

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**Efectos de la Falla Geológica del Huaylapallana  
en la Prevención y Mitigación de Desastres  
en la Cuenca del Río Shullicas - Huancayo**

**T E S I S**

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

**Rubén Roque Emilio Beltrán Solís**  
**PROMOCION 91-II**

**LIMA-PERU**

**1 9 9 3**

# I N D I C E

## RESUMEN

	Pág.
I. INTRODUCCION . . . . .	1
1.1 Objetivos . . . . .	4
1.2 Alcances . . . . .	4
II. ASPECTOS GENERALES Y ANTECEDENTES DE LOS PRINCIPALES DESASTRES	
2.1 Ubicación Geográfica y Descripción del Territorio . . . . .	6
2.1.1 Ubicación de la Cuenca del Río Shullcas . . . . .	7
2.2 Antecedentes de Desastres . . . . .	10
2.2.1 Aluvión producido el año 1969 . . . . .	10
2.2.2 Aluvión producido el 28 de diciembre de 1990. . . . .	11
2.2.3 Origen y efectos en la Cuenca del Río Shullcas . . . . .	12
2.2.4 Efectos en la Ciudad de Huancayo. . . . .	19
III. ANALISIS DE LA SITUACION SOCIOECONOMICA	
3.1 Generalidades . . . . .	25
3.2 Características Demográficas . . . . .	27
3.2.1 Censos . . . . .	28
3.2.2 Proyección de la población . . . . .	29
3.3 Recursos Naturales . . . . .	30
3.4 Estructuras de empleos . . . . .	30
IV. ANALISIS DE LAS CONDICIONES FISICAS-LOCALES	
4.1 Geología . . . . .	33
4.1.1 Estructuras litológicas . . . . .	33
4.1.2 Falla Geológicas de Huayta- pallana . . . . .	40
4.2 Geomorfología . . . . .	41
4.3 Topografía . . . . .	43

4.4	Climatología . . . . .	44
4.4.1	Temperatura . . . . .	45
4.4.2	Precipitación . . . . .	46
4.5	Hidrología e Hidrografía . . . . .	57
4.5.1	Aporte hídrico de los glaciares a la cuenca del Río Shullcas . . . . .	57
4.5.2	Balance hídrico del Río Shullcas . . . . .	57
4.5.2.1	Disponibilidad de agua en la cuenca del Río Shullcas . . . . .	57
4.5.2.2	Demanda de agua en la Cuenca . . . . .	62
4.5.2.3	Análisis de Máximas Avenidas . . . . .	67
4.6	Hidrografía . . . . .	71
4.6.1	Laguna Chuspicocha . . . . .	71
4.6.2	Laguna Lasuntay . . . . .	71
V. SISMOLOGIA DE LA ZONA		
5.1	Origen y Generación de Sismos . . . . .	73
5.2	Zonas Sísmicas en el Perú . . . . .	74
5.3	Rasgos Sísmicos en la cuenca de Río Shullcas . . . . .	76
5.4	Historia General de Sismos en Huancayo . . . . .	77
5.4.1	Parámetros Sísmicos . . . . .	78
5.5	Actividad Sísmica del Huaytapa- llana y de la Cuenca del Mantaro Desde el Año 1969 . . . . .	80
5.6	Probable Evolución Temporal de la Actividad Sísmica . . . . .	82
VI. MICROZONIFICACION		
6.1	Microzonificación de los Asenta- mientos Humanos y Comunidades Campesinas ubicados en las riberas del Río Shullcas . . . . .	86

6.2	Microzonificación debido a la Geodinámica externa . . . . .	89
VII. CONDICION ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
7.1	Clasificación de Viviendas . . . . .	92
7.2	Antigüedad de las Edificaciones . . . . .	94
7.3	Técnicas Constructivas . . . . .	95
7.4	Materiales Predominantes . . . . .	95
7.5	Estado de las Edificaciones . . . . .	97
7.6	Vulnerabilidad de las Edificaciones. . . . .	97
7.7	Evaluación de las Obras existentes de servicios y de Transporte.. . . . .	98
VIII. ESTUDIO DE RIESGOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO		
8.1	Frente a los Sismos . . . . .	.101
8.2	Frente a Aluviones . . . . .	.103
8.3	Frente a Huaycos e Inundaciones . . . . .	.105
IX. PLANES DE PREVENCION DE DESASTRES NATURALES		
9.1	Generalidades . . . . .	.106
9.2	Planes de Prevención Física Existentes. . . . .	.107
9.3	Organismos y Sistemas de Seguridad. . . . .	.108
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		
10.1	Conclusiones. . . . .	.111
10.2	Recomendaciones . . . . .	.113

BIBLIOGRAFIA

FOTOGRAFIA

ANEXOS

# **C A P I T U L O I**

## **INTRODUCCION**

En el Perú, desde que hubo el terremoto del 31 de Mayo de 1970 en Huaraz, donde dejó 67,000 víctimas y cuantiosos daños materiales, significó el inicio de estudios sistemáticos de los desastres naturales en el país.

La Región "Andrés Avelino Cáceres" conformada por los departamentos de Pasco, Huánuco y Junín, esta azotada con cierta periodicidad por deslizamientos y aluviones, como sucedió en Huancayo en los años 1969 y 1990. Generalmente por un alud de roca-hielo, que impactó devastadoramente en la población. Además esta situada en una zona sísmica debido, a una falla geológica activa, situada a 33 km de Huancayo. que puede ocasionar un sismo de mayor magnitud.

El proyecto forma parte de un plan piloto regional para la prevención y mitigación de desastres que lleva adelante un equipo de profesionales y tesisistas del CISMID. Dirigidos por el Ing. Julio Kuroiwa H. en el marco de la década mundial para la prevención y mitigación de desastres naturales y que esta encaminado a desarrollar un método aplicable a todas las regiones.

En el caso particular de la ciudad de Huancayo, espero contribuir a que las autoridades tomen las medidas planteadas aquí para la seguridad de los habitantes y de obras de ingeniería civil que significan un costo económico para el país.

El presente estudio es generalmente para conocer el potencial de peligro a que esta expuesta la ciudad de Huancayo y sus posibles soluciones, se ha aplicado un método simplificado, procediéndose de la siguiente manera:

En el primer capítulo se presenta los objetivos y metodología de la investigación, la cual puede servir de base para investigaciones similares en otras localidades.

En el capítulo de generalidades, se expone la ubicación geográfica, descripción del territorio, antecedentes de desastre, así como también origen y efecto.

En el tercer capítulo se presenta el análisis de la situación socio económica por la que atraviesa la zona, mencionando sus características demográficas, recursos naturales y estructura de empleos.

A continuación se presenta información de las condiciones físicas locales, complementados con los estudios de geología, geomorfología, topografía, climatología e hidrología de la cuenca del río Shullcas.

En el quinto capítulo se menciona las características sísmicas de la zona, incidiendo en su historial sísmico y estudiando las características que pudiera tener un sismo de mayor grado como probable evolución sísmico.

En el capítulo sexto se estudio la microzonificación como una de las herramientas principales para disminuir los riesgos de cada lugar. Recomendando su aplicación a las ciudades urbanas y rurales.

Para desarrollar el capítulos de la condición estructural de las edificaciones se realizó un muestreo de las casas con el fin de recabar el tipo de material, su distribución, las deficiencias en el aspecto constructivo, condición física y vulnerabilidad, además se hizo la evaluación de las obras existentes de servicio y transporte.

En el capítulo octavo se menciona el estudio de riesgos en la ciudad de Huancayo, vinculándolo a un plan de desarrollo urbano y al manejo integral de la cuenca.

Finalmente en los últimos capítulos se dan a conocer planes de evacuación, los organismos comprendidos en la tarea de dar seguridad a las zonas de mayor peligro, y a promover que las instituciones encargadas de la seguridad ciudadana sean los principales organizadores de seminarios, impresión de folletos, para medidas de seguridad a fin de disminuir los riesgos.

## **1.1 Objetivos**

El objetivo de la tesis está centrada en el estudio y análisis de efectos posibles que pudiera causar la falla geológica del Nevado Huaytapallana, ya sea por sismos, aluvión, a los pueblos ubicados en las riberas del río Shullllcas para así obtener argumentos técnicos para la prevención y mitigación de desastres. Para que cuando ocurra causen el menor número de víctimas y los daños en la propiedad sean mínimos.

## **1.2 Alcances**

El proyecto se centra básicamente en el estudio de la cuenca del río Shullllcas, principalmente zonas ribereñas, que deben ser reubicadas de acuerdo a su magnitud del peligro.

Lo primero que se hace es identificar los fenómenos naturales que más han afectado a la ciudad, el siguiente paso es el estudio de las condiciones físicas en que se encuentran los lugares de riesgos. Con lo cual podemos hacer sus respectivos mapas de microzonificación física para su posible reubicación.

Por último, la determinación de conclusiones y recomendaciones tendientes a definir medidas que permitan disminuir los riesgos ante fenómenos naturales.

Debido a los pocos recursos con que se contó para el desarrollo de la presente tesis, y de los obstáculos encontrados, ésta se encuentra desarrollada principalmente a partir de las características representativas más saltantes de la zona.



Por eso que el estudio abarca toda la cuenca en forma general que puede ser tomado como base y punto de partida para posteriores estudios profundos de la zona.

## **C A P I T U L O   I I**

### **ASPECTOS GENERALES Y ANTECEDENTES DE LOS PRINCIPALES DESASTRES**

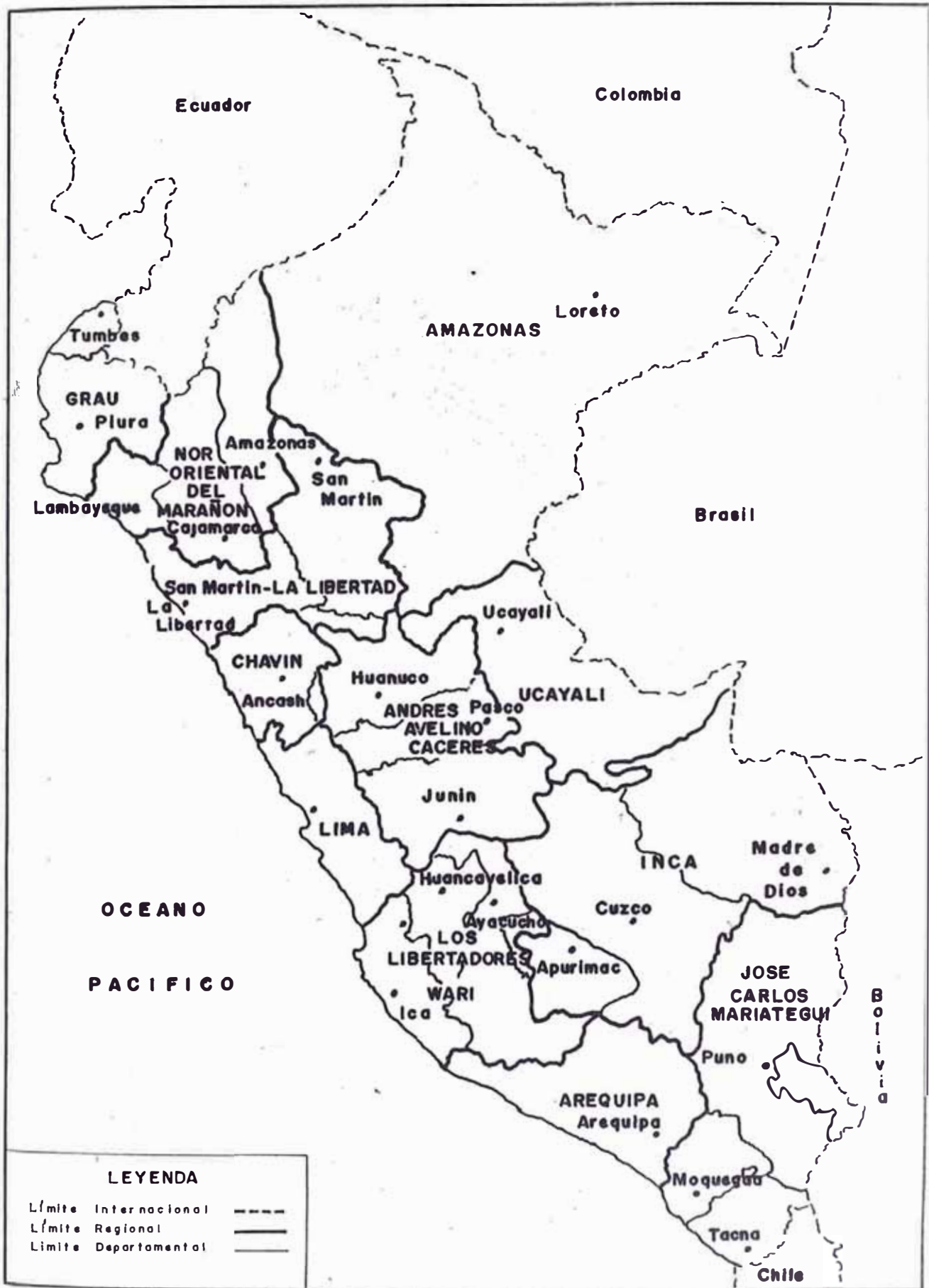
#### **2.1 Ubicación Geográfica y Descripción del territorio**

La ciudad de Huancayo, capital del departamento de Junín y de la provincia del mismo nombre, se encuentra ubicado en la parte central del territorio Peruano, pertenece a la Región "Andrés Avelino Cáceres", juntamente con Huánuco y Pasco (fig 1.1)

Situada entre las coordenadas geográficas 12°03'51" latitud sur y 75°12'30" longitud Oeste de Greenwich limita por el norte con la provincia de Concepción, por el sur con los departamentos de Huancavelica y Ayacucho, por el este con la provincia de Tayacaja y por el Oeste con Lima.(fig 1.2)

Esta distanciada de la capital en 310 km aproximadamente Vía carretera central, tiene una superficie de 4711 km<sup>2</sup> esta denominado como el VALLE DEL MANTARO por estar ubicado en una zona plana envuelta por la cordillera Occidental y Oriental con una altitud de 3249 m.s.n.m.

# MAPA POLITICO DEL PERU



R. BELTRAN

FIG. 1.1

**DEMARCACION TERRITORIAL DE LA REGION  
"ANDRES AVELINO CACERES DORREGARAY"**

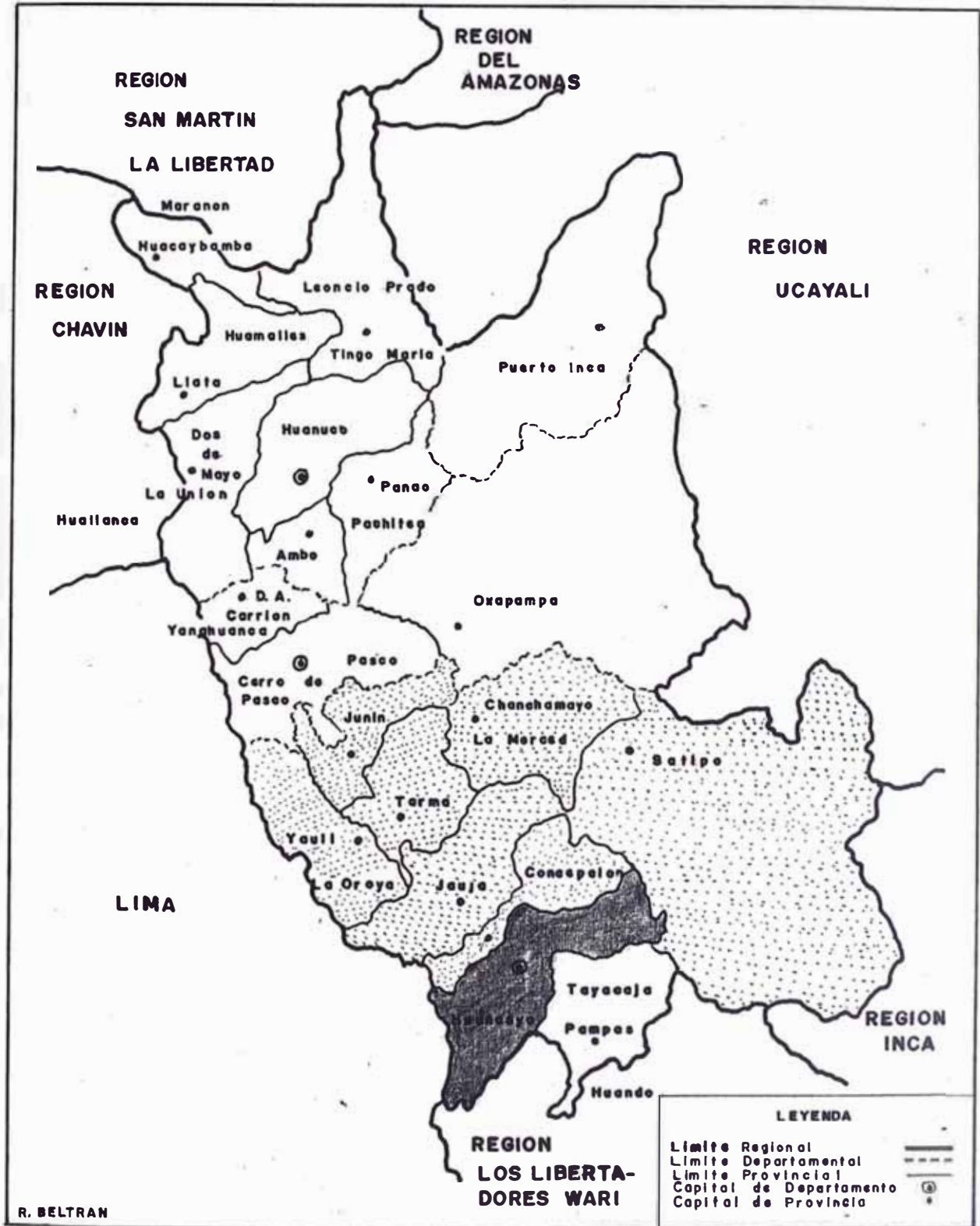


FIG. 1.2

Huancayo se conecta con la capital de la República y el resto del país a través de dos vías nacionales una que es la carretera central, proveniente de Bolivia, Puno, Cuzco, pasando por Abancay, Andahuaylas enlaza Ayacucho con Huancayo, la Oroya y Lima.

La otra vía conecta la ciudades de Lima, cañete, Yauyos, Chupaca y Huancayo.

El viaje por vía aérea lo realiza la Compañía Faucet que cubre la ruta Lima-Jauja, que esta distante a Huancayo en 44 km.

### **2.1.1 Ubicación de la Cuenca del Río Shullcas**

La Cuenca del Río Shullcas se ubica en la provincia de Huancayo, distrito de Huancayo. (fig. 1.3)

Las coordenadas geográficas son:

11°52' a 12°04' Latitud Sur

75°02' a 75°12' Longitud Oeste

La Cuenca del Río Shullcas se encuentra ubicado en la vertiente occidental del nevado Huaytapallana.

La naciente del río Shullcas esta formado en su parte más alta por las lagunas Lasuntay, Chuspicocha, Anapuachanan y Rumicocha principalmente y de otras cubetas en formación, que fluyen hacia la cuenca a través de la quebrada Chuspi y Anlayaco, ambas quebradas se llegan a unir en el paraje Ucushcancha para dar origen al río Shullcas.

Al Suroeste de la Hacienda Acopalca en lo que puede considerarse en la parte media de la cuenca también en el margen izquierdo del río Shullcas confluye la quebrada Pacchapata, por donde proviene las aguas de la laguna Huacracochoa.

Fisiográficamente, presenta características muy peculiares, ya que un buen porcentaje del área está constituido por nevados y por formaciones rocosas muy alpinadas, existiendo muy poca vegetación, variando conforme disminuye su altitud, encontrándose mayor cobertura vegetal y menores pendientes en la parte más baja.

A partir de la Central Hidroeléctrica Chamicería, se desarrollan numerosos asentamientos, poblaciones en ambos márgenes del río Shullcas, siendo los más importantes: La Hacienda y pueblo de Chamicería, Pañaspampa y Vilcacoto, y en la parte más baja atraviesa la ciudad de Huancayo, donde existe una serie de barrios y asentamientos humanos que se emplazan cerca al cauce del río.

En la parte final confluye con el río Mantaro en su margen oriental.

Las características principales del río Shullcas son:

Punto más alto	5,557 m.s.n.m. (Cumbre del nevado del Huaytapallana)
Punto más bajo	3,183 m.s.n.m. (Desembocadura al río Mantaro)

Longitud Máxima:	33.5 km
Ancho Máximo	12.5 km
Ancho Promedio	9.2 km
Area de la Cuenca:	197.8 km
Area Glaciar de la Cuenca	6.59 km
Pendiente Máxima:	45 % (Zona Glaciar)
Pendiente Mínima:	2 % (Tramo de Carretera)
Pendiente Promedio:	4.7% (Entre la laguna Chuspicocha y el puente ferrocarril)

#### **ACCESO A LAS LAGUNAS**

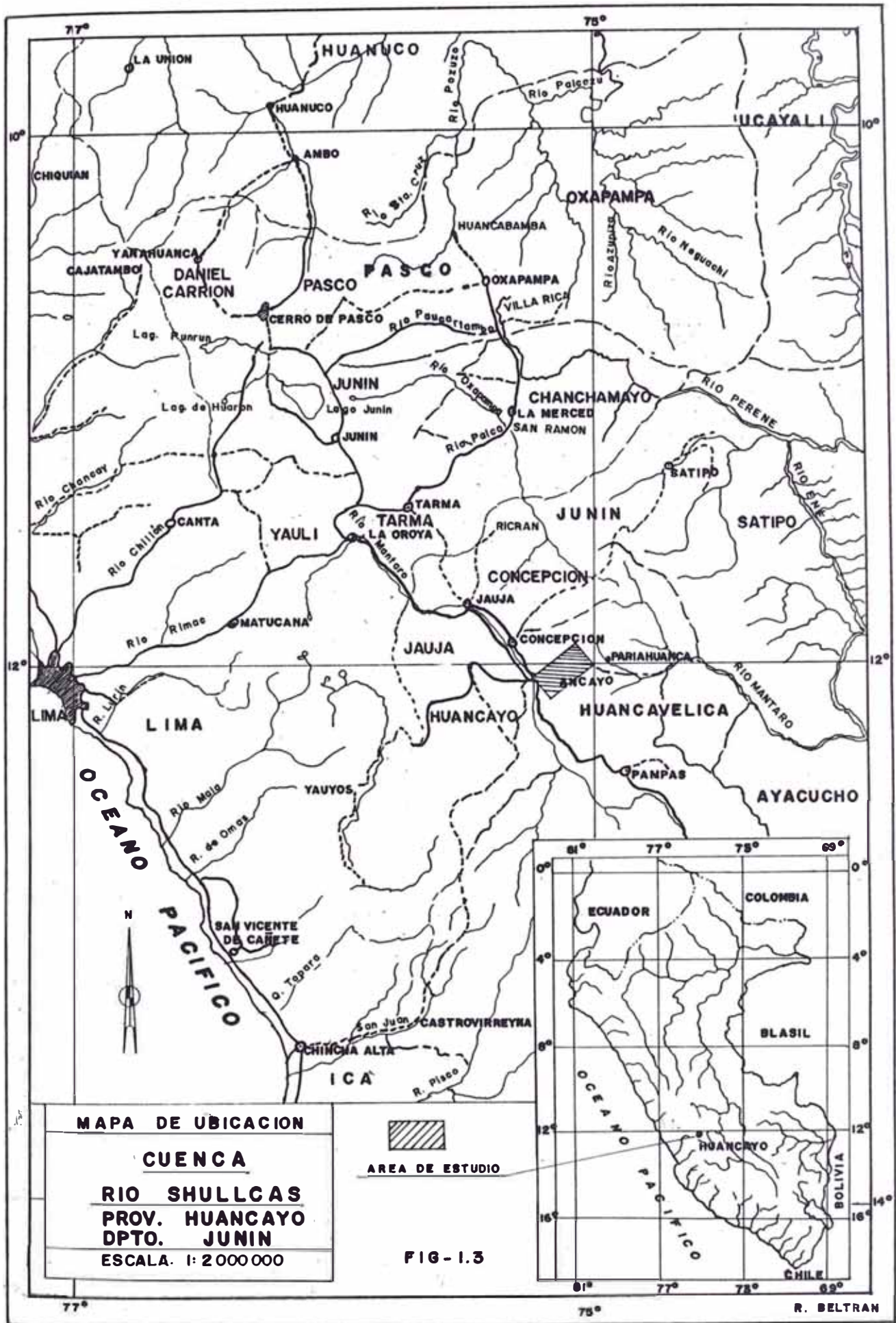
El acceso de las lagunas se efectúan de la siguiente manera: fig(1.4).

De Huancayo en la dirección Noreste se penetra hacia la cuenca del río Shullcas a través de una carretera paralela y cercana al río, pasando por los poblados de Acopalca, Pañaspampa, Chamicería, Vilcacoto y se llega hasta el paraje llamado Tinco (21 km).., a partir del cual existen dos vías de penetración hacia los nevados.

- Una es siguiendo el recorrido hacia Pariahuanca, llegando hacia un lugar llamado Virgen de las Nieves, el cual nos comunica hacia la laguna Lasuntay (32 km)

La otra vía de acceso es a través de la carretera que va hacia la Mina Reyna, pasando por el cañón Ayanachay, llegando al paraje llamado Chuspipampa (30 km), de donde se sigue un camino de herradura hasta llegar a la laguna Chuspicocha (33 km).







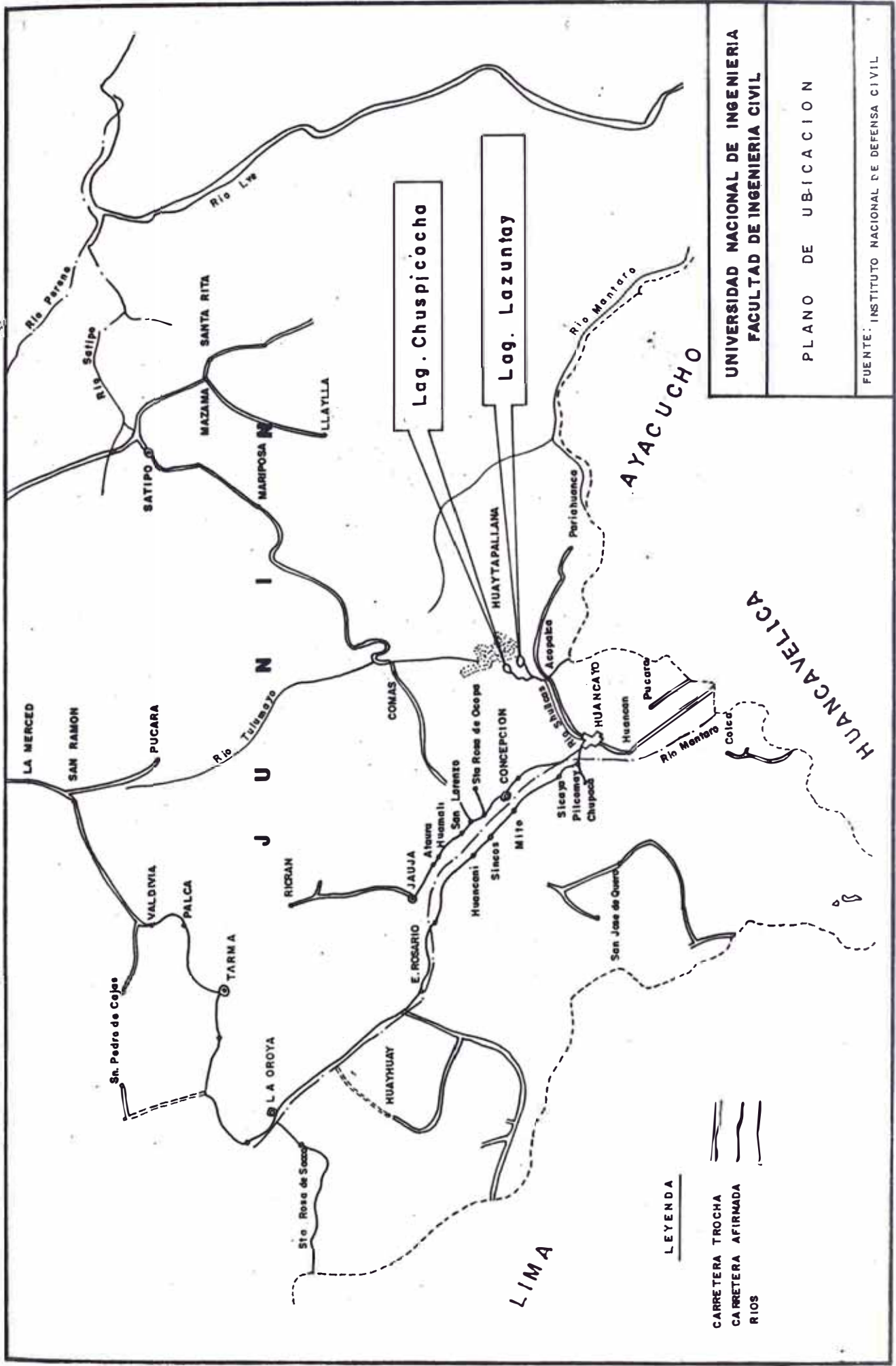


Fig.-- 1.4

De esta manera se accede a las lagunas que constituyen la cabecera de la Cuenca del Río Shullcas que está formado por el flanco occidental del majestuoso nevado Huaytapallana, de donde empieza la parte inicial de nuestro estudio.

Es preciso indicar que en la actualidad las principales vías de acceso antes mencionados se encuentra en rehabilitación por la destrucción que han sufrido por el aluvión que recorrió el río Shullcas.

## **2.2 Antecedentes de desastres**

### **2.2.1 Aluvión producido el año 1969**

Definitivamente, en el año 1969 la laguna de Lasuntay, cuando su nivel de las aguas se encontraba en o cerca de su máxima capacidad de embalse, y con una válvula de regulación cerrada originó un desequilibrio en el muro de contención, socavando la base del lado derecho, destruyendo y arrasando 19 m. aproximado de muro, por donde desfogó el agua que en volumen es aproximadamente 500,000 m<sup>3</sup>, de esta manera se produce el primer aluvión en la cuenca del río Shullcas; cuyos daños causados por el desborde han quedado sepultados con el transcurrir del tiempo, éste fue el primer aviso de rompimiento al equilibrio natural (naturaleza - hombre)

### 2.2.2 Aluvión producido el 28 de diciembre de 1990

Para muchas personas el día 28-12-90, que viven en las márgenes del río Shullcas, fue fatal, cuya secuela de destrucción y pérdidas de vidas humanas es irreversible, desde sus nacientes, en el sector del nevado de Huaytapallana, hasta la zona céntrica de la ciudad de Huancayo, fueron sorprendidas por una de las más grandes y dantescas tragedias ocurridas en la provincia en los últimos años, llegando a estremecer a la ciudad a las 15:30 horas.

El desastre fue ocasionado por el aluvión proveniente de la laguna Chuspicocha, producto de un alud de rocas, hielo y nieve que se desprendió del flanco oeste del nevado del Huaytapallana, éste motivó el desbordamiento de la laguna de Chuspicocha que ocasionó el sorpresivo y acelerado aumento de caudal del río Shullcas que llegó hasta los 290 m<sup>3</sup>/seg, según versiones de sistemas de aforos en Vilcacoto.

El río Shullcas se convirtió en torrentes de aguas que furiosamente se salieron de su cauce destruyendo todo lo que encontraba a su paso en medio de la angustia y desesperación de miles de personas.

Las embravecidas aguas del Shullcas provocó pánico y desesperación, porque todo lo que encontraba a su paso, lo arrasaba, y como terrible saldo hubo desaparecidos, viviendas destruidas, carreteras destruidas y miles de damnificados, quienes en medio de dramáticas escenas trataban de remover los escombros de sus destruidas viviendas (Ver foto 2.1).

La ayuda durante la emergencia estuvo orientado a socorrer a los dannificados principalmente por INDECI, la Cruz Roja, Defensa Civil, ayuda Internacional. Brindándoles alimentos, carpas, frazadas, etc.; la atención se centró en el área urbana, mientras que en las zonas rurales que quedaron aisladas por la destrucción de las vías de acceso, por lo que la ayuda llegó tarde y en algunos casos nunca llegó.

### **2.2.3 Origen y efectos**

#### **ORIGEN:**

El aluvi3n ocurrido el 28 de diciembre a lo largo del trayecto del río Shullcas, tuvo su origen aproximadamente a una altitud de 4,650 m.s.n.m. en la Laguna de Chuspicocha, proveniente de la cara oeste del nevado de Huaytapallana norte (5,450 m.s.n.m.), como consecuencia de una avalancha de roca-hielo, que al desprenderse incidió directamente sobre la parte posterior izquierda del vaso de la laguna Chuspicocha, que produjo el movimiento y fuertes oleajes de agua que llegó a desbordar el dique morrénico.

Según informaciones de algunos ganaderos que estuvieron en Chuspipampa, observaron que la avalancha se produjo aproximadamente a las 13:00 horas, se estimó que el volumen inicial desprendido de roca-hielo, fue del orden de los 1,800,000 m<sup>3</sup> y aún cuando se ha producido una descarga significativa, las masas glaciares que fueron parte de la cubeta de la laguna Chuspicocha, presentan todavía frentes colgantes y agrietados.

**EFECTOS:**

La acción destructora del flujo aluviónico se presentó a lo largo del cauce principal del río Shullcas, erosionando los terrenos de cultivo ribereños, kilómetros de carretera, caminos, puentes; arrasando bosques de eucaliptos, destruyendo infraestructuras hidráulicas: bocatomas, canales, una central hidroeléctrica, etc.

En los centros poblados el impacto y los daños son mayores, sobre todo en la que corresponde a la vivienda y daños humanos. (Foto 2.1)

El impacto del desastre también incidió en el aspecto económico y social de las poblaciones que directa o indirectamente están vinculadas con la cuenca del río Shullcas. (Foto 2.2)

**Efectos sobre la laguna Chuspicocha**

Con la finalidad de establecer el estado final-actual, post avalancha de la laguna chuspicocha, es preciso indicar que la trayectoria de la corriente inicial principal que generó el desprendimiento de roca-hielo y nieve, incidió en forma directa hacia la morrena lateral derecha, que debido a su estabilidad contuvo el impacto de la avalancha obligando a un cambio de dirección hacia el dique morrénico frontal el cual fue rebasado y erosionado, sobre todo en el talud externo que experimentó la pérdida aproximada de 300,000 m<sup>3</sup> de material morrénico incrementando el volumen del flujo aluviónico.

Se efectuaron mediciones y observaciones de campo determinándose.

1. El nivel original del espejo de agua de la laguna había descendido 7 m. en vertical como consecuencia del desborde llegándose a evacuar 1'550,000 m<sup>3</sup> de agua.

2. Parte del material producto de la avalancha ha quedado depositado formando un talud al pie del farallón de roca gnéssica, en el sector posterior izquierdo de la laguna, modificando el perímetro original. De tal manera que el estado actual de la laguna Chuspicocha nos muestra una morfología muy variada.

3. Tanto en la parte posterior de la laguna así como en el dique morrénico erosionado se observó grandes bloques de hielo y roca, algunas de las cuales alcanzaba dimensiones hasta de 10 por 15 m, las cuales fueron arrastradas por la avalancha.

4. La laguna actualmente sigue desaguando mediante un canal natural abierto a través del dique morrénico desbordado que se inicia en el extremo suroeste del espejo de agua, haciendo notar que a una distancia de solo 80 m. se ubica el ápice del área erosionada en la cara exterior, en donde se tiene una caída fuerte de agua y está ocurriendo una erosión de carácter regresivo causado por el rebose.

### **Efectos a través del río Shullcas**

Se ha trazado el perfil longitudinal de la trayectoria del aluvión (ver plano N<sup>o</sup> 14 y Fig. 1.5), notándose que a partir de la laguna Chuspicocha, hasta las confluencias de las quebradas Chuspi y Anlayaco la pendiente es suave (2%), en esta zona el grado de erosión fue bajo inclusive en algunas áreas quedó depositado material aluviónico.

Desde el punto de confluencia antes mencionado hasta el paraje Tinco, la gradiente aumenta entre 7% - 10%. y es a partir de Tinco en que el río Shullcas en gran parte de su recorrido se muestra como un valle encañonado, estrecho y encajonado con flancos encargados, en el cual el río profundiza su cauce y ejerce una erosión lateral en los depósitos cuaternarios, lo que incidió en la desestabilización de los taludes y la ha favorecido la velocidad de flujo aluviónico e incremento del volumen de arrastre del material.

Esto ha sido comprobado al haberse producido la destrucción de la carretera Tinco-Acopalca-Vilcacoto, así como numerosos derrumbes y los deslizamientos observados entre los kms 12 al 15 de 20 al 21 (punto referencial de partida de la carretera: Huancayo 0.00 km).

A continuación se describe en forma resumida la evaluación de los principales daños ocasionados entre Tinco. Acopalca y el poblado de Vilcacoto ocasionados por el flujo aluviónico.

**Tinco:** (4,100 m.s.n.m. km. 21 carretera  
Huancayo-Pariahuanca)

En este sector no se encontró la plataforma de la carretera Tinco-Mina Reyna debido a que fue destruido, en este sector estaba ubicado el puente Tinco del cual sólo se encontró el estribo de la margen derecha.

**Hacienda Acopalca:** (3,950 m.s.n.m. km 18  
carretera  
Huancayo-Pariuahuanca).

Este pueblo está ubicado en la margen izquierda del río Shullcas no fue afectado mayormente, debido principalmente a la existencia de un macizo rocoso ubicado aguas arriba de Acopalca el cual varió el curso del flujo aluviónico protegiendo al pueblo.

Sin embargo cuando el flujo aluviónico volvió a su normal se produjo una erosión fuerte a la margen izquierda, de tal manera que actualmente existe un barranco cuyo borde superior ha quedado muy cerca a las viviendas del lado Este de Acopalca.

**Central Hidroeléctrica Chamicería Nº 3:** (3,600 m.s.n.m.).

La casa de fuerza de la Central Hidroeléctrica se emplaza prácticamente en el mismo cauce y en la margen derecha del río Shullcas la cual carecía de todo tipo de obras de protección ante avenidas extraordinarias.



Se pudo observar que la obra de infraestructura resistió eficazmente sin haberla desestabilizado, pero fue totalmente inundada afectando las obras electro-mecánicas.

Cabe mencionar que frente a esta central se produjo un gran deslizamiento.

#### **Pueblo de Chamicería (3,550 m.s.n.m.)**

En este sector las viviendas no fueron afectadas en gran magnitud por encontrarse a una altura considerable respecto al cauce del río, solo en algunos puntos se produjo socavamiento en las bases de las viviendas.

Aguas arriba está ubicada la bocatoma del canal que transporta las aguas del río Shullcas hacia la planta de tratamiento de SEDA-JUNIN, la cual quedó totalmente destruida, colmatada de bloque de rocas y sedimentos que transportaban el aluvión.

#### **Pueblo de Vilcacoto y Pañaspampa (3,450 m.s.n.m.)**

Se encuentra emplazada en la margen izquierda del río Shullcas, en el inicio del cono deyectivo del río y sobre terrazas aluvionales formadas por el mismo.

Fue en este punto donde el aluvión generó un gran poder destructivo llegando arrasar las viviendas, la mayoría de las cuales eran construcciones de adobe que se emplazaban en o cerca del cauce del río. (Foto 2.2, 2.3)

El puente Vilcacoto que une este puente solo con la comunidad de Cochas quedó destruido aislando a las comunidades de la margen derecha. (Ver anexo Foto 06)

### **Carretera Vilcacoto-Acopalca-Tinco**

El aluvión que dejó una secuela de drama, dolor y llanto también sumió en la angustia a una veintena de pueblos que se encuentran en la zona de Pariahuanca y Acopalca los cuales quedaron aislados e incommunicados

Los torrentes del río Shullcas destruyeron aproximadamente 15 kilómetros de plataforma de la carretera de penetración de la vía Huancayo-Acopalca. (Ver foto 2.7 y 2.8)

Desde al anexo de Vilcacoto, Pañaspampa hasta el paraje Tinco, la carretera fue borrada en varios tramos, generando deslizamientos de gran magnitud debido al socavamiento del pie de su talud.

Se debe considerar que aguas arriba del paraje Tinco se encuentra el cañón Ayamachay, por donde atravesaba la carretera de penetración hacia el paraje Chuspipampa y hacia la mina Reyna la cual fue destruida ya que en este sector el aluvión generó una gran energía destructiva.

#### 2.2.4 Efectos en la Ciudad de Huancayo

Es evidente que en la ciudad de Huancayo se está produciendo un denso desarrollo habitacional dentro de la influencia del río Shullcas exponiéndose a desastres naturales, si no se toman los criterios técnicos para su emplazamiento. Esta fue la razón para que miles de familias que moraban en las márgenes del río Shullcas fueran sorprendidos por el elevado volumen de agua y lodo que rebasó el lecho del río.

Ante la angustia y la desesperación de los habitantes del barrio Salcedo. Asentamiento Humano Santa Rosa, Manchego Muñoz y otros puntos donde las viviendas construidas rústicamente fueron barridas por las riosas aguas que arrasaban todo a su paso.

Los factores negativos que jugaron un papel importante en los daños materiales ocurridos en esta parte de la ciudad fueron el puente ferrocarril y puente Centenario los cuales se constituyeron en verdaderos "cuellos de botella" a la llegada del aluvión. Ya que conforme pasaban los minutos, el terror cundía en toda la Ciudad al haberse taponeado los dos puentes, donde comenzaron a represarse las aguas. A esto contribuyó la cantidad de desechos, tronco y árboles que arrastraban las torrentosas aguas impidiendo de esta manera el libre paso del río. (Foto 2.4, 2.5)



## ZONA URBANA DE HUANCAYO

FOTO N.º. 1.0 NOTESE LA PRESENCIA DE MICROCUENCAS EN LOS CERROS

PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO SHULLCAS  
HUANCAYO

COMPORTAMIENTO GEODINAMICO DEL ALUD - ALUVION  
DEL 28 DIC. DE 1990

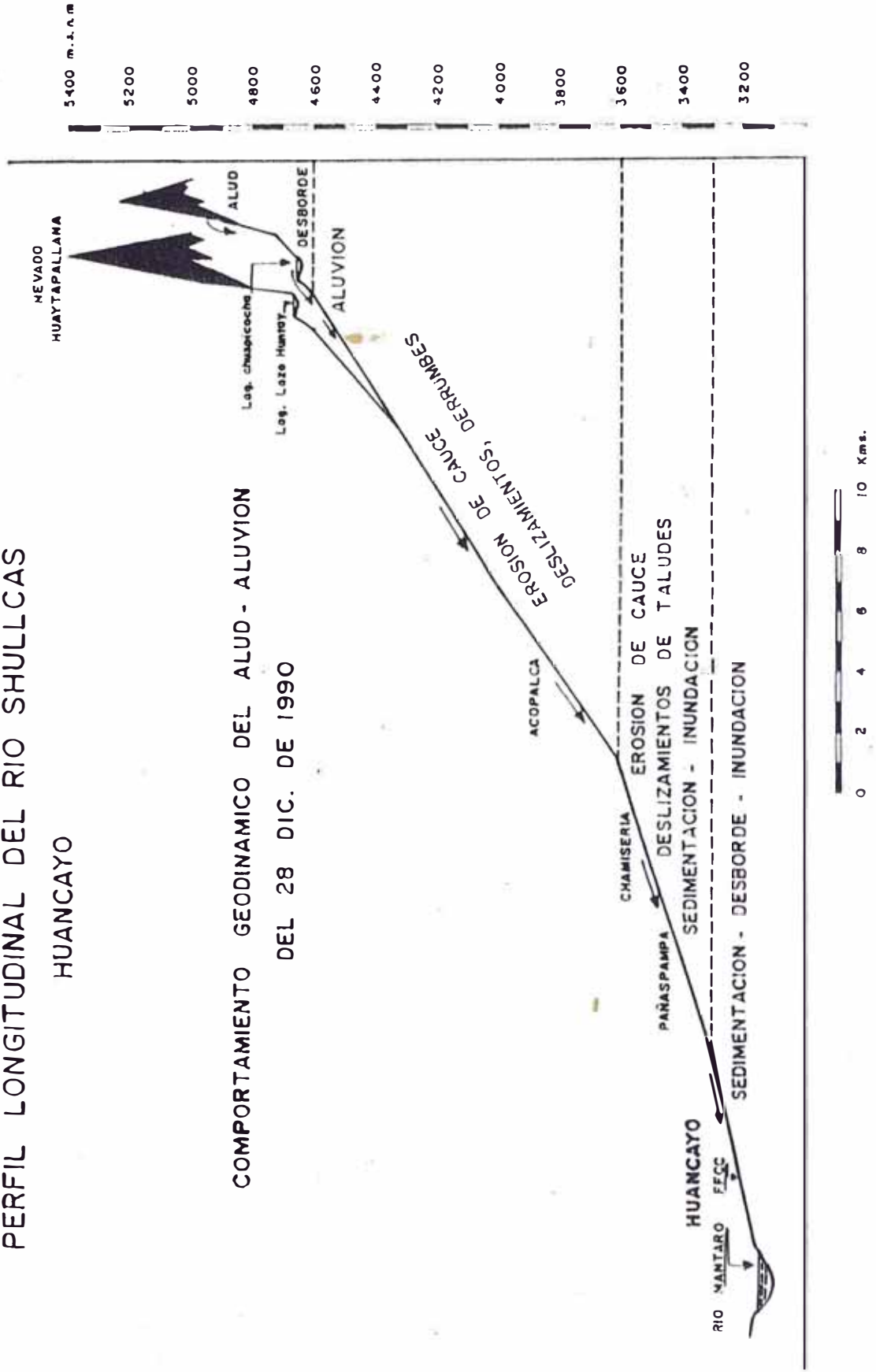


fig. 1.5

## CUADRO Nº 01

### RESUMEN DE DAÑOS CAUSADOS POR EL ALUVION DEL SHULLCAS 28 DE DICIEMBRE DE 1990

LOCALIDAD	D A Ñ O S					INFRAESTRUCTURA
	HUMANOS		VIVIENDA(%)			
	Muertos	Heridos	100	50	25	
ACOPALCA- CHAMICERIA		4	-	-		- Colegio inundado parcialmente destruido - 800 m. carretera erosionada - 3 puentes vehiculares destruidos - 1 toma de hidroeléctrica arrasada - 1 central hidroeléctrica destruida - 1 toma y 30 m canal de agua potable destruido. (Fotos ....)
PAÑASPAMPA CULLPA- PALIAN	1	20	27	23	24	- 2 Puentes vehiculares rústicos destruidos - 150 m. de carretera arrasados - 2 tomas de agua y parte del canal - 1 há. terreno cultivo arrasado - 1/2 ha. bosque eucaliptos destruidos (Fotos .....)
COOPERATIVA CENTENARIO	-	-	1	3		- Tuberías de desagüe parcial dañados - muro de contención soterrados
BARRIO SALCEDO	7	1	18	81	24	- Redes de agua y desagüe parcialmente dañados - Colegio de menores inundado
BARRIO BAJO MANCHEGO MUÑOZ			19	17	3	- Instalación de agua y desagüe dañadas parcialmente. (Foto .....) - Colegio de menores inundado
AA.HH. SANTA ROSA			21	9	12	- Instalación de agua y desagüe parcialmente dañadas.



**FOTO Nº 2.1**

La destrucción fue parcial en el barrio Salcedo, zona céntrica de la ciudad de Huancayo. En este sector se produjo un gran desborde del agua. En la foto se aprecia la altura que alcanzó el aluvión, actualmente las casas se encuentran en reconstrucción, pero presentan un peligro para sus moradores por estar dañada (Ene-93)





FOTO Nº 2.2: Destrucción causada por el aluvión en los poblados de Pañaspampa-Vilcacoto y Anexos de la Ciudad de Huancayo, donde se aprecian que las viviendas se emplazan en el área de inundación del río Shullcas.



FOTO Nº 2.3: Erosión causado por el flujo aluviónico en el poblado de Pañaspampa, el río Shullcas se había salido de su cauce hacia la margen izquierda, las viviendas fueron totalmente destruidas.





FOTO N<sup>o</sup> 2.4: Puente Centenario, fue uno que impidió el paso del Aluvión en forma parcial, se estima que el caudal llegó a cubrir la altura del puente ( $H = 4m$ )

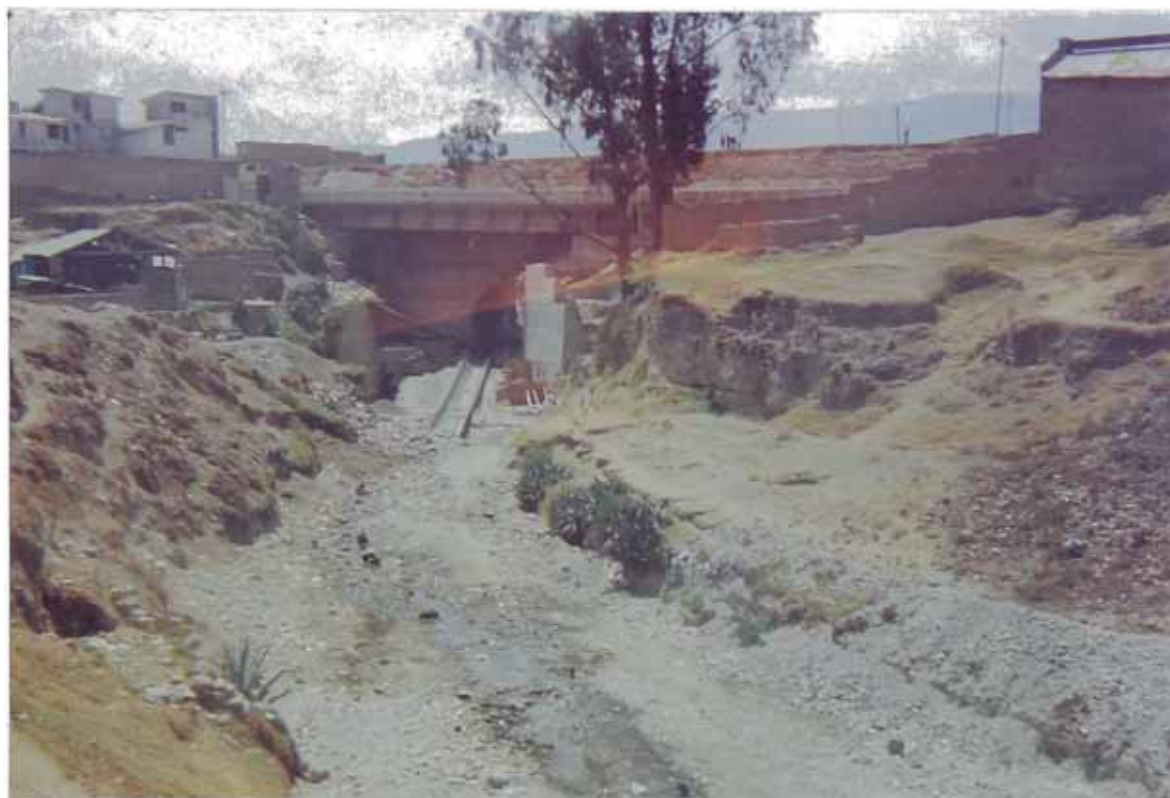


FOTO N<sup>o</sup> 2.5: Puente Ferrocarril, fue construido en el año 1985, su altura y luz no presentan la dimensión suficiente como para soportar un nuevo aluvión, se constituyó como un verdadero "cuello de botella"

## C A P I T U L O     I I I

### ANALISIS DE LA SITUACION SOCIOECONOMICA

#### 3.1 Generalidades

La situación socioeconómico por la que atraviesa la ciudad de Huancayo es actualmente alarmante porque presenta un dinámico incremento poblacional lo cual se expresa en el fenómeno de migración de la población, de las áreas rurales hacia los centros urbanos.

fenómeno es producto del desequilibrio entre el campo y la ciudad debido a que el habitante del campo no cuenta con Ingresos, oportunidades de empleo y Sequía que agrava la situación. Esta se acentúa a partir de la situación política social (subversión y represión) que vive la provincia.

El encarecimiento de los terrenos ha impulsado la formación de barriadas y pueblos jóvenes por familias de escasos recursos económicos mediante la invasión de terrenos de propiedad estatal o privada.

Se estima que el año 85 hubo 12 invasiones en la zona urbana de Huancayo de los cuales el Asentamiento Humano Santa Rosa esta ubicado en las riveras del río Shullcas.

## CUADRO Nº 02

### HUANCAYO: Asentamiento Humano por Superficie, Población Total, y Servicios Principales. 1990

Asentamientos Humanos	Área m <sup>2</sup>	Población Total	Nro. Lotes	Servicios Básicos		
				Agua	Luz	Desagüe
Saúl Muñoz Menacho	8783	240	48	Pileta	Público	No
Santa Rosa de Lima	15565	590	118	Pileta	Público	No
José Olaya	11338	375	75	Pileta	Público	No
Ramiro Priale Priale	36102	830	166	150	160	148
Juan Parra del Riego	192500	3400	630	Pileta	Público	No
La Primavera	25980	430	86	Pileta	Público	86
La Cantuta	20547	745	149	60	100	No
La Victoria	396275	5165	1033	Pileta	Público	No
Nstra. Sra. Cocharcas	1260	95	17	15	Si	15
San Luis	16324	340	68	Pileta	Si	No

**FUENTE:** Municipalidad Provincial de Huancayo.

### 3.2 Características Demográficas

La población de la Región Andrés Avelino Cáceres al 20 de junio de 1990 asciende a 2,063,436 Habitantes que representa el 9.3% de la población total del país.

Localizándose el 49.3% de la población en áreas urbanas y el 50.7% en áreas rurales. El ritmo de crecimiento medio alcanza la tasa del 2.0%

En la región anualmente nacen 33 niños por cada mil habitantes, para 1990 se produjeron 74,100 nacimientos la fecundidad en la región es alta, alcanza un promedio de 4.5 hijos por mujer.

La mortalidad en la región fue de 8.9 defunciones por mil habitantes predicándose 19,000. Por cada mil niños nacidos vivos en la región cerca de 88 morían antes de cumplir un año de edad las cifras por departamento son Huánuco(90.9), Junín(60.6), Pasco(83.6) niños.

En la región el tiempo promedio de vida de las personas es de 61 años; Según el censo de 1981 se registro 343,514 Inmigrantes y 401,537 Emigrantes, teniendo como saldo una tasa de migración negativa de 15.2%

La población de Huancayo en el período 1972-1981 creció a una tasa de 1.3% lo cual corrobora el crecimiento Histórico de esta ciudad, pero es inferior a la tasa regional (2%), habiéndose incrementado la población urbana por la migración rural cuya actividad

es la agrícola-agropecuaria por necesidades económicas, habiéndose acentuado esta situación en los últimos 10 años, debido a los problemas políticos sociales que ha provocado el estado de violencia en que se vive.

Los datos mencionados en los cuadros guardan relación con el crecimiento geométrico que experimenta ésta ciudad y su proyecciones de población están hecha en base a fórmulas matemáticas.

### 3.2.1 Censos

Los censos en el Perú fueron establecidos desde el año 40 y se realiza cada 10 años en promedio.

La elaboración de los censos es para poder conocer la cantidad de habitantes que hay en País, de allí se establecen sus necesidades.

A continuación presentamos cuadros de población.

## CUADRO Nº 03

### POBLACION NOMINALMENTE CENSADA POR PROVINCIA

LUGAR	AÑOS			TASAS DE CRECIMIENTO (%)					
	1961	1972	1981	64-72			72-81		
				TOTAL	URB.	RURAL	TOTAL	URB.	RURAL
País	9'906,746	13'538,208	17'005,210	2.9	5.1	0.5	2.5	3.5	1.0
Concepción	47,490	54,434	59,060	1.3	8.8	0.2	0.9	0.2	1.4
Huancayo	196,962	269,908	321,549	2.9	5.8	1.3	1.3	2.3	1.4
Jauja	81,136	98,862	102,439	1.8	2.5	0.7	0.4	0.1	1.0

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática

**CUADRO Nº 04****POBLACION NOMINALMENTE CENSADA POR AREA URBANA Y RURAL**

LUGAR	02 JULIO DE 1961		AGOSTO DE 1972		12 DE JULIO DE 1981	
	URB.	RURAL	URB.	RURAL	URB.	RURAL
Pais	4'698,178	5'208,568	8'058,475	5'479,713	11'028,736	5'976,474
Concepción	17,602	29,828	23,985	30,444	24,970	34,672
Huancayo	100,897	96,065	186,976	82,932	230,711	90,838
Jauja	50,216	30,880	65,552	33,310	66,013	36,426

**FUENTE:** Instituto Nacional de Estadística e Informática.

**3.2.2 Proyección de la población****CUADRO Nº 05****POBLACION PROYECTADA POR PROVINCIA****AÑOS 1990, 1995, 2000, 2010**

(Al 30 de Junio de cada año)

PROVINCIA	POBLACION			
	1990	1995	2000	2010
Pais	20'684,263	23'061,872	25'712,779	28'668,403
Concepción	66,171	86,376	95,606	106,979
Huancayo	397,821	470,267	520,523	582,441
Jauja	112,295	149,817	165,827	185,554

**FUENTE:** Instituto Nacional de Estadística e Informática



### **3.3 Recursos Naturales**

La cuenca del Shullcas tiene varios recursos naturales desde los inicios de ríos cuenta con la crianza de animales como la Vicuña, Carneros, Caballos, etc. Hay criaderos de truchas, y sería fácil la explotación de estos porque el curso del agua favorece la construcción de piscigranjas, entre otros recursos naturales la población se dedica a la agricultura, en la parte intermedia de la cuenca del río Shullcas. En los lugares de Pañaspampa, Vilcacoto, Palian, donde se cultiva la papa, habas, zanahoria, etc.

### **3.4 Estructuras de empleos**

El problema del desempleo es un punto que ha preocupado siempre a nuestros políticos y pocas veces se han puesto de acuerdo para solucionar este problema por lo cual hoy la ciudad cuenta con un buen porcentaje de desempleados.

La población económicamente activa en la ciudad de Huancayo es como sigue. En el año 1986 del total de la población económicamente activa (PEA), el 62.6% del sexo masculino estaba adecuadamente empleado, el 33,8% sub empleado y el 6% desempleado. En el sexo femenino el 40.8% estaba adecuadamente empleado, el 54.3% sub empleado y el 4.9% desempleado, reflejándose que la participación del varón en un trabajo debidamente establecido es mayor en relación al de la mujer.



En la ciudad de Huancayo, según la encuesta de empleo efectuada en 1987 establece; Que los niveles de Ingresos por ramas de actividad económica advierten.

En la minería el 82.90% de los ocupados obtienen un nivel de ingreso medianamente alto, el 52% de las actividades de las Industrias de bienes de consumo y de capital como: Construcción, Comercio, Servicios no personales y personales obtienen un nivel medio y medio bajo. El 84% de ocupados en el hogar obtienen ingresos que están por debajo del salario vital.

Según estimaciones el producto bruto interno (PBI) por actividad económica del departamento de Junín en 1989 decreció en 2.6% en relación con su similar de 1988.

Este resultado se presenta como consecuencia del comportamiento experimentado en las actividades económicas de construcción, productores de servicios gubernamentales, comercio, restaurantes, hoteles y otros servicios que cayeron en 19.7%, 16.3% ,13.4%,6.9% respectivamente entre los mas representativos.A la ves se registra un incremento en las actividades de explotación de minas de 17.8% así como en la industria manufacturera del orden de 3.6%.

Finalmente en la última década los problemas económicos y sociales de la ciudad se agravaron, por lo que la población de bajos recursos fomento las invasiones de terrenos que en algunos casos están considerados para centros de recreación mas no así para centros urbanos que hoy son vulnerables a inundaciones.

Por otra parte se ha producido un estancamiento en las débiles actividades productivas como son la artesanía el turismo y comercio, elevando de ésta manera el deficit en la oferta alimentarias y en la prestación de servicios urbanos.

## **C A P I T U L O   I V**

### **ANALISIS DE LAS CONDICIONES FISICAS-LOCALES**

#### **4.1 Geología**

Los Altos Andes del Perú Central están comúnmente divididos entre zonas, las que se diferencian en su estructura y morfología:

- a) La Cordillera Occidental
- b) La Alta Meseta; y
- c) La Cordillera Oriental

La Cordillera Oriental está principalmente formada por rocas plegadas y falladas del paleozóico y precámbrico.

El contacto entre la alta meseta y la Cordillera Oriental está cubierto por cuencas del cenozoico orientadas al NO/SE (de norte a sur; cuencas de Junín, Huancayo y Ayacucho).

#### **4.1.1 Estructuras Litológicas**

En el área de la cuenca del río Shullcas se han reconocido y diferenciado las siguientes unidades litológicas (ver Plano Geológico de la Cuenca. Plano 03).

### **Complejo Huaytapallana**

Esta unidad es la más antigua y es de edad Pre-Cámbrico. Consiste en una serie variable de rocas cristalinas metamórficas. Las observaciones de campo indican que parte de estas rocas fueron originalmente sedimentarias, las que por acción de un metamorfismo intenso se transformaron a gneis, esquistos micáceos, anfibolitas, ortogneis.

También se presentan cristales de biotita de 3 a 4 cm. y feldespatos potásicos de 8 a 10 cm, dentro de una masa cuarzosa. Los gneis y micaesquistos tienen foliación definida, con rumbo N 55° W y buzamiento de 80° a 85 °W.

Las rocas del complejo Huaytapallana viene a constituir la roca base de los glaciares de la Cordillera huaytapallana correspondientes a la cuenca del río Shullcas.

### **Grupo Excelsior**

Esta unidad Devónica, se compone esencialmente de sedimentos tipo "flisch", compuesto por bancos de areniscas de color gris oscuro o negro, separados por lechos de lutitas micaceas negras. En la mayoría de los afloramientos las rocas están muy alteradas, allí las areniscas se han tornado de color ocre y la lutita blanquiscas a lilas.

Dichas series está bien expuestas a lo largo de una faja anticlinal de rumbo N 50°W que se extiende

entre Chamicería y el pueblo de Acopalca (ángulo SE de la hoja de Jauja). También existe afloramiento al Nor Oeste de Huancayo.

### **Grupo Copacabana**

Consiste de areniscas conglomerados de colores grises y negruzcos, lutitas arenosas y areniscas bien metamorfizadas y calizadas grises detriticas y microconglomerados.

Estas series afloran en una larga faja de 1 a 2 km de ancho que sigue aproximadamente la carretera que une la Hda. Acopalca con la Hda. Huari, se presenta bancos calcareos de 2 a 3 m. con rumbos de N 50° a 65° al SW.

Estas rocas son de edad Pérmico Inferior del Paleozoico.

### **Grupo Mitu**

El grupo Mitu tiene buena exposición en el área. consiste en conglomerados areniscas, lutitas, lavas andesíticas, teniendo en común todas estas rocas un color predominante que varía entre el rojo ladrillo y el violeta.

Las variaciones laterales de litología en el mitu son muy grandes, las facies y los espesores de los componentes detríficos varían muy rápidamente, igual sucede con los niveles volcánicos que varía de espesor y de ubicación de un sitio a otro.

Cuando los niveles volcánicos del Mitu se encuentran metamorfizados se observa también una coloración verdosa, estas características son notorias en los sectores adyacentes a las lagunas muy cerca de su contacto con el complejo Huaytapallana.

Los rumbos de las capas varían de N 50° a 70° W, con buzamientos que varían de 50° a 65° al SW.

La edad del Mitu es parcialmente Pérmico continuando hasta comienzos del triásico.

### **Grupo Pucará**

En la cuenca del río Shullcas el grupo Pucará tiene afloramiento alargados con un rumbo NW - SE, con potencias de 200 a 500 m. son observados en la confluencia de las quebradas Anlayaco y Chuspi y en el cañón Ayamachay con sus potentes estratos.

Esta compuesto por areniscas conglomerádicas, limolitas, lutitas con intercalaciones de calizas de colores grises, en parte laminadas y en parte macizas.

La edad del grupo Pucará es Jurasico.

Depósitos Cuaternarios

Formación Jauja

Esta formación ha sido definida por Dollfus y aflora en varias localidades de la cuenca del río Shullcas, las mejores exposiciones se presentan en el camino que une la Hda. Acopalca con la laguna Huacracochoa en el sector de la margen izquierda del río Shullcas y en la quebrada Yananya en el sector derecho.



La formación, cuyo grosor pasa de 200 m, es bastante típica; comprende conglomerados basales cubiertos por areniscas finas y lutitas silíceas ricas en diatomitas, parte de los sedimentos Jauja muestran los efectos de un plegamiento nítido que afecta también las terrazas suprayacentes.

A la formación Jauja se le atribuye una edad Pleistocénica.

### **Areas Glaciadas**

En el área de la cordillera Huaytapallana se reconocen rasgos topográficos modelados por la acción glaciaria. (Plano 02).

Existen nieves persistentes, destacando sus nevados con pendientes escarpadas, sus cumbres pasan los 5000 m.s.n.m. Estas cumbres forman una cadena de nieve y hielo continuo de más de 7 km de largo, que sigue una dirección NW, correspondiente a la cuenca del río Shullcas. Las laderas de las nieves descienden bruscamente hasta un promedio de 4,600 m.s.n.m.

La acción glaciaria también es evidente por la presencia de circos glaciares, valles en U, crestas dentadas, lagunas glaciares y morrenas.

En las nacientes de las quebradas Chuspi y Aulayaco se emplazan las lagunas Chuspicocha, Ancapuachanan, Runicochoa y la laguna Lasuntay respectivamente.

**Morrena**

Estos depósitos inconsolidados, están constituidos por materiales arrancados de las laderas de macizo rocoso Huaytapallana y según la acción mecánica del glaciar, estas morrenas son laterales, de fondo y frontales.

Estos depósitos son de composición heterogénea, sus componentes son bloques de rocas, de forma angulosa y de tamaños diferentes, están englobados dentro de grava, arena limosa y arcillas.

Las márgenes de las lagunas mencionadas, así como su presa natural, están conformados por material morrénico.

**Depósitos Fluviales**

Son depósitos existentes en los cauces actuales de los cursos de agua se caracterizan por la presencia de elementos de granulometría gruesa y por las fuertes pendientes que predominan en el área, no se acumulan arena ni sedimentos finos.

**Depósitos Lacustres**

Se localizan en los perímetros de las lagunas, es el resultado de la sedimentación de arena, limo y arcillas en el vaso de las lagunas.

### **Depósitos recientes de ladera**

Los conos de escombros recientes se reconocen porque los bloques y fragmentos de rocas, presenten superficies desprovistas de costras y de cubierta vegetal, en algunos casos son activos y de continuo aporte como es el caso en la mayoría de las laderas del macizo Huaytapallana, que con la acción de la gravedad y las precipitaciones pluviales, fácilmente se deslizan constituyéndose zonas inestables.

### **Rocas Instructivas**

Las rocas instructivas ocupan una extensión reducida en el área de la cuenca del río Shullcas.

Esas intrusiones afloran en su faja NW-SE de 4 a 5 km de ancho que pasa a pocos kilómetros al Este de Huancayo.

La composición de las rocas varían desde una dacita y de una tonalita, encontrándose también microgranitos y microgranodioritas; éstas rocas por lo general están muy alteradas, y su color va de gris a pardusco hasta verdusco.

Las intrusiones pasan lateralmente a riolitas y dacitas que se intercalan como siles y/o coladas en las series sedimentarias del grupo mitu, éste hecho llevó a deducir que existe una relación genética entre ellos, y en consecuencia atribuimos a ambos una edad permiana superior a triásica inferior (edad mitu).

#### 4.1.2 Falla Geológicas de Huaytapallana

Las rocas del área han sido afectadas por diferentes movimientos tectónicos, modificando la naturaleza original de las mismas, deformándolas y fracturándolas mediante fracturas y fallas.

Como resultado de estos eventos diastrósicos, el área presenta una serie de pliegues y fallas.

En general todas las estructuras están orientadas en dirección NW-SE, coincidentes con el alineamiento andino.

La cuenca del Mantaro esta rodeado por dos zonas de falla activas:

- La zona de fractura del Mantaro
- La falla del Huaytapallana (Ver fig. 1.7)

**LA FALLA GEOLOGICA DEL HUAYTAPALLANA**, cuya traza corre por el flanco occidental del macizo del mismo nombre. Es una falla de tipo inversa de rumbo norte  $30^{\circ}$  -  $40^{\circ}$  W, con un buzamiento estimado de  $60^{\circ}$  a  $70^{\circ}$  al NE que pasa cercanas a las lagunas Chuspicocha, Lasuntay y Runicocha (Ver Plano 03).

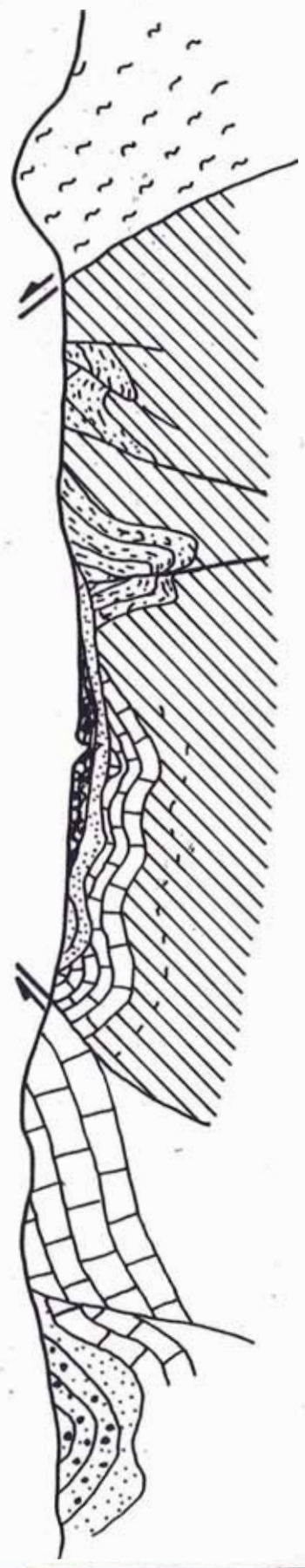
En los sismos ocurridos con mayor intensidad en la Localidad de Pariahuanca, en Julio y Octubre de 1969, se observó que el primero fue acompañada por una rotura superficial de 40 cm. de desplazamiento vertical en la traza de la falla del Huaytapallana. Durante el segundo sismo, la misma falla fue reactivada y tuvo un desplazamiento vertical de 1.6 y 0.70 m. de desplazamiento

CORDILLERA OCCIDENTAL      CUENCA DEL MANTARO      CORDILLERA ORIENTAL

ZONA DE FRACTURA  
Riçran

Altos del Mantaro  
Zona de Fractura

FALLA DE Huaytapallana



- 1           PRECAMBRICO
- 2           PALEOZOICO
- 3           PERMICO Y TRIASICO
- 4           JURASICO
- 5           CRETASICO
- 6           CUATERNARIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PLANO : DE FALLAS ACTIVAS
FUENTE : INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

-Fig. - 7

Rubén Beltrán

horizontal; éstos hechos demuestran que esta falla es activa.

En el área además de ésta falla, se presentan fallas transversales con dirección NE-SW.

Plegamientos anticlinales y sinclinales se presentan en la roca del grupo mitu, son de formas asimétricas, sus ejes tienen direcciones NW-SW, pasan por las quebradas Chuspi y Anlayaco (Sinclinal) y camino hacia la Hacienda Acopalca (anticlinales), además se presentan otros pliegues menores que siguen la misma dirección como el anticlinal y sinclinal que se observa cerca al pueblo de Vilcacoto.

#### **4.2 Geomorfología**

El flanco occidental de la cordillera Huaytapallana que corresponde a las nacientes del río Shullcas, se caracteriza por presentar una topografía abrupta (Plano 04) con elevaciones hasta los 5557 m.s.n.m. que corresponde a la cumbre del nevado Huaytapallana, en cuya base se encuentra los vasos de las lagunas Chuspicocha, lasuntay, Rumicocha y Ancapuachanan y otras cubetas menores encerradas por depósitos morrénicos y fluvioglaciares.

La roca del área glaciario presenta farallones con paredes verticales que alcanzan desniveles de 250 a 300 m. las cuales son notorias en el sector correspondiente a la laguna Chuspicocha.



La cuenca del río Shullcas como todas las de la vertiente occidental de la cordillera Huaytapallana, están enmarcadas dentro de un mismo patrón geológico, es decir atraviesan rocas paleozóica y mesozoicas de naturaleza sedimentaria y volcánica, rocas intrusivas y las rocas precambianas correspondientes al complejo metamórfico Huaytapallana.

Las diferentes resistencias de estas litologías a los agentes de erosión, principalmente el agua, devienen en una configuración característica en el curso longitudinal de la cuenca y que para el caso del río Shullcas se expresan así:

- El Curso Superior, que corresponde al área sobre la cota de los 4200 m.s.n.m. es fuertemente modelado por una acción reciente del hielo, con secciones típicas de valles en U, con pendientes laterales y de fondo muy suaves, que no dan origen a inestabilidades importantes; aunque el emplazamiento de las lagunas en la cabecera, en la base de las áreas glaciares lo hacen potencialmente peligrosas ante futuras avalanchas.

- El Curso Medio, entre la cota 4,200 y el vértice del cono de deyección (3600 m.s.n.m.) definido por una morfología abrupta, de valle estrecho en forma de "U" de fuertes pendientes laterales y de fondo, donde hay la mayor concentración de agua de precipitación permitiendo de esta manera la generación y evolución de los fenómenos de geodinámica externa tales como los

deslizamientos y derrumbes hasta concentrarse en el cauce principal del río.

- El curso Inferior, correspondiente al abanico o cono de deyección del río Shullcas, con su vértice a la altura del poblado de Chamicería en cuya parte central se ubica la ciudad de Huancayo hasta su desembocadura en el río Mantaro. Se caracteriza por una morfología abierta, de suave pendiente, que permita la deposición de todo el material acarreado por el río en la cuenca.

#### **4.3 Topografía**

La topografía a lo largo de la zona en estudio lo podemos dividir en dos zonas bien definidas, una es la que comprende entre las lagunas hasta la comunidad de Vilcacoto aquí los suelos presentan una abrupta topografía de quebradas profundas con fuertes pendientes que además es característica del contorno de valle en donde se ubican la mayoría de distritos.

Entre esta abrupta topografía las comunidades se ubican en la falda de los cerros donde los suelos son ondulados con inclinación hacia el río.

En la parte que comprende al casco Urbano de la ciudad se tiene una topografía de suelo plano y ondulado con una pendiente en promedio de 4% Es aquí donde la ciudad crece a ritmo acelerado por la disponibilidad de sus terrenos para la construcciones de casas. (Ver Plano 04)

De igual manera se desarrolla enfermedades respiratorias a causa del intenso frío en los meses de mayo, junio, julio. Problemas en el Agro en los meses de setiembre y octubre por la carencia de lluvias y extensas horas de sol.

La vegetación en el valle del Mantaro se asienta en la agricultura, desarrollando arbustos, pastos y una variedad de plantas resistentes a las sequías tales como el cactus, las tunas etc.

Los cerros que encierran el valle están poblado de eucaliptos y pinos en pequeña proporción.

#### 4.4.1 Temperatura

### CUADRO Nº 06

#### VARIACION PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA EN LA ESTACION DE HUAYTAPALLANA

MESES	TEMPERATURA	
	Máxima	Mínima
ENERO	8.6	2.0
FEBRERO	8.4	1.8
MARZO	8.8	2.1
ABRIL	7.6	1.5
MAYO	8.4	1.1
JUNIO	7.7	0.8
JULIO	7.5	0.6
AGOSTO	6.1	-1.0
SETIEMBRE	7.6	0.4
OCTUBRE	8.3	1.4
NOVIEMBRE	7.8	2.1
DICIEMBRE	7.9	2.2

### CUADRO N<sup>o</sup> 07

VARIACION PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA REGISTRADAS EN LA ESTACION DE HUAYAO

MESES	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA
	Máxima	Minima	(%)
ENERO	19.6	4.3	10.2
FEBRERO	18.8	6.4	10.4
MARZO	20.2	5.2	10.5
ABRIL	19.3	5.0	9.6
MAYO	20.3	4.1	6.7
JUNIO	20.0	2.2	4.6
JULIO	17.7	3.4	4.0
AGOSTO	19.2	1.0	4.7
SETIEMBRE	19.6	2.1	6.4
OCTUBRE	20.0	4.6	7.3
NOVIEMBRE	20.7	6.7	7.5
DICIEMBRE	19.7	6.3	8.9

#### 4.4.2 Precipitación

### CUADRO N<sup>o</sup> 08

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACION	TIPO	UBICACION			COORDENADAS		ALTITUD	PERIODO DE
		DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	LAT.S.	LONG.O	m.s.n.m.	REGISTROS
Huaytapallana	PLU	Junín	Huancayo	Pariahuanca	12°01'	75°02'	4,400	1964-1988
Pesquería Ingenio	PLU	Junín	Huancayo	Ingenio	11°53'	75°16'	4,300	1964-1983
Huayao	CP	Junín	Huancayo	Huachac	12°02'	75°19'	3,350	1964-1990

CP = Climatología Principal

PLU = Pluviométrica

Las estaciones utilizadas para el análisis de precipitación fueron: Huaytapallana, Ingenio y Huayao.

La estación Huaytapallana se encuentra en funcionamiento y hemos uniformizado la información para tener un período común de 25 años, comprendidos entre 1964 hasta 1988.

Los Cuadros Nº 9, 10 y 11, se presentan los registros de precipitación total mensual de las estaciones mencionadas con sus respectivos histogramas de precipitación mensual (Grafic. Nº 9, 10 y 11).

## CUADRO N<sup>o</sup> 09

### PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

#### (ESTACION HUAYTAPALLANA)

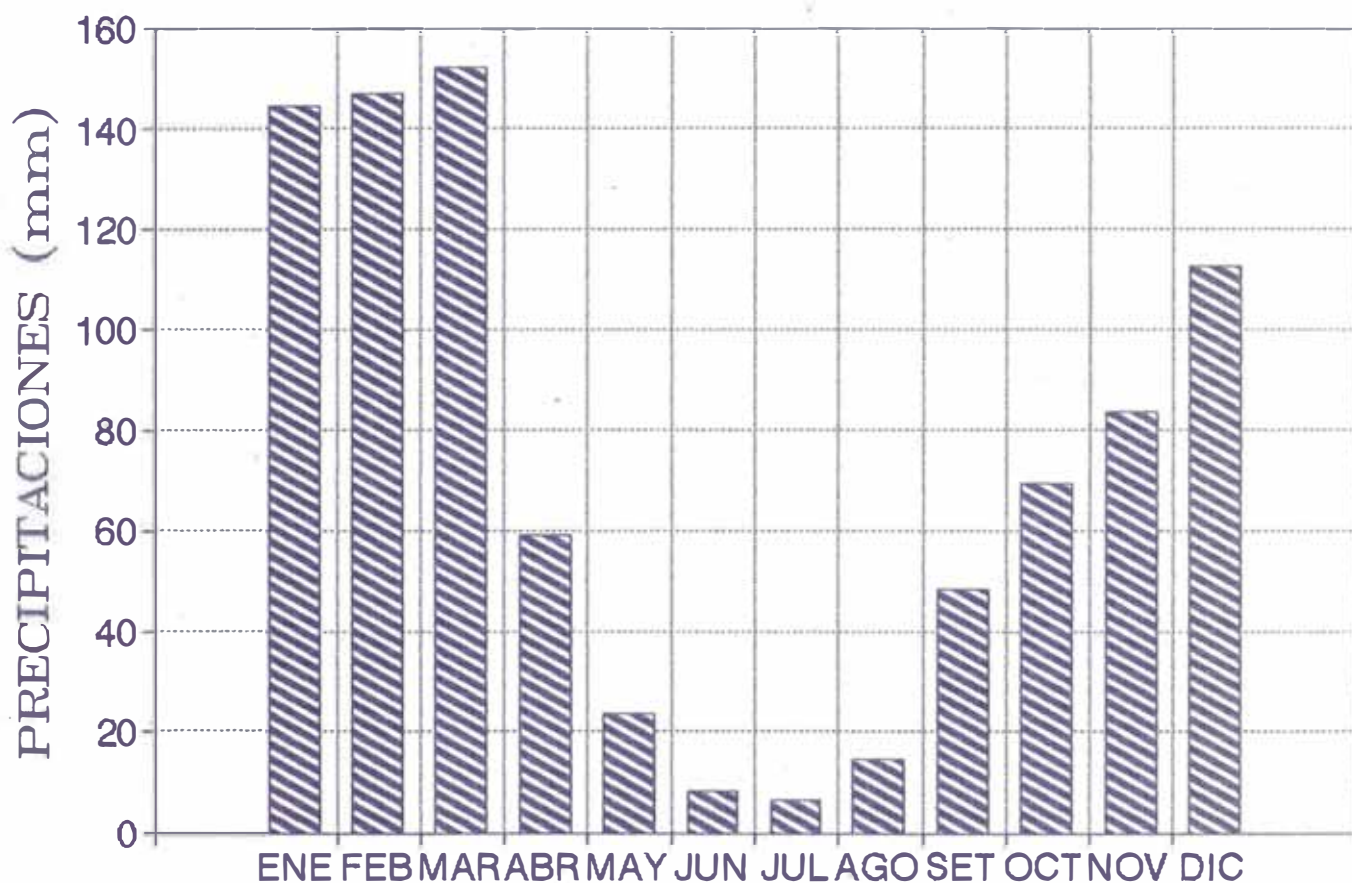
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEM	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEM	TOTAL
1964	128.6	112.6	155.0	45.3	29.3	5.6	5.5	13.1	54.6	166.9	101.8	85.6	853.3
1965	128.7	183.4	225.4	39.2	14.7	1.6	7.0	12.2	61.3	39.4	50.5	122.8	886.7
1966	161.2	115.0	100.5	41.1	34.0	0.0	0.0	13.9	51.1	132.7	129.0	209.4	987.9
1967	133.2	234.9	295.4	38.9	24.1	15.3	18.5	20.2	72.1	130.4	59.3	107.6	1149.9
1968	122.3	103.6	146.1	31.0	20.8	16.9	24.8	46.0	66.1	111.4	73.6	98.5	930.9
1969	145.5	147.7	95.3	89.6	14.0	29.2	20.8	17.5	49.5	106.5	113.0	120.3	948.9
1970	140.0	150.0	78.7	79.5	24.6	8.1	18.3	24.0	60.0	104.0	189.0	131.0	1007.2
1971	146.5	130.9	127.3	32.7	19.1	5.4	4.8	14.7	6.0	48.3	36.1	103.8	675.6
1972	133.7	101.0	159.1	86.3	21.9	0.0	13.6	10.8	44.9	45.3	60.0	78.5	755.2
1973	123.5	163.7	104.0	66.8	39.1	7.2	19.3	15.3	65.6	106.3	70.2	120.2	901.2
1974	182.3	230.8	147.8	64.4	16.9	5.1	10.7	26.4	81.9	50.4	42.2	94.5	953.4
1975	94.0	88.4	200.8	42.0	36.9	15.4	1.6	15.8	39.7	82.4	62.1	93.1	772.2
1976	126.0	122.2	114.6	14.7	2.9	8.9	0.8	6.6	32.3	12.3	65.5	69.8	576.6
1977	92.5	134.6	143.7	67.3	38.1	2.0	16.8	26.2	38.3	48.0	124.5	9.6	789.8
1978	94.2	102.0	129.8	47.5	13.9	0.0	0.0	4.3	74.1	47.4	116.7	89.2	919.1
1979	140.7	162.6	182.5	80.8	29.9	0.0	0.0	0.0	43.5	21.2	79.8	125.9	802.1
1980	132.7	128.3	167.0	40.5	16.3	3.5	0.8	10.0	14.8	136.6	64.1	74.9	783.7
1981	69.7	237.2	140.5	45.1	12.9	10.0	0.0	15.0	58.3	99.0	120.9	121.3	929.9
1982	199.5	143.4	141.5	76.2	0.0	11.7	0.0	10.1	49.4	66.3	171.7	83.2	950.7
1983	141.0	123.9	139.0	52.5	19.0	16.0	0.0	2.3	32.2	45.7	27.3	120.0	654.0
1984	188.6	168.1	223.5	155.2	29.1	13.5	0.0	3.8	37.4	24.6	38.3	265.6	1147.7
1985	151.3	132.9	103.3	75.6	24.1	18.4	0.0	4.2	82.1	68.1	75.0	140.0	835.0
1986	211.3	202.3	216.0	72.2	83.9	0.0	0.0	36.0	35.8	18.1	35.4	105.0	1016.0
1987	193.2	98.9	119.6	24.3	10.4	0.0	0.0	11.1	49.8	47.1	140.6	145.2	840.2
1988	226.6	153.5	144.0	67.0	10.0	9.5	0.0	0.0	10.8	29.7	47.6	95.8	793.2
PROM	152.3	146.9	152.0	59.8	23.4	8.2	6.5	14.4	48.5	69.5	84.0	112.4	877.8

FUENTE: Electro Perú



# PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

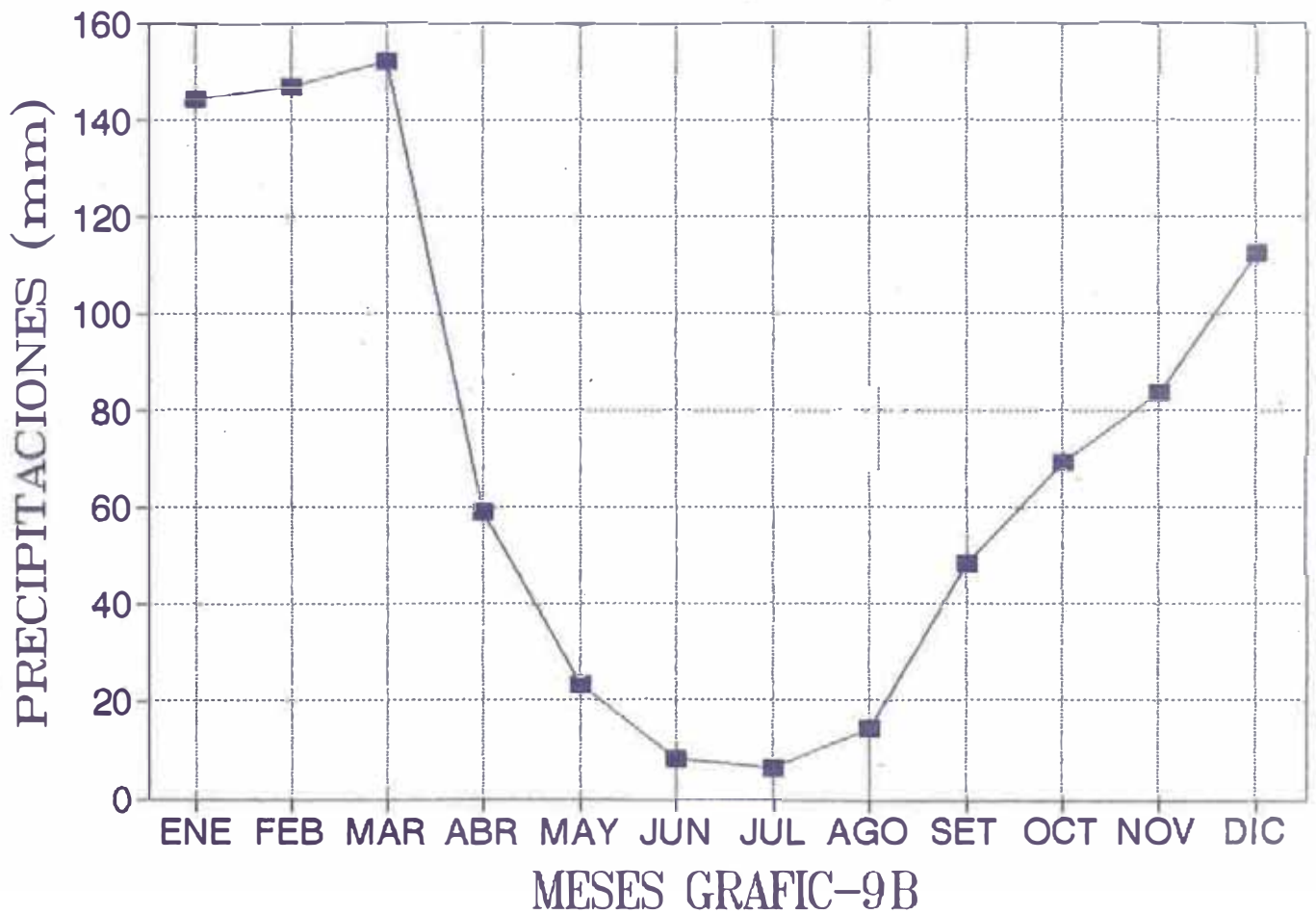
ESTACION HUAYTAPALLANA



MESES GRAFIC-9A

# PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

## ESTACION HUAYTAPALLANA



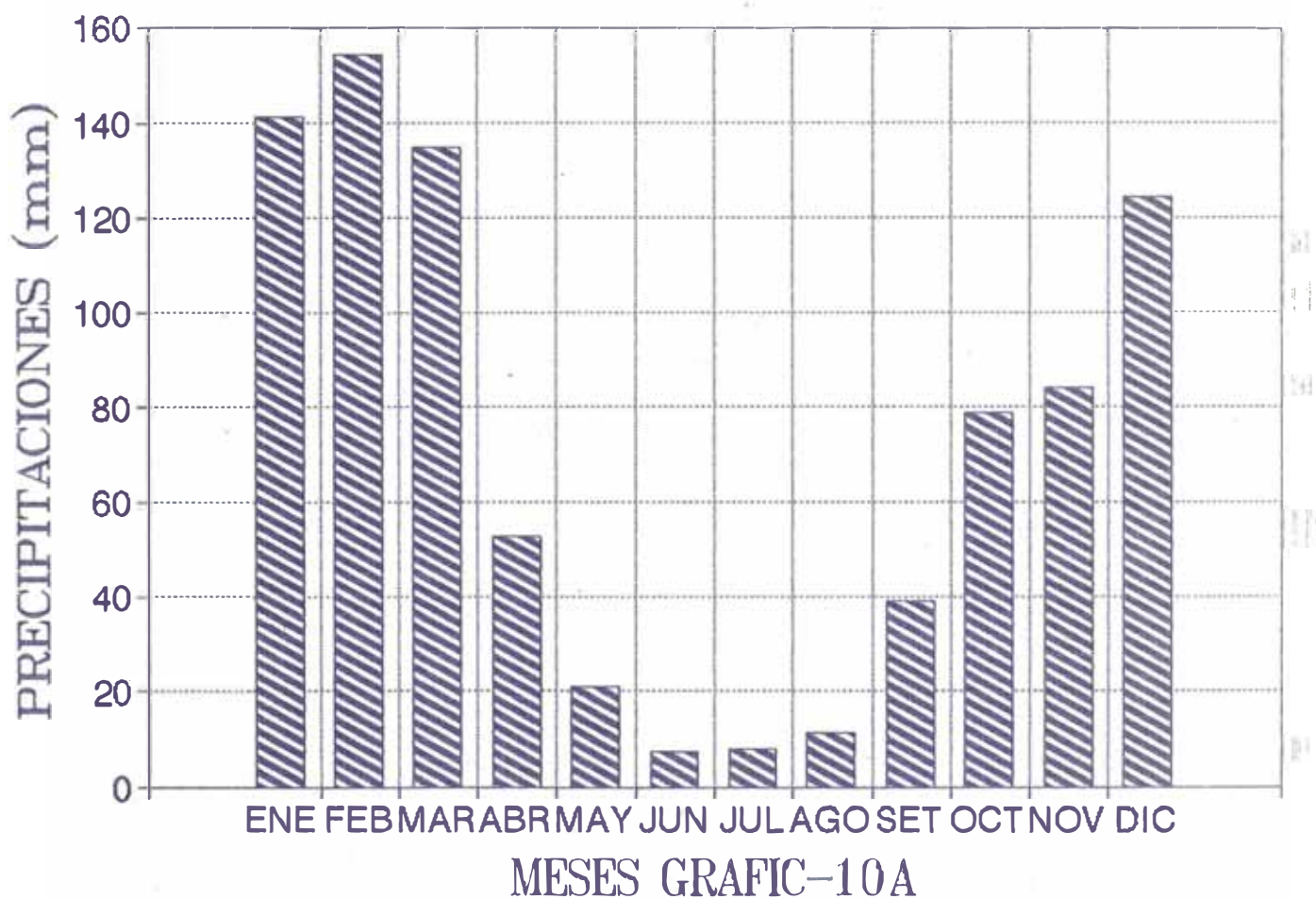
**CUADRO Nº 10**  
**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)**  
**(ESTACION INGENIO)**

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEM	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEM	TOTAL
1964	95.8	70.8	143.2	35.2	42.8	1.5	2.7	7.2	52.6	132.5	95.2	64.7	744.2
1965	99.3	157.3	159.5	21.1	11.9	0.7	8.5	10.8	49.7	15.5	46.6	154.7	735.3
1966	101.2	59.9	29.0	12.1	30.6	0.0	0.5	7.4	38.2	94.8	84.6	110.6	568.9
1967	52.6	208.9	205.2	20.0	27.3	4.9	22.0	21.9	21.4	95.5	80.9	109.2	829.8
1968	171.9	110.6	145.5	33.5	0.0	9.4	27.5	21.2	87.4	98.4	62.1	149.2	916.7
1969	102.4	131.4	119.3	79.8	0.0	23.5	19.8	8.7	46.9	73.3	97.0	188.2	890.3
1970	240.3	121.0	118.0	97.0	11.1	24.6	6.0	0.0	72.7	97.6	72.2	152.9	1013.9
1971	180.3	230.2	153.9	45.3	6.8	14.6	0.0	18.9	20.9	74.7	63.7	126.5	935.8
1972	167.2	93.2	209.7	132.8	30.2	0.0	7.1	9.7	48.6	74.2	60.5	128.4	956.6
1973	162.1	196.3	163.6	83.2	23.6	8.5	44.9	17.8	45.0	110.8	62.7	169.3	1087.8
1974	216.6	246.8	147.5	77.4	0.0	25.7	3.6	25.2	1.9	91.1	90.4	123.5	1049.7
1975	153.1	190.8	155.7	72.9	54.8	0.0	0.0	9.6	56.4	68.6	40.9	94.4	897.2
1976	141.1	221.1	114.8	24.1	8.2	11.6	1.1	6.1	7.2	16.3	35.9	72.4	659.9
1977	135.7	136.4	129.1	59.8	37.6	1.1	0.0	7.0	38.6	63.4	108.8	107.7	825.2
1978	194.6	143.7	132.2	32.6	18.3	3.7	7.3	0.0	57.0	38.3	135.3	119.0	882.0
1979	89.2	147.5	145.4	57.1	58.8	0.0	0.0	11.0	46.0	41.5	107.9	76.5	781.1
1980	109.9	170.0	163.3	19.1	0.0	0.0	4.9	2.3	9.2	126.2	67.5	68.1	710.5
1981	145.5	170.6	58.7	10.6	40.1	0.0	0.0	25.9	16.8	99.9	145.8	214.9	928.8
1982	185.2	187.6	73.2	78.5	0.0	5.1	6.2	12.7	44.0	96.3	122.9	126.7	938.4
1983	83.1	90.0	128.9	65.8	18.2	9.2	0.0	3.1	23.5	68.9	100.1	128.7	719.5
PROM	141.1	154.2	134.8	52.9	21.0	7.2	8.1	11.3	39.2	78.4	82.1	124.3	354.6

FUENTE: Electro Perú

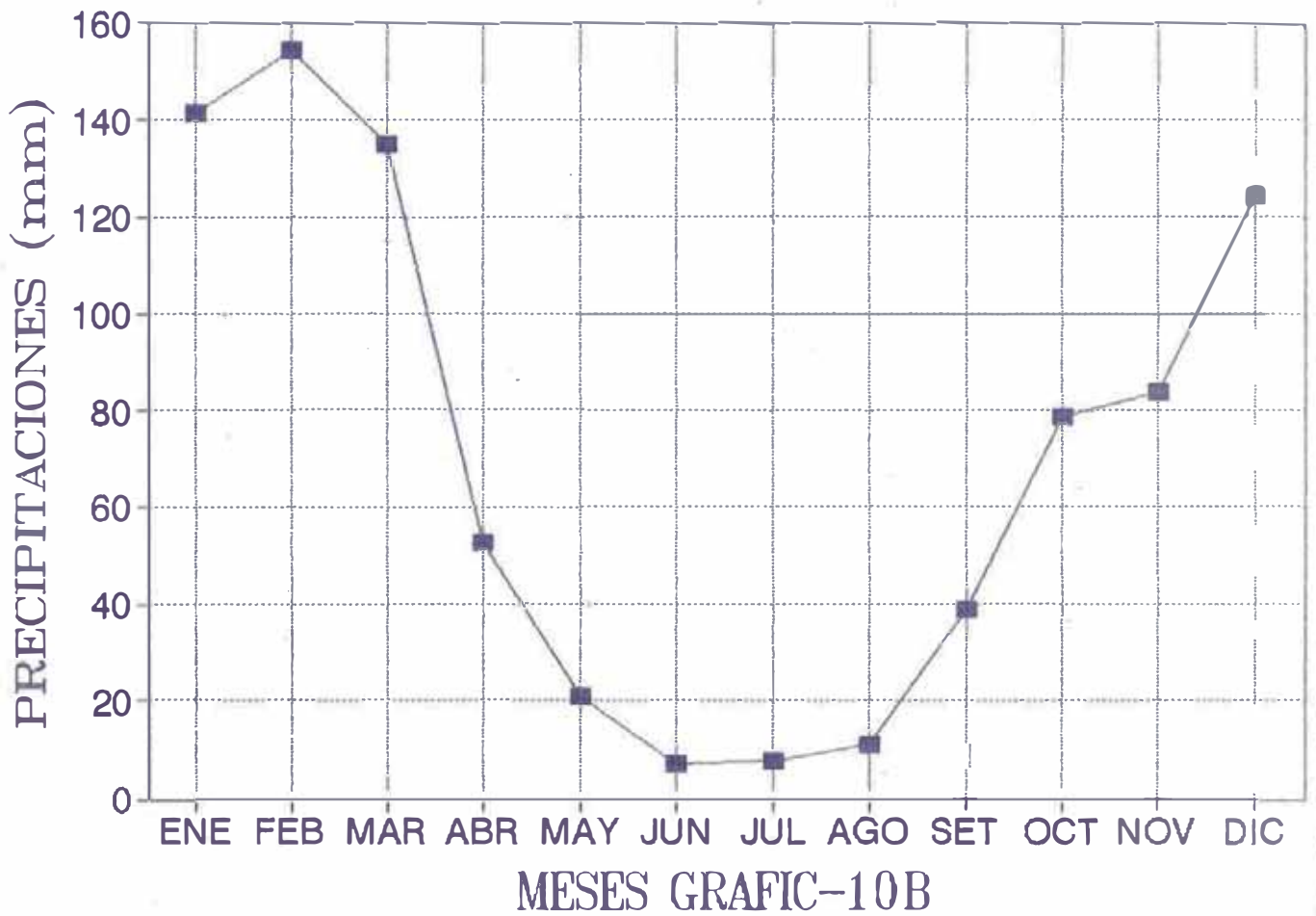
# PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

## ESTACION INGENIO



# PRECIPITACION TOTAL MENSUAL

## ESTACION INGENIO





## CUADRO N° 11

### PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

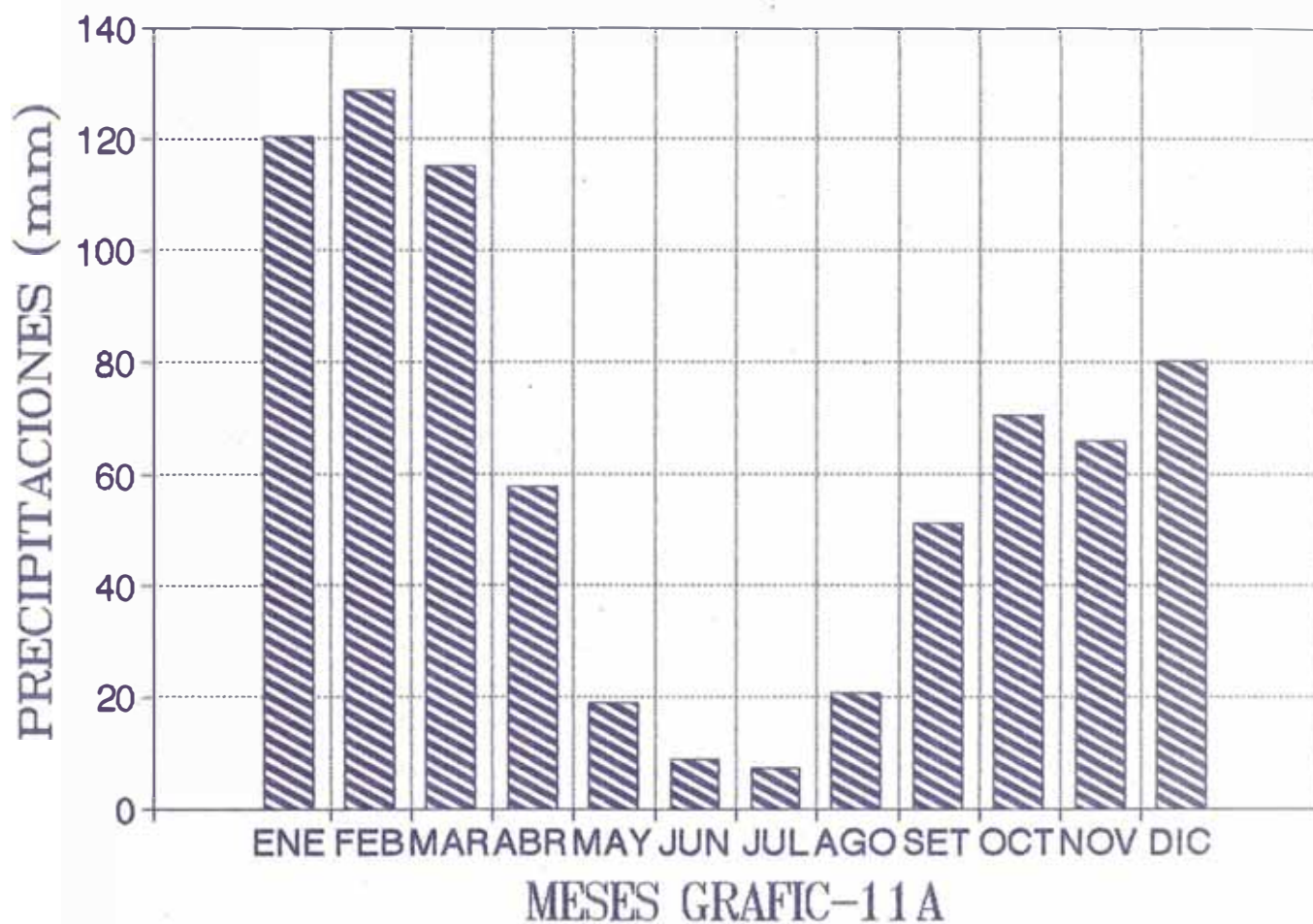
#### (ESTACION HUAYAO)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1964	99.0	74.8	127.4	50.2	39.3	0.0	1.3	26.9	71.4	124.6	93.5	99.6	808.0
1965	93.6	124.8	217.3	59.5	11.2	0.0	9.7	15.9	95.5	77.8	68.2	80.3	753.8
1966	102.2	42.5	67.8	24.9	42.4	6.1	0.0	4.3	46.9	99.5	64.8	112.3	613.7
1967	107.5	142.9	184.7	39.9	41.5	1.5	23.4	23.0	52.2	99.4	46.6	65.5	825.1
1968	152.2	93.8	118.8	40.9	1.5	3.9	20.6	68.0	18.8	57.3	42.2	65.0	682.5
1969	51.9	78.1	59.0	15.3	6.1	12.8	21.9	14.2	37.6	44.1	78.3	106.0	525.3
1970	178.4	121.0	69.5	40.9	25.3	5.5	4.0	1.0	67.7	69.6	37.5	115.2	735.6
1971	83.5	177.6	150.0	45.8	5.4	3.5	6.1	79.1	24.5	64.4	68.3	82.4	790.6
1972	94.3	121.9	148.0	135.7	38.4	4.3	9.2	17.3	21.5	44.8	45.7	140.4	821.5
1973	152.8	153.7	137.1	97.4	12.9	3.6	28.9	21.3	48.1	94.1	39.8	87.9	872.6
1974	154.9	176.8	67.9	56.6	0.5	26.2	2.8	30.4	13.2	68.5	54.2	62.1	714.1
1975	83.6	120.1	162.6	38.4	31.2	3.6	8.5	38.9	130.7	86.0	65.5	118.4	872.5
1976	95.6	126.7	135.5	37.2	17.3	15.2	1.5	25.4	37.4	26.3	56.1	103.8	672.0
1977	85.5	124.6	124.0	125.1	22.9	1.8	7.3	6.7	53.0	70.0	125.6	68.9	815.4
1978	226.0	98.8	66.2	24.8	6.4	1.6	1.4	0.0	72.7	20.6	124.8	84.9	749.0
1979	125.4	90.8	108.7	72.0	22.4	0.5	3.4	20.9	31.6	22.9	76.0	61.9	630.0
1980	59.9	87.5	185.4	33.0	17.8	4.5	1.4	19.5	30.4	85.8	62.8	82.2	670.2
1981	69.3	152.7	110.4	47.5	12.5	7.1	1.3	23.3	48.7	74.4	72.6	91.6	711.1
1982	118.0	112.9	65.5	64.1	0.0	10.4	6.8	24.0	43.0	133.6	77.8	86.9	743.0
1983	124.8	55.4	120.6	36.1	24.4	13.8	0.6	13.6	38.6	58.1	50.7	14.2	552.0
1984	170.9	221.2	141.9	36.7	24.3	11.2	3.4	1.6	43.7	87.7	162.3	58.1	968.0
1985	77.0	161.5	80.5	55.6	19.1	5.6	9.6	10.1	170.1	76.1	89.1	136.9	891.2
1986	157.0	223.8	157.6	126.7	11.3	0.0	6.4	20.7	40.9	32.8	35.6	77.8	890.6
1987	156.0	146.7	68.1	72.6	14.2	15.2	11.7	6.0	39.9	33.8	45.3	112.1	717.6
1988	209.4	128.8	87.7	58.6	25.5	1.0	0.0	8.6	27.0	68.9	49.8	14.5	674.8
1989	96.5	188.8	145.0	88.8	19.0	15.0	0.3	17.2	15.5	122.7	45.1	40.6	794.5
1990	119.0	135.4	100.2	41.0	19.9	62.9	8.9	21.5	60.9	74.8	0.0	0.0	644.5
PROM	120.3	128.4	115.1	57.6	18.9	8.8	6.9	20.7	51.2	71.7	66.0	80.4	745.7

FUENTE: Electro Perú

# PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

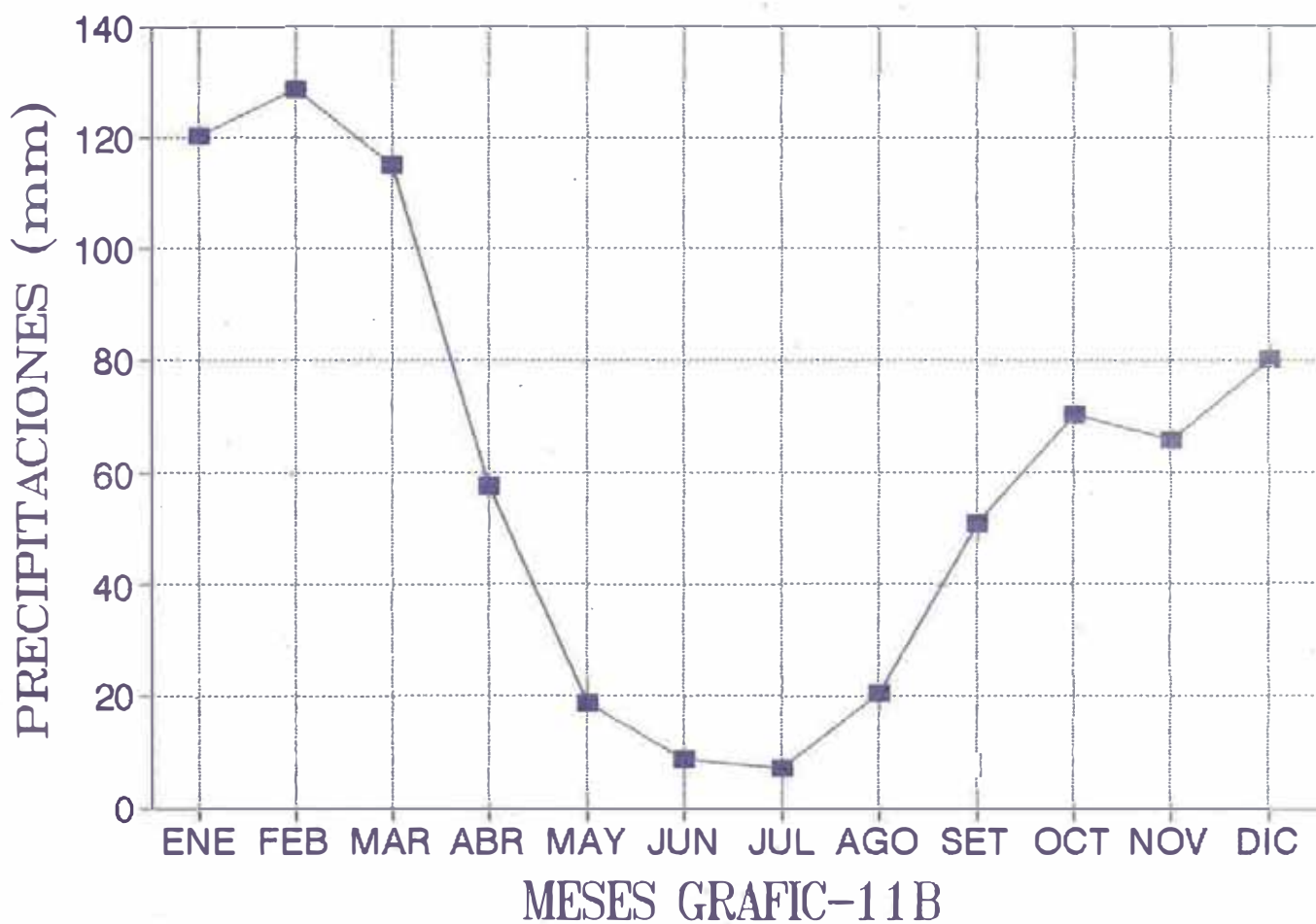
ESTACION HUAYAO





# PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

ESTACION HUAYAO



## **4.5 Hidrología e Hidrografía**

### **4.5.1 Aporte Hídrico de los Glaciares a la cuenca del Río Shullcas**

La presencia de glaciares en una cuenca es un factor de mucha importancia en el aporte de agua a la escorrentía. Prácticamente el glaciar hace las veces de un reservorio natural, reteniendo el agua en estado sólido de las precipitaciones en las zonas altas denominadas "áreas de acumulación", y vertiendo así mismo el agua por fusión de las partes inferiores denominadas "zonas de ablación".

### **4.5.2 Balance Hídrico del Río Shullcas**

#### **4.5.2.1 Disponibilidad de agua en la cuenca del Río Shullcas.**

Las principales fuentes de agua para la cuenca están constituidas, por los aportes del río Shullcas y por los volúmenes almacenados en las principales lagunas en la cabecera de la cuenca como son la laguna Huacracocho, Lasuntay, Chuspicocho y Runmicocho.

Para la evaluación de las disponibilidades de agua del río Shullcas, se ha considerado los registros de caudales diarios medidos en la estación Hidrométrica de Vilcacoto por la Administración Técnica del Distrito de Riego del Mantaro. El período de registro existente es de 16 años (1975-1990)

En el Cuadro N<sup>o</sup> 12, adjunto se presenta el registro de descargas medias mensuales medidas en la estación Vilcacoto. Y en la Fig. N<sup>o</sup> 11-a y 11-b, se observa la variación mensual de las descargas medias y al 75% de probabilidad de ocurrencia. Puede apreciarse claramente la existencia de dos períodos muy definidos; el período de avenidas, entre los meses de Diciembre y Abril y el período de estiaje, que comprende de Julio a Octubre. (Fig. 11).

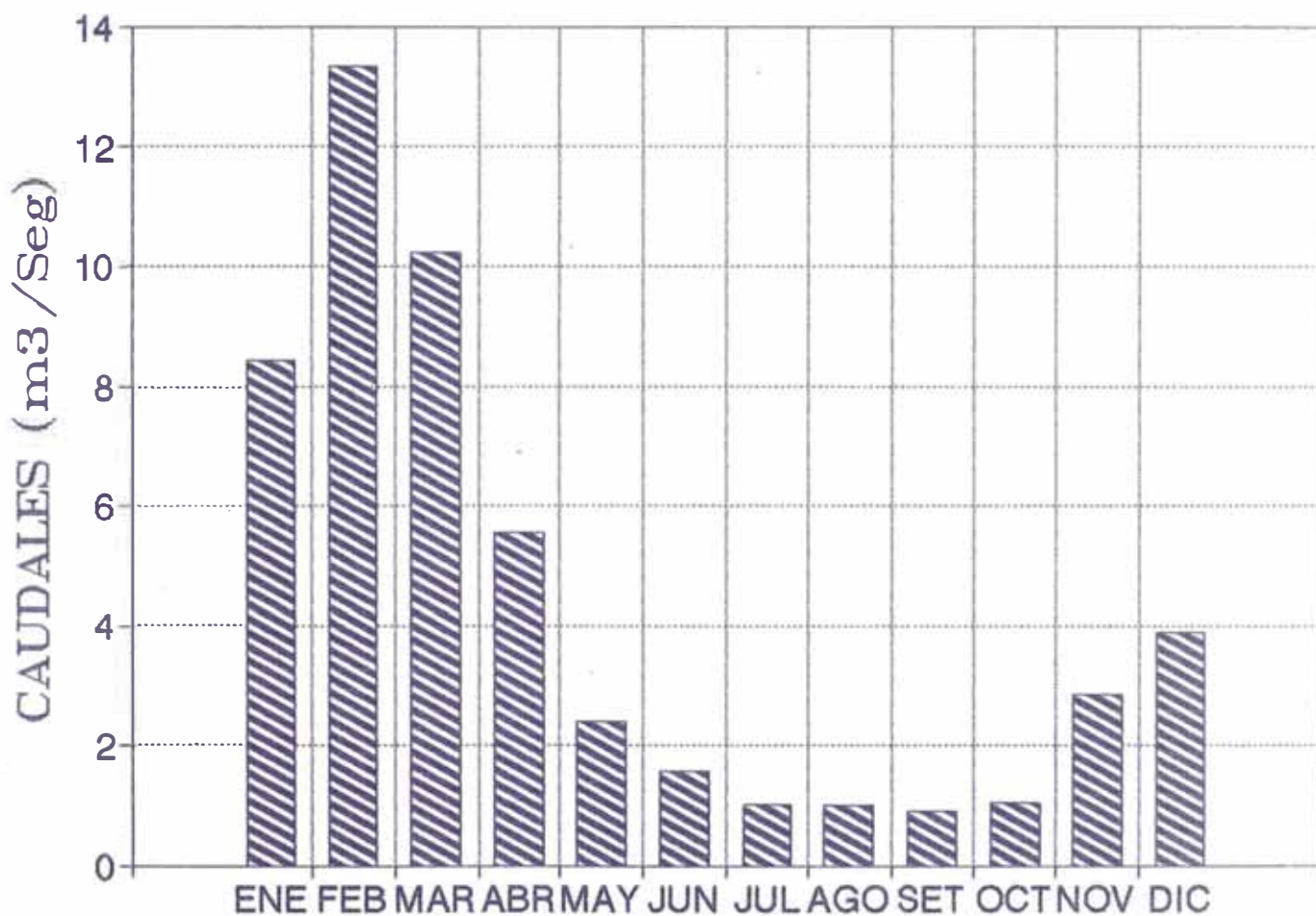
## CUADRO Nº 12

ESTACION: VILCACOTO - DESCARGAS MEDIAS MENSUALES - RIO SHULLCAS (m<sup>3</sup>/seg)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEM	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEM	TOTAL
1975	7.88	10.54	24.54	10.71	†	2.76	2.26	1.43	1.33	0.80	6.34	8.29	76.88
1976	†	18.23	14.27	8.26	2.85	1.60	0.79	0.70	0.76	0.87	0.85	2.00	51.18
1977	6.13	13.73	15.12	4.25	4.20	1.84	1.20	1.05	0.89	0.87	0.95	2.01	52.24
1978	8.48	8.90	5.96	†	1.40	1.07	0.86	0.85	0.78	0.83	0.84	0.87	30.84
1979	5.17	16.50	7.92	2.50	1.22	1.05	0.82	0.73	0.68	0.68	2.52	3.85	43.64
1980	3.08	4.05	5.17	4.95	1.49	1.06	0.75	0.67	0.65	0.74	0.80	1.18	24.59
1981	7.87	24.17	12.49	4.31	1.55	1.30	1.03	0.95	0.85	1.10	1.50	7.40	64.92
1982	18.30	12.90	8.40	5.30	2.30	1.50	1.30	0.98	0.95	1.20	3.30	3.50	59.93
1983	2.30	15.25	9.92	5.40	2.40	1.83	1.24	1.02	†	1.04	1.29	1.95	43.64
1984	12.09	30.62	13.64	8.62	3.74	1.42	1.05	0.94	0.88		14.00	11.08	98.80
1985	8.17	11.65	11.78	4.38	2.50	1.66	1.25	1.04	1.29	1.20	2.51	5.10	52.53
1986	9.94	13.66	13.58	9.04	4.58	2.46	1.44	1.27	1.14	1.05	1.12	3.06	62.34
1987	10.78	7.29	5.65	3.02	1.85	1.27	1.26	1.20	1.17	1.33	2.87	4.21	41.90
1988	13.68	9.93	6.72	6.80	2.42	1.54	1.20	1.12	1.06	1.14	1.01	1.70	48.32
1989	6.47		6.32	3.98	2.46	1.67	1.10	1.04	0.10	1.27	1.58	1.56	27.55
1990	5.95	2.70	2.44	1.89	1.30	1.30	1.16	1.03	0.92	1.86	4.97	**	25.52
MEDIA	8.42	13.34	10.21	5.55	2.42	1.58	1.03	0.99	0.90	1.06	2.88	3.91	
S	4.04	6.98	5.25	2.50	1.02	0.46	0.52	0.20	0.29	0.28	3.24	2.86	
MAX	18.30	30.62	24.54	10.71	4.58	2.76	2.26	1.43	1.33	1.86	14.00	11.08	
MIN	2.30	2.70	2.44	1.89	1.22	1.05	0.75	0.67	0.10	0.74	0.80	0.87	
N	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	16	15	15	15	15	16	15	
75%	5.95	8.90	5.85	3.87	1.49	1.28	0.86	0.85	0.76	0.83	1.21	1.70	

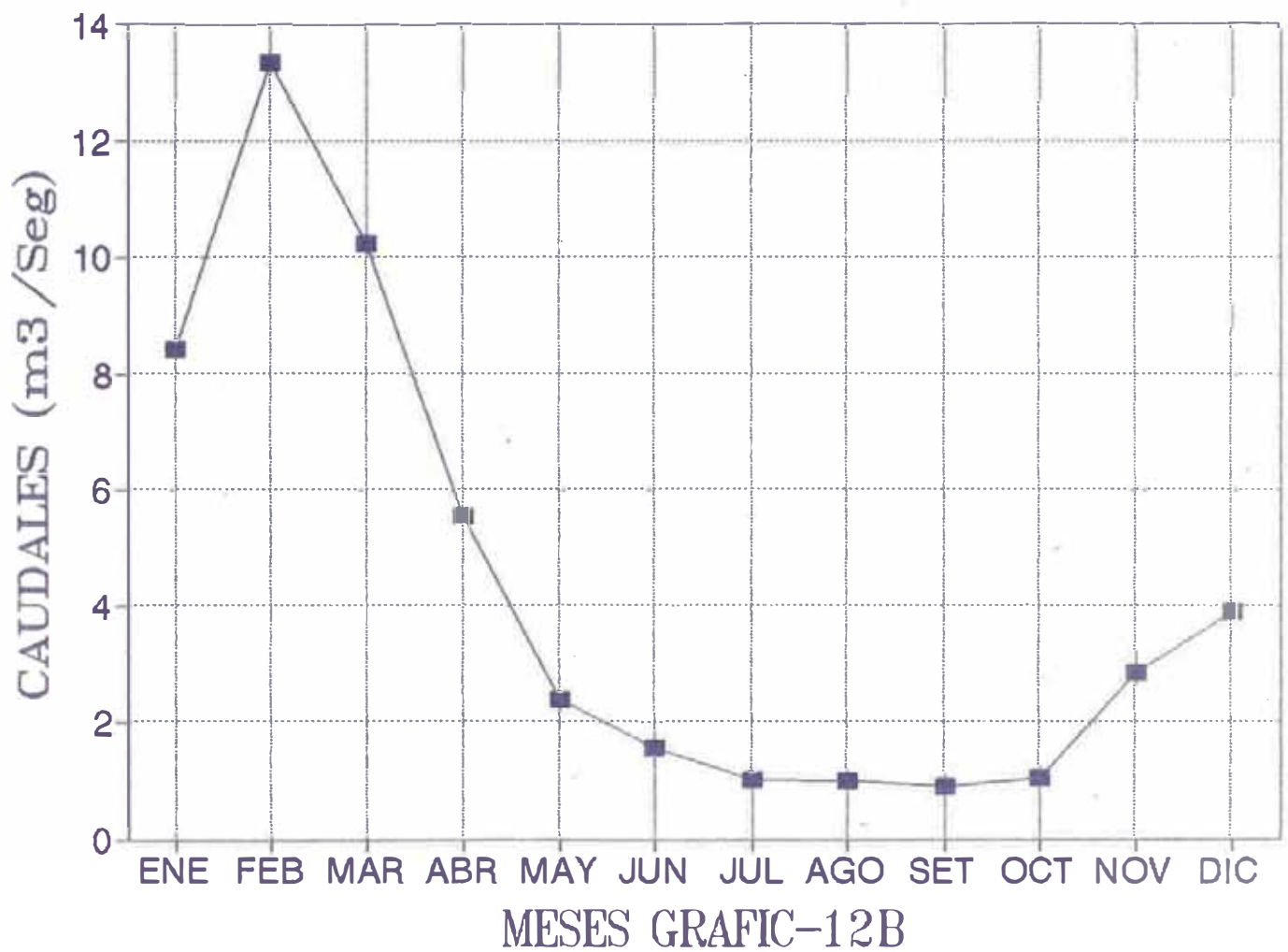
(\* ) Datos No Registrados FUENTE: Agroingeniería S.A.

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO  
SHULLCAS - ESTACION VILCACOTO



MESES GRAFIC-12A

DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DEL RIO  
SHULLCAS - ESTACION VILCACOTO



Como puede apreciarse en el Cuadro N<sup>o</sup> 13, las demandas de agua de los cultivos están expresadas en ( $m^3/seg$ ) estos datos fueron proporcionados por AGRO Ingeniería S.A. - Ingenieros Consultores. El máximo requerimiento de riego se presenta en el mes de Abril ( $0.770 m^3/seg$ ) y el mínimo, en Enero ( $0.296 m^3/seg$ ).

#### 4.5.2.2 Demanda de agua en la Cuenca.

En el cuadro N<sup>o</sup> 13, en el cual se indican las disponibilidades de agua, constituida por el aporte de la Laguna Huacracocha, siendo la única laguna de las antes mencionadas que tiene obras de ingeniería para la regulación.

Como demandas se consideran los requerimientos de agua potable de la ciudad de Huancayo ( $Q=0.600 m^3/seg$ ) y los requerimientos de riego de los cultivos).

Efectuando el balance hidrológico entre las disponibilidades y las demandas, obtenemos como resultado que existen excedentes entre los meses de Noviembre a Junio y déficit, en los meses de Julio a Octubre. (Cuadro N<sup>o</sup> 14).

Determinadas la magnitud de los déficit de agua, para las condiciones planteadas. Los cuales deben ser cubiertos por las aguas almacenadas en las lagunas Lasuntay ( $3'898,000 m^3$ )

Chuspicocha ( $1'284,000 m^3$ ) y por la laguna Rumnicocha.



### CUADRO N° 13

#### BALANCE HIDRICO DEL RIO SHULLCAS

MESES	DISPONIBILIDAD (m <sup>3</sup> /seg)			DEMANDAS (m <sup>3</sup> /seg)			BALANCE
	RIO SHULLCAS	LAGUNA HUACRACOCHA	TOTAL	AGUA POTABLE	RIEGO(*)	TOTAL	
ENERO	5.95		5.95	0.60	0.296	0.896	+5.054
FEBRERO	8.90		8.90	0.60	0.375	0.975	+7.925
MARZO	5.85		5.85	0.60	0.468	1.068	+4.782
ABRIL	3.87		3.87	0.60	0.770	1.370	+2.70
MAYO	1.49	0.15	1.64	0.60	0.729	1.329	+0.311
JUNIO	1.28		1.28	0.60	0.348	0.948	+0.332
JULIO	0.86	0.20	1.06	0.60	0.510	1.110	-0.050
AGOSTO	0.85	0.20	1.05	0.60	0.630	1.230	-0.180
SETIEMBRE	0.76	0.20	0.96	0.60	0.670	1.270	-0.310
OCTUBRE	0.83	0.20	1.03	0.60	0.537	1.137	-0.107
NOVIEMBRE	1.21	0.20	1.41	0.60	0.360	0.960	+0.450
DICIEMBRE	1.70	0.20	1.90	0.60	0.479	1.074	+0.826

(\*) Datos Agroingeniería.

### CUADRO N° 14

#### BALANCE HIDRICO DEL RIO SHULLCAS

DISPONIBILIDAD	(MMC/AÑO)	DEMANDA (MMC/A)	BALANCE (MMC/AÑO)
ENERO	187'638,200	28'256,256	+ 159'381,944
FEBRERO	280'670,400	30'747,600	+ 249'922,800
MARZO	184'485,600	33'680,448	+ 150'808,944
ABRIL	122'044,320	43'204,320	+ 78'840,000
MAYO	51'710,040	41'911,344	+ 10'514,720
JUNIO	40'336,080	29'896,128	+ 10'469,952
JULIO	33'428,160	34'904,960	- 1'476,800
AGOSTO	33'112,800	48'789,280	- 15'676,480
SETIEMBRE	30'274,560	50'050,720	- 19'776,160
OCTUBRE	32'482,080	35'856,432	- 3'374,352
NOVIEMBRE	34'465,760	30'274,560	+ 4'191,200
DICIEMBRE	59'918,400	33'869,664	+ 26'048,736

(\*) Datos Agroingeniería.

## CUADRO N° 15

## PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS (mm)

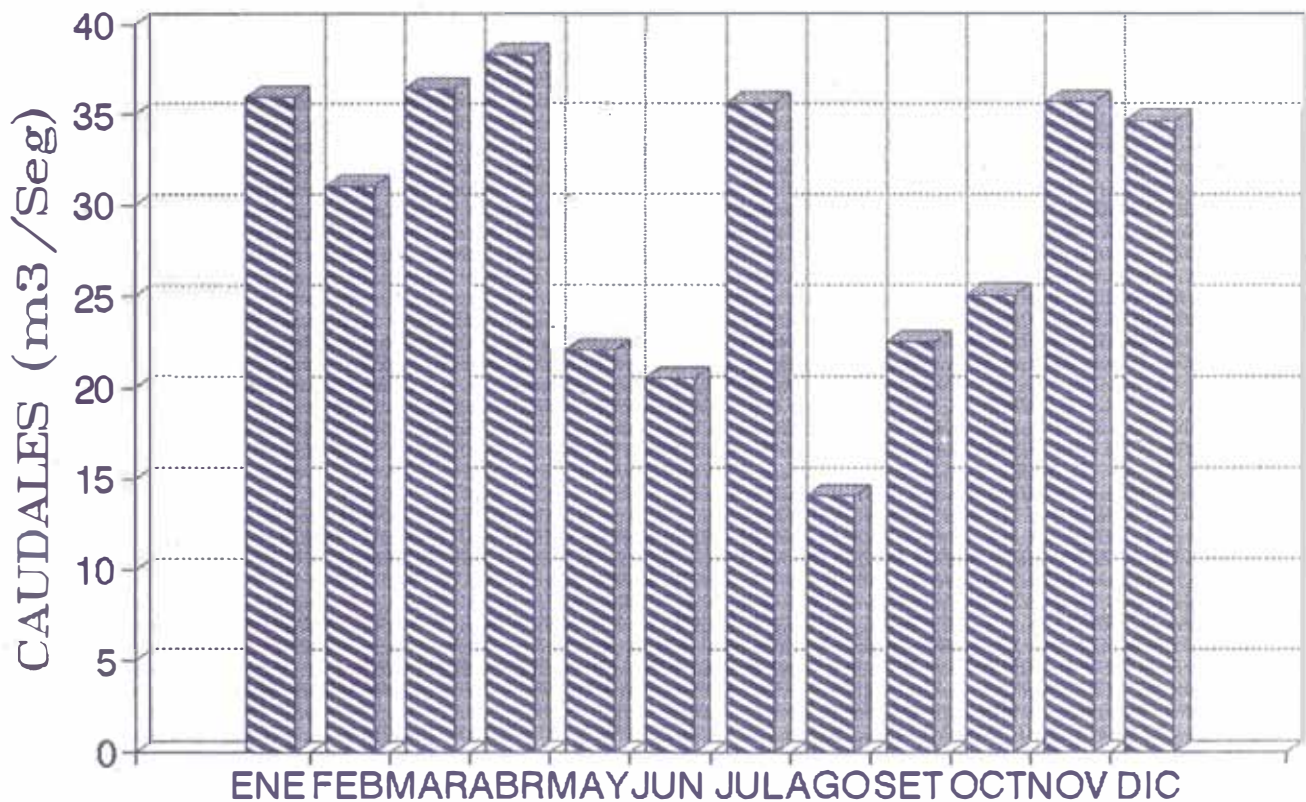
## ESTACION INGENIO

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEM	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEM	MAXIMA
1964	13.20	19.00	25.80	7.6	12.9	1.2	1.5	4.5	10.3	24.0	20.9	18.2	25.8
1965	20.90	31.10	21.10	6.0	7.1	0.3	5.5	7.7	13.9	6.0	13.8	23.8	31.1
1966	15.00	14.10	8.30	4.2	10.8	0.0	0.5	4.6	9.0	11.4	14.7	24.7	24.7
1967	20.00	30.80	36.40	7.2	11.3	4.9	9.5	13.4	10.8	21.3	6.7	21.0	36.4
1968	27.80	13.00	20.40	10.7	0.0	6.9	‡	‡	‡	‡	‡	28.0	28.0
1969	23.30	23.10	14.20	19.3	0.0	8.5	14.2	5.2	8.3	11.8	18.2	29.6	29.6
1970	34.40	22.60	23.60	26.2	7.2	20.5	4.3	0.0	16.3	17.4	31.0	22.8	34.4
1971	25.30	21.10	20.80	12.1	4.1	6.1	0.0	14.0	12.6	25.1	16.5	28.8	28.8
1972	18.80	11.00	19.10	38.3	15.7	0.0	4.5	4.4	9.4	15.8	11.7	15.6	38.3
1973	16.60	20.60	29.30	15.6	8.1	3.9	35.6	11.7	22.5	16.7	9.6	26.3	35.6
1974	36.00	27.70	15.70	24.1	0.0	8.5	1.9	7.9	1.9	24.9	35.7	33.9	36.0
1975	22.70	24.50	25.30	21.8	8.3	0.0	0.0	4.3	15.1	18.2	9.0	18.2	25.3
1976	23.30	28.90	12.10	10.1	3.9	3.9	1.1	2.9	5.1	9.1	8.2	9.9	28.9
1977	22.70	14.40	21.00	18.0	10.9	1.1	0.0	6.3	17.4	21.9	20.3	18.7	22.7
1978	30.30	22.90	14.70	5.7	13.2	2.6	3.1	0.0	17.3	7.1	17.0	10.6	30.3
1979	23.50	24.10	31.80	14.9	13.9	0.0	0.0	5.8	15.6	23.3	17.6	18.7	31.8
1980	17.72	22.30	‡	17.3	0.0	0.0	2.4	2.3	9.2	23.3	19.6	13.8	28.3
1981	27.70	29.90	14.00	6.7	22.1	0.0	0.0	10.1	9.7	21.2	18.6	34.7	34.7
1982	27.10	31.00	17.90	20.1	0.0	5.1	6.2	7.8	13.2	18.2	18.4	25.9	31.0
1983	17.30	21.00	27.7	18.5	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	27.7
MAXIM	36.00	31.00	31.8	38.3	38.3	22.1	20.5	35.6	14.0	22.5	25.1	20.9	28.3

(\*) Datos No Registrados

# PRECIPITACION MAXIMA EN 24 Hrs. (mm)

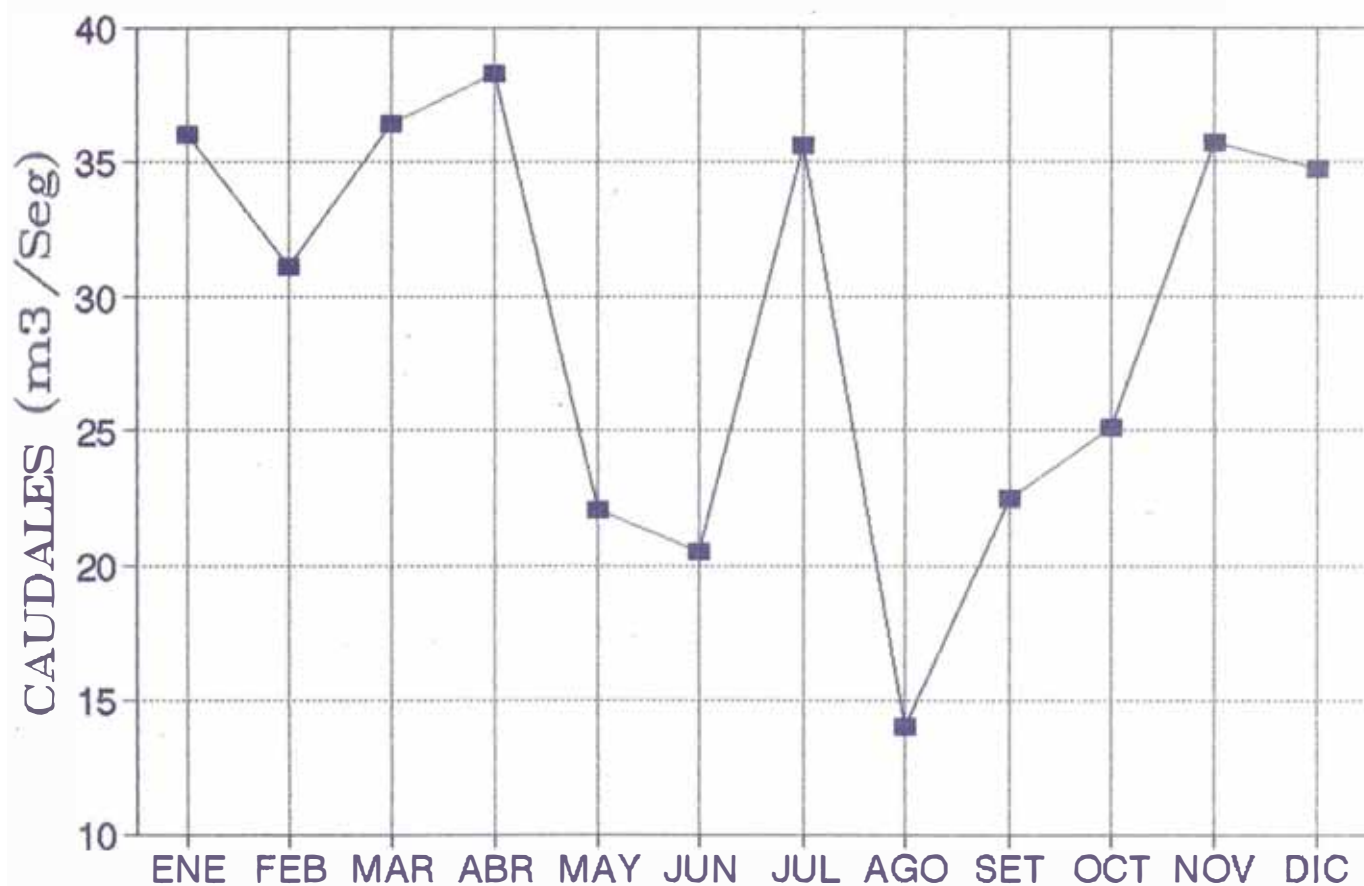
ESTACION INGENIO



MESES GRAFIC-15A

# PRECIPITACION MAXIMA EN 24 Hrs. (mm)

ESTACION INGENIO



MESES GRAFIC-15B

#### 4.5.2.3 Análisis de Máximas Avenidas

Las avenidas máximas para el río Shullcas, se han analizado a partir de los datos de precipitación máxima en 24 horas, registrados en la estación Ingenio (Cuadro N<sup>o</sup> 15).

Las precipitaciones máximas fueron ajustadas a la distribución de probabilidades logarítmicas y desarrolladas por Persona, cuya ecuación es:

$$\ln P = X + K*S$$

Donde:

$\ln P$  = Logaritmo de la precipitación máxima en 24 hrs a un determinado período de retorno.

$X$  = Media de los logaritmos de precipitación máxima en 24 hrs.

$K$  = Constante de función del período de retorno obtenido de tablas.

$S$  = Desviación estándar de los logaritmos de precipitación máxima de 24 hrs.

Definiéndose en la siguiente ecuación :

$$\ln P = 3.407 + 0.1432 * K$$

A partir del cual fueron determinadas las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes períodos de retorno (Cuadro N<sup>o</sup> 16).

Para la determinación de la descargas máximas considerando que estas se originan exclusivamente por acción de las lluvias se ha empleado la fórmula de MAC-MATH:

$$Q = C * P * A^{0.58} * I^{0.42} * 10^{-3}$$

Donde:

- Q - Caudal Máximo (m<sup>3</sup>/seg)
- C - Coeficiente de escorrentía
- P - Precipitación máxima en 24 hrs. (mm)
- A = Area de la cuenca (Hás)
- I - Pendiente del Curso principal (m/m)

Los resultados obtenidos son:

### CUADRO N<sup>o</sup> 16

#### ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES MAXIMA EN 24 HORAS Y DESCARGAS MAXIMAS CORRESPONDIENTES

TR (años)	K	Ln P	P max (mm)	Q max (m <sup>3</sup> /seg)
5	0.847	3.528	34.1	34.416
10	1.266	3.588	36.2	36.535
25	1.704	3.651	38.5	38.535
50	1.982	3.691	40.1	40.431
100	2.228	3.726	41.5	41.884
200	2.452	3.758	42.9	43.297



#### 4.6 Hidrografía

Los recursos hídricos de la provincia de Huancayo lo conforman las cuencas del río Mantaro, Shullcas y Cunas. Cuyo régimen fluvial depende de sus respectivas cuencas de recepción que son las áreas que reciben las cargas pluviales (lluvias) principalmente en época de invierno.

La cuenca en estudio empieza en los altos del nevado de Huaytapallana, terminando en la ciudad por donde finaliza el recorrido del río. La cuenca más grande la que envuelve a todo el valle de Huancayo es el Mantaro que comprende desde Jauja hasta los límites departamentales con Huancavelica.

Los ríos mencionados vienen sufriendo hoy contaminaciones por efecto de los relaves mineros de Centromín-Perú y de otras Compañías pequeñas.

La Infraestructura de riego en Huancayo es regular sin embargo en las lagunas y zonas altinas no se utilizan el agua con fines agropecuarios e Industriales, perdiéndose grandes volúmenes, principalmente en épocas de lluvias como consecuencia de la falta de una Infraestructura adecuada.

En cuanto a las lagunas del departamento estos vienen siendo utilizados en algunos casos para la explotación de truchas y otra gran parte están sufriendo modificaciones en su sistema biótico por efectos de la contaminación mineral, a continuación presentamos cuadros de ríos y Lagunas.



**CUADRO Nº 17****LAGUNAS EN EL VALLE DEL MANTARO**

NOMBRE	ALTURA	AREA	PROFUNDIDAD
	(m.s.n.m.)	km <sup>2</sup>	Max (m)
Lasuntay	4560	2.6	36
Chuspicocha	4550	2.4	35
Huacracochoa	4450	3.1	25
Yanacochoa	4485	1.8	10
Paca	3370	4.0	30

FUENTE: Ministerio de Agricultura

**CUADRO Nº 18****RIOS EN EL VALLE DEL MANTARO**

NOMBRE	UBICACION	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /seg)	
		MAX	MIN
Mantaro	Huancayo	630	30
Cunas	Chupaca	280	6
Yacus	Jauja	60	-
Seco	Concepción	30	-
Shullcas	Huancayo	45	0.6
Chanchas	Huancayo	35	0.5
Vicso	Concepción	2	0.05

FUENTE: Ministerio de Agricultura

#### 4.6.1 Laguna Chuspicocha

##### Ubicación

Coordenadas: 11°53'55" Latitud Sur  
75°03'59" Longitud Oeste

Se encuentra ubicada en la base del glaciar (DGA2) (Ver Plano Nº 2) que forma parte del flanco occidental del circo glaciar limitado por la cumbre del nevado de Huaytapallana Norte y el nevado Talves.

##### **Dimensiones: Originales:**

Cota del espejo de agua	4452.32 m.s.n.m.
Longitud máxima	800.00 m.
Ancho promedio	288.00 m.
Area del espejo de agua	235480.00 m <sup>2</sup>
Profundidad máxima	35 m.
Volumen almacenado	2'834000.00 m <sup>3</sup>
Batimetría del año 1977	

#### 4.6.2 Laguna Lasuntay

##### Ubicación

Coordenadas: 11°58'45" Latitud Sur  
75°02'22" Longitud Oeste

Se encuentra ubicada en la base del flanco occidental del circo glaciar (DGA5), que conforman la cumbre del nevado de Huaytapallana Sur y Lasuntay

<b>Dimensiones:</b>	<b>Originales:</b>
Cota del espejo de agua	4560.00 m.s.n.m.
Area del espejo de agua	260120.00 m <sup>2</sup>
Profundidad máxima	36 m.
Volumen almacenado	3'898000.00 m <sup>3</sup>
Batimetría del año 1977	

## **C A P I T U L O     V**

### **SISMOLOGIA DE LA ZONA**

#### **5.1 Origen y Generación de Sismos**

Durante la década de 1950 y 1960 se publicaron muchos trabajos acerca de la deformación de los fondos oceánicos y el desplazamiento de las masas continentales, que son considerados como el punto de arranque de la teoría tectónica global, lo cual en forma integrada explica el origen de los sismos. La ocurrencia de los volcanes, la formación de las cadenas montañosas y fenómenos de magnetización y parcialmente la deriva de los polos magnéticos, todo esto en forma lógica y coherente.

Los movimientos sísmicos son vibraciones de la corteza terrestre que se propaga en todas direcciones a partir del foco y que son originados por causas naturales.

Estudios científicos han llegado a determinar que los terremotos se originan de tres formas diferentes, por tectonismo, por vulcanismo o por impacto, los terremotos tectónicos ocurren debido a las zonas producidas por la repentina ruptura y desplazamiento de

las rocas que han sido deformadas hasta llegar al límite de su resistencia, los terremotos tectónicos son los más comunes y por lo general la de mayor magnitud.

El deslizamiento de bloques de roca-hielo en la laguna de Chuspicocha, se origino por el frisuramiento constante de las rocas, al factor climático y a movimientos sísmicos registrados en el instituto de Huayao.

## 5.2 Zonas Sísmicas en el Perú

El Perú se encuentra ubicada en una zona de gran actividad sísmica. El área y los niveles de seguridad pueden atribuirse directamente a la estructura de la corteza del país. El litoral peruano se extiende cerca del borde destructivo de la placa oceánica de Nazca; donde colinda frente a la placa continental (Sudamericano).

Un análisis de los focos sísmicos, muestra que dicha actividad concuerda con las direcciones generales de los mayores aspectos fisiográficos y geológicos del área. (Ver Fig. N° 11) de grandes terremotos en el Perú.

La distribución de los casos de actividad sísmica, junto con las consideraciones fisiográficas, geológicas y tectónicas del país, ha hecho posible que se identifiquen cinco zonas sísmicas (Tres de la Costa y dos Continentales), diferenciándose las de la Costa debido a la penetración del buzamiento de la placa de Nazca bajo la maza Continental.

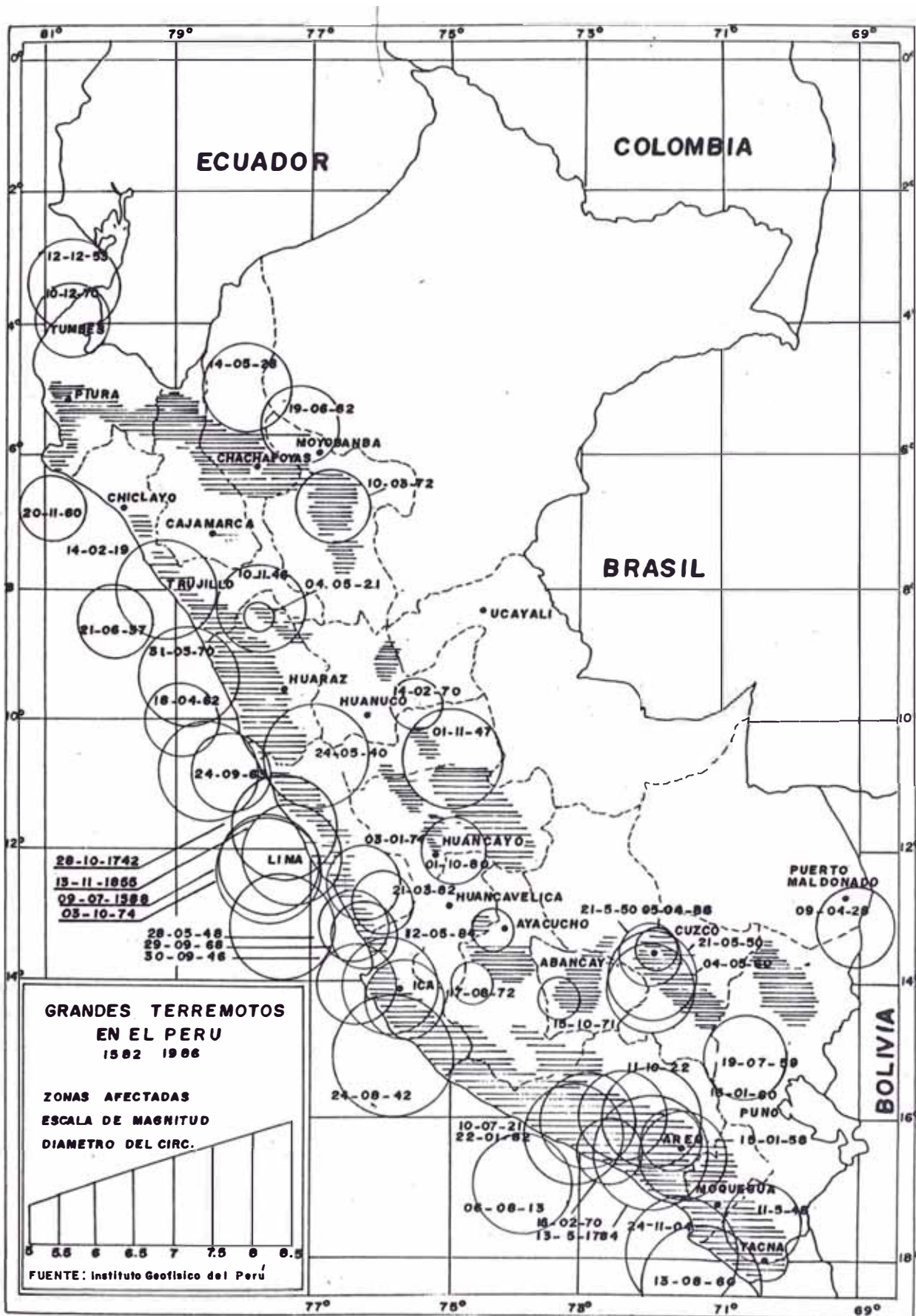


Fig.- II

**Zona 1:** En el área Norte-Oeste, se caracteriza por la gran concentración de sismos superficiales e intermedios.

**Zona 2:** Tectónica similar a la zona 1, aunque en lo que se refiere a actividad sísmica se parece a la zona tres, será separada de ésta última por la zona de transición que se encuentra situada en el tramo norte de la loma de Nazca.

**Zona 3:** Muestra una distribución uniforme de profundidades locales que se acrecientan progresivamente en la relación con la distancia al litoral, a igual que la zona cinco, muestra características fisiográficas y tectónicas únicas.

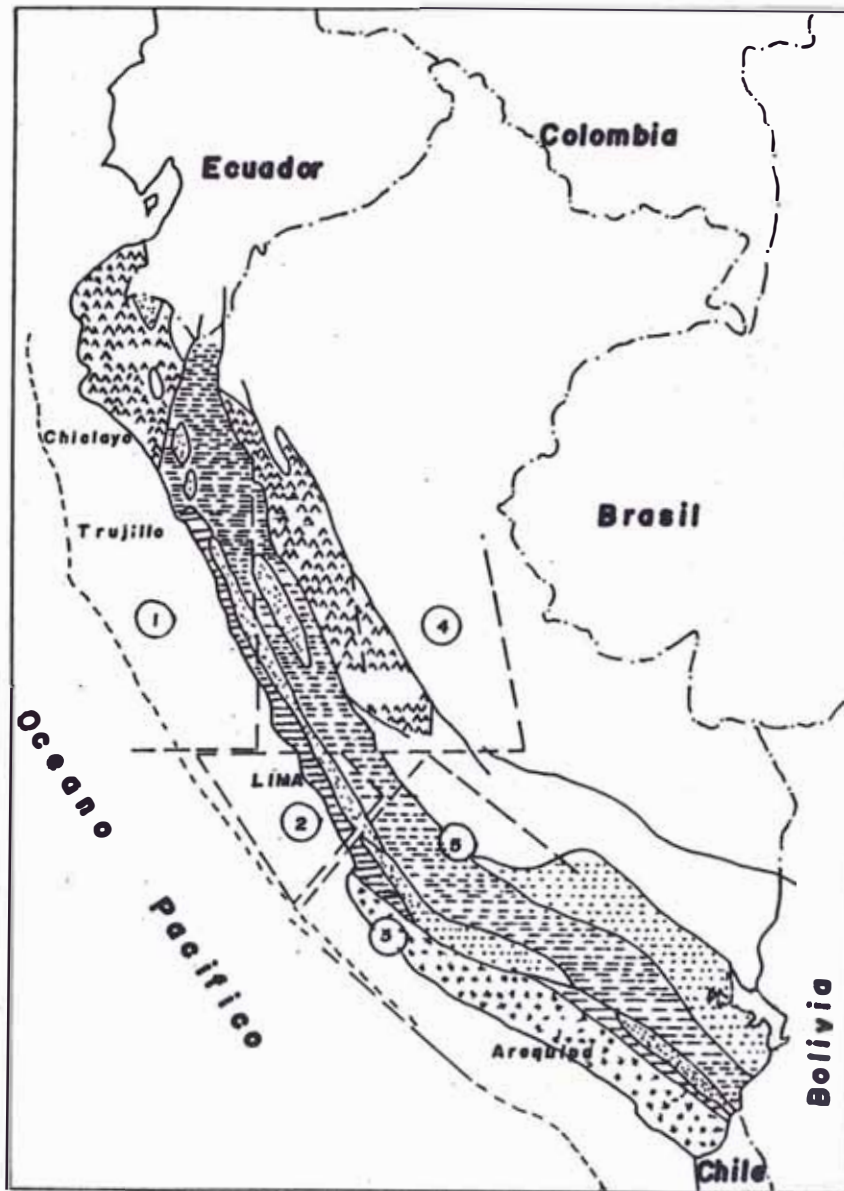
**Zona 4 y 5:** Se caracteriza por la gran cantidad de sistemas de fallas regionales que tiene una dirección N-S cerca del punto de unión entre los bloques cenozoicos, mesozoicos y paleozoicos.

Tanto las líneas de sus isoenergías (igual distribución de energía) como la distribución de focos sísmicos, indican una dirección general de sismicidad de norte  $30^{\circ}$  Oeste en el área norte y norte  $60^{\circ}$  W en el sur.

La zona de estudio (Ver Figura N<sup>o</sup> 12 y 13 de zonas sísmicas y curvas de máximas intensidades sísmicas), corresponde al sector de la falla central y a la zona N<sup>o</sup> 4 donde se encuentran sistemas de fallas regionales.



# ZONAS SISMICAS



## GEOLOGIA DE LOS ANDES PERUANOS

### LEYENDA

- |  |                              |  |
|--|------------------------------|--|
|  | LAVAS, LUTES Y ARENISCAS     |  |
|  | CALIZA, ARCILLA.             |  |
|  | CUENCA DEL ANTIPLANO MELASES |  |
|  |                              |  |
|  |                              |  |

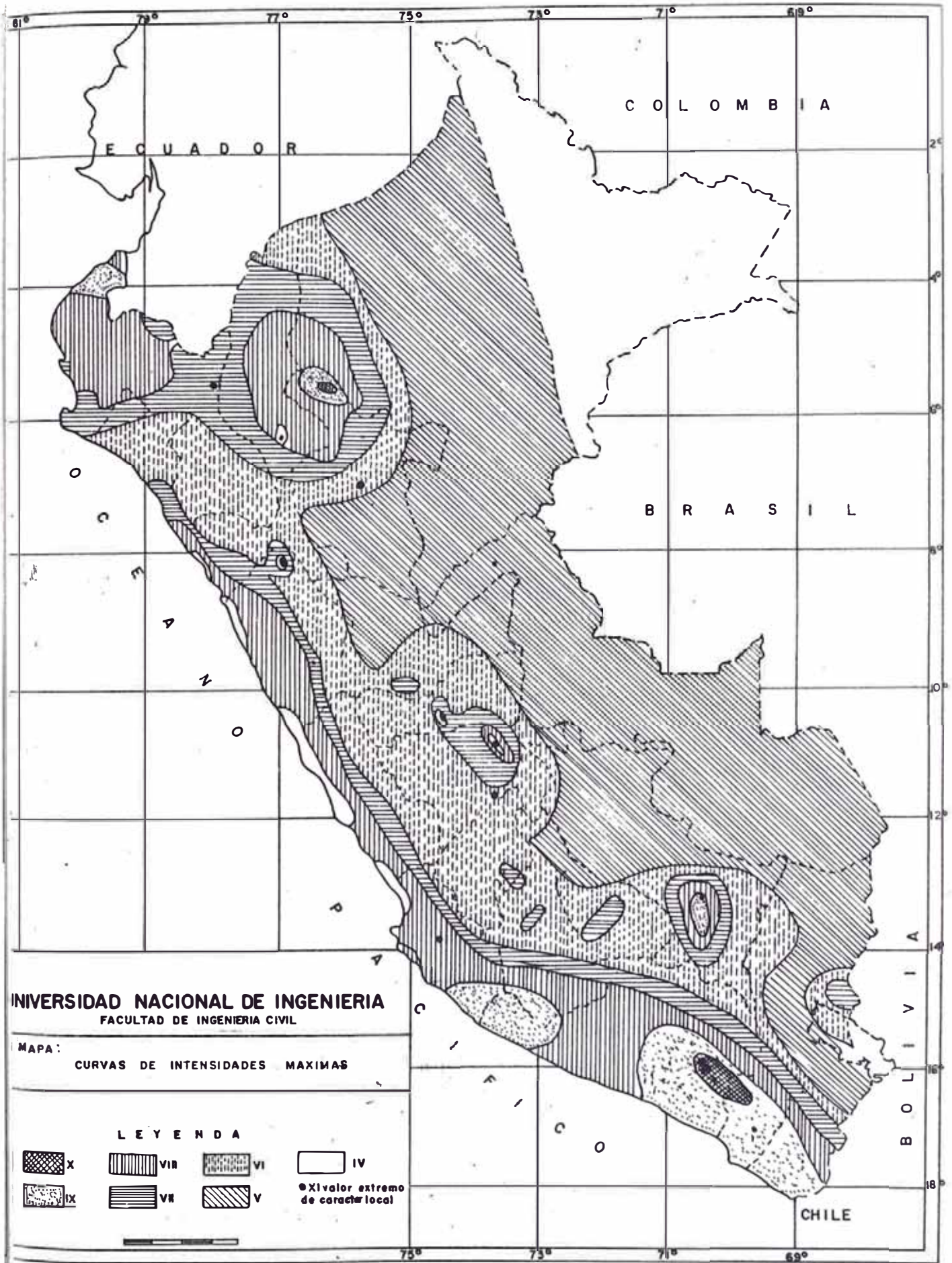
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PLANO SISMICO DEL PERU

FUENTE : INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

Ruben Beltran.

Fig.- 12



Ruben Beltran.

Fig. - 13

Es el centro de una alta actividad sísmica por encontrarse dentro de la curva de liberación de energía sísmica de  $1000 \times 10^{19}$  erg. por  $1^\circ \times 1^\circ$  (latitud x longitud) y magnitudes menores de 6 a 7 en la escala de Richter.

Por esta razón es que se debe considerar su influencia sísmica sobre las áreas glaciares de la cordillera del Huaytapallana.

### **5.3 Rasgos Sísmicos en la cuenca del Río Shullcas**

Es importante indicar que la avalancha que dio origen al aluvión el 28 de diciembre de 1990, se produjo por efectos de carácter gravitacional y por movimiento sísmico debido a la reactivación de la falla de Huaytapallana, como puede observarse en el registro sísmico del observatorio sísmico de Huayao (Huancayo) Fig. N° 14.

Se debe tener en cuenta la presencia de una serie de fallas que cortan transversalmente la cuenca del río Shullcas, como se puede observar en el plano geológico de la cuenca, especialmente de la falla activa Huaytapallana que corre paralela al flanco occidental de la Cordillera Huaytapallana y se encuentra ubicada muy cerca de las lagunas Lasuntay, Chuspicocha y Rumicocha (Ver Plano N° 3) del Sector Superior de la Cuenca), una reactivación de la falla mencionada, daría lugar a movimientos sísmicos dependiendo de la magnitud de esta se generarían desprendimientos de las áreas

glaciares, sobre todo de las que se encuentran en calidad de colgantes en el sector de las lagunas antes mencionadas.

#### **5.4 Historia General de Sismos en Huancayo**

De la información consignada en el boletín 3-serie C que trata de los sismos más notables en el Perú entre los años de 1513 - 1934 (INGEOMIN), se reporta los siguiente:

##### **24 de Julio de 1969 a las 22:00 horas**

Un sismo de magnitud 5.7 y de profundidad de un kilómetro, causó ligeros daños en las construcciones rurales de los caseríos, pueblos de Chilifruta, Lampa, Pomamanta y Pariahuanca en los Andes Orientales, distantes en promedio unos 50 km, al NE de Huancayo. Después del movimiento de tierra, se observó en las quebradas del nevado de Huaytapallana un desplazamiento vertical del terreno. Según DEZA (1971) el bloque NE se levantó unos cuantos centímetros respecto al bloque SW.

##### **1ro de Octubre de 1969 a las 00:06 Minutos**

Otro sismo, esta vez de magnitud 6.2 volvió a sacudir la región conmovida en el mes de Julio. Murieron 130 personas y numerosos heridos. Quedaron dañadas las viviendas de adobe, tapial y piedra, de los caseríos y distritos ya citados.



En Huancayo la intensidad fue de grado V en la escala de M.M. de las paredes altas se produjeron derrumbes, en el terreno hubo agrietamientos y cambios de nivel hidrostático evidenciando por la desecación de 4 lagunas.

Un efecto primario advertido por los campesinos del lugar con una intensa grieta después del sismo del 24 de Julio fue la escarpa de falla estudiada por la comisión que enviaría al lugar el Instituto Geofísico del Perú en la Primera quincena del mes de Octubre.

DEZA (1970) informó que la falla producida el 24 de Julio fue reactivada posteriormente, en un punto situado a 6.5 km al NE de la Hacienda Acopalca.

Alcanzó un desplazamiento vertical de 1.6 metros y en dos lugares situados a 1 km al SE y 2.5 km al SE de este punto, se pudo medir un desplazamiento horizontal de 0.70 m. La falla tenía un rumbo de N 60° W y un buzamiento de 65° NE, extendiéndose unos 16 km desde el 24 de Julio hasta el 31 de diciembre, el observatorio de Huayao, registró más de dos mil réplicas provenientes de esa región.

#### **5.4.1 Parámetros Sísmicos**

Una vez definido los niveles de intensidad correspondiente a la cuenca del río Shullcas, deben ser convertidos en niveles de aceleración máxima horizontal, utilizando relaciones promedio entre las expresiones correspondientes a Japón, y al Oeste de los EE.UU., sugeridos por MURPHY y O'BRIEN (1978). En

base a correlaciones entre datos instrumentales y macrosísmicos a nivel mundial o también puede ser utilizadas las relaciones de aceleración - intensidad como la propuesta por COULTER, Waldrom y Devine (1973) que se representa en la Fig. N° 15.

Para el calculo de la intensidad se ha considerado un sismo de referencia con intensidad epicentral máxima  $I=11$  M.M. y la atenuación indicada en la Fig. N° 16, obtenidas para sismos relacionados a fallas activas.

Las aceleraciones correspondientes son indicadas en la Fig. N° 15 de acuerdo a las condiciones geológicas.

Los conceptos de magnitud e intensidad son términos que se emplea en la sismología para comparar un sismo con otro, por eso es importante que los conceptos sean definidos en el presente capítulo.

**Magnitud Sísmica.**- Concepto de magnitud lo introdujo C.F. Richter en el año 1975 con el propósito fundamental de poder comparar energía liberada entre diferentes sismos.

Según Richter, físicamente es la medida de la intensidad sísmica del terreno un punto localizado a 100 km. de epicentro.

**Intensidad de un sismo.**- Por intensidad debe entenderse el efecto local que sobre diferentes sitios produce un mismo sismo.

Es necesario observar la diferencia entre magnitud e intensidad. Magnitud es energía liberada, mientras

que intensidad es efecto. Por un mismo sismo determinado habría una magnitud, mientras que intensidades habrá diferentes de acuerdo con la posición donde se evalúa y de la estimación de quien evalúa el efecto.

Escalas para la evaluación de la intensidad existen probablemente desde comienzos del siglo XVII. En la actualidad la escala de intensidad más empleada es la de Mercalli modificada por Wood Newman, razón por la cual se llama escala de Mercalli modificada (mm).

### **5.5 Actividad Sísmica del Huaytapallana y de la Cuenca del Mantaro Desde el Año 1969**

Los dos terremotos del Huaytapallana son los únicos grandes eventos de corteza que han ocurrido en los Altos Andes del Perú desde el desarrollo de la sismología moderna y han sido estudiadas extensamente, sus profundidades fueron menores de 10 km y produjeron rajaduras en la superficie a lo largo de la falla del Huaytapallana. (Ver fig. 17).

**FALLA HUAYTAPALLANA.**- La falla fue conocida en ese tiempo, pero no como una falla activa, las deformaciones de la superficie también fueron estudiados.

Dos segmentos diferentes fueron reactivados, separados por una brecha de 4 km. donde ninguna fractura fue observada (Ver Fig. 17). El segmento del Sur mide 4 km.

El promedio de desalojamiento horizontal de 0,7



mts., mientras que la ordenada vertical es 1.8 m.

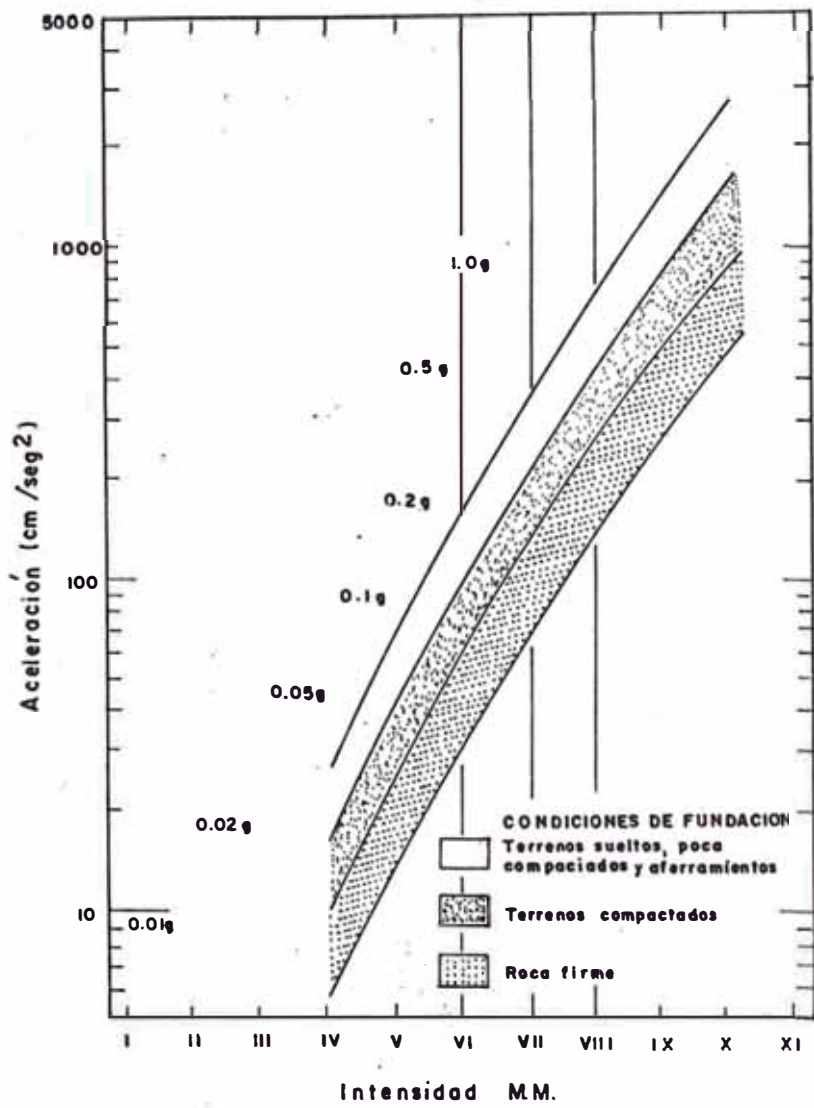
Las tijeras oblicuas en "Anchilón" siempre asociadas con fallas pequeñas están desarrolladas a lo largo de toda la falla principal. El segmento del norte tiene 9.5 km. de largo y golpea los  $320^{\circ}$  N, este exhibe una ordenada vertical de 2 m. y no hay evidencia de un alojamiento horizontal.

Las observaciones de campo claramente indicarán un movimiento vertical reverso en ambos segmentos, sobre planos inclinados de preferencia escarpados hacia el nor-este.

Los momentos sísmicos fueron  $1.8 \times 10^{25}$  y  $9.8 \times 10^{25}$  dinas-cms. Respectivamente, asumiendo que las ordenadas observadas de 1.8 y 2.0 respectivamente representa un desplazamiento vertical principal a lo largo de las fallas, se calcula que las longitudes de fractura fueron de 5 km y 12 km.

La ruptura de la brecha: Separando los dos segmentos produciría un terremoto bastante comparable en magnitud al del 24 de julio de 1969.

Solo tres eventos dignos de confianza podrían estar relacionados a las fallas del Huaytapallana que han sido localizados por el ISC (Centro Sismológico Internacional) y NEIS (Servicio Nacional de Información Sísmica). desde enero de 1970, Setiembre 29, 1970 (mb = 4.37); noviembre 23, 1970 (mb = 4.9) y agosto 16, 1980 (mb = 4.7) por lo tanto es probable que haya un período



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PLANO  
RELACION ENTRE ACELERACION. INTENSIDAD

Fig.- 15

FUENTE  
COULTER WALDRON Y DEVINE. 1977

Ruben Beltran

Fig.- 15

**SISMO DE LA FALLA HUAYTAPALLANA**

(01-10.1969)

$\ln I = 2.35 - 0.021D$        $r = 0.96$

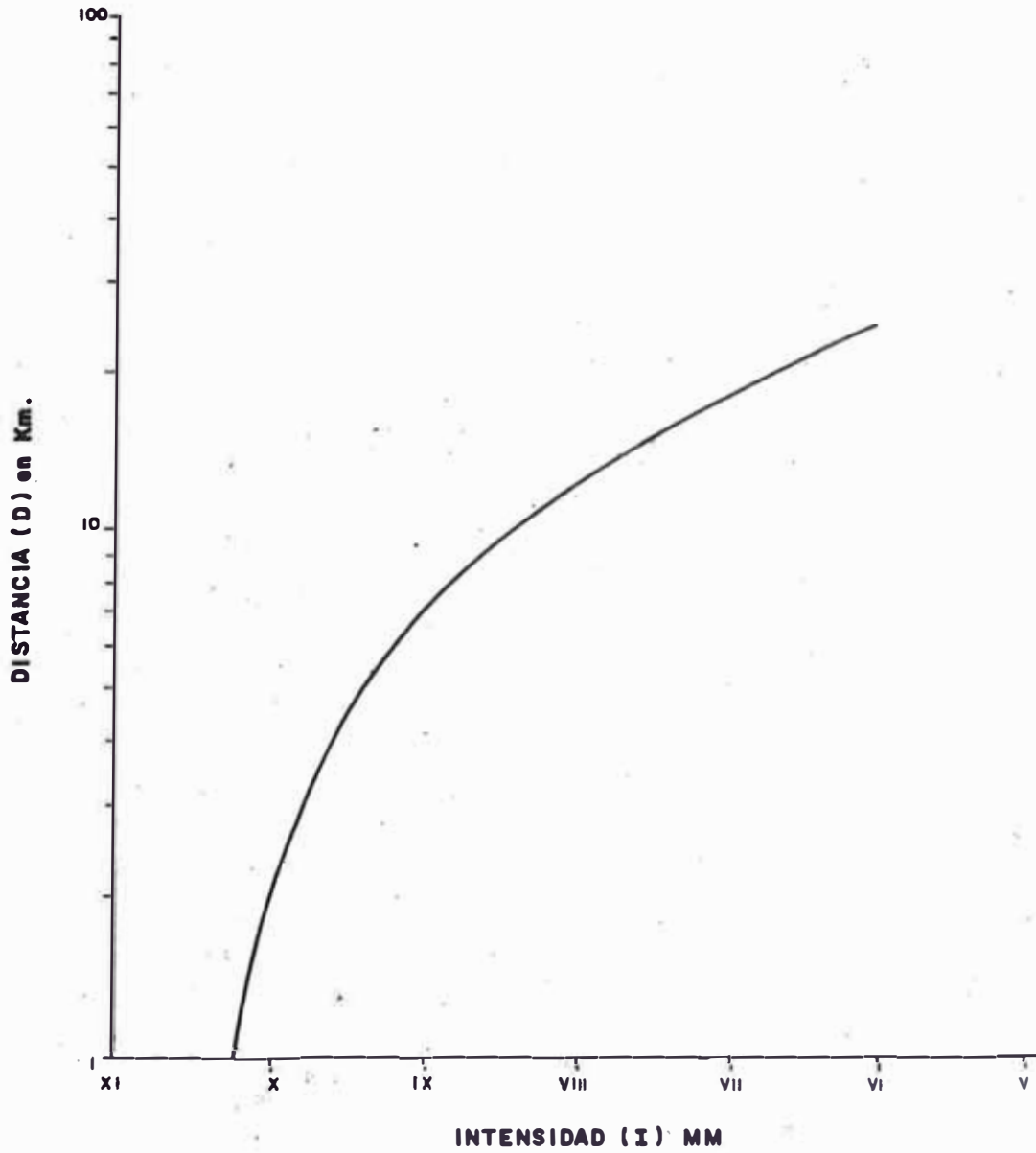


Fig. 16

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

RELACIONES DE ATENUACIONES DE  
INTENSIDADES PARA SISMOS  
SUPERFICIALES.

FUENTE: ELECTROPERU

de 10 a 24 años de silencio sísmico.

Sin embargo un análisis cuidadoso de los sismogramas del Observatorio de Huayao, usando tiempos S - P, polarización de ondas P, revela una actividad permanente son un promedio de una a tres microterremotos por semana.

Las ondas corporales se transmiten de dos maneras:

**Ondas primarias (P):** Son ondas compresionales, y son similares a aquellas que portan energía que transmite el sonido.

**Ondas secundarias (S):** Son ondas transversales, se asemejan a las observadas en una cuerda que se hace mover en un plano sujetando al acuerdo a un extremo fijo moviendo el extremo libre.

La velocidad de las Ondas P, siempre es superior a las Ondas S. Por este motivo a una estación sismológica siempre llegan las ondas P que las ondas S. Las ondas S tienen mayor capacidad de destrucción sobre las construcciones que las ondas P, porque tienen mayor amplitud con períodos relativamente similares. Por este motivo, es sismo que siente un observador se inicia con sacudimientos suaves que luego aumentan su intensidad.

## **5.6 Probable Evolución Temporal de la Actividad Sísmica**

De acuerdo a los trabajos de investigación de

microterremotos que fue puesto en marcha por el Instituto Geofísico de estramburgo y el Instituto Geofísico del Perú, en Julio y Agosto de 1985.

Donde la meta general era monitorear la sismicidad de la corteza de la cordillera oriental y poner particular atención al área del Huaytapallana, usando un programa de computación (Hypoinverse)

Dando la indicación que la falla del Huaytapallana es activa, por haberse encontrado epicentros en el llano oriental (Cordillera Oriental), el cual la mayor parte de los rasgos tectónicos, siguieron un estado compresional de tensión, con lo principal tensión compresiva transversal al eje de la cadena.

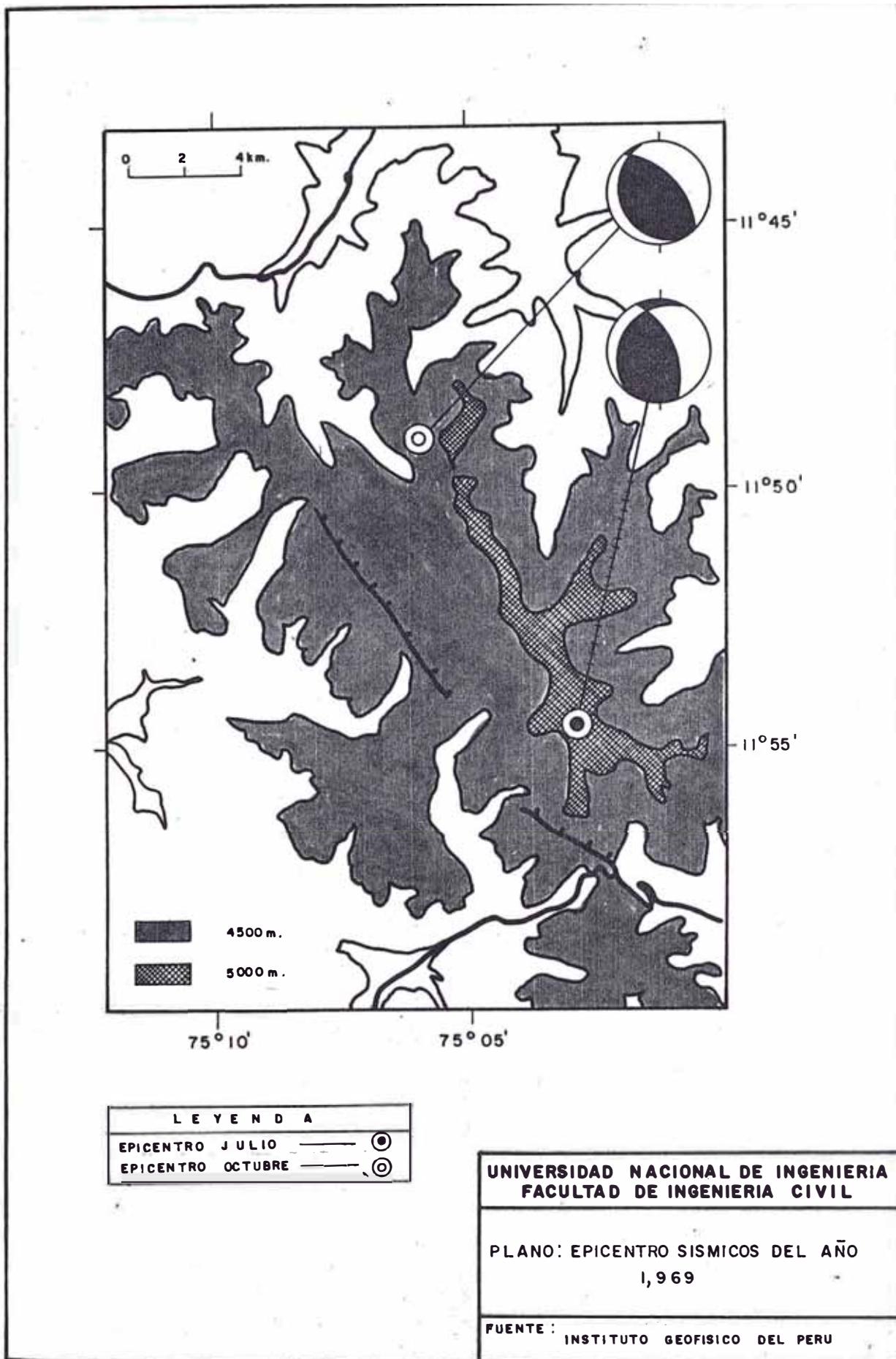
Los mecanismos focales indicaron un fallamiento reverso con componente golpe-falla, el cual podría ser pequeño en algunos casos. pero dominante en otros de acuerdo a la orientación de la falla con respecto al tensor de tensión.

La actividad de la falla del Huaytapallana muestra una expansión notable, los amontonamientos de tensiones en las extremidades del segmento roto podrían anunciar una futura continuación de cortes y de sismos y la probable actividad sísmica ya que son mas 24 años de silencio sísmico el cual nos pone en alerta de esta situación.

Según los estudios por dichos institutos no se localizó algún terremoto en la vecindad de la falla del

Huaytapallana desde 1980, en consecuencia la actividad observada en 1985 dentro de las brechas no rotas durante la secuencia de 1969 podrían aparecer como fenómenos precursores anunciando dos terremotos mayores bajo esta hipótesis, el primero podría ocurrir donde la falla del Huaytapallana, cambia su dirección de  $100^{\circ}$  N a  $140^{\circ}$  N. Este nudo habría jugado el rol de barrera durante la secuencia de 1969 y debería jugar el rol de aspereza ahora.

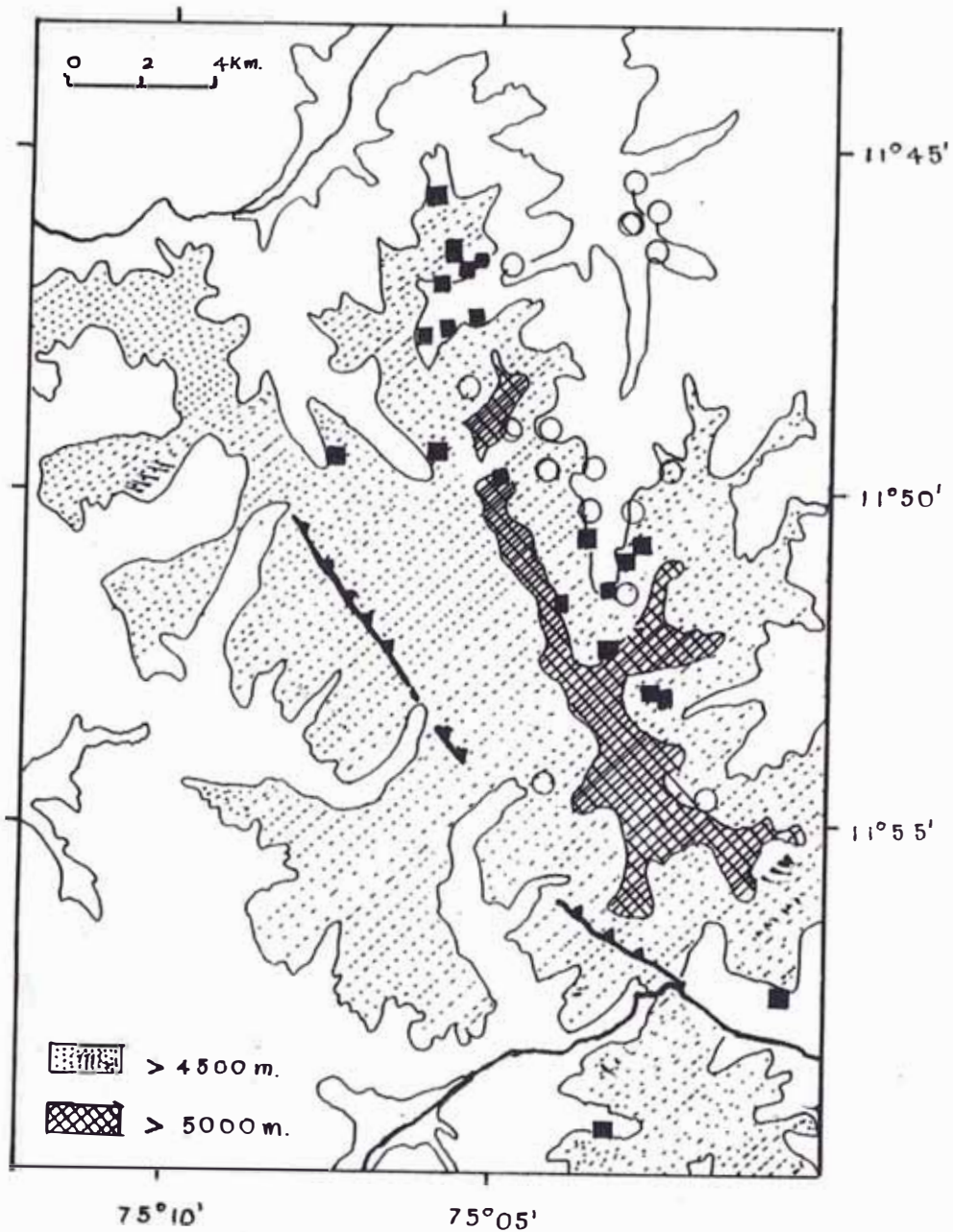
Este terremoto podría tener una magnitud similar a la del 24 de Julio de 1969. La segunda podría ocurrir en su extensión que no ha sido reconocida hasta ahora. Por lo tanto es difícil predecir el tamaño de un futuro terremoto eventual en esa zona en todo caso de acuerdo a las dimensiones de los asentamientos, esta debería ser por lo menos fuerte como el primero.



Ruben Beltran

Fig- 17






LEYENDA	
■	ZONA DE EXPERIMENTO DEL INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU (año 1980)
○	ZONA DE EXPERIMENTO DEL INSTITUTO GEOFISICO FRANCES (año 1985)
	FALLA GEOLOGICA DEL NEVADODE HUATAPALLANA

FIG-17B

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 ESTUDIO SISMICO DE LA FALLA  
 GEOLOGICA DEL HUAYTAPALLANA

FUENTE: INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

## **C A P I T U L O      V I**

### **MICROZONIFICACION**

#### **6.1 Microzonificación de los Asentamientos Humanos y Comunidades Campesinas, ubicados en las riberas del río Shullcas**

Según el Ing. (Kuroiwa, 1990), la microzonificación consiste en estudiar de manera multidisciplinaria el área de interés, tomando en consideración todos los desastres naturales que puedan ocurrir en ella como: Terremotos, deslizamientos, avalanchas, aluviones, fallas de suelo, etc. Esta área de interés se selecciona de acuerdo al siguiente criterio:

- 1.- Ciudades importantes con rápido crecimiento demográfico
- 2.- Centros poblados importantes que tienen problema de seguridad física.
- 3.- Ubicación de obras importantes que se ejecutarán en la región en un futuro cercano.

Luego de seleccionar el área, y de estudiar los desastres que allí se producen para cada peligro potencial, se prepara un mapa de amenazas por sub zonas y su grado de peligro. La superposición de estos mapas permite obtener un mapa de origen compuesto, donde el área de estudio queda dividida en sectores de diferente peligro, y es este el mapa de microzonificación de peligro de desastres. Este mapa es esencial en el esfuerzo de reducir las pérdidas humanas y materiales; por ejemplo en un planeamiento urbano, los sectores más seguros son destinados para los componentes urbanos más importante, como áreas residenciales de alta densidad, núcleos educativos, etc.; mientras que los sectores que ofrecen mayor peligro son usados para recreación abierta, parques, avenidas amplias, paseos y otros usos apropiados.

La cuenca del río Shullcas ubicada en la ciudad de Huancayo, fue escogida para el presente estudio debido a que sus pueblos tienen problemas de seguridad física. Ante desastres como aluviones y sismos.

Los lugares estudiados son; comunidades campesinas, barrios y asentamientos humanos. Las comunidades campesinas (Acopalca, Pañaspampa, Chamicería) fueron creados por instituciones dedicados a la crianza de ganados (SAIS TUPAC AMARU) los barrios y asentamientos humanos se crearon por necesidad, debido a la demanda de vivienda. (Salcedo, Centenario, Manchego Muñoz, AA.HH. Santa Rosa)

En los capítulos anteriores hemos identificado y estudiado los fenómenos naturales que más han afectado o puedan afectar a la población de la cuenca. El paso siguiente es el estudio de las condiciones físicas locales y la relación que tienen con los fenómenos, en los capítulos siguientes se estudia la situación actual de las edificaciones, y de la infraestructura urbana de servicios, desde el punto de vista de la vulnerabilidad.

Por todo lo expuesto es conveniente zonificar los pueblos, de acuerdo a los estudios realizados de geología, geomorfología, mecánica de suelos, etc.

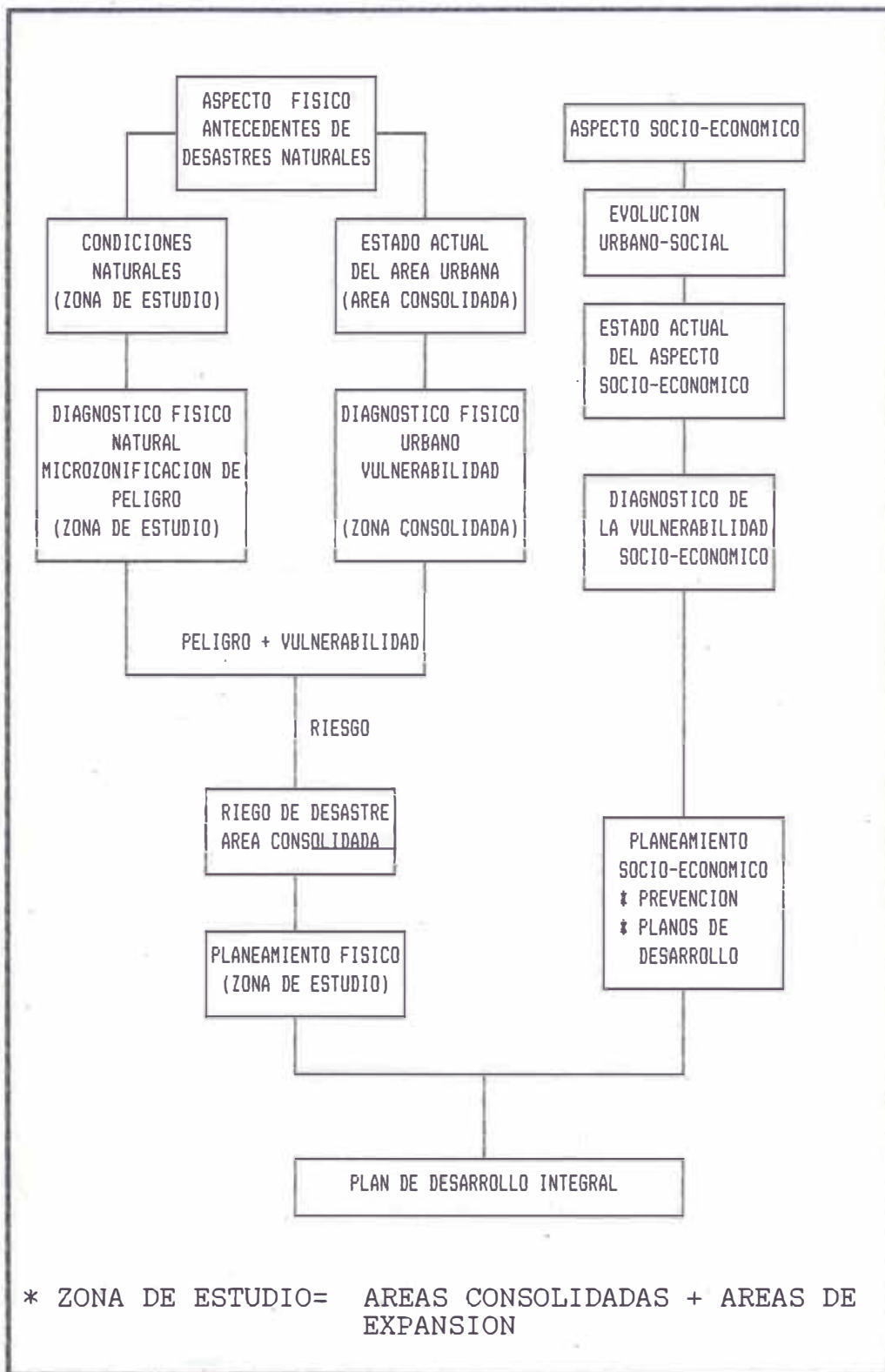
La Comunidad Campesina de Acopalca presenta una morfología moderada, está asentado al pie de cerros que tienen pendientes pronunciadas (50%) y están sujetos a erosión durante las épocas de lluvia cuya naturaleza es aluvial. Presentan suelos de origen cuaternario aluvial, conglomerado.

El segundo pueblo estudiado es Acopalca, igual al primero tiene problemas de erosión de los cerros, sus suelos son tierra orgánica, arcillosa, arenosa, con gravas angulares altamente compactados.

Es zona susceptible a inundación porque esta al borde de una quebrada, por las que drena el agua en épocas de lluvia.

Los lugares de la zona urbana, que están ubicadas en las orillas del río Shullcas, tienen un problema en común, inundaciones en época de lluvia y aluviones por problemas geodinámicos.

## METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACION



## 6.2 Microzonificación debido a la Geodinámica externa

La causa natural, que más a afectado a la cuenca del río Shullcas es el aluvión. Este fenómeno se ha dado de dos formas, una por el rompimiento del dique de contención de la Laguna Lasuntay y la otra por desprendimiento de roca-hielo del nevado.

El problema que esta latente es la posible ocurrencia de un sismo o aluvión de mayor magnitud. Por eso se designan sectores de peligro que hoy deben ser evacuadas a zonas de mayor seguridad, esto lo veremos en los planos de los asentamientos y comunidades campesinas elaborados. Las áreas más desfavorables deberán ser designadas para áreas recreacionales abiertos, avenidas, etc.

De las zonas estudiadas, el lugar a ser el más afectado es, el barrio de Salcedo. (Ver Plano N° 5) por estar ubicado en una zona baja cercana al río, tener una Topografía Plana y no presentar ninguna obra de protección. Las manzanas comprometidas son tres y albergan al rededor de 200 familias, las calles que servirán como ruta de escape son; Psje. María, Atahualpa y el Jr. Alfonso Ugarte.

El peligro que existe en el caso de que se produzca un nuevo aluvión, de mayor intensidad, es que cause fuertes erosiones en las calles y dejen las casas en un estado peligroso para su permanencia. (Ver plano N° 5) específico de Defensa Civil.

Las obras civiles como canales de irrigación, puentes, centrales hidroeléctricas, deberán ser protegidas o reactivadas en lugares seguros donde no pudieran ser afectados por un nuevo aluvión. (Ver Plano de Obra de ingeniería)

El presente estudio de microzonificación se hizo en toda la cuenca del río Shullcas, como base se tomo los poblados de Acopalca, Pañaspampa, Chamicería, Vilcacoto, Asentamiento Humano Santa Rosa y Manchego Muñoz.

Este capítulo sintetiza los resultados de todos los estudios anteriores y se presenta en los planos (Nº 7, 8, 9 y 10).

Este estudio debe ser tomado en cuenta por las autoridades que de una u otra forma tenga que ver con la planificación, pues después de muchos años de haber elaborado un plan director, éste se ve vulnerado por no tener una visión en cuanto a desastres naturales que pudiera originar el nevado de Huaytapallana entre otros. Debido que solo se centraron en la ciudad, mas no así en sus periféricos.

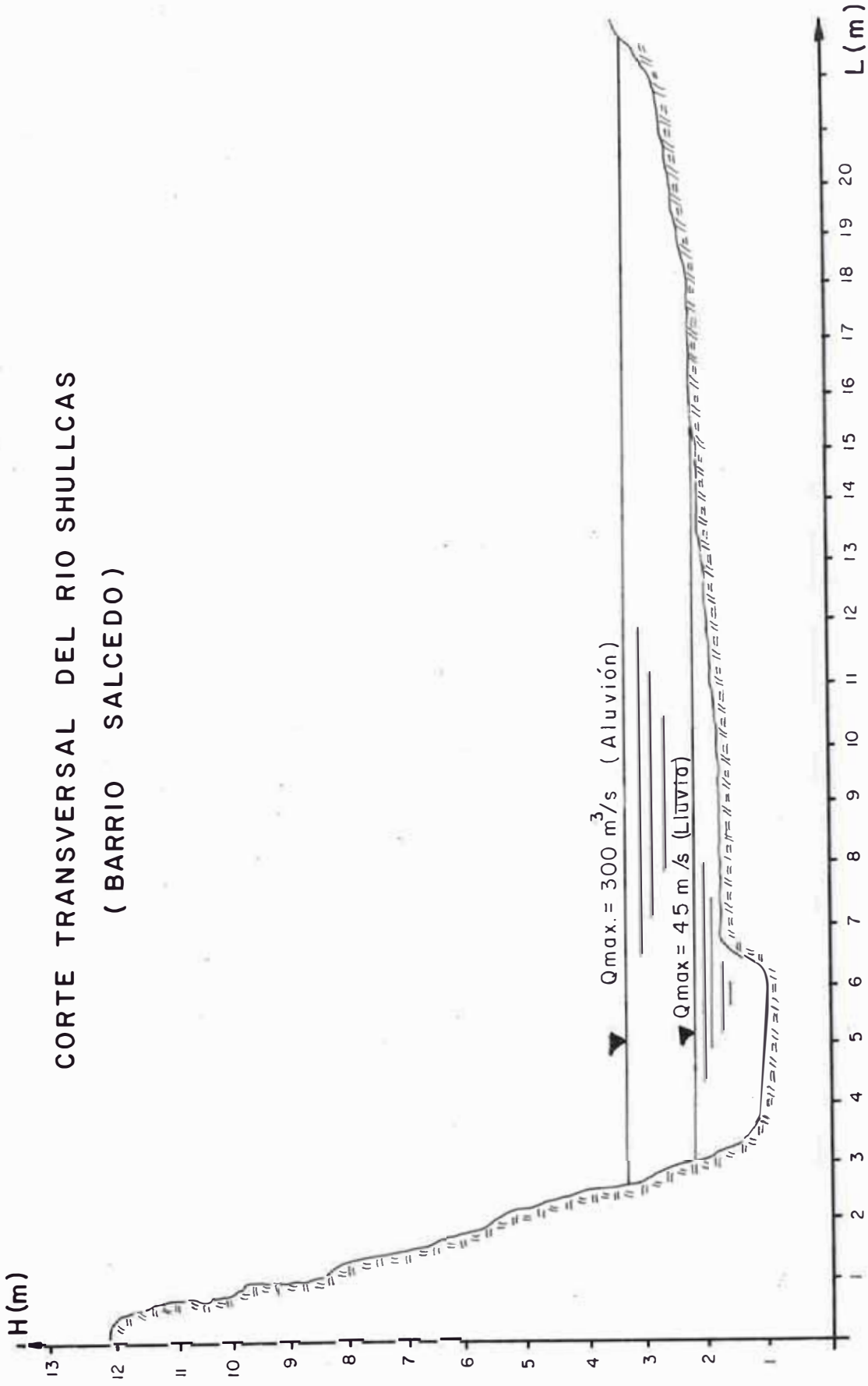
Pues el municipio es vulnerado por sus mismas autoridades, por permitir y otorgar licencias de construcción en lugares no permitidos, promovido por intereses políticos, mas no así técnicos.



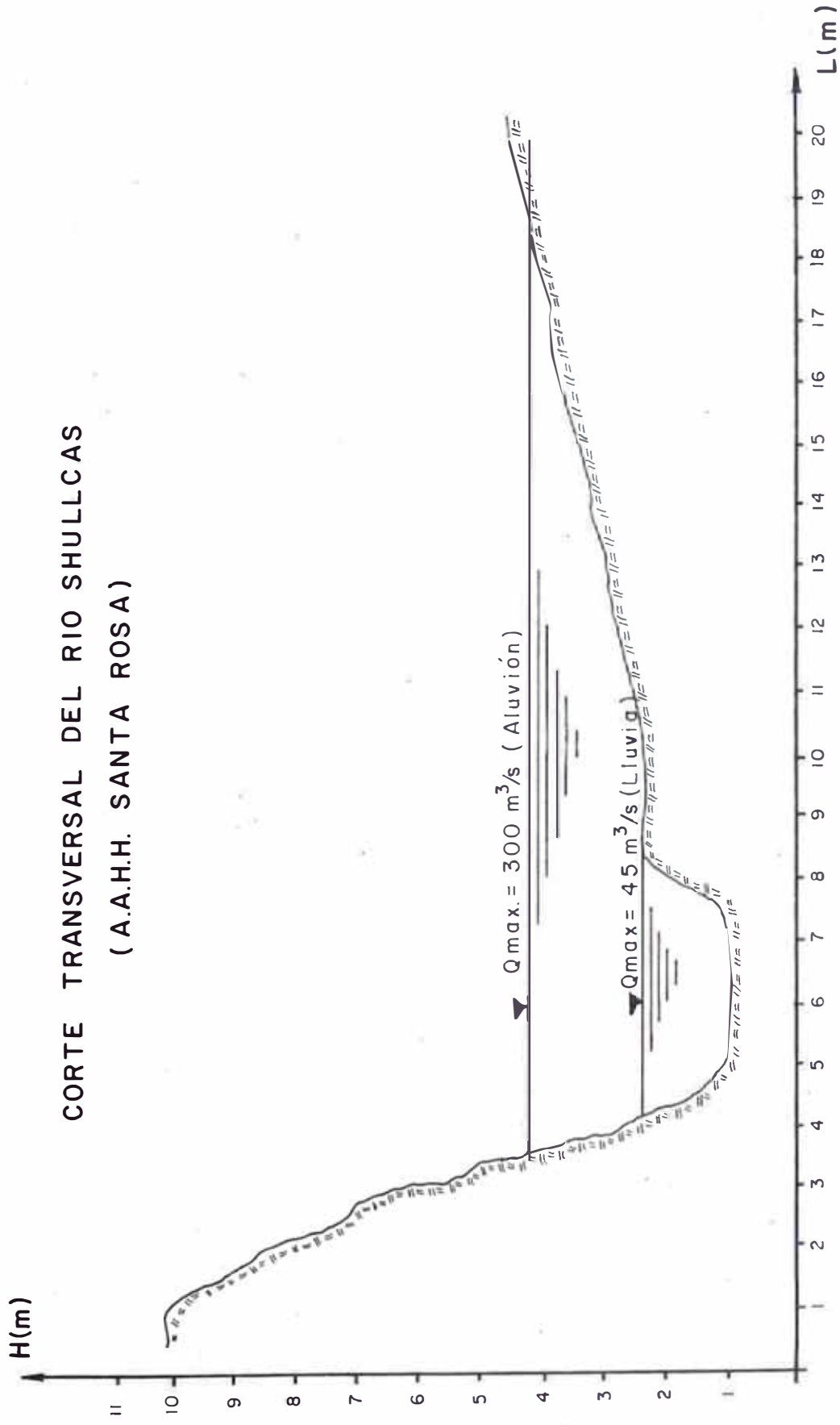
Finalmente concurrimos, que los lugares, de la zona rural, Acopalca, Vilcacoto, Pañapampa deben ser reubicadas en lugares de mayor altura, y los futuros pobladores deberán construir sus casas en la margen derecha del río Shullcas. Por tener cotas mayores (8 mts. más elevado que el río).

Los poblados de la zona urbana, tendrán que ser reubicados inmediatamente, especialmente Manchego Muñoz, y no permitir en lo futuro que se construyan en el curso del río. (Ver planos)

# CORTE TRANSVERSAL DEL RIO SHULLLCAS ( BARRIO SALCEDO )



CORTE TRANSVERSAL DEL RIO SHULLLCAS  
( A.A.H.H. SANTA ROSA )



## **CAPITULO VII**

### **CONDICION ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES**

#### **7.1 Clasificación de Viviendas**

Luego de hacer una evaluación en base a un muestreo de los lugares que están han sido afectados por el aluvión, mostrado en los planos físicos de los poblados, sobre un total de 1000 hogares se determinó que el material más empleado en la construcción de las viviendas es el adobe, seguido por ladrillo y en muy poca proporción en maderas u otros.

Los elementos de albañilería, ladrillos y adobes, son fabricados casi en su totalidad por métodos artesanales, su calidad, uniformidad y resistencia son muy variables. En general, la calidad de la materia prima es muy baja, por lo que por su resistencia, los ladrillos solo se pueden considerar como del tipo II. La calidad de la mano de obra es baja.

El formato empleado para la evaluación sirvió para determinar las deficiencias más comunes tanto en la estructuración como el proceso productivo.

**CUADRO N<sup>o</sup> 19**

LA DISTRIBUCION EN PORCENTAJES ES EL SIGUIENTE

MATERIAL	N <sup>o</sup> DE VIVIENDAS	PORCENTAJE (%)
ADOBE	650	65.00
TAPIAL	228	22.80
LADRILLO	102	10.20
MADERA	20	2.00
TOTAL	1000	100.00

**CUADRO N<sup>o</sup> 20**

TIPOS DE VIVIENDAS EN LA COMUNIDAD CAMPESINA  
DE VILCACOTO

RESUMEN POR MANZANAS									
	MATERIALES								N <sup>o</sup> TOTAL VIVIENDAS
	ADOBE		TAPIAL		LADRILLO		MAD. U OTROS		
	1-P	2-P	1-P	2-P	1-P	2-P	1-P	2-P	
1	10	-	3	-	-	-	-	-	13
2	8	3	4	-	3	1	-	-	19
3	36	3	13	-	1	2	-	-	55
4	16	5	3	-	1	2	-	-	27
5	21	20	7	-	1	1	-	-	50
6	17	5	8	-	1	2	-	-	33
7	80	28	15	-	3	5	-	-	131
8	41	22	10	-	1	4	-	-	78
TOTAL	229	86	63	-	11	17	-	-	406

La vivienda de adobe y tapial son las más difundidas en estos poblados y son también las que muestran mayor vulnerabilidad, por lo que encontramos deficiencias en las construcciones de adobes.

Las deficiencias más saltantes son:

Mala calidad del adobe debido a la deficiente técnica de producción.

Dimensionamiento inadecuado de los adobes

Través inadecuadas y deficientes en los encuentros de muros produciendo juntas verticales

Las cimentaciones no tienen la profundidad necesaria y estas construcciones son levantados en lugares no compactos.

Los muros no tienen protección adecuado contra la erosión producida por las lluvias.

Se ha construido en zonas con muchas pendientes (hasta 4.5 %)

Se construyen muros altos de aproximadamente 8 m. de altura como mostramos en fotografías.

## **7.2 Antigüedad de las Edificaciones**

Del muestreo realizado se concluye que las construcciones más antiguas están en los poblados de Vilcacoto, Chamicería y Acopalca.

En su mayoría son de adobe y las construcciones recientes están situados en los asentamientos humanos: Santa Rosa, Manchego Muñoz y el Barrio de Salcedo, quienes construyeron sus viviendas mediante las

invasiones de terrenos y están asentadas en pleno centro de la ciudad (en el año 1985). La mayoría de estas edificaciones son de adobe y ladrillos como se observan en las fotos.

### **7.3 Técnicas Constructivas**

Al haberse determinado que el mayor porcentaje de viviendas es de adobe, se hizo un análisis de la forma como se construyeron.

Los cimientos generalmente los hacen con un mortero de piedra y barro, creando la inestabilidad de los muros que alcanzan una altura de 8 mts., además las edificaciones no guardan una relación simétrica.

La mayoría de las edificaciones poseen techos con tijerales de madera y cobertura de teja. Cuyo diseño de los tijerales es deficiente.

En cuanto a la concepción estructural la falta de un adecuado comportamiento estructural en algunos elementos hacen altere su comportamiento, es el caso de las columnas que no llevan vigas y amarre.

### **7.4 Materiales Predominantes**

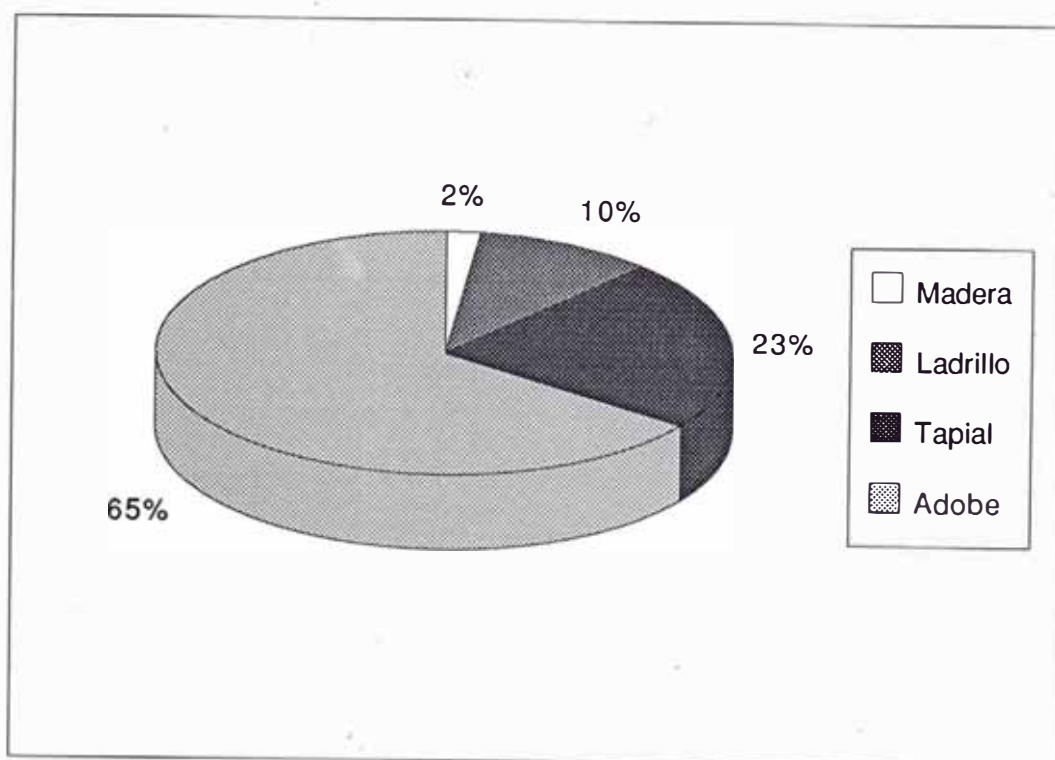
En las zonas rurales de Huancayo, generalmente las construcciones están hechas de adobe, debido a la abundancia de dicho material y su menor costo.



En el río Shullcas y en el río mantaro existen canteras de arena y gravas en explotación que son aprovechadas por volqueteros que abastecen a las obras d construcción. También se ha identificado canteras de arcilla para la elaboración de tejas y ladrillos.

En general, la tierra es el recurso natural que más se utiliza en la construcción de viviendas. (sea adobe o tapial).

**PORCENTAJE DE MATERIALES DE  
CONSTRUCCION USADOS EN LA CUENCA DEL RIOS SHULLCAS**



Viendo los recursos forestales se observa relativa abundancia de bosques de eucaliptos que podrían ser empleados en la construcción de viviendas, como estructura y refuerzo de las viviendas así mismo se deberá emplear la paja, natural la espiga del trigo, cebada u otros; como materiales predominantes.

### **7.5 Estado de las Edificaciones**

Actualmente las edificaciones han sido reconstruidas utilizando los mismos materiales y en algunas fueron cambiados de material, se utilizó el ladrillo para la construcción en albañilería, otros han quedado al olvido por sus propietarios ya que en el desastre lo perdieron todo.

### **7.6 Vulnerabilidad de las Edificaciones**

La vulnerabilidad es el porcentaje de daños o deterioros que puede producirse en una estructura en caso de que ocurra un desastre, es decir el grado en que está expuesta a éste. Solo nos interesa el estado que presenta la estructura y no el peligro de desastre de la zona.

Si hacemos un análisis de los factores físicos cuyo objetivo será descubrir a través de los datos obtenidos en las observaciones, las características que subrayan la condición de vulnerabilidad para el área de estudio y a la vez una apreciación del grado que esta presenta.

### **Ocupación Física**

El área que ocupa los poblados de este estudio se encuentran en las riberas del río Shullcas. El terreno tiene una pendiente inclinada hacia el río, y en otros son planos su altura es similar al del río como se observa en los planos físicos elaborados.

### **Curso Físico del Río**

Hay construcciones levantadas donde el río cambia su dirección y debido a la fuerza de la masa de agua y barro (aluvión) esta seguirá su propia dirección al no encontrar ninguna resistencia afectando a los centros poblados que estén a su alcance.

### **Materiales de Construcción Predominantes**

Debido a que la mayoría de construcciones son de adobe (indicados anteriormente) y que no guardan una adecuada técnica de construcción hace que sean vulnerables a las acciones sísmicas, aluviónicas.

### **7.7 Evaluación de las Obras existentes de servicios y de Transporte.**

Como hemos visto las obras civiles como, carreteras, puentes, canales de irrigación, etc. también fueron afectadas debido a su mala ubicación. Debido a que no se tuvo una idea de un futuro desastre.

Actualmente se está reparando la carretera siguiendo el mismo trazo.

Si ocurriera otro evento tendríamos los mismos resultados es por eso que las obras civiles deben ser reconstruidos o diseñados teniendo como base los desastres ocurridos.

Los puentes deben estar ubicados en zonas de mayor altura. Para evitar el socavamiento de los estribos.

La casa de máquina de la Central Hidroeléctrica deben ser trasladados a lugares más altos y lejos de la rivera del río, para evitar daños de las máquinas.

El nuevo trazo de las carreteras será diseñado teniendo en cuenta los daños sufridos anteriormente.

## PUENTE DEL BARRIO SALCEDO



Construido el año 1986

Obsérvese su moderno diseño

- Estribos bien ubicados
  - Pilares con profundidad de cimentación adecuada
  - Superestructura con altura conveniente
- Grandes luces

## **C A P I T U L O   V I I I**

### **ESTUDIO DE RIESGOS DE LOS AA.HH. Y COMUNIDADES CAMPESINAS**

Riesgo es el número previsto de vidas perdidas, personas lesionadas, daños a la propiedad y perturbación de las diferentes actividades debido a un fenómeno determinado.

#### **8.1 Frente a los Sismos**

Los movimientos sísmicos en la ciudad de Huancayo, está relacionada a la actividad tectónica de la Falla Huaytapallana, por lo cual se hace necesario, el estudio de microzonificación sísmica de Huancayo.

Un análisis determinístico de los efectos sísmicos en el área en el cual se encuentran la ciudad de Huancayo, consiste en:

- 1.- Relacionar eventos sísmicos a fallas activas o potencialmente activas para determinar sus efectos epicentrales y su atenuación al lugar.

2.- Si se presentan fallas del cuaternario independientemente de la actividad sísmica, estas son capaces de producir sismo de una magnitud suficiente para producir una ruptura de la mitad de la longitud de la traza de la falla mapeada. Los efectos epicentrales son atenuados del punto más cercano de la falla al lugar.

En base a lo anterior, del catalogo histórico e instrumental se determinará el sismo extremo para cada zona sismogénica a ser considerada. El sismo extremo se define como el sismo más grande que una zona sismogénica puede producir, bajo las condiciones tectónicas conocidas. Una obra civil debe diseñarse de modo tal que en el caso probable que dicho sismo ocurra y se produzcan daños considerables en la obra, no se produciría la ruptura catastrófica.

Considerando que la zona presenta fallas activas, según los estudios realizados por el Instituto Geofísico del Perú, es posible definir dos áreas concentradas de actividad sísmica, con influencia significativa en la ciudad de Huancayo: La primera en los surcos de la falla y la otra no ha sido conocida hasta ahora.

En todo caso los riesgos sísmicos se deben cuantificar en base a la magnitud que llega a la ciudad, se sabe que el sismo de año 1969 fue de 6.2 (M.M.) y a Huancayo llegó con grado 5.



## 8.2 Frente a Aluviones

Los aluviones se originan cuando seden o se rompen los diques de las lagunas generalmente glaciares. Las causas del brusco rompimiento del dique, pueden ser por movimientos tectónicos, infiltración, caídas de grandes masa de hielo.

Al ceder los diques, grandes masas de agua se precipitan por las quebradas de pendientes pronunciadas y en su trayectoria van incorporando materiales que elevan la densidad de las aguas, hasta convertirlos en una masa espesa muy destructiva. Los aluviones también se pueden originar cuando los huaycos o derrumbes, represan los ríos formando lagunas con diques muy inestables.

Este fenómeno es de mayor seriedad que puede ocurrir en la cuenca, debido a que los cerros del nevado tienen taludes muy pronunciadas de allí su denominación de nevados colgantes. Además se le vincula a la falla geológica que origina movimientos sísmicos de pequeña intensidad.

De suceder este fenómeno los lugares que corren peligro son: La Comunidad Campesina de Acopalca, Chamicería, Vilcacoto, Barrio Centenario, Manchego Muñoz y por último el Asentamiento Humano Santa Rosa.

La magnitud del desastre sería cuantificada en base al volumen de masa de lodo que se desagüe de las lagunas y con la intensidad que llega a los poblados (Ver planos de microzonificación física).

Se concluye que los fenómenos de deslizamiento y aluviones ocurren frecuentemente en el territorio peruano, especialmente donde las condiciones de topografía, clima y geología favorecen su ocurrencia.

La estadística de los fenómenos de deslizamiento y aluviones por gravedad se presentan a continuación por cada departamento.

### CUADRO N<sup>o</sup> 20

#### DESLIZAMIENTOS Y ALUVIONES OCURRIDOS EN EL PERU

DEPARTAMENTOS	N <sup>o</sup> DE DESLIZAMIENTOS	N <sup>o</sup> DE ALUVIONES
ANCASH	16	4
AMAZONAS	3	-
APURIMAC	11	2
AREQUIPA	3	-
AYACUCHO	7	-
CAJAMARCA	9	-
CUZCO	3	-
HUANCAVELICA	9	-
HUANUCO	2	-
JUNIN	6	1
LA LIBERTAD	3	-
LIMA	5	-
MOQUEGUA	4	-
PASCO	9	-
PIURA	1	-
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>	<b>7</b>

Se aprecia que los deslizamientos ocurren con mayor frecuencia en los departamentos andinos de Ancash, Apurimac, Cajamarca, Huancavelica, Pasco, Ayacucho, Junin. Los aluviones han ocurrido en Ancash, Apurimac y Junin.

A continuación presentamos mapas elaborados en el Laboratorio Geotécnico del CISMID-UNI.

### **8.3 Frente a Huaycos e Inundaciones**

La parte media de la cuenca del río Shullcas, está en constante peligro debido al desprendimiento de masas de tierra de los cerros (Huaycos), producto de intensas lluvias, debido también a que los cerros son empinados y de una material aluvial que crea un riesgo tanto para los pobladores como las carreteras, por eso se debe priorizar una reforestación de las laderas en las alturas de los cerros, y la protección de los taludes inestables y el control de los deslizamientos a través de muros de contención.

Por la ciudad de Huancayo cruzan tres ríos, el Shullcas, Florido y el de Chilca cuyo, recorrido es de este a oeste desembocando en el río Mantaro, los ríos de menor volumen (Florido y Chilca) tienen sus nacientes en pequeñas cuencas urbanas (Ver plano de cuencas torrenciales urbanas). que pueden producir inundaciones debido a una intensidad de lluvia.

Las inundaciones en la ciudad de Huancayo, se da debido a que los ríos son usados como basurales que impiden el paso de las aguas en épocas de lluvias, de aquí se sugiere que los ríos Shullcas, Florido y Chilca deban de ser canalizados en las partes céntricas de la ciudad para impedir que se usen como basurales malogrando el ambiente en una zona urbana. (Ver Plano de Tratamiento de Ríos)

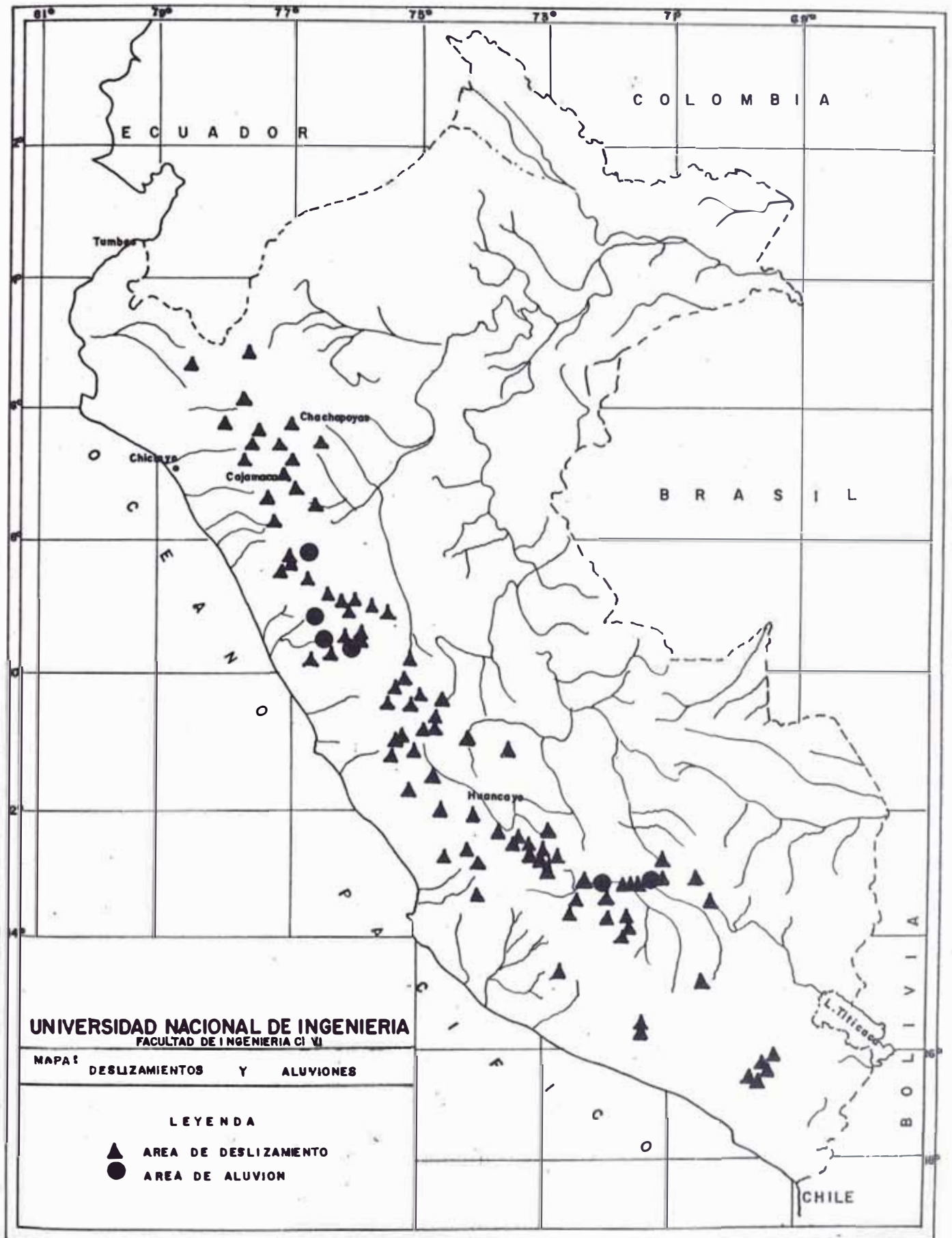


Fig.18

Ruben Beltran

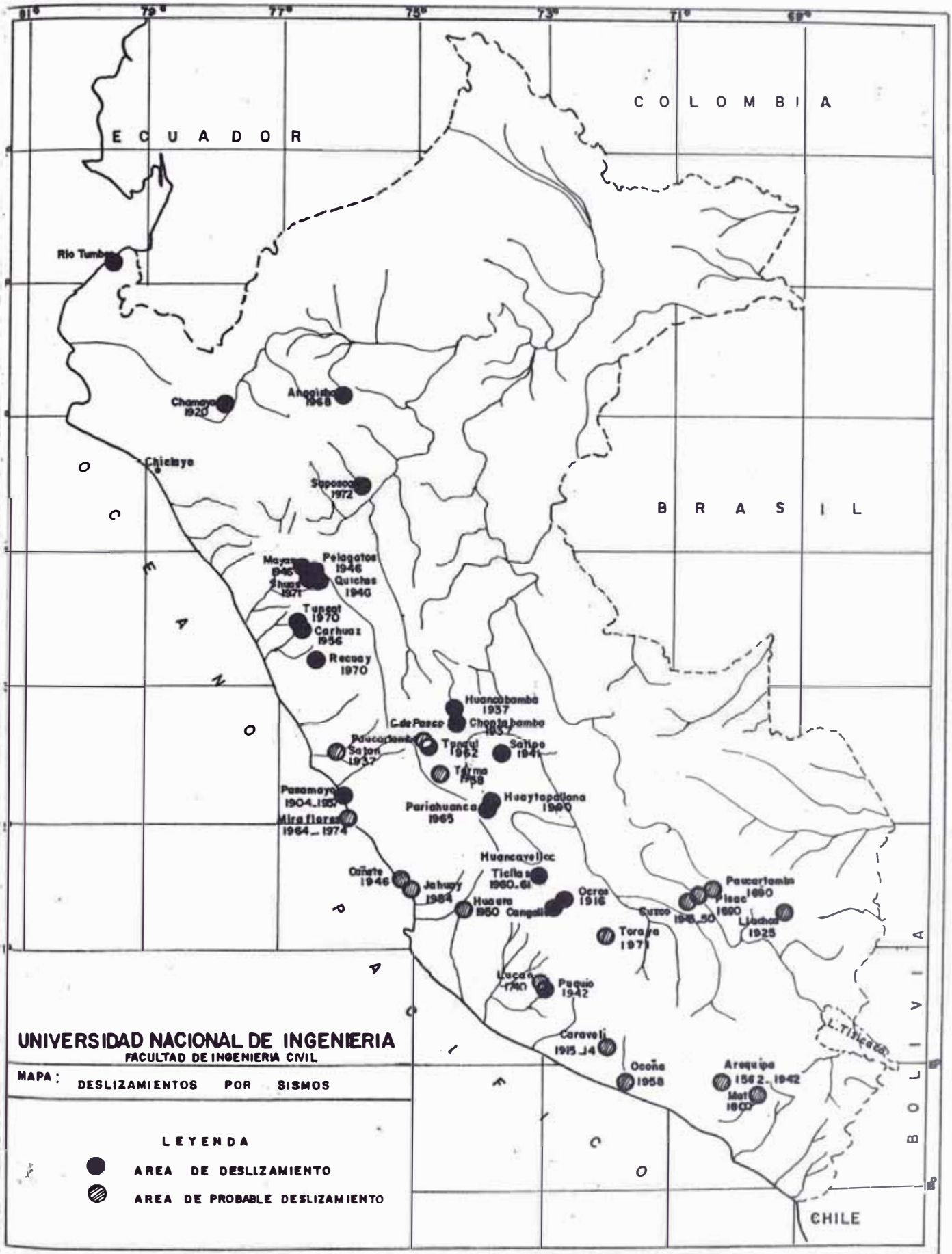
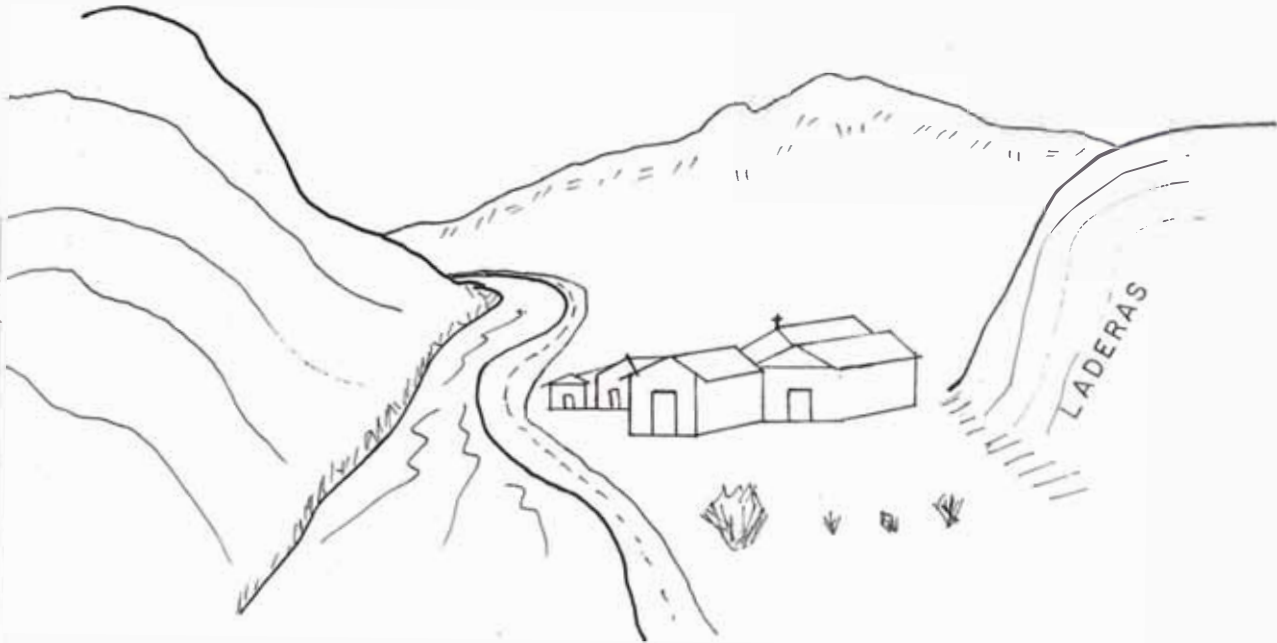


Fig. 19

Ruben Beltran.

PROYECTO  
REFORESTACION Y CONTROL DE EROSION EN LADERAS



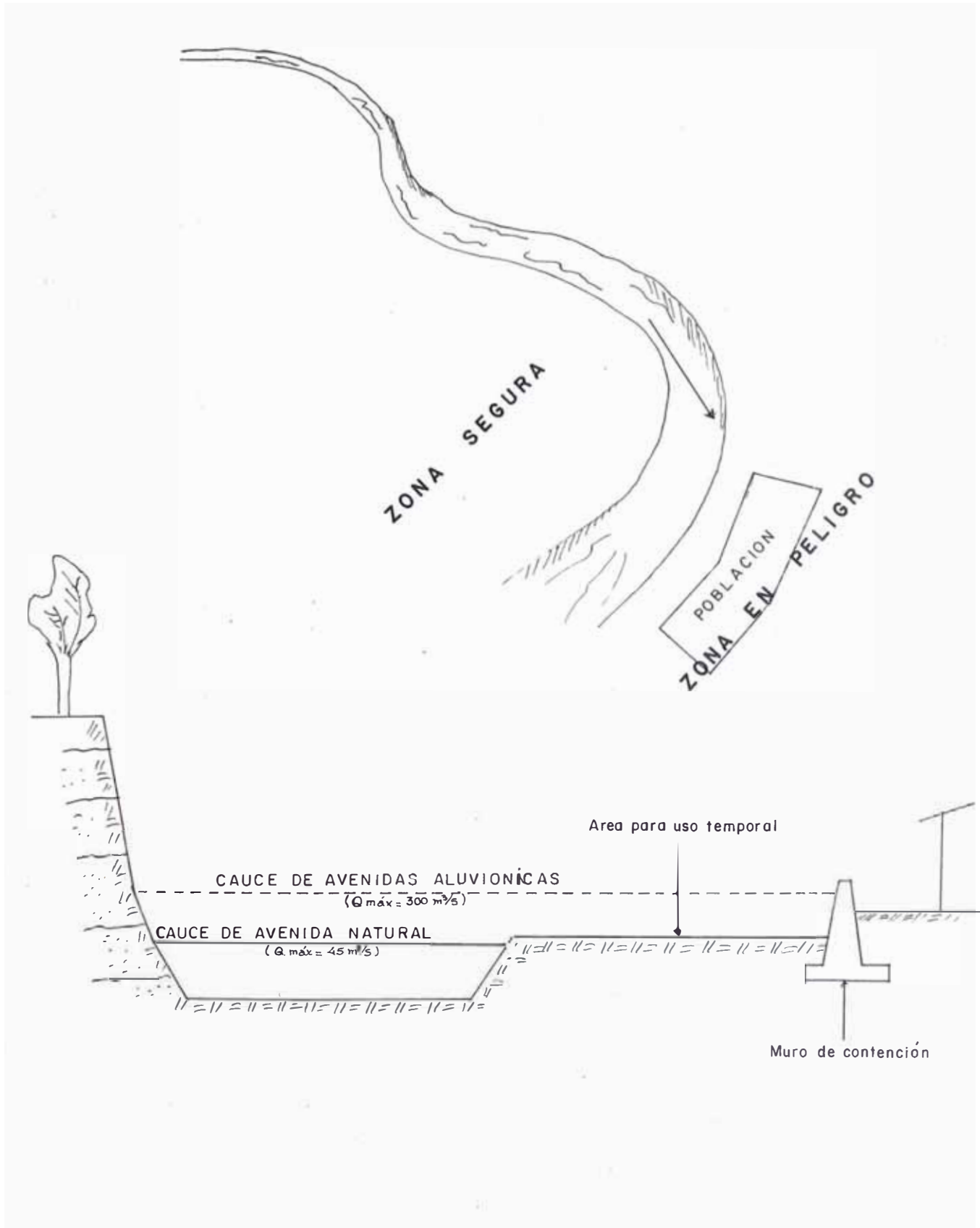
SE DEBE PROCEDER A  
ARBOLIZAR PARA EVITAR  
LOS HUAYCOS.



CENTRO POBLADO



# DISEÑO DE ENCAUZAMIENTO RIO SHULLCAS





## **C A P I T U L O     I X**

### **PLANES DE PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURALES**

#### **9.1 Generalidades**

Las medidas de protección de ciudades afrontan un riesgo potencial. Ante la amenaza de fenómenos naturales, estarán basados, en la evaluación de los peligros, y usar los resultados que obtienen de dicho análisis como una herramienta para planificar la forma de enfrentar al desastre, formulando programas de ayuda que sirvan a cada una de las localidades que se estudia.

En el caso de la cuenca del río Shullcas, se ha considerado indispensable elaborar una metodología para formular planos de evacuación, ante un fenómeno natural, (la amenaza es aluvión), así damos inicio al estudio de la seguridad de cuencas.

## **9.2 Planes de Prevención Física Existentes**

### **a). Localización y delimitación de zonas críticas**

Se delimitará dentro de la localidad que se estudia, la zona, primordialmente de acuerdo a sus características topográficas y de ubicación en relación al río Shullcas.

En el caso de nuestro estudio la zona crítica se limitará en primera instancia a partir de episodios pasados y luego se proyectará un aluvión de mayor efecto destructivo.

### **b) Investigación de la Zona Crítica y aledañas**

De la minuciosidad con la que se aborda esta investigación, dependerá de la operatividad del Plan de Evacuación a formularse; los aspectos más importantes a ser investigado son: Población, Plan Urbanístico, El Plan Vial. Tipo de uso del Suelo y los materiales de construcción predominantes.

### **c) Estudio y determinación de las vías de evacuación**

El objeto de este estudio, está constituido por las avenidas, jirones y calles que en caso de alarma de aluviones, puedan conducir a la población de la zona crítica hacia la zona de mayor seguridad.

Se señalarán las vías de evacuación principal indicadas en los planos.

**d) Estudio y determinación de las zonas de seguridad.**

Las zonas de seguridad están constituidas, por aquellas que no están incluidos en la zona crítica, que deben estar en una zona protegida al ataque de un sismo o aluvión. Estos refugios serán ocupados durante un período de tiempo corto y comprendiendo entre el instante que se difunde la alarma, hasta que se considere que el período crítico ha pasado, para luego después de haber pasado el desastre acudir a refugios temporales que funcionarán en zonas como áreas de recreación y esparcimiento donde albergarán un gran número de damnificados.

**e) Organización de la Evacuación**

La organización de un Asentamiento urbano ribereño bajo la hipótesis de ocurrencia de un sismo de aluvión, se plantea apoyándose en el conjunto de acciones que se debe realizar en la etapa previa al desastre tales como: Campañas educativas, Campañas de difusión del plan de evacuación, señalización de rutas de escape, refugios, programación de simulacros, etc. Tales acciones incrementarán la colaboración que pueda ofrecer la población durante el proceso de evacuación de los mismos.

### 9.3 Organismos y Sistemas de Seguridad.

Primeramente la ciudad de Huancayo debe de contar con el equipo y personal adecuado o un departamento especial de propósitos de mitigación de desastres, aunque en la realidad no se cuenta con recursos asignados por el gobierno para la atención de desastres. Cualquiera sean las circunstancias, las organizaciones y estructuras de prevención y/o mitigación de desastres, deben de tener una organización lo menos complicada posible.

Es importante que estas organizaciones tengan equipo multidisciplinarios con cuadros lo suficientemente empapados en políticas y técnicas para la mitigación de desastres, es así mismo necesario tener un esquema educativo que enfoque las características de un plan contra desastres, su prevención, vías de rehabilitación o reconstrucción una vez concluido el fenómeno.

Los sectores que deben de participar en estas tareas son:

**Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción;** es el encargado de dar accesibilidad a las poblaciones afectadas en el caso de carreteras destruidas debidos a desastres naturales (aluviones y huaycos) y quien informara la destrucción y rehabilitación de las casas dañadas y destruidas totalmente.

El Ministerio de Salud es quien proporcionará la atención necesaria a la población con medicinas, instrumental y atención médica para evitar posibles epidemias.

El Sector Educación debe coordinar con los sectores afines y desarrollar Programas de Educación para que la población escolar asuma actividades adecuadas ante los desastres.

Otras instituciones como Defensa Civil, ONG's, la cruz roja internacional son quienes proveerán de carpas, alimentos, frazadas, medicinas etc.

# C A P I T U L O X

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 CONCLUSIONES

Finalmente al haber terminado el estudio minucioso de toda la cuenca del Río Shullcas, se presenta a continuación las razones por qué el Valle del Mantaro se encuentra seriamente amenazado.

Una de las primeras conclusiones y quizás la más importante es la presencia de una falla geológica activa que cruza los nevados y está compuesta de dos tramos separados por una brecha de 4 km y que la ruptura de esta separando los dos segmentos produciría un terremoto de buena intensidad que ocasionaría un desastre de mayores proporciones.

Hoy los nevados están totalmente fisurados por lo que son llamados nevados colgantes, la caída de una alud de roca-hielo por acciones climáticas o por eventos sísmicos produciría daños a las lagunas que necesariamente acontecería un nuevo aluvión.

Hoy la lagunas se encuentran totalmente abandonadas sin sistemas de regulación ni sistemas de protección, su garganta ha sido afectado por el desembalse del agua y por los pobladores de lugar para la captación de mayor cantidad de agua.

Otra de las conclusiones es que debido a la intensidad de lluvia que hay en la época de invierno tenemos el problema de los huaycos en la parte de Chamicería-Vilcacoto debido al deslizamiento de tierra producto de un talud inestable.

Las construcciones ubicadas en las riberas del río Shullcas son vulnerables a sufrir tres tipos de desastres (aluvión, huaycos, inundaciones) todo esto ante un desarrollo urbano no planificado.

Finalmente todas las obras de ingeniería están mal ubicadas y sin ningún tipo de protección es así que los puentes (Calle Real y Av. Ferrocarril son los que impiden el paso de un caudal mayor y que si ocurriera otro evento aluviónico) son llamados cuellos de botella por tener sus dimensiones no admisibles a un problema aluviónico donde impiden el paso del caudal y forman un embalse que perjudica a los poblados de esos lugares ante la formación del espejo de agua (caso Asentamiento Humano Santa Rosa y Manchego Muñoz).



## 10.2 RECOMENDACIONES

Comenzaremos recomendando la organización de acciones educativas para la toma de conciencia y la preparación de la población sobre la vulnerabilidad y amenazas naturales incluyendo a autoridades locales y regionales quienes deben conocer y dar mayor atención a estos problemas de desastres que tienen un alto costo económico y social.

En cada laguna se deberá implementar sistemas de disipación de energía que podrían generar el desprendimiento de aludes o avalanchas de nieve.

El monitoreo y control del nevado y las lagunas a fin de alertar oportunamente y adoptar medidas de emergencia.

La reforestación de las laderas y riberas con especies nativas como el Eucalipto, Molle, Quishuar, Aliso y otros.

Para los terrenos con signos de deslizamientos por la sobresaturación del agua se deben habilitar drenes para evacuar el exceso de agua y reducir el peso del terreno, impermeabilizar canales de riego para evitar la excesiva filtración del agua, además se debe rebajar el talud mediante cortes en el terreno para reducir pesos, construir muros de contención en la base de los taludes y las plantaciones forestales para retener el terreno mediante la fijación de sus raíces.

En el sector urbano se recomienda usar proyectos de encauzamiento como la limpieza del cauce en forma periódica y extraer los sedimentos que se van acumulando y colmatando.

Proteger los taludes naturales sometidos a intensa erosión lateral mediante la construcción de muros de contención, espigones de concreto, gaviones o alguna solución similar.

En las áreas ribereñas señaladas como críticas se deberá proceder a la reubicación de la población y cambiar el uso de dichas áreas asignándolas para fines recreacionales, malecones, vías vehiculares para emergencia, bosques de protección o cualquier otro uso temporal que no implique mayor riesgo.

El Sismógrafo instalado en Huayao (Huancayo) deberá ser quien de la señal de peligro por ser uno de los primeros en registrar movimientos y coordinar con otras entidades de manera que estén en comunicación permanente con los pueblos de eminente peligro.

Hacer un estudio de microzonificación sísmica en el área urbana de Huancayo.

Hacer un estudio Ecológico de las lagunas y su permanencia frente a los glaciares.

Las construcciones de adobe deben ser normadas por el Municipio y las construcciones de concreto armado en la ciudad deben ser antisísmicos.

Finalmente la áreas urbanas ribereñas necesitan obras de defensa para la protección de las construcciones aledañas, cuya reubicación en muchos casos no será posible por lo cual se recomienda preparar proyectos de encauzamiento del Río Shullcas y asimismo se recomienda que las construcciones deberán considerar el empleo de tecnologías apropiadas que garanticen al poblador la seguridad.

## **BIBLIOGRAFIA**

- KUROIWA, Julio;** "Microzonificación Sísmica aplicada al Planeamiento Urbano para la Prevención de Desastres", Revista Tecnia. Vol. 2, Lima 1983.
- INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO;** "Estudio Geológico de la Cuenca del Río Shullcas". Lima 1970.
- ALVA HURTADO;** "Sismicidad de la Región Andina", Libro CISMID, Lima 1984.
- KUROIWA, Julio;** "Investigación de Desastres en el Proceso de Desarrollo Regional", VIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Cajamarca 1988.
- DEFENSA CIVIL;** "Situación de la Zona afectada por el Aluvión en Huancayo", 1990.
- SILGADO, Enrique;** "Historia de los Sismos más notables Ocurridos en el Perú" (1513-1974); INGEMMET, Boletín Nº 3, Lima 1978.

**VILELA, Carlos;** "Prevención de Desastres de la Ciudad de Talara a través de la Reforestación de sus Laderas"; Tesis de Titulación Profesional, UNI - FIC, Lima 1991.

**DURAND, Rodolfo;** "Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Paita"; Tesis de Titulación Profesional, UNI-FIC, Lima 1993.

**QUINTANILLA, Rúben;** "Microzonificación de la Ciudad de Ayacucho"; Tesis de Titulación Profesional, UNI-FIC, Lima 1991