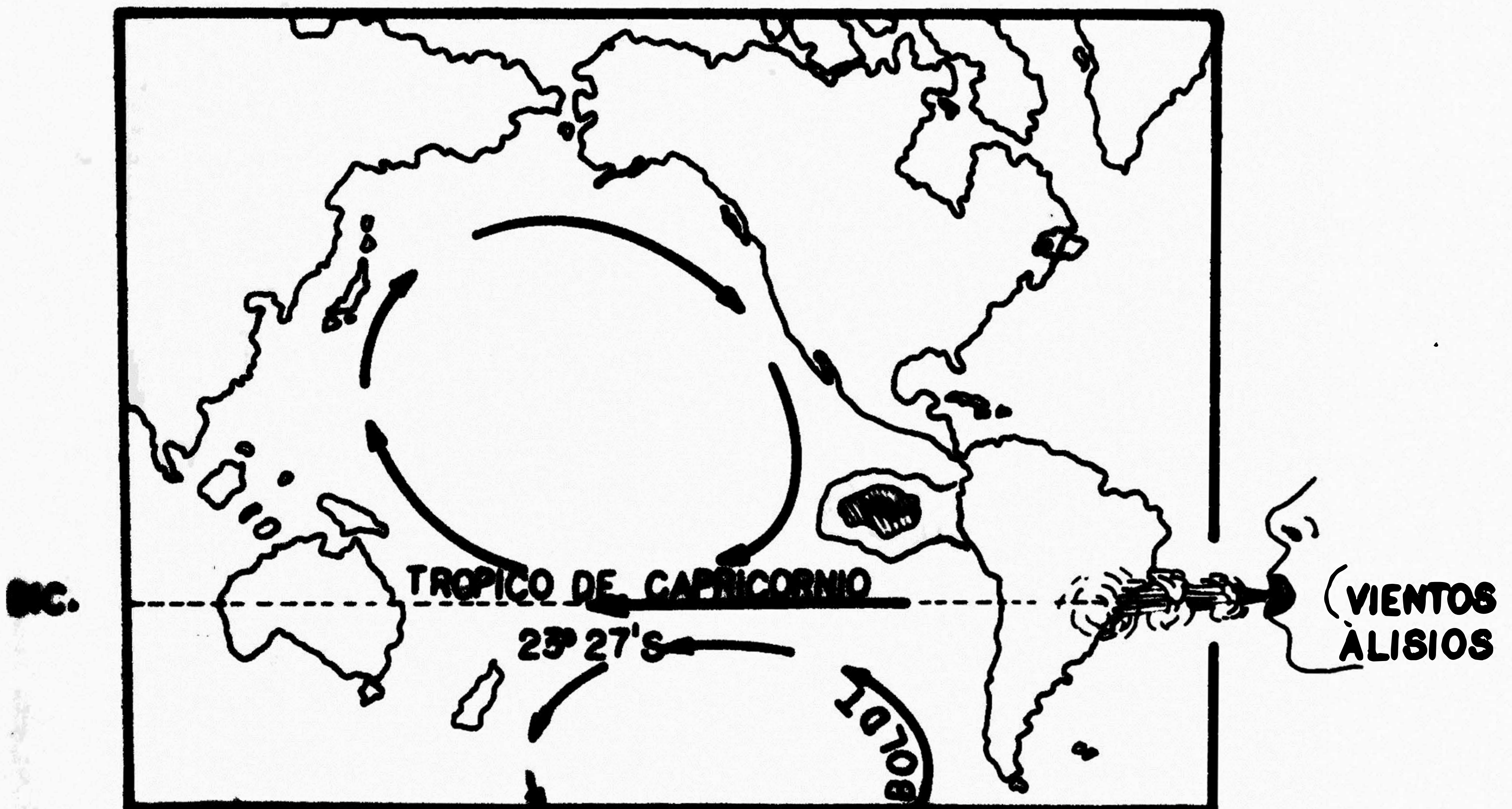
**TEMPERATURA SOBRE LO NORMAL**



FIGURA Nº 5



5 a.- DISTRIBUCION DE LAS CORRIENTES MARINAS EN EL PACIFICO CUANDO LOS VIENTOS ALISIOS SOPLAN CON MAYOR FUERZA EN EL TROPICO DE CANCER



5 b.- DISTRIBUCION DE LAS CORRIENTES MARINA EL PACIFICO CUANDO LOS VIENTOS ALISIOS SOPLAN CON MAYOR FUERZA EN EL TROPICO DE CAPRICORNIO. EL NINO SE UBICA EN UNA ZONA DE TRANQUILIDAD



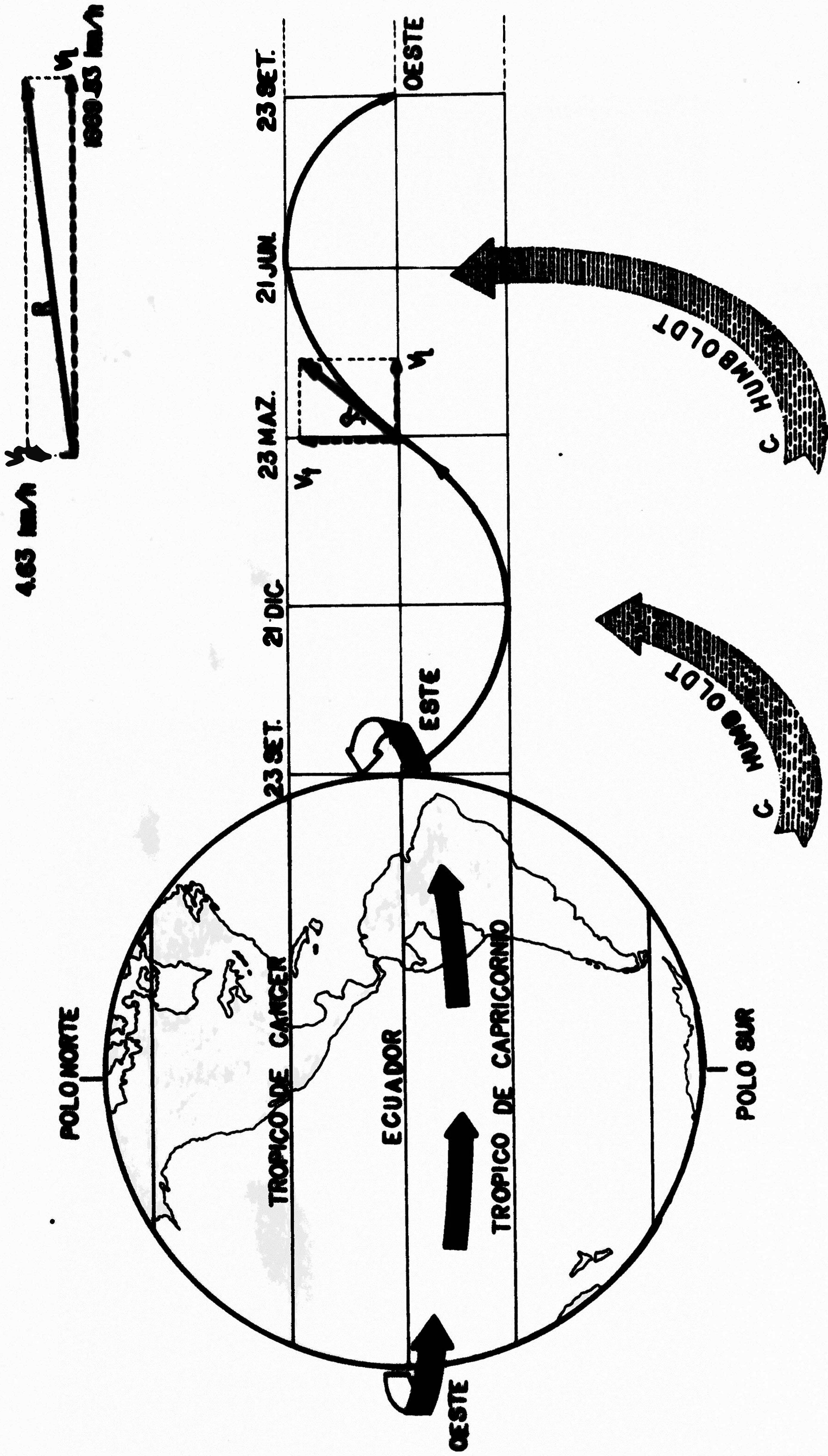
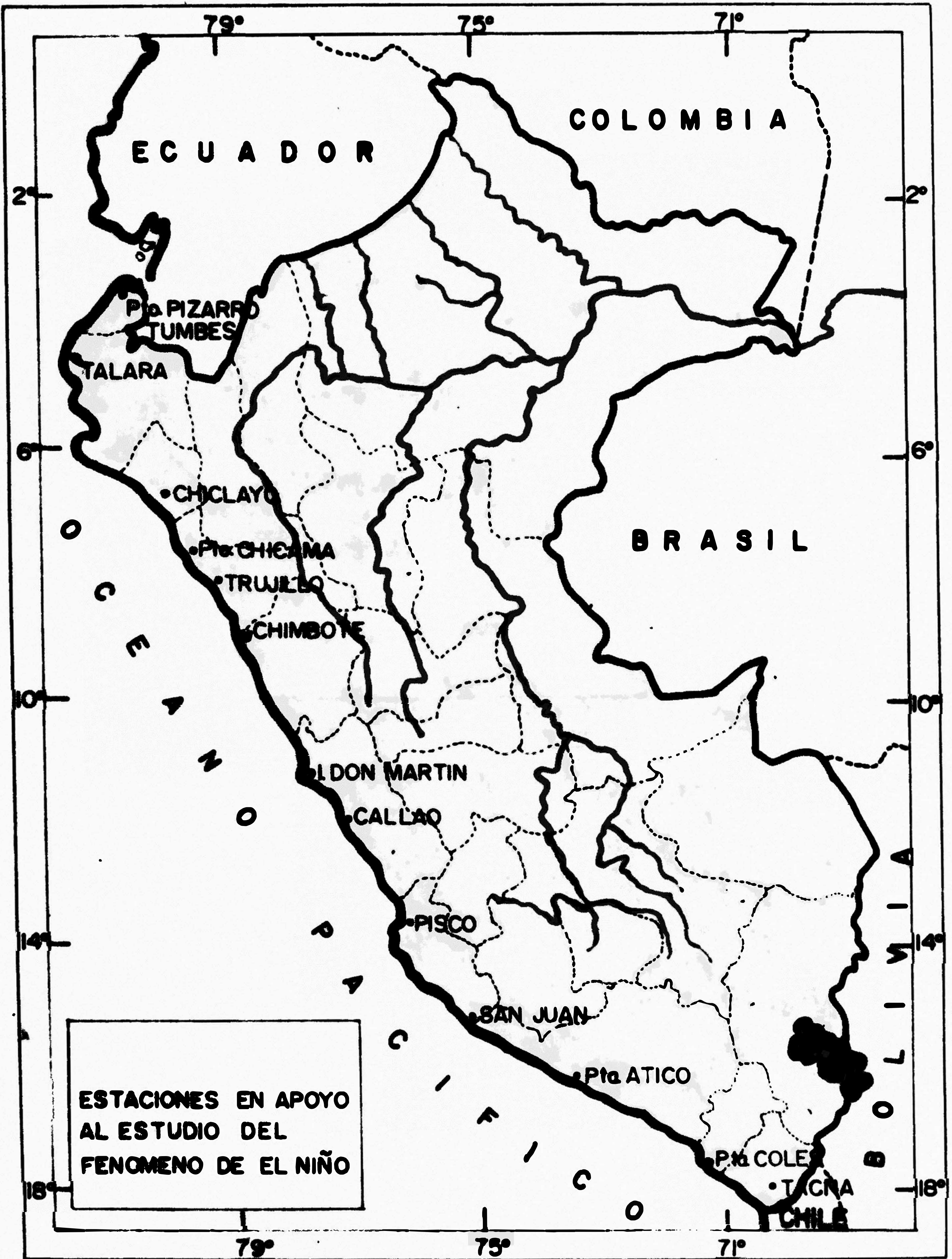


FIGURA Nº 6 LA SINUSOIDE O TRAYECTORIA DE LOS RAYOS SOLARES PERPENDICULARES

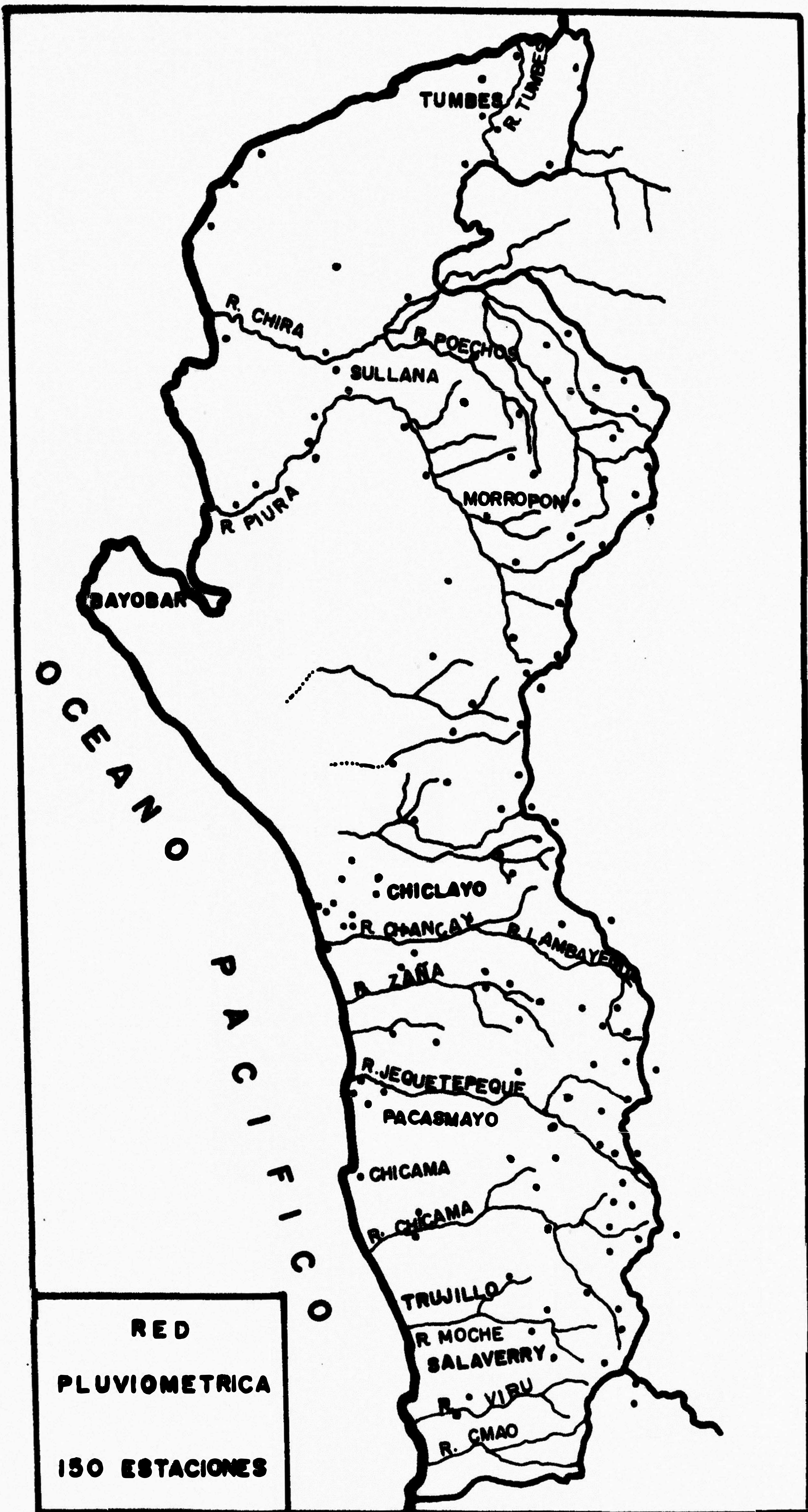


FIGURA N° 9



SENAMHI





Fuente : SENAMHI

FIGURA N° 10



FIGURA N° 11

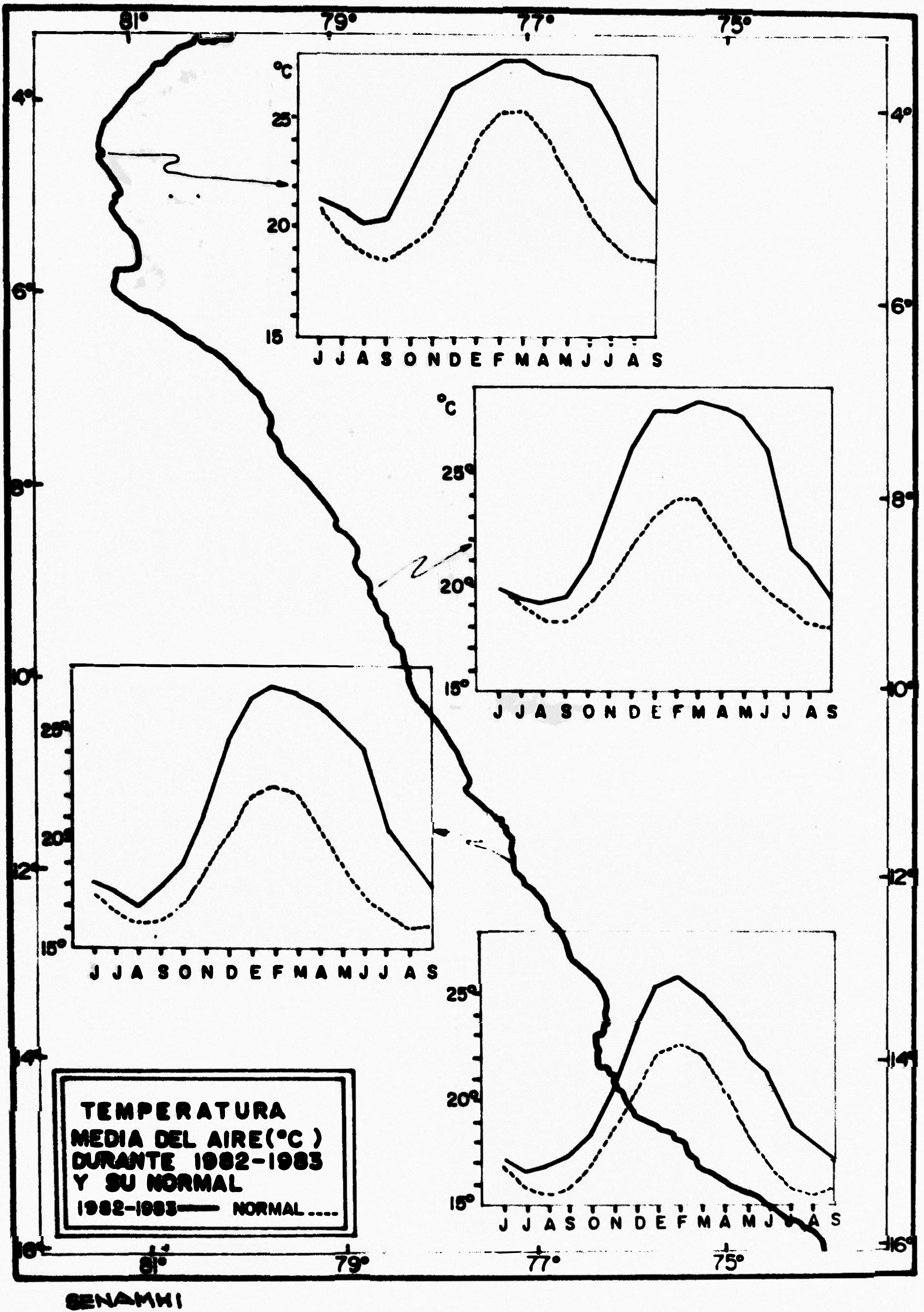
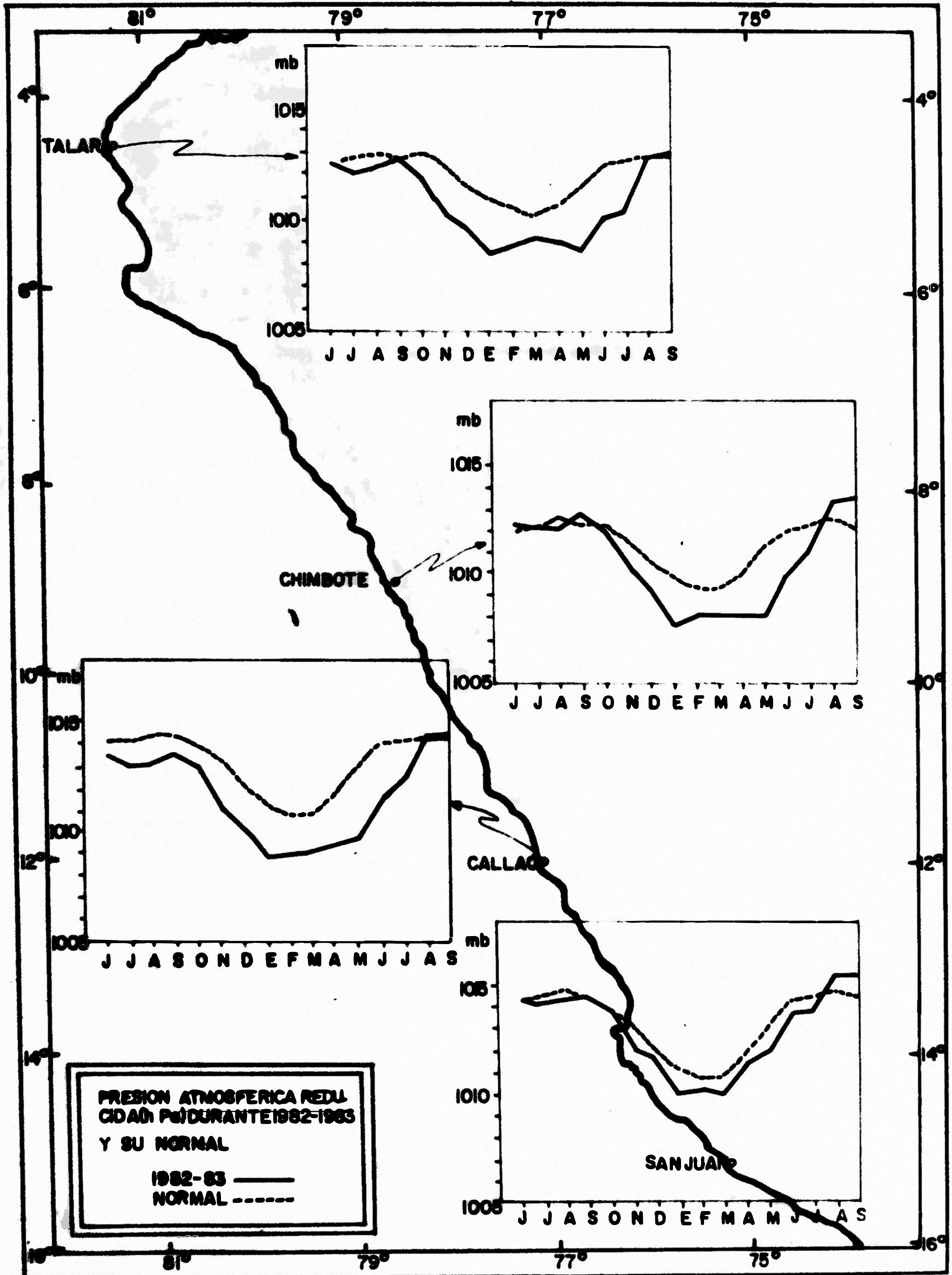








FIGURA N° 13

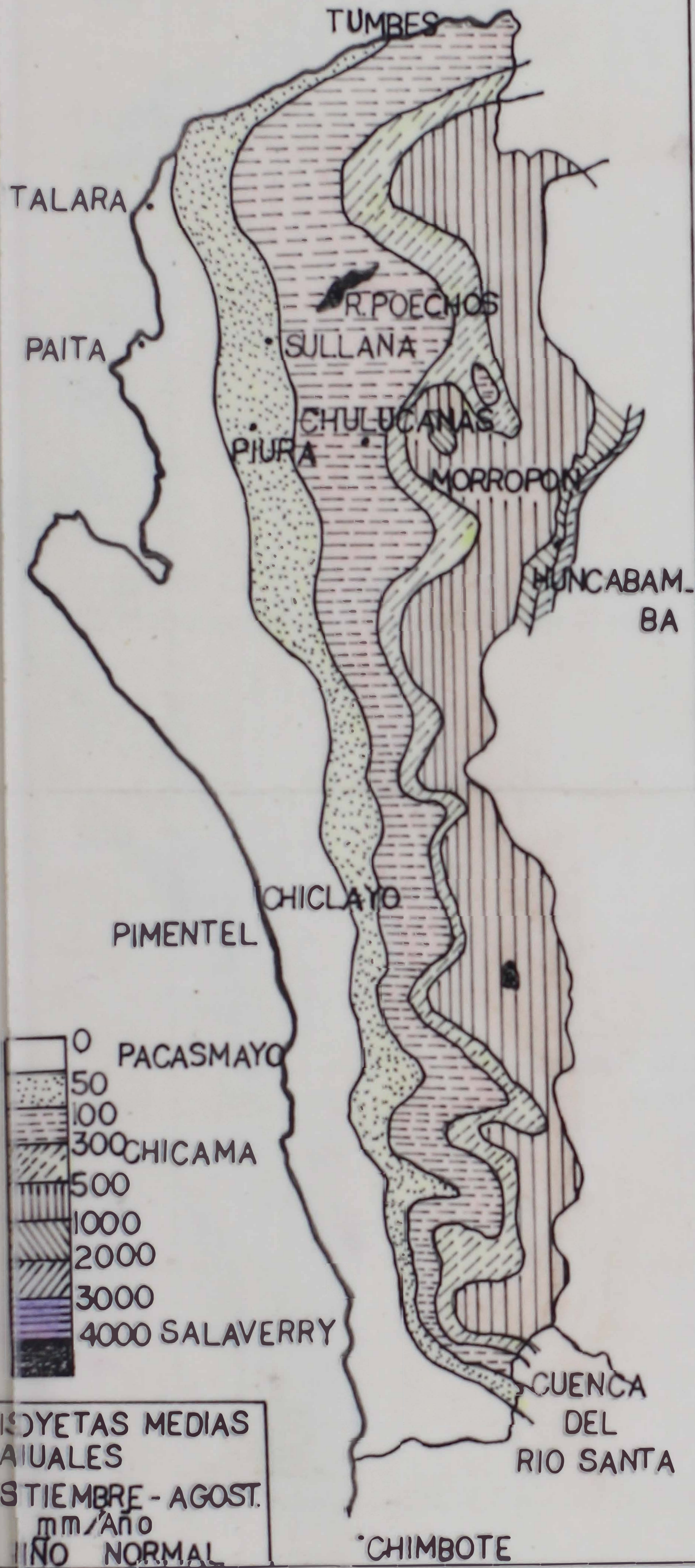


SENAMHI

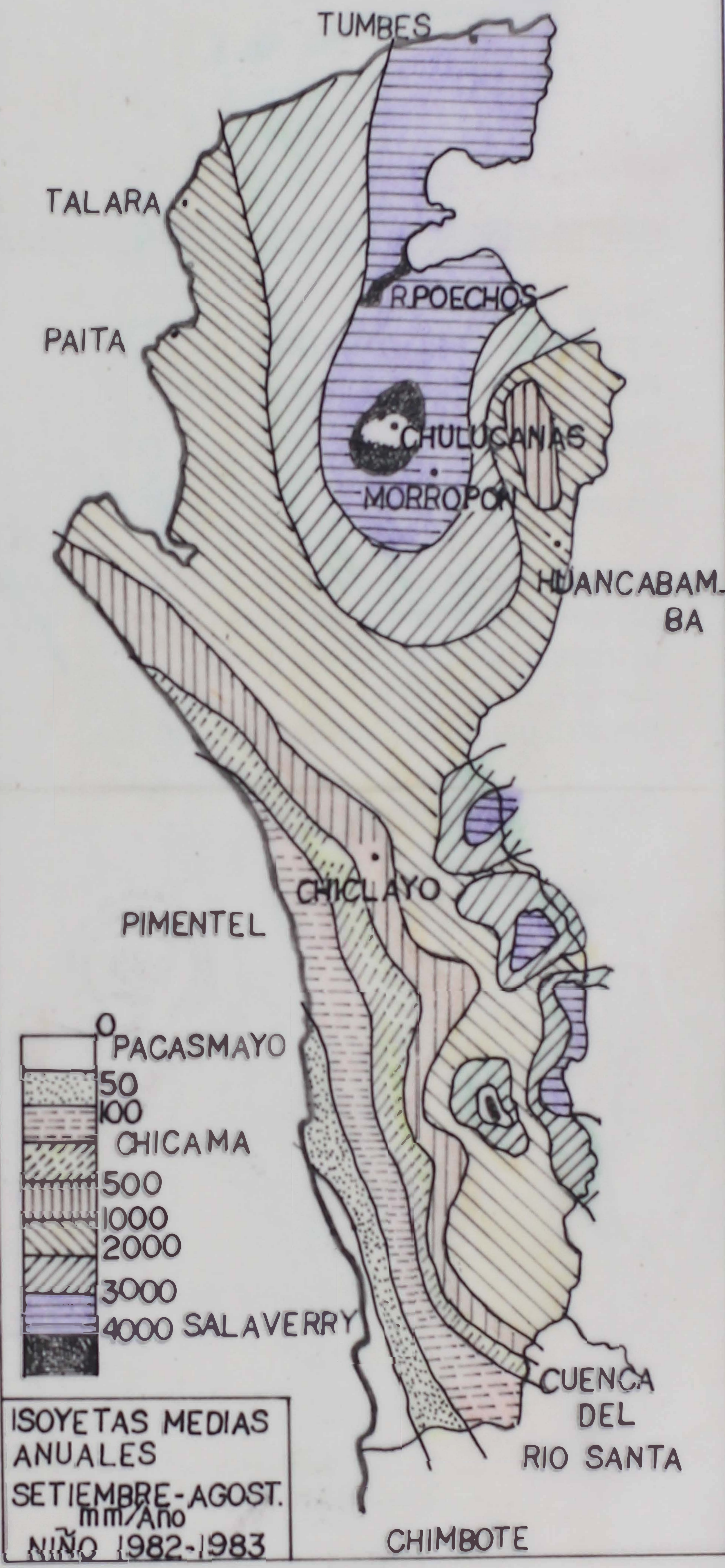


FIGURA N° 14

DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION EN EL NORTE DEL PERU VERTIENTE DEL PACIFICO



DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION EN EL NORTE DEL PERU VERTIENTE DEL PACIFICO

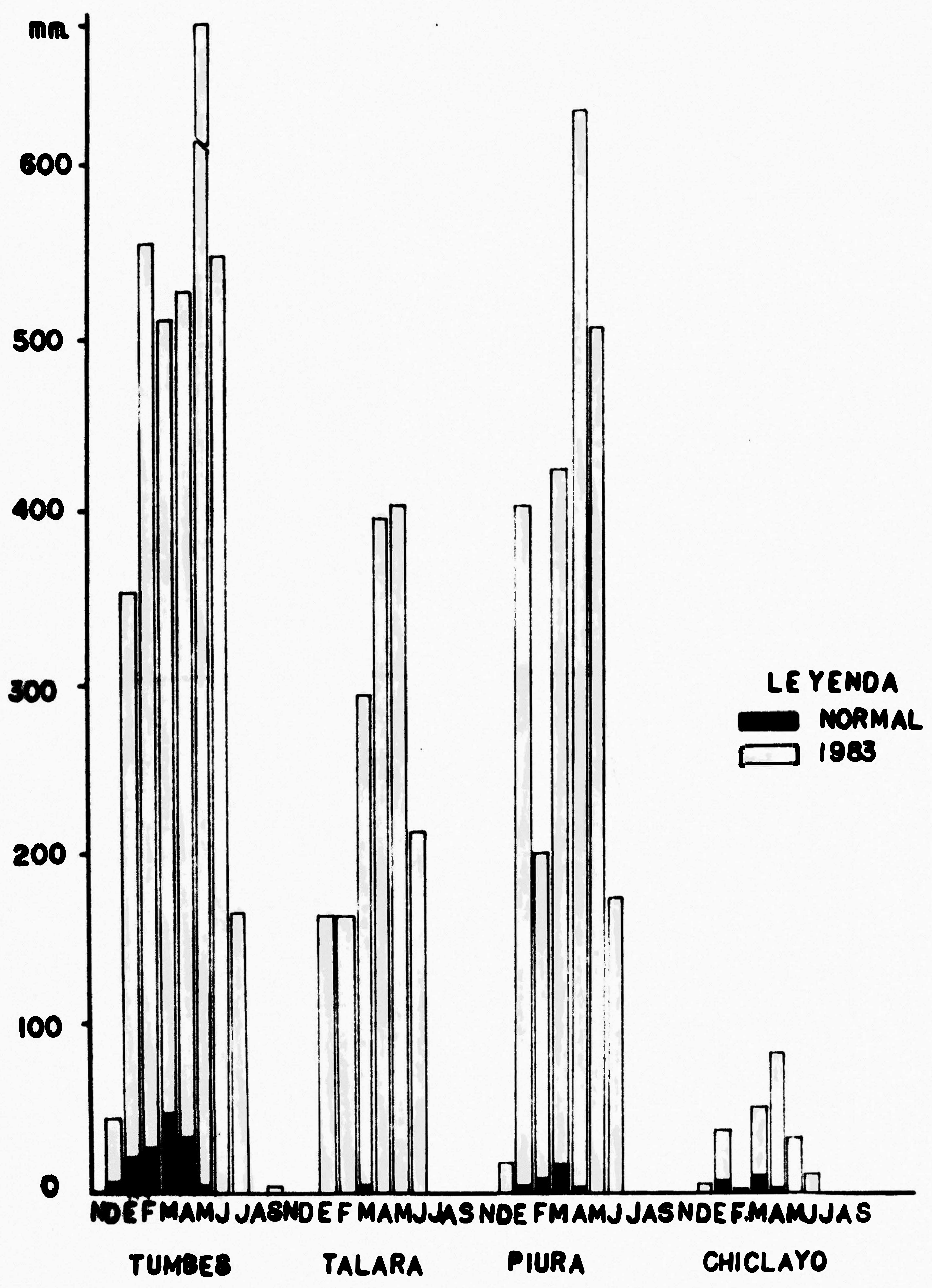


FUENTE: SENAMHI



GRAFICO N° 1

PRECIPITACIONES OCURRIDAS EN EL EXTREMO NORTE DE LA COSTA DE NOVIEMBRE 1982 A SETIEMBRE 1983 CON RESPECTO A SUS NORMALES





ANOMALIAS DE LA PRESION ATMOSFERICA REDUCIDA EN LA COSTA DEL PERU (h Pa)

1982-1983

CUADRO N° 2

ESTACION	MES																
	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.
TUMBES	0.1	-0.7	-0.8	-0.7	-1.7	-1.9	-1.4	-2.1	-1.6	-0.9	-1.0	-2.0	-1.6	-2.0	0.4	-0.1	0.3
TALARA	0.1	-0.7	-0.6	-0.1	-0.1	-2.1	-1.9	-2.5	-1.7	-1.1	-1.7	-2.9	-2.2	-2.1	0.0	0.2	-0.2
CHICLAYO	-0.4	-1.0	-0.7	-0.8	-0.5	-2.1	-1.8	-2.1	-1.3	-0.9	-1.8	-2.8	-2.5	-1.8	-0.1	0.3	-0.3
TRUJILLO	-0.9	-1.1	-0.9	-1.0	-1.3	-2.4	-2.8	-2.8	-2.2	-1.8	-3.0	-3.7	-2.9	-2.5	-1.2	0.1	-0.3
CHIMBOTE	0.4	-0.1	-0.5	0.6	-0.2	-1.3	-1.3	-2.2	-1.2	-1.2	-1.8	-3.1	-2.0	-1.1	0.8	1.4	0.4
CALLAO	-0.6	-1.2	-1.3	-0.8	-0.9	-2.2	-2.1	-2.6	-2.0	-1.8	-2.3	-3.3	-2.5	-1.6	0.1	0.1	-0.1
PISCO	-0.1	-1.6	-1.5	-1.1	-1.4	-2.3	-2.0	-2.8	-2.0	-1.4	-2.2	-3.3	-2.9	-2.4	0.0	0.0	-0.6
SAN JUAN	0.0	-0.4	-0.5	-0.1	0.0	-1.1	-0.4	-1.2	-0.6	-0.9	-0.5	-1.2	-0.7	-0.7	0.7	1.0	0.4
TACNA	0.6	-0.6	-0.8	-0.7	-1.0	-2.8	-2.5	-3.4	-2.1	-1.3	-1.5	-2.1	-1.3	-0.4	1.4	2.5	3.0

SENAMHI



**ANOMALIAS DE LA TEMPERATURA MEDIA DEL AIRE EN LA  
COSTA DEL PERU (°C) 1982 - 1983.**

**CUADRO N° 2**

ESTACION \ MES	MAY.										JUN.						
	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.
PTO. PIZARRO	-0.4	0.4	-0.3	0.2	1.9	3.1	2.7	1.5	1.1	1.2	1.3	2.3	3.2	3.8	2.8	1.8	1.1
TUMBES	-0.6	0.1	-0.2	0.7	1.7	2.7	1.7	0.6	0.3	0.0	0.1	0.6	2.0	2.8	2.5	1.8	0.9
TALARA	0.5	1.4	1.4	1.7	3.1	4.4	4.4	2.9	2.4	2.3	3.3	4.4	5.8	5.3	3.8	2.7	2.1
CHICLAYO	0.3	0.8	0.9	1.4	2.7	4.0	5.6	4.5	3.7	3.8	5.0	6.5	6.9	4.9	3.7	2.7	2.5
PTO. CHICAMA	0.5	0.2	0.1	1.0	1.9	3.7	5.1	5.5	4.9	4.8	6.6	6.7	7.0	4.1	2.6	2.1	2.4
TRUJILLO	0.6	0.8	1.0	1.3	2.3	3.3	4.5	5.4	4.6	4.7	6.9	7.7	7.9	4.5	3.2	1.9	2.2
CHIMBOTE	-0.1	0.3	1.1	1.2	1.8	3.3	4.3	4.9	4.1	4.5	5.8	6.8	6.5	3.9	3.7	1.3	1.5
L. DON MARTIN	0.5	0.9	1.0	1.5	2.0	3.2	4.8	5.1	4.7	4.8	5.8	6.6	6.8	3.6	2.5	1.3	1.4
CALLAO	0.6	0.9	0.8	1.6	1.9	2.8	4.2	4.5	4.6	4.8	5.7	6.3	6.7	4.1	3.1	1.7	1.8
PISCO	0.7	0.8	1.2	1.4	1.7	3.2	4.2	4.5	4.1	3.8	4.9	5.3	5.6	3.8	2.7	1.9	1.2
SAN JUAN	0.3	-0.2	1.4	1.5	1.5	2.1	2.9	3.2	3.2	2.9	3.3	3.7	4.3	3.1	2.6	1.4	1.3
PTA. ATICO	0.2	1.0	1.4	2.2	2.0	2.2	3.5	3.5	3.9	3.5	3.6	3.1	3.6	3.7	2.0	1.0	1.1
PTA. COLES	-0.2	0.3	0.5	1.6	1.5	2.0	3.0	3.2	4.2	3.6	3.4	3.4	2.8	2.3	1.9	1.2	0.7
TACNA	-0.3	0.1	0.2	0.6	0.8	1.2	1.2	1.1	1.0	2.2	2.3	3.0	2.8	2.0	1.3	0.4	-0.2



## CAPITULO II

### 2.0. LA CUENCA DEL RIO RIMAC

La cuenca del río Rímac se ubica en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental Central de los Andes Peruanos y forma parte de la vertiente oriental del océano Pacífico.

La cuenca Torrencial del Río Rímac, es una porción de territorio en forma de una hoja extendida, limitada por una línea de cumbres andinas. Las lagunas y quebradas que en ella existe dan origen y conforman al río Rímac, principal colector de la Cuenca.

Esta limitada : por el Este, por la línea de Cumbres nevadas de Antina, Pucacocha, Juracocha, etc., picos que conforman la parte Central de la Cordillera Occidental de los andes en el Perú; por el Norte, con la cuenca del río Chillón; por el Sur, con la cuenca del río Lurín, y por el Oeste, con el océano Pacífico (figura N° 15)  
(plano N° 1)

Geopolíticamente esta ubicado en el departamento de Lima, y esta comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas:



11°36'15'' - 12°10'30'' Latitud Sur.

76°04'00'' - 77°07'18'' Longitud Oeste (2)

Tienen una longitud en línea recta de 110 Km., un ancho promedio de 30 km. y una área de 3890 km<sup>2</sup>.

En la cuenca del río Rímac existen dos valles importantes : La del Río Rímac, y la del Río Santa Eulalia de 145 y 66 kms. de longitud respectivamente; las aguas de estos dos ríos convergen a la altura del poblado de Ricardo Palma.

A lo largo del Valle del Río Rímac se extienden dos principales vías de comunicación : La Carretera Central y el Ferrocarril Central que comunican a Lima con la Sierra Central, Selva Central y viceversa. La primera empalma en Tingo María con la Gran Carretera marginal de la Selva.

La cuenca del río Rímac esta definida por las siguientes características :

#### 2.1. CONO DE DEYECCION.

El cono de deyección del Río Rímac, constituye una llanura aluvial cubierta por material de acarreo, transportado por el río. Muestra una topografía en su mayor



parte plana y localmente con algunas lomas y montes islas.

Tiene la forma de un abanico triangular cuyos vértices están en Ñana, Morro Solar y la Hacienda Bocanegra. Sobre esta llanura aluvial el río ha sufrido divagaciones y cambios de curso periódicos en diferentes épocas geológicas, hasta alcanzar su actual posición, constituyendo así, en su conjunto, el colchón aluviónico sobre el cual está fundada la Ciudad de Lima Metropolitana.(2)

Este cono deyectivo, se desarrolla a lo ancho de la faja costera, limitada al Oeste por la orilla oceánica, y el Este por una cadena de cerros bajos pertenecientes a los primeros contrafuertes andinos, con un ancho promedio de 30 kilómetros. (2)

## 2.2. ZONA DE LOMAS Y MONTES ISLAS.

Contiguas a las estribaciones de la Cordillera Occidental se encuentra la zona de lomas y montes islas, que presentan un relieve más bajo, subordinando su topografía a los mantos de arena que muchas veces los cubren.

Se consideran dentro de esta unidad, las lomas y cerros



de : San Cosme, San Pedro, San Cristobal, Morro Solar, El Pino, La Regla, Los cerros de Zárate y San Juan de Lurigancho, de Villacampa, de la UNI, de Comas, de la Molina, etc., en cuyas laderas se han levantado núcleos urbanos de modesta condición mediante el sistema informal de construcción de vivienda. Estos núcleos marginales son originados por el creciente éxodo de personas del campo hacia la ciudad, especialmente de la Sierra.

### 2.3. ESTRIBACIONES DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL.

Esta unidad comprende a la cadena de cerros bajos, los cuales están constituídos en gran parte por el batolito de la costa, extendiéndose por ambos lados de los valles y quebradas, aumentando progresivamente de altitud y relieve (2). Como testigos, están los cerros de Chaclacayo, Chosica, Ricardo Palma, etc.

### 2.4. VALLES Y QUEBRADAS.

Los valles y quebradas nacen en la divisoria continental y forman a través del altiplano y flanco occidental andino grandes canales de desague, diseñando el patrón de drenaje de la Cuenca, como resultante de la erosión por procesos y agentes geomorfológicos.



En el altiplano, destacan los valles en "U" y las lagunas. En el flanco occidental andino la sección transversal presenta un perfil típico en "V" ancho y abierto en la parte alta, y encañonado en la parte baja, de la deras empinadas y abruptas. (2)

En el valle , se exponen terrazas a diferentes niveles, que están generalmente ocupadas por los pueblos de la región. Dentro de estas áreas existen zonas sensibles, a los fenómenos de geodinámica externa como : deslizamientos, derrumbes, inundaciones, huaicos, erosión socavamiento, rodadura de rocas, etc., y añadiendo la acción del hombre como agente modificador.

#### 2.5. ALTIPLANICIES.

Esta forma de topografía se ubica en el sector Es te de la Cuenca. Presenta un relieve moderado, con for mas topográficas de tipo modelado glaciar y fluvio-gla ciar, integrado por pampas , colinas y cadenas de cerros suaves, cuya altitud va ascendiendo progresivamente desde los 4,000 m. hasta la divisoria continental. En esta morfología existen ríos y quebradas, algunas ellas, con típico modelado glaciar, destacándose valles con secciones típicas en "U", y lagunas escalonadas. (2)



La estabilidad natural es buena, sufriendo alteraciones locales por la actividad del hombre.

## 2.6. DIVISORIA CONTINENTAL

Corresponden a las máximas elevaciones que constituyen el límite entre cuencas del Pacífico y el Atlántico, cuya morfología es netamente glaciar. Las laderas muestran pendientes pronunciadas, llegando a ser verticales en algunos casos. Se caracterizan por presentar casquetes glaciares en franco retroceso, con nieves perpetuas que solo se circunscriben a los nevados de Anticonna (Ticlio), Nudo Shullcon, Cashoe, Yanaula, etc. (2)

Se considera inestable en condiciones naturales y bajo la acción del hombre, predominando los procesos erosivos físicos a causa de la influencia climática. (2).

## 2.7. AREA TOTAL DE LA CUENCA. (A)

Se considera a toda el área del terreno cuyas precipitaciones son evacuadas por un sistema común de cauces, constituida en este caso por el Río Rímac y sus tributarios, comprendida desde la divisoria de aguas , hasta su desembocadura en el mar. (2)

$$A = 3,890 \text{ Km}^2.$$



2.8. AREA DE LA CUENCA DE RECEPCION. (Ac)

Es el área de la cuenca hidrográfica donde ocurre la mayor cantidad promedio de precipitación y está determinada desde la estación de aforos de Chosica aguas arriba. (2)

$$Ac = 2,170 \text{ Km}^2$$

2.9. AREA DE LA CUENCA HUMEDAD. (Ah)

Es la superficie de la cuenca hidrográfica, que comprende todas las zonas cuya precipitación media anual está por encima de los 250 mm/año. (2)

$$Ah = 1,245 \text{ Km}^2.$$



## CAPITULO III

### 3. EL VALLE DEL RIO RIMAC.

El valle del Río Rímac se inicia en las azulejas lagunas glaciales del nevado de Ticlio a 4,900 msnm. y tiene una longitud en línea recta de 110 Kms. hasta el mar en el Callao. (2)

Al comienzo se muestra amplia y pródiga de verdes pastizales de ichu formando un silencioso paisaje glacial puneño, para luego aguas abajo, estrecharse y profundizarse en forma de "U".

Más abajo, el valle se estrecha más y forma con sus laderas y el cauce del río una sección en forma de "V" .  
(2)

El valle, se angosta en el "Cañón del Infiernillo", se amplía un poco en San Mateo y se angosta en Tambo de Viso; luego se ensancha en el sector de Matucana y sigue así aguas abajo con pendiente fuerte hasta el Sector Puente San Juan. A partir de este punto, el valle se abre ligeramente y muestra una sección trapezoidal cuya base menor lo forma el cauce del Río Rímac, a cuyas orillas se hallan los poblados de Huyupampa, Surco, Tornamesa, Cocachacra, Corcona, Cupichi, Ricardo Palma, Cho-



sica y Chaclacayo.

De Chaclacayo aguas abajo, el Valle del Rímac, se amplía en verdes sembríos de hortalizas y en ella se ubica los núcleos urbanos de Ñaña, Morón y Vitarte. La pendiente casi nula de esta zona baja facilita que en época de avejadas del Río Rímac se produzcan inundaciones en los sectores urbanos y rurales pegados al río.

Aguas abajo, es decir, entre Lima y Callao, el valle es plano y desértico y de casi nula pendiente, razón por la que centros urbanos e industriales como las de San Jorge y el SIMA (Servicio Industrial de la Marina), la Base Naval de la Marina, etc. ubicados en el Callao, sufren de inundaciones todos los años. En general, la parte baja del Valle del Río Rímac, comprendido entre Chaclacayo y el mar en el Callao, es la que constituye el cono de deyección del Río Rímac, llanura aluvial constituida de grava, arena, limo y arcilla.

### 3.1. PRINCIPALES RIOS Y QUEBRADAS TRIBUTARIOS DEL RIO RIMAC EN EL TRAMO RICARDO PLAMA - MATUCANA .

El Valle del Río Rímac está conformada, a la vez por varias quebradas tributarios que constituyen una verdadera red de canales naturales de evacuación de agua ,



las que en conjunto representan el diseño del patrón de drenaje de la cuenca .

Se caracterizan por presentar una sección transversal típica en forma de "V", ancho y abierto en la parte alta y, encañonado en la parte baja, de laderas empinadas y abruptas. (2)

Estas quebradas son las que constituyen "focos" de huaicos. Sus laderas empinadas ( $60^{\circ}$  de inclinación promedio) retienen depósitos de pendiente o carcavas, que en época de lluvias torrenciales ceden por efecto de la infiltración de agua y sobresaturación de los suelos aluvionales y coluviales.

Los ríos y quebradas más importantes que desembocan en el río Rímac en el tramo : Ricardo Palma - Matucana son: (Plano Nº 2).

POR LA MARGEN DERECHA

<u>ZONA</u>	<u>QUEBRADA</u>	<u>KM.</u>	<u>AFLUENTES</u>
RICARDO PALMA	Río Sta. Eulalia		
	Qda. San Juan.		



<u>ZONA</u>	<u>QUEBRADA</u>	<u>KM.</u>	<u>AFLUENTES</u>
Corcoma	Puruguay (Conchacalla)	47.000	Qda. Buenos Aires Qda. Molle Qda. Condorsume
Surco	Linday	62.000	Qda. Tres Cruces
Salon Blanco	Yanajume	71.130	
San Juan	Paicacancha (Collana)	72.963	
Matucana	Payhua	77.430	
	Pancha	81.000	

Esta red de drenaje tiene sus características principales : Menor número de quebradas, mayor caudal y están alimentados por mayor cantidad de lagunas; esto con respecto a la red de drenaje de la margen izquierda del río Rímac (Plano N° 2)

POR LA MARGEN IZQUIERDA

<u>Zona</u>	<u>QUEBRADA</u>	<u>KM.</u>	<u>AFLUENTES</u>
Cupiche	Santa Ana	41.900	
	Cupiche	44.400	
Carachacra y Cocachacra	Agua Salada	51.500	
	Ascahuaca	51.520	
Tornamesa	Río Seco	55.010	



<u>ZONA</u>	<u>QUEBRADA</u>	<u>KM.</u>	<u>AFLUENTES</u>
	Esperanza	57.678	
	El Negro	57.865	
	Cariñito	58.730	
	Verrugas	60.427	Qda. Yacarhuaya
Surco	Huacre	66.000	
y	Ushupa	66.500	
Huyupampa	Matala	56.900	Qda. Cantón
	Cuchimachay	67.500	Qda. Santa Rosa
	Chacamaza	67.800	
	Puchane		
Matucana	Lucuma	75.928	
	Chucumayo	76.000	

Esta red de drenaje se caracteriza por su mayor número de quebradas, su menor caudal, y por ser en mayor intensidad, focos y portadores de mayor número de huaicos. La mayoría de estas quebradas no traen agua en temporada de estío, en cambio en temporada de lluvias torrenciales arrastran gran caudal de agua turbia. (Plano N°2)

### 3.2. EL RÍO RÍMAC.

El Río Rímac, nace en las lagunas glaciales del



nevado de Ticlio a 4,900 msnm. y tiene una longitud del 45 kms. hasta el mar en el Callao, donde desemboca. (2)

Al comienzo transcurre diáfana y transparente cortando el verde y abierto valle puneña para luego ir profundizando su cauce bajo fuertes pendientes de granodioritas hasta llegar al "Canón del Infiernillo" arriba de San Mateo. A lo largo de este tramo, el cauce del río no sufre variaciones por la conformación rocosa de su cauce y la protección vegetal de sus vertientes laterales.

### 3.2.1. SECTOR DE SAN MATEO. (Km. 95+200)

En San Mateo, el cauce del río se ensancha ligeramente a consecuencia de que su pendiente baja ligeramente. Es zona de huaicos.

Aguas abajo el cauce se angosta hasta llegar al sector de Matucana.

### 3.2.2. SECTOR DE MATUCANA. (Km. 76+000)

- En Matucana, el cauce se amplía como consecuencia de poca pendiente.



- A la altura del Pueblo de Matucana, el río ha sido encauzado con material fino de antiguos huaicos provenientes de las Quebradas de Payhua y Pancha, lo que, no es recomendable ya que este material, con nuevas avenidas, es erosionada y lavada produciendo gran arrastre de material fino favoreciendo aguas abajo no solamente la sedimentación de este material sino también facilitando el desplazamiento violento y a mayor velocidad de los huaicos, ya que, este material fino genera una película de lubricación no solamente entre los elementos del Huaico si no también entre el mismo huaico y el lecho del río.
  
- En este sector, el cauce del río está más alto que, el Pueblo de Matucana, razón por la que en época de avenidas y lluvias torrenciales, el río al romper el muro de encausamiento inunda el Pueblo causando grandes pérdidas materiales y humanas.
  
- En este sector desembocan las quebradas de Payhua , Pancha por la margen derecha, y las quebradas de Lúcumá, Chucumayo y Canta por la margen izquierda, y son quebradas tremendamente dinámicas que en época de lluvias arrastran gran volumen de material en forma de huaicos, avalanchas y sedimentación violenta. Esto hace que el Pueblo de Matucana sufra cons



tantemente de estos fenómenos de geodinámica externa por la que no sería extraño que en un fatídico momento desaparezca por completo.

- Aguas abajo el cauce se angosta con pendiente fuerte hasta llegar al sector del Puente San Juan.

### 3.2.3. SECTOR DE SAN JUAN. (Km. 72 + 000)

- El río llega a este sector con violencia por su fuerte pendiente, razón por la que en este sector existe sedimentación de material grueso y fino.
- Aquí desembocan las quebradas de Collana y Salón Blanco que son tremendamente dinámicas por su arrastre de gran volumen material en forma de huaicos, avalanchas y sedimentación violenta, especialmente la de Collana caracterizadas por transportar material mediano y grueso.
- En este punto no hay puente que resista ante la violenta arremetida de los fenómenos de geodinámica externa, cuyos efectos son desastrosos para el tráfico vehicular, el transporte de alimentos y pasajeros y la economía del País.
- Aguas abajo hasta el Puente Quitasombrero, el cauce



se abre como una hoja a consecuencia de su poco pen  
diente y sus orillas conformados de tufos volcáni -  
cos retrabajados como arenas, limos y arcillas. A  
quí el río ha erosionado la margen derecha de su o  
rilla formando un extenso y peligroso talud de  
arena, arcilla y limo que en cualquier instante por  
efecto de algún movimiento sísmico o presencia de  
agua puede derrumbarse.

- Este sector conforma un depósito de rocas graníti -  
cas que puede ser utilizadas en obras de infraes -  
tructura vial como estribos de puentes, bóvedas de  
túneles, plataformas de zonas de evacuación, muros  
de contención de taludes, muros de encausamiento del  
río Rímac y quebradas tributarias, etc.
- Aguas abajo, el cauce sufre un peligroso estrangulam  
miento en Puente Quitasombrero facilitando en época  
de avenidas y lluvias torrenciales el represamiento  
de sus aguas, las que al elevar de nivel generan  
inundaciones causando destrucción de terrazas aluviam  
les y coluviales donde se hallan ubicados edifica -  
ciones públicas y privadas. Existe fuerte erosión  
de las terrazas por estar constituidas de suelos  
friccionantes.
- El Puente Quitasombrero que dá paso a la Carretera



Central está sub-dimensionado, razón por la que todos los años en época de avenidas es inundado ya sea por efecto de huaicos o por violenta sedimentación. Foto No. 22

3.2.4. SECTOR DE HUYUPAMPA. (Km. 68 + 000)

- Del Puente Quitasombrero aguas abajo hasta Huyupampa, el cauce se abre nuevamente por efecto de su poca pendiente. Es un sector de inundaciones y de fuerte sedimentación de material mediano, grueso y fino. Las obras de ingeniería Civil como campamentos, viviendas rurales, Carretera Central, Ferrocarril Central, etc. que aquí se encuentran son destruidas periódicamente en época de lluvias torrenciales. En este tramo la Carretera Central transcurre por el lecho de inundación del Río Rímac razón por la que es inundada y destruida todos los años; de igual forma, el Ferrocarril Central que transcurre pegado al cauce del río sobre terrazas aluviales y coluviales conformadas de suelos friccionantes como arenas, limos y arcillas es destruidas por erosión, socavamiento y derrumbes de sus cimientos.
- En este sector fueron destruidas muros de encauzamiento de concreto, enrocados tipo gavión para proteger los taludes laterales del cauce por donde



transcurre el Ferrocarril Central, es decir que bajo la arremetida del agua del río no hay obra de ingeniería civil que lo resista. Foto No. 25

3.2.5. SECTOR DE SURCO. (Km. 66 + 000)

- En el sector de Surco, el cauce del río se angosta y se profundiza bajo un ligero incremento de pendiente.

- En este sector el Río Rímac recibe las aguas de las quebradas que bajan por la vertiente izquierda formando el cono de deyección de Surco sobre la cual se halla ubicado el pueblo del mismo nombre y, en época de lluvias se vuelven agentes destructores del pueblo, de la Carretera Central, del Ferrocarril Central, así como de toda obra de ingeniería civil que se encuentre dentro de sus radio de acción. En este sector los daños mayormente no son originados por el Río Rímac sino por estas quebradas, especialmente por las de Matala y Cuchimachay, que son transportadores de huaicos y avalanchas.

- Surco no es zona inundable, ya que la terraza coluvioaluvional en la que se halla esta dotado de una fuerte gradiente que permite el drenaje natural por medio de



canales naturales, poco recomendables ante la arremetida violenta de encurrentía superficial que erosiona y destruye terrenos urbanos y de cultivo. (Foto. Nº27)

### 3.2.6. SECTOR DE TORNAMESA. (Km. 57 + 000)

- Pasando Surco el cauce del Río Rímac se amplía nuevamente por su baja pendiente hasta llegar a Tornamesa donde se abre más todavía. (Fig. No. 31)
- En Tornamesa el cauce es amplio y de poca pendiente, razón por la que son destruidas por inundación y huaicos obras de ingeniería civil como viviendas y vías de comunicación como la Carretera Central (antigua) y Ferrocarril Central. Ya que el pueblo de tornamesa se halla ubicado en el lecho de inundación del Río Rímac con una cota de 1.80 m. menor que la de este, Actualmente existe fuerte infiltración de agua por la que gran parte del pueblo de Tornamesa esta siempre inundada. (fig. 24) y (fig. 24a).

En este Sector desembocan las quebradas de verrugas, cascada, cariñito, El Negro, Esperanza y Río Seco por la margen izquierda.

Aguas abajo, el Río Rímac, angosta su cauce ligeramente para luego ampliarse en el sector de Corcona.



3.2.7. SECTOR DE CORCONA. (Km. 48 + 000)

Pasando el pueblo de Cocachacra (Km. 53) y Corachacra (Km. 51 + 000) caracterizados por su clima seco y tropical en enero, febrero y marzo, el río se abre, hacia los costados con pendientes más o menos fuerte. En este sector se halla ubicado el pueblo de Corcona y el control de peaje en el lecho de inundación del río y con una cota 1.80 m. inferior que el pelo de agua del río, razón por la que en las partes bajas de Corcona existe fuerte infiltración, inundando zonas de vivienda. (Fig. No. 21 y 21a)

Las quebradas que desembocan en esta zona por la margen izquierda son Agua Salada (Km. 51 + 520) y Ascahuca (Km. 51 + 600); aguas abajo, el Río Rímac, angosta su cauce profundizandose para luego ampliarse en el sector de Cupiche (Km. 44 + 400).

3.2.8. SECTOR DE CUPICHE. (Km. 44 + 400)

- El Río se abre hacia los costados con pendiente suave, la que permite la inundación de toda obra de infraestructura que se halla ubicado en su lecho de inundación. La Carretera Central y el Ferrocarril Central que transcurren por este antiguo lecho son afectados y destruidos por inundación y erosión.



- En este sector desemboca la quebrada de Cupiche por la margen izquierda.
- Aguas abajo el río angosta su cauce hasta llegar al sector de Ricardo Palma. Este tramo generalmente no representa mayor peligro de inundaciones por que además que el río corre por un cauce natural más o menos profunda, las obras de infraestructura vial, como son la Carretera Central y el Ferrocarril Central, transcurren alejados sobre terrazas aluviales y coluviales a donde no llegan las aguas del río o los huaicos que bajan por ella.

3.2.9. SECTOR DE RICARDO PALMA. (Km. 38 + 400)

- En Ricardo Palma el cauce del Río Rímac es profundo por lo que no presenta peligro de inundaciones por crecidas del río o presencia de huaicos.

SECTOR DE CHOSICA. (34 + 000)

- El Río Rímac transcurre a lo largo de la Ciudad de Chosica con un caudal más o menos controlado por muros de encauzamiento en ambas márgenes pero, que por ser muros rudimentarios de dudosa consistencia y resistencia y además de deficiente altura representan un potencial peligro de inundación con sus efectos se



cundarios destructivos Un sector del pueblo ubicado en la parte baja a lo largo de ambas orillas del río está cerca de tres metros más abajo que la cota del pelo de agua en época de avenidas. Esto hace que todos los años se presentan inundaciones en dicho sector bajo, ya sea por ruptura de dicho muro o por efectos de desborde.

SECTOR DE CHACLACAYO. (Km. 25 + 000)

- El Río Rímac transcurre por un lecho más o menos amplio razón por la que va dibujando meandros a su paso; es un sector de poca pendiente que favorece la inundación en época de avenidas es por eso que en ciertos tramos donde el río discurre pegado a una baja zona urbana, su cauce es uniformizado mediante muros de contención y de encauzamiento; sin embargo, existen todavía áreas, urbanas pegadas al río sin protección.

SECTOR MORON-NAÑA-VITARTE. ( Km. 7 + 000)

- En Morón comienza el cono de deyección del Río Rímac; en ella el Río Rímac discurre con una pendiente muy débil la que le permite dibujar un cauce irregular y amplio favoreciendo la sedimentación en una gran área.

El terreno que es de cultivo , arena , limo , arcí-



lla y grava, ceden fácilmente ante la erosión y el socavamiento causando destrucción de cimientos de viviendas y edificaciones públicas.

- A lo largo de todo este cono de deyección, el Río Rímac discurre libremente por zonas de sembrío y zonas urbanas representando un peligro latente de inundación. Las pocas defensas que ahora existen fueron hechas aisladamente por propios y extraños ante la ausencia de un plan general de defensa y protección.

#### SECOTR DE LIMA METROPOLITANA.

- En un tramo de este sector el Río Rímac discurre por un cauce semi-artificial como consecuencia de los muros de encauzamiento y contención levantadas bajo un criterio aislado que tampoco obedece a un plan general preconcebido. Los muros de encauzamiento protegen las orillas laterales del río pero no así el mismo piso del cauce que bajo la presencia de fuerte corriente erosiona y socava sus cimientos : ejemplos típicos de este fenómeno son los cimientos del piso del cauce del río a la altura del Puente de piedra "Rímac" y del "Puente del Ejército", socavadas y erosionadas y que después de tener la apariencia de un cascarón ahora están



siendo reconstruidas parcialmente.

- Del Puente del Ejército aguas abajo el río a formado un cauce profundo en forma de un canal producto de años de erosión y cuyas paredes laterales permanecen verticales gracias a que están constituidas de gravas y arcillas consolidadas. Las viviendas que se hallan ubicadas al borde de este talud están amenazados por derrumbes ante la presencia de un incremento de carga.

#### SECTOR DEL CALLAO.

El cauce del Río Rímac se vuelve superficial ampliándose bajo una suave pendiente, razón por la que en época de avenidas el río se desborda por efecto de una violenta sedimentación. El resultado es : desastres por inundaciones de agua y lodo.

Pueblos jóvenes como el de San Jorge que se hallan adyacentes al río son también inundados de agua y lodo. Centros industriales como el Servicio Industrial de la Marina (SIMA) sufren también de estas inundaciones.

Aguas abajo el río divaga casi perdido en un amplio cauce y con una pendiente mínima suficiente para llegar al mar. (Foto N° 60)



### 3.3. CONCLUSIONES.

A lo largo del cauce del río Rímac, existen zonas bien definidas llamados "puntos críticos" por donde el río discurre con un amplio cauce y bajo una suave pendiente causando por ello fuerte erosión de riberas.

Las obras de ingeniería civil y centros poblados que se hallan ubicados adyacentes al río, así como importantes tramos de la Carretera Central y Ferrocarril Central que transcurren pegados al río, son destruidos constantemente por efecto de la erosión de riberas. Por tal motivo, es imperativo controlar el impetuoso avance destructivo del río hacia sus costados, mediante obras de defensa de riberas, muros de gaviones, muros de concreto, enrocados, etc.

Las zonas donde existen fuerte erosión de riberas son: Morón, Naña, Chosica, Cupiche, Corcona, Tornamesa, Huaryupampa, Quitasombrero, Salón Blanco, San Juan, Collama, Huariquiña, y Matucana.



## CAPITULO IV

### 4. DEMOGRAFIA EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC.

En este capítulo se hace un análisis del problema demográfico en el Perú, para luego, a continuación tomar el problema demográfico de la cuenca en estudio, tratando de explicar la incidencia del mismo en la desocupación y la necesidad de la expansión de la frontera agrícola en el Perú y en la cuenca del río Rímac en particular.

Según los cuatro últimos censos nacionales, la población en el Perú y en Lima ha sufrido las siguientes variaciones : (I.N.E.)

<u>CENSOS</u>	<u>POBLACION TOTAL</u>	<u>TASA DE CRECIMIENTO MEDIO ANUAL (%)</u> <u>INTERCENSAL.</u>
	<u>REPUBLICA</u>	
02-07-1961	9'906,746	
04-06-1972	13'538,208	2.9
12-07-1981	17'005,210	2.5
	<u>DEPTO. LIMA</u>	
09-06-1940	849,711	
02-07-1961	2'093,435	4.4
04-06-1972	3'594,787	5.1



12-07-1981	4'993,032	3.7
------------	-----------	-----

PROVINCIA LIMA

09-06-1940	577,437	
02-07-1961	1'682,509	5.5
04-06-1972	3'086,224	5.7
12-07-1981	4'385,633	3.9

Según el Instituto Nacional de Estadística, en 1950. la población peruana era aproximadamente de 7 millones y medio de habitantes. A fines de 1985 seremos mas de 19 millones. Este fenómeno no tiene precedentes en la historia del Perú.

Este salto de 1950 a 1985, significa que de ahora en adelante, aunque el Perú reduzca drásticamente su tasa de crecimiento, la población igualmente seguirá incrementándose de manera significativa durante varias décadas.

En 1968, cuando el ritmo de crecimiento era de 2.8%, la población se incrementó en 344,000 personas. En 1983, habiendo bajado el ritmo a 2.6%, la población aumentó en 480,000 personas. Esto se debe a los siguientes factores : (5)

a. La alta concentración de seres humanos en edad reproductiva hace que el número de nacimientos supere en mucho al de defunciones.



- b. Cuando crece rápidamente la población, no solo aumenta el número absoluto sino, sobre todo, aumenta la producción de personas en edad reproductiva. De esta manera, una primera explosión demográfica a rrastra otra aún más fuerte en poco tiempo que producirá otra peor y así sucesivamente.
- c. Otro factor que se debe contemplar con urgencia es que, la explosión demográfica provoca, quince o veinte años más tarde, una explosión de fuerza laboral, es decir, un aumento brusco y desmedido del número de personas que entran a la edad de trabajar y que reclaman un empleo.

Así, en el Perú, dentro de quince años, el número de personas en edad de trabajar habrá pasado de 5 millones 600 mil, que es una cifra aproximada actual, a casi 11 millones. Un cálculo basado en una hipótesis excesivamente optimista, que supone el milagro de que los precios de nuestros productos de exportación aumenten aproximadamente a un 3% por encima de los demás precios internacionales en los próximos años, resulta que en el año 2,000 habrá solamente 4 millones 100 mil personas adecuadamente empleados, contra 6 millones y medio de subempleados, y desocupados.



Si el año 2,000 fuéramos 28 millones de habitantes, su poniendo que nos reprodujéramos en adelante a la tasa de 2%, que es mucho más baja de la actual y que algunos consideran razonable, a fines del siglo venidero, el Perú tendría 203 millones de habitantes. (5)

Hoy en día, con sus 19 millones de habitantes, el Perú, con sus enormes áreas de terrenos despobladas, tiene uno de los porcentajes más bajos del mundo de tierra arable per cápita.

Las tierras que se ganan para sembríos a costa de miles de millones de inversión, son inferiores en superficie a los que anualmente se pierden por erosión o empobrecimiento por pérdida del mantillo o humus.

Ya hoy se depende de la importación para ciertos elementos de alimentación, como el trigo, la papa y el arroz. La tendencia mundial es la escasez y encarecimiento de los alimentos.

Este panorama indica que las décadas por venir, en cualquier hipótesis no serán fáciles. Pero esos millones más o menos de habitantes pueden significar dos posibilidades extremos: Las de vivir años dolorosas y totalmente caóticos e innanejables, o años difíciles pero



viables, y bajo cualquier forma de poder político. (5)

#### 4.1. ESTUDIO DEMOGRAFICO DE LIMA METROPOLITANA

Actualmente Lima Metropolitana tiene 5 millones 300 mil habitantes, y crece a razón de 400 personas por día. (5)

En reciente forum realizado por la Municipalidad de Lima, el Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional (CIDAP) afirma que Lima tendrá 10 millones de habitantes en el año dos mil, de mantenerse las actuales tendencias demográficas de la población, estimuladas por el asfixiante centralismo y la cada día más creciente migración del campo a la ciudad. grafica Nº 3

Según CIPAP, Lima en los últimos 40 años ha sufrido cambios importantes producto de las modificaciones que durante el mismo período de tiempo ha experimentado la sociedad peruana en su conjunto.

Por ejemplo, mientras en 1940 la población urbana representaba el 35.3 por ciento de la población total del país, en 1981 representaba el 65.1 por ciento. (5)



En 1940, Lima concentraba el 30.2 por ciento de la población que residía en las ciudades de más de 2,000 habitantes, y en 1981, este porcentaje se elevó hasta el 45 por ciento, con el agregado de que Lima es 10 veces más grande que Arequipa, la segunda ciudad del Perú. Actualmente la habitan 5 millones 300 mil habitantes. (5)

#### 4.2. FACTORES QUE GENERAN LA EXPLOSION DEMOGRAFICA EN LIMA.

Entre los factores que han causado el crecimiento explosivo en Lima Metropolitana se mencionan a los siguientes :

- a. La caída de la tasa de mortalidad y la aceleración del ritmo de crecimiento de la población.
- b. La crisis de la estructura agraria tradicional que se traduce en la migración forzada de un contingente de campesinos en busca de mejores niveles de ingresos, educación y salud.
- c. El tipo de desarrollo industrial y de las demás actividades urbanas conexas que se empieza a dar a partir de la década del 50 y que hace surgir a las



ciudades como importantes polos de atracción de los pobres del campo.

d. El narcotráfico, grandes extensiones de tierra fértil son utilizados para el sembrío de coca, en muchos casos mediante la amenaza y la coacción hacia los campesinos. La mayoría de ellos prefieren emigrar hacia Lima antes que prestarse a actividades ilícitas. Por ser las plantaciones de coca, focos de narcotraficantes, generan a su alrededor zonas de influencia, que son extensos territorios altamente peligrosos para la conservación de la vida, donde los campesinos obviamente no se atreven a sembrar productos alimenticios como primera prioridad. De esta forma se pierden esas fértiles tierras y mano de obra del campesino que deja de sembrar para dedicarse en muchos casos al comercio ambulatorio.

e. Y por último el terrorismo rural. En estos últimos años, el terrorismo rural hace que miles de campesinos emigren hacia la gran Lima buscando seguridad. De esta forma las tierras de cultivo quedan abandonadas y las principales ciudades como Lima van incrementando aceleradamente su población.



sin considerar estos dos últimos factores, se calcula que Lima tendrá 10 millones de habitantes en el años 2,000.

#### 4.4. ETAPAS DE CRECIMIENTO DE LIMA METROPOLITANA

El CIDAP remarca que el crecimiento de Lima está dividido en tres grandes etapas:

I. ETAPA.- Entre 1940-1954, Lima crece, hacia el Río Rímac en el Norte, hacia la Carretera de Circunvalación en el Este, y hacia el Océano Pacífico en el Oeste. (5)

Sus vértices son : La Plaza de Armas, el Morro Solar de Chorrillos y la península de la Punta en el Callao.

II. ETAPA.- Entre 1955-1970; Lima crece con la invasión de San Juan de Dios en 1955, y se da el inicio a la época de las grandes barriadas. Lima se extiende a lo largo de las antiguas Carreteras a Canta por el Norte y a Atocongo por el Sur. (5)

III. ETAPA.- Entre 1971-Actual : Esta etapa se está concluyendo en la actualidad y que consiste en la ocupación de los espacios disponibles dentro de la ciudad lo que aumenta la tugurización. De



igual forma siguen produciéndose nuevas invaciones por los costados de Lima, especialmente a lo largo de las vías troncales de comunicación, como son la Panamericana Norte, la Panamericana Sur, y la Carretera Central. Las tendencias indican que Lima rebasará los límites de los ríos Chillón y Lurín por el Norte y Sur respectivamente. (5)

En la actualidad, por la escases de espacio disponibles tanto dentro de la ciudad como en su espacio perimetral, la tendencia de los habitantes sin techo propio es ubicarse a lo largo de la Carretera Central entre Lima y Ricardo Palma. Es así que en los Centros urbanos de Chosica y Ricardo Palma el número de habitantes aumenta vertiginosamente.

### CHOSICA

Chosica es la capital del distrito de Lurigancho, y esta ubicado al Noreste de Lima en el Kilometro 38 de la Carretera Central y a 800 metros de altura sobre el nivel del mar. (8)

Fundado el 13 de Octubre de 1894 por el doctor Emilio del Solar y Mendiburu, cuenta en la actualidad con cuarentidos pueblos jóvenes, doce asociaciones vecinales y quince modernas urbanizaciones.



Chosica es un importante Centro Comercial e industrial Su población total asciende en la actualidad a 200 mil habitantes. (6)

En los alrededores de la ciudad se ubican centros fabriles, una universidad y numerosos hostales y hoteles.

En un principio, la ciudad estaba conformado de mansiones, extensas avenidas, parques, jardines, vías de acceso y áreas verdes, pero con el paso de los años muchas cosas han cambiado, por que, de ese cuidado inicial en la edificación de viviendas, es muy poco lo que queda. Ahora la ciudad tiene dos zonas bien marcadas; la zona moderna donde se concentra el equilibrio del conjunto arquitectónico, caso de las urbanizaciones San Fernando, Moyopampa, La Cantuta, Santa María y California, Huampaní, los Girasoles, Cajamarquilla, Pedreros y Nivería, entre otros. Todo lo demás está constituido por modestas viviendas y que son las que constituyen los pueblos jóvenes y asentamientos humanos de la zona, y donde las necesidades son apremiantes si se tiene en cuenta que las dos terceras partes de la población de Chosica carecen de servicios elementales, como agua, desague o limpieza. Los pueblos jóvenes que no cuentan con estos servicios son : Santo Domingo , Virgen del Rosario, San Juan de Bellavista, Señor de Los Milagros, Piedra Grande, La Trinchera, Moyopampa ,



Buenos Aires, 28 de Julio, La Florida, San Antonio de Pedregal, Nicolás de Piérola, Villa Pumacahua, Barrio del Rímac, Huampaní Alto, Alto Perú y Juventud Santa Rosa, La Ronda, José Frianzón, Rayo del Sol, Villa Don Bosco, San Miguel de Pedregal, Pedregal Bajo, Barrio Obrero, Santa Rosa y Unidad Nacional. (8)

4.4. LA POBLACION EN LA ZONA MEDIA DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC.

Según el Censo de 1981 la población en la Zona media de la Cuenca del Río Rímac estaba distribuida de la siguiente manera :

Ricardo Palma.....	3,372	habitantes
Cuenca.....	507	"
Carampoma.....	973	"
San Bartolomé.....	1,159	"
Cocachacra.....	1,483	"
Huachupampa.....	446	"
Surco.....	1,662	"
Antioquía.....	1,502	"
Matucana.....	5,860	"
San Mateo.....	7,840	"

Visitando estos pueblos se puede comprobar que no existe expansión urbana ni rural desde hace mucho tiempo



atrás tienen una frontera urbana y rural bien definida más allá del cual no pueden extenderse por estar rodeado de cerros rocosos de fuerte inclinación. Los depositos de suelos aluvionales y coluviales de suaves y regulares pendientes que existen, son aprovechados desde muchos años atrás en la agricultura.

El presente estudio poblacional de la cuenca del río Rímac es importante si comprendemos que el control de los fenómenos de geodinámica externa va dirigido a resolver, en la zona, el problema de la expansión rural y urbana, ya que dentro de 20 años más, la explosión demográfica de Lima va a repercutir en esta zona de la cuenca.

#### 4.5. CONCLUSIONES

- a. El crecimiento vertiginoso de la población de la gran Lima, genera y multiplica, cada vez más, nuevas necesidades, específicamente en vivienda, alimentación, educación, salud y comunicación.
- b. Se ha construido y se sigue construyendo en suelos prohibidos y Lima está creciendo hacia sus costados. Su paisaje verde y fértil está siendo reemplazada por zonas urbanizadas.



- c. En la gran Lima, se ha construido en zonas bajas adyacentes al cauce del río Rímac, dentro de la mayor improvisación y sin planificación razonable lo que significa exponer sectores urbanas de la ciudad a las inundaciones. De igual forma, en la zona crítica se ha construido en zonas bajas que constituye el lecho de inundación del río Rímac.
- d. A raíz de los fenómenos atmosféricos provocados por el fenómeno de "El Niño" a nivel nacional en los últimos tiempos, los pobladores de las zonas afectadas, buscando sus seguridad, se mudan de lugar y emigran a la Gran Lima por su condición de ciudad cosmopolita en donde siempre se halla una actividad ocupacional que resuelve los problemas inmediatos, ya que las tierras de cultivo han perdido sus nutrientes a causa de la escorrentía y las lluvias torrenciales en un caso y la sequía por otro.
- e. El fenómeno demográfico en Lima, representa un problema cada vez más creciente tanto por las causas ya mencionadas, como por su condición de Capital Centralista y mal ubicada, así como por la ausencia de una política de descentralización auténtica en el Perú.



- f. Los daños derivados por los fenómenos de geodinámica externa en la Cuenca del Río Rímac, se deben en gran parte al mayor y mal uso de las tierras de cultivo por una población cada vez mayor en número y exigencias.
- g. Los daños ocurridos en períodos críticos de lluvias torrenciales anteriores, como por ejemplo los años de 1891 y 1925 en cuanto a huaicos e inundaciones, no tuvieron los alcances, ni la resonancia de los producidos en años recientes como la de 1972, 1983 y 1984; uno de las causas es que las vertientes están más removidas que antes, gracias a la gran actividad del hombre por su mayor número y por que también sus necesidades han aumentado.
- h. La idea es ganar las vertientes y laderas de la Cuenca para la agricultura mediante la utilización de ANDENES, ya que, es la única forma de aprovecharlas con más eficiencia en la agricultura y al mismo tiempo contener la fuerte erosión provocadas por la escorrentía superficial, erosión eólica e intemperismo.
- i. El crecimiento deográfico constituye en la actualidad una seria preocupación para el Estado y para



los particulares, en la medida que la elevada tasa de crecimiento de la población no guarda relación con los recursos que el país dispone, ni con la capacidad para generar nuevos recursos. El estanca-  
miento de la economía nacional está estrechamente vinculado al ritmo con que ha venido incrementándo se la población peruana. Un aspecto de esta pro-  
blemática que adquiere especial relevancia, está referido a la creciente incapacidad de la estructura productiva y de servicios del país para absorber  
mano de obra y a la consiguiente expansión de los niveles de subempleo y desempleo, que llegan a sig-  
nificar más del 50% de la población económicamente activa. Un desmesurado e incontrolado crecimiento  
demográfico impide no solamente remunerar adecuada-  
mente al trabajador sino que, fundamentalmente frustra su realización como persona y ser social a  
través del trabajo. (4)

- j. La política de descentralización que actualmente propicia el gobierno es positiva en todos sus as-  
pectos, y está dirigido, entre otros; al control poblacional mediante su distribución hacia zonas  
de tierras fértiles y que por carecer de infraes-  
tructura han permanecido olvidados, es así que ac-  
tualmente en gran proporción se ha invertido el



sentido de las migraciones, ya que actualmente existen grandes migraciones ya no del campo hacia la ciudad si no de la ciudad hacia el campo; tal es el caso de Nuevo Cajamarca, un dinámico pueblo de colonizadores ubicados a la vera de la Carretera Marginal de la Selva, en el Departamento de San Martín, actualmente uno de los más grandes productores de arroz y otros productos alimenticios. Y muchos otros más siempre ubicados a lo largo de la Carretera Marginal de la Selva.

Es importante citar a la Nueva Ciudad Constitución, nuevo Polo de desarrollo ubicado en la ceja de selva entre los ríos Pichis y Palcazu en el Departamento de Cerro de Pasco. Por allí pasará la Gran Carretera de Penetración Trasandina que comunicará a los Departamentos de Ucayali, Madre de Dios, Junín, Cuzco, Puno y la República de Bolivia.



## CAPITULO V

### 5. DENSIDAD DEL TRAFICO VEHICULAR EN LA CARRETERA CENTRAL.

La Carretera Central es una de las vías de Comunicación Terrestre más importantes del país, debido a que conecta la Costa Central con la Sierra Central y Selva del país.

Permite un intercambio Comercial Fluído y Constante durante todo el año, entre la gran Lima y los pueblos del interior ubicados a lo largo de ella.

Cualquier destrucción de una parte de esta vía , especialmente por los huaicos y las lluvias torrenciales , repercute negativamente de inmediato en la alimentación de los pueblos, especialmente en Lima donde la población es mucho mayor.

Los cuadros Nº 5 y 6 nos muestran la densidad vehicular en la Carretera Central y fue tomado del control de peaje de Corcona, ubicado en el Km. 48 de la Carretera Central.

En 1983 utilizaron esta vía 688,907 vehículos de los cuales 318,603 fueron ligeros y 370,304 fueron pesados.



Estas cifras califican pues a la Carretera Central como una de las más importantes vías del país. (9d)



NUMERO DE LA VIA : LIMA - JIRÓN  
 CONTROL DE PEAJE : CORCONA  
 DEPARTAMENTO : LIMA  
 PROVINCIA : HUAROCHIRI

CUADRO Nº 5

AÑO : 1983

PERIODO DE TIEMPO	TRANSITO (EN UNIDADES)								
	TOTAL	POR TIPO DE VEHICULO							
		LIGERO TOTAL	TOTAL	2 EJES	3 EJES	PESADO			
					4 EJES	5 EJES	6 EJES	7 EJES	
TOTAL ANUAL	688,907	318,603	370,304	267,665	63,366	23,598	15,349	326	.-
I TRIMESTRE	158,717	71,292	87,425	64,652	14,412	4,782	3,504	75	.-
ENERO	65,440	30,451	34,989	26,110	5,122	2,131	1,609	17	.-
FEBRERO	58,936	26,297	32,639	24,073	5,366	1,837	1,324	39	.-
MARZO	34,341	14,544	19,797	14,469	3,924	814	571	19	.-
II TRIMESTRE	175,197	71,558	103,639	73,841	18,798	6,549	4,355	96	.-
ABRIL	46,645	17,153	29,492	21,488	5,399	1,507	1,067	31	.-
MAYO	66,212	27,159	39,053	27,503	7,294	2,498	1,727	31	.-
JUNIO	62,340	27,246	35,094	24,850	6,105	2,544	1,561	34	.-
III. TRIMEST.	185,230	93,180	92,050	66,644	15,287	6,226	3,818	75	.-
JULIO	67,036	34,590	32,446	23,957	5,220	2,099	1,143	27	.-
AGOSTO	62,396	31,005	31,391	22,643	5,244	2,136	1,347	21	.-
SEPTIEMBRE	55,798	27,585	28,213	20,044	4,823	1,991	1,328	27	.-
IV. TRIMESTRE	169,763	82,573	87,190	62,528	14,869	6,041	3,672	80	.-
OCTUBRE	58,393	29,472	28,921	20,889	4,756	2,032	1,217	27	.-
NOVIEMBRE	56,154	27,762	28,392	20,005	4,925	2,121	1,312	29	.-
DICIEMBRE	55,216	25,339	29,877	21,634	5,188	1,888	1,143	24	.-



CONTROL DE TRAFICO : VEHICULAR  
 NOMBRE DE LA VIA : LIMA-OROYA  
 CONTROL DE PEAJE : CORCONA  
 DEPARTAMENTO : LIMA  
 PROVINCIA : HUAROCHIRI

AÑO 1984

PERIODO DE TIEMPO	TRANSITO (EN UNIDADES)							
	TOTAL	POR TIPO DE VEHICULO						
		LIGERO TOTAL	TOTAL	2 EJES	3 EJES	PESADO		
					4 EJES	5 EJES	6 EJES	7 EJES
TOTAL ANUAL	399,600	198,464	201,136	144,338	35,719	13,776	7,098	225
I TRIMESTRE	96,546	46,092	50,454	36,234	9,653	2,716	1,788	63
ENERO	53,256	23,146	30,110	21,718	5,176	1,969	1,204	43
FEBRERO	32,703	16,250	16,453	11,497	3,742	675	521	18
MAYO (Bajo por desastres hay)	10,587	6,696	3,891	3,019	735	72	63	2
II TRIMESTRE								
ABRIL	LA CASETA DE CONTROL DE PEAJE ESTUVO							
MAYO	DESTRUIDO POR HUAICOS ESTE PERIODO DE 1984							
JUNIO								
III TRIMESTRE	135,678	69,041	66,637	48,113	10,989	5,021	2,458	56
JULIO (9 días)	18,886	10,029	8,857	6,726	1,291	545	293	2
AGOSTO	60,486	30,381	30,105	21,672	4,975	2,282	1,155	21
SEPTIEMBRE	56,306	28,631	27,675	19,715	4,723	2,194	1,010	33
IV TRIMESTRE	167,376	83,331	84,045	59,991	15,077	6,039	2,852	106
OCTUBRE	58,839	29,693	29,146	20,500	5,380	2,182	1,059	25
NOVIEMBRE	53,624	26,774	26,850	19,265	4,686	1,931	925	63
DICIEMBRE	54,913	26,864	28,049	20,226	5,011	1,926	868	18

CUADRO Nº 6



## CAPITULO VI

### 6. ESTUDIO SISMICO DE LA CUENCA DEL RIMAC .

#### 6.1. MARCO TECTONICO DE LA CUENCA DEL RIMAC.

La zona de la Cuenca del Río Rímac, dentro del marco de la tectónica global, se encuentra en una área de alta actividad sísmica, como parte del Cinturón Circumpacífico. Los rasgos tectónicos principales son la Cordillera de los Andes y la Fosa de Lima; estas se sitúan dentro de la placa tectónica Sudamericana o continental y la placa de Nazca u Oceánica (figura 16). La segunda se introduce en subducción del tipo acrecentamiento a la Placa Continental, aumentando el espesor de éste a expensas del hundimiento de la Placa Oceánica, (fig. 17, 18) lugar principal de la acumulación constante de energía que será liberada mediante temblores, terremotos, y erupción de volcanes.

#### 6.2. PRINCIPALES SISMOS FUERTES QUE MAS HAN AFECTADO LA CUENCA DEL RIO RIMAC.

<u>GRADO</u> (MM)	<u>EPICENTRO</u>	<u>FECHA</u>	<u>HORA Y LUGAR</u>
IX	12.2 Lat. S. 77.7 Long. W.	9-7-1586	19.30 Dpto.Lima



<u>GRADO</u> (MM)	<u>EPICENTRO</u>	<u>FECHA</u>	<u>HORA Y LUGAR</u>
X	12.0 Lat. S. 77.4 Long. W	13-11-1595	13.38 Frente a Lima
X-XI	11.6 Lat. S 77.5 Long. W.	28-10-1746	23.30 Depto. Lima
VIII	10.5 Lat. S. 77.6 Long. W.	24-05-1940	11.35
VIII	10.7 Lat. S. 78.6 Long. W.	17-10-1966	16.41
VIII	12.3 Lat. S. 77.8 Long. W.	03-10-1974	9.21

OTROS

IX.....	20-10-1687	5.30
VIII.....	30-03-1828	7.35
VIII.....	05-03-1932	5.17
VII.....	19-01-1932	21.33

6.3. OTROS TEMBLORES PERUANOS CUYOS EPICENTROS ESTABAN MUY CERCA A LIMA

<u>MAGNITUD RICTER</u>	<u>DISTANCIA EPICENTRAL</u> Km.	<u>PROFUNDIDAD</u> Km.	<u>DISTANCIA HIPOCENTR</u> Km.	<u>FECHA</u>	<u>ACELERACION H. MAXIMA g.</u>
7.3	255	50	260	01-11-1974	0.0063
6.0	105	50	116	31-01-1951	0.0061
5.3	115	50	125	03-08-1952	0.062
6.25	110	50	120	24-01-1957	0.010



<u>MAGNITUD RICHTER</u>	<u>DISTANCIA EPICENTRAL</u>	<u>PROFUNDIDAD</u>	<u>DISTANCIA HIPOCENTRAL</u>	<u>FECHA</u>	<u>ACELERACION H MAXIMA g.</u>
	Km.	Km.	Km.		
6.5	115	100	152	18-02-1957	0.040
7.5	205	24	206	17-10-1966	0.371
7.75	370	56	374	31-05-1970	0.12
5.3	127	54	138	29-11-1971	0.06
6.6	74	98	123	05-01-1974	0.09
6.6	73	98	122	05-01-1974	0.157
7.5	86	13	87	03-10-1974	0.25
7.5	91	13	92	03-10-1974	0.20
7.2	95	6	95	09-11-1974	0.05
7.2	103	6	103	09-11-1974	0.12

En todos los casos, las estaciones registradoras pertenecen al Instituto Geofísico del Perú.



## CAPITULO VII

### 7. ESTUDIO HIDROLOGICO

El Perú está totalmente enclavado en la zona tropical cuyo límite Sur es el Trópico de Capricornio. es decir , el Paralelo 23<sup>o</sup>27' Latitud Sur, su clima debería ser cálido, húmedo y lluvioso, con variaciones de intensidad de precipitación y temperatura impuestas mas que por la distancia al Ecuador Terrestre por las alturas sobre el nivel del mar. Nuestra costa en especial, de acuerdo con la referida situación continental, debería estar llena de vegetación exuberante gracias a un régimen de lluvias abundantes. Igual debería ocurrir en las laderas de la cordillera que miran al Pacífico.

La realidad en cambio, es totalmente diferente, la costa peruana es una sucesión de los desiertos más áridos del mundo y las laderas occidentales de la cordillera permanecen, por lo menos hasta cierta altura, yermas y desnudas. Desiertos como el de Majes, por ejemplo, no han recibido lluvias significativas desde hace, según los expertos, no menos de 100 millones de años. En el se han observado precipitaciones del orden de 20 mm./año, cifras que lo sitúan, junto con otros desiertos peruanos, entre los más áridos del mundo. (5)



Aunque los procesos climáticos obedecen a factores múltiples, las causas tangibles inmediatas de la realidad climática de la faja costera peruana, de las cuencas serranas de la vertiente del Pacífico son resultado de la interacción de : la Cordillera de los Andes y la Corriente fría de Humboldt.

La Cordillera de los ANDES actúa como una inmensa pantalla fija que obliga, a las masas de aire caliente y llenas de humedad que vienen desde la extensa cuenca amazónica, a resolverse en lluvias orográficas en la vertiente oriental de los Andes. Impide a las nubes cargadas de vapor que vienen de la selva, a descender, hacia la costa. (5)

La Corriente fría de Humboldt, que es el efecto de los vientos alisios del Este y Sudeste, es un fenómeno dinámico del Pacífico que ha tenido, tiene y tendrá papel preponderante en la modificación de lo que debería ser "lógico" clima costero tropical, por que :

- a. Restringe fuertemente, al enfriar el agua, las tasas de evaporación desde el Pacífico reduciendo proporcionalmente los posibles volúmenes de lluvia potencial. (5)
- b. Al enfriar a las capas de aire en contacto con el



espejo de agua, reduce considerablemente el poder de ascender de esa masa de aire, cuya pequeña humedad suele condensarse a poca altura formando las nieblas costeras, que alimentan a las llamadas "lomas" o pastizales efímeras. La débil humedad del aire costero no puede ascender y tampoco puede generar lluvias importantes, definiéndose así una masa de aire de poca humedad relativa, prácticamente inmovilizada, cuya persistencia a lo largo de los años ha dado lugar a los desiertos. (5)

7.1. LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LA COSTA NORTE Y CENTRO DEL PERU.

Cuando la Corriente caliente de "El Niño" se encuentra en embrión, vale decir en formación, en el Pacífico Central Ecuatorial y sostenida por los vientos convectivos del Este, y la Corriente Fría de Humboldt transcurre normalmente por el Pacífico Oriental frente a la costa del Perú, las condiciones climáticas de la costa peruana son "normales", es decir, se producen las lluvias orográficas, hay aridez en la costa y las descargas de los ríos ocurren dentro de los límites usuales.

Cuando los vientos alisios se calman, "El Niño" ya está, formado y es cuando dotado de movimiento lento al sentirse libre, corre de Oeste a Este hacia las costas del Pe-



rú y Ecuador; entonces las condiciones climáticas de la costa Peruana se tornan "tropicales". Al comienzo las precipitaciones pluviales no son de importancia pero, a medida que "El Niño" llega con mayor nitidez y se desplaza hacia el Sur, las lluvias se tornan torrenciales. Esto se debe a que, permaneciendo las lluvias orográficas más o menos los mismos y en su área, acusan su presencia y se suman a ellas, las lluvias convectivas procedentes del océano. En efecto, consecuente con la mayor temperatura del agua del mar, las tasas de evaporación son más altas y las masas de aire, ahora húmedas y calientes pueden ascender fácilmente. La suma de ambas precipitaciones determina mayores y más persistentes masas de lluvia, abarcando además mayor área de cuenca o toda ella. (5, 8, 9)

Cuanto mayor sea la temperatura de "El Niño" y mayor sea su desplazamiento hacia el Sur, mayores en intensidad y frecuencia serán las lluvias y abarcarán una extensión mayor de la costa.

Resumiendo, la acción de la Corriente de "El Niño" se podría definir como liberadora de las restricciones climáticas actuales de la costa peruana, con la cual esta recupera su clima típicamente tropical que debería ser el normal.



## 7.2. LAS LLUVIAS TORRENCIALES EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC.

Las lluvias torrenciales en la cuenca del río Rímac son consecuencia del fenómeno de "El Niño" así como de la elevada temperatura del aire por efecto del verano.

Consecuentemente con la mayor temperatura del mar frente al Callao, las tasas de evaporación son más altas y las masas de aire húmedas y calientes ascienden y se expanden fácilmente hacia las zonas altas y frías de la cuenca del río Rímac condensándose en lluvias torrenciales.

## 7.3. ZONIFICACION DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC SEGUN LA PRECIPITACION PLUVIAL.

Consecuente con la variable disposición de las lluvias en la Cuenca, en función del año hidrológico, se acusa la presencia de áreas variables y de límites poco precisos de cada tipo de Cuencas : Húmeda semi-árida y árida (gráfica Nº 4).

### 7.3.1. ZONA HUMEDAD.

La zona húmeda en la Cuenca del Río Rímac es del orden de 1,245 Km<sup>2</sup>, es decir, 36.7% del área to-



tal; en ella se generan masas anuales de escorrentía del orden de 900 millones de M<sup>3</sup>/año, o sea, 85 m<sup>3</sup>/seg. en promedio. La precipitación media es de 940.7 mm. de altura, es decir que existe escorrentía superficial ( cuadro Nº 9) y (gráfica Nº 5) ya que, sobrepasa grandemente a la Isoyeta 250 mm./año.

Esta zona húmeda se extiende aguas arriba a partir de los 3000 msnm. en San Mateo, hasta los 5000 msnm. en las cumbres nevadas de Antina, Pucacocha y Juracocha.

### 7.3.2. ZONA SEMI-ARIDA.

- La Zona Semi-árida en la Cuenca del Río Ri mac es del orden 925 Km<sup>2</sup>, es decir, 27.3% del total.(5)

-Esta zona se extiende, desde los 1,500 msnm. en Ricardo Palma, hasta los 3,000 msnm. en San Mateo.

-La precipitación pluvial media es de 240.1 mm./año, es decir, menor que la Isoyeta 250 mm./año, por la que no se produce escorrentía superficial (Cuadro Nº 8 y Nº 9) gráfica Nº 5.

Es la zona de más difícil comportamiento hidro-geológico, pues, aquí se producen todos los años en época de lluvias torrenciales, fenómenos de geodinámica exter-



na como huaicos, inundaciones, aluviones, violenta sedimentación, etc. cuyos efectos destructivos en las obras de ingeniería civil son tremendos.

En esta zona de Cuenca, dos factores coadyudan muy seriamente para generar peligros potenciales y actuales : la escasa vegetación y las fuertes gradientes de sus laderas cordilleras. La erosión, por ausencia de cubierta vegetal, es como regla general muy importante el transporte de sedimento de todo diámetro desde cantos rodados hasta arcillas, incluyendo los provenientes del intemperismo de la rocas, es grandemente favorecido por las fuertes pendientes. De allí que cuando existe masas de escorrentía en acción, se producen las avalanchas semi-líquidas o yapanas, semi-sólidas o llocllas, que cuando se presentan violentamente en forma de huaicos son imposibles de controlar con pequeñas obras de encausamiento. Esta zona llamada CRITICA está comprendida entre los poblados de Cupiche y Matucana. (Planos N<sup>os</sup> 2 y 3) (Figura N<sup>o</sup> 27)

Cuando el fenómeno de "El Niño" hace sentir su acción , la Isoyeta 250 mm/año desciende hasta el límite inferior de la semi-árida y se produce escorrentía en una área de 175 %, mayor que lo normal. Puede rendir entonces casi 1,500 MMC/año y producir caudales en el Río Rímac de hasta 500 m<sup>3</sup>/s. (5).



### 7.3.3. ZONA ARIDA.

- La Zona árida, es del orden de 1,220 Km<sup>2</sup>. es decir, 36% del total de la Cuenca. (5)

- Se extiende desde el mar en el Callao hasta los 1500 msnm. en Ricardo Palma. El Callao, Lima, Vitarte, Naña, Morón, Chaclacayo, Chosica, y Ricardo Palma están dentro de esta zona.

- La precipitación pluvial media correspondiente a los últimos 23 años es de 8.34 mm/año. No existe escorrentía superficial, caracterizándose por ser una zona muy árida. (cuadro Nº 9 y Nº 10) (gráfica Nº 5)

Esta zona ofrece muy poca defensa contra la erosión, pues, sus suelos ante la ausencia de cubierta vegetal ceden fácilmente por erosión y licuofacción ante la presencia de agua. El comportamiento de esta zona ante la presencia de aguas superficiales o subterráneas es difícil de preveer y diagnosticar.

Esta zona árida en teoría no recibe lluvia, sin embargo, se considera que hasta unos pocos milímetros de precipitación anual no le quita su carácter de tal. La vegetación varía entre nula y escasa, la que existe es a consecuencia de un sistema de riego planificado



y sistemático sin el cual, esta zona sería un desierto de arena y piedra con escasas plantas xerófitas.

#### 7.4. ISOYETA 250 mm/año

La masa de agua caída en una cuenca, que son cientos de miles de m<sup>3</sup>/año por Km<sup>2</sup>, se distribuye para cubrir varios "usos" : Evaporación, consumo esencial de las plantas , infiltración a suelos y sub-suelos, y lo que excede a estos usos integra las corrientes de agua de riachuelos, (gráfica Nº 6) (5) arroyos y ríos. Esta última es la escorrentía superficial.

Desde que tanto la evaporación, como el consumo de las plantas y la infiltración tienen un límite, relativamente modesto, cuando mayor sea el excedente mayor será la escorrentía superficial.

A mayores lluvias mayores descargas de los ríos, mayores masas de agua en busca de una vía de evacuación y correlativamente mayor erosión y mayor arrastre de sedimentos.

El Ingeniero Carlos W. Sutton estableció tentativamente que, en cuencas peruanas, se podría admitir que lluvias hasta de 250 mm./año, es decir, unos 250,000 m<sup>3</sup> de agua por Km<sup>2</sup> de cuenca satisfacen cuando más a todos los



usuarios y no se produce escorrentía. Lluvias mayores de 250 mm./año producen escorrentía y los caudales generados serán tanto más grandes cuanto más supere la precipitación esa intensidad límite. La Isoyeta 250, por consiguiente, separa aquella área llamada zona árida porque no produce escorrentía de la húmedad que sí la produce. (5)

#### 7.5. LA CURVA DE SUTTON.

Las cuencas peruanas de la vertiente del Pacífico presentan, normalmente, los tres tipos de zonas : húmeda, árida y semi-árida. Mientras no reciban la influencia del fenómeno de "El Niño" el complejo hidrogeológico funciona dentro de límites "Normales", con problemas rutinarias y manejables casi siempre. Cuando la influencia generada por dicho fenómeno es excesiva, en uno u otro sentido, ocurren ya sea la tropicalización violenta de la zona semi-árida o la sequía extrema. Dentro de los extremos esquematizados hay, desde luego, diferentes grados de intensidad en función de la magnitud de las causas y el área comprometida varía, aumentando o disminuyendo constantemente. (5)

Las cuencas norteñas solamente presentan zonas húmedas y semi-áridas pues las lluvias, esporádicamente, llegan a más de 250 mm/año a pocos metros sobre el



mar. Conforme se avanza hacia el Sur, y la incidencia de la Corriente Fría de Humboldt es cada vez más nítida y única, el límite promedio de la isoyeta 250 se sitúa cada vez más alto llegando, en Moquegua y Tacna a ocurrir, normalmente, a altitudes superiores a los 4,000 msnm. En este último caso se define claramente la presencia de los tres tipos y, mientras más al Sur, las áridas son cada vez de mayor extensión. En la región de Lima la altura estaría cerca a los 2,000 msnm.

La curva que relaciona la altitud promedio de la isoyeta 250 mm/año con la Latitud Sur, es llamada CURVA DE SUTTON. (gráfica Nº 6)

#### 7.6. REGISTRO DE CAUDALES EN EL RIO RIMAC.

El río Rímac presenta un régimen irregular, de carácter torrencioso y está principalmente influenciada por el proceso estacional de precipitación.

La presente información sobre registro de caudales, del Río Rímac es de catorce años consecutivos, desde 1969 hasta el año de 1983 y parte del 84, proporcionada por SENAMHI. El cuadro Nº 10 corresponde a la estación de aforo de Chosica y registra las descargas del río Rímac después de recibir las descargas del Río



Santa Eulalia; la estación de aforo de Chosica tiene la siguiente ubicación:

Latitud Sur : 11°57'  
Longitud Oeste : 76°43'  
Altitud : 869 msnm. (9c)

La gráfica Nº 07 representa las descargas medias mensuales del Río Rímac. Se podrá apreciar que las mayores descargas se dan en el mes de marzo de cada año, y estas están en razón directa a la intensidad de precipitación pluvial que se produce en la cuenca alta y media del Rímac.

La gráfica Nº 8 representa los volúmenes totales anuales de descargas del Río Rímac por catorce años consecutivos, es decir, desde 1969 hasta 1983 y parte de 1984.

La figura Nº 10 muestra las descargas medias mensuales del Río Rímac computada de catorce años consecutivos, es decir, desde 1969 hasta 1983 y además las descargas medias mensuales de 1982-1983, con la finalidad de visualizar las diferencias de caudales normales y las que se produjeron específicamente en 1982-1983, ya que este año fue de grandes desastres naturales en la Cuenca del Río Rímac.



7.6.1. ANALISIS DE LA INFORMACION.

- a. Las descargas se incrementan en el mes de diciembre con llegada de las lluvias torrenciales en la cuenca alta y media del Río Rímac, y vuelven a su normalidad en el mes de mayo con la ausencia de las lluvias torrenciales.
- b. Las mayores descargas se registraron en el mes de marzo.
- c. Las mayores descargas se producen cuando las presiones son mínimas y las temperaturas máximas.
- d. A mayores precipitaciones pluviales mayores descargas del Río Rímac.
- e. La temperatura varía de mayor a menor entre el Callao y Matucana.
- f. Las nubes calientes y cargadas de humedad se condensan en mayor porcentaje en la parte alta de la cuenca, vale decir, en las cabeceras del Río Rímac.
- g. En 1972 se registró la descarga media anual de 39.188 m<sup>3</sup>/s. en la estación de aforo de Chosica, diez años después, es decir, en 1981, 1982, 1983,



se vuelven a registrar descargas medias anuales fuertes de 33.040, 32.066, 33.151 metros cúbicos por segundo respectivamente. De igual forma, se registraron los siguientes volúmenes totales anuales en la Estación de Chosica:

1972.....	1,235'832,768	m3
1981.....	1,041'909,440	m3
1982.....	1,011'233,376	m3
1983.....	1,045'449,936	m3

(cuadro Nº 10)

El año de 1984 la precipitación pluvial en la Cuenca del Río Rímac fue mucho menor que la de 1983 y consecuentemente la descarga del Río Rímac también menor, pero no por eso dejaron de registrarse desastres naturales por efecto de huaicos e inundaciones principalmente, sino que por el contrario, el año de 1984 al igual que 1983, fue fatal tanto en el aspecto material como en lo personal.

En la actualidad SENAMHI no cuenta con registros de caudales de las quebradas tributarios del Río Rímac aguas arriba de Ricardo Palma, razón por la que no se incluye en el presente trabajo.



7.7. REGISTRO DE PRECIPITACIONES Y ANALISIS.

El Cuadro Nº 9a muestra la Precipitación total Mensual y corresponde a la Estación Pluviométrica sito en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en milímetros de altura; de igual forma la precipitación total Anual.

El Cuadro Nº 8 muestra la Precipitación Total Mensual así como la precipitación Total Anual, correspondiente a la Estación Pluviométrica de Matucana.

Cada una de estas estaciones Pluviométricas están ubicadas según las siguientes coordenadas :

Aeropuerto Internacional Jorge Chávez

Latitud Sur :  $12^{\circ}00'$   
Longitud Oeste :  $77^{\circ}07'$   
Altitud : 13 msnm.

Matucana

Latitud Sur :  $11^{\circ}50'$   
Longitud Oeste :  $76^{\circ}23'$   
Altitud : 2378 msnm. (9c)



7.7.1. ANALISIS DE LA INFORMACION.

CUENCA BAJA.

- a. En la Cuenca baja, es decir en la Gran Lima, la precipitación es casi nula, de allí que el clima es árido durante todo el tiempo.
- b. Las mayores precipitaciones se producen en el mes de agosto, es así que la precipitación media en 23 años consecutivos es decir, de 1961 a 1983 es de 2.52 mm. (cuadro Nº 9a). De igual forma, las menores precipitaciones se registran en los meses de febrero, marzo, abril, octubre, y noviembre; es así que por ejemplo en el mes de abril, la precipitación media en 23 años consecutivos es de 0.1 mm.
- c. En 1983, las precipitaciones en Lima Metropolitana no fueron de consideración, teniendo en cuenta que la temperatura fué alta y la presión más baja que en años anteriores. Esto tiene su explicación, las nubes calientes necesitan enfriarse violentamente para condensarse, la que sucedía solo en la Cuenca media y alta.
- d. El Cuadro Nº 9a muestra que el mayor volumen de precipitación pluvial en Lima Metropolitana se produjo



el año de 1964 con 20.0 mm. De igual manera, en los años de 1970, 1971, se produjeron precipitaciones en Lima con 20.4 mm. y 10.3 mm. respectivamente.

- e. Contrariamente, el año de 1983, en Lima, la precipitación pluvial fue relativamente escasa si lo comparamos con las de los años 1964, 1970, 1971. Los desastres naturales no fueron a consecuencia de estas precipitaciones sino por las que ocurrieron en la Cuenca Alta y Baja. La precipitación Total Anual en el año de 1983 fue de 8.34 mm. de altura.

#### CUENCA MEDIA.

- a. En la Cuenca Media, vale decir, en Matucana la intensidad de la precipitación pluvial es variable, distinguiéndose dos estaciones climáticas muy diferenciables como la estación de estiaje que abarca por lo general desde el mes de mayo hasta el mes de diciembre, y la estación de lluvias torrenciales que abarca desde el mes de enero a abril.
- b. Las mayores precipitaciones se registran en el mes de marzo (cuadro Nº 9) y las menores precipitaciones en el mes de Julio. Es así que en el mes de marzo, la precipitación media correspondiente a 20 años consecutivos es de 82.35 mm., y en el mes



de julio es de 0.05 mm.

- c. En 1983, la mayor precipitación media se da en el mes de marzo con 169.2 mm.
- d. El cuadro Nº 8 muestra que la mayor precipitación media anual en 20 años, se dió en el año de 1967 con 379.1 mm. de altura.
- e. En 1983 la precipitación pluvial media de enero a abril fue de 352.3.
- f. De acuerdo a la Curva de Sutton, puesto que la precipitación pluvial fue mucho mayor que los 250 mm/año, la escorrentía superficial fue tremenda, especialmente en los años de 1967 y 1983.
- g. Se podrá observar que desde 1977 hasta 1982, la escorrentía superficial fué mínima ya que la precipitación pluvial no llegaba a las 250 mm/año; esto hace meditar que para entonces la capa superficial del sub-suelo de la Cuenca del Río Rímac se hallaba tremendamente meteorizada, reseca y removida por la prolongada sequía.



CUENCA ALTA.

- a. En la Cuenca Alta, es decir en Casapalca la precipitación media anual es de 940.7 mm. de altura.
- b. Las mayores precipitaciones se registran en el mes de marzo, y las menores en el mes de junio. Es así que en el mes de marzo la precipitación media entre los años de 1947 y 1980 es de 139.3 mm. y en el mes de julio de 6.7 mm. de altura.
- c. Las mayores precipitaciones ocurren de Enero a Abril y las menores en tiempo de estiaje, es decir de mayo a diciembre.

7.8. REGISTRO DE TEMPERATURA Y ANALISIS.

El Cuadro Nº 11 muestra la Temperatura media mensual registrado en la Estación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez.

El cuadro Nº 12 muestra la Temperatura media mensual registrado en la Estación de Matucana.

La ubicación de estas estaciones es la misma que para las pluviométricas y aforos.



7.8.1. ANALISIS DE LA INFORMACION.

CUENCA BAJA.

- a. En la Cuenca Baja es decir, en la Gran Lima la temperatura media mensual tiene el mayor valor en el mes de febrero y el menor en el mes de setiembre. ( Cuadro Nº 11).
- b. Las más altas temperaturas se dan entre los meses de diciembre y abril, y las más bajas entre los meses de mayo y noviembre. (Cuadro Nº 11)
- c. En 1983 la temperatura en Lima anormalmente subió a valores no registrados durante los últimos 23 años , tal es así que en el mes de marzo la máxima temperatura llegó a  $31.2^{\circ}\text{C}$  (8). Mayor temperatura media se dá en febrero con  $27.1^{\circ}\text{C}$  (Cuadro Nº 11)

CUENCA MEDIA.

- a. En la Cuenca Media, es decir, en Matucana, la mayor temperatura media mensual se registra en el mes de noviembre con  $15.46^{\circ}\text{C}$ , y la menor temperatura en el mes de marzo con  $14.81^{\circ}\text{C}$ . Se podrá dar cuenta que justamente en este mes es la que se producen las mayores precipitaciones pluviales y a la vez que se re



gistran las más altas temperaturas en la gran Lima (cuadro Nº 12 y gráfica Nº 5). Se podrá dar cuenta que en esta zona no existen drásticos cambios de temperatura como sucede en la zona baja de la cuenca.

- b. En 1983, la temperatura no sufrió mayor alteración conservando su tendencia poco variable. Sin embargo registró una mayor precipitación pluvial debido al alto grado de evaporación causado por el calentamiento anormal de las aguas del mar frente a nuestro litoral. La corriente de "El Niño" fue muy intenso en 1983 y su efecto se sintió a nivel nacional.

#### 7.9. CONCLUSIONES.

La temperatura, la precipitación pluvial, la escorrentía superficial y los fenómenos de geodinámica externa en la Cuenca del Río Rímac, en ese orden, están íntimamente relacionadas, dependiendo la intensidad de cualquiera de ellas de la anterior. Creo necesario hacer los siguientes razonamientos:

- a. Según la Isoyeta 250 mm./año, la Cuenca del Río Rímac está dividida en tres zonas como son la ZONA BAJA O ARIDA, la ZONA MEDIA O SEMI-ARIDA, y la ZO-



NA ALTA o HUMEDA. En los últimos siete años, la zona baja y media de la cuenca han recibido una pobre precipitación, es decir, no llegó a los 250 mm./año, razón por la que durante siete años consecutivos no se produjo el escurrimiento superficial necesario para la protección y consolidación del suelo. Estos siete años de sequía (1976-1982) transformaron el paisaje de la zona semi-árida en una gris emboltura polvorienta, en un suelo altamente erosionable, y microfacturada por acción del intemperismo que favorece la descomposición de las rocas superficiales . El paisaje presentaba depósitos de pendiente conformadas de material heterogéneo, desde los más finos como la arcilla y el limo hasta las guijarros.

En el año de 1983, las lluvias torrenciales fueron intensas, y generaron gran escorrentía superficial. Al principio fueron pequeños arroyuelos que excavaban milímetros de suelo lavando el material fino consistente de limo, arcilla, arena y guijarros ; luego fueron torrentes de agua y lodo oradando las laderas y los cauces de las quebradas tributarios del Río Rímac.

Deslizamientos , huaicos, inundaciones, etc. son los testimonios de las intensas lluvias torrenciales de enero, febrero, marzo y abril. La altura media de



la precipitación pluvial correspondiente solamente a estos cuatro meses fue de 266 mm.

- b. En la Cuenca baja, la temperatura, la precipitación y la escorrentía superficial que siempre ha sido nula, han permanecido sin variaciones importantes hasta el año de 1982. En 1983, la temperatura sube hasta alcanzar sus valores más altos en el mes de marzo que fue de  $31.2^{\circ}\text{C}$ ; la precipitación pluvial no se altera mucho ya que llega a un valor anual de 14.30 mm/año, por la que la escorrentía superficial es nula como siempre.
- c. El año de 1983 es dramático para la economía nacional como consecuencia de las lluvias torrenciales. En la zona crítica de la Carretera Central y Ferrocarril Central se originan grandes desastres naturales por efecto de las lluvias torrenciales. Entre Cupiche y Matucana se presentan los más diversos tipos de fenómenos de geodinámica externa, desde los más violentos e imprevistos como son los huaicos hasta los más lentos pero no menos destructivos como son las erosiones en sus diversas formas.
- d. Las descargas del Río Rímac y sus quebradas tributarias aumentan de caudal en los meses de enero, febrero, marzo y abril por efecto de los intensas lluvias torrenciales que se presentan en la zona húmeda a



zona alta de la cuenca, vale decir, en Casapalca, Ti  
clio, etc.

En los catorce últimos años, en 1972 se produjo la  
más alta descarga del Río Rímac con 1,235'832,768 m<sup>3</sup>  
de volumen al año, y doce años después, en 1983 lle-  
ga a 1,045'449,936 m<sup>3</sup>, después de pasar por años de  
sequía.

Estas fuertes descargas generan arrastre de gran vo-  
lumen de sedimento por el lecho del río y quebradas  
tributarias.

e. En 1984 los huaicos, en su mayor proporción, se ori-  
ginaron como consecuencia de las acumulaciones de ma-  
terial sueltos que se encuentran depositados en el  
mismo cauce del río y quebradas. Estos materiales  
provienen de la violenta sedimentación y de anterio-  
res huaicos.

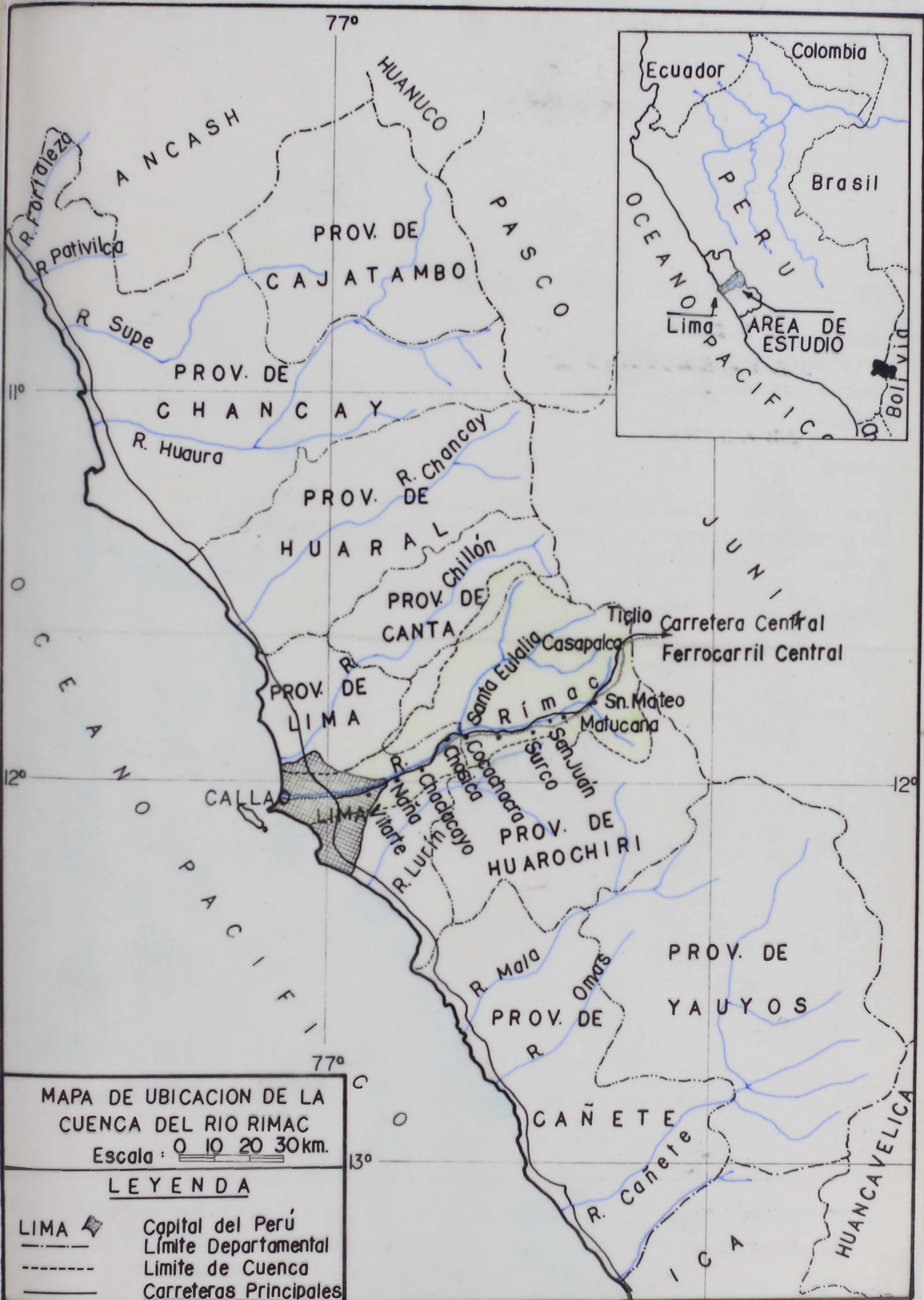
En 1984, los huaicos en su mayoría no fueron provoca-  
dos por deslizamientos de taludes, como ocurrió en  
1983, sino que fueron el producto del arrastre de an-  
teriores sedimentos y de anteriores huaicos que en  
forma de depósitos sueltos no consolidados permane-  
cían en el mismo cauce del Río Rímac y quebradas tri-  
butarios.



- f. Las lluvias torrenciales en la Cuenca del Río Rímac se producen como consecuencia del fenómeno de "El Niño" y las variaciones que este ocasiona en las corrientes marinas del Pacífico Oriental, como la de Humboldt por ejemplo.
- g. En 1983 y 1984 las inundaciones fueron provocadas por colmatación del cauce del Río Rímac por efecto de la violenta sedimentación de material heterogéneo, fino, mediano y grueso, así como también por el resquebrajamiento del cauce en puntos donde existe estrangulamiento. Los huaicos y la sedimentación violenta colmatan con rapidez el cauce provocando de inmediato efectos secundarios y destructivos como son las inundaciones, desbordes, ruptura de muros de encauzamiento, socavamientos de terraplenes, erosión de riberas, derrumbes, etc. Tramos de la Carretera Central y Ferrocarril Central que transcurren próximos al cauce del Río Rímac son destruidas por socavamiento de sus respectivos terraplenes. Los tramos más críticos tanto para la Carretera Central como para el Ferrocarril Central son las de Cupiche, Río Seco, Tornamesa, Surco, Huyupampa, Quitasombbrero, Salón Blanco, San Juan y Matucana. En los tramos de Huyupampa, Quitasombbrero y Salón Blanco, el ferrocarril es destruido periódicamente por erosión y socavamiento de su terraplén dando la apariencia de un puente colgante, después del paso de un huaico o avenida.



FIGURA Nº 15



MAPA DE UBICACION DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC  
Escala : 0 10 20 30km.

LEYENDA

- LIMA Capital del Perú
- Límite Departamental
- Límite de Cuenca
- Carreteras Principales

FUENTE: APORTE PERSONAL.





(Datos periodo 19-3-1974)

FIGURA N° 18

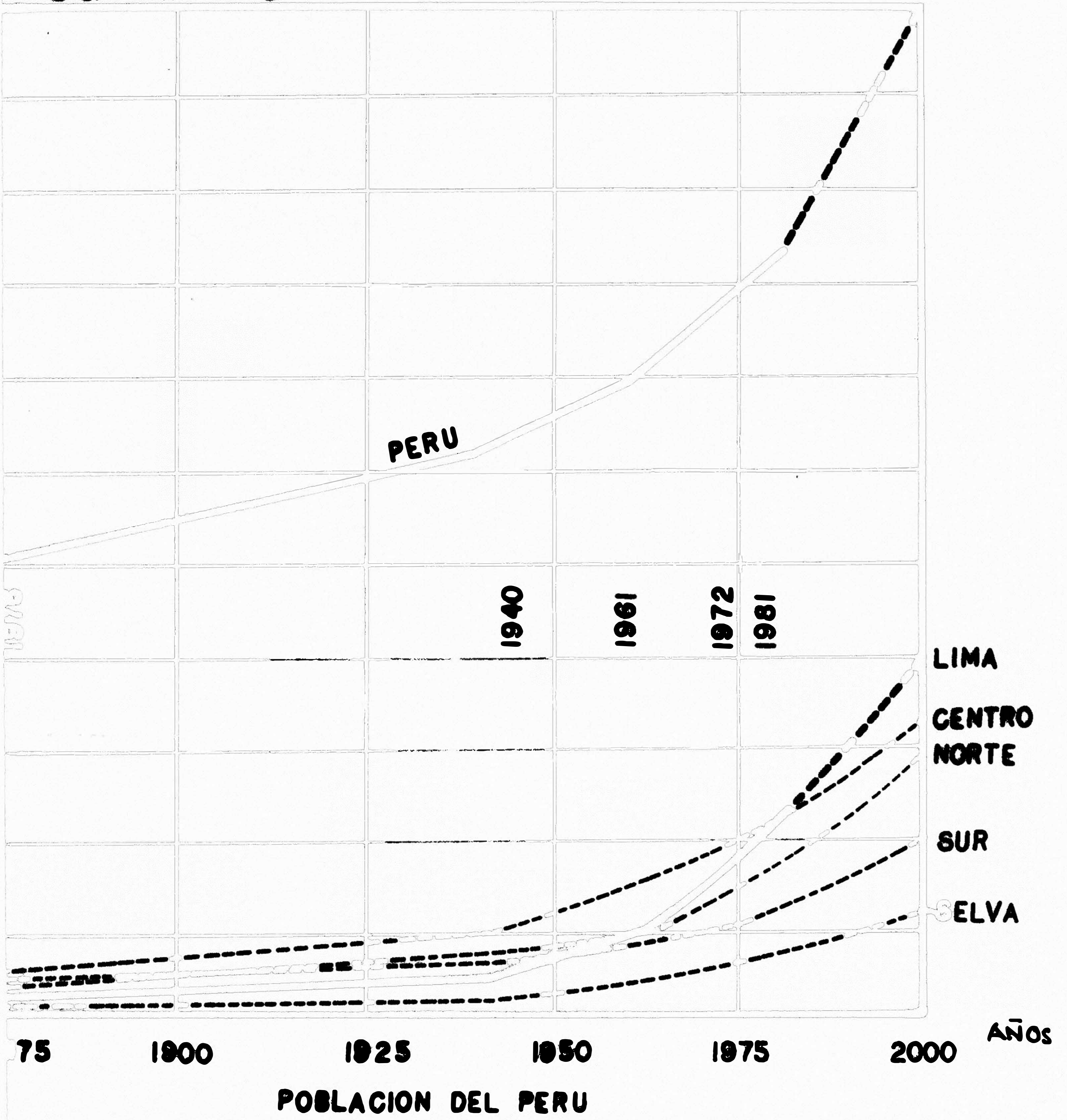
ZONAS SIMICAS

Zonas con alto índice de sismicidad en los próximos 30 a 40 años

- 1 zona de gran concentración de sismos superficiales e intermedios.
- 2 Tectónicamente similar a la N°1, y en actividad sísmica a la N°3
- 3 Baja actividad sísmica en el periodo 1963 - 74
- 4 Poca actividad sísmica intermedia y superficial. Se caracteriza por la gran cantidad de sistemas de fallas regionales de dirección NO-SE. Actividad sísmica superficial. Sismos intermedios pero de ocurrencia menor.
- 5

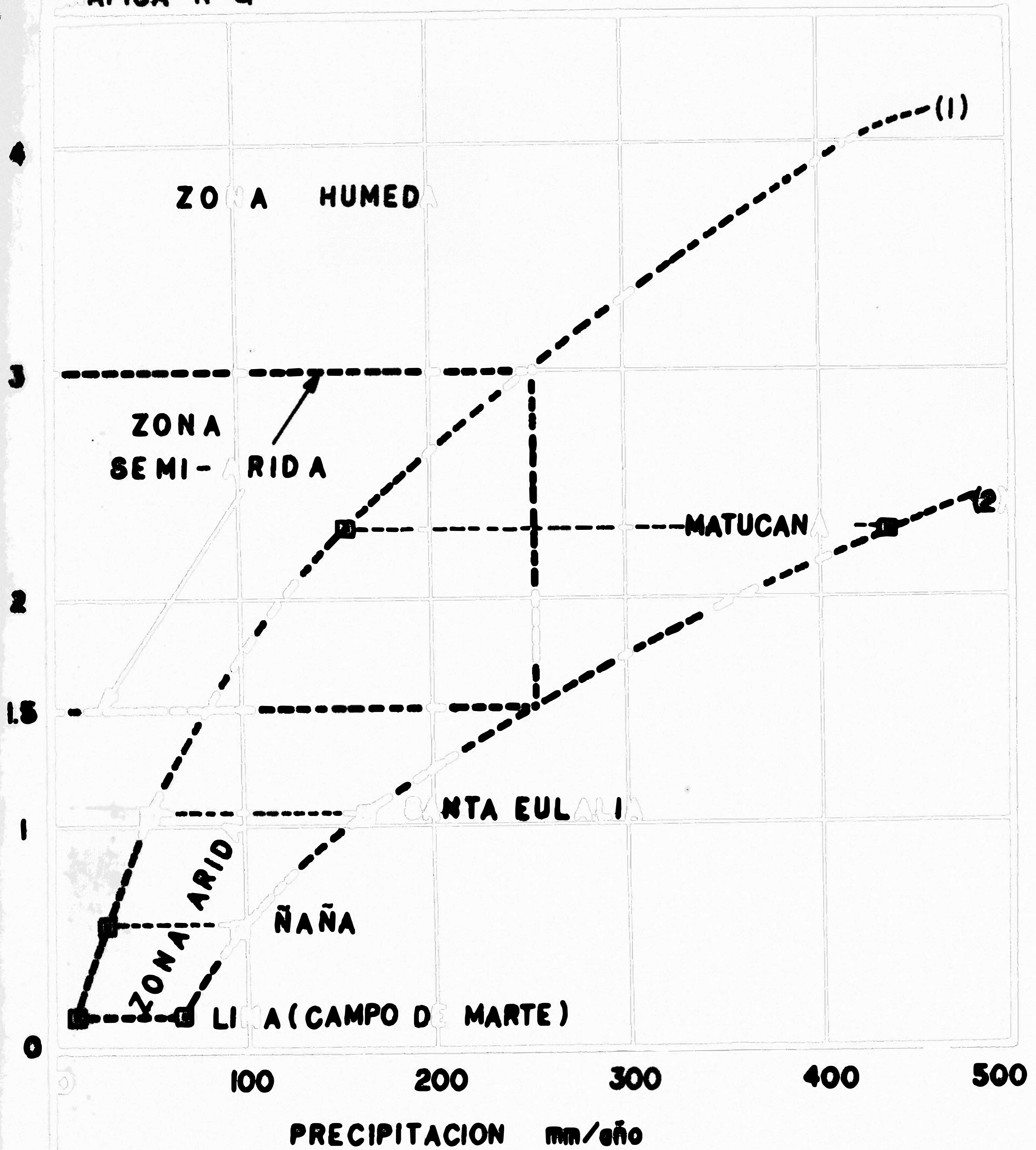


3  
GRAFICA Nº 3





AFICA Nº 21

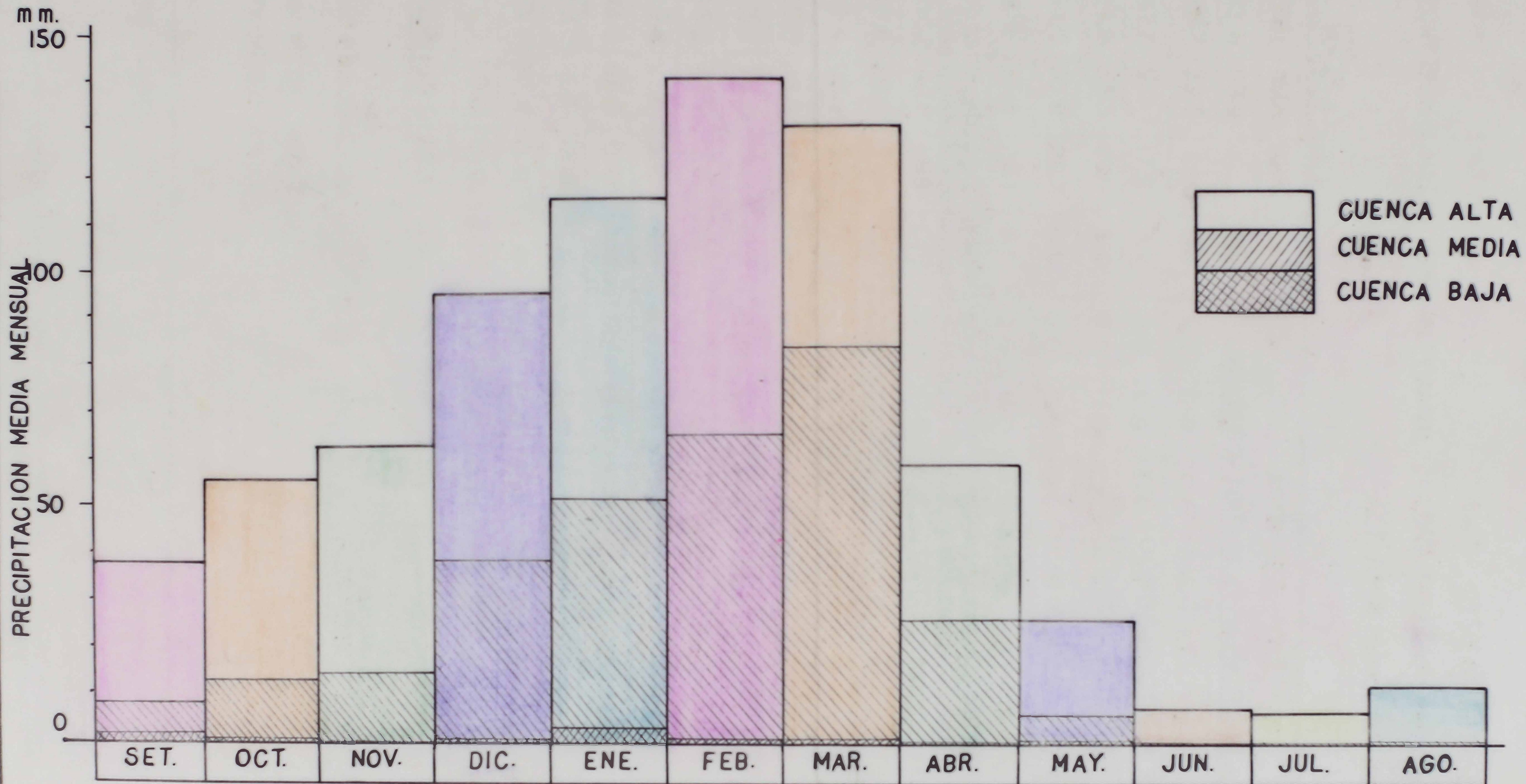


CUENCA DEL RIMAC

- (1) ENVOLVENTE DE MINIMOS
- (2) ENVOLVENTE DE MAXIMOS



PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN LA CUENCA BAJA MEDIA Y ALTA  
DEL RIO RIMAC PERIODO 1961-83



FUENTE : SENAMHI

Meses  
GRAFICA N° 5



# PRECIPITACION MENSUAL EN LA CUENCA MEDIA DEL RIO RIMAC PERIODO 1965-1983

ESTACION : MATUCANA

LAT. 11° 50' S DPTO. LIMA

DE : PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL

LONG. 76° 23' W PROV. HUAROCHIRI

ALT. 2378 msnm DIST. MATUCANA

FIGURA N° 8

	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
34	82.8	69.8	10.5	2.6	0.0	0.0	0.0	3.8	13.7	6.7	24.8	270.1
61.2	38.7	52.5	22.3	0.2	0.0	0.0	0.0	5.8	19.1	12.7	37.6	250.1
77.5	147.7	97.1	17.2	3.7	0.0	0.9	3.4	2.1	15.2	4.3	10.2	379.1
88.4	24.9	33.3	11.2	8.9	0.0	0.0	1.2	1.7	7.3	6.3	22.3	146.5
11.4	54.5	70.8	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	18.1	24.1	55.2	261.4
19	8.9	35.4	29.1	9.1	0.0	0.0	0.0	21.8	14.5	5.4	53.8	286.9
21.4	72.6	116.0	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	1.2	42.9	324.1
63.5	106.2	144.8	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	12.6	5.0	48.2	395.6
82.5	80.8	58.7	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	33.8	8.3	7.5	56.9	341.2
48.3	76.4	75.8	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.6	4.6	21.3	233.8
33.4	59.0	118.3	8.9	6.2	0.8	0.0	0.0	1.3	7.0	12.4	40.1	287.4
70.3	73.4	74.2	0.5	0.5	0.9	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	26.2	246.0
30.1	69.5	47.7	2.7	5.3	0.0	0.0	0.0	2.5	0.6	28.7	26.2	208.3
20.4	29.8	21.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	7.8	12.6	107.2
1.1	43.2	65.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.9	0.0	127.9
0.0	8.3	21.0	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0	13.7	76.1
80.3	43.4	72.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	1.5	35.9	214.7
88.2	24.5	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	82.6
85	62.8	169.2	25.3	0.0	0.0							352.3
80.93	64.34	82.25	23.23	0.0	0.0	0.05	0.4	8.56	11.95	12.83	0.0	201

● PROMEDIO MEDIO MENSUAL

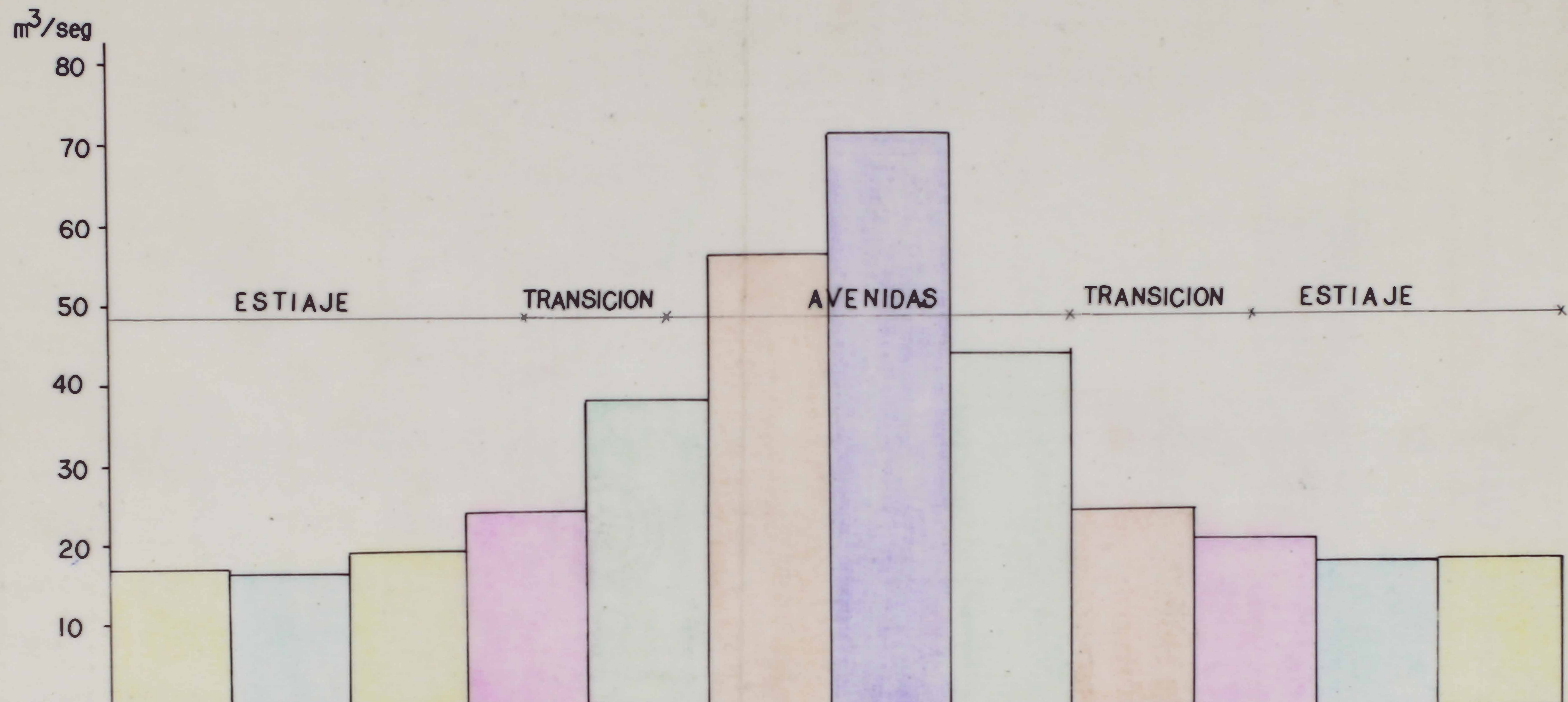
○ PROMEDIO MEDIO ANUAL

FUENTE : SENAMHI



GRAFICA N° 7

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO RIMAC  
 ESTACION DE AFOROS SECTOR CHOSICA - PERIODO 1969-1984



MESES	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
MASA m <sup>3</sup> *	45.34	45.22	49.05	62.65	98.40	143.66	181.33	111.70	61.49	52.30	47.03	47.47
Promedio m <sup>3</sup> /s	17.49	17.45	18.92	24.17	37.96	55.42	69.96	43.09	23.72	20.18	18.15	18.32

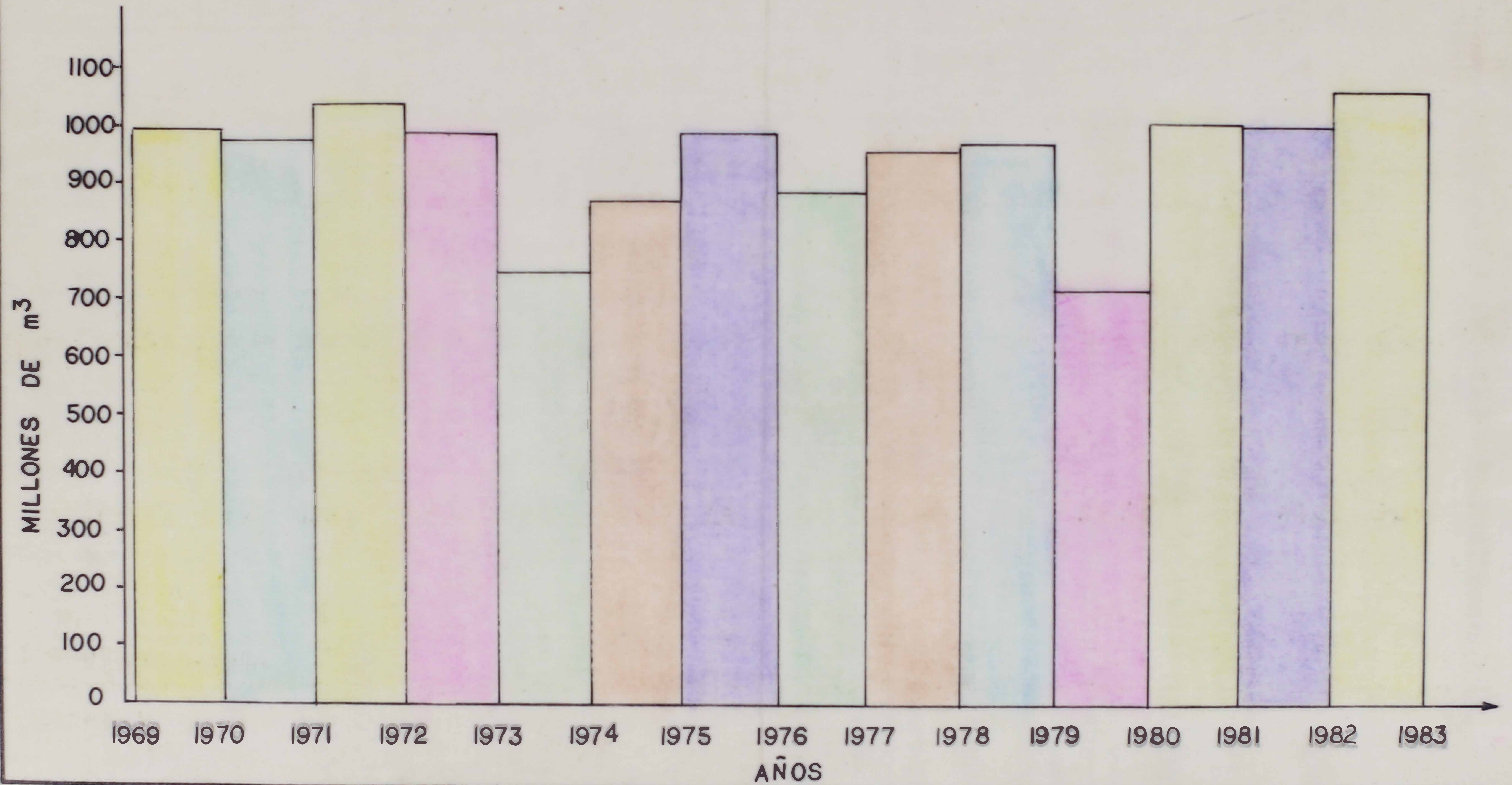
\* EN MILLONES DE m<sup>3</sup>

FUENTE: SENAMHI



GRAFICA Nº 8

VOLUMENES TOTALES ANUALES DE DESCARGAS DEL RIO RIMAC  
ESTACION DE AFOROS SECTOR CHOSICA-PERIDO 1969-1983



FUENTE: SENAMHI



PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC

ESTACION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMB.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DICIEMBRE	PROMED. ANUAL	PERIODO
CUENCA BAJA														
AEROPUERTO INTERNACIONAL	2.52	0.45	0.68	0.1	0.53	1.22	2.24	2.52	1.60	0.44	0.12	0.43	8.34	1961-83
CUENCA MEDIA														
MATUCANA	50.93	64.34	82.35	23.23	4.07	0.13	0.05	0.4	8.56	11.95	12.83	38.34	240.1	1965-83
CUENCA ALTA														
CASAPALCA	114.3	139.3	128.9	56.3	23.2	7.8	6.7	10.8	37.0	54.5	62.5	94.33	940.7	1947-80
FUENTE : SENAMHI														

CUADRO Nº 9



# PRECIPITACION MENSUAL EN LA CUENCA BAJA DEL RIO RIMAC PERIODO 1961-1983

ON: AEROPUERTO INTERNACIONAL

LAT. 12°00'S DPTO. LIMA

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL

LONG. 77°07' W PROV. CALLAO.

ALT. 13 msnm. DIST. CALLAO.

**CUADRO Nº 98**

	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
4	0.4	0.2	T	0.1	T	3.6	1.1	1.9	0.3	T	T	8.0
T	T	0.2	T	0.5	0.6	1.0	1.8	1.0	0.4	0.3	1.2	7.0
T	T	0.2	0.1	T	0.3	T	1.0	0.8	0.4	0.2	T	3.0
0.3	0.3	T	T	0.4	0.1	8.1	9.6	T	0.1	T	0.1	20.0
T	0.2	0.5	T	1.1	0.2	T	0.9	3.7	0.2	T	T	6.8
T	T	T	0.0	0.2	0.9	0.1	1.9	0.9	0.2	0.1	1.5	5.8
0.4	2.4	3.4	T	0.1	0.5	1.7	1.6	2.8	T	T	0.2	13.1
T	T	T	T	1.7	0.3	2.2	0.9	0.8	1.4	T	0.4	7.7
T	T	T	0.5	0.2	3.0	0.4	3.2	T	0.9	0.1	0.2	8.5
10.5	0.9	1.8	0.0	0.3	1.5	2.9	1.0	0.6	0.2	T	0.7	20.4
2.6	0.3	0.0	T	T	0.9	0.3	6.0	0.2	T	T	T	10.3
3.0	T	0.6	T	T	T	T	T	1.6	0.1	T	T	5.3
0.2	T	T	T	T	0.3	T	0.2	0.5	0.1	T	T	1.3
T	0.2	T	T	0.3	4.8	0.2	0.1	0.1	T	T	T	5.7
T	T	T	T	0.5	0.1	0.4	0.8	T	T	T	T	1.8
T	0.7	T	0.1	0.3	T	T	0.6	0.1	0.1	T	T	1.9
T	0.2	T	0.0	T	0.4	0.9	0.6	0.4	0.3	T	0.6	3.4
T	T	0.9	0.1	T	T	T	0.4	0.9	T	T	T	2.3
0.0	0.0	1.4	0.0	0.8	0.9	1.1	1.1	0.8	0.1	0.0	1.0	7.2
T	T	0.0	T	T	1.7	1.9	0.5	0.9	0.2	T	T	5.2
3.8	T	T	0.6	T	T	1.1	3.6	T	0.2	T	T	9.3
0.0	0.6	T	T	T	0.6	0.1	0.4	0.3	T	0.6	T	2.6
0.6	T	0.7	0.2	0.9	1.5	2.0	0.8	T	T	T	T	6.7
<b>2.52</b>	<b>0.45</b>	<b>0.00</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>1.22</b>	<b>2.24</b>	<b>2.52</b>	<b>1.60</b>	<b>0.44</b>	<b>0.12</b>	<b>0.43</b>	<b>8.34</b>

**MEDIA MENSUAL**

**\*\* MEDIA ANUAL**



ESTACION: CHOSICA  
 RINAC

DE ANAHI

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES Y ANUALES ALT. 800 msnm. DIST. CHOSICA

Nº	Año	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Media Anual	Volumen total descargas de descarga
1	1969-70	15.553	15.99	17.273	43.481	85.619	36.379	45.581	37.64	25.181	20.770	18.661	17.355	31.647	988'018,792
2	1970-71	18.713	18.219	17.530	23.719	40.223	48.429	77.981	40.380	22.313	21.797	20.077	20.155	30.695	967'987,520
3	1971-72	19.170	18.723	15.870	26.716	47.958	65.331	140.571	66.010	22.406	17.023	15.297	15.616	39.188	1,235'832,768
4	1972-73	13.263	14.526	16.580	25.987	56.484	61.807	75.974	59.457	20.613	12.891	11.767	13.550	31.514	993'825,504
5	1973-74	9.554	11.643	13.116	23.265	36.784	47.135	58.155	32.226	15.083	11.581	9.623	11.921	22.990	725'012.640
6	1974-75	13.146	15.606	15.067	11.608	18.655	18.854	100.355	39.270	28.503	23.830	21.328	22.277	27.473	866'388,528
7	1975-76	21.556	20.397	21.873	22.884	41.358	76.083	65.026	38.780	20.887	19.480	16.568	16.826	31.474	992'564,064
8	1976-77	17.450	17.552	18.617	18.235	20.842	70.961	56.887	33.823	24.810	19.423	18.803	19.113	27.727	873'398,672
9	1977-78	19.310	19.564	29.927	31.123	37.842	78.096	45.270	30.323	18.425	17.153	18.287	17.039	29.869	941'948,784
10	1978-79	16.407	17.555	17.773	21.077	19.839	75.314	94.252	36.293	18.147	17.933	16.863	17.135	30.426	959'514,236
11	1979-80	18.289	18.664	18.167	18.645	28.697	28.882	38.210	31.941	17.527	17.950	14.838	14.737	22.267	702'212,112
12	1980-81	18.142	17.634	18.310	22.684	36.856	86.832	72.560	43.719	21.885	21.272	19.752	21.050	33.040	1,041'909,440
13	1981-82	20.989	14.625	16.716	22.980	29.025	53.560	50.994	45.335	38.788	33.407	29.464	30.608	32.066	1,011'233,376
14	1982-83	23.353	23.619	28.127	26.270	31.312	28.778	58.619	70.121	37.515	28.168	22.898	19.031	33.151	1,045'449,936
15	Promedio	17.492	17.451	18.923	24.169	37.964	55.424	68.959	43.094	23.721	20.176	18.145	18.315	30.252	
16	Mese *	45.34	45.22	49.05	62.65	98.40	143.66	181.33	111.70	61.49	52.30	47.03	47.47		

\* En millones de m<sup>3</sup>

CUADRO N° 10



# ESTACION : AEROPUERTO INTERNACIONAL

## TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

Lat. 12° 00'

Long. 77° 07'

ALT. 13 M.S.N.M

CALLAO

CUADRO Nº 11

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1961	22.6	22.5	21.5	19.7	18.6	16.2	15.0	15.9	15.8	16.6	18.4	20.1
1962	20.7	21.6	20.7	20.2	17.8	15.9	15.9	16.0	16.2	16.6	18.2	20.2
1963	21.3	21.7	21.4	19.7	18.6	17.0	16.9	17.0	17.7	18.3	18.3	19.9
1964	21.6	21.8	21.4	19.7	16.3	15.1	15.1	15.2	15.9	16.6	18.6	20.0
1965	21.7	21.2	23.6	22.0	20.0	19.7	18.2	18.1	16.5	17.1	19.0	21.0
1966	22.4	22.5	22.2	19.8	17.8	16.6	15.9	15.3	15.8	16.9	18.2	19.8
1967	20.5	22.4	21.0	20.6	18.3	15.9	15.3	14.0	15.1	15.9	17.0	19.1
1968	21.2	21.6	20.4	18.1	16.6	15.5	15.4	16.0	16.3	17.1	18.0	20.2
1969	22.0	22.6	22.6	21.6	20.7	18.8	16.4	16.2	17.0	18.0	19.1	20.5
1970	21.7	22.5	22.1	20.0	17.8	16.1	14.9	14.9	15.6	16.4	17.6	18.5
1971	20.5	21.4	20.5	19.2	17.2	16.3	15.6	15.3	15.6	16.6	18.6	20.0
1972	21.6	23.1	23.0	21.3	21.2	20.7	19.8	18.8	17.8	18.0	20.2	22.1
1973	24.3	24.3	22.5	20.3	18.1	16.0	15.4	15.3	15.2	15.8	17.2	18.9
1974	21.1	21.9	20.4	19.2	18.9	17.4	16.8	16.1	15.9	16.7	18.3	19.1
1975	21.4	21.5	21.9	20.5	17.9	16.9	15.8	14.8	15.4	16.5	17.1	20.0
1976	21.8	22.3	21.4	20.8	20.2	20.0	18.9	18.0	16.9	18.2	19.7	22.2
1977	23.4	23.2	23.0	21.0	19.0	17.9	17.3	16.6	16.6	17.2	19.4	20.2
1978	21.6	22.8	22.2	20.7	18.4	16.7	15.8	15.9	15.8	17.6	19.8	20.4
1979	22.2	22.6	23.2	21.4	18.4	17.4	17.0	17.4	16.9	17.6	19.6	21.3
1980	22.6	22.8	23.5	21.8	19.1	18.1	17.2	16.4	16.4	17.3	18.7	20.6
1981	21.5	23.1	22.8	20.5	18.6	17.0	16.3	16.6	16.7	17.5	18.7	20.2
1982	21.6	22.0	21.0	19.9	18.9	18.1	17.6	17.0	17.9	19.0	21.5	24.6
1983	26.5	27.1	26.9	26.3	25.2	24.2	20.8	19.3	18.0	18.9	20.0	22.0
1984	23.2	22.5	22.5									
	22.04	22.54	22.15	20.62	18.85	17.54	16.67	16.37	16.36	17.21	18.75	20.47

FUENTE : SENAMHI



ESTACION MATUCANA  
 TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

Lat. 11° 50'  
 Long. 76° 23'  
 Alt. 2378 M.S.N.M.

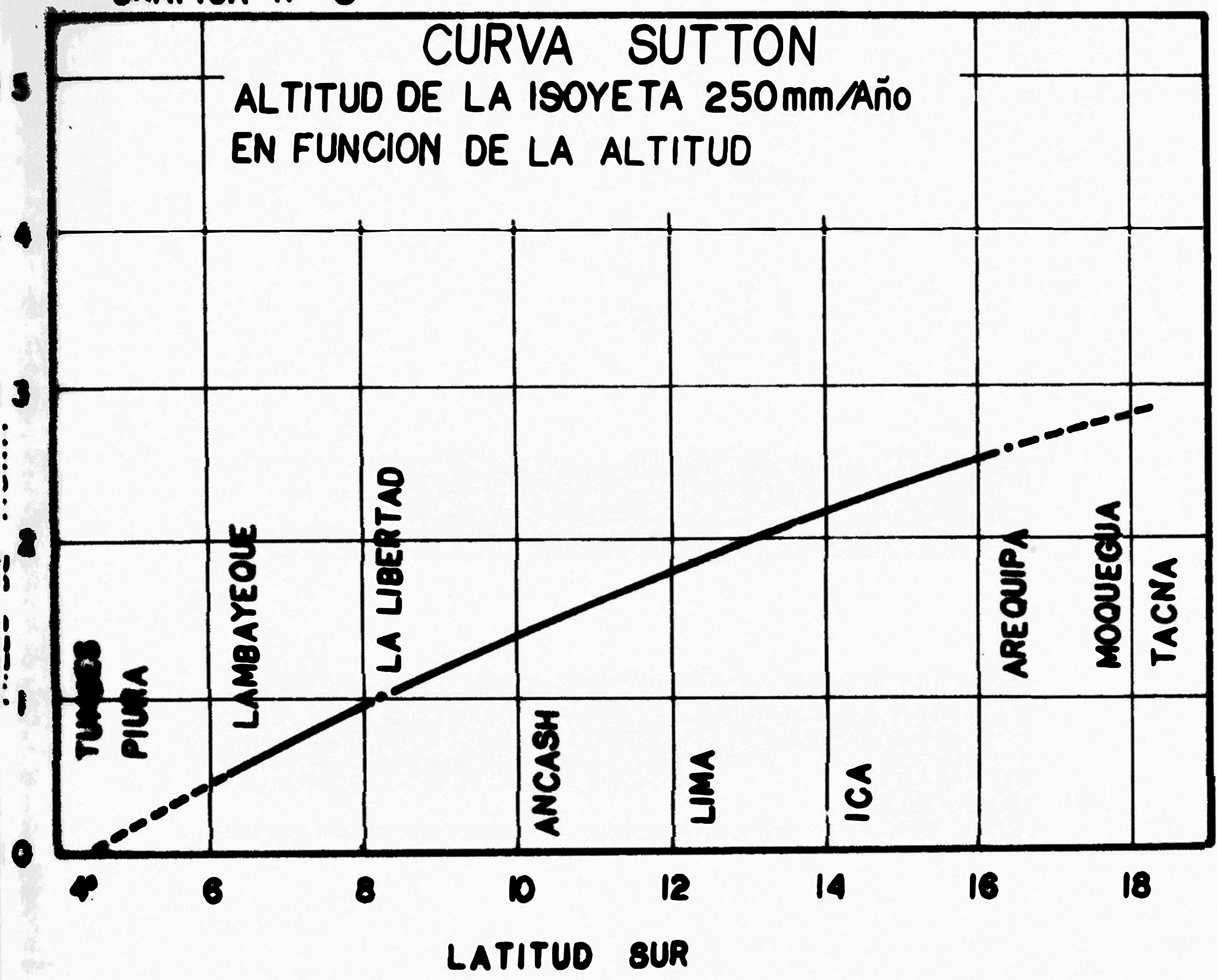
CUADRO Nº 12

AÑO	ENE.	FEB.	MAR	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIK.
1971	14.1	14.0	14.4	14.8	14.2	14.6	14.8	14.2	14.9	14.0	14.8	14.2
1972	14.4	14.5	13.7	15.3	15.5	15.1	15.7	15.1	15.7	16.1	15.9	15.9
1973	16.0	15.5	16.1	15.2	14.6	14.4	14.3	14.0	14.1	14.4	14.6	16.6
1974	14.0	13.2	13.4	14.9	14.8	14.3	14.3	14.2	14.4	15.0	15.2	14.6
1975	14.7	14.1	14.5	14.7	14.8	14.5	14.2	14.3	14.7	14.2	14.7	14.4
1976	14.5	14.6	14.7	14.9	15.1	15.2	15.8	15.5	15.4	15.6	15.9	15.9
1977	15.9	15.5	16.2	16.1	15.7	15.5	15.6	15.6	15.5	15.7	15.5	15.9
1978	15.7	16.1	15.8	15.7	15.4	15.0	14.8	15.1	15.1	15.0	15.4	15.4
1979	15.6	15.0	15.0	15.4	15.6	15.6	15.8	15.6	15.6	15.5	15.5	
1980	15.6	15.5	15.6	15.6	15.6	15.7	15.7	15.5	16.0	15.5	15.6	15.6
1981	15.4	15.4	15.2	15.5	15.7	15.7	15.8	15.8	15.8	15.7	15.3	15.3
1982	15.1	16.1	14.4	15.0	15.6	15.1		15.4	15.7	15.9	16.3	16.4
1983	16.4	15.3	14.9	15.2	15.6	15.9	16.2	16.3	15.2	15.9	16.3	15.8
	15.19	14.99	14.81	15.30	15.29	15.09	15.40	15.12	15.15	15.38	15.46	15.42

FUENTE: SENAMHI



GRAFICA Nº 6





## CAPITULO VII

### 8. GEOLOGIA DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC.

La cuenca del Río Rímac muestra un relieve caracterizado por fuertes contrastes topograficos, y una conformación geomorfológica muy heterogénea y errático. En ella se distinguen tres zonas bien definidas.

#### 8.1. LA ZONA BAJA O ARIDA

Llamada también chala o costa, esta comprendida entre la orilla oceánica y una línea imaginaria que pasa por el Km. 24,000 de la Carretera Central en el poblado de Morón a 500 m.s.n.m. Se caracteriza por su origen aluvial y coluvial producto de miles de años de sedimentación. Constituye el cono deyeectivo del Río Rímac y en ella están ubicadas Lima y Callao.

Un corte transversal de este cono de deyección por la zona de la Lima Central nos muestra mayor porcentaje de conglomerado. En el Centro de Lima, el conglomerado que se encuentra, es un suelo friccionante de alta resistencia, superior a 4 kg/cm<sup>2</sup> (1). A los alrededores de Lima, como en Canto Grande, la Molina, Jicamarca y La Campiña, el suelo ya no es ni conglomerado ni fluvial,



es un suelo coluvial y aluvial, con materiales que tienen cierto tipo de granulometría con fragmento angulosos y de baja capacidad. (1)

Este suelo de Lima procedente de las zonas media y alta de la Cuenca, es producto de la prolongada meteorización y erosión a que fue sometido.

b. LA ZONA MEDIA O YUNGA.

Se halla situada entre los 500 m.s.n.m. en Morón y los 2,500 m.s.n.m. en Matucana. Se caracteriza por sus estrechos y profundos valles de empinadas laderas desprovistas de vegetación, por tal motivo fuertemente erosionada. (fig. Nº 25)

Esta zona se caracteriza también por que en sus niveles bajos y medios de sus flancos existen amplias terrazas producto de antiguos deslizamientos y aluviones, conformando una gruesa capa de suelo aprovechables en la agricultura. Estas terrazas son fácilmente ubicables ya que sobre ellas están importantes centros poblados como por ejemplo:

Cupiche.....	Km.	44 + 400
Carachacra.....	Km.	51 + 000
Agua Salada.....	Km.	51 + 520



Cocachacra.....	Km. 53 + 100
Merced de Chaute.....	Km. 55 + 000
San Bartolome.....	Km. 55 + 100
Linday.....	Km. 62 + 000
Surco.....	Km. 67 + 000
Huyupampa.....	Km. 69 + 000
Hayas.....	Km. 71 + 000
Salón Blanco.....	Km. 71 + 130
Collama.....	Km. 72 + 963
Huariquina.....	Km. 73 + 800
Matucana.....	Km. 76 + 400

En los niveles bajos de sus flancos se puede observar gran volumen de depósitos de pendiente distribuidos en pequeños conos coluviales. En esta zona son muy frecuentes los huaiccs. (12)

Entre Ricardo Palma (km. 40.00) y Surco (Km. 67.000) , los flancos constituyen afloramiento de rocas intrusivas fuertemente fracturadas y meteorizadas dando lugar a desprendimiento de fragmentos, y bloqueo rocosos que se acumulan en las laderas de cerros, con características moderadamente estables.

En el Sector de Huyupampa (Km. 69.000), Salón Blanco, (Km. 71.130) y Collama (Km. 72.963), el flanco derecho



se caracteriza por estar conformado, con fuertes filtraciones de agua, y antiguos asentamientos que constituyen tierras de cultivo; por el sector de la variante de la Carretera Central, existen grandes taludes de rocas sedimentarias, calizas y tufos volcánicos retrabajados con abundancia de infiltraciones de agua, razón por la que puede ocurrir derrumbes y asentamientos. En cambio, el flanco izquierdo se caracteriza por su naturaleza mitológica, de grandes precipicios de roca tipo granodiorita, granito y aldesitas (12).

A partir de Surco (Km. 67.000) los flancos comienzan gradualmente, a presentar una cobertura vegetal débil en un principio de hierbas y luego de una vegetación es típica de arbustos, grandes cactus, matas de gramíneas y matorrales. (3)

c) LA ZONA ALTA-HUMEDA O QUECHUA.

Se ubica entre los 2,500 m.s.n.m. en Matucana y los 3,500 m.s.n.m. en Casapalca, y está constituido por los valles interandinos y flancos de suave pendiente.

La periodicidad de lluvias torrenciales permiten una cubierta vegetal casi permanente la que dan a sus



laderas una consistencia casi permanente. Esta misma característica se presenta hasta Ticlio donde los niveles bajos de sus flancos se muestran verdes por la vegetación estépica. Encambio los niveles medios son grandes pliegues escarpadas de rocas volcánicas griseas quemadas por el frío de los glaciales de los niveles altos.



## CAPITULO IX

### 9. FENOMENOS DE GEODINAMICA EXTERNA EN LA CARRETERA CENTRAL.

Los fenómenos de geodinámica externa son eventos me cánicos geo-atmosféricos indeseables para todo ser vi- vo, especialmente para el hombre, provocados por fuer- zas naturales y artificiales. Estos fenómenos que ba- jo sus diferentes formas y efectos se hacen presente es pecialmente en la zona crítica de la Carretera Central, entre Cupiche (Km. 43) y Matucana (Km. 77) son las si- guientes : Deslizamientos, derrumbes, flujos, rodadura de bolones, huaicos, represamientos, sedimentación vio lenta, colmatación de cauce, inundaciones, erosión y socavamientos, etc.

#### 9.1. DESLIZAMIENTOS.

Se denomina deslizamientos a la ruptura y des- plazamiento pendiente abajo de una masa de suelo, roca o mezcla de ambos, que siguiendo un plano (de desliza- miento) se desplaza en forma lenta; generalmente es de gran magnitud. (4) Foto Nº 19 y 20

En un deslizamiento se distinguen: En la parte supe- rior de un talud inestable, fracturas o grietas tensio



nales llamada raíz, zona o circo de arranque. En la parte central o cuerpo del deslizamiento, la masa hundida o asentada en escalones que se desplaza sobre la superficie de un semicírculo llamado plano de deslizamiento. Y en la parte baja hacia el pie del deslizamiento un combamiento del material acumulado en el sector llamado lengua o pie. (4)

Un deslizamiento se produce por :

- Corte de un talud natural o trinchera
- Sobresaturación del terreno por el agua.
- Desintegración gradual e hidratación del afloramiento rocoso.
- Procesos gravitacionales y movimientos sísmicos.
- Intercalación de estratos competentes con incompetentes (areniscas con lutitas), en el cual éste último sirve como plano de resbalamiento.

Se presenta generalmente en rocas sedimentarias y metamórficas.

La presencia de agua especialmente, genera en el plano de falla de talud presiones y fuerzas intersticiales por la propiedad expansiva y lubricante de la arcilla (figura Nº 18) que actúa como una cuña, y el limo que se licúa dejando vacíos inconvenientes en la



base de sustentación de talud. (10b)

9.1.1. FOCOS DE DESLIZAMIENTOS EN LA ZONA CRITICA A LO LARGO DE LA CARRETERA CENTRAL Y FERROCA - RRIL CENTRAL.

Los focos de deslizamientos en la zona crítica a lo largo de la CARRETERA CENTRAL Y FERROCARRIL CENTRAL son los siguientes:

- LA VARIANTE : SURCO-MATUCANA de la Carretera Central por la margen derecha del Río Rímac, especialmente el TRAMO : IV-B:Km. 69.000-Km. 72.730, es decir, en una longitud de 3,730 kilómetros. (fig. 20)

Este tramo de la Carretera Central que transcurre sobre depósitos aluvionales y coluviales se caracteriza por presentar taludes, especialmente superiores, empinadas y de gran elevación. Foto Nº 15

En algunos puntos de este tramo, estos taludes están conformados por tufos volcánicas retrabajados de fácil asentamiento, deslizamiento y derrumbe ante la presencia de humedad o ante un movi-



miento sísmico.

El día miércoles 19 de junio de 1985 se produjo una combinación de asentamiento deslizamiento y derrumbe de grandes proporciones enterrando a la carretera de este tramo entre los kilómetros : Km. 71.320-Km.71.500. Esta zona es húmeda, ya que en las partes altas existen canales de riego de chacras. Figura N° 19 Foto N° 19 y 20

- LA VARIANTE AGUA SALADA: Km. 50+380 Km. 52+514.6 de la Carretera Central por la margen izquierda del Río y que es parte integrante del TRAMO I : Km. 40+920 Km. 52+514.6 en proyecto. (fig. N° 21) Foto N° 36

LA VARIANTE AGUA SALADA transcurre sobre depósitos aluvionales y coluviales caracterizada porque sus taludes están conformadas por suelos de granulometría fina como arcilla, limo y arena, de fácil asentamiento, deslizamiento y derrumbe ante la presencia de humedad.

#### 9.1.2. EXPERIENCIA JAPONESA EN EL CONTROL DE DESLIZAMIENTOS

El ingeniero Nakano, miembro de la Misión japone-



sa, afirma que los deslizamientos en su país se producen por dos causas principales : (10)

- Por lluvias torrenciales y
- Por terremotos.

Geológicamente clasifica a los deslizamientos debido a:

- La acumulación de rocas
- al agrietamiento de rocas
- a suelos donde predomina la sedimentación volcánica.

De acuerdo a las obras de infraestructura que hay que proteger los clasifica en :

- viviendas
- caminos
- agricultura

### 9.1.3. FORMAS DE CONTROL DE DESLIZAMIENTOS EN JAPON. (10)

En el Japón existen dos formas de control de deslizamientos :

- por trabajos de restauración
- por trabajos de restauración
- por trabajos metodológicos de control (drenaje), y construcción de pozos.



9.1.4. RECOMENDACIONES.

- a. En el TRAMO IV-B, protección de los taludes su superior mediante un sistema de drenaje, especialmente en la zona de Salón Blanco y Collana, por el fuerte grado de filtraciones de agua de riego de chacras que existe.
- b. Reparación y limpieza de los canales de regadío que existen en las partes altas por donde está el pueblo de Hayas y otros, mediante el empleo de concreto a fin de impermeabilizar los cauces de estos canales.
- c. Adiestrar a los agricultores de la zona en la práctica de un riego más tecnificado.
- d. Estabilizar estos taludes mediante el uso de andenes construidas con muros de mampostería seca o de albañería, según como se presente la zona, seca o húmeda (figura Nº 22). Estos andenes deben ser aprovechados en la reforestación de la zona.

9.2. DERRUMBES.

Derrumbe , es el desplazamiento violento, pendiente abajo, de una masa de tierra, roca o mezcla de ambas por (4).



- acción de la gravedad
- socavamiento del talud inferior
- modificación o corte de un talud natural
- presencia de zonas de debilidad (fracturas, grietas, fallas, etc.) de las rocas, materiales sueltos en el talud.
- precipitaciones pluviales (sobresaturación de agua)
- movimientos sísmicos
- taludes demasiado empinados o con altura excesiva
- sobreuso de explosivos o uso indebido de ellos
- resistencia física inadecuado de los materiales.

Los derrumbes se presentan en rocas metamórficas (filitas, esquistos, etc.), sedimentarias volcánicas, ígneas: intrusivas, extrusivas, fracturadas y meteorizadas.

Cuando la base de un talud natural o artificial, como la del terraplén de una vía de comunicación terrestre, es erosionada y socavada ya sea por el agua o por la mano del hombre, ceden, precipitándose por gravedad por la pendiente hacia los cauces de las quebradas, ríos, vías de comunicación terrestre, etc.

#### 9.2.1. FOCOS DE DERRUMBES EN LA ZONA CRITICA A LO LARGO DE LA CARRETERA CENTRAL Y FERROCARRIL CENTRAL.

Este fenómeno tiene amplia distribución y suce-



so a lo largo del cauce del Río Rímac, de la Carretera Central y del Ferrocarril Central, especialmente en la zona crítica entre Cupiche (Km. 43.000) y Matucana (Km. 77.000). (Plano Nº 5)

Los casos más típicos de derrumbes se presentan en las zonas de :

OTRAS ZONAS DE DERRUMBES

- Matucana	(Km. 76.400)		
- Monterrico	(Km. 75.000)	Zona.....	Km. 78.850
- Huariquiña	(Km. 74.750)	" .....	Km. 80.200
- Collana	(Km. 72.963)	" .....	Km. 82.000
- San Juan	(Km. 72.300)	" .....	Km. 83.450
- Salón Blanco	(Km. 71.130)	" .....	Km. 83.800
- Huyupampa	(Km. 69.000)	" .....	Km. 86.000
- Surco	(Km. 67.000)	Zona	Km. 88.500
- Tornamesa	(Km. 56.000)	Zona infiernillo.....	Km. 99.850
- Oscolla	(Km. 54.000)	Zona desvio Casapalca	Km.114.200
- Agua Salada	(Km. 51.520)	Zona Chinchán.....	Km.120.200
- Carachacra	(Km. 51.000)	Zona Chinchán Alto...	Km.121.900
- Corcona	(Km. 48.000)	Zona desvio Casapalca	Km.123.600
- Cupiche	(Km. 44.400)	Zona.....	Km.125.000
		Zona.....	Km.130.000

En todas estas zonas es necesario la protección de taludes tanto del cauce del Río Rímac para la protección de sus orillas, como de la Carretera Central y ferrocarril



Central para la protección de sus respectivos terraplenes, mediante muros de mampostería de albañilería, , muros de contención de taludes, y enrocados de albañilerería. Foto Nº 38 y 39

En la construcción de las variantes de la Carretera Central (figura Nº 21), especialmente en los tramos I, IV-A, IV-B y IV-C, se han hecho cortes de taludes naturales y rellenos que ahora necesitan protección para su estabilidad. Los cortes, demasiado empinadas de hasta  $90^{\circ}$  y de excesiva altura sobre depósitos aluvionales, coluviales, de tufos volcánicos retrabajados afecta a deslizamientos, asentamientos y derrumbes por fuertes filtraciones de agua de riego por terrenos de cultivos en las partes altas de la zona (poblado de Hayas), han creado taludes superiores e inferiores de la Carretera Central que perderán estabilidad ante un incremento de la humedad ya sea por lluvias temporales o por riego inadecuado de chacras y descuido de los canales de regadío . La precipitación media anual entre Surco y Matucana es de 200 mm. y 250 mm. respectivamente (mapa Nº 3).

#### 9.2.2. RECOMENDACIONES.

a. Protección de los talud superior e inferior de la Carretera Central y Ferrocarril Central mediante un sistema de drenaje por el fuerte grado de filtraciones de agua que existe especialmente en las zonas



nas de Salón Blanco y Collana.

- b. Uso de taludes escalonados o banquetes mediante el empleo de ANDENES (figura Nº 22 ). Zonas de Collana, Salón Blanco, Huyupampa, Surco , Agua Salada, Corcona, especialmente.
- c. Sembrío de carrisos en la ribera del Río Rímac para consolidar el talud inferior de las vías de comunicación terrestre a fin de disminuir la erosión. Es recomendable el sembrío y explotación de esta gramínea a lo largo de todo el cauce del Río Rímac, desde Matucana hasta Vitarte, ya que con ella se incrementaría la industria artesanal de la confección de esteras, canastas, sillones, etc. (Foto Nº 53)
- d. Uso de enrocados escalonado para protección de la ribera y talud inferior del terraplén de la Carretera Central y Ferrocarril Central respectivamente Zona de Matucana , Monterrico, Huariqueña, Collana, San Juan, Salón Blanco, Huyupampa (aquí se ha construido un enrocado con granodiorita ciclopea para la protección de la ribera y talud inferior del terraplén del Ferrocarril Central, surco, Agua Salada, Carachacra, Corcona y Cupiche. (Foto Nº 25)



### 9.3. FLUJOS.

Son movimientos más o menos rápidos de una parte de la ladera natural (depósitos de pendientes y pequeños conos de deyección de laderas), de tal manera que el movimiento en si y la distribución aparente de velocidades y desplazamientos recuerda el comportamiento de un líquido viscoso. (4)

El material susceptible de fluir puede ser cualquier formación no consolidada y así el fenómeno puede presentarse en fragmentos de roca, depósitos de talud, suelos granulares y finos, etc.

La superficie del deslizamiento o no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve, es también frecuente que la zona de contacto entre la parte móvil y las masas fijas de la ladera, sea una zona de flujo plástico.

Los flujos por lo general son de dos tipos: (4)

- Los que ocurren en materiales relativamente secos
- Los de materiales húmedos o en caso extremos flujos de lodo.

Los flujos pueden ocurrir como producto de :



- Acción lubricante del agua
- pérdida de soporte lateral por corte o excavación
- fuertes precipitaciones pluviales
- Movimientos sísmicos
- variaciones estacionales del clima
- cerros de laderas de fuertes pendientes
- Remoción de la cobertura vegetal
- Disminución de la resistencia al esfuerzo cortante.

A lo largo de la Carretera Central y Ferrocarril Central, especialmente entre Ricardo Palma y Matucana, las laderas son muy empinadas y en ellas existen gran cantidad de depósitos de suelos removidos no consolidados como son los depósitos de pendiente, pequeños conos de deyección de laderas, depósitos de talud, suelos granulares y finos, que ante la presencia de lluvias torrenciales, sobresaturadas, se precipitan cuesta abajo hacia el cauce del Río Rímac o hacia la Carretera Central y Ferrocarril Central.

Entre Ricardo Palma y Corcona, estos depósitos existen en gran número, sin embargo, por la escasa precipitación pluvial, rara vez se presentan fenómenos de flujo. Sin embargo un movimiento sísmico puede originarlos.

Entre Corcona y Matucana, las laderas siguen siendo



muy empinadas y puesto que la precipitación pluvial es mayor (200 mm. 250 mm. media anual), estos fenómenos se presentan con bastante frecuencia en época de lluvias torrenciales.(Mopo Nº 3)

#### 9.3.1. RECOMENDACIONES.

- a. Estabilizar estos depósitos mediante el empleo de andenes, las mismas que servirán para una reforestación de la zona.
- b. Otra forma de controlar estos flujos sería mediante la limpieza de estos depósitos, lo cual resultaría muy costoso.

#### 9.4. DESPRENDIMIENTO Y RODADURA DE ROCAS.

Son movimientos violentos de bolones o rocas grandes que se precipitan por gravedad por la pendiente de las laderas. (4)

La rodadura de rocas o bolones pueden ocurrir como producto de : (4)

- Pérdida de soporte como efecto del socavamiento por erosión de la base de sustentación de la roca.
- Fuertes precipitaciones pluviales



- Movimientos sísmicos
- Variaciones estacionales del clima
- Cerros de laderas de fuertes pendientes
- Remoción de la cobertura vegetal
- Disminución de la resistencia al esfuerzo cortante del terreno en la cual se apoya la roca.
- Pérdida de soporte lateral por corte o excavación
- Uso indebido de explosivos.

En la zona crítica de la Carretera Central, entre el Kilómetro 42.000 y el Kilómetro 47.000 (Corcona), la izquierda del valle del Río Rímac presenta grandes rocas sueltas que descansan indiferentes sobre taludes empinadas de rocas fracturadas y que ante un movimiento sísmico perderán ese equilibrio aparentemente estable.

#### 9.4.1. RECOMENDACIONES.

a. Limpieza de esta ladera izquierda que es muy empinada y fracturada de rocas bolones sueltos.

#### 9.5. HUAICOS.

Se llama así a las avenidas intempestivas de agua y lodo cargados de sólidos de diferentes tamaños y tipos de rocas provenientes de las nacientes de los cur-



sos de agua (quebradas).

Se producen a consecuencia de una fuerte precipitación pluvial de corto período. (1), (4)

Generalmente los sedimentos transportados a través de las quebradas o cursos de drenaje de una región son de pósitos sueltos no consolidados de material fino, mediano y gruesos en las áreas de incidencia de estos mismos en el valle principal y, constituyen niveles de bases locales, caracterizados por la existencia de suaves pendientes y amplios cauces. Estos depósitos, que revela la presencia de masas de barro más o menos fluídos, son también material de recientes huaicos "caídos" detenidos en el cauce principal ante la presencia de suaves pendientes y amplios cauces.

#### 5.1. ORIGEN.

El huaico se origina preferentemente en relieves de pendientes acentuadas y moderadas, tanto en tierras altas o montañas (3,000 a 4,000 m.s.n.m.) como en zonas intermedias (2,000 a 2,500 m.s.n.m.).

El sector de alimentación de estos fenómenos se ubica en las nacientes de las quebradas y áreas interfluviales con relieve de pendientes fuertes a moderadas.



En el Valle del Río Rímac, los huaicos se generan mayormente en las quebradas tributarios a consecuencia de los siguientes factores:(4)

- Materiales no consolidados e incoherentes en la superficie, que al humedecerse adquieren movilidad por gravedad.
- Fuertes precipitaciones pluviales en forma intermititente.
- Pendientes empinadas de sus laderas.
- Escasa vegetación.
- Laderas altamente erosionadas y removida por el pastoreo de cabras.
- Laderas altamente fracturadas por acción del intemperismo y acción del hombre.
- Ausencia de lluvias torrenciales por un período más o menos largo (10 años) (ver cuadro Nº 8).
- Existencia de depósitos de pendiente o de taludes y pequeños conos deyectivos de las laderas.



- Ausencia de un sistema de drenaje conveniente.
- Sistema de riego de chacras deficiente.
- Técnica de mantenimiento de canales de riego deficientes.
- Ausencia de protección de taludes, especialmente don de los suelos son cohesivos.
- Ausencia de protección de orillas del Río Rímac.

La aridez de estas laderas es una de las características principales; sus taludes compuestas en gran proporción de arcillas, limos y arenas, ceden ante la presencia de lluvias torrenciales, produciéndose asentamientos, deslizamientos y derrumbes que al contacto con las corrientes de agua se originan los huaicos.

Los huaicos se originan después de un período de sequía y seguida de un período de lluvias torrenciales intensas. (MODO N° 7)

#### 9.5.2. FORMAS DE ORIGEN DE HUAICOS EN LA CARRETERA CENTRAL.

Los huaicos de la Carretera Central se originan de tres formas :

- a. por efectos de torrencera de laderas.



- b. Por deslizamiento y derrumbe de taludes.
- c. Por transporte de depósitos de sedimentos sueltos en el cauce del Río Rímac y quebradas.
- a. POR EFECTOS DE TORRENTERAS DE LADERAS.

Durante las primeras lluvias torrenciales, cuando la protección vegetal en las laderas ya ha desaparecido debido a la larga ausencia de lluvias y al pastoreo de cabras, se forman pequeños arroyuelos que excavan algunos milímetros del suelo coluvial generando torrenteras de lodo y guijarros, seguidas de rocas que pierden el equilibrio por socavamiento lateral de sus plano de sustentación. Por lo general, flujos de lodo y rocas así formadas son las que constituyen los orígenes de un huaico. Estas, mediante la fuerza de arrastre van incrementándose en volumen y violencia con otros depósitos de pendiente (depósitos de taludes y conos deyecciónes sueltos en las laderas) que encuentran a su paso; y así, cuando el flujo llega al río Rímac ya tiene la dimensión de un huaico.

Cuando la temporada de lluvias torrenciales en la Carretera Central es anormal (precipitación pluviométrica intensas) la escorrentía superficial intensa llega a producirse en Ricardo Palma, Cupiche, Cor



coma, Carachacra, Cocachacra, zonas caracterizadas por tener registros de precipitación pluvial muy inferiores a 250 mm./año. (Mapa Nº 3 de Isoyetas)

Los depósitos dependiente y pequeños conos deyectivos coluviales no consolidados que existen en estas zonas fácilmente son arrastradas hacia el cauce del río Rímac facilitando así la formación de Huaicos.

Las laderas de las quebradas afluentes del Río Rímac a lo largo de la Carretera Central son principales focos de huaicos por escorrentía más aún si estas se presentan después de un período largo de sequía.

b. POR DESLIZAMIENTO Y DERRUMBE DE TALUDES.

Las laderas, además de estar formadas por taludes de pendientes empinadas y escardadas, están cubiertas por depósitos coluviales y aluvionales no consolidados, depósitos de pendiente que son acumulaciones de material suelto (no consolidados) y heterogéneos, desde rocas grandes en equilibrio inestable hasta gravas, arenas, limos y arcillas.

En temporada de lluvias torrenciales, este mate-



rial sufre una sobresaturación de agua, produciéndose un lento movimiento de esponjamiento y licuofacción. El fuerte incremento de peso del talud y como tal el incremento de su componente tangencial, la aparición de fuerzas expansivas en el plano de sustentación del talud o plano de falla, y la presencia de material fino (agente lubricante) en este plano, facilitan el descenso inicial del talud. (Fig. Nº 19)

A lo largo de la Carretera Central las zonas donde con bastante frecuencia se presentan deslizamientos y derrumbes no solamente de la taludes sino también de terrazas por la fuerte precipitación pluvial, escorrentía lateral e intensas filtraciones de agua son :

- Carachacra..... (km. 50+400) Margen Izquierda
- Agua Salada..... (Km. 51+520) " "
- Río Seco..... (Km. 55+059.34) " "
- Surco..... (Km. 67+500) Margen Derecha
- Huyupampa..... (Km. 68+500) Margen Derecha e izquierda.
- Quitasombrero..... (Km. 69+600) Margen Derecha
- Salón Blanco..... (Km. 71+130) Margen Derecha
- San Juan..... (Km. 72+300) Margen Derecha
- Collama..... (Km. 72+963) Margen Derecha
- Huariquina..... (Km. 73+800) Margen Derecha



- . Monterrico (Km. 74+000) Margen Derecha

c. POR TRANSPORTE DE DEPOSITOS DE SEDIMENTOS SUELTOS  
EN EL CAUCE DEL RIO RIMAC.

Los depósitos de sedimentos y depósitos de recientes huaicos en el lecho del Río Rímac, constituyen focos de generación de huaicos. Estas acumulaciones de material suelto de composición heterogénea y cantos rodados, gravas, arena, limo y arcilla) al contacto de las violentas descargas del Río Rímac son removidas y transportadas hacia las zonas bajas ayudadas por la fuerte pendiente de algunos tramos (tramo de Collana, San Juan).

Los sectores del cauce del Río Rímac donde existen a acumulaciones de materiales de recientes huaicos y se dimento sueltos son:

Cupiche.....	(Km. 44+400)	Cauce amplio y pendiente suave
Carcona.....	(Km. 48+200)	" " " "
Caracharra.....	(Km. 50+400)	" " " "
Tomamesa.....	(Km. 55+660)	" muy " " muy "
Huyupampa.....	(Km 68+500)	" muy " " muy "
Salón Blanco.....	(Km. 71+130)	" muy amplio " "
San Juan.....	(Km. 72+300)	Cauce amplio pendiente suave
Collana .....	(Km. 72+963)	Cauce amplio y pendiente fuerte



Huariquiña (Km. 73+800) Cauce Angosto y pendiente fuerte  
Monterrico (Km. 74+000) Cauce amplio y pendiente suave.  
Matucana (km. 76+400) Cauce angosto y pendiente suave  
(canalizado con muros y material  
suelto);  
Paihua (Km. 77+430) Cauce angosto y pendiente suave.  
(canalizado con muros de material  
suelto).

### 9.5.3. CLASES DE HUAICOS.

- INGEMMET (Instituto Geológico Minero y Meta-  
lúrgico) clasifica a los huaicos en la cuenca del Río  
Rímac desde un punto de vista estacional en :Huaicos  
temporales y huaicos ocasionales.

#### a. HUAICOS TEMPORALES.

Es cuando se producen en época de lluvias torren-  
ciales.

En la cuenca del Río Rímac, los huaicos se produ-  
cen en los meses de enero, febrero y Marzo, durante  
te la temporada de lluvias comerciales.

#### b. HUAICOS OCASIONALES.

Es cuando se producen muy eventualmente, estando reg



lacionado a precipitaciones excepcionales.

Según su naturaleza se clasifican en :

a. HUAICOS DE LODO.

Están constituidos en mayor proporción por lodo, y en menor porcentaje de gravas y rocas medianas.  
(Foto N° 54)

En la zona crítica de la Carretera Central, las quebradas que son focos de este tipo de huaico son :

- Qda. Santa Ana	(Km. 41+900)	Margen Izquierda
- Qda. Agua Salada	(Km. 51.520)	Margen Izquierda
- Qda. Ushupa	(Km. 66+500)	" "
- Qda. Matala	(Km. 66+900)	" "
- Qda. Cuchimachay	(Km. 67+500)	" "
- Qda. Chacamaza	(Km. 67+800)	" "
- Qda. Paihua	(Km. 77+430)	" Derecha

b. HUAICOS MIXTOS.

Están constituidos de lodo, gravas y rocas en igual porcentaje. (Foto N° 50)

Las quebradas focos de este tipo de huaicos son :



- Qda. Cupiche (Km. 44+400) Margen Izquierda
- Qda. Río Seco (Km. 55+059.34) " "
- Qda Esperanza (Km. 57+678) " "
- Qda. Cariñito (Km. 58+745) " "
- Qda. El Negro (Km. 57+865) " "
- Qda. Verrugas (Km. 60+437) " "

c. HUAICOS DE ROCA.

Estan constituidos en mayor porcentaje de rocas grandes y medianas, y en menor porcentaje de gravas y lodo. Las quebradas focos de este tipo de huaicos son: (Foto Nº 8)

- Qda. Chanchalla (Puruguay) (Km. 47+000) Margen Derecha
- Qda. Linday (Km. 62+000) " "
- Qda. Salon Blanco (Km. 71+130) " "
- Qda. Collana (Yanajune) (Km. 72+963) " "

9.5.4. COMPORTAMIENTO GEODINAMICO DE UN HUAICO EN EL RIO RIMAC.

Una vez que el deslizamiento se haya depositado en el lecho del río Rímac, se produce un represamiento momentaneo (cuando el material no ha seguido desplazándose aguas abajo).

El material depositado en el lecho, produce un represa



miento momentaneo la que genera las siguientes condiciones :

- a. La represa natural genera laguna, la que rápidamente se colmata produciendo inundación local, erosión de orillas (laterales y frontales), socavamientos, derrumbes de taludes laterales, etc.
- b. A efecto de estos fenómenos secundarios, el agua y el material fino en suspensión, producen en la presa el fenómeno de filtración y licuefacción.
- c. Cuando la presa se colmata, se produce el desborde de agua, en un principio, en forma de una débil corriente que abre brechas en la coronación de la presa cada vez más profundas y destructivas.
- d. Luego que la presa natural cede ante la fuerza de arrastre de la escorrentía ayudada por la fuerte pendiente, se inicia el huaico conformada de lodo y piedras. Esta va incrementando en volumen y fuerza de arrastre según como va encontrando más acumulaciones sueltas a su paso.
- e. El huaico se detiene cuando encuentra el cauce amplio y de poca pendiente. A lo largo del río Rímac, existen sectores donde los huaicos se detie-



nen por el amplio cauce y suave pendiente que presenta. Estos sectores se caracterizan por presentar abundante material de huaico y de sedimento sueltos. Los principales son :

- Cupiche (Km. 44+400)
- Canchacalla (Km. 47+000)  
(Puruhuay)
- Corcona (Km. 48+200)
- Carachacra (Km. 50+400)
- Oscolla (Km. 54+090)
- Río Seco (Km. 55+059.34)
- Tornamesa (Km. 55+6.60)
- Surco (Km. 67+500)
- Huyupampa (Km. 68+500)
- Salón Blanco (Km. 71+130)
- San Juan (Km. 72+300)
- Monterrico (Km. 74+000)
- Matucana (Km. 76+400)
- Payhua (Km. 77 + 430)

9.5.5. PRINCIPALES QUEBRADAS FOCOS DE HUAICOS, QUE AFECTAN LA CARRETERA CENTRAL, FERROCARRIL CENTRAL Y OBRAS DE INGENIERIA CIVIL.

- Qda. Santa Ana (Km. 41+900) Margen Izquierda
- Qda. Cupiche (Km. 44+400) Margen Izquierda



Qda. Puruhuay	(Km. 47+000)	Margen Derecha
Qda. Agua Salada	(Km. 51+520)	Margen Izquierda
Qda. Rio Seco	(Km. 55+010)	Margen Izquierda
Qda. Esperanza	(Km. 57+678)	Margen Izquierda
Qda. Cariñito	(Km. 58+30)	Margen Izquierda
Qda. Verrugas	(Km. 60+427)	Margen Izquierda
Qda. Linday	(Km. 62+000)	Margen Derecha
Qda. Ushupa	(Km. 66+500)	Margen Izquierda
Qda. Matala	(Km. 66+900)	Margen Izquierda
Qda. Cuchuimachay	(Km. 67+500)	Margen Izquierda
Qda. Chacamaza	(Km. 67+800)	Margen Izquierda
Qda. Yamajune	(Km. 71+130)	Margen Derecha
Qda. Collana	(Km. 72+963)	Margen Derecha
Qda. Lucumo	(Km. 75+928)	Margen Izquierda
Qda. Chucumayo (Olivos)	(Km. 76+000)	Margen Izquierda
Qda. Payhua	(Km. 77+430)	Margen Derecha
Qda. Pancha	(Km. 81+000)	Margen Derecha

QUEBRADA SANTA ANA (Km. 41+900)

Es tributario del Río Rímac por su margen izquierda, de semboca en el Río Rímac después de cruzar a nivel la Carretera Central, la que motiva que en temporada de lluvias torrenciales, esta es inundada de agua y lodo. Los huaicos que bajan por esta quebrada son de lodo. Foto Nº54



Recomendaciones

- a) Canalizar la quebrada en su último tramo cuyos taludes están constituidos de suelo friccionantes como : Arenas, limos y arcillas.
- b) Proteger estos taludes de orilla con el sembrío y explotación de carrizos y eucaliptos
- c) Construcción de una alcantarilla tipo marco de sección 1.80 x 1.80.
- d) En la actualidad existe el proyecto "Variante Santa Ana" de rehabilitación de la Carretera Central con la cual se solucionaría este problema. (fig.21)

QUEBRADA CUPICHE. (Km. 44+400)

Es tributario del río Rímac por la margen izquierda de desemboca en el Río Rímac en el sector de Huachinga después de cruzar a nivel la Carretera Central. La que motiva que en temporada de lluvias torrenciales, esta es inundada de agua, lodo y rocas.

El ángulo de convergencia que forma en el eje del Río Rímac es perpendicular, hecho que dificulta la evacuación de los materiales que transporta.



Esta quebrada esta canalizada a la altura de la Carretera Central en un tramo aproximado de cien metros lo cual no soluciona el problema de destrucción de la Carretera Central y de zonas de chacras en las partes más bajas.

Geomorfológicamente, el cono deyectivo de esta quebrada es coluvial y aluvional, caracterizada por presentar un alto porcentaje de material fino, (arena, limo y arcilla).

Los huaicos que bajan por esta quebrada son mixtos , es decir constituidas de lodo, gravas y rocas.

#### RECOMENDACIONES.

1. Canalizar esta quebrada en su último tramo (1 Km.) mediante el uso de enrocado para la protección de orillas y taludes.
2. Profundizar el cauce de esta quebrada en su último tramo (1 Km.) y al mismo tiempo elevar la cota de la sub-rasante de la Carretera Central (en el punto de cruce) para facilitar el libre pase de los huaicos y escorrentía que existe en temporada de lluvias torrenciales.



3. Construir una alcantarilla tipo losa.
4. Es esta zona de Cupiche, la Carretera Central (en ciertos tramos) transcurre, pegado al río y casi con igual cota de elevación, por lo que en temporada de avenidas esta zona es inundada, la Carretera Central y Ferrocarril Central destruidas. La recomendación es construir una variante de la Carretera Central por la margen izquierda como una primera alternativa. Una segunda alternativa sería a provechar la ruta actual elevado la cota de la razante, protección del talud inferior de la erosión y socavamiento mediante muros de protección.
5. Protección de las orillas del Río Rímac mediante la explotación de carrizos y en algunos pequeños tramos, la construcción de muros de protección de orillas.

ODA. CANCHACALLA. (Km. 47+000)

Puruguay

Es tributario del Río Rímac por su margen derecha y se forma, principalmente, por el aporte de las quebradas Buenos Aires, Condorsuma y Chillán.

Desemboca en el Río Rímac en el sector de Cupiche. El ángulo de convergencia que forma con el eje del Río



Rímac es muy cerrada, hecho que facilita la evacuación de los materiales que transporta. Por esta quebrada baja agua durante todo el año.

Los huaicos que bajan por este cauce arrastran gran volumen de sólidos, en la desembocadura tienden a cambiar el curso del río Rímac hacia la margen izquierda comprometiendo la seguridad del terraplén de la Carretera Central y Ferrocarril Central.

#### RECOMENDACIONES.

1. Limpieza del cauce de esta quebrada en una longitud de un kilómetro a partir de la desembocadura en el río Rímac.
2. Limpieza del cauce del río Rímac en este sector.
3. Protección de las orillas tanto de la quebrada como del río Rímac, en este sector mediante la explotación de carrizos.
4. En el Km. 47+000, construcción de un muro de protección de orillas por la margen izquierda, para protección del terraplen de la Carretera Central y Ferrrocarril Central.



5. Construcción de la variante por la margen izquierda; Como segunda alternativa elevación de la cota de razante de la actual Carretera Central.

QUEBRADA AGUA SALADA (Km. 51+520)

Es tributario del Río Rímac por su margen izquierda, y desemboca en él a la altura del Km. 51+520 de la Carretera Central. Se forma por la concurrencia de las quebradas Agua Sala, Antioquía y Sisigaya. En conjunto están enmarcadas dentro de un sector de erosión activa.

El tramo final de la quebrada consta de un canal natural por erosión. Los huaicos que bajan por esta quebrada son de lodo.

Esta quebrada cruza la Carretera Central a nivel, razón por la que en temporada de lluvias los huaicos y la misma escorrentía, que bajan, destruyen la vía en este punto. De igual forma, cruza el Ferrocarril Central por debajo de una alcantarilla subdimensionada. Más arriba y más hacia la izquierda aproximadamente a 50 metros, esta el nuevo puente : Agua Salada que dará paso a la variante tramo I-B de la Carretera Central que se viene construyendo y que reemplaza a la antigua Carretera Central. (Fig. Nº 21)



El cono deyectivo de esta quebrada es parte de una gran terraza coluvial y aluvional que se extiende desde Carachaca (Km. 50+090). En medio esta ubicado el poblado de Cocachaca (Km. 53+150) caracterizado por su clima soleado durante todo el año y su suelo fértil de abundante vegetación y arboles frutales, como la palta, Chirimoya, manzana, mangos, etc.

#### RECOMENDACIONES.

1. El cauce de esta quebrada debe ser profundizada para que la Carretera Central (antigua) pase por encima.
2. Canalizar esta quebrada en su último tramo, a fin de dar protección a los puentes y alcantarillas.
3. Sembrío y explotación de Carrizos a fin de proteger las orillas.

#### QUEBRADA RIO SECO (Km. 55+010)

Es tributario del Río Rímac por su margen izquierda y desemboca en él a la altura del Km. 55+010 de la Carretera Central.

Los huaicos que bajan por esta quebrada están constituidas por lo general de lodo y rocas (mixtos)



Las principales obras de Ingeniería Civil expuestas a los huaicos e inundaciones son : La Carretera Central, el Ferrocarril Central que efectúa un amplio desarrollo justamente en el cono deyectivo de esta quebrada, la Carretera que da acceso al poblado de San Bartolomé, viviendas ubicadas en la zona de influencia, canales de regadio y chacras.

Geomorfológicamente, la sub-cuenca de Río Seco tiene la forma de una hoja abierta, con algunas nervaduras centrales que corresponden a otras quebradas afluentes.

Hoy en día, en esta zona de río Seco, existe la nueva pista de la Carretera Central llamada "variante río Seco" que transcurre por la ladera izquierda alejada del río Rímac y más elevada. Esta variante que se extiende desde el Km.53.830 hasta el Km. 67+760.



reemplaza a la antigua Carretera que pasa por el poblado de Tornamesa (Km. 56+000) y pegado al río y al mismo nivel, razón por la que en temporada de lluvias torrenciales es destruída por inundaciones y huaicos.

El tunel artificial de "Río Seco" (Km. 55+010) da paso a la variante "Río Seco" de la Carretera Central . Este tunel esta sub-dimencionado, ya que en la temporada de lluvias torrenciales de 1984 el huaico que bajó, colmató el cauce que existe en el techo del tunel construido para facilitar el libre flujo del huaico, desbordándose hacia los costados y enterrando el tunel por completo.(Fig. 24)

#### RECOMENDACIONES.

1. Canalizar el cauce de la quebrada "Río Seco" en su último tramo, mediante la construcción de enrocado escalonado para facilitar el libre flujo de la escorrentía y huaico y, a la vez, evitar la erosión de orillas y derrumbe.
2. Sembrío y explotación de carrizos con la finalidad de proteger las orillas.
3. Construcción y uso de ANDENES en la agricultura y forestación de la zona mediante un sistema apropia



do de riego.

4. Construcción de un depósito de almacenamiento de agua para el riego, contra huaicos, derrumbes y deslizamientos. No es recomendable la construcción de represas por el alto grado de sedimentación de material de diferente diámetro que existe y por el paso de huaicos que enterrarían la presa.
5. Arbolización de sus laderas bajas y medias, mediante el sembrío de eucalypto, Nogal, Sauce, Capulí y arboles frutales como el manzano, chirimoya, higos etc.

QUEBRADA ESPERANZA (Km. 57+653)

Es tributario del Río Rímac por su margen izquierda y desemboca en ella a la altura del Km. 57+653 de la Carretera Central.

Esta quebrada de corto recorrido y de fuerte pendiente en temporada de lluvias sus taludes son erosionadas produciéndose derrumbes.

El puente "esperanza" hecho de concreto armado, da paso a la Carretera Central en su nueva ruta (variante río Seco). Se halla en buenas condiciones; a la



fecha no pasó ningún huaico.

Las vertientes de esta quebrada presentan depósitos de pendiente, conos deyeativos coluviales sueltos, que por la fuerte pendiente pueden precipitarse cuesta abajo a yudadas por las lluvias de la temporada.

Desde este punto y altura de la Carretera Central se puede distinguir, en la parte baja, que el poblado de Tornamesa esta ubicado en una amplia explanada que vine a constituir el cauce del río Rímac, se puede distinguir también la estación del Ferrocarril Central donde cambia de dirección para tomar las alturas de la margen izquierda. Esto motiva a que en temporada de avenidas el poblado de Tornamesa y el Ferrocarril Central sean afectadas por inundaciones y huaicos.

#### RECOMENDACIONES.

1. Canalizar la quebrada mediante enrocado en 100 metros, desde la orilla izquierda de la explanada hasta 50 metros desde el puente hacia arriba.
2. Proteger las laderas cercanas al puente mediante la construcción de andenes y sembrío en ellas de arboles forestales.



3. Construir una variante del Ferrocarril Central, en este sector, para evitar pasar por Tornamesa.
4. Canalizar el Río Rímac en este sector a fin de aprovechar la explanada de Tornamesa como un campo propicio al desarrollo del turismo, después de realizar un plan de reforestación.
5. Sembrío y explotación del carrizo, como una forma de proteger las orillas de la erosión e incentivar la industria folklórica de la estera,

QUEBRADA VERRUGAS. (Km. 60+427)

Se afluyente del Río Rímac por su margen izquierda, desemboca en el Río Rímac a la altura del Km. 60+427 de la Carretera Central. Sus flancos son empinados con amplia densidad de torrenteras que contribuyen a la deposición de depósitos de pendiente y materiales de escombros productos de derrumbes como efecto de la erosión de taludes. Su cauce es encañonado y profundo a causa de la fuerte erosión de sus orillas de suelo coluvial poco consolidado, de composición heterogénea en el que destacan bolones que adquieren significación en la mecánica de los huaicos.

Esta quebrada constituye zona de erosión activa, por la que en temporada de lluvias torrenciales es frecuente



te la ocurrencia de huaicos.

En el tramo final de esta quebrada está el puente de concreto armado que da paso a la variante de la Carretera Central. Esta estructura está amenazado por empinados taludes de material poco consolidados colindantes con esta y que ante la presencia de lluvias torrenciales pueden derrumbarse precipitándose hacia el cauce.

Aguas abajo, la quebrada desemboca en el Río Rímac en ángulo casi recto, lo que debe ser corregida a fin de dar fluidez a la fuerte escorrentía, algunas veces acompañados con huaicos, que bajan por esta quebrada y la que causa represamiento en el cauce del Río Rímac.

Los materiales que arrastra son heterogéneos con presencia de bolones.

#### RECOMENDACIONES.

- a. Canalizar el cauce de la quebrada por lo menos en el último tramo, a fin de proteger el puente y la carretera igual que la zona baja donde desemboca en el Río Rímac.
- b. Corregir su desembocadura que ahora es de casi



90° con respecto al Río Rímac, dándole una incidencia más cerrada, facilitando la fluidez de la esorrentía. Esto evitará represamientos y violenta sedimentación.

- c. Proteger las laderas de esta quebrada contra derrumbes, deslizamientos y erosión por corrientes superficiales mediante el empleo de andenes y, aprovechamiento de los mismos en la agricultura y forestación.

#### QUEBRADA CARIÑITO.

Es afluente del Río Rímac por su margen izquierda y desemboca en él a la altura del Km. 58+730 de la Carretera Central. Sus laderas son de fuerte pendiente con abundante material acumulado poco consolidados. En temporada de lluvias torrenciales transporte abundante material en forma de lodo y gravas y rocas la que ocasiona inundaciones en el sector de Tornameasa causando daños materiales El Ferrocarril Central y al mismo poblado.

Los huaicos que bajan por esta quebrada se caracterizan por estar conformadas de lodo y rocas.



En su último tramo, la quebrada cruza a la Carretera Central por la terraza del tunel del mismo nombre mediante un canal de encausamiento de huaicos. Esta estructura es favorable para la Carretera Central más no lo es para la zona baja de la desembocadura, ya que, este tunel le da a la quebrada una caída casi vertical de 100 metros lo que es inconveniente para las zonas bajas de Tornamesa, Cocachacra, etc. por donde el huaico hace su paso con gran velocidad.

#### RECOMENDACIONES.

- a. Todas las quebradas que desembocan en la zona, crítica merecen el mismo tratamiento, es por esta razón que esta quebrada merece la atención de su último tramo, entre el tunel Cariñito y su de sembocadura en el Río Rímac. En este sector, el terraplén de la nueva variante de la Carretera Central tiene un talud demasiado alto y vertical y que ante la presencia de un violento huaico pue den debilitarse originándose un derrumbe de gran des proporciones.
- b. Canalizar este tramo a fin de controlar la velocidad de desplazamiento del huaico.
- c. Darle a la desembocadura un ángulo de incidencia



cerrado para permitir el fácil flujo del huaico.

- d. Esta quebrada es de régimen seco por la que ante la presencia de escorrentía fácilmente es erosionada facilitando así la formación de material de huaico.
- c. Proteger las laderas de esta quebrada contra derrumbes, deslizamientos y erosión por torrentes superficiales mediante el empleo de andenes y, aprovechamiento de los mismos en la agricultura y forestación.

#### QUEBRADA LINDAY.

Es afluente del Río Rímac por su margen derecha, desembocando en ella a la altura del Km 62 de la Carretera Central. Su cauce es casi recto y de fuerte pendiente. Sus laderas igualmente son empinadas con abundantes depósitos de pendiente. Es una quebrada tremendamente dinámico ya que en cada temporada de lluvias transporta huaicos.

Con la nueva variante de la Carretera Central esta quebrada ha dejado de ser una amenaza para éste, pero no así para los poblados que se hallan en el cau-



ce del Río Rímac, como Tornamesa, Oscolla, etc. que si siguen estando bajo su influencia.

RECOMENDACIONES.

- a. Canalizar el último tramo hasta su desembocadura en el Río Rímac, dándole un ángulo de incidencia cerrada con el cauce del Río Rímac para facilitar el fácil flujo de la corriente de agua y de huaicos.
- b. Esta quebrada no trae agua durante todo el año, y es por esta razón que ante la presencia de esco-rrentía superficial, sus orillas y taludes son fá-cilmente erosionables, motivando así derrumbes.
- c. Proteger sus laderas contra derrumbes, deslizamientos y erosión por torrenteras de agua mediante el empleo de andenes en la agricultura y forestación de las partes bajas y media de sus laderas.
- d. Construir un depósito de almacenamiento de agua para el riego, contra derrumbes, deslizamientos y huaicos. No es recomendable la construcción de represas por el alto grado de sedimentación violenta de material grueso (rocas) que existe y por el pa-so de huaicos, que enterrarían la presa en pocos segundos.



Quebradas de :

Ushupa (Km. 66+500)

Matala (Km. 66+900)

Cuchimachay (Km. 67+500)

Chacamaza (Km. 67+800)

En conjunto estas cuatro quebradas conforman el cono deyectivo sobre la cual se halla ubicado el poblado de San Gerónimo de Surco, es zona de huaicos y deslizamientos altamente crítica. El poblado de Surco, así como las obras de Ingeniería Civil como son las vías de comunicación como la Carretera Central y Ferrocarril Central, son constantemente afectadas por huaicos e inundaciones. Es por esta razón que la zona de San Gerónimo de Surco Merece un estudio más detallado sobre los problemas de Geodinámica externa que aquí se presentan y sus efectos destructivos. (plano Nº 6)

#### 9.5.5.1. SAN GERONIMO DE SURCO

##### UBICACION

El pueblo de Surco se encuentra ubicado en la provincia de huarochiri departamento de Lima, en su kilómetro 67 de la Carretera Central a una altura barométrica de 2,000 m.s.n.m. y en la margen



izquierda del Río Rímac. Tiene una población de 1662 habitantes según el censo de 1981. (6) sus rasgos geográficos mayores son la cadena montañosa de relieves muy accidentados que conforma parte de la Cordillera Occidental de los Andes y el Valle del Rímac, el cual presenta sus flancos con pendientes fuertes y abruptas siendo mayores las pendientes de la margen izquierda del Valle. (Foto N° 27)

#### GEOLOGIA.

Geológicamente el distrito de San Gerónimo de Surco se encuentra ubicado sobre depósitos inconsolidados del cuaternario que fueron acumulados por acción del Río Rímac y de las quebradas tributarias que convergen en el área, por las cuales ha discurrido flujos aluvionales y coluviales formando los conos de deyección (3) (fig. 23).

Esta situado en la zona donde los valles andinos de la vertiente occidental poseen las desnivelaciones más fuertes que alcanzan hasta más de 2,000 metros, entre las crestas y el fondo del canal de drenaje, zona donde la excavación lineal Plio-Cuaternario ha sido la más vigorosa y donde los contrastes térmicos y pluviométricos son muy notables en solo algunos kilómetros de diferencia. (1) y (3)



En la parte alta, por encima de los 4,000 metros, las heladas nocturnas son fenómenos frecuentes durante gran parte del año; las precipitaciones a menudo caen en forma de granizo y el sol matutino hace fundir el hielo formado durante la noche. Esta zona alta ofrece extraordinario contraste con el fondo del valle que es visible desde las cumbres y donde los plátanos crecen y producen normalmente. (1), (3)

Estas condiciones fueron posiblemente de mayores contrastes durante los períodos húmedos del cuaternario cuando el fondo de los valles recalentados notablemente, contrastaba radicalmente con las gruesas capas de hielo que constantemente cubrían las mesetas ubicadas a más de 4,200 metros de altura. Estas condiciones favorecieron una vigorosa convección que originaron las precipitaciones violentas cuyo carácter erosivo era mayor debido a que ellas caían sobre largas vertientes escarpadas. (1) y (3)

El área de esta subcuenca, sometida a las acciones meteóricas, considerando las pendientes cuyo valor promedio es de  $34^{\circ}$ , sería de 12 Km<sup>2</sup>.

En la parte baja de la subcuenca se encuentra la granodiorita del batolito costanero, en la parte alta,



las lavas andesíticas se distinguen netamente. Resul  
ta fácil distinguir estos dos tipos de rocas en las  
zonas altas y baja de la subcuenca.

Sus vertientes conformadas de granito, granodioritas,  
y andesitas, están cubiertas de gran volumen de depó-  
sitos de pendiente; pero son las líneas de diaclasas  
y la fracturación mas o menos grandes de las rocas ,  
las que deciden el comportamiento de las vertientes  
frente a los agentes erosivos. (1) y (3)

Aproximadamente la tercera parte de la subcuenca esta  
ubicada por debajo de los 3,000 metros, a una altitud  
donde las heladas están ausentes inclusive durante  
las límpidas noches de Junio y Julio.

A pesar de la sequedad de la atmósfera, caen raras llu  
vias que se clasifican como fenómenos locales convec-  
tivos que durante los meses de diciembre a enero se  
concentran generándose las lluvias torrenciales, lo  
que permite el crecimiento de una vegetación estépica  
de arbustos y grandes cactus, entre los cuales desa-  
rollan matas de gramíneas que cubren las vertientes.  
Estos arbustos y hierbas, por acción de las aguas que  
descienden por las vertientes, excavando pequeños ca-  
nales secundarios dejan al descubierto algunas de sus



raíces, que al emerger del suelo, detienen los guijarros y forman acumulaciones de ellas en forma de pequeñas terrazas, de gran inestabilidad y por eso peligrosas, ya que el menor movimiento los ponen en marcha y en su descenso van originando el desprendimiento de las acumulaciones ubicadas por debajo, convirtiéndose en una verdadera avalancha de guijarros y piedras de mayor tamaño . (1) y (3)

Por el colector principal, corre por entre piedras de tamaños diferentes, un escaso causal de agua que, es utilizado inclusive en las vertientes y en el cono de yectivo. Estas aguas que perduran largos meses después de la época de lluvias, llegan a secarse en los últimos meses del período seco.

## GEODINAMICA

### GENERALIDADES.

San Gerónimo de Surco se encuentra enmarcado en un área donde los procesos geodinámicos son muy activos ya por la interacción de factores, historia geológica - geodinámica la cual se interpreta por sus depósitos. En este proceso evolutivo, los factores



coadyuvantes presentes son la topografía, clima, li to gía y en estos tiempos el hombre. (3)

Los depósitos de pendiente entre 1,900 y 2,000 me tro s, así como también las formaciones antiguas de soliflucción, están afectadas por asentamientos y deslizamientos del terreno. El entalle del Rímac y del torrente, ponen en equilibrio inestable estas formaciones. Los movimientos sísmicos, muy frecuen tes en la región, pueden ocurrir durante la tempora da de lluvias, favoreciendo los deslizamientos de grandes masas de terreno a lo largo de los planos cóncavos enderezados hacia lo alto; estos deslizamientos pueden afectar cientos e inclusive miles de metros cúbicos de suelo e inclusive, representar un peligro potencial para el poblado de Surco que se encuentra ubicado en una terraza coluvio-aluvional. (3)

Los canales de Irrigación entallados en las vertien tes son a menudo mal cuidados, hecho que favorece fenómenos como la infiltración de aguas y la ruptura que puede producirse hacia la pendiente, pre-dis poniendo la vertiente a la erosión lineal.

Los deslizamientos que se producen en sus vertien tes de coronación plástica, dejan en sus lechos o-



original concavidades semicirculares en forma de cu  
chara y que sirven como depósitos de partículas fi  
nas y guijarros, que ante la presencia de torrente  
ra superficial se precipitan cuesta abajo.

#### EL DESASTRE DE 1984.

Los eventos geodinámicos ocurridos en los meses de  
enero, febrero y marzo de 1,984 sirven para demos-  
trar el riesgo de futuros desastres en el distrito  
de Surco. Las crecidas del Río Rímac erosionaron  
las riberas de la margen izquierda, causando la  
destrucción de viviendas y de varias hectáreas de  
terreno de cultivo y destruyendo el cementerio del  
pueblo. Foto No. 26

Asímismo huaicos bajaron por las tres quebradas que  
desembocan en San Gerónimo de Surco, aunque no fuen  
ron de gran magnitud, causaron daños a la infraes-  
tructura vial y destruyeron 2 Km. de tuberías del  
sistema de Agua Potable. Este todavía no ha sido  
rehabilitado aumentando por tanto los casos de en  
fermedades infecciosas como tifoidea, Sarampión Ve  
rruga y Uta.

Un factor causal en dichos sucesos, por lo menos  
referente al Río Rímac, ha sido la construcción de



la nueva Carretera Central. Esta se esta llevando a cabo sin tomar en cuenta que las variantes de la Carretera Central que se construye esta enmarcado en zona de huaicos, deslizamientos , derrumbes, erosión de orillas (3), etc. El material que resulta de los cortes de taludes para la conformación de la plataforma vial esta siendo arrojada hacia el Río Rímac reduciendo su cauce, y desviando este hacia la margen izquierda, lo que indudablemente servirá para causar nuevas tragedias en futuras temporadas de lluvias torrenciales. En 1985 no hubo huaicos ya que fue un año seco.

### LITOLOGIA

Las rocas observadas son mayormente andesitas y riodacitas y granodiorita-tonalita; ambos grupos se alteran fácilmente formando suelos areno-limosos-arcillados. Este tipo de suelo cuando no presenta cobertura vegetal se erosiona fácilmente. (3)  
(fig. 23)

### TECTONICO

El área se encuentra afectada por un marcado fracturamiento que ocasiona la inestabilidad de los afloramientos rocosos y facilitan la infiltración de aguas superficiales y la penetración de raíces; ambos fenómenos aceleran la desintegración de las rocas. (3)



La subcuenca de Santiago de Surco a su vez esta conformada por las subcuencas de las quebradas de Matala, Cuchimachay, Chacamaza cuyas características son las siguientes : (3)

<u>SUB-CUENCA</u>	<u>AREA TOTAL</u>	<u>LONGITUD DE CURSO PRINCIP.</u>
Matala	14.5 Km2	7.5 Km.
Chuchimachay	7.0 Km2	5.5 Km.
Chacamaza	5.0 Km2	2.5 Km.

QUEBRADA MATALA (Km. 66+900)

Esta quebrada es afluente del río Rímac por su margen izquierda y desemboca en ella a la altura del kilómetro 66+900 de la Carretera Central. (Foto No. 30)

Esta quebrada muestra indicios de haber tenido actividad torrencial en estos últimos tiempos, transportando materiales de composición heterogéneos con predominio de materiales finos. (3)

La cuenca de recepción de esta quebrada, muestra una reactivación geodinámica moderada, habiéndose desarrollado algunas cárcavas y derrumbes, debido a las abruptas pendientes y a la escasez de cobertura vegetal. (3)

El mayor aporte de materiales está dada por la parte media y baja, pues sus flancos son depósitos aluvionales



coluviales-fluvio-torrenciales no consolidados fácilmente erosionables por las aguas de escorrentía.

El cauce de la quebrada en su cono deyectivo es bastante sinuoso y evidencia haber tenido un ancho mayor que el actual, con un tirante máximo de 0.80 a 1.00 m. (3)

La desembocadura de la quebrada al río es inadecuado tanto en el cruce con la vía férrea como en la carretera. Existe una alcantarilla de 0.80 m a 1 m de diámetro en la línea férrea y un puente alcantarilla de 3.00 +3.00 en la carretera. (Foto No. 30)

Los taludes de la quebrada en ambos márgenes están constituidas por material aluviónico con rocas de diámetros entre 50 a 80 m. dentro de una matriz limo-arenoso.

En la margen izquierda los taludes son de poca altura (3 a 6 m) y se ha podido observar derrumbes ocurridos en las temporadas de lluvias torrenciales de 1983 y 1984 provocados por la escorrentía que bajan por el cauce de la quebrada y por las filtraciones provenientes del riego de chacras y la precipitación pluvial.

#### RIESGOS.

a) El riesgo que representa esta quebrada para el pue-



blo de Surco es relativamente menor que la quebrada Cuchimachay, pues esta afectaría parcialmente al pueblo.

- b) El riesgo está dado por la posibilidad de que las alcantarillas ubicadas en el canal de evacuación (tanto en la línea férrea como en la carretera) representen al flujo torrencial y éstos se desborden hacia el pueblo.
- c) El relleno acelerado que se está realizando en el cauce del río Rímac y el poco desnivel con la terraza-cono donde se encuentra Surco, hace de la zona una área vulnerable a desbordes e inundaciones.

Esta situación se agrava por los materiales producto de la Construcción de la nueva Carretera los que se están acumulando en el flanco derecho del Valle y pueden ser removidos fácilmente hacia la parte baja, como también represar al río haciéndolo desbordar hacia los terrenos donde están ubicados las viviendas, el cementerio y la Carretera. Foto No. 27

#### RECOMENDACIONES.

- a) Limpieza y regulación del cauce de la quebrada en



los últimos 200 mts.

- b) Construcción de enrocados contra la erosión de orillas para estabilizar los taludes en el cauce por estar constituidos por materiales altamente vulnerables a la acción del flujo hidrico que discurre por la quebrada.
- c) Limpieza y ampliación de las alcantarillas en el cruce de la quebrada con la Carretera Central y la línea férrea, pues las dimensiones que presentan no corresponden a los caudales que discurren por las quebradas en temporada de lluvias torrenciales.
- d) En los flancos, protección de los taludes conformados por suelos coluvio-aluvionales contra deslizamientos por sobre saturación e infiltración, mediante la construcción de canales de drenaje.
- e) Utilización de andenes en la agricultura y arbolización de la zona.
- f) Protección de las orillas con sembrío y explotación de carrizos.



QUEBRADA CUCHIMACHAY. (Km. 67+500)

Considerada de alto riesgo para el pueblo de Surco que se encuentra ubicado en el cono deyectivo de esta quebrada. (Foto No. 29)

La cuenca de recepción es de menor extensión que la de Matala y presenta los fenómenos de reactivación de cárcavas y derrumbes que se generan por falta de cobertura vegetal debido a los factores ya mencionados y a la fuerte pendiente. (3)

El cauce de esta quebrada está emplazada en fracturas que afectan el macizo rocoso y propician el encajonamiento y formación de pequeñas cárcavas en la parte media alta. (3)

La parte inferior está constituido por depósitos aluviónicos inconsolidados que alcanzas fuertes pendientes en ambas márgenes propiciando la formación de cárcavas (depósitos de pendiente) que evolucionan en función de las precipitaciones pluviales. (3)

La erosión de los terrenos de cultivo va incrementando la carga de materiales a la quebrada.

El cono deyectivo de esta quebrada es de mayor exten-



sión lo que ha favorecido la ubicación del pueblo de Surco. (3)

La quebrada presenta taludes de alturas mayores o iguales a 4 metros en su parte intermedia y alta, mientras que en la parte baja estos son menores.

El cauce actual de la quebrada no tiene definida su desembocadura al Río Rímac debido a que esta se encuentra mayormente colmatada.

El material encontrada en el cauce son cantos rodados de 5 a 10 centímetros de diámetro como mínimo y de 1 metro como máximo, presentándose éstas últimas aisladamente dentro de una matriz limo-arcilloso.

La actividad erosiva de los flujos hidricos en ambas laderas de la quebrada es intensa. (3)

### RIESGOS

a) Representa un alto riesgo para el pueblo de Surco , ya que esta se encuentra ubicado en el cono deyectivo de esta quebrada.

b) La fuerte pendiente de sus flancos, la profundiza -



ción de las carcavas (depósitos de pendiente) y la reactivación de los derrumbes propician la formación de "tierras malas" que reducen los terrenos a grícolas e incrementan el volumen de material que puede ser transportado por los flujos hídricos ha cia el pueblo, lo que puede originar un desastre a gran escala.

- c) El cono deyectivo carece de un canal de evacuación de los materiales sólidos hacia el río, pues en su intersección con la Carretera y la Línea Férrea ha sido reducido a pequeñas alcantarillas. En caso de que estas alcantarillas se obstruyan, pueden ocasionar desbordes de flujos torrenciales hacia el pueblo.

#### RECOMENDACIONES.

Esta quebrada merece especial atención por la ubicación que tiene y representa mayor riesgo para la población de Surco, en el tramo final de + 300 m. requiere las siguientes medidas : (Plano N° 7)

- a) Limpieza de cauce y corrección del mismo a manera de canalización, para evitar que los flujos torrenciales se desborden y podrían afectar a la población y vías de comunicación.



- b) Construcción de enrocados para estabilizar los taludes en el cauce de la quebrada por estar constituidos por materiales altamente vulnerables a la acción del flujo hídrico que discurre por la quebrada.
- c) Limpieza y ampliación de los puentes-alcantarillas ubicados en el cruce de la quebrada con la Línea Férrea y Carretera Central que todos los años sufre obstrucción a causa de su subdimensionamiento, hecho que repercute en las poblaciones cercanas y tránsito vehicular.
- d) Estabilizar los taludes en la desembocadura de la quebrada con la construcción de enrocados, siembra y explotación de carrizos, ya que estos taludes se encuentran muy inestables y vulnerables a la acción hidrodinámica del río.

QUEBRADA CHACAMAZA. (Km. 67+800)

Es otra quebrada muy importante desde el punto de vista geodinámico. Foto No. 28

El cauce de la quebrada se encuentra encajonado con el desarrollo de pequeñas cascadas que incrementan la



actividad erosiva del flujo hídrico que discurre a lo largo de la quebrada.

Los flancos de esta quebrada presentan fuertes pendientes. La parte media inferior esta removido por Surcos de chacras sobre depósitos aluviónicos, lo que facilita la formación de cárcavas (depósitos de pendiente) y la consiguiente erosión de terrenos de cultivo.

El aporte de materiales aluviónicos por esta quebrada ha influenciado sobre el cauce actual del río Rímac que este tramo lo desplaza hacia la margen derecha y se angosta.

El último flujo aluvio-torrencial que ha discurrido por esta quebrada ha socavado su cauce y ha bloqueado la pequeña alcantarilla que da paso a la Carretera.

En la parte baja, la quebrada presenta un encañonamiento bastante pronunciado, con taludes que varían desde 6 m. a 15 m. de altura. (3)

#### RIESGOS.

a) El riesgo que representan esta quebrada está dado por la posibilidad de represar el río Rímac y por



lo tanto causar inundaciones en la zona norte del pueblo.

- b) La erosión lateral de la ribera afecta terrenos de cultivo, el cementerio y viviendas ribereñas.

### RECOMENDACIONES

- a) Limpieza y ampliación del puente alcantarilla ubicado en el cruce de la Carretera Central y la quebrada. Esta alcantarilla se bloquea todos los años, lo que demuestra que las dimensiones no corresponde a los caudales reales que discurren por la quebrada en temporada de avenidas, especialmente por huaicos y la violenta sedimentación que existe.
- b) Limpieza del cauce eliminando bloques grandes de rocas que pueden bloquear y represar los flujos, ocasionalmente el desborde de los mismos.
- c) Proteger los taludes que se muestran inestables y vulnerables a la acción de los flujos hídricos, construyendo enrocados de albanilería en la base de los taludes.
- d) Siembra y explotación de carrizos para proteger las



orillas de la erosión y socavamiento.

QUEBRADA LOS OLIVOS. (Chucumayo). (Km. 76+000)

Es afluente del río Rímac por su margen izquierda y de desemboca en ella a la altura del Km. 76 de la Carretera Central. Foto No. 7.

Su cauce de fuerte pendiente es receptora de abundante material de depósitos de pendiente que ruedan por sus escarpadas laderas.

En el sector medio se puede observar depósitos de pendiente que son depósitos coluviales y acumulaciones de suelos residuales, donde se desarrollan cierta actividad agrícola mediante canales, que contribuyen a crear situaciones de inestabilidad de taludes. En el último tramo el cauce es más o menos profundo donde no puede existir inundaciones por desborde, sin embargo, el fenómeno de erosión de riberas causan derrumbes de taludes que luego de generar represamiento y desbordes afectan un tramo de la Carretera Central.

Los huaicos que bajan por esta quebrada afectan al pequeño puente o alcantarillado que da paso a la Carretera Central, enterrándola y creando represamiento y des



borde e inundación de un gran tramo de la Carretera.

Esta quebrada es de régimen regular incluso en época de estiaje, razón por la que en sus ribera se hallan ubicados varios centros poblados, las que sufren todos los años de estos fenómenos de geodinámica externa. Incluso el pueblo de Matucana, que está ubicada en la parte norte del cono de deyección de esta quebrada está amenazada por derrumbes y deslizamientos por la acción dinámica de esta quebrada.

En esta quebrada se halla la bocatoma de agua potable para la localidad de Matucana y otros canales de regadío, y en época de lluvias torrenciales al incrementarse el caudal y la velocidad del mismo se producen arrastre de rocas, gravas y lodo que comprometen el abastecimiento del mismo a la población, y agricultura. (2)

#### RECOMENDACIONES.

- a. Canalizar el último tramo hasta su desembocadura en el Río Rímac, dándole un ángulo de incidencia cerrada para facilitar el flujo de material de huaico evitando así represamientos.
- b. Proteger sus laderas contra derrumbes, desliza-



mientos y erosión por torrenteras superficiales mediante el empleo de andenes y, el aprovechamiento de los mismos en la agricultura y forestación.

c. Construcción de un depósito de almacenamiento de agua para su aprovechamiento en la agricultura y reforestación de la zona.

d. Construir un sistema de drenaje a fin de proteger los taludes de las laderas del último tramo contra deslizamientos, erosión y derrumbes.

QUEBRADA PANCHA. (Km. 81+000)

Es afluente del Río Rímac por su margen derecha y desemboca en él a la altura del Km. 81 de la Carretera Central.

Sus laderas empinadas presenta gran fracturamiento que han generado depósitos de pendiente inestables. La estabilidad de las laderas de la quebrada va disminuyendo progresivamente desde el curso superior al inferior. En la parte superior las laderas se presentan estables por el recubrimiento vegetal que la protege; en la parte media se observan pequeños derrumbes por erosión de riberas; y en el parte inferior donde hay problemas de geodinámica externa la debida atención



ya que, es zona altamente crítica y que juntamente con la Quebrada de Payhua y el Río Rímac, forman un cono de deyección en la cual se halla el pueblo de Matucana.

En su último tramo, esta quebrada presenta laderas i nestables, compuesta de tufos volcánicas retrabajados altamente erosionables, ante la presencia de agua. (2)

En época de lluvias torrenciales, arrastra huaicos, que algunas veces represan momentáneamente el Río Rímac causando desbordes e inundaciones de la Carretera Central, del Ferrocarril Central y del Pueblo de Matucana

#### RECOMENDACIONES.

- a. Canalizar la quebrada en su último tramo a fin de controlar el fenómeno de la erosión de riberas derrumbes y deslizamientos muy frecuentes en esta quebrada.
- b. Darle a la desembocadura un ángulo de incidencia ce rrada para facilitar el normal flujo de los huaicos.
- c. Proteger las laderas de esta quebrada contra derrum bes, deslizamientos y erosión por escorrentía super



ficial mediante el empleo de andenes y, aprovechamiento de los mismos en la agricultura y forestación.

QUEBRADA PAYHUA. (Km. 77+430)

Es afluente del Río Rímac por su margen derecha y desemboca en él a la altura del Km. 77+430 de la Carretera Central. Sus laderas empinadas presentan gran fracturamiento que han generado depósitos de pendiente inestables. La parte superior de la quebrada presenta laderas estables por el recubrimiento vegetal, pero a medida que va bajando, la estabilidad va disminuyendo progresivamente hasta llegar a la desembocadura en el Río Rímac, donde las laderas son inestables por estar constituidas de taludes compuestas de tufos retrabajados muy erosionables ante la presencia de agua (2). Es la razón principal por la que los huaicos que bajan por esta quebrada están constituídas de lodo y gravas con muy pocas rocas. (Foto No 2)

El pueblo de Matucana por estar ubicada en su cono de deyección es víctima de estos huaicos que al desembocar en el Río Rímac lo represan momentáneamente causando desbordes e inundaciones.



RECOMENDACIONES.

- a. Canalizar la quebrada por lo menos en su último , tramo a fin de controlar el fenómeno de la erosión, derrumbes y deslizamientos muy frecuentes también en esta quebrada.
- b. Darle a la desembocadura un ángulo de incidencia más cerrada para facilitar el libre flujo de los huaicos.
- c. Proteger las laderas de esta quebrada contra derrumbes, deslizamientos y erosión por escorrentía superficial, mediante el empleo de andenes y, aprovechamiento de los mismos en la agricultura y forestación.
- d. Proteger el poblado de Matucana de inundaciones y huaicos mediante un muro de concreto pesado de dimensiones apropiadas contra huaicos e inundaciones con un sistema de drenaje a fin evacuar toda presencia de humedad de la zona que podría crear sobresaturación de la terraza en la cual se halla el poblado, produciendo falla y deslizamiento. No hay que olvidar que la terraza de Matucana ha sido y es constantemente removida por maquinaria pesada



la que unida a la presencia de humedad en sobresa-  
turación puede sobrecargarse muy peligrosamente.

e. Motivar el desarrollo de la zona mediante una polí-  
tica de forestación de las laderas, como una forma  
además de controlar los fenómenos de geodinámica  
externa.

QUEBRADA COLLANA. (Km. 72+963)

Es afluente del Río Rímac por su margen derecha y de  
semboca en él a la altura del Km. 72+963 de la Carre-  
tera Central. (Foto No. 11)

Sus laderas empinadas presentan gran facturamiento que  
han generado depósitos de pendiente inestables. (2)

Es una quebrada de régimen semi-seco, motivo por la  
cual ante la presencia de agua después de un largo pe-  
ríodo de estiaje, sus laderas empinadas de tufos vol-  
vánicos y rocas meteorizadas se convierten en focos de  
derrumbes y deslizamientos a consecuencia de una fuer-  
te erosión de orillas y taludes.

Esta quebrada transporta huaicos compuestas especial -  
mente de material grueso y es la que destruyó y segui



rá destruyendo el puente y badén de San Juan, respectivamente.

Esta quebrada tiene una salida en ángulo recto al Río Rímac, razón por la que momentáneamente genera represamiento en el cauce del Río Rímac, generando erosión de orillas muy peligroso para la terraza de Collana e inconveniente para la Carretera Central antigua, incluso para la nueva variante que transcurre por la ladera derecha sobre suelo altamente erosionable como son los tufos volcánicos.

La zona media de Collana son depositos coluvio - aluvionales de fácil deslizamiento por sobresaturación de agua y corte de taludes.

#### RECOMENDACIONES.

- a. Canalizar la quebrada por lo menos en su último tramo a fin de controlar los fenómenos de la erosión de orillas, derrumbes de taludes y deslizamientos, muy frecuentes en esta quebrada, especialmente en este último tramo donde estará ubicada el puente de estructura metálica y plataforma de concreto de 120 metros de largo, que está siendo construido.
- b. Darle a la desembocadura un ángulo de incidencia más



cerrada para facilitar el libre flujo de los huai  
cos.

- c. Proteger las laderas de esta quebrada contra derrumbes, deslizamientos y erosión por escorrentía superficial, mediante el empleo de andenes y, a provechamiento de los mismos en la agricultura y forestación.
- d. Construir un depósito de almacenamiento de agua libre de sedimentación para su aprovechamiento en la agricultura y reforestación de la zona.
- e. Proteger el puente de 120 metros que se halla so  
bre esta quebrada dando paso a la nueva variante de la Carretera Central, mediante un sistema de drenaje conveniente.
- f. Esta zona es inconveniente para la construcción de Carretera mediante cortes de taludes muy gran  
des ya que es suelo coluvio-aluvional de fácil deslizamiento por sobre saturación de agua y movimiento sísmico. En la zona media alta existen riego de chacras mediante canales deteriorados.



QUEBRADA SALON BLANCO. (Yanajune) (Km. 71+130)

Es afluente del Río Rímac por su margen derecha y desemboca en él a la altura del Km. 71+130 de la Carretera Central. (Foto No. 21)

Sus laderas son escarpadas y presentan grandes depósitos de suelo coluvio-aluvional producto de antiguos deslizamientos, lo que han motivado la existencia de riego de chacras especialmente en la parte media y baja de la quebrada.

Es una quebrada de régimen regular de escorrentía, ya que incluso en temporada de estiaje trae agua aunque en pequeño caudal.

Los huaicos que bajan por esta quebrada son de naturaleza mixta, es decir están constituidas de lodo, grava, y cantos rodados.

Su cono de deyección está constituida por una terraza coluvio-aluvional cuaternaria que es utilizada en la agricultura y como zona de vida rural; por aquí también pasa la variante de la Carretera Central y la antigua vía destruida por huaicos del Ferrocarril Central.



En la actualidad sobre esta quebrada se ha contruido el puente Salón Blanco, de estructura metálica y plataforma de concreto, de 120 metros de largo. (Foto N° 21)

Esta quebrada es tremendamente dinámica, ya que en temporada de lluvias torrenciales arrastra grandes volúmenes de rocas, las cuales quedan depositadas en su cono de deyección y en el mismo cauce del Río Rímac causando represamientos por relleno de sedimento en el Puente Quitasombrero.

El tipo de suelo que predomina en esta terraza que constituye su cono de deyección, es tufo volcánico retrabajado, material friccionante tremendamente erosionable, es por esta razón que en esta zona el Río Rímac tiene un cauce amplio y de poca pendiente motivada por una fuerte erosión de orillas y derrumbes de taludes. En la zona media alta existe riego de chacras mediante canales deterioradas. Los grandes cortes de taludes hechos para dar paso al tramo IV-B de la Carretera Central originarán deslizamientos futuros, en la zona.

#### RECOMENDACIONES.

- a. Canalizar la quebrada por lo menos en su último tramo a fin de controlar los fenómenos de erosión de orillas, derrumbes de taludes y deslizamientos muy



frecuentes en esta quebrada.

- b. Darle a la desembocadura un ángulo de incidencia más cerrada para facilitar el libre flujo de los huaicos.
- c. Proteger las laderas de esta quebrada contra derrumbes, deslizamientos y erosión por escorrentía, superficial, mediante el empleo de andenes y, aprovechamiento de los mismos en la agricultura y forestación.
- d. Construir depósitos de almacenamiento de agua protegido de sedimentos, para el riego de chacras y reforestación de la zona.
- e. Proteger el puente de estructura metálica que se está construyendo mediante un sistema de drenaje conveniente.

#### 9.5.6. RIESGO POR HUAICOS.

La lava de lodo y piedra en movimiento , tienen una función geomorfológica compleja, a su paso va generando los siguientes efectos locales :

- A. Erosiona las orillas por acción lateral originando



do socavamiento en la parte inferior de los taludes y terraplenes de la Carretera Central y Ferrocarril Central originando los derrumbes respectivos.

El material de estos derrumbes se depositan en el lecho de río Rímac causando turbidez de agua y produciéndose transporte de sedimento fino en suspensión inconveniente para Sedapal (servicio de agua potable y alcantarillado de Lima Metropolitana) quien controla las instalaciones de la Atarjea (lugar donde el agua sucia del Río Rímac es tratada y transformada en agua potable).

- B. A su paso va destruyendo toda forma física de vida animada e inanimada.
- C. Va dejando en el cauce material suelto en forma de lodo y rocas, rellendola en forma desigual y como tal generando un caos en la escorrentía superficial que ahora discurre perdido por diferentes y caprichosos cauces. Esto genera destrucción de chacras, viviendas, obras de Ingeniería Civil, terraplenes de la Carretera Central y ferrocarril Central por inundación, erosión de riberas, derrumbes, socavamiento, etc.



- D. El torrente se encarga posteriormente de entallar estos materiales sueltos dejados por el huaico en forma de montículos y meandros.

El huaico, antes de instalarse sobre un cono de deyección, tiende a modelar un verdadero valle en forma de "U", con flancos escarpados, ligeramente ondulados y con un fondo desigualmente rellenado.

- E. La fuerte pendiente de los flancos, los depósitos de pendiente (Cárcavas), la remoción de las laderas por construcción de surcos en la agricultura, la crianza de cobras, los flancos constituídos por material coluvio-aluvional con alto porcentaje de limos y arcillas, la fuerte infiltración de agua por riego de chacras en la parte media alta de los flancos, la existencia de taludes inestables originados por grandes cortes para formar el terraplen de las nuevas variantes de la Carretera Central entre Cupiche (Km. 44+400) y Matucana (Km 76+400), lluvias torrenciales, escorrentía superficial, material de sedimentación violenta y de huaicos que se hallan acumulados en el cauce del Río Rímac y quebradas, así como el material suelto procedente de las minas de Baritina de Perubar (Km. 50), Carburo de Calcio (Km. 66), etc, el material suelto procedente del corte de taludes pa



ra dar paso a las variantes tramo I, tramo IV-A,B y C de la Carretera Central, ausencia de protección vegetal de los flancos falta de una técnica apropiada de riego y las lluvias torrenciales y representan un alto nivel de riesgo para las obras de Ingeniería Civil, y pueblos que se ubican a lo largo de la Carretera Central. (Foto N° 16)

9.5.7. HUAICOS 1983

(Plano N° 4)

QUEBRADAS	UBICACION (KM)	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL.	TOTAL
1. Santa Ana	41+900			1	1	2
2. Cupiche	44+400			1	1	2
3. Puruguay	47+000			1	1	2
4. Agua Salada	51+520			1	1	2
5. Ascahuaca	51+600					
6. Río Seco	55+010	1	1	1	1	4
7. Esperanza	57+623			1	1	2
8. Cariñito	59+000			1		1
9. Verrugas	60+427			1	2	3
10. Linday	62+000			2	2	4
11. Huacre (Surco)	66+200					
12. Ushupa (Surco)	66+500	1		1		2
13. Matala (Surco)	66+900				2	2
14. Cuchimachay	67+500				2	2



HUAICOS 1983

QUEBRADAS	UBICACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	TOTAL
15. Chacanaza (Surco)	67+880					
16. Yanajune (Sa lón Blanco)	71+130	1			3	4
17. Collana	72+963			1	1	2
18. Chucumayo (Matucana)	76+000			1		1
19. Payhua (Matu cana)	77+430	1		1	1	3
20. Pancha	81+000					
T O T A L						36

Aporte

Fuente : M.T. y C.

9.5.8. CONSTRUCCION DE DESVIOS Y ACCESOS.

La construcción de desvíos y accesos hacia pequeños poblados, minas y fábricas, ubicados en el Valle del Río Rímac, ha motivado el corte de taludes naturales creándose por esta causa focos de derrumbes y deslizamientos especialmente en la zona media. Fig.No. 26

Los principales desvios y accesos a lo largo de la Carretera Central son : M.T. y C.



- San Matero de Otao.....	Km. 44.700
- Minas Baritina.....	Km. 49.000
- Minas Revoredo (Fábrica de Dinamita).....	Km. 50.600
- San Damián Cocachacra pueblo.....	Km. 53.200
- San Bartolome.....	Km. 55.900
- Huariquiña.....	Km. 74.400
- Onturos.....	Km. 82.100
- Minas San fernando.....	Km. 82.800
- Tambo de viso.....	Km. 84.150
- Minas tunel 129.....	Km. 87.800
- MINas millotingo.....	Km. 95.000
- Quebrada Río Blanco.....	Km. 102.300
- Casapalca.....	Km. 114.000
- Izquierda Marcapomacocha.....	Km. 120.050
- Derecha Casapalca.....	Km. 124.600
- Derecha Estación Ticlio.....	Km. 128.950
- Derecha Morococha.....	Km. 138.000
- Derecha Morococha.....	Km. 139.100
- Izquierda Puquiococha.....	Km. 139.500
- Derecha Morocohca.....	Km. 141.050
- Izquierda Tuctococha Minas.....	Km. 141.800
- Derecha Alpamina Casas.....	Km. 142.400
- Izquierda Sais Tupac Amaru.....	Km. 149.100
- Derecha a Yauli.....	Km. 156.100
- Derecha Yauli Pachachara.....	Km. 157.500
- Izquierda Fábrica Yesera.....	Km. 157.510



9.5.9. EXPLOTACION DE CANTERAS.

La explotación de canteras es otra actividad del hombre que en la Carretera Central es otra de las causas para la formación de derrumbes, deslizamientos y huaicos.

Las principales canteras de materiales que el hombre usa especialmente para la construcción son : (M.T.yC.)

Los Angeles (Para afirmado).....	Km. 26.000
Corcona (agregados : arena y piedra).....	Km. 47.800
Corachacra (Para afirmado).....	Km. 50.600
La esperanza (Sub-Base y base).....	Km. 56.600
Songos (para enrocado y defensa).....	Km. 63.100
Challape (Agregado : Arena y Piedras).....	Km. 73.000
Monterrico (Agregados : Arena y piedras).....	Km. 74.400
Matucana (Base y para afirmado).....	Km. 77.000
Llican (Agregados : Arena y Piedras).....	Km. 78.700
Llican (Agregados : Arena y Piedras).....	Km. 79.000
Chicla - Bellavista (Para afirmado).....	Km. 107.700
Chinchan (Para afirmado).....	Km. 122.600
Abona Anticona (Para base y arimado).....	Km. 129.000
Pachachara(Para base).....	Km. 149.300
Cut-Off (Base y agregados: Arena y Piedra).....	Km. 157.600
Caseta 5 (Para base, sub base y afirmado).....	Km. 166.250



#### 9.6. DESBORDES E INUNDACIONES.

Inundación es la invasión de agua en gran volumen a terrenos rurales, y urbanos bajos como consecuencia de desbordes de ríos y quebradas. (4)

Se producen cuando un curso de agua resulta superior a la capacidad de su lecho, debordando e inundando los terrenos adyacentes. Esto se debe a que un aporte extraordinario de líquido y sedimentos cambia la dinámica fluvial, adquiriendo el río ímpetu y velocidad de flujo, aumentando su poder de arrastre aguas bajo del lugar donde recibió el aporte.

Este fenómeno es periódico y de corta duración y puede suceder anual o periódicamente cada lustro, decena o centena de años como consecuencia de intensas precipitaciones pluviales de una región. (4)

En la Carretera Central estos desbordes e inundaciones se producen todos los años, pero con mayor intensidad cada lustro o decenio según como se presenten las lluvias torrenciales.

Estas inundaciones se producen en los cursos : medio e



inferior de un río o en el cono deyectivo del mismo, merced a las condiciones morfológicas favorables existentes en esos sectores.

En la Carretera Central, los sectores más críticos en desbordes e inundaciones son :

El Callao (zonas de el SIMA, pueblos jóvenes como San Jorge). Foto No. 60

Huachipa	(km. 10+000) Foto No. 59
Santa Clara	(Km. 12+000)
Naña	(Km. 19+112)
Morón	(Km. 22+120) Foto No. 58
Chaclacayo	(Zonas bajas ) (Km. 24-27)
Chosica	(Zonas Bajas) (Km. 34.000)
Cupiche	(Km. 44+400)
Corcona	(Km. 48+000)
Huaico	(Km. 51+500)
Oscoya	(Km. 54+000)
Tornamesa	(Km. 55+660)
Surco	(Km. 67+500)
Huyupamba	(Km. 68+500)
Puente Quitasombrero	(Km. 72+963)
Monterrico	(Km. 75+000)
Matucana	(Km. 76+400)
San Mateo	(Km. 95+200)



Este fenómeno se produce generalmente en la zona crítica de la Carretera Central, es decir entre Cupiche y Matucana (Zona media) y en la zona baja de la cuenca, es decir, entre Morrón y el Callao, en las zonas donde el cauce se amplía y dibaga en desarrollos formando meandros (pequeñas islas), merced a su débil pendiente.

#### 9.10. RIESGOS.

El riesgo por desborde es alto repecialmente para las viviendas ribereñas asentadas entre la Carretera Central y el Río Rímac.

El nivel de riesgo se da por :

- a) La colmatación de lecho del Río Rímac como consecuencia de la sedimentación de los materiales que transporta ha disminuído la altura de las terrazas que en épocas de avenidas fácilmente superadas por las aguas produciéndose el desborde y la inundación de la parte baja del pueblo.
- b) La gran acumulación de desmonte producto del corte de la nueva Carretera Central (Variantes), y el desmonte provenientes de las minas (Perubar S.



A.) que acumulan a la orilla del río Rímac en forma de muro de encausamiento, están reduciendo su cauce que de no ser limpiado y estabilizado pueden actuar de barreras y sedimento colmatando y desviando su cauce inconvenientemente.

Asimismo, estos depósitos aumentarán la carga del río produciendo desastres en las zonas bajas.

La gran acumulación de materiales en el cauce el río Rimác hace predecir que el nivel de riesgo no es solamente alto sino a corto plazo.

#### RECOMENDACIONES.

- a) Limpieza del cauce del río Rímac, especialmente en los sectores de acumulaciones de sedimento suelto como consecuencia a su débil pendiente y amplio lecho de inundación.
- b) Construcción de muros de defensa de orillas contra la erosión de orillas y socavamiento de taludes en los siguientes sectores :

El Callao (Zona de el SIMA y zonas adyacentes como San Jorge).

Huachipa (Km. 10+000)



Santa Clara	(Km. 12+000)
Ñaña	(Km. 19+112)
Morón	(Km. 22+120)
Chaclacayo	(Km. 24+000, zonas ba jas).
Chosica	(Km. 34+000, zonas ba jas).
Cupiche	(Km. 44+400)
Corcona	(Km. 48+200)
Tornalesa	(Km. 55+660)
Surco	(Km. 67+500)
Huyupampa	(Km. 68+500)
Puente Quitasombrero	(Km. 69+600)
Salón Blanco	(Km. 71+130)
San Juan	(Km. 72+963)
Monterrico	(km. 75+000)
Matucana	(Km. 76+400)
San Mateo	(Km. )

c) Construcción de enrocados de albañilería de contención de taludes inferiores de la plataforma de la Carretera Central, Ferrocarril Central, así como para la defensa de terrazas de tierras cultivo, en los siguientes sectores:

Puente del ejéricto	(Lima)
Cupiche	(Km. 44+400)
Chanchacalla	(Km. 47+000)



Corcona	(Km. 49+000)	Mina Perubar S.A.
Huaico	(Km. 51+500)	Quebrada Huaico, variante Carretera.
Agua Salada	(Km. 51+520)	Qda . Agua Salada y variante Cerretera.
Oscoya	(Km. 54+000)	Río Rímac
Tornamesa	(Km. 55+660)	Río Rímac
Surco	(Km. 67+500)	Río Rímac, variante Carretera
Huyupampa	(Km. 68+500)	Variante carretera
Salón Blanco	(Km. 71+130)	Río Rímac
Huariquiña	(Km. 74+750)	Río Rímac, variante Carretera.
Matucana	(Km. 76+400)	Río Rímac
Payhua	(Km. 77+430)	Qda. Payhua

- d) Sembrío y explotación de carrizos a lo largo del río Rímac, para estabilizar y consolidar los taludes de orilla, especialmente en los sectores donde se presencian desbordes e inundaciones.

#### 9.7.0. TRANSPORTE DE SEDIMENTO.

Es un fenómeno geodinámico hidrogeológico, en el cual los materiales sólidos en suspensión de un río ~~tienden~~ a depositarse en el fondo (1).



### 9.7.1. TRANSPORTE DE SEDIMENTO EN EL RIO RIMAC.

El Rímac es un río de fondo móvil y variables ya que presenta un transporte continuo de partículas, las cuales a la presencia de un flujo de agua mas o menos violenta son transportadas aguas abajo para depositarse en otros lugares bajos del cauce cambiando su perfil y paisaje.

Este material de transporte que proviene de la erosión de la zona media y alta de la Cuenca del Rímac son de diferente diámetro, desde los más finos como la arcilla de 0.002 milímetros hasta los cantos rodados de hasta 2.0 metros de diámetro.

La naturaleza de su lecho es de fondo rocoso móvil y por su gran caudal en temporada de lluvias torrenciales, su fuerte pendiente en algunos tramos permite el transporte incluso de bolones.

### 9.7.2. MODOS DE TRANSPORTE.

En temporada de estiaje solo existe transporte de material fino en suspensión, como arenas, limos y arcillas y en algunos casos gravas las que son depositadas aguas abajo en sectores donde el río Rímac tiene débil pendiente.



En temporada de lluvias los materiales son transportados de cuatro formas diferentes :

Por rodadura.

Por arrastre.

Por saltación y

Por suspensión.

#### POR RODADURA.

Los materiales de mayor tamaño pueden por el fondo constituyendo junto con las de arrastre y saltación el transporte sólido de fondo. Este material lo constituyen los cantos rodados desde los 0.25 metros hasta los 2.0 metros. (11)

#### POR ARRASTRE

Están constituidos por cantos rodados pequeños y medianos cuyos diámetros están comprendidos entre los 0.5 metros y 1.0 metros. También constituyen el transporte sólido de fondo (11)

#### POR SALTACION

Están constituido por los guijarros cuyos diámetros oscilan entre los 64 milímetros y 250 milímetros también constituyen el transporte sólido de fondo (11)



POR SUSPENSION

Estan constituidos por las arcillas, limos y arenas cu  
yos diámetros oscilan entre los 0.002 milímetros y los  
63 milímetros. (11)

9.7.3. ACUMULACION DE SEDIMENTO EN EL CAUCE DEL  
RIO RIMAC.

Son montículos de material suelto de dife  
rentes diámetros depositados en el lecho del río Rímac  
como consecuencia de la violenta sedimentación por des  
cargas violentas del río y paso de huaicos en tempora-  
da de lluvias torrenciales.

La granulometria varía desde los materiales mas finos,  
como la arcilla, el limo y la arena hasta los sólidos  
de diámetros mayores la grava, cantos rodados y los bo  
lones.

El sedimento se deposita en los lugares amplios de dé-  
bil pendiente , es asi que a lo largo del cauce del  
Río Rímac existen sectores donde este material esta de  
positado en forma de meandros o pequeñas islas de mate-  
rial suelto listas a ser removidas por nuevas avenidas  
fluviales.



Existen tramos a lo largo del cauce del Río Rímac donde por su débil pendiente y amplitud de lecho de inundación estos depósitos se presentan en gran volumen y representan peligro potencial de generación de huaicos .

Estos tramos son :

Cupiche	(Km. 44+400)	Foto No. 49
Corcona	(Km. 48+200)	Foto No. 45
Carachacra	(Km. 51+000)	
Tornamesa	(Km. 56+000)	
Huyupampa	(Km. 68+500)	Foto No. 32
Salón Blanco	(Km. 71+130)	Foto No. 26
San Juan	(Km. 72+300)	Foto No. 22
Collana	(Km. 72+963)	Foto No. 18
Monterrico	(Km. 74+000)	Foto No. 9
Matucana	(Km. 76+400)	
Paihua	(Km. 77+430)	

#### 9.7.4. RIESGOS.

- a) Existe riesgo de generación de huaicos con la llegada de gran volumen de avenidas fluviales, y crear desastres por inundación en las zonas bajas.
  
- b) Hacen deribar el flujo del río, generando cambios de dirección inconvenientes del cauce.



- c) Pueden generar represamientos en los cuellos de botella, como en puente Quitasombrero, con la consiguiente inundación.

#### 9.7.5. RECOMENDACIONES.

- a) Limpieza del cauce del río Rímac, aprovechando las rocas grandes para la protección de orillas y taludes adyacentes con enrocados, y muros de contención y protección.



## CAPITULO X

### 10. EROSION.

Erosión es el desgaste de la superficie terrestre por acción del viento llamado erosión eólica, por acción del hombre llamada erosión antrópica, por acción del agua en forma de lluvia y escorrentía y por la acción de otras fuerzas extrañas. (4), (5).

#### 10.1. ACCION DEL HOMBRE.

El hombre en su afán de construir nuevos caminos y vías de comunicación, de explotar minas, crear



nuevas industrias, es decir, en su afán de ampliar su campo de acción buscándose nuevas comodidades, se ha convertido en el más terrible agente erosivo.

Como un ejemplo de ellos está la Carretera Central y todo los centros poblados ubicados a lo largo de ella, que año tras año son víctimas de los fenómenos de geodinámica externa.

#### 10.2. LA ACCION DEL AGUA.

El agua es el gran disolvente en la naturaleza y el más activo y constante agente erosivo. Cada gota que cae, al parecer insignificante, es parte de un trabajo de incalculable magnitud. Pequeñas concentraciones de agua que se forman al pie de las montañas se unen por una red de arroyuelos y originan cursos de agua que se van acrecentando por confluencia hasta forman los ríos, como ocurre con la red de la Cuenca del Río Rímac.

La fuerza niveladora y destructura del agua es tremenda y su poder aumenta considerablemente con la velocidad, que incrementa su fuerza abrasiva.

El poder del agua puede destruir la roca, pues en regiones de bajas temperaturas penetra por todos los



interticios de las rocas y montañas fragmentándolas al convertirse en hielo. El agua misma se encarga de transportar, pendiente abajo, el material fragmentado, continuando su incontenible trabajo erosivo. Su paso continuo por un mismo sitio erosiona la tierra.

### 10.3. LA ACCION DEL VIENTO.

El otro gran agente es el viento. Es tan activa, tan penetrante, constante e implacable la acción del viento, que se puede asegurar que es capaz de deshacer grano por grano una montaña y trasladarla a otro lugar. (4)

Se estima que el material que compone la mayoría de los desiertos de la Tierra es roca desmenuzada por el viento. A su poder físico de erosión, el viento agrega el de los materiales que transporta, que cuanto mayor es su cantidad es también más fuerte su acción abrasiva haciendo mayor su poder erosivo. (1) y (4)

La costa peruana es un ejemplo de la acumulación de fragmentos petreos y otros materiales, producto de la acción erosiva del viento que todo el tiempo les da forma y los traslada de un lugar a otro, como sucede con las dunas movedizas de las pampas de Ica y el viento con arena llamada PARAGA.



En la Cuenca del Río Rímac, los depósitos de pendiente son en gran porcentaje consecuencia de este fenómeno, de acción del viento.

#### 10.4. LA EROSION DE RIBERAS EN LA CUENCA DEL RIO RIMAC.

Se producen por acción de las partículas sólidas transportadas por la corriente del río, ya que cuanto mayor es la velocidad de la misma, mayor es su poder erosivo, la fuerza erosiva más fuerte (y el mayor transporte) tiene lugar durante la temporada de avenidas. (Fotos Nros. 22, 51, 52, 53)

Cuando el lecho del río es desgastado por abrasión, desarrolla una serie de superficies curvas tersas convexas o llamada meandros.

La erosión de riberas se presenta casi en todo el recorrido del Río Rímac y afluentes. Las causas directas son las violentas avenidas de escorrentía de agua, lodo y rocas que ocurren en cada temporada de lluvias y las intensas precipitaciones pluviales que generan escorrentía superficial por los flancos en forma de torrentes.

En la mayoría de los casos, la erosión afecta riberas



naturales y artificiales, estas últimas están constituídas por desmontes procedentes de la construcción de la Carretera Central y explotación de Minas, estos rellenos artificiales muestran poca cohesión y en la próxima temporada de lluvias serán focos de derrumbes y deslizamientos. (Foto No. 38)

10.5. SECTORES DE FUERTE EROSION LATERAL EN EL RIO RIMAC.

Casos muy notorios de erosión de riberas se observa en :

Puente del ejército	(Lima)
Huachipa	(Km. 10+000)
Morón	(Km. 22+120)
Cupiche	(Km. 44+400)
Corcona	(Km. 48+200)
Carachacra	(Km. 50+400)
Oscolla	(Km. 54+090)
Tornamesa	(Km. 55+660)
Surco	(Km. 67+500)
Huyupampa	(Km. 68+500)
Salón Blanco	(Km. 71+130)
San Juan	(Km. 72+300)
Collana	(Km. 72+963)
Huariquina	(Km. 74+750)



Monterrico	(Km. 75+000)
Matucana	(Km. 76+400)
Payhua	(Km. 77+430)

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones y ENAFER, con el fin de proteger la Carretera Central y Ferrocarril Central respectivamente, han contruido obras de defensa consistentes en muros de encausamiento del río Rímac, muros de protección del talud inferior de la Carretera y el Ferrocarril. Foto No. 25

Así por ejemplo, el año de 1984, ENAFER, ha construido en el Km. 70 +500 (aguas abajo del puente Quitasombreiro) un muro de denfensa para el talud inferior del Ferrocarril Central, consistente en piedras sueltas enma<sup>ll</sup>lladas (tipo Gavión), este muro de 1.50 m. de altura construido al pie del talud del Ferrocarril fue destruido con el paso del primer huaico.

De igual manera, el Gavión construido en el Km. 74 + 700 (frente a Huariquiña) por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, con el fin de proteger el talud inferior de la Carretera Central, fue destruido por las aguas del Río Rímac en enero de 1986, y destruido también parte del talud, constituido de suelo friccio<sup>n</sup>nante. . Foto No. 10



En general, todo Gavión al entrar en contacto con la co  
rriente del río Rímac es destruído y destruído también  
el talud que protege; lo que significa que el empleo de  
gaviones en este tipo de defensas es inconveniente. En  
cambio, el uso de gaviones para proteger taludes secos ,  
bajar pendientes empinadas mediante andenerías, etc. Es  
procedente. El gavión por estar constituido por pie-  
dras sueltas acomodadas y aseguradas mediante una malla  
deja pasar el agua fácilmente, permitiendo que esta so-  
bresature el suelo friccionante de un talud, producién-  
dose de esta manera derrumbes y pequeños asentamientos  
que son muy perjudiciales para el terraplen de una vía.

En cambio, las defensas consistentes en muros de concre  
to y errocados de albañilería han resistido hasta hoy  
la fuerte correntada del río Rímac. Sin embargo, algu-  
nas de ellas se hallan parcialmente enterradas por efec-  
to de la violenta sedimentación y por el paso de huai  
cos. Foto No. 5

Así por ejemplo, el muro de concreto de : Corcona (Km .  
48+200), Huyupampa (Km. 68+500), Quitasombrero (Km. 71+  
000), Salón Blanco (Km. 71+230), San Juan (Km.72+300) ,  
Monterrico (Km. 75+000), han resistido hasta hoy día, pe  
ro se hallan parcialmente enterradas por su poca altura  
(Foto No 9 )



El muro de concreto y el enrocado de albañilería, por sus naturaleza fuerte, monolítica e impermeables, son los más recomendables para encausar el río Rímac y defender taludes en contacto con la corriente del río Rímac. (Foto Nros. 5, 9, 12 y 25); sin embargo es preferible el enrocado de Albañilería por ser más económico, ya que parte de las rocas a utilizarse se encuentran en el lecho del Río Rímac.

Las zonas donde el Río necesita encausamiento mediante muros son :

Huachipa	(Km. 10+000) (Muro de concreto)
Morón	(Km. 22+120) (Muro de concreto)
Cupiche	(km. 44+400) (Enrocado)
Corcona	(Km. 48+200) (El muro de material de Baritina (Perubar) cuya longitud se extiende desde el Km. 47+000 (Canchacalla) hasta el Km. 50+000 (Carachacra ). Necesita impermeabilizarse mediante un recubrimiento de enrocado de albañilería, del talud que da el río. (Foto Nº 38 )
Oscolla	(Km. 54+090) (Enrocado de albañilería)
Tornamesa	(Km. 55+660) (Enrocado de Albañilería)

ahora están contruyendo un enrocado de sección rectangular, lo cual no evitará la



infiltración que ahora existe. (figura Nº 24 )

Surco	(Km. 67+500) (Enrocado de Albañilería)
Huyupampa	(Km. 68+500) (Enrocado de Albañilería)
Salón Blanco	(Km. 71+130) ( " " " )
San Juan	(Km. 72+300) ( " " " )
Collana	(Km. 72+963) ( " " " )
Huariquiña	(Km. 74+750) ( " " " )
Monterrico	(Km. 75+000) ( " " " )
Matucana	(Km. 76+400) ( Muro de Concreto )
Payhua	(Km. 77+430) (Enrocado de Albañilería)

#### 10.6. RIESGOS .

- a) Derrumbes y deslizamientos de taludes, origen de huaicos.
- b) Inundaciones y sus efectos secundarios.
- c) Destrucción de tierras de cultivo, centros poblados, pérdidas de vidas, destrucción de vías de comunicación puentes y obras de Arte.
- e) Pérdida del "Mantillo", y propiedades nutritivas del suelo.



10.7 RECOMENDACIONES.

- a) Protección de taludes de orilla del Río Rímac mediante enrocados de albañilería ó muros de concreto evitando la infiltración lateral.
- b) Estabilizar los taludes de orilla del río Rímac , mediante el sembrío y explotación de carrizos incentrivando la industria del Carrizo.
- c) Protección de taludes de suelos aluvionales y coluviales en los flancos bajos y medios mediante una política de forestación.

Así por ejemplo, desde hace dos años, la comuni - dad de "La Merced de Chaute" - distrito de San Bartolome (Km. 55+000) de la Carretera Central , con la asesoría de la Universidad de la Mòlina , viene sembrando en una área de 50 hectárea la planta de "La Tuna" con tres finalidades:

- 1º) Controlar los taludes de suelos aluvionales y coluviales, focos de huaicos desde hace mucho tiempo, ya que esta planta tiene raíces vigo - rosas (3).
- 2º) Aprovechamiento del fruto en la alimentación.



- 3º) Aprovechamiento de la Cochinilla, insecto que suministra un líquido de color grana muy cotizado en la industria de los tintes y cosméticos.

La comunidad de "La Merced de Chaute" tiene aproximadamente 500 habitantes y esta ubicado en la subcuenca de la Qda. "Río Seco".

#### 10.8. PREVENIR Y NO LAMENTAR.

La erosión que afecta productivas tierras, sobre todo en la Sierra Peruana, está siendo contrarrestada mediante la utilización de técnicas de cultivos con la finalidad de retener la capa de tierra de cultivo llamada "mantillo" que todos los años van a dar en el Mar.

Puesto que la agricultura es la base de la economía, esta pérdida del mantillo, si no se detiene, socavará la propia economía del país, por que a medida que los suelos se agotan, el país se verá obligado a importar alimentos cada vez en mayor volumen para satisfacer, aún las mínimas necesidades alimenticias del pueblo peruano.

Cada año los agricultores tienen que alimentar en ca



da país 2.8% más de personas a la vez que se pierden por erosión miles de toneladas de tierra de cultivo . En el Perú, la erosión afecta las tierras de cultivo en un 55%, a la vez que cada año hay 2.7% más de habitantes que alimentar.

En la actualidad, en el Perú, está utilizando la técnica de los "ANDENES" para controlar el fenómeno de la erosión y al mismo tiempo aprovecharlos en la agricultura. Es así que en los tres últimos años, es decir, 1982, 1983 y 1984, el Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas, ha obtenido en zonas pilotos de diez departamentos un incremento de 142 por ciento en la producción de papa, 65 por ciento en el maíz 47 por ciento del trigo, 54 por ciento en la alverja y 85 por ciento en ollucos, entre otros logros. Estas zonas pilotos están ubicados en Piura, La Libertad , Ancash, Lima, Cajamarca, Junín, Ayacucho, Apurímac , Cuzco y Puno.

Además del sistema de andenería, existen otras formas de aprovechamiento de las tierras de cultivo para contrarrestar la erosión: cultivo en terrazas, agricultura de contorno, cultivos en rotación, cultivos en Barbecho y franjas protectoras plantas con árboles frutales e industriales y otra vegetación. Estas medidas no se hallan necesariamente fuera del alcance del



país, ya que somos más bien herederos de una técnica a avanzada de explotación de la tierra y control de la erosión. (6)

#### 10.9. LA EXPERIENCIA INCA Y PRE-INCA EN EL CONTROL DE LA EROSION.

Es indudable que los fenómenos de geodinámica externa siempre han existido desde los tiempos inmemorables, es así que los Incas y los Pre-Incas conocían la técnica de control del agua y la montaña . (10b)

En este campo se expresaron en : andenerías, que además de producir un mayor y mejor uso del suelo, eliminaba o reducía la erosión por corte y transporte , formación de bofedades, que además de retener y laminar la escorrentía, mantenían por sub-irrigación, ricas áreas de pastores además de su efecto térmico , construcción de cochas, que eran pequeños embalses retardadores de la escorrentía y laminadores de caudales que, además actuaban como proveedores de agua de riego en estiaje; derivaciones de aguas superficiales de ríos y quebradas, caudales de riego mediante los cuales lograban, dentro de las condicionantes climáticos, amplia cobertura vegetal, pastizales y arboliza-



ción, estabilizadora de los suelos y otras realizaciones, cuya operación y mantenimiento eran cuidadosa y persistentemente observados. (10b)

En los valles, donde inevitablemente, se producen la acumulación de efectos, se realizó en esas ya lejanas épocas toda una planificación tanto para un mayor e intensivo uso del territorio como en el sentido de transporte humano, de distribución de agua, etc. De allí resultaron los cauces para derivar grandes caudales de agua en la época de avenidas y un ejemplo, entre otros, es el Valle de Ica, donde la capacidad de captación y derivación de los grandes cauces como la Achirana con 30 metros cúbicos por segundo, Macacona, Quilloay, Tacarara, etc. , llega hasta un total del orden de 90 metros cúbicos por segundo, que permitía una diserción rápida de aguas de riadas y posterior almacenamiento en los acuíferos para procesos de sub-irrigación, puesto que no conocían la tecnología de pozos profundos, durante el estiaje. Eran procesos de laminación y dispersión de grandes caudales para reducir o eliminar los daños consecuentes producidos por estos. (5)

Siguiendo esa misma planificación, y esto es fácil comprobar en fotografías áreas, los caminos seguían las divorsia entre cuencas, donde no había peligro de huai



cos, yapanas, derrumbes, etc., que se dinamisan en los períodos críticos anormales, consecuencias del fenómeno de "El Niño". (5)

Por razones idénticas, los centros poblados abandonaron las planicies y/o conos de deyección, donde los peligros potenciales debidos a inundaciones y/o huaicos eran evidentes, y se asentaron en las lomas islas en los conos de deyección, en las laderas y collados. Eran no solamente medidas de seguridad sino, eminentemente medidas económicas al preservar vidas, haciendas, reservando además las tierras para la actividad agropecuaria. (5)



## CAPITULO XI

### 11. ESTADO ACTUAL DE LA CARRETERA CENTRAL Y PUENTES LIMA-TICLIO. (por tramos)

La Carretera Lima-Ticlio constituye la principal vía de acceso a la capital de la república, provenientes de la sierra y selva central y forma parte de la gran Carretera Marginal de la Selva. Permite el abastecimiento de productos alimenticios a la Gran Lima así como un fuerte intercambio comercial con ciudades importantes del interior del país como, Huancayo, Tarma, Cerro de Pasco, Huancavelica, Huánuco en la Sierra y Tingo María, Pucallpa, Tocache, Juanjui, Tarapoto, Lamas, Moyobamba, Rioja, etc., en la Selva, estas últimas considerados principales polos de desarrollo por constituir en conjunto, la futura despensa de productos alimenticios del Perú.

Esta vía con una longitud de 132 Kms, transcurre por las laderas inferiores y media de ambos márgenes del Río Rímac; presenta características técnicas de primer a segundo orden y es asfaltada casi en toda su longitud con excepción de cortos tramos averiados por los huaicos e inundaciones ocurridos en las temporadas de lluvias torrenciales, especialmente en los años 1983 y 1984. En este capítulo se hace una descripción física actual por tramos de



la Carretera Central.

Tramo : Lima (Vitarte) - Chosica (Km. 9.50-Km. 34.00)

Este tramo es el que presenta mejores características de seguridad; corresponde a una vía de primer orden (Autopista) cuyo recorrido en su totalidad es sobre depósitos aluviales del río Rímac, con excepción de la Zona de Ñaña donde se ha practicado un pequeño corte en roca intrusiva (Tonalitas y dioritas) en el sector de Huachipa, donde el ápice de un meandro se pega a la vía. es necesario efectuar obras de protección de orillas.

Existe deterioro de la carretera en los sectores de Vitarte, Huachipa y Santa Clara.

Este tramo tiene una longitud de 24.50 Kms. y comprende desde el Km. 9.50 en Vitarte y termina en el Km. 34 en Chosica.

Los puentes que se ubican en este tramo son :

<u>DESCRIPCION</u>	<u>UBICACION</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>
PUENTE: LOS ANGELES	Km. 27+500	Longitud = 80 m. Ancho = 10 m. Veredas = 1.20 m. Tipo = Concreto Armado



RECOMENDACIONES.

- a) Construir muros de protección de orillas en el sector de Huachipa
- b) Rehabilitación de la pista que se halla deteriorada en los sectores de Vitarte, Huachipa y Santa Clara.
- c) Sembrío y explotación de carrizos en el talud de orilla del río a lo largo de todo este tramo.

Tramo : Chosica - Ricardo Palma.

(Km.34.00 - Km. 38.4)

Desde Chosica hasta puente Ricardo Palma la vía atraviesa la zona urbana de Chosica y parte de Ricardo Palma, sobre depósitos coluviales, aluvionales y aluviales.

En 1983 y 1984 este tramo fue afectada por huaicos, y en la actualidad se halla destruída ya que desde entonces este tramo no ha sido rehabilitada; este tramo tiene 4.40 kilómetros de longitud y comprende desde el Km. 34.00 hasta el Km. 38.40.

Los puentes que se ubican en este tramo son :



<u>DESCRIPCION</u>	<u>UBICACION</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>
Puente: Santa Eulalia	Km. 34.950	Longitud = 20 m. Ancho = 8 m. Tipo = Congreso Armado
Puente: Ricardo Palma	Km. 38.440	Longitud = 60 m. Ancho = 8 m. Tipo = Arco

RECOMENDACIONES.

- a) Rehabilitar con urgencia este tramo mediante la renovación de la base granular y la carpeta asfáltica.

Tramo : Ricardo Palma- Cupiche.

(Km. 38.40 - Km. 43.00)

La Carretera transcurre por la margen izquierda del río Rímac sobre depósito aluvionales y aluviales. Los problemas de inundación y huaicos son escasos, salvo en la zona de Cupiche donde la Carretera es destruída por inundación y huaicos.

RECOMENDACIONES.

- a) En la zona de Cupiche donde la Carretera transcurre



en un tramo de aproximadamente 200 metros por el lecho de inundación de la Carretera, es necesario levantar la razante de esta en no menor de 4 metros ; o desviar el eje de la misma más hacia el flanco izquierdo.

Tramo : Cupiche - Corcona .

(Km.43.00 - Km.49.00)

La Carretera Central transcurre pegado al río Rímac y al Ferrocarril Central sobre depósitos aluviales y coluviales que constituyen el cono deyectivo de las quebradas, de Cupiche (Km. 44+400), Canchacalla (Puruguay) (Km. 47+000), y el lecho de inundaciones del río Rímac.

Desde el Km. 44.000 hasta el Km. 47.000, transcurre por el flanco inferior izquierdo del río Rímac sobre afloramientos de roca volcánica constituidos por rocas intrusivas (tonalitas-dioritas) (12) superficialmente muy fracturados y meteorizadas; a causa de ellos, existen problemas de caída de fragmentos y rocas grandes durante las fuertes lluvias o a efecto de un sismo.

Asimismo, la vía es afectada en algunos sectores por los flujos de agua y huaicos que bajan por las quebradas de Cupiche, Canchacalla (Puruguay) y otros menores; esto genera erosión de ribera, desborde de cauce e inundaciones.



En el cauce de la quebrada Cupiche y la Carretera Central no existe puente o alcantarilla, razón por la que en temporada de avenidas la vía es afectada por inundación de agua y huaicos. (Foto No. 50)

Los sectores donde se presentan desbordes e inundaciones que afectan la Carretera y Ferrocarril Central son:

Cupiche	(Km. 43+080)	(Foto No. 49)
Corcona	(Km. 49+000)	(Foto No. 40)

Los sectores donde la erosión y socavamiento afectan, la Carretera y Ferrocarril Central son :

Cupiche	(Km. 43+080)
Canchacalla	(Km. 47+000)
Corcona	(Km. 48+000)

Corcona es una zona muy crítica. Tanto la Carretera Central como el Ferrocarril Central y el pueblo están amenazadas por desbordes, inundaciones y huaicos. El año 1983 y 1984 este sector fue arrasado por inundaciones y huaicos. Es preciso tomar medidas tendientes a proteger esta zona. En la actualidad se ha canalizado el Río utilizando material de desmonte procedente de la mina Perubar (Km. 49). Este material compuesto en



mayor proporción de finas cederán por erosión, infiltración de agua y licuefacción en las próximas temporadas de lluvias produciéndose desborde por colmatación del cauce. (figura Nº 21) (Foto No. 40)

### RECOMENDACIONES.

a) Una alternativa para que la Carretera no sea afectada por los huaicos e inundaciones en los sectores de Cupiche y Corcona es levantar la actual rasante de la Carretera mediante la construcción de una plataforma de 5.00 metros de altura como mínimo con respecto a la actual. Por cuestiones técnicas de construcción y economía, es recomendable utilizar las rocas del río para este fin.

Construir una variante en Cupiche y Corcona por el flanco inferior izquierdo del Río Rímac no es recomendable por los problemas que puede originar la eliminación de desmonte procedente de los cortes, ya que el Ferrocarril Central transcurre por ese flanco.

b) En la actualidad la Carretera Central necesita protección contra inundación, erosión y socavamiento de plataforma. Es preciso la construcción de muros



de protección en los sectores donde la Carretera transcurre por el lecho de inundación del Río. Estos sectores son : Cupiche y Corcona.

- c) En Corcona, es preciso proteger el actual muro de encauzamiento mediante enrocados de albañilería contra erosión y socavamiento del talud inferior. De igual manera limpiar y profundizar el cauce.

Tramo : Corcona - Agua Salada.

(Km. 49.00 - Km. 51.520)

La Carretera Central transcurre pegado al Ferrocarril Central y algo alejado del Río Rímac con una cota de rasante mucho más elevada que esta, sobre depósitos coluvio - Aluvionales procedente de antiguos deslizamientos.

Desde el Km. 49.000 hasta el Km. 51.520 transcurre por el Flanco inferior izquierdo en partes (Mina Perubar, Km. 49) sobre afloramientos de roca volcánica y depósitos de materiales finos (Carachacra, Km. 50) fácilmente erosionables y cortadas por torrenteras de ladera. Por este flanco se está construyendo la variante : Agua Salada de 2.134 Kilómetros de extensión desde el Km. 50+280 hasta el Km. 52+514 sobre suelos constituidas en gran proporción de granulometría fina como arena, limos y arcillas. (fig. 21). Es zona de derrumbes y deslizamientos, y la



Carretera será siempre afectada por ellas. En esta variante están ubicados los puentes de fierro y concreto "Agua Salada" y Ascahuaca. En el Km. 51+500 la quebrada "Agua Salada" cruza la carretera Central a nivel, siendo esta causa de daños por inundación de escorrentía constante en temporada de avenidas.

En Corcona la Carretera Central tiene una altura de 1,350 m.s.n.m.

#### RECOMENDACIONES.

- a) Proteger la variante "Agua Salada" de deslizamientos y derrumbes mediante un sistema de drenaje.
- b) Profundizar el cauce de la quebrada "Agua Salada" a fin de crear un desnivel apropiado para la construcción de una alcantarilla o puente que de paso a la antigua Carretera Central.

Asimismo, en el punto, donde la quebrada cruza a nivel a la actual Carretera Central para luego precipitarse verticalmente en forma de cascada, construir un enrocado de albañilería con pendiente para proteger la plataforma de la misma.

- c) Construir andenes en el flanco medio e inferior iz-



quierdo del Río Rímac y arborizar.

Tramo : Agua Salada - Oscolla.

(Km. 51.520 - Km.54.000)

La Carretera Central transcurre por la margen izquierda del Río Rímac sobre una terraza coluvio-aluvional generado por antiguos delizamientos. El perfil del terreno esta formado por lomas y terrazas escalonadas más o menos inclinadas cubierta por una capa de tierra de cultivo de más o menos 50 cm. la que permite el cultivo de arboles frutales como, manzanos, peras, chirimoyas, mangos, paltas, tunas, higos, pacaes, etc. En este tramo esta ubicado el poblado de Cocachacra a 1350 m.s.n.m., caracterizado por su clima veraniego durante casi todo el año. En Cocachacra cae lluvias torrenciales en los meses de enero, febrero, y marzo, presentandose la mayor precipitación en el mes de febrero. En febrero de 1985, la precipitación pluvial registrada fue de 36 mm/mes.; en este tramo las características de la vía son óptimas ; faltando solamente mejorar la capa de asfalto que por su antigüedad se esta deteriorando.



RECOMENDACIONES.

- a) Reforzar la actual capa de asfalto algo deteriorada con otra capa nueva.

Tramo : Oscolla - Surco .

(Km. 54 - Km. 67.500)

A partir de Oscolla (Km. 53+880) la antigua Carretera Central que transcurría pegado al Río Rímac y por su lecho de inundación pasando por los poblados de Oscolla, Tornamesa, Esperanza, Verrugas, es remplazada en el año 1983 por una nueva vía asfaltada de segundo orden llamada tramo II-III que transcurre por el flanco media inferior izquierdo. (fig. 24) Este nuevo tramo, en sus primeros kilómetros transcurre por depósitos coluvio-aluvionales que constituyen el cono deyectivo de la quebrada Río Seco, y en los restantes kilómetros sobre afloramientos de rocas intrusivas (granodiorita), volcánicas (andesitas), que en general se presentan muy fracturadas y meteorizadas.

Hasta 1983 este tramo constituía la zona más crítica de la Carretera Central por la llegada de los huaicos; con la nueva ruta, la Carretera queda protegida de inundaciones y huaicos, pero no así los poblados de Oscolla, Tornamesa, la esperanza y verrugas que por estar



ubicado en el lecho de inundación del río Rímac y cono deyectivo de las quebradas Río Seco, Cariñito, Esperanza, Verrugas; siempre serán afectadas por huaicos e inundaciones.

Las características de estos tramos son óptimas, tienen un ancho de rodadura de 7.30 m. Sin embargo, en ciertos puntos pueden ser afectados por caída y rodadura de rocas hacia la pista, como sucedió en las lluvias del 83.

En estos tramos se hallan los siguientes puentes y obras de arte con las características respectivas siguientes : (Figura. 24).

<u>DESCRIPCION</u>	<u>UBICACION</u>	<u>LONGITUD</u>
<u>Tramo II</u>	Km. 53.880-Km.60.300	6.420 Km.
Paso a desnivel Nº 1	Km. 54+190	30 m.
Túnel "Río Seco"	Km. 55+010	98.67 M.
Paso a desnivel Nº 2	Km. 55+602.76	30 M.
Puente "Esperanza"	Km. 57+653	50 M.
Tunel "El Negro"	Km. 57+845	40 M.
Túnel "El Cariñito"	Km. 58+730	30 M.
Puente "La Cascada"	Km. 59+232	50 M.
<u>Tramo III</u>	Km.60.300-Km.64.760	4.460 Km.
Puente Verrugas	Km. 60+427	20 M.



En temporada de lluvias suele producirse pequeños derrumbes que afectan la vía. En las lluvias torrenciales de 1984 se produjo desborde de huaico en el túnel río Seco afectando la Carretera; el Huaico que bajo por la quebrada "Río Seco" fue de gran volumen y por esta razón el cauce de concreto construido en el techo del túnel "Río Seco" resulto al parecer estar subdimencionado.

#### RECOMENDACIONES.

a) Mantenimiento constante de la vía.

Tramo : Surco - Matucana).

(Km. 67.000-Km.76.400)

En la actualidad este tramo constituye la zona más crítica por que en ella se producen los fenómenos de geodinámica externa más diversos. (fig. 20)

ZONA DE SURCO.(Km. 67.000)

La Carretera transcurre pegado al Río Rímac y al Ferrocarril Central, sobre depósitos coluvio-aluvionales cuando eleva su rasante y fluvio-aluvionales cuando baja su rasante para confundirse con el lecho de inundación del Río Rímac.



En esta zona la carretera es afectada por torrenceras laterales y huaicos que bajan de las quebradas de Ushupa (Km. 66.500), Matala (Km. 66.900), Cuchumachay (Km. 67.500), Chacamaza (Km. 67.800) y Huacre.

Las alcantarillas sobre estas quebradas que dan paso a la antigua Carretera Central se colmatan rápidamente por estar subdimensionadas , produciéndose desbordes e inundaciones. Existe fuerte erosión lateral y longitudinal lo que motiva que en temporada de lluvias torrenciales se generen torrenceras superficiales e infiltraciones a lo largo y ancho de la zona baja y zona media inferior. El Ferrocarril Central y el mismo poblado de Surco también son afectados por este fenómeno hídrico-fluvial.

El material rocoso y friccionante procedente de la construcción del tramo IV-A y IV-B de la nueva variante de la Carretera Central en parte ha caído al cauce del Río Rímac lo que a originado relleno parcial y angostamiento, esto generará rápida colmatación, desborde e inundación en las próximas temporadas de lluvias torrenciales perjudicial para la Carretera Central, el Ferrocarril Central y la zona baja del pueblo. (figura No 20).

A partir de Surco (Km. 66.000) se esta construyendo los



tramos IV-A, IV-B, y IV-C de la nueva Carretera Central que remplazara a la antigua. Con ello se quiere resolver las continuas paralizaciones del tráfico vehicular a consecuencia de los huaicos.

Su longitud total es de 9+230.47 Km. y se extiende, desde el pueblo de Surco hasta el pueblo de Matucana, por el flanco inferior derecho en parte sobre depósitos de material coluvio-aluvional constituídas de abundante material firccionante como arenas, limo y arcilla, en otras, sobre afloramientos de rocas volcánicas que en general, se presentan muy fracturadas y meteorizadas. (12) (Foto No. 18)

Las características técnicas de estos tramos, puentes y obras de arte que se hallan en ella son los siguientes : (20)

<u>DESCRIPCION</u>	<u>UBICACION</u>	<u>LONGITUD</u>
<u>Tramo IV-A</u>	Km.66.00-Km.69.000	3.000 Km.
Puente : Surco	66.100	60 m.
Puente:Bailey(Surco)	67.175	6 m.
<u>Muro</u> de protección Surco		1,085 m.
<u>Tramo : IV-B</u>	Km. 69.000-Km.72+730	3.730 Km.
Puente :Salón Blanco	71.130	120 m.



Alcantarilla : Lupehuaro	71.592	1.8 m.
<u>Tramo : IV-C</u>	Km.72+730-Km. 76+300	3.425 Km.
Puente : Collana	72.970	150 m.
Puente : Adahuaro	73.660	12 m.
Puente : Matucana	75.930	70 m.

El tramo IV-A se ubica en la Margen Derecha del Río Rímac frente al pueblo de "Surco ", y transcurre en partes sobre afloramientos de roca volcánica intrusiva muy fracturadas y en otras sobre depósitos coluviales de fácil erosión.

En Surco la Carretera Central tiene una altura de 2,215m. s.n.m.

ZONA DE HUYUPAMPA, QUITASOMBRERO, SALON BLANCO, SAN JUAN

(Km. 69.000 - Km. 72.730)

La antigua Carretera Central en actual servicio, transcurre pegado al Río, por su lecho de inundación, sobre depósitos fluviales de sedimento constiuídas de arcilla, limo, arena, gravas, cantos rodados, rocas medianas y grandes. Esta zona, Huyupampa- San Juan, es integramente de inundación y huaicos provocados por el río Rímac, y las quebradas de Yanajune (Salón Blanco, Km. 71.130), Collana (Km. 72.963), Chucumayo (Km. 76+000), Payhua (Km .



77.430) y Pancha (Km. 81.000). (Foto No. 22)

Este tramo de la Carretera Central en actual servicio es ta completamente destruida, existiendo solamente una tro cha carrozable en mal estado desde Surco hasta San Juan.

El nuevo tramo IV-B, que actualmente se está construyen- do por el flanco medio inferior derecho, remplazará a la antigua Carretera Central, con ella se evitará las conti- nuas interrupciones del tráfico vehicular, perdidas mate- riales y desgracias personales que se producen en tempora da de lluvias torrenciales.

El nuevo tramo IV-B transcurre por depósitos aluvionales de gruesos espesores cuando eleva su rasante hacia los niveles medios del flanco, y por depósitos coluviales de gruesos espesores cuando baja su rasante por los niveles medios inferiores. La zona es altamente erosionable y ahora fácilmente deslizable provocado por la remoción de considerables volúmenes de material coluvio-aluvional al hacer grandes cortes de talud para formar la platafor ma de la nueva vía, estos cortes sobre suelo delesnable han originado : (Foto No. 19)

a) La generación de una frontera externa caracterizado por la presencia de esfuerzos nulos (por efecto de descargas y remoción del material coluvio-aluvional),



y la disminución del soporte lateral del terreno.

- b) Disminución de los esfuerzos normales y aumento de los esfuerzos cortantes a nivel de los materiales u bicados detrás del nuevo talud de corte establecido.
- c) Reactivación de antiguos deslizamientos (por los procesos constructivos y de remoción de material), los mismos que ya habían encontrado su perfil de equilibrio.
- d) El agua de infiltración producto del regadío de chacras en las partes superiores de los taludes de corte (poblados rural y de : Hayas y Collana).

Al infiltrarse a través de las antiguas escarvas, frac turas y/o, hendiduras del terreno, propicia la sobresaturación generando procesos expansivos del volumen del material comprometido, contribuyendo al desequilibrio tensional y, finalmente al colapso del material coluvio-aluvional. (Foto No. 19 y 20)

Con fecha 19 de junio de 1985 se produjo entre los kilómetros 71.240 y 71.440 un deslizamiento de talud de grandes proporciones que enterró la nueva vía en 200 metros de longitud y fue provocado por



los últimos movimientos sísmicos del mes de junio.

En servicio, este tramo presentará siempre problemas de derrumbes y deslizamientos, si es que no se toman medidas de protección.

#### RECOMENDACIONES.

- a) Emplear un sistema de riego de chacras a base de canales de concreto en la partes superiores del talud (zonas pueblo de Hayas y Collana ).
- b) Construir un sistema de drenaje apropiado para la zona.
- c) Bajar la inclinación del tramo de corte mediante el empleo de andenes y usar de muros de contención.

#### Zona : Collana - Matucana

(Km.72.970-Km.75.930)

A partir de San Juan la Carretera antigua transcurre por la margen izquierda del río Rímac, haciendo desarrollos, sobre una terraza coluvio-aluvional cuando se eleva y se aleja del Río Rímac y sobre depósitos fluviales cuando baja y se acerca.



Al comienzo la pista de asfalto se encuentra muy deteriorada por el largo período de servicio más arriba, cerca a Matucana, la pista se encuentra en muy mal estado por efecto de los huaicos e inundaciones.

Las alcantarillas sobre las quebradas de Lúcumo (Km. 75.928), Chucumayo (Km. 76.000) que dan paso a la Carretera Central son alcantarillas subdimensionadas.

En Matucana la Carretera antigua transcurre pegado al río por su margen izquierda con una cota de rasante igual o menor que esta, por la que es afectada por huaicos e inundaciones, igual que el Ferrocarril Central y el poblado de Matucana. (fig. 20) Foto No. 4

El tramo IV-C de la nueva Carretera Central que es la continuación del tramo IV-B, se extiende por la margen derecha, en partes sobre afloramientos de roca volcánica y en otras sobre depósitos aluvionales, cuando eleva su rasante; y sobre conos coluviales cuando baja su rasante aproximándose al río Rímac. En servicio, este tramo funcionaría bien, y como los otros tramos, (IV-A, IV-B), están protegido de las inundaciones y huaicos, ya que su cota de rasante esta más elevada que el lecho del río Rímac. (fig. 20)

En esta zona, necesitan protección contra huaicos e



inundaciones: La Antigua Carretera Central, el Ferrocarril Central y el pueblo de Matucana que tiene una cota más baja que la cota del cauce del Río Rímac.

En Matucana, la Carretera tiene un altura de 2,570 m.s. n.m.

RECOMENDACIONES.

- a) Canalizar el Río Rímac mediante muros de concreto , al mismo tiempo bajar el cauce del río.
- b) Limpiar por lo menos una vez al año el cauce del río Rímac.
- c) Proteger las orillas del Río Rímac contra la erosión mediante sembrío y explotación de carrizos.
- d) Arbolizar la zona, especialmente los taludes de la Carretera Central, mediante el empleo de andenes.
- e) Rehabilitar los tramos destruidos de la Carretera Central que se encuentran en mal estado.
- f) En general, limpiar el cauce de la Carretera Central en toda su longitud, una vez al año.



Tramo : Matucana - San Mateo.

(Km. 75.930 - Km. 95.200)

La carretera Central transcurre por ambas margenes del río Rímac, en partes sobre afloramientos de roca volcánica y en otras sobre depósitos coluviales hasta Tambo de viso. A partir de Tambo de Viso la Carretera transcurre en ascenso hacia San Mateo, efectuando algunos desarrollos ganando altura, sobre depósitos coluviales y calisas.

Hasta el Km. 84.500 afloran calizas de color gris; luego afloran rocas volcánicas de colores grises, verde, verde grisáceo, fracturadas.

Entre los fenómenos de geodinámica externa que afectan la Carretera Central estan : Erosión de riberas, derrumbes en mayor proporción y huaicos que son escasos.

En San Mateo la Carretera Central tiene una altura de 3,280 m.s.n.m.

En este tramo se hallan ubicados los siguientes puentes y obras de arte con sus respectivas características



<u>DESCRIPCION</u>	<u>UBICACION</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>
Puente : Huaripachi	Km. 77+250	Longitud:38.80 m Ancho : 10.00 m.
Túnel : Chacahuaro	Km. 82+400	Longitud:18.80 m
Puente : Chacahuaro	Km. 82+810	Ancho : 9.60 m.
Túnel : Ocatara	Km. 88+620	
Puente : Tamboraque Nº 1	Km. 90+120	Longitud:19.70 m. Ancho : 8.10 m.
Puente : Tamboraque Nº 2	Km. 90+860	Longitud:20.10 m. Ancho : 8.05 m.
Puente : Tamboraque Nº 3	Km. 91+000	Longitud:43.40 m. Ancho : 7.90 m.

Este tramo de la Carretera esta muy deteriorado por su prolongado servicio, y necesita urgente rehabilitación mediante una nueva base y nueva capa de asfalto.

RECOMENDACIONES.

- a) Urgente rehabilitación de la Carretera, mediante renovación total de la capa base y capa de asfalto.
- b) Mantenimiento de la Carretera.
- c) Arbolización de los flancos medios inferiores mediante el empleo de andenes.



Tramo : San Mateo - Casapalca

(Km.95.200 - Km.116.700)

La Carretera Central transcurre en ascenso, en partes sobre afloramientos de roca volcánica, calizas, arenicas, y en otras sobre depósitos coluviales, bordeando el Río Rímac.

Pasando la zona de Chicla, la Carretera transcurre por zonas de deslizamientos y derrumbes antiguos que potencialmente constituyen algún riesgo. Igualmente, se observan sectores donde el río esta erosionando el talud inferior.

En este tramo existen presas de relave que constituyen riesgo de licuefacción ante la ocurrencia de sismos y fuertes lluvias torrenciales.

En Chicla y Casapalca la Carretera tiene las alturas de 3,810 m.s.n.m. y 4,390 m.s.n.m. respectivamente.

En este tramo se hallan ubicados los siguientes puentes y obras de arte con sus respectivas características:



<u>DESCRIPCION</u>	<u>UBICACION</u>	
Túnel : Cratto	Km. 97+000	
Túnel;Infiernillo Nº1	Km. 99+000	
Túnel:Infiernillo Nº 2	Km. 99+300	
Puente:Río Blanco	Km 103+000	
Túnel: Río Blanco	Km. 103+550	
Puente:Chicla Nº 1	Km. 105+500	Longitud = 20.50 m Ancho = 8.00 m.
Puente:Chicla Nº 2	Km. 106+700	Longitud = 18.20 m. Ancho = 9.70 m.
Puente :Bellavista Nº 1	Km. 108+250	Longitud = 14.80 m Ancho = 10.45 m.
Puente:Bellavista Nº 2	Km. 108+410	Longitud = 14.80 m. Ancho = 7.95 m.
Puente:Tablachara	Km.112+355	Longitud = 17.50 m. Ancho = 10.20 m.

La pista se halla deteriorada por el largo tiempo puesta en servicio siendo necesaria su urgente rehabilitación mediante una renovación de la capa base y capa de asfalto.

RECOMENDACIONES.

- a) Rehabilitación de la Carretera, mediante renovación total de la capa base y capa de asfalto.



- b) Mantenimiento de la carretera.
- c) Arbolización de los flancos medios inferiores mediante el empleo de andenes.

Tramo : Casapalca - Ticlio.

(Km.116.700 - Km. 129.000)

La Carretera Central sigue ascendiendo pegado al Río Rímac, en partes sobre afloramientos de roca volcánica, y en otras sobre depósitos coluviales y glaciales, hasta llegar a Ticlio a una altura de 4,843 m.s.n.m.

En este tramo, la Carretera Central esta amenazada por erosión de riberas, derrumbes, deslizamientos menores, huaicos, y eladas.

Gran parte de las alcantarillas se encuentran parcial y medianamente obstruidos con material de sedimento proveniente de las quebradas, siendo necesario una limpieza y mantención periódica. Por otra parte la Carretera se halla muy deteriorada por su prolongado servicio que va prestando, siendo necesaria su rehabilitación.

En este tramo se hallan ubicados los siguientes puentes y obras de arte con sus respectivas características:



DESCRIPCION

UBICACION

Puente : Chinchán

Km. 120+60

Longitud = 14.60 m

Ancho = 10.10 m.

RECOMENDACIONES .

- a) Rehabilitación de la Carretera , mediante renovación total de la capa base y capa de asfalto.
- b) Mantenimiento de la Carretera.
- c) Limpieza de alcantarillas y en algunos casos reemplazarlas por otras con mayores dimensiones.
- d) Arborización de los flancos.

11.A PUENTES.

En este acápite se describen algunas características de estas estructuras con una evaluación de las condiciones actuales de sus diversos elementos tales como estribos y aletas que normalmente están expuestos a la acción erosiva del río, que tiende a socavar su estabilidad.

También incluye algunas recomendaciones para preservar



la integridad y estabilidad de dichas estructuras ante el embate de los fenómenos de geodinámica externa.

La presente evaluación es solo para los puentes y obras de arte que se hallan situadas en la Carretera Central, entre Lima (Vitarte) y Ticlio.

#### PUENTE LOS ANGELES.

Ubicación : Km. 27+500  
Longitud : 80 m.  
Tipo : Concreto arenoso

Puente de tipo aporticado de tres crujeas con vigas a carteladas. La superficie de rodadura es de concreto armado de 10 mts. de ancho 1.20 mts. de veredas, lleva barandas de tubos metálicos, en algunos tramos deterio rados o arrancados. En líneas generales la superestructura se encuentra en buenas condiciones.

#### RECOMENDACIONES.

- a) Reforzar y reparar las obras de protección existen tes en ambos márgenes, puesto que las avenidas de 1983 y 1984 las han debilitado.
- b) Precisa una limpieza del cauce del río para facili-



tar el libre escurrimiento y no erosione la cimen  
tación.

PUENTE SANTA EULALIA.

Ubicación : Km. 37+950 Sobre el Río Santa Eulalia  
Longitud : 20 m.  
Tipo : Concreto armado, simplemente apoyado.  
Estribos : En buen estado  
Aleros : En buen estado

Puente simplemente apoyado con losa de concreto de 8 m.  
de ancho con Sardinel y barandas de concreto armado, se  
encuentra en buenas condiciones.

RECOMENDACIONES

- a) Tanto hacia arriba como aguas abajo se deben refor-  
zar los actuales muros de protección existentes en  
ambas márgenes con el fin de evitar que el río las  
erosione y provoque su caída.

PUENTE RICARDO PALMA.

Ubicación : Km. 38+440 sobre el  
Longitud : 60 m.  
Tipo : Arco



Puente con estructura de concreto armado y longitud de tablero de 60 m., sus tímpanos son aligerados; el ancho de la superficie de rodadura tiene 8 m. con sardinel de 0.60 m., sus barandas de protección son de concreto armado.

Esta superestructura se encuentra en buenas condiciones; sin embargo se observa que el estribo derecho está siendo erosionado y requiere trabajos de reparación y mantenimiento.

En este punto, el cauce del río Rímac esta parcialmente colmatada de rocas grandes y medianas las que provocan turbulencia del río Rímac, que amenazan los estribos del puente.

#### RECOMENDACIONES.

- a) Limpieza del cauce del río Rímac, 100 m. aguas arriba del puente y 50 metros aguas abajo.
  
- b) Este puente por unir los centros poblados de Ricardo Palma y Moyopampa soportó intenso tráfico peatonal por lo que se sugiere la construcción de un puente peatonal.



PUENTE CARACHACRA. (Antiguo, en actual servicio)

Ubicación : Km. 51+500  
Longitud : 10.20 m.  
Ancho : 8.m.  
Tipo : Concreto armado, simplemente apoyado.  
Estribos : En buen estado  
Losa : La superficie de rodadura se halla desgastada por el largo Servicio que viene prestando.

Este puente forma parte de la Carretera Central antigua, y se halla ubicado sobre la quebrada Ascahuaca .

El estribo derecho de este puente colinda con un talud de orilla de la quebrada, empinada y de 5.00 m. de altura aproximada, conformada por una primera capa de tierra de cultivo y una segunda capa de suelo tipo hormigón pobre, fácilmente erosionable ante la presencia de lluvia y escorrentía superficial.

Aguas abajo del puente, el cauce de la Quebrada es profundo de sección y perfil longitudinal irregular, por lo que necesita uniformizarlas para facilitar el libre paso del flujo de agua y de huaicos.



A esta altura de la Quebrada Ascahuaca se halla ubi cado también el puente del Ferrocarril Central que es de estructura metálica. En general estos dos puentes se hallan en buenas condiciones.

#### RECOMENDACIONES.

- a) Construir un enrocado de albañilería que proteja el talud adyacente al estribo derecho.
- b) A partir de este puente, canalizar esta quebrada hasta su desembocadura en el río Rímac dotándolo de una sección y perfil longitudinal más uniforme. Es recomendable una sección trapezoidal.
- c) Proteger los taludes de orilla de la quebrada de la erosión y derrumbes mediante el sembrío y explotación de carrizos.

#### PUENTE AGUA SALADA.

Ubicación : Km. 51+520  
Longitud : 40 m.  
Tipo : Concreto armado

Esta ubicado sobre la quebrada Agua Salada y forma parte de la nueva Carretera Central llamada "tramo I-B" ó



variante Agua Salada. Es de reciente construcción y tiene barandas de tubos metálicos. La superestructura se encuentra en buenas condiciones.

RECOMENDACIONES.

- a) Proteger los taludes adyacentes a los estribos del puente mediante enrocados de albañilería que lo protejan de la erosión y socavamiento.
- b) Encausamiento de la quebrada mediante un enrocamiento de sección trapezoidal, 50 metros aguas arriba y aguas abajo hasta el río Rímac.
- c) Sembrío y explotación de Carrizos para controlar la erosión.

PUENTE : ASCAHUACA.

Ubicación : Km. 51+745  
Longitud : L = 20 m.  
Tipo : Concreto Armado.

Esta ubicado sobre la quebrada del pate y forma parte de la nueva Carretera Central llamada "tramo I-B" ó variante Agua Salada". Es de reciente construcción y tiene barandas de tubos metálicos. La superestructu-



ra se encuentra en buenas condiciones.

RECOMENDACIONES.

- a) Proteger los taludes adyacentes a los estribos del puente mediante enrocados de albañilería que lo protejan de la erosión y socavamiento.
- b) Encausamiento de la quebrada mediante un enrocado de sección trapezoidal, 50 metros aguas arriba y aguas abajo hasta el puente antiguo : "Carachacra"
- c) Sembrío y explotación de carrizos para controlar la erosión.

PASO A DESNIVEL Nº 1

Ubicación : Km. 54+190  
Lontitud : 30 m.  
Altura : 4.80 m.  
Tipo : Estructura de acero

Este paso a desnivel esta conformada por el puente de estructura de acero que da paso al ferrocarril Central y la nueva pista asfaltada de la Carretera Central, llamada tramo II o variante "Río Seco". En líneas generales la superestructura se encuentra en



buenas condiciones.

TUNEL RIO SECO.

Ubicación : Km. 55+010  
Longitud : 98.67 m.  
Ancho : 7.20 m.  
Altura : 4.80 m.  
Tipo : Concreto armado.

La azotea de este tunel tiene un canal de encausamiento de huaico. La altura de los muros de este canal estan subdimensionadas ya que el huaico de gran volumen de material que bajo en la temporada de lluvias de 1984 colmató con violencia este canal produciéndose desbordes hacia los dos costados a la altura del tunel; este material cayó en la carretera por ambos extremos del tunel obstruyendo las dos entradas. Por lo demás la superestructura se encuentra en buenas condiciones.

RECOMENDACIONES.

- a) Elevar más los muros del canal de encausamiento de huaicos.



PASO A DESNIVEL Nº 2.

Ubicación : 55 + 602.76  
Longitud : 30 m.  
Altura : 4.80 m.  
Tipo : Estructura de acero

Este paso a desnivel esta conformada por el puente de estructura de acero que da pso al ferrocarril Central y la nueva pista asfaltada de la Carretera Central llamada "tramo II" ó variante "Río Seco". En líneas generales la superestructura se encuentra en buenas condiciones.

PUENTE "ESPERANZA".

Ubicación : 57+653  
Longitud : 50 m.  
Tipo : Concreto armado

Esta ubicado sobre la quebrada "esperanza" y forma parte de la nueva Carretera Central llamada "tramo II ó variante "Río Seco". Las barandas son de tubo metálico; este puente fue puesto en servicio en 1983. En líneas generales se encuentra en buenas condiciones.



TUNEL EL NEGRO.

Ubicación : Km. 57+845  
Longitud : 40 m  
Altura : 4.80 m.  
Tipo : Concreto armado.

Esta ubicado sobre la quebrada "El Negro" y forma parte de la nueva carretera Central "llamada Tramo II" ó variante "Río Seco". La azotea de este túnel tiene un canal de encausamiento de huaicos. Esta estructura nueva fue puesta en servicio en 1983. En líneas generales esta superestructura se encuentra en buenas condiciones. (Fig. N° 24)

TUNEL EL CARIÑITO.

Ubicación : Km. 58+730  
Longitud : 30m.  
Altura : 4.80 m.  
Tipo : Concreto Armado

Esta ubicado sobre la quebrada "Cariñito" y forma parte de la nueva carretera Central llamada tramo II ó variante "Río Seco". La azotea de este túnel tiene un canal de encauzamiento de huaicos. Esta estructura es nueva, fue puesta en servicio en 1983. En lí-



neas generales esta superestructura se encuentra en buenas condiciones.

PUENTE LA CASCADA.

Ubicación : Km. 59+282  
Longitud : 50m.  
Tipo : Concreto Armado

Esta ubicado sobre la quebrada "La cascada" y forma parte de la nueva Carretera Central llamada "Tramo II" ó variante "Río Seco". Las barandas son de tubo metálico. Este puente fue puestos en servicio en 1982 . En lúneas generales se encuentra en buenas condiciones.

PUENTE VERRUGAS.

Ubicación : Km. 60+427  
Longitud : 20 m.  
Tipo : Concreto Armado

Esta ubicado sobre la quebrada "Verugas" y forma parte de la nueva Carretera Central llamada "Tramo II" ó variante "Río Seco". Las barandas son de tubo metálico. Este puente fue puesto en servicio en 1983. En líneas generales se encuentra en buenas condiciones.



Los puentes ubicados en la antigua Carretera Central, y que quedarán en deshuso cuando los tramos IV-A, IV-B y IV-C entren en funcionamiento son :

- ~~Las~~ cantarillas en Surco sobre las quebradas de Ushupa, Matala, Cuchimachay y Chacamaza.

PUENTE QUITA SOMBRERO .

Ubicación : Km. 69+600  
Longitud : 35 m.  
Tipo : Concreto armado.

- El estribo derecho se encuentra en buen estado,
- El estribo izquierdo se halla protegido por roca monolítica.
- La losa de rotadura se halla desgastada por el intenso uso, y paso de huaicos.
- La luz y altura están sub dimensionadas.

En este puente se produce un estrangulamiento del cauce del río provocando inundación por comatación, relleno y atoro.

RECOMENDACIONES.

- Efectuar limpieza del cauce
- Reforzar las defenzas existentes en el estirbo izquierdo.



PUENTE SAN JUAN.

Ubicación : Km. 71+390  
Longitud : 45 m  
Tipo : Concreto armado

Este puente en la actualidad ya no existe ya que en la temporada de avenidas de 1983 fue destruido por huacos.

PUENTE : CHALLAPE

Ubicación : Km. 72+300  
Longitud : 10 m.  
Tipo : Concreto Armado

Este puente se halla ubicado sobre la quebrada "Challape" y es subdimensionada tanto en luz como en altura. La losa de rodadura se halla muy desgastada por su constante uso.

RECOMENDACIONES.

1. Efectuar limpieza del cauce.
2. Rehabilitar la superficie de rodadura del puente.



PUENTE : CHUCUMAYO.

Ubicación : Km. 75+800  
Longitud : 10 m.  
Tipo : Concreto Armado

Este puente se halla ubicado sobre la quebrada "Chucumayo", y es sub dimensionada tanto en luz como en altura. La losa de rodadura, se halla muy deteriorada por su constante uso.

RECOMENDACIONES.

1. Efectuar limpieza del cauce
2. Rehabilitar la superficie de rodadura del puente.

PUENTE : MATUCANA

Ubicación : Km. 77+280 - Salida de Matucana  
Tipo : Concreto Armado

El estribo izquierdo de este puente se esta erosionando y socavado.

Necesita que su losa de rodadura sea rehabilitada , ya que, por su continuo uso y por efecto de las inundaciones y huaicos, se halla muy deteriorada.



RECOMENDACIONES.

- Defender la margen izquierda con enrocados.
- Efectuar limpieza del cauce.

Todos estos puentes y alcantarillas ubicados en este tramo de la antigua Carretera Central deben seguir prestando servicios una vez que las nuevas variantes entren en servicio, ya que, en temporada de lluvias o sismos fuertes estas variantes serán afectadas por derrumbes y deslizamientos, especialmente, en las zonas de Huyupampa , Quitasambrero, Salón Blanco, San Juan y Collana. Por esta razón es recomendable mantener esta antigua vía de la Carretera Central en buenas condiciones; y en algunos tramos, como en Huyupampa y Salón Blanco es indispensable levantar la cota de rasante de la vía por lo menos tres metros para que quede protegida de inundaciones y huaicos.



## CAPITULO XII

### 12.0. CONCLUSIONES.

1. La Cuenca del Río Rímac, está pobremente cubierto de vegetación, y sus laderas abruptas de fuertes pendientes, están constituídas por rocas meteorizadas e rodables, suelos friccionantes como los tufos volcánicos de fácil eroción, y cubiertas por una delgada capa de residuos coluviales y aluviales y tierra de cultivo.

Se puede catologar sus laderas como expresión topográfica erosiva; su formación todavía no está concluido y por eso, aquí suceden periódicamente, en época de lluvias torrenciales, fenómenos de geodinámica externa, como son : los deslizamientos , derrumbes , huaicos, socavamientos, inundaciones, sedimentación violenta, colmatación de cauces, rodadura de rocas, etc.

2. Los huaicos se originan por deslizamientos de taludes como consecuencia de la licuefacción y sobresaturación de agua; y a la vez, facilitada por la presencia de material acumulado suelto que se halla en el lecho de las quebradas.



3. Los huaicos han existido siempre desde los tiempos inmemoriales, incluso en el incanato; pero es a partir de la edad moderna, con el progreso de la tecnología y el aumento indiscriminado de la población y con ella el de sus necesidades, que los huaicos se originan con mayor frecuencia en la Cuenca del Rímac. Indudablemente, que las fuertes lluvias no es la única causa para que se originan los huaicos. Existen otras causas como por ejemplo aquellas actividades del hombre que rompen el estado de equilibrio geológico de la naturaleza.
4. Ultimamente, la Cuenca hidrológica del Río Rímac está soportando fuertes presiones debido a la actividad del hombre; estas actividades son:

4.1. EL PASTOREO.

Esta actividad es una de las más destructivas, puesto que, además de remover las vertientes y taludes mediante el "camino de cabras", elimina toda la cubierta vegetal de los suelos, pues, las cabras son los animales domésticos más voraces que se comen hasta la raíz de los arbustos, y en poco tiempo destruyen la cubierta vegetal de una zona, cuyas consecuencias son funestas. (Foto No. 16)



Las raíces de los arbustos y árboles es importantes, por que dan consistencia a los taludes, especialmente a las constituidas de suelos friccionantes, y al mismo tiempo que retienen el humus o mantillo o tierra de cultivo, muy necesario en la agricultura.

En la Cuenca del Rímac, esta actividad del pastoreo casi no existe; de todo modos lo poco que existe debe ser prohibida mediante disposiciones oficiales por los motivos ya conocidos.

#### 4 .2. LA TALA INDISCRIMINADA DE ARBOLES.

En la Cuenca del Río Rímac, existe muy poca vegetación, es por esta razón que, la tala indiscriminada de árboles y arbustos en ella debe estar prohibida, ya que, cortar solo uno significa, romper el equilibrio natural del hábitad y como consecuencia inmediato origina gravísimos efectos de erosión y destrucción.

En la Cuenca del Rímac, no se deben cortar árboles, si-  
no más bién sembrar árboles, y los pocos que quedan de  
ben ser celosamente cuidadas y reforzadas con otras, pe  
ro, de acuerdo a un plan pre-establecido.

La laderas de la Cuenca del Rímac especialmente en la zona crítica, deben ser sembradas de árboles frutales,



como por ejemplo, manzana, peras, naranjos, limones ; así como pinos, mediante la técnica de la andenería . De esta forma la zona, en vez de significar pérdidas de dinero y capital por inversiones de emergencia en la Carretera y Ferrocarril Central, signifique de abastecimiento y trabajo, así como también una zona propicia para el desarrollo del turismo y recreación de la población de Lima Metropolitana.

#### 4 .3. CONSTRUCCION DE CARRETERAS.

Los habitantes de Lima, así como de la Sierra Central y Selva, en su afán de trasladarse sus productos a los mercados en el menor tiempo posible y en mejores condiciones de seguridad y comodidad, han motivado a los gobiernos de turno a ejercer gran presión sobre la Carretera Central y Ferrocarril Central; es por esta razón que en los últimos años, estas vías de comunicación han tenido que sufrir variantes en sus rutas, tratando de resolver de esta forma los problemas de geodinámica externa como son los deslizamientos, derrumbes , huaicos, inundaciones, rodadura de rocas, erosiones, etc. que causan estragos en estas vías, paralizando el transporte normal de los productos y de las personas, y además, causando grandes daños materiales a las obras de infraestructura civil y agropecuaria. Fig. No. 25



Al construirse las variantes se han tenido que cortar la laderas, en suelos friccionantes y erosionables como son los tufos volcánicos que abundan especialmente por la ladera derecha. Ahora, si bien se ha resuelto en parte las interrupciones de las vías por inundaciones y huaicos, queda otro problema no menos importante como es el de la erosión y estabilidad de taludes, ya que estas, en algunos tramos de la Carretera Central, son muy empinadas, tomando en cuenta que están sobre suelos friccionantes como los tufos volcánicos, como sucede con la variante Nº IV, que se extiende desde Surco hasta Matucana.

La recomendación es, que estos taludes deben ser protegidas por una cubierta vegetal, mediante plantaciones de árboles.

#### 4.4. EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS.

La explotación de minas y canteras en la Cuenca del Rímac, es otra actividad que contribuye a que la Cuenca sea un campo propicio de desastre naturales por fenómenos de geodinámica externa.

La explosión de cargas de dinamita aflojan y mueven las laderas, generando fisuras en las rocas, formando cúmulos de piedras medianas, así como de rocas gran



des en las laderas, las que ante la presencia de escorrentía superficial ceden por gravedad rodando aguas abajo.

De igual forma, los relaves ó desechos de las minas forman cúmulos de material friccionante y que además de enlodar el agua del Río Rímac, sirven como agente lubricante de los huaicos, permitiéndoles mayor velocidad y su difícil control por el hombre.

A lo largo del Río Rímac, y de la Carretera Central, entre Chosica y San Mateo, existen varias minas de este tipo, cuyos desechos sirven a los huaicos.

5. Anualmente se pierden millones de metros cúbicos de suelo de cultivo, que son arrastrados por los ríos y quebradas hacia el mar, quedando de esta forma las laderas, terrazas y conos de deyección aprovechadas por el hombre en la agricultura, desprovistas de este mantillo, sin el cual la agricultura no puede existir ni prosperar.
6. Todos los años se pierden millones de metros cúbicos de agua que van a dar en el mar, como consecuencia de la ausencia de represas, las que podrían ser a provechadas en la agricultura y forestación en la



Cuenca del Rímac.

7. Las laderas y taludes en la Cuenca del Rímac son muy empinadas, y considerando que la capa superficial del Sial está constituida en partes por rocas meteorizadas y en partes por suelos friccionantes como son los tufos volcánicos, es zona de gran erosión por escorrentía superficial y eólica.
8. La Cuenca del Rímac, está ubicada en zona altamente sísmica, por formar parte del Cinturón Sísmico Cincumpacífico, y es una de las causas para que su relieve está conformada de grandes pliegues, fallas geológicas y tenga sus laderas tremendamente meteorizadas.
9. En la Cuenca del Rímac, existen terrazas formadas posiblemente por antiguos deslizamientos como consecuencia de grandes precipitaciones pluviales de las últimas glaciaciones; como es el caso de la terraza de Surco, Matucana, San Bartolomé, San Mateo, Salón Blanco.

Estas terrazas, por no estar muy bien consolidadas, son altamente erosionables ante la presencia de escorrentía superficial y; altamente permables, motivo



por el cual puede presentarse en el futuro, peligro de asentamientos por sobresaturación de agua, razón por la que es preciso que los poblados de Surco, y Matucana especialmente, deben estar protegidas por un sistema de drenaje eficiente.

10. Los poblados de Surco, y Matucana, por su mala ubicación, son constantemente, en época de lluvias torrenciales, inundadas y destruídas sus obras de infraestructura, por las avenidas de huaicos y crecientes de las quebradas y ríos.
11. Las laderas no tiene protección vegetal, lo poco que existen se ubican en las partes bajas, cerca al cauce y en el mismo cauce del Río Rímac, en forma de Chacras, árboles frutales, y algunos eucalyptos.
12. En la Cuenca del Rímac, hay mayor posibilidad de derrumbe de tierra, y poco de deslizamientos. Estos derrumbes se dan especialmente: en los taludes formados como consecuencia de los cortes hechos para dar paso a las dos variantes de la Carretera Central, especialmente en las zonas de Huariquiña, Huyupampa, Quitasombrero, Salón Blanco, Collana, Payhua; en los terraplenes del Ferrocarril Central, especialmente en las zonas de



de Huyupampa, Quitasombrero, Salón Blanco, y San Juan; en los taludes de orilla del Río Rímac, justamente formados por erosión como efecto de la corriente de agua del Río Rímac a lo largo de toda su ruta, pero con mayor intensidad, en las zonas de Tornameza, Huariquiña, Surco, Huyupampa, Quitasombrero, Salón Blanco, San Juan y Matucana.

13. En la parte media de la Cuenca del Rímac, es decir, entre Ricardo Palma y San Mateo, el abstecimiento de agua para la agricultura es deficiente durante casi todo el año, especialmente en la temporada de estiaje. Es por esta razón que la agricultura es deficiente, y la protección vegetal de las laderas no existe.
14. Las laderas, casi en su totalidad no son aprovechadas ni en la agricultura ni en la práctica de la forestación por los motivos siguientes: falta de agua, falta de una tecnología apropiada, laderas empinadas razón por la que han perdido en parte la capa de tierra de cultivo o mantillo por erosión.
15. Existe un deficiente sistema de distribución y abastecimiento de agua para el riego mediante un



pobre sistema de canalización, circunscrita solamente a las partes bajas, cercanos al cauce del río Rímac.

16. Los terrenos utilizados en la agricultura son las terrazas, conos de deyección de las quebradas y, el mismo cauce del Río Rímac.
17. Las obras civiles realizadas en la Cuenca del Rímac especialmente en el aspecto vial, no obedecen a un Plan Maestro preconcebido; sino que, se ha construido caóticamente, y queriendo resolver solo los problemas locales, especialmente originados por los huaicos. Es así, como el Ministerio de Transporte, Defensa Civil y Cordelima quieren resolver los problemas generados por las lluvias torrenciales cada uno por su lado.
18. En el Río Rímac, se observan tres tipos de huaicos y otros intermedios.
19. En los ríos de mediana escala y quebradas, se observan acumulaciones flojas de material de huaico, las que en temporadas de lluvias torrenciales y avenidas, son arrastradas aguas bajo, originándose así nuevos huaicos.



20. En las desembocadura de las quebradas, en el Río Rímac, existe gran volumen de material suelto de anteriores huaicos, las que en época de avenidas, son arrastradas aguas abajo, dando así origen a nuevos huacos.
21. Estas acumulaciones sueltas en los cauces de las quebradas y el Río Rímac, es la causa de la violenta sedimentación de fondo y de suspensión que se produce en el Río Rímac y que genera relleno y colmatación de cauce, con los efectos ya conocidos.
22. Gran parte del cono alviar y del cauce donde se amplía el Río Rímac están ocupadas por viviendas.
23. Entre Cupiche y Matucana, en ciertas Zonas, y a lo largo de la Carretera Central y Ferrocarril Central existen filtraciones y alfloramientos de agua, que en época de lluvias torrenciales, aumentan de caudal provocando inundación, erosión y derrumbes.
24. Las acumulaciones flojas de material de huaico depositados en el lecho del Río Rímac, cada vez y en cada temporada de lluvias, son arrastradas hacia Lima Metropolitana y el Callao, la que representa un peligro potencial de inundación para estas zonas bajas de la Cuenca.



25. Las defensas hechas hasta ahora, son insuficientes y deficientes, y no obedecen a un Plan Maestro de defensa.
26. Los puentes y alcantarillas sobre el Río Rímac y quebradas se hallan sub-dimensionadas.
27. Las lluvias torrenciales existirán siempre, en la zona alta y media de la Cuenca, con períodos lluviosos, unos más intensos que otros, y en todos los casos, existirán siempre problemas de geodinámica externa en la Carretera Central; razón por la que el problema de la Cuenca del Rímac debe ser tomada y estudiada con madurez y entusiasmo a fin de poder controlar dichos fenómenos.
28. Las quebradas de mayor movimiento geodinámico y generadores del mayor número de huaicos hasta la fecha son las de : Río Seco, Linday, Yanajune, Matala, Chuchimachay, Puruguay, Collana, Payhua y Verugas.
29. Las zonas de inundaciones a lo largo del cauce del Río Rímac son aquellas donde existe débil pendiente tales como : Callao, Huachipa, Vitarte, Ñaña, Morón, zona baja de Chaclacayo, zona baja de Chosica,



Oscoya, Cupiche, Gorgona, Cocachacra, Carachacra, Tornamesa, Huariquiña, Surco, Huyupampa, Puente Quitasombrero, Salón Blanco, San Juan, Matucana, San Mateo.

30. Los huaicos se producen con mayor frecuencia, cuando, además que la temporada de lluvias torrenciales es intensa, esta es precedida por varios años de relativa sequía. Eso es lo que ha sucedido en 1983.

31. La mayoría de huaicos de 1984 sucedieron como consecuencia de las acumulaciones flojas dejadas en el cauce del Río Rímac, especialmente en las desembocaduras de las quebradas de Collana, Paihua y Pancha, por los huaicos de 1983. Estas acumulaciones fueron arrastradas aguas abajo por la fuerte correntada del Río Rímac.

32. Las zonas de acumulación de material suelto o flojo de anteriores huaicos a lo largo del cauce del Río Rímac, son todas aquellas indicadas como zonas de inundaciones por su débil pendiente.



## CAPITULO XIII

### 13.0. RECOMENDACIONES GENERALES.

#### 1. FORESTACION DE LA ZONA BAJA Y MEDIA DE LA CUENCA DEL RIMAC.

A pesar de todo el daño y destrucción hecho por el hombre en la Cuenca, es posible disminuir, prevenir y evitar mayores daños con prácticas de forestación cubriendo tanto las zonas bajas, medias de las laderas, especialmente donde existen suelos blandos y friccionantes, con plantaciones forestales que defiendan y consoliden la cubierta de tierra de cultivo, los taludes, y regulen todo el sistema hidrológico.

Es urgente iniciar en forma masiva la plantación de árboles, con preferencia frutales y eucalyptos, por ser una especie que se adapta perfectamente a nuestro medio y es de rápido crecimiento.

Todo el problema de erosión, torrentes, huaicos, etc. , radica fundamentalmente en el manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Rímac, que es una unidad física, social y especialmente hídrica, por lo que, el problema tiene que ser visto en forma integral, dándole especial importancia a la política de forestación, que además de ser-



vir como medio de control de la erosión permitirá ingresos económicos a las comunidades de la zona, convirtiéndose así en una importante fuente de trabajo.

2. Encausamiento del Río Rímac con muros de concreto solamente en las zonas pobladas donde se producen inundaciones y derrumbes de taludes y terraplenes de la Carretera Central y Ferrocarril Central por erosión de riberas.

No conviene el encausamiento del Río Rímac en largos tramos por el problema de la violenta sedimentación que en pocos minutos rellenaría el cauce produciendo colmatación, e inundación, y sus efectos secundarios. Especialmente en los tramos de poca pendiente, allí donde el cauce se amplía hacia sus costados y donde se produce la mayor sedimentación de material grueso, mediano y fino. En estos puntos, donde no existan centros poblados, es mejor dejarle al río que discurra libremente, pero protegiendo las orrillas con muros de protección para detener la erosión de orillas.



3. Proteger los taludes de suelos friccionantes, como son los tufos volcánicos retrabajados, que abundan en la Cuenca a lo largo del cauce del Río, de la Carretera Central y del Ferrocarril Central, mediante muros de contención. (Foto N<sup>o</sup> 15, 19, 20, 22)
  
4. Zonas de Lima y Callao aledañas al cauce del Río Rímac se hallan en constante peligro de inundación. Por esta razón es conveniente canalizar el río a lo largo de toda la zona urbana, dotándole de un cauce de uniforme para su fácil control.

Por ser Lima y el Callao zonas urbanas de aspecto árido y desértico, un plan de arbolización a lo largo del río, por ambas márgenes, daría a la zona sombra y frescura.

5. El caso del pueblo de Surco es semejante al de Matucana. Puesto que Surco se halla ubicado en una terraza coluvial y aluvional, se puede encauzar las quebradas de que limitan siguiendo la misma técnica y diseño utilizado para Matucana.



6. La técnica a utilizarse, en primer lugar, sería la construcción de andenes en las laderas del Rímac, especialmente en la Cuenca media, donde existe gran erosión. La construcción de andenes debe hacerse paralelamente a la construcción de depósitos de agua en forma gradual, comenzando por las zonas de mayor erosión por el tipo de suelo friccionante que poseen las laderas, cerca a las obras de ingeniería civil tratando de protegerlas.
  
7. La Carretera Central y el Ferrocarril Central deben transcurrir por las laderas, alejadas del cauce del Río Rímac. La ladera izquierda es más recomendable por su conformación rocosa, y no así la ladera derecha que en su mayor parte está conformada de suelos friccionantes, como el tufo volcánico retrajado.
  
8. Los trabajos en la Cuenca del Río Rímac, son a mediano y largo plazo, y eso significa que debe existir un Plan Maestro e Integral, con inversiones de dinero y capital muy grandes. Por esta



razón los trabajos deben ser en forma gradual y prioritariamente, a fin de que cada año, el Gobierno destine una partida para tal fin.

- 9'. Debe existir el Plan Maestro Integral de Control de Cuencas, conformada por miembros de Defensa Civil, Ministerio de Transportes, Ministerio de Agricultura, Corde Lima, y otras instituciones que pueden prestar sus servicios eventualmente .
- 10 . Las medidas de emergencia que se toman todos los años, deben obedecer a un programa permanente y ser parte y reflejo del Plan Integral Maestro. Por ejemplo, un muro de encauzamiento que se construye debe obedecer a los fines del Plan.
11. La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería debe incluir en su Programación Curricular un curso de Control de Cuencas.

#### PLAN INTEGRAL.

El problema a resolver, no es solamente las lluvias torrenciales y sus consecuencias geodinámicas; existen otros fenómenos, como la sequía, que genera deficiencia de abastecimiento de agua al campo y la ciudad



dad. las soluciones deben buscarse teniendo una visión panorámica de la cuenca en estudio.

Por ejemplo, para atender el problema de forestación de las vertientes de una cuenca, se necesita gran volumen de agua, del mismo modo que para la agricultura, considerando que esas vertientes deben servir para tal actividad.

Es necesario pues, un Plan Integral de Estudio y Trabajo, un Plan Piloto de Cuencas, cuyo fin sea la conquista de las cuencas para la agricultura y el turismo, mediante el control de los fenómenos de geodinámica externa y el control del agua de escorrentía superficial.



## BIBLIOGRAFIA

1. Cuenca Torrencial del Río Rímac . Autor: Sociedad Geográfica de Lima.
2. Estudio de la cuenca del Río Rímac.  
Autor : INGEMMET.(Dirección de geotecnia del Instituto geológico minero y metalurgico.
3. Estudio de Seguridad Física contra huaicos, desbordes y deslizamientos, distrito de san Gerónimo de Surco, provincia de Huarochiría, Depto. de Lima.  
Autor: PREDES (Centro de estudios y prevención de desastres).
4. Estudio Geológico y Geotécnico de la Carretera Central. Fenómenos de Geodinámica externa.  
Autor : Dirección de Estudios Especiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
5. Revista de Información Profesional "El Ingeniero Civil".  
Editado por : El Instituto de Publicaciones de Ingeniería Civil (Publicivil)
6. Censo Nacional de 1981  
Autor : Instituto Nacional de estadística
7. Estadística. Autor : Fernand P. Doms
8. Diarios: El comercio, expreso.
9. Otras fuentes de Información:
  - 9a. Instituto Geográfico Nacional
  - 9b. Instituto Geofísico Nacional



9c. SENAMHI

9d. Ministerio de Transportes y Comunicaciones :

Proyecto : Cupiche - Matucana.

10. Seminarios sobre :

.10a. "Control de Huaicos en el Japón"

Expositores : Ingenieros de la Mision Japonesa.  
sa.

Lugar: Defensa Civil

10b. Desastres Naturales:

"Geología-causas-efectos y prevenciones"

Lugar : Colegio de Ingenieros del Perú.

TEMAS :

- Geología y desastres naturales en el Perú

Expositor : Ing. Elmer Evangelista Sánchez.

- Efectos Económicos en los fenómenos de Geodinámica externa producidos en el Período 1982 - 1983.

Expositor : Prof. Luis Briceño Ampuero.

- La Geodinámica como estrategia frente a los desastres naturales.

Expositor : Ing. Vidal Taype Ramos.

- El fenómeno de "El Niño" y los desastres naturales .

Expositor : Dr. Pablo Lagos Enriquez.

- Desastres naturales y la tecnología de pre-



vención en el Japón.

Expositor : Ing. Elmes Evangelista Sánchez

- Huaico

Expositor : Ing. Genaro Numala Aybar

11. Transporte de sedimentos.

Autor : A. Rocha Felices y M. Lescano Rivero

12. Planos geológicos Cupiche-Matucana. Autor : M.T.yC.