

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO SISMICO Y PROYECTO DE REPARACION  
DE VIVIENDAS EN SANTA CRUZ DE FLORES  
PROVINCIA DE CANETE**

**T E S I S**

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

**J U A N O S O R I O A L A N**

**PROMOCION 1974 - 2**

**LIMA ★ PERU ★ 1975**

## I N D I C E

		Pag.
CAPITULO I	GENERALIDADES DEL DISTRITO DE SANTA CRUZ DE FLORES-----	1
1.1.0	Introducción -----	1
CAPITULO II	ESTUDIOS GEOMORFOLOGICOS ----	7
2.1.0	Generalidades -----	7
CAPITULO III	GEOLOGIA -----	20
3.1.0	Generalidades -----	20
3.2.0	Geología Regional-----	22
3.3.0	Geología Local -----	29
CAPITULO IV	MECANICA DE SUELOS -----	37
4.1.0	Introducción -----	37
4.2.0	Método aproximado para calcular la capacidad portante de los suelos-----	48
4.3.0	Recomendaciones generales----	51
4.4.0	Conclusiones -----	57
CAPITULO V	PARAMETROS SISMICOS -----	60
5.1.0	La Intensidad -----	60

	Pag.
5.2.0 La Magnitud de los sismos-----	68
5.3.0 Las Isosistas -----	71
5.4.0 Historia sísmica del área afectada -----	77
5.5.0 Terremoto del 3 de Octubre de 1974 -----	79
 CAPITULO VI ASPECTOS DE INGENIERIA ANTISISMICA -----	 82
6.1.0 Introducción -----	84
6.2.0 Descripción de las edificaciones	86
6.3.0 Concepción estructural de las edificaciones -----	88
6.4.0 Daños en las edificaciones-----	89
6.5.0 Proceso en la reparación de viviendas-----	95
6.6.0 El adobe -----	97
6.7.0 Propuesta de Normas de Diseño estructural para construcciones de adobe -----	100
 CAPITULO VII PLANEAMIENTO REGIONAL-----	 105
7.1.0 Expediente Urbano y regional de los valles de Chilca, Mala y Asia	105
7.2.0 Medio Físico -----	106

	Pag.
7.3.0 El hombre -----	119
7.4.0 Medio Racionalizado -----	124
7.5.0 Nivel de vida alcanzado por la población -----	135
7.6.0 Diagnósis de la situación ac- tual y Prognósis -----	136
7.7.0 Prognósis -----	139
7.8.0 Criterios rectores para el de- sarrollo de Mala' -----	143
 CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 148
8.1.0 Conclusiones -----	148
8.2.0 Recomendaciones -----	156

#### REFERENCIAS

- ANEXOS : A. Construcciones de viviendas de adobe.
- B. Usos de la Caña de Guayaquil - como elemento de refuerzo y consideraciones en la construcción del adobe.
- C. Recomendaciones para la construcción de viviendas populares de ladrillo hasta de dos pisos.
- D. FOTOGRAFIAS.

## R E S U M E N

Como se sabe, nuestro país se asienta sobre un territorio donde la frecuencia de ocurrencia de sismos de fuerte intensidad es importante. Nos encontramos dentro de lo que se denomina el cinturón circumpacífico -- (circunferencia sobre el globo terrestre) donde se desarrolla la mayor actividad sísmica del mundo con no menos del 80% de los terremotos detectados. Las pérdidas humanas y daños materiales ocasionados en los últimos años, no deberían ser solo un índice de lo que hubiéramos podido evitar, sino un despertador de conciencias -- respecto al ineludible deber de minimizar los efectos -- de movimientos telúricos futuros que, dentro del margen de posibilidades que proporcionan los fenómenos aleatorios, pudieran en cualquier momento sorprendernos con mayores intensidades. Se puede citar como desgraciado -- ejemplo lo ocurrido el 3 de Octubre de 1974, a las 09h. 21m., hora local de Lima, se produjo en el Centro Occidental del Perú un sismo, afectando toda una amplia --- zona, entre Huaraz y Cuzco, siendo el "Sur Chico" la más afectada.

De acuerdo con los datos oficiales, se perdie-

ron 78 vidas y daños materiales por un valor estimado de S/. 1,826'698,592.00, más de 4 mil viviendas destruidas y 23 mil damnificados.

Precisamente en el presente trabajo, habremos de analizar las posibilidades de rehabilitación de una zona específica del marco geográfico afectado en dicha oportunidad, se trata del Distrito de Santa Cruz de Flores, Provincia de Cañete, realizando su correspondiente estudio sísmico y la planificación del distrito, materia de estudio.

Habiéndose aclarado los alcances, y lo que se pretende cubrir, se deduce, que la parte principal de los estudios realizados en el distrito, cada uno de éstos, describen con la debida importancia sus características afines y dan un mejor conocimiento del comportamiento de estructuras cimentadas en un determinado suelo, frente a un evento sísmico.

Las investigaciones geológicas consistieron en estudios geotécnicos y geomorfológicos. Los estudios geotécnicos incluyeron investigaciones de las clases de suelos presentes de acuerdo a sus orígenes, compactación y estratificación, variaciones en los niveles de agua subterránea. Desde el punto de vista geomorfológico, se hicieron investigaciones de las terrazas, fronteras de

inundación y depósitos Cuaternarios de las avenidas.

De la información derivada de los estudios geomorfológicos y geológicos se concluye que el Distrito de Santa Cruz de Flores se halla ubicado sobre una terraza fluvio aluvial (Cuaternario) de morfología parcialmente ondulada con afloramientos de rocas ígneas del tipo Granito y Andesita y cubiertos en ciertas áreas por oxidación de hierro y en su parte este por arenas de origen eólico.

Para los estudios de Suelos se han obtenido primeramente muestras de la zona, las cuales han sido analizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos UNI, determinando las características y tipos de suelos predominante en la zona. Las muestras obtenidas se han extraído de pozos a una profundidad de 2.00 mts. y ubicados en los lugares donde más daño han sufrido las edificaciones.

Los ensayos realizados: Análisis Mecánico por tamizado, Límites de Consistencia: Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico, Peso Específico; me ha permitido realizar la Clasificación del Suelo (SUCS), predominante en la zona, siendo ésta: mezclas de grava y arena (GP) y arenas limosas, mezclas de arena y limo (SM).

En referencia al estudio de la evaluación de

daños, se ha tratado de analizar las causas por la cual gran porcentaje de viviendas sufrieron daños muy serios y otras colapsaron. Las construcciones (dañadas e intactas) se inspeccionaron y se tomaron informaciones para su uso, de las características de los cimientos, paredes, materiales usados, daños en los elementos estructurales y no estructurales a base de encuestas de daños o fichas de empadronamiento. Para el análisis de reparación y reforzamiento de las edificaciones lo resumimos:

- a. Inspección detallada en el campo de todos los daños - estructurales y no estructurales y su disposición en planos especialmente preparados para este propósito.
- b. Diseño del nuevo sistema estructural y preparación de los detalles para la reparación de los elementos dañados, y
- c. Preparación de planos y especificaciones técnicas.

Para la elaboración del expediente urbano del valle de Mala (que se encuentra comprendido por los distritos de Chilca, San Antonio, Santa Cruz de Flores, Mala y Asia), nos basamos en los factores fundamentales -- que intervienen en el Planeamiento Regional : el Hombre y la Tierra, y la resultante de la interacción de ambos:

el Medio Racionalizado.

El presente es solo un esquema de lo que debería hacerse en futuraa estudios, con el objeto de brindar líneas directrices para la reconstrucción y rehabilitación de una de las zonas más afectadas por el sismo -- del 3 de Octubre de 1974, grave situación que no ha sido suficientemente conocida.

Con respecto a la zonificación preliminar de la zona, se ha obtenido en función de los capítulos anteriores desarrollados, tomando como base los siguientes -- parámetros:

- 1.- A la topografía; pendiente moderada del terreno, aproximadamente 2.5 %.
- 2.- A la napa freática; encontrándose el nivel del agua subterránea a 15 mts. bajo la superficie.
- 3.- Al tipo de suelo.
- 4.- Al tipo de viviendas predominantes.
- 5.- A la planificación.

SANTA CRUZ DE FLORES



## C A P I T U L O I

### GENERALIDADES DEL DISTRITO DE

### SANTA CRUZ DE FLORES

#### I.1.0 INTRODUCCION

La finalidad de la presente Tesis es de dar a conocer los estudios teóricos e investigaciones experimentales sobre la influencia que produjo el sismo del 3 de Octubre de 1974, sobre las viviendas y obras civiles en Santa Cruz de Flores - Provincia de Cañete, para que en base de las conclusiones se llegue a tener un critorio más técnico sobre el proyecto de reparación de viviendas y en futuras obras civiles, y atenuar sus efectos circunscribiendo los daños producidos por ellos.

Sin embargo, quisiera manifestar que este modesto aporte de mi Tesis sirva como un precedente, en el sentido de que deben de realizarse investigaciones con la finalidad de conseguir conclusiones más precisas, las cuales servirán para prevenir los daños que causan los fenómenos sísmicos, por la razón de que el Perú pertenece al Círculo Circumpacífico y nos encontramos dentro de

las regiones de mayor actividad sísmica en el mundo.

En el Capítulo I, se expone las generalidades del distrito, para centrar la Tesis; en el Capítulo II, nos ocuparemos de los estudios geomorfológicos de la zona que pertenece a la parte inferior de la vertical occidental conocido con el nombre fisiográfico de Costa. En el Capítulo III, se analiza el estudio geológico de la cuenca del río Mala, teniendo como objetivo principal el proporcionarnos el conocimiento geológico integral de la región como base para el apoyo y fundamentación de las diversas disciplinas conexas como: Suelos, Hidrología y Sismología.

En el Capítulo IV, se realiza el estudio de Suelos, como un principio general a utilizar en el proyecto preliminar de zonificar al distrito. En el Capítulo V, se realiza una exposición detallada de los parámetros sísmicos, tal como las escalas empleadas, las intensidades observadas, la magnitud unificada y técnicas y criterios para el trazado de isosistas.

En el Capítulo VI, desde el punto de vista ingenieril, los estudios posteriores al desastre deberán incluir el estudio regional del subsuelo para verificar los principios de diseño de las construcciones y conocer más de lo que se puede hacer en casos de futuros terre-

motos y tratar de reducir los peligros potenciales.

En el Capítulo VII, la metodología empleada - en este Capítulo esta basada en los factores fundamentales que intervienen en el Planeamiento Regional y Urbano: El Hombre y la Tierra y se estudiará el resultado - encuentro y acción del hombre con la naturaleza, denominándose a este el Medio Racionalizado

Finalmente, en el Capítulo VIII, se dan las recomendaciones generales y conclusiones, exponiendo -- la filosofía con que se protegen contra sismos destructivos a las obras de ingeniería.

I.1.1 Ubicación.- El distrito de Santa Cruz de Flores se encuentra ubicado en la provincia de Cañete, a 85 Kms. al S.E. de Lima, formando parte de la cuenca del río Mala.

Sus coordenadas geográficas son:

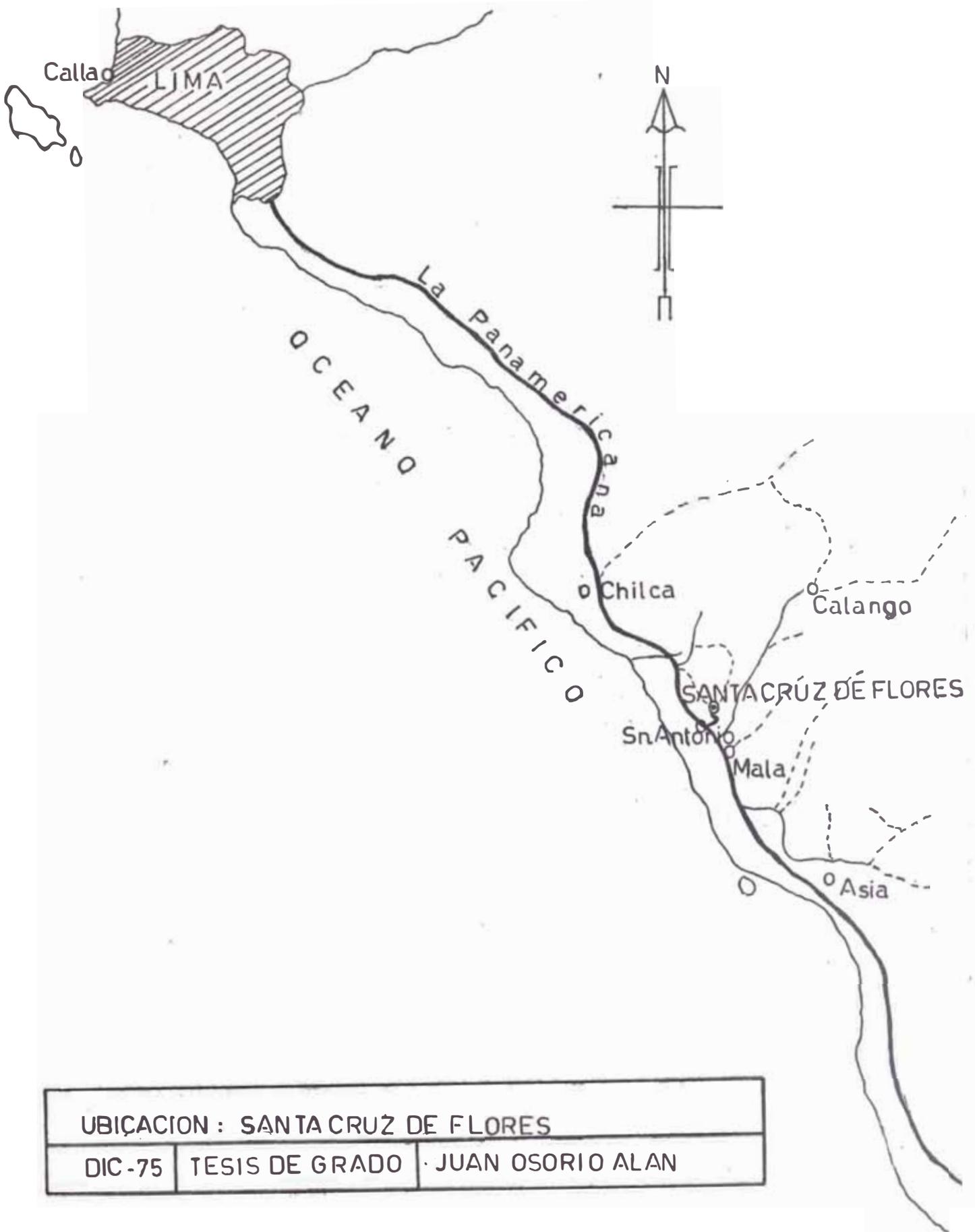
Latitud : 12° 35' - 12° 40' S

Longitud : 76° 43' - 76° 35' W

Limitada por el :

Norte : Cuenca del Río Lurin

Sur : Cuenca del Río Omas.



UBICACION : SANTA CRUZ DE FLORES

DIC-75 | TESIS DE GRADO | JUAN OSORIO ALAN

Este : Cuenca del río Cañete.

Oeste : Oceano Pacífico.

I.1.2 Accesibilidad.- Para llegar al área de estudio se emplea la Panamericana Sur que atraviesa al valle de Mala del Nor-Oeste al Sur-Este. Un desvío en el Km. 83 de la Panamericana, nos permite llegar al distrito de Santa Cruz de Flores, a 1.15 horas en auto de Lima, ubicado en la margen derecha y se extiende hasta San Vicente de Aspitia.

Los pueblos que se localizan en la parte alta del valle están conectados por un camino carrozable, -- que se inicia en el distrito de Mala y recorren por la margen izquierda.

I.1.3 Población.- Según el Censo Nacional de 1962, la población y viviendas de Santa Cruz de Flores era la siguiente:

C U A D R O N° 1

VIVIENDAS			POBLACION CENSADA		
Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
633	432	251	2577	1485	1092

Fuente O.N.E.C.

I.1.4 Area.- El área de la cuenca es de 2,239 Km<sup>2</sup>, que nos representa el 0.17% del territorio nacional.

Su forma es irregular, el mayor ancho de Este a Oeste es de 47 Kms.; y el mayor largo de Norte a Sur es de 48 Kms.

La zona de estudio en mención corresponde a unos 200 Km<sup>2</sup> de extensión y ubicado en la margen derecha. (Plano H°4)

I.1.5 Objetivos y Alcances.- El objetivo principal es analizar los efectos producidos en las viviendas y obras civiles por el terremoto del 3 de Octubre de 1974, que afectó a Lima y la región próxima del Sur, causando destrucciones en Cañete, Chincha, Pisco y aún en Ica.

Para lograr esta finalidad se tratará de investigar la relación daños estructuras-suelo de fundación, basándose en el conocimiento de la geología zonal y propiedades de los suelos, como encuestas de daños efectuados en gran parte de las estructuras existentes en la ciudad.

Se determinará las soluciones de reparación y establecer que partes de la estructura deben ser refor-

zadas en viviendas y obras civiles.

El marco geológico regional provienen de estudios y antecedentes reunidos, que con la exploración de pozos de reconocimientos excavados, con su correspondiente muestreo y análisis de laboratorio, se tratará de estimar una zonificación de los suelos de la ciudad.

## C A P I T U L O    I I

### ESTUDIOS GEO:MORFOLOGICOS

#### II.1.0 GENERALIDADES

La zona en estudio pertenece a la parte inferior de la vertiente occidental o Pacífica de la Cordillera de los Andes, conocida con el nombre fisiográfico de Costa.

Sus rasgos topográficos se deben:

A las estribaciones andinas occidentales, que en el área de estudio tiene una altura máxima de 800 m. s.n.m.; al sistema de drenaje que las corta transversalmente; a la acción marina sobre la línea de la Costa y a la presencia de pequeñas intrusiones dioríticas que han modificado la posición de los estratos sedimentarios formando las elevaciones cercanas al litoral.

II.1.1 Relieve.- En la topografía del área en estudio se observan tres zonas fisiográficas: a) zona litoral de playas y acantilados, b) zona de --- planicie y llanuras, c) zona de las estribaciones andí

nas occidentales.(1)

II.1.1.1 Zona litoral de playas y acantilados.- Comprende -  
entre límite nor-occidental del área Pucusana y la desembocadura del río Mala, con una orientación aproximada -  
hacia el N.O. desplazados al N.E. en intervalos regulares, presentando promontorios de rocas intrusivas cerca de las áreas desplazadas debido a su mayor resistencia a la actividad erosiva del mar.

Los promontorios están formados por rocas congloméricas que constituyen la base de la secuencia estratigráfica de la región, y entre cada una de ellas se ubican las distintas playas, compuestas en su mayor parte por arenas de grano medio a grueso formados de cuarzo - subangulares, biotita, fragmento de roca y fragmento de conchas, siendo la principal fuente, en gran parte de la región, este material; las playas constituídas por conglomerados son raras y por lo general se ubican al pie de los acantilados; en estos últimos se observan con frecuencia pequeñas cavernas y túneles naturales horadados por el mar en zonas de debilidad de la roca como son fracturas y diques (León Dormido, Pucusana "Bocquerón"), quedando alejados de la actual línea de playa evidenciando una fluctuación del nivel del mar.

En los acantilados y cerros adyacentes a las playas: León Dormido, Pucusana y Ilaplo se observan terrazas formadas principalmente por material anuloso y arcilloso proveniente de la segregación de las rocas en los cerros inmediatos, material unido por una especie de argamasa de sal y arena dando al conjunto una gran solidez, estas terrazas están cubiertas en parte por material eólico, no se trata de terrazas marinas, se les pueden considerar como acumulaciones de talud.

II.1.1.2 Zona de planicies y llanuras.- Se divide en dos zonas:

1.- Conos de deyección de las quebradas de Parcca y Corral Grande con sus límites occidentales en las playas de Chilca y caleta de Puerto Viejo, ambos conos unidos por un pequeño estrecho entre los cerros Calavera y la Bruja.

2.- Comprende el cono de deyección del río Mala incluyen do las terrazas fluviales hasta 2 Kms. aguas arriba de la localidad de Aspitia.

Ambas partes separadas por la prolongación hacia el mar de las estribaciones andinas occidentales formadas por los cerros San Andrés, La Virgen e Higuera.

Esta segunda parte la describiremos por ser nuestra área en estudio y esta formada por el cono de

deyección del río Mala, comprendiendo el lecho actual - del río y las terrazas fluviales en un número de tres.

La primera de ellas, la más reciente tiene una altura de 4-5 mts. sobre el lecho actual del río, conformada por cantos rodados de composición granítica, -- los espacios entre los cantos están conformados por gravas en una matriz arcillosa, se observa esta terraza en la margen izquierda del río, frente a la localidad de - Aspitia.

La segunda, se alza sobre el nivel actual del río en forma muy notoria con una altura máxima de 50 -- mts., disminuyendo a medida que se acerca a la desembocadura, compuestos por cantos rodados de naturaleza granítica provenientes de la erosión del batolito Andino, y en menor cantidad rodados de rocas volcánicas, en general su tamaño varía de 10 a 30 cms. de diámetro de forma más o menos ovoides, en la matriz que los engloba, - constituídos por rodados más pequeños y arenas, se en-- encuentran lentes de arcilla y arena.

Esta terraza cubierto por cultivos, limitada por las faldas de los cerros adyacentes en la margen de recha y cubierto en ciertas zonas por pequeños conos de escombros provenientes de las quebradas secundarias. Sobre esta terraza se encuentran las localidades de Mala,

Aspitia, Santa Cruz de Flores y San Antonio.

La tercera terraza no se observa en el área estudiada, encontrándose a 6 Kms. de Mala, localidad de Bujama. Birot y Dollfus (1961) asocian la segunda terraza con el último período frío de la cordillera, considerando que la costa se encontraba por debajo del nivel actual del mar más alejada hacia el Oeste. (Plano I.)

#### II.1.1.3 Zona de las estribaciones andinas occidentales

Regida por dos rasgos estructurales principales:

1.- Una estructura homoclinal formada por derrames andesíticos intercalados por sedimentos de edad Cretácea Media.

2.- Un sistema de fallas con orientación N 15°E que determinan la dirección del drenaje en la parte Sur de la región, formadas por el valle de Mala y las quebradas de Corral Grande y una quebrada situada entre esta última y las lomas de Higuera, no respondiendo a esta alineación un pequeño sistema de drenaje que tiene su origen en la misma área de la Cantera de las Mercedes y la quebrada de Parcca; el sistema de drenaje de la cantera las Mercedes es una cuenca completa de tipo dentrítico, lo mismo sucede con la quebrada de Corral Grande cuyas ramificaciones se pierden al llegar a las rocas graníti

cas del batolito costanero; en las cercanías de la fábrica de Cemento de Chilca se pueden observar dos sistemas de terrazas superpuestas, constituídas en su mayor parte por gravas, material arcillosos y arenas eólicas constituyendo un material coluvio-aluvial proveniente de los cerros adyacentes y arenas transportadas por el viento, (lo mismo se observa en las Canteras del cerro Las Mercedes), el lecho de la quebrada esta constituida por gravas finas y arenas gruesas de origen granítico.

Acumulaciones similares se observan en diversos sectores de la Hacienda San Andrés y a la altura del Km. 83 de la Panamericana Sur en donde llegan a ocupar una posición muy por encima del nivel actual de la quebrada cuya línea de máxima pendiente se dirige hacia la caleta de Puerto Viejo, pudiéndose inferir que su curso ha sido diferente anteriormente siguiendo la dirección de la depresión situada entre el cerro San Andrés y el cerro Higuera recorrida longitudinalmente por la Panamericana entre los Kms. 81.5 - 84.5.

Estos depósitos se consideran mayormente como depósitos de talud provenientes de los cerros contiguos que han sido arrastrados según la dirección de la máxima pendiente por aguas provenientes de precipitaciones locales esporádicas típicas de climas desérticos, conservando los fragmentos su angularidad debido al poco -

transporte. Este fenómeno es aplicable en escala mucho más reducida para explicar la formación de los depósitos aluviales de muchas quebradas secundarias de la región y del pequeño sistema de drenaje de la cantera Las Mercedes.

II.1.2 Drenaje.- El colector único de la zona es el río Mala, que beneficia a 7,000 hectáreas de cultivo al valle del mismo nombre.

El potencial hidráulico del río Mala perfectamente estructurado traería consigo el beneficio del valle y de Chilca, desviando o represando sus aguas, anulando así la depresión económica de esta zona de la costa, ya que el sistema irregular de sus aguas temporales no son bien aprovechadas, despreciándose en el mar un volumen anual de 719'063,482 m<sup>3</sup>.<sup>(2)</sup>

C U A D R O    N° 2

RESUMEN      ANUAL	
M E S	VOLUMEN TOTAL (m <sup>3</sup> )
Setiembre	4'636,397
Octubre	8'424,864
Noviembre	11'404,800
Diciembre	53'086,752
Enero	129'997,440

(continua.....)

(continua Cuadro N°2)

RESUMEN	ANUAL
MES	VOLUMEN TOTAL (m3)
Febrero	232'148,160
Marzo	192'697,920
Abril	57'991,680
Mayo	15'162,336
Junio	6'585,408
Julio	3'924,288
Agosto	3'003,437

En los meses de Enero a Marzo, se producen -- desbordes que acarrearán pérdidas cuantiosas en cultivo.

Esto no es más que una prevención que se conoce años atrás y de la cual hasta ahora no se lleva a cabo una buena estructuración.

II.1.3 Acción del río y formación del valle.- El río - Mala se origina al Sur de la Provincia de Iuaro-chiri, siendo su recorrido por su parte alta de Norte a Sur, cambiando su curso muy cerca del pueblo de San Juan de Viscas al Sur-Oeste.

El río, recibe afluentes secundarios como los ríos: Huañec, Ayabiri, Tantara, Carhuapampa y Millhua,-

siendo su desembocadura a 20 Kms. al Sur de la Caleta - de Chilca, entre los distritos de San Antonio y Mala, de una longitud de recorrido aproximado de 117 Kms. La superficie bajo riego es de aproximadamente 7,000 Hectáreas y el área de la cuenca colectora es aproximadamente de 1,620 Kms.2.

La velocidad de estiaje como mínimo es de 0.40 m/seg, llegando a sobrepasar en avenidas a 3m/seg en los meses de Enero a Abril, perdiéndose gran cantidad en el mar.

El régimen aproximado es: (2)

Mínimo en época de estiaje -----	1	-	2.5 m3/seg
Máxima en crecientes -----	90	-	150 m3/seg

Realizando una acción de erosión y transporte.

El lecho del río a la altura de la Hacienda La Capilla es de naturaleza pedregosa, aguas arriba el valle se angosta, en contraste con su desembocadura al mar (Plano N°4). El estudio del perfil, de la Hacienda La Capilla al pueblo de Aymará indica que la sección corresponde al canal de arrastramiento, con una pendiente aproximada del 33%, hallándose en su ciclo de juventud.

A las terrazas fluviales referidas en acápite anteriores, se notan claramente entrando por el estua--

rio, hacia la margen izquierda y en dirección al distrito de Santa Cruz de Flores una terraza típica revestida por un espeso manto de grava y arena que en su parte superior se convierte en aluvión fino (Foto N°4).

De igual forma se observa en la margen derecha, del distrito de Calango hacia la Capilla, pero de materiales más gruesos y angulosos.

La presencia de las referidas terrazas hace pensar que después de haber sido afectadas por la acción erosiva del río, han sufrido un fenómeno de levantamiento gradual reciente.

#### II.1.4 Descomposición de las rocas y formación de los suelos.-

Los diversos procesos físico-químicos reinantes en todo el área ponen de manifiesto la última etapa de desintegración de las rocas, que unidas a las pendientes de las quebradas fueron transportados por el accionar de las aguas, a lugares más planos.

Es indudable, que el efecto de la meteorización difiera de acuerdo a la estación, en los meses de Enero a Marzo se producen las máximas avenidas del río Mala, arrastrando por consiguiente un manto de rocas

detríticas y el avenamiento de precipitaciones aluviales especialmente de las quebradas laterales a la principal (efecto corrosivo o de arrastre).

La desintegración por cambio de temperatura en una roca se hace notoria en la quebrada de Chilca (Caserío de Santa Rosa) ya que el efecto de arrastre por el agua es ausente.

El mar mediante el embate de las olas forma escarpas y playas. El viento sopla en la dirección Nor-Este unida a la arena que transporta desgastando la superficie de las rocas, siendo susceptibles a este efecto de corrosión las areniscas, cuarcitas y lutitas. La acción química representada mayormente por la acción del agua con sales disueltas que actúa sobre las rocas, cada partícula de agua que proviene de la evaporación del agua de mar tienen un contenido de sal que al condensarse sobre las rocas parece que penetra en ellas por sus poros, al estado molecular, cristalizándose luego con la consiguiente fisuración de la roca, ejemplo de este fenómeno: fragmento de calizas cerca al cerro Las Puercas a varios Kms. del mar en donde la roca ha sido completamente fisurada por la sal.

Existe un fenómeno contrario en que la sal después de haber fisurado las rocas y en contacto con la hu

medad y en presencia de la arena, hacen las veces de aglutinante formando una masa muy compacta englobando a los fragmentos de roca, esto es muy notorio en las terrazas aluviales cercanas a la línea de la playa.

II.1.5 Climatología.- La acción climatológica de la zona esta estrechamente vinculada a las corrientes marinas provenientes del Sur, correspondiendo a la región de desiertos costaneros húmedos.

En la mayor parte del año, la zona esta invadida por neblinas que son las que favorecen al desarrollo de plantas xerófilas, esta región pertenece al clima sub tropical costanero, siendo su humedad relativa media mensual del 85%.

En cuanto a la vegetación se pueden diferenciar tres zonas:

a. Zona semidesértica.- Con una casi ausencia de vegetales, salvo unas tilandsias y cactáceas, invadida en su mayor parte por arenas de origen eólica.

b. Zona de quebradas y valles.- Parte aprovechada por el hombre (cultivos frutales).

c. Zona de lomas.- Parte alta de los 'cerros cubiertos - por neblinas que al condensarse constituyen una fuente de vida formada por líquenes, hiervas anuales, plantas herbáceas y tubíferas, creciendo algunos arbustos en las plantas más altas; esta zona es usada para pastoreo de animales en época de invierno.

II.1.6 Vientos.- En toda esta región predominan vientos denominados como: virazones de moderada y fuerte potencia, de frecuencia variable, deducido por el tipo de depósitos que forman dunas de tipo barcane.

Estos vientos soplan en dirección casi constante y persistente de Oeste-Este a una velocidad promedio de 20 Kms. por hora.

Estos virazones son muy comunes en la costa peruana y se acentúan más durante los meses de verano,--siendo en los meses de invierno casi nula, probablemente por la ausencia de cambios de temperatura, aumentando la humedad que se hace más persistente.

## C A P I T U L O    I I I

### GEOLOGIA

#### III.1.0 GENERALIDADES

El estudio geológico de la cuenca del río Ma la se ha realizado a nivel de reconocimiento y tiene como objetivo principal proporcionar el conocimiento geológico integral de la región como base para el apoyo y fundamentación de las diversas disciplinas conexas, como:

SUELOS

HODROLOGIA

SISMOLOGIA

Desde el punto de vista geológico, el área - en estudió constituyó una gran cuenca litológica de orí genes marino y continental. Posteriormente, éstos fue-- ron deformados por la intrusión ignea de magnitud bato- lítica, como por movimientos orogenéticos y epirogeneti- cos, al evidenciarse por el levantamiento de los Andes y por el desarrollo en diversas estructuras geológicas tales como: fallas, pliegues que acarrear en diversas zonas de la cuenca.

Las rocas en el área están representados por una secuencia de sedimentos finos con intercalaciones volcánicas (andesitas, dacitas) calizas, areniscas y de intrusiones ígneas de composición granitoide. La edad de las rocas comprende desde el Paleozoico hasta el Cuaternario reciente.

III.1.1 Características del Cuaternario.- No hay indicios de depósitos de la edad Terciaria en el área, pero cerca del valle de Omas (Nieto 1961) existen unos tufos riolíticos - que pueden haber pertenecido a esta edad, siendo considerados como post-orogénicos y que de haber existido han sido completamente erosionados.

No existen evidencias para determinar la edad del fallamiento que afecta a la región, considerándose - por correlación con el trabajo de U. Patterson (1958) como Terciario-Cuaternario que acompañó al levantamiento de los Andes, con el cual se inicia un intenso período de erosión, formando los valles y demás rasgos fisiográficos actuales, con depósitos fluviales acompañados de - transgresiones y regresiones marinas en pequeña escala, evidenciándose en tiempos muy recientes de movimientos ascensionales, como se observan en regiones cercanas a Asia (Dresch 1961) y en el área de Pisco (Riegg 1959)<sup>(3)</sup>.

III.2.0 Geología Regional <sup>(4)</sup> Se han identificado en el área de estudio rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, cuyas edades oscilan entre el Paleozoico y el Cuaternario reciente, notándose que las rocas sedimentarias más antiguas afloran principalmente en el sector más bajo de la cuenca y están representadas por las formaciones Pucusana y Puente de Piedra; <sup>(4)</sup> siendo los depósitos más recientes en el sector de la franja costanera destacándose los depósitos aluviales, fluvio-aluviales y eólicos. Las rocas ígneas intrusivas y extrusivas, forman un gran bloque en el sector central y superior del área, existiendo también otros afloramientos diseminados en toda la cuenca. La secuencia estratigráfica ha sido establecida por la similitud litológica y posición estratigráfica equivalente con otras zonas del país.

En el Cuadro N°3, se muestra la secuencia estratigráfica de la región estudiada, apreciándose que las rocas más antiguas corresponden al Paleozoico ubicadas en el extremo Nor-oriental del área. Un conjunto de rocas volcánicas, intercalados con sedimentos marinos y continentales constituyen la formación Pucusana considerada como del Jurásico Superior, aflorando en el extremo medio occidental del área.

Discordante sobre la formación Pucusana se --

presenta una sedimentación de origen continental y marino del Jurásico Superior-Cretáceo, correspondiente a la formación Puente Piedra, caracterizada por una marcada actividad volcánica intramarina que se presenta en la zona central occidental y extremo occidental de la faja costanera. Posteriormente durante el Cretáceo Inferior, ocurrió una sedimentación de ambiente continental con evidencias de avances esporádicos del mar, testificada por el grupo Morro Solar cuyos afloramientos se ubican en la parte occidental de la región.

Posteriormente, sobrevino una transgresión marina de bastante amplitud, con regresiones esporádicas del mar, evidenciados por la presencia de areniscas y cuarcitas que ocurren ocasionalmente en esta secuencia denominada Formación Pamplona y se exponen en la parte occidental del área de estudio dentro de la franja costanera. A esta formación le sucedió una sedimentación principalmente calcáreo correspondiente a la formación Atocongo, produciéndose al mismo tiempo de la sedimentación, erupciones submarinas y se encuentran ubicados en el sector occidental de la región estudiada. Unidades litológicas, cuya posición dentro del Cretáceo aún no ha sido definida, afloran en la parte media oriental andina y en las estribaciones occidentales de la misma.

A continuación se depositaron los sedimentos-

calcáreos a los cuales se les ha considerado como formación Machay del Cretáceo Medio, ubicado en el extremo -- Norte-Este del área. Luego aparece una secuencia volcánica-sedimentaria denominada Serie Volcánico-Sedimentaria del Cretáceo Terciario, cuyos principales afloramientos se presentan en la faja costanera en las estribaciones occidentales de los Andes. Hacia el extremo Nor-oeste -- se presenta una pequeña franja sedimentaria con intercalaciones volcánicas correspondientes a la formación Casapalca.

En un área cercana al litoral se exponen sedimentos pertenecientes a la formación Cañete del Terciario Superior.

Cubriendo áreas de gran extensión, especialmente en la parte oriental de las cuencas, se presenta la secuencia de la Serie Volcánica Superior asignada dentro del Terciario Cuaternario.

Unidades litológicas más recientes cuyas edades están comprendidos dentro del Cuaternario, se presentan en los sectores inferior y superior de la región y consisten en depósitos: Morrénicos, aluviales, fluvio-aluviales, fluviales, eólicos y marinos.

Las rocas ígneas intrusivas se han emplazado

durante el período Cretáceo Terciario. Son del tipo plutónico como del Hypabisal; las primeras se hallan formando parte del Batolito Andino que afloran en este sector del país y son fundamentalmente de composición granitoide (granito, granodiorita, etc.). Las intrusiones hipabisales se hallan constituyendo diques, sills de composición andesítica, dacítica, etc.

Desde el punto de vista estructural las cuencas de los ríos Chilca, Mala y Omas han soportado eventos geológicos de diversa magnitud como consecuencia de movimientos orogenéticos y epirogenéticos y de emplazamiento de plutones que han intervenido en mayor o menor grado en la deformación de las rocas, habiéndose generado estructuras geológicas (fallas y pliegues) tanto longitudinales como transversales. (Plano N°2).

SECUENCIA ESTRATIGRAFICA Y RASGOS ESTRUCTURALES

ERA	PERIODO	FORMACION	LITOLOGIA	LUGARES DE EXPOSICION	RASGOS ESTRUCTURALES	SUELOS FORMADOS.
C E II	C U A T E R N A R I O	Depósitos eólicos (Q-e)	Constituidos por arenas finas formando dunas, médanos, suaves onduladas cubriendo parcial. rocas más antiguas.	A lo largo de la faja costanera.	No presentan evidencias de estructuras geológicas posiblemente porque los últimos movimientos tectónicos que perturbaron la zona tuvieron lugar antes de la acumulación de estos materiales.	Transportados, arenosos muy permeables. Potencia variable.
		Depósitos marinos (Q-m)	Const. de arenas de grano medio o grueso, fragmento de rocas y de conchas.	A lo largo de casi todo el litoral.		Transportados: arenosos - profundos, permeables - Salobres.
		Depósitos fluvio-aluviales (Q-fal)	Conjunto heterogéneo e inconsolidado constituido por gravas rodadas, arenas limos y arcillas.	Se deposita a lo largo de los cauces del río y quebradas		- Transportados. - Composición heterogénea - Potencia y profundidad variable.

(continua .....)

(.....continua Cuadro nº 3)

AÑO	PERÍODO	FORMACIÓN	LITOLOGÍA	LUGARES DE EXPOSICIÓN	RASGOS ESTRUCTURALES	SUELOS FORMADOS
1970	C O	Depósitos fluvio--aluviales (Q-fal)	Compuesto de fragmentos rocosos heterométricos angulares, subangulares, arenas, arcillas gravas y rodados.	En arenas de pequeña y mediana ext. en la parte inf. de la cuenca, sector inf. de las laderas de los cerros	No presentan evidencias de estructuras geológicas posibles porque los últimos movimientos tectónicos que perturbaron la zona tuvieron lugar antes de la acumulación de estos materiales.	Transportado, composición variable, profundidad variable, permeabilidad de moderada a alta.
1970	C O	Depósitos aluvial (Q-al)	Arenas, arcillas, arenas conglomeradas semi consolidadas. Se presenta en niveles diferentes que indican ciclos de acumulación.	Se encuentra en la zona baja y media de los ríos, además en la parte alta del río Mala.		Transportado preferentemente arena arcillosas, profundos permeabilidad variable. Para condiciones agrícolas.
1970	C O	Depósitos morrénicos y fluvio-glaciares (Q-fg)	Fragmentos rocosos, de composición volcánica, y de forma angulosa y dentro de una masa arenosa y arcillo-arenaosa.	Situadas en extremo este entre las lagunas Totoral y Suyoc.		Transportados: Arenos arcillosos con fragmentos rocosos de profundidad y permeabilidad variable.

REFERENCIA: OMERN  
AÑO 1972

### III.2.1 Formación Puente Piedra

#### Volcánicos con intercalaciones de calizas y areniscas.-

Afloran formando parte los cerros que bordean la margen derecha del río Mala, desde Aspitia, en dirección Sur-Oeste, hasta la playa del Arco, constituida mayormente por derrames volcánicos de composición andesítica de color variable: marrón, gris y azul verdoso. Existen sedimentos intercalados de manera muy esporádica, presentando sus afloramientos un aspecto lenticular, constituidos por areniscas gris claro a marrón y calizas bastante silicificadas de color verde claro y azul oscuro, estas últimas a veces contienen restos de lamelibranquios; hacia el tope de la secuencia se encuentra una intercalación de calizas en bancos delgados, lutitas rojas y amarillas, areniscas y volcánicos, que aparentemente constituyen un paso gradual a la formación Salto del Frayle Suprayacente; se ha estimado en 870 m. la potencia de este miembro. Por su posición estratigráfica suprayacente a los Estratos Puente Inga e Infrayacente a la formación - Salto del Frayle se le considera de edad Berriasiano Superior-Valanginiano Inferior.

Sus afloramientos se extienden hacia el Sur - hasta la localidad de Bujama, formando acantilados y pro

monitorios. En sus aspectos generales este miembro se asemeja al miembro Superior de la formación Puente Piedra, en su localidad tipo no se conocen otros afloramientos - similares cuya posición con el tiempo se encuentra bien definida.

III.2.1.1 Edad y Correlación.- Por su contenido fosilífero y semejanza litológica con la formación Puente Piedra en su localidad típica, se les considera de la misma edad, osea en el lapso comprendido entre el Titoniano Superior y el Valanginiano Inferior.<sup>(3)</sup>

### III.3.0 GEOLOGIA LOCAL

El valle de Mala irrigado por el río del mismo nombre recorre en dirección del N.O. al S.E., de ramificación dentrítica. En la margen derecha aflora la formación de Puente de Piedra.

En esta margen existe una terraza fluvio-aluvial con una capa de material de relleno; sobre ella se halla situada el distrito de Santa Cruz de Flores, cuyas cotas fluctúan de 90 a 120 m.s.n.m., delimitada por una vegetación en un 70% y con un área urbana de un 30%.

El casco urbano encerrado por cerros, (Foto N°

1-7) de morfología parcialmente ondulada, se encuentra cubierto en ciertas áreas por oxidación de Hierro.

Los afloramientos están constituidos por rocas ígneas, del tipo Granito y Andesita, con un rumbo de N - 27°E ó S 27°O y un buzamiento de N 48°O.

En la zona Este del distrito se hallan depósitos de arenas de origen eólico del Cuaternario reciente. (Foto N° 8).

III.3.1 Geología estructural local.<sup>(3)</sup> Los rasgos estructurales más saltantes de la región en estudio, están formados: Por una estructura homoclinal, con una alineación aproximada N 10°O - S 10° E, buzando hacia el Este, formando el núcleo de las estribaciones Andinas Occidentales; y dos sistemas principales de falla, el primero de ellos con una orientación aproximada N 18° E a N 30° E apreciándose en los acantilados a lo largo de la costa, (entre Puerto Viejo y la Playa del Arco) este sistema de falla es del tipo normal y también inverso, los desplazamientos causados no se han podido medir pero se infiere por las observaciones de campo.

El segundo sistema de fallamiento tiene una orientación SE - NO, aparentemente desplaza al anterior

y parece ser de gran importancia, delinea la orientación del litoral, siendo muy posible que exista una falla importante que corra a lo largo de la línea de costa hacia el Oeste, paralela a ésta se puede observar una que limita un pequeño sinclinal al sur de la playa del Arco, cuyo eje es a su vez paralelo a la falla, otras fallas de este sistema se encuentran al norte de San Antonio y al norte de Aspitia, esta última se ha podido seguir alrededor de 10 Kms. habiéndose podido observar que tiene un desplazamiento vertical mayor de 300 m. poniendo en contacto la formación Pamplona Atocongo cerca de la Fábrica de Cemento Chilca, además corta al N.O. de este último lugar, a la estructura homoclinal arriba mencionada, habiéndose formado hacia el sur una estructura sinclinal - muy suave. (Plano N° 3)

En general parece que los dos sistemas de fallas principales forman en conjunto un complejo sistema de fallamiento en bloques. Se relacionan con los demás sistemas estudiados en áreas vecinas de la costa, pudiéndose incluir dentro de la zona Pacífica o costanera propuesta por U. Peterson (1958).

III.3.2 Aguas subterráneas.-(5) La zona en estudio, conformada por relleno aluvial forma una banda que se estrecha aguas arriba, con un ancho de desembocadura de 6 Kms. aproximadamente y 0.5 Km.

en Calango. Existen afloramientos naturales de la napa en las zonas topográficamente deprimidas, en la cercanía del lecho del río Mala y en la parte baja del valle. En la margen derecha, se encuentra el manantial La Isla captado para el abastecimiento de agua potable del distrito de Santa Cruz de Flores y en la margen izquierda, las galerías filtrantes de la Hda. San José del Monte utilizadas para drenar los terrenos de Santa Rosa de Huarangal.

La profundidad del nivel de agua varía con la ubicación, en efecto, la presencia de una terraza antigua cuya altura alcanza en algunos sitios de 50 mts. dá una topografía transversal del valle bastante accidentada, de tal manera que el nivel del agua es mucho más profunda de 10 a 30 mts.

Con todas las medidas piezométricas se confeccionó la carta de hidroisohipsas que representa las curvas del nivel de la napa en el mes de Noviembre 1973. -- (Plano N°4)

La pendiente en general de la napa es fuerte, varía 2% en Calango a 0.6% en la desembocadura. La forma de las curvas hidroisohipsas indica que la alimentación de la napa proviene del río y de las acequias principales que bordean el valle; aguas abajo de Mala existe una zona en donde la napa alimenta al río por su margen izquieru

da. Los sectores más explotados de la hapa se notan por la presencia de ejes de drenaje.

C U A D R O N° 4

RELACION DE LAS FUENTES DE AGUA SUBTERRANEA

Fuentes de agua Dis-- trito	Pozos Tubu lares	Pozos a tajo abierto	Manantiales y galería - filt.	Sub-totales por distri- to
Asia	-	3	-	3
Calango	-	3	1	4
Mala	8	28	1	37
San Antonio	2	11	1	14
Santa Cruz de Flores.	-	4	1	5
Sub-totales por tipos - de fuentes.	10	49	4	

FUENTE : Sub-Dirección de aguas subterráneas - Ministerio de Agri-  
cultura.

El distrito de Santa Cruz de Flores se abastece de agua potable con la captación del manantial de la Isla, además cuenta con 10 pozos a tajo abierto, sin -- equipo para uso doméstico.

La napa freática es profunda en el poblado,--

C U A D R O N° 5

INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUAS SUBTERRANEAS  
DEL VALLE DE MALA

N° de In-ventario.	Nombre	Tipo	Cota del suelo	Prof.en mts.	Año de Perf.	NIVEL PIEZOMETRICO			
						Fecha	Perf.en mts.	Cota	H
1	E. Huapaya	TA	98.6	14.0	1960	19.11.70	12.5	86.5	0.4
2	F. Avalos	TA	88.6	16.0	?	19.11.70	14	74.9	0.3
3	B. Trigueros	TA	86.2	20.0	?	19.11.70	18.6	68.2	0.6
4	M. Huapaya	TA	89.8	18.0	?	19.11.70	15.4	74.4	0.6
1	Agua potable	MC	60.0	1.0	1967	19.11.70	0.3	60.0	0.3

DEPARTAMENTO : LIMA      PROVINCIA : LIMA      DISTRITO : SANTA CRUZ DE FLORES

FUENTE: Sub-Dirección de aguas subterráneas - Ministerio de Agricultura.

### III.3.3 Consideraciones de la Geología' y la Intensidad.-

Con la finalidad de realizar una valorización adecuada de la intensidad sísmica, para obtener el comportamiento de los suelos de cimentación, se debe contar -- con el estudio de la geología de la región, el cual nos servirá para realizar la valorización de acuerdo a las - rocas encontradas en la zona:

a) ROCA DE BASAMENTO: Igneas, sedimentarias, metamórfi-- cas, relacionados con diferentes - formas estructurales que pudieron haber sido afectados - anteriormente (fallas, plegamientos, grado de fisuración y tipo de estratificación).

b) TERRENOS DE FUNDACIONES Tipos: transportados y resi-  
duales.

La concordancia entre su vibra-- ción y la vibración de la roca de basamento depende del mayor o menor grado de cohesión, compactación y condicio- nes de contacto.

c) TIPO DE UNION Y FORMA DE YACENCIA Este importante - factor se relacio-  
na con los de fundamento y los de fundación, esta unión puede variar entre una unión casi perfecta en la que am-

bos forman una sola unidad hasta una simple superposición que combinada con la forma de yacencias, pueden originar deslizamientos, encurvamientos y desprendimientos.

## C A P I T U L O    I V

### M E C A N I C A    DE SUELOS

#### IV.1.0    INTRODUCCION

La influencia del suelo en el daño ocasionado a estructuras durante movimientos sísmicos, ha sido evidenciado recientemente en varias oportunidades.

De esas desafortunadas experiencias se concluyen en la necesidad de implementar medios para predecir y consecuentemente prevenir daños a edificaciones en futuros terremotos.

Un movimiento sísmico produce efectos muy diferentes en las estructuras según sea el tipo de suelo - de fundación. Dos grupos de fenómenos explican este comportamiento:

- a) La amplificación selectiva del movimiento debido a diferencias de rigidez de los estratos y a la reflexión múltiple de las ondas en las fronteras de dichos estratos.

b) Los efectos que producen los sismos sobre suelos blandos, sensibles o sueltos, sobre todo cuando la napa freática se encuentra cerca de la superficie (asentamiento, licuación, etc.).

El presente trabajo contiene un estudio de los principios generales a utilizar en el proyecto preliminar de zonificación de la Ciudad de Santa Cruz de Flores (Cañete) apoyado en los estudios de Geología y en la exploración de pozos de reconocimiento, excavados con este fin, con su correspondiente muestreo y análisis en el laboratorio.

IV.1.1 Características Generales de los Suelos.- Un suelo es constituido por una acumulación de partículas minerales, que dejan entre si espacios libres o vacíos, los cuales están llenos con agua y aire e incluyen una gran variedad de materiales desde cascajo a arcilla plástica.

En el estudio de la Mecánica de Suelos, lo importante es poder clasificar los suelos en ciertos tipos bien definidos dependiendo del tamaño, forma y naturaleza de las partículas, pero sobre todo debe de entenderse también que las propiedades de un suelo dependen en gran escala de su contenido de humedad.

La relación entre los pesos y volúmenes de las diferentes fases es importante, porque nos ayuda a definir las condiciones del suelo o su comportamiento físico.

Los resultados de la teoría de la elasticidad se emplean frecuentemente para calcular los esfuerzos -- producidos en una masa de suelo por las cargas aplicadas exteriormente. Esta teoría parte de la hipótesis de que el esfuerzo es proporcional a la deformación. La mayoría de las soluciones más útiles de esta teoría suponen también que el suelo es homogéneo (sus propiedades no varían de un punto a otro) e isótropo (sus propiedades son las mismas cualquiera que sea la dirección que se considere a partir del punto). El suelo rara vez se ajusta exactamente a estas hipótesis y muy a menudo no las cumple en absoluto.

Sin embargo, el Ingeniero no tiene otra alternativa que emplear los resultados de esta teoría junto con su criterio personal basado en su experiencia.

#### IV.1.2 Planeamiento para el Estudio de Suelos en la zona

Se preparó una secuencia de etapas de trabajo que comprendía:

- A) Trabajos de campo
  - . Exploraciones.

. Toma de muestras alteradas o disturbadas.

B) Trabajos de laboratorio.

. Identificación y clasificación de las muestras obtenidas.

C) Análisis de la estratigrafía de la zona.

D) Análisis de la capacidad soportante del suelo.

E) Recomendaciones y Conclusiones.

A) Trabajos de campo:

. Exploraciones.- El propósito de la investigación exploratoria es obtener una información de las condiciones del subsuelo. La profundidad, espesor, extensión y composición de cada uno de los estratos son sus objetivos.

Además se obtienen datos que van a conducir a la determinación de la resistencia y compresibilidad de los estratos para hacer los estimados preliminares de la seguridad y de los asentamientos de la estructura. Un programa cuidadosamente planeado de los sondeos y de la toma de las muestras es el mejor método para obtener una información específica del lugar.

Para el presente trabajo se dispusieron dos alineamientos: El primero en la mayor longitud de la ciu

dad con tres pozos de sondeo y el segundo interceptando al anterior en la zona del mercado de abastos. (Plano N° 5)..

La profundidad de las exploraciones en función de la intensidad y tipo de carga que la estructura proyectada va a transmitir y, a las características de los estratos de suelos encontrados.

Teniendo en consideración lo expuesto, se llegó a una profundidad promedio de 2 mts. y por las características de los materiales encontrados, no se profundizó la excavación. A continuación se presenta un Cuadro - en donde se expone la técnica de excavación empleada en el presente trabajo.

C U A D R O    N° 6

EXPLORACION DEL SUBSUELO: METODOS DE SONDEO DE EXPLORACION

METODO	TECNICA	USO	LIMITACIONES
Pozos, zanjias.	Excavar un pozo o una zanja a pico, lapa y barreta.	Exponer visualmente la estructura y la estratificación, por arriba del manto freático.	Derrumbe de las paredes, agua subterránea.

. Tomas de Muestras.- Debido a la dificultad de obtener

muestras inalteradas en los suelos no c6ohesivos se tomaron solo muestras alteradas o disturbadas, representativas de los estratos encontrados en cada uno de los sondeos procedi6ndose a identificarlos primeramente en el campo para ser trasladados luego al laboratorio y proceder a la identificaci6n y clasificaci6n final.

B) Trabajos de laboratorio.- Aunque el examen visual de las muestras de suelo obtenidas en los sondeos de exploraci6n, puedan darle al ingeniero una imagen preliminar de las caracter6sticas y condiciones del suelo, el estudio de los resultados de las pruebas y ensayos de laboratorio aclara esa imagen y permite analizar las condiciones del suelo bas6ndose en datos reales, siempre que las muestras sean representativas de los estratos de donde provienen, por lo que ser6 muy 6til establecer adecuadas correlaciones a fin de decidir que tanto de los resultados deber6n extenderse al resto del suelo que soportar6 la cimentaci6n.

C U A D R O N° 7

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA INVESTIGACIONES DE EXPLORACION

ENSAYO	TIPO DE SUELO	USO DE LOS DATOS
Peso específico relativo de los sólidos	TODOS	Determinar composición relación de vacíos.
Tamaño de los granos.	NO COHESIVOS	Clasificación, estimar permeabilidad, resistencia al esfuerzo cortante, compactaciones.
Forma de los granos	NO COHESIVOS	Clasificación, estimar resistencia al esfuerzo cortante.
Límites Líquidos y plástico.	COHESIVOS	Clasificación, estimar compresibilidad, compactación.

Teniendo como referencia lo dicho anteriormente, se han realizado los siguientes ensayos con las muestras obtenidas:

Ensayos Estandar. - Con las muestras alteradas más representativas se han efectuado las siguientes series de ensayos:

1.- Análisis granulométricos. - En todas las muestras obtenidas de los cuatro son dajes se han efectuado Análisis Granulométricos por ta-

mizado de acuerdo a la Norma ASTM - D422.

2.- Límites de Consistencia.- Con las muestras de los pozos N°3 y N°4, se han procedido a determinar:

- a. Límite Líquido, de acuerdo a la norma: ASTM-D423.
- b. Límite Plástico, de acuerdo a la norma: ASTM-D424.

Realizado estos ensayos, se procedió a identificar y clasificar cada una de las muestras, utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

3.- Propiedades Índice.- Para todas las muestras obtenidas se ha procedido a determinar Pesos Específicos de sólidos, de acuerdo a la norma ASTM-D854.

C U A D R O N° 8

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

POZO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (mts.)	ENSAYOS DE LABORATORIO			INDICE DE PLASTICIDAD (%)	CLASIFICACION SUSS.
			Peso Específico de sólidos.	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)		
N° 1	M-1	1.00	2.73	-----	-----	-----	GW
	M-2	1.40	2.69	-----	-----	-----	GP
N° 2	M-1	1.00	2.72	-----	-----	-----	GW
	M-2	2.00	2.70	-----	-----	-----	GP
N° 3	M-1	0.50	2.75	16.80	NO PLAST.	NO PLAST.	SM
	M-2	1.20	2.78	15.20	NO PLAST.	NO PLAST.	SM
	M-3	2.00	2.78	-----	-----	-----	SP - SM
N° 4	M-1	0.50	2.98	16.60	NO PLAST.	NO PLAST.	SM
	M-2	1.00	2.87	19.20	14.35	4.85	GM - GC

C) Análisis de la Estratigrafía de la Zona.-

Perfiles.- Teniendo en cuenta el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos de cada una de las muestras y haciendo interpolaciones entre los sondeos, y de las características de las muestras visualizadas en el campo, se puede establecer un perfil razonable del suelo.

El espaciamiento de los sondeos depende no solamente del tipo de estructura, sino también de la uniformidad y regularidad del depósito de suelo, por lo cual hice un estimado preliminar del espaciamiento de los sondeos en los dos ejes, tomando una distancia de 250 mts. como distancia promedio.

Estos espaciamientos se reducirán si se necesitan datos adicionales o si el espesor y la profundidad de los diferentes estratos son aproximadamente los mismos en todos los sondeos.

De los resultados obtenidos no se podrá establecer un perfil estratigráfico correspondiente a los dos alineamientos establecidos, debido a la diferente ubicación y naturaleza de los estratos de suelos encontrados a un mismo nivel en los diferentes sondeos, es por esta razón que el perfil trazado es el "Perfil de -

pozos" los cuales se muestran a continuación.

Si observamos los pozos de sondeos PS-1 y PS-2 que se encuentran ubicados dentro del perímetro de la ciudad se podría definir el perfil estratigráfico como un suelo de mezcla de grava y arena del tipo G<sup>M</sup> que esta por debajo de una capa delgada (20 cms. como máximo) de tierra de cultivo.

Fuera del perímetro de la ciudad, PS-3 y PS-4, se presenta como un suelo arenoso con materiales finos no plástico. Al observar panorámicamente la distribución de los pozos de sondajes se puede ver que existe - una zona de Transición entre los pozos PS-2 y PS-3, en donde pasa el suelo de gravoso a arenoso, y que por diversos factores (económicos, tiempo, etc.) no he podido determinarlo, de igual forma se observa fuera del perímetro de la ciudad PS-5 como un material de relleno.--- (Ver sondaje).

Nivel Freático.- La localización del agua subterránea es una parte esencial de cualquier investigación de exploración. Al realizar los sondajes respectivos no se encontró la presencia de la napa freática y, por : "INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUAS SUBTERRANEAS DEL VALLE DE MALA.- SUB-DIRECCION DE AGUAS SUBTERRANEAS.-MINISTERIO DE AGRICULTURA, AÑO 1970-1971, se ha

confeccionado el siguiente Cuadro:

C U A D R O    N° 9

SONDEOS	PS-1	PS-2	PS-3	PS-4
Profundidad del nivel freático encontrado (mts.)	20	13	10	38

Por lo cual, se puede concluir que la dinámica del nivel freático es muy pequeña por lo que el nivel freático estabilizado es sensiblemente igual al encontrado.

#### IV.2.0 METODO APROXIMADO PARA CALCULAR LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS

Hay una infinidad de ejemplos de estructuras deterioradas en mayor o en menor grado por efecto del cambio de las diferentes propiedades del suelo durante los sismos.

De acuerdo con las características físicas y mecánicas, de los estratos de suelo más superficiales descritas y estudiadas (cualitativamente y cuantitativamente) en los acápite anteriores, y de la evaluación de las mismas haciendo uso en cada caso de los ensayos

de laboratorio, campo y ecuaciones convencionales, se tratará de estimar las capacidades últimas de carga.

Considero que no estoy escribiendo una Tesis de Mecánica de Suelos sino que pretendo mostrar los suelos como materiales y dar algunas recomendaciones para construir infraestructuras sobre ellas.

Un suelo granular como el de la zona en estudio generalmente tiene un volumen considerable de huecos en toda la masa, aún cuando la granulometría sea bastante buena, y es probable que se produzca una pequeña deformación si las partículas no se trituran.

Por otra parte, las vibraciones fuertes pueden dar lugar a que las partículas se deslicen dentro de los huecos o a que éstas se reajusten entre si. Esto aumenta la densidad de la masa, puesto que la materia sólida total permanece invariable, normalmente la reducción de volumen origina un asiento vertical, por lo cual los suelos reales poseen peso y en general exhiben tanta cohesión como fricción interna.

De la hipótesis de Terzaghi, se calculará la capacidad de carga crítica del suelo ( $Q'd$ ) para la falla local, o corte local:

$$Q'd = \frac{2}{3} c N'c + \gamma Df N'q + \frac{1}{2} \gamma B N'\gamma$$

Los símbolos  $N'c$ ,  $N'q$  y  $N'\gamma$  son factores de capacidad de carga y que a su vez son funciones del ángulo de fricción interna ( $\emptyset$ ).

El término que contiene el factor  $N'\gamma$  muestra la influencia del peso del suelo y el ancho de la cimentación; el que contiene  $N'c$  muestra la influencia de la cohesión y el que contiene  $N'q$  la influencia de la sobrecarga.

En el análisis de la estratigrafía de la zona estudiada en el acápite "C", cuyas propiedades de los PS-1 y PS-2 son homólogos al estudio realizado por Felix de la Rosa Anhuaman, se tomaron como valores de:

$$\emptyset = 38.5^\circ$$

$$c = 0.512$$

Obteniéndose :

$\emptyset$	c	$\gamma$	B	Df	$N'c$	$N'q$	$N'\gamma$	Q'd
38.5°	0.512	$2.2 \times 10^{-3}$	40	100	29	18	18	14.65

Para los PS-3 y PS-4 definidas anteriormente como suelos no cohesivos y de mediana compacidad, cuyos

valores representativos de  $\phi$  y C son tomados de la experiencia de Karl Terzaghi.

$$\phi = 30^\circ$$

$$C = 0.10$$

Obteniéndose:

$\phi$	C	$\gamma$	B	Df	N'c	N'q	i'x	Q'd
30°	0.10	$1.8 \times 10^{-3}$	100	100	13	10	7	3.297

IV.2.1 Factor de Seguridad.- Considero que el factor de seguridad que se fije depende de la seguridad que se tenga en cuanto a las condiciones del suelo y a las cargas de la estructura y a los riesgos que se correrían si se produjera una falla de capacidad de carga del suelo. De lo expuesto anteriormente se tomará como factor de seguridad igual a 3. De lo cual concluimos.

Q'd(Kg/cm2)	F.S.	qs=Q'd/F.S.
14.65	3	4.88
3.297	3	1.09

#### IV.3.0 RECOMENDACIONES GENERALES

##### IV.3.1 Requisitos esenciales de una buena cimentación.

La cimentación es la parte soportante de una estructura. Este término se aplica usualmente en forma restrictiva al miembro que transmite la carga de la superestructura a la tierra.

Una buena cimentación debe llenar tres requisitos:

1. Debe colocarse a una profundidad adecuada para impedir los daños de las heladas, los levantamientos, las socavaciones o los daños que puedan causar futuras construcciones cercanas.
2. Debe ser segura contra la falla del suelo.
3. No debe asentarse tanto que desfigure o dañe la estructura.

#### IV.3.2 Procedimiento Racional para Proyectar Cimentaciones.-

El Ingeniero debe tener datos exactos del suelo debajo de la cimentación y de la estructura que se construirá sobre la cimentación. Los datos del suelo incluyen la profundidad y el espesor de los estratos de suelo, el nivel freático y las propiedades físicas de cada suelo, entre ellas su resistencia y su compresibilidad.

Si el depósito de suelo es uniforme, los análisis se basarán en las propiedades promedio de cada material; si el suelo es variable los análisis se basarán en la combinación más desfavorable de las propiedades del suelo que se determinaron en los ensayos.

Los datos de la estructura que se necesitan son los relacionados con sus características fundamentales y las cargas que soporta. Las características generales comprenden el uso a que se destinará el tipo de armazón estructural y su susceptibilidad a la deformación y la posibilidad de futuras ampliaciones.

Los datos que se necesitan con respecto a las cargas son: la profundidad y extensión de la excavación general y el relleno y las cargas permanentes y accidentales de las columnas, indicando la parte de la carga accidental que suele permanecer continuamente. Si el piso más bajo se apoya directamente sobre el terreno, se indicará la carga promedio que puede soportar.

Es necesario indicar que estas reglas deben ser consideradas solamente como una indicación aproximada para las estimaciones iniciales y que en todo caso están condicionadas a estudios de especialización.

#### IV.3.3 Principales causas por las que se producen fa -

llas en las cimentaciones.-

1. Por no haberse efectuado una adecuada investigación de campo o laboratorio.
2. La incorrecta interpretación de los resultados.
3. Los errores en el proyecto de la cimentación.
4. La mano de obra defectuosa en la cimentación.
5. La falta de estudio de los fenómenos naturales excepcionales.

IV.3.4 Efecto de las vibraciones.- La vibración puede producir una reducción de la relación de vacíos en los suelos no cohesivos, lo cual tendrá como consecuencia un serio asentamiento. Este será en general pequeño si la compacidad relativa es mayor de 70 por ciento, pero si la vibración es fuerte, como en el caso de resonancia, se pueden producir asentamientos aunque la compacidad relativa esté cerca del 90 por ciento.

En suelos no cohesivos sueltos y saturados puede ser causa para que se produzca la condición de movedizo, la pérdida de la resistencia y la falla. Los suelos con cohesión son resistentes al asentamiento por vibración y no se afectan apreciablemente.

Las medidas correctivas inclúyen el cambio - del sistema suelo-cimentación para evitar la resonancia y la estabilización del suelo para evitar los daños que produce la vibración. Aumentando el tamaño y peso de la cimentación se reduce la frecuencia de la resonancia del sistema. Aumentando el módulo de elasticidad del suelo por compactación o estabilización se aumentará la frecuencia de la resonancia. La estabilización del suelo por medio de inyecciones de un agente cementante o por compactación, puede impedir asentamientos o pérdidas de resistencia.

#### IV.3.5 Criterios a seguir en el Diseño de una cimentación teniendo en cuenta la inferencia del sismo.-

Como nuestro país, posee un alto grado de sismicidad, es necesario algunas consideraciones adicionales por efectos de un sismo.

a. Reconocimiento Geológico de la zona.

Finalidad de determinar la formación suelo-subsuelo.

b. Perforaciones y pruebas de penetración estandar.

Es función de las condiciones e importancia de la obra. De las perforaciones se obtienen muestras alteradas e inalteradas, determinación del nivel freático; simultáneamente se realizan los ensayos de penetración estandar cada cierta profundidad.

Con las muestras extraídas, se realizarán ensayos de laboratorio:

Muestras Alteradas: Pesos específicos, Análisis Granulométricos y Límites de Atterberg; -- procediéndose a identificarlas y clasificarlas mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS).

Muestras Inalteradas: Ensayos de compresión para obtener los parámetros de resistencia del suelo: Cohesión y Angulo de Fricción Interna.

Es recomendable realizar pruebas de compresión Triaxial no drenadas con cargas repetidas para observar la variación de la presión de poros, con estos resultados se podría dislumbrar el peligro potencial de algunos suelos, especialmente las arenas sueltas saturadas.

Luego se procede a la determinación del perfil estratigráfico del suelo con sus respectivas características y con el nivel freático.

- c. Estudio de las propiedades dinámicas de los suelos. Procedimientos conocidos son la Técnica Japonesa de las microvibraciones y la Soviética de la velocidad de propagación de las ondas.
- d. Observaciones de daños y estimación del grado de in-

tensidad sísmica en la zona en estudio.,

#### IV.4.0 CONCLUSIONES

De acuerdo a las características físicas y mecánicas de los estratos de suelos más superficiales descritos y estudiados (cualitativamente y cuantitativamente) en los acápites anteriores y de la evaluación de los mismos, haciendo uso en cada caso de los ensayos de laboratorio, y ecuaciones convencionales con el fin de estimar las capacidades últimas de carga, se llegó a establecer las siguientes conclusiones finales:

1. El subsuelo está constituido por suelos granulares (gravas y arenas) estimándose que a mayores profundidades podría tener una densidad relativa mayor.
2. Se ha comprobado que la estratigrafía del lugar es muy errática.
3. La napa freática se encuentra a una profundidad promedio de 15 mts.
4. Al área en estudio, siguiendo un plan preliminar, -- se le ha dividido en dos zonas:

Zona 1: Comprendida entre las curvas de nivel 87 y 92 el subsuelo está conformado por suelos de los tipos GW y GP.

Zona 2: Compreendida entre las curvas de nivel 93 y 102 por un suelo del tipo SM (Ver gráficos de Sonidos) (jes)

5. Al suelo de la zona 1 se le puede asignar una capacidad portante de 4.0 Kg/cm<sup>2</sup>.
6. Al suelo de la zona 2 se le puede asignar una capacidad portante de 1.00 Kg/cm<sup>2</sup>.
7. Las capacidades portantes calculadas estarán condicionadas a la compacidad (densidad relativa), a la humedad relativa, de tal modo que si hay una variación de estos parámetros, variará la capacidad portante estimada.
8. Las capacidades portantes de las zonas estudiadas no exime de estudios posteriores más detallados, para estructuras de importancia.
9. Considerando que el presente trabajo sirva de base a futuros estudios de la zona; el autor considera principalmente los siguientes ensayos de campo:  
  
Para la zona 1: Densidades "in situ", para obtener las respectivas densidades relativas.  
Para la zona 2: Penetración Standard.
10. La intensidad sísmica percibida en la zona de estudio ha sido influenciada por las condiciones locales del suelo (suelos medianamente compactos) y por una

probable amplificación de ondas sísmicas, no descartándose la deficiencia constructiva así como la mala calidad de los materiales de construcción.

11. Como una recomendación general, la zona en estudio - presenta condiciones favorables de cimentación, por lo que se dan las siguientes alternativas:

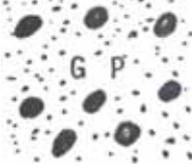
a. Cimentación superficial convencional.

b. Flexibilizar las estructuras.

12. Cualquiera que sea la solución a adoptarse siempre - deberá tenerse en cuenta que ocurrirán deformaciones importantes en el suelo, debido a la densidad relativa promedio.

13. Se recomienda, concluir el perfil estratigráfico de la zona a distancias intermedias, utilizando postea- dores o simplemente pozos de sondajes.

S O N D A J E S

Cota (m)	Profundidad (m)	Espesor (m)	Naturaleza del Terreno	Símbolo	Muestras Obtenidas	Observ.
+ 88	0.50	0.50	Suelo superior, marrón oscuro, contenido de vegetación descompuesta.			
	1.00	0.50	Suelo no homogéneo, -- gravilla de color marrón oscuro con arena y piedra de 4-5" (fracturadas)		M-1 Alteradas	Pozos a cielo abierto Jirón Trujillo
	1.40	0.40	Grava arenosa oscura, bastante limpia con -- piedras de 4-5" dispersas.		M-2 Alteradas	

FECHA OCTUBRE 75

20.00 NIVEL F ATICO

Muestras alteradas Método de sondeo  
En la propiedad del Sr José García

OBRA: SANTA CRUZ DE FLORES

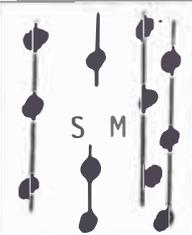
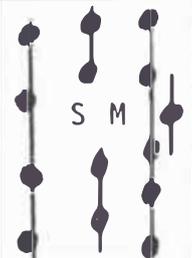
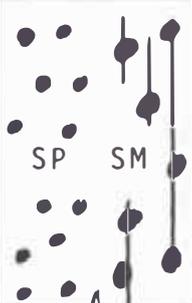
POZO : 2

S O N D A J E S

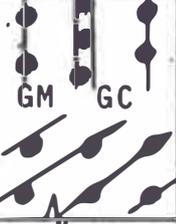
Cota (m)	Profundidad(m)	Espesor (m)	Naturaleza del Terreno	Símbolo	Muestras Obtenidas	Observ.
91	0					
	1.00	1.00	Grava, gris limpia de tamaño 3" a 4" - cantos rodados.		M-1 Alteradas	Muestras alteradas; Método de sondeo : Pozos a cielo abierto. Intersección del Jirón Lima con Avenida Cementerio.
	2.00	1.00	Grava, gris limpia cantos rodados de 3" a 4".		M-2 Alteradas	
	18.00		NIVEL FREATICO			

FECHA OCTUBRE 75

S O N D A J E S

Cota (m)	Profundidad(m)	Espesor (m)	Naturaleza del Terreno	Símbolo	Muestras Obtenidas	Observ.
101	0					
	0.50	0.50	Arcilla marrón claro, ligeramente limosa, húmeda con pequeñas rocas - fisuradas.		M-1 Alteradas	Muestras alteradas: Método de sondeo; Pozos a cielo abierto A 6 mts. canal trapezoidal sin revestir (cuantitividad) En la propiedad de la Sra. Valeria Chumpitaz (La Cruz)
	1.20	0.70	Suelo limoso, color marrón claro, húmeda con agregados fisurados.		M-2 Alteradas	
	2.00	0.80	Arena fina, color marrón claro, húmedo acompañados de agregados - fisurados.		M-3 Alteradas	
	10.00		NIVEL FREÁTICO			

S O N D A J E S

Cota (m)	Profundidad(m)	Espesor (m)	Naturaleza del Terreno	Símbolo	Muestras Obtenidas	Observ.
91	0					
	0.50	0.50	Suelo limoso conformado con rocas fracturadas - color amarillento.		M-1 Alteradas	Muestras alteradas: Método de sondeo : Pozos a cielo abierto En el Jirón Lima, en el futuro Colegio Varones.
	1.00	0.50	Suelo de color amarillento conformada de rocas fracturadas.		M-2 Alteradas	
	38.00		NIVEL FREATICO			

FECHA OCTUBRE 75

OBRA : SANTA CRUZ DE FLORES

POZO : 5

S O N D A J E S

Cota (m)	Profundidad(m)	Espesor (m)	Naturaleza del Terreno	Símbolo	Muestras Obtenidas	Observ.
115	0					
	1.00	1.00	Material de relleno (piedras superpuestas, formando andenes).			Método de sondeo; Pozos a cielo abierto En el Jirón Lima, en la propiedad de Clemente Arias Huaca.
	10.00		NIVEL FREÁTICO			

FECHA : OCTUBRE 75

## C A P I T U L O V

### PARAMETROS SISMICOS

#### V.1.0 LA INTENSIDAD

La medida o severidad con que un punto de la superficie de la tierra es sacudida por un terremoto, se denomina Intensidad; por lo tanto es una medida de los efectos que el sismo produce en las personas, obras civiles, estructuras naturales, etc. La intensidad trata de cuantificar todo un fenómeno complejo mediante una simple medida numérica. Este intento ha originado las escalas de intensidad que han ido variando según se conocía y explicaba una serie de efectos de los terremotos.

V.1.1 Escala de Intensidades.- Se considera como una práctica común que cada temblor de tierra, sea investigado en forma independiente, con referencia a las condiciones locales del suelo y la construcción existente; los resultados posteriores, son la base para crear una escala convencional de intensidades, con ella se describen los efectos des-

tructivos del movimiento del suelo en las construcciones comunes.

Existen varias escalas; las más conocidas -- son las de Rossi - Foral y Mercalli.

V.1.2 Escala de Mercalli.- Mercalli en 1902, crea una escala del grado I al grado X de intensidad; más tarde siguiendo las sugerencias de Cancani se amplió a XII y se expresó en términos de aceleración. En la elaboración de la escala Mercalli que incluye efectos de movimiento de suelo, mucho de ellos en concordancia con las sugerencias de Cancani, fueron publicados por Sieberg en 1923. En 1931 se amplió en -- sus especificaciones y se estableció la escala de Mercalli Modificada de 1931, comunmente abreviada M.M. Esta actualización se debió a H.D. Wood y F.Heumann.

Escala de Mercalli.- (Abreviada y Modificada por Ch.Richter en 1956).

A los efectos de simplificar la descripción sin tener que hacer continuamente repeticiones, se indica con las letras A, B, C, D, diferentes clases de mampostería conforme con las especificaciones siguientes:

Mampostería A.- Construída con buenos materiales, buena mano de obra y buen proyecto, reforza-

da con armadura de acero de hormigón armado, proyectada para resistir esfuerzos laterales.

Mampostería B.- Buena mano de obra y buen mortero; reforzada, pero no proyectada para resistir fuerzas laterales.

Mampostería C.- Mano de obra y morteros corrientes. No demasiado débiles por falta de amarre - en las esquinas pero no reforzada ni proyectada para resistir fuerzas horizontales.

Mampostería D.- Materiales débiles, como adobe, morteros pobres. Mala mano de obra. Débil horizontalmente.

### Grados

- I No sentido por las personas. Efectos marginales y de períodos grandes de terremotos lejanos.
- II Sentido por personas en reposo en pisos superiores, o favorablemente situados.
- III Sentido en el interior de las casas. Oscilan objetos colgantes. Vibraciones como las producidas por un camión liviano pasando. Se puede estimar la duración. No se puede reconocer que se trata de un terremoto.
- IV Oscilan objetos colgantes. Vibraciones como las -- producidas por un camión pesado. Sensación de un -

- golpe como producido por una pesada pelota chocando las paredes. Balanceo de un camión parado. Puertas, ventanas y platos tintinean. Los vasos suenan. Las lozas chocan. En la parte superior de este grado, armaduras y paredes de madera que crujen
- V Sentido en el exterior. Se puede estimar la dirección. Se despiertan las personas dormidas. Se agitan las superficies de los líquidos, parte se vuelca. Pequeños objetos se desplazan o caen. Las puertas oscilan, se abren o cierran. Postigos y cuadros se mueven. Relojes de péndulos se paran, se ponen en marcha o alteran su marcha.
- VI Sentidos por todos. Muchos se asustan y corren afuera. Las personas caminan con dificultad. Ventanas, platos se rompen. Adornos, libros, etc. caen de las repisas. Cuadros se caen de las paredes. Los muebles se mueven o se tumban. Revoques y mampostería Clase D se agrietan. Pequeñas campanas suenan. (Iglesias y Escuelas). Arbustos se mecen.
- VII Difícil mantenerse en pie. Percibido por personas manejando autos. Objetos colgantes tiemblan. Los muebles se rompen. La mampostería D se daña formando grietas. Chimeneas débiles se caen y se cortan a ras de la base. Caen revoques, se aflojan ladrillos, piedras, baldosas, cornizas. Se producen algunas grietas en la Mampostería C. Ondas en los pantanos. Se enturbia el agua con el barro. Peque-

ños deslizamientos de tierra y hundimientos en bancos de arena o ripio. Campanas grandes suenan. Se dañan canales de concreto para irrigación.

- VIII Se hace dificultoso manejar en auto. Daños en la Mampostería C, en parte se cae. Algunos daños en la Mampostería B; ninguno en la Mampostería A. Caída de revoques y de algunas paredes de mampostería. Rotación y caída de chimeneas, pilas de mercaderías monumentos. Torres, tanques elevados. Los armazones de las casas se salen de sus fundaciones sino están ancladas. Débiles tabiques se tumban. Se rompen ramas de los árboles. Cambio en el caudal o en la temperatura de fuentes naturales y en pozos. Grietas en terrenos húmedos y en pendientes fuertes
- IX Pánico general. Se destruye la mampostería D. Fuertemente dañada la mampostería C. Mampostería B seriamente dañada. Las estructuras no bien ancladas se desplazan de las fundaciones. Las armaduras se rajan. Serios daños en los depósitos. Se rompen los caños subterráneos. Importantes grietas en el terreno. En terrenos aluvionales se producen ayeciones de arena y barro, cráteres de arena.
- X La mayoría de las construcciones de mampostería y las armaduras de las de madera son destruídas. Algunas estructuras de madera bien construídas, se destruyen. Serios daños en los diques y terraplenes. Grandes desplazamientos. El agua sale de sus cauces

en canales, ríos y lagos. Arena y barro se desplazan horizontalmente en las playas y en los terrenos llanos. Se doblan ligeramente los rieles.

XI Rieles se doblan fuertemente. Canalizaciones subterráneas completamente destruidas.

XII Destrucción casi total. Grandes bloques de roca -- desplazados. Cambio de niveles en el terreno. Objetos lanzados hacia arriba en el aire.

### V.1.3 Comentarios sobre la escala Mercalli Modificada.-

La intensidad II es a menudo caracterizada como "sentida por algunos", ya que una pequeña proporción de un gran grupo sentirá el movimiento, en este nivel. La perceptibilidad aumenta en pisos más altos; lo que hace algunos años era aceptada con duda, ha sido confirmada por registros de instrumentos operados por U.S.

Coast and Geodetic Survey simultáneamente en sótanos y pisos de edificios espigados de California.

La intensidad III es un "promedio" de intensidad con efectos característicos de acuerdo a su propiedad. En este grado se asignan observaciones que parecen demasiado para II y muy poco para IV.

La intensidad IV esta marcada por un número de efectos característicos pero para una buena investi-

gación de terremotos puede ser separado usualmente dentro de un alto y bajo nivel.

Intensidad IX es otro "promedio" de nivel de intensidad, generalmente daña a fundaciones ordinarias, sin embargo, se produce expulsión de tierra y agua, comenzando en escala pequeña, en el grado VII, se hace notable en este nivel, pero en condiciones más desfavorables se convierte en espectacular fenómeno que pertenece al grado X.

En intensidades X, XI y XII de la escala M.M. (1931) se describe algunos efectos que son más primarios que secundarios, por lo que uno se encuentra con indicadores dudosos del grado de movimiento.

En California en 1906, un granero fue aventado desde su fundación y cambiado a 15 pies por la falla, sin haber sido destruído; en el mismo lugar una chime--nea de ladrillo se quedó parada sin haber sido destruído.

Una descripción diferente se aplica a las observaciones de Oldhm's en 1897, donde la falla fracturó de parte a parte rocas de tipo volcánico y había evidencia de extrema violencia en la proximidad, por esta razón la escala M.M. en el grado XII especifica "falla de corte en roca firme".

La consideración general más importante al aplicar una escala, es aquella que trae conjuntamente los efectos de largo y corto período, esto puede ser correlacionado de manera aproximada con la aceleración. El efecto de período largo representa grandes deslizamientos que a menudo van acompañados con una moderada aceleración. Con el incremento de magnitud la relación entre el período largo y el período corto, tiende a incrementarse con las distancias al epicentro. La escala en general establece que los efectos de período largo aparecen dentro de sismos de magnitud moderada, aunque se hayan producido en sacudidas fuertes.

Grandes deslizamientos de tierra particularmente aquellas de tipo de tierra blanda, son efectos típicos de período largo; ellos se producen más por movimiento lento que por sacudida rápida, este es el efecto a que se refiere el grado X.

Movimientos más pequeños, mucho de ellos del tipo de avalancha de tierras, son comunes, como se indica en el grado VII, sin embargo, grandes terremotos, algunas veces precipitan grandes agrietamientos en áreas distantes, donde la intensidad es en otros casos indicado como VI.

Roturas y fisuras, especialmente aquellas de

bidas a sacudidas de tierra tienen gran similaridad; -- así, aquella intensidad que es evidente tiene que ser -- asignada con algunas referencias a la magnitud. Lo mis- mo se aplica a los efectos sobre construcciones donde -- esta involucrada la resonancia en el período largo, ta- les como en la inclinación y distorsión de edificios al- tos o torres y en el volteo de tanques elevados.

#### V.2.0 LA MAGNITUD DE LOS SISMOS

Se define la magnitud de un sismo, como el -- logaritmo en base 10 de la máxima amplitud medida en mi- crones, en un sismograma registrado por un sismómetro -- de tensión Wood-Anderson (no existe en el Perú), que -- tenga un período natural (T) de 0.8 segundos, un amorti- guamiento (h) de 0.8 y una amplitud de 2800.

A la magnitud de un sismo que diera un trazo de máxima amplitud de un milésimo de mm. a la distancia de 100 Kms., se le define como 0 (cero).

Evidentemente, si se utilizan sismómetros -- standard, es decir, que tengan las mismas especificacio- nes de período natural, amortiguamiento y amplificación, se puede calcular la magnitud utilizando directamente -- los trazos de las amplitudes leídas en los sismogramas sin necesidad de calcular el movimiento del suelo.

En este caso la magnitud "M," vendría definida por:

$$M = \text{Log } A - \text{Log } A_0$$

donde:

A es la máxima amplitud registrada para un terremoto cualquiera, a una distancia epicentral - cualquiera, en un sismómetro standard.

A<sub>0</sub>: es la amplitud registrada por el terremoto de magnitud cero a la misma distancia.

De esta forma la magnitud viene a ser un número característico del terremoto e independientemente de la localización de las estaciones donde este es registrado.

V.2.1 Magnitud Unificada.- Se ha observado que muchas veces es imposible calcular la magnitud en base a ondas superficiales, por cuanto - éstas comunmente no son registradas cuando se trata de terremotos de tipo profundo. En cambio, las llamadas ondas de cuerpo son por lo general mejor registradas aún a distancias bastante grandes:

La fórmula para calcular la magnitud unificada es:

$$M = \text{Log } G M / T + Q$$

donde:

G M : es el movimiento del suelo o "Ground Motion" medido en micrones.

T : es el período en segundos, correspondiente a la amplitud que se lee en el sismograma.

Q : es la corrección empírica para distancias y profundidad.

El movimiento del terreno o "G<sub>M</sub>" es calculado en base a la amplitud medida del sismograma y está transformada en amplitud del movimiento de terreno mediante la curva de respuesta del instrumento usado. De esta manera se evita el tener que usar instrumentos standard, pues basta conocer la curva de respuesta del instrumento usado.

La amplitud medida en el sismograma se toma de la mayor onda "P" registrada en los primeros cinco segundos desde el comienzo del registro del sismo y el período es el correspondiente a la onda "P" leída. Se debe hacer notar que se entiende por amplitud la longitud medida de pico a pico de la onda "P" tomada, dividida por dos. La corrección "Q" para distancias y profundidades tomadas de los gráficos hechos por Richter para dichas correcciones (para mayores de 5').

En el cálculo de la magnitud de un sismo es de suma importancia tener en cuenta que la amplitud re-

gistrada en una estación cualquiera, no, solo dependerá de la magnitud del sismo y de la profundidad focal, sino también de las condiciones físicas del trayecto que deben recorrer las ondas sísmicas, así como de las condiciones de terreno sobre el cual se asienta la estación sísmica y además de las características del sismógrafo usado. Se sabe que existen fuertes efectos direccionales que influyen en la trasmisión de las ondas sísmicas, de tal modo que mayor cantidad de energía puede ser radiada en un sentido que en otro. Esto lógicamente, llevaría a asignar magnitudes erradas a algunos sismos. Pese a que el valor de la magnitud tiene siempre un margen de error, pues es muy difícil eliminar ciertos factores que pueden introducir este error, es aconsejable cuando se asigna una magnitud a un sismo, que, éste sea un promedio de las magnitudes obtenidas en varias estaciones y no el cálculo efectuado en base al registro de una sola de ellas. De esta manera se elimina la posibilidad de basar el cálculo de la magnitud en una estación donde la amplitud de la onda "P" registrada, no sea correcta o por lo menos disminuir la influencia de dicha estación al ser promediada con otras.

### V.3.0 LAS ISOSISTAS.

El conocimiento general de la distribución de los efectos macrosísmicos de los temblores de tierra,

pueden ser representadas por curvas isosistas o líneas que encierran puntos de igual intensidad de movimiento sísmico, indicando cada isosista el límite de la intensidad correspondiente en la zona encerrada por dicha línea. Ello significa que en todos los casos la intensidad señalada en los mapas corresponde a la zona que se encuentra dentro de dos isosistas consecutivos.

#### V.3.1 Técnicas y criterios para el trazo de isosistas.-

Para el trazado de las cartas de isosistas es necesario dos condiciones importantes:

- a) La información de los pobladores de la zona en estudio, realizado por medio de fichas.
- b) y, la escala de intensidades con que se valorará la acción del sismo, en nuestro caso la escala modificada de Mercalli.

Para que estos isosistas tengan el valor correcto es muy importante el criterio del técnico que lo confecciona, pues es él quien conjuga la información de las fichas, con la escala respectiva; para calificar el grado de intensidad, correspondiente a las diferentes localidades, se debe tener en cuenta fallas y tendencias estructurales que dan las características elípticas de los isosistas, los tipos de suelos que modifican la in-

tensidad, tipos de construcciones predominantes, las débiles pueden dar una idea mayor de la intensidad y por último la hora de ocurrencia del sismo que es otro factor que afecta la información.

Al efectuar el cómputo generalmente se encontrará con informaciones que son contrarios entre sí, debido a los diferentes factores que influyen en la apreciación del informante. El técnico deberá estar predispuesto a obtener datos de toda fuente de informaciones tratando de encontrar una causa lógica, para explicar la divergencia.

V.3.2 Dibujo de isosistas.- Al asignar un valor de intensidad en base a un informe dado, es muy importante no pegarse exclusivamente a un criterio, por ejemplo, un movimiento de vibración de ventanas es característico de intensidad IV, pero es a menudo observada cuando otra evidencia indica no más de III o aún II.

La intensidad VI característicamente causa alarma, pero algunos observadores pueden no alarmarse o insistir en que no tiene esa intensidad, aún cuando objetos pesados se desplazan u otras evidencias indiquen grado VI ó VII.

No es suficiente asignar una intensidad a cada observación individual y proceder directamente al mapeo, los efectos en una zona tanto por suelo o daño en una estructura particular, puede aumentar o disminuir la intensidad, por alguna circunstancia especial o local. Por ejemplo, el suelo se puede abrir y una pared vieja caerse en forma catastrófica, por encontrarse en condición precaria antes del movimiento, la falla de una sola madera de construcción que esta apolillada puede causar gran daño a las viviendas en buen estado.

Con un reconocimiento de campo no se puede descubrir, en un tiempo limitado, todas las causas específicas de las diferentes versiones individuales; el sismólogo trae consigo sus datos y compara las informaciones de diferentes intensidades para una localidad particular, elimina aquellas informaciones que divergen mucho. Estará en lo correcto o lo incorrecto, si esta en condiciones de explicar satisfactoriamente la causa a tal divergencia, pero, no siempre se tiene suerte. Cuando la información viene de entrevistas o de reportes escritos, se debe recordar que la mayoría de las personas no están entrenadas en observaciones de este tipo y los datos son solo relatos de sus expresiones, bajo circunstancias excitantes como lo es un sismo; debe estudiarse dichos datos con mucho criterio y predisposición para obtener datos valiosos.

La intensidad asignada a un lugar determinado es a menudo llamado un "promedio", pero algunos observadores no muy bien entrenados añaden un promedio a su valor individual de intensidad como si la intensidad fueran números calculados o medidos estadísticamente.

La intensidad para ser buena debe ser la que represente a un número de observaciones tomadas de circunstancias especiales o instancias divergentes y la sub-división local que se pueda efectuar depende de lo extenso de la información detallada, por lo que es necesario enviar brigadas para hacer las encuestas, que tomen datos de puerta en puerta solicitando impresiones de ciertas áreas de la ciudad de manera que las intensidades podrían ser asignadas a zonas individuales; incluso la investigación se debe efectuar en cada piso de edificios elevados para obtener así datos más detallados que nos lleven a un mejor conocimiento de la acción de los mismos.

Exísten casos en que una ciudad presenta dos zonas separadas debido a la característica de los daños; a menudo esta sub-división no es muy clara pero no debe ser ignorada ni promediada, con un estudio cuidadoso nos hace asignar a un grado de intensidad para una parte y otra intensidad para la otra. La calidad y tipo de albañilería puede también aparentar una mayor o menor inten

sidad. El suelo, por su grado de consolidación y la napa freática con su nivel, en la misma forma puede influir en la intensidad.

Otro factor que debe tenerse en cuenta, es la cercanía del lugar en estudio, al epicentro, hay evidencias de que en la vecindad del epicentro la componente vertical del movimiento es más grande con relación a la componente horizontal, que en cualquier otra parte. Cerca del epicentro, es factible, que este efecto pueda disminuir las manifestaciones ordinarias de intensidad por razones ya discutidas y causar un sub estimado del movimiento.

Como el principal problema, en el uso de isosistas, es el poder representar el efecto del suelo y por otro lado, el interés del Ingeniero es el saber principalmente en que lugar se producen intensidades altas, si un lugar es asignado con un grado de IX, el Ingeniero acepta que la localidad fue fuertemente sacudida y juzgará los varios tipos de construcciones por su comportamiento bajo tales condiciones, si el efecto del suelo modifica la intensidad en puntos adyacentes y ésta es mapeado detalladamente en una isosista, será para él un índice de peligro a ser evitado en construcciones futuras o una zona que debe ser tomada en cuenta para considerarle medidas especiales de seguridad y generalmente

estudia la relación de intensidad para diferentes tipos de suelo, lo cual hace posible estimar la relativa seguridad de cimentaciones en lugares aún no afectados por sismos fuertes.

Debe tenerse en cuenta en el trazado de isosistas que:

- Algunas poblaciones han sufrido destrucción por los sistemas de construcción deficientes y por la baja calidad de los materiales empleados.
- Existen zonas pobladas ubicadas en terrenos, que por sus condiciones geológicas propician su destrucción - por sismos de mediana intensidad, más aún durante temblores intensos.
- Muchas zonas del país afectadas por sismos carecen -- todavía de construcciones resistentes a los mismos.

#### V.4.0 HISTORIA SISMICA DEL AREA AFECTADA

Al igual que la zona central de la Costa del Perú, esta ciudad tiene la misma historia sísmica, siempre cada movimiento sísmico se ha localizado en mayor - o menor intensidad según la distancia del epicentro.

En relación a los últimos terremotos en las Costas Occidentales de América del Sur, se ha descubierto la presencia de gigantescos bloques o placas que

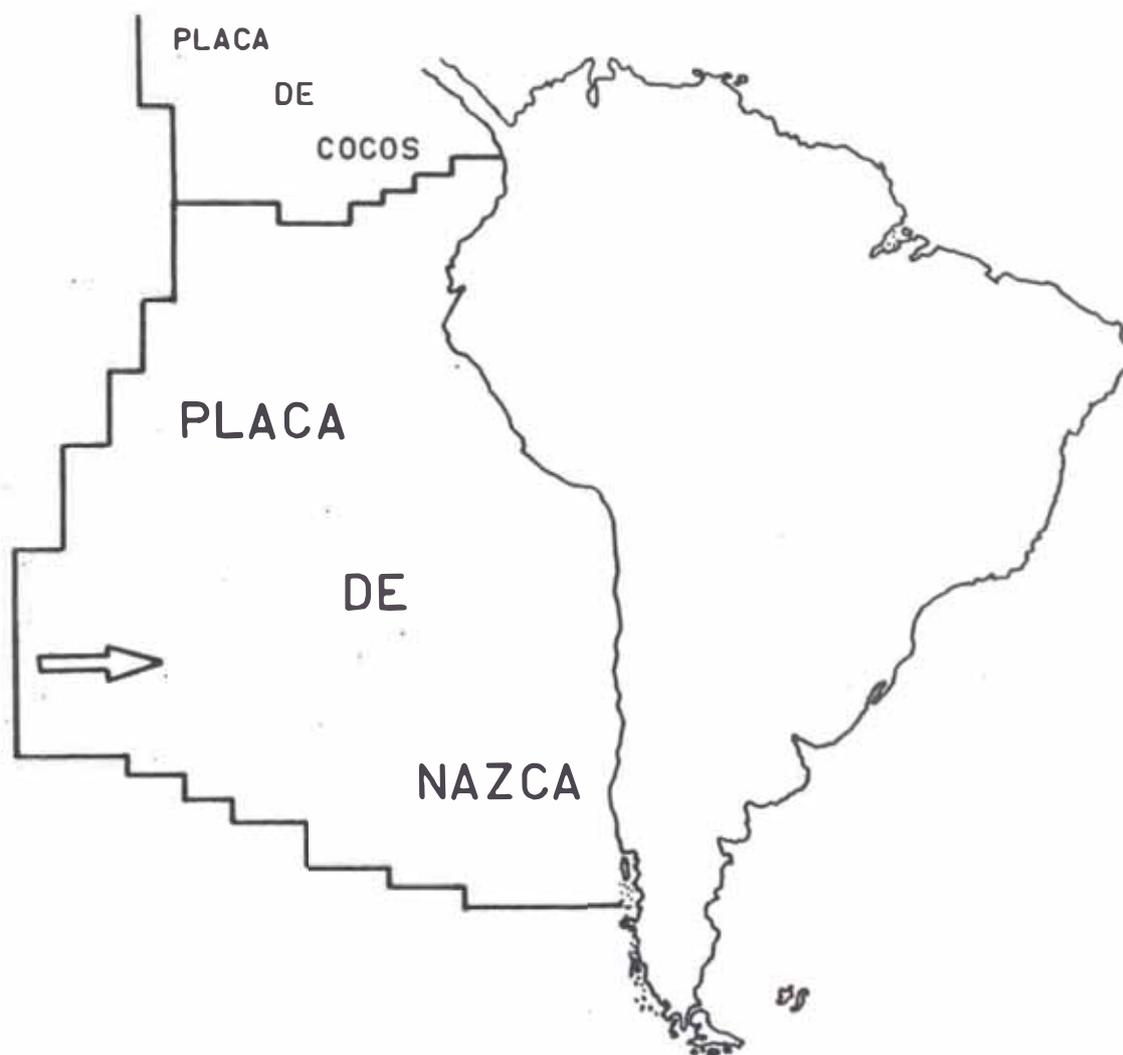
ejercen presión sobre las costas (Fig. N° 1 ). Se presume que la presión de una de esas placas fue la causa de los terremotos con epicentro submarino. En base a las observaciones sismológicas y el análisis de registros recopilados en diversas estaciones locales, permiten confirmar el modelo de mecanismo de falla sustentado por la teoría del espaciamiento del fondo marino.

En efecto, conforme a las nuevas teorías tectónicas del planeta, la Costa Peruano-Chilena, corresponde a una región de desaparición de la corteza en la fosa del Pacífico, donde entran en contacto dos grandes placas terrestres, las placas Sud-Pacífica y la Americana. El movimiento tectónico causado por el deslizamiento de la placa Oceánica bajo la placa Continental es responsable de la gran actividad de la región.

En la Fig. N° 1 , se muestra un corte esquemático del Modelo Tectónico que correspondería a la sección de falla de la Costa a través de un epicentro marino.

El terremoto del 3 de Octubre de 1974, no es un fenómeno aislado, la historia sísmica de la región solo es conocido en los últimos 400 años, los Cronistas Españoles narran ocurrencias de terremotos que destruyeron totalmente o parcialmente la ciudad de Lima (se-

# EFFECTOS DE LA PLACA DE NAZCA EN LA COSTA DEL PACIFICO

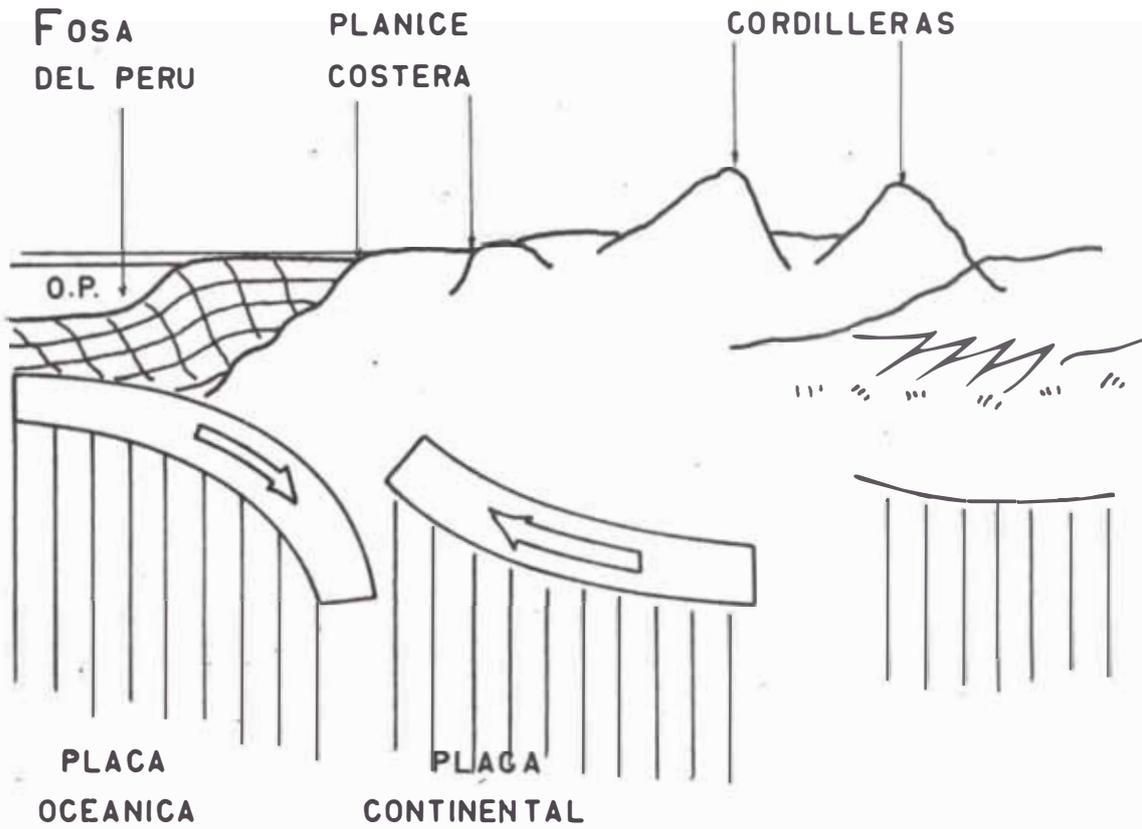


	PLACAS GIGANTES QUE EJERCEN PRESION SOBRE LA COSTA DEL PACIFICO.
--	---

Fecha Diciembre 75	Escala —	Referencia —
--------------------	----------	--------------

fig. 1
-----------

# CORTE ESQUEMATICO DEL MODELO TEC- TONICO | LOMNITZ 1974|



	SECCION DE FALLA EN LA COSTA QUE PRODUJO EL SISMO DEL 3 DE OCTUBRE DE 1974
Fecha Diciembre 75	Escala : Variable
	Referencia : CERESIS

Fig. 2
-----------

TABLA - D -

DÍAS	MES	AÑO	HORA	COORDENADAS		INTENSIDAD MERCALLI M.	MAG.	OBSERVACIONES.
				LAT S	LONG. W			
9	7	1586	19.00	12.2	77.7		8	Parte de Lima destruida; el mar salió 300 metros.
19	10	1609	20.00					Lima casi destruida, Catedral en escombros.
13	11	1655	14.27					Grave destrucción en Lima.
17	6	1678	19.45					Edificios publicos destruidos.
20	10	1687	4.30	13.0	77.5	VII - VIII	8.2	Destrucción de Iglesias; Parte de Lima en ruinas.
28	10	1746	22.30	11.6	77.5	X - XI	8.4	Callao destruido, 1700 réplicas (temblores.)
7	12	1806	18.00	12.0	78.0			Fuerte en Lima, con leves daños. Olas de 6 m.
10	7	1821	5.00					
30	3	1828	7.35					Sismo fuerte en Lima
20	9	1897	11.25					Leve en Lima.
4	3	1904	5.17			VII - VIII		Moderado en Lima.
11	10	1922	9.50	16.0	72.5			
11	3	1926	6.20			V - VI		
19	1	1932	21.33	12.0	77.5	VI - VII		Leve sismo.
5	8	1933	21.55	11.0	76.0			
24	5	1940	11.35			VII - VIII		Graves daños en Lima y alrededores.
28	5	1948	00.37	13.1	76.2	VI - VII	6.7	
31	1	1951	11.39			VI - VII		Fuerte temblor.
12	6	1951	00.44	13.6	76.1	V - VI		Afecto casas de adobe.
3	5	1952	10.14	14.6	76.1	V - VI		
15	2	1953	4.33	12.0		V - VI		
21	4	1954	15.23	13.0	77.0	V - VI		
9	2	1955	11.06	11.5	77.5			
18	2	1957	18.50	14.4	77.5			
1	3	1958	4.05	13.5	76.5	V - VI		
15	1	1960	4.30	15.0	75.0		7.6	
27	1	1961	22.24	13.6	76.6	VI - VII	5.5	
17	10	1966	16.42	10.7	78.8	VII - VIII	6.3	20000 damnificados, Muchos muertos.
31	5	1970	15.24	9.4	78.9	VII - VIII	7.5	Muertos superior a los 50000.
3	10	1974	9.21	12.3	77.8	VI - VII	7.5	23000 damnificados.

gún historia y su cercanía a Santa Cruz de Flores).

En el Cuadro N° D se muestran los efectos más destructivos del Período Histórico en referencia.

Durante el lapso 1586 - 1974 han ocurrido numerosos sismos, estos antecedentes permiten apreciar claramente el alto riesgo sísmico que existe en la zona en estudio, situada en la región costera donde se encuentra la mayor actividad sísmica. Esto hace necesario establecer criterios y normas que den seguridad a las construcciones frente a la ocurrencia de terremotos, que dado los antecedentes, son una característica ambiental del país.

#### V.5.0 TERREMOTO DEL 3 DE OCTUBRE DE 1974

A las 9.21 min. de la mañana (hora local de Lima), comienza un ligero movimiento que va aumentando progresivamente hasta alcanzar una máxima intensidad de VIII, en la escala Mercalli Modificada y una duración de 2 min. y fracción (135 segundos instrumentalmente a nivel de sensibilidad de 0.01 g.)

Como el distrito no es en su totalidad asfaltado y además un gran porcentaje los techos son de barro, se produjo una tremenda polvareda, característico

en este tipo de terremotos

Este movimiento causó daños a gran cantidad de viviendas causando: rajaduras, grietas, paredes desplomadas, etc.

Se puede hacer notar que una de las estructuras que sufrió con mayor intensidad los estragos del movimiento telúrico, fue sin lugar a dudas, la Iglesia Principal (Foto N° 9); el Local Municipal (Foto N°10), Planta de Tratamiento (Foto N° 5).

En lo que respecta a la colectividad, se puede decir que no hubo desgracias personales, el sismo se produjo en el período de vacaciones escolares, además - las calles son amplias y la característica de las viviendas es de ser de 1 ó 2 pisos.

En términos generales el sismo en estudio -- afectó a una franja costera en 800 Kms., al Sur y Norte de la capital dejando un saldo superior de 78 muertos, 4 mil viviendas destruidas, pérdidas por un valor estimado de 2 mil millones de soles, más de 23 mil damnificados en las ciudades de Lurin, Cañete, Chincha, Pisco, Ica y el Puerto del Callao, y los distritos limeños de Chorrillos, Barranco, Barrios Altos y la Molina.

### V.5.1 HORA Y EPICENTRO

El cálculo de la hora de origen y coordenadas del epicentro, las efectuó el Instituto Geofísico del Perú, datos que resultaron concordantes con la de U.S Department of the Interior / Geological Survey, National Earthquake Information Service. Los resultados fueron:

Latitud	-----	12.265°S	± 2.2 Kms.
Longitud	-----	77.795°W	± 3.1 Kms.
Profundidad	-----	13.00 Km.	± 7.1 Kms.
Tiempo local	-----	00 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 29.12 <sup>s</sup> .	

V.5.2 Magnitud.- La magnitud en la escala de Richter determinada:

Magnitud	$M_B = 6.6$	(35 estaciones (S))
Magnitud	$M_S = 7.6$	(6 estaciones (S))

Región : Cerca a la Costa del Perú. (Lima)

Magnitud dada por:

Pasadena	-----	7.5
Berkeley	-----	7.6

Como se sabe estos movimientos se producen en los centros de los Océanos Pacífico y Atlántico, por donde atraviesan montañas submarinas, con múltiples grietas

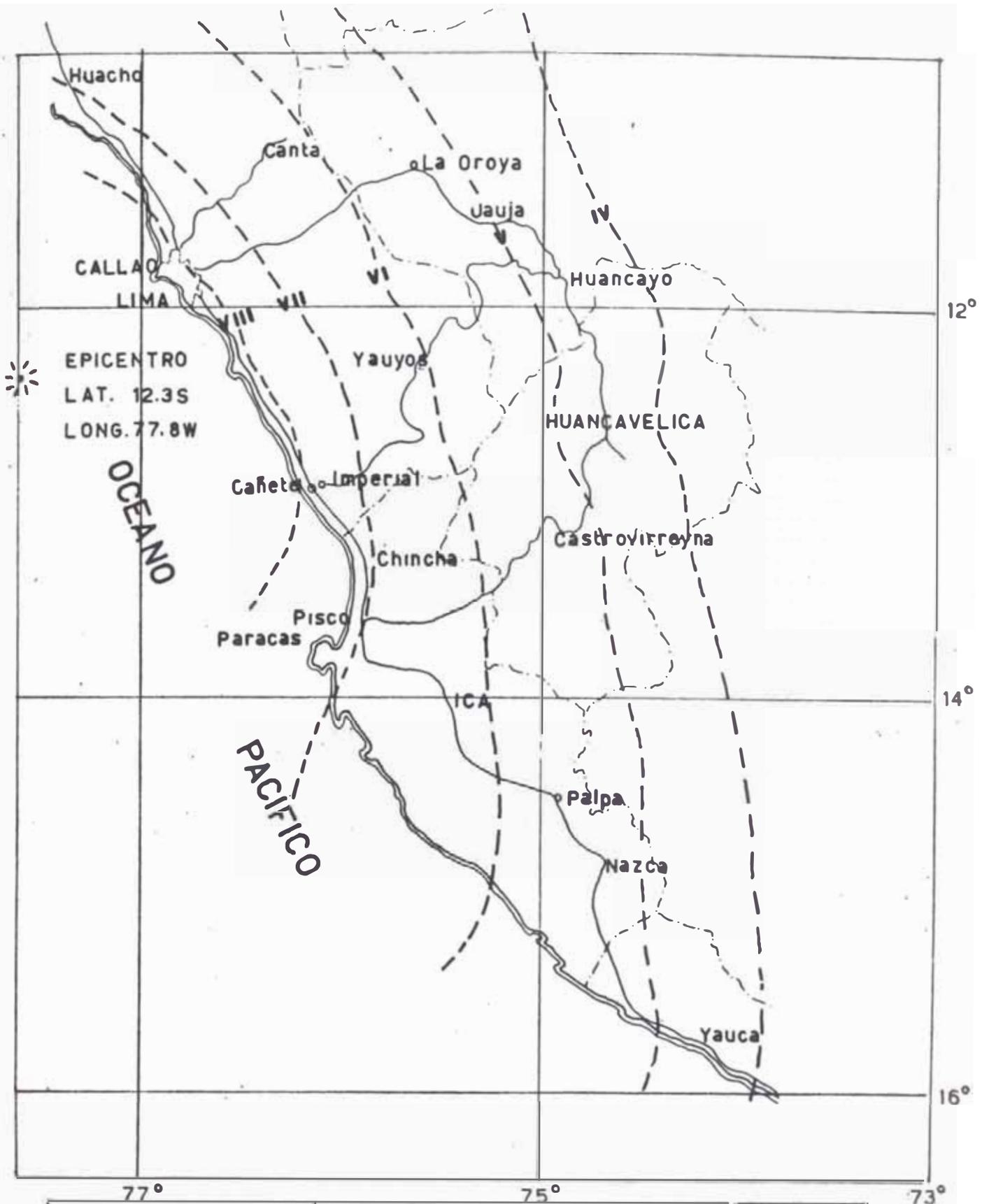
que no son continuas, sino separadas, que se unifican - por las llamadas "fallas transportadoras". Al producirse tales grietas, la energía terráquea asciende, formando una nueva corteza, que al ubicarse sobrepasa el límite elástico del material de la zona, originando una liberación violenta de energía que producen los sismos.

El epicentro de los más devastadores movimientos telúricos que ha padecido nuestro país a lo largo de los siglos lo representan las profundas depresiones o fosas marinas, que se ubican a todo lo largo de nuestras costas; los 3 últimos sismos que coincidentemente se han producido con una periodicidad de cuatro años tiene su epicentro en esas depresiones. Según informes también el terremoto del año 40 tuvo su epicentro en esa zona.

V.5.3 Isosistas del 3 de Octubre.- Lo efectuó el Instituto Geofísico del Perú, bajo la dirección del Ing. G. Espejo. Con el objeto de conocer la distribución de intensidades en el área de perceptibilidad del sismo, efectuaron un reconocimiento a lo largo de las carreteras principales que unen Lima, la zona de la Sierra Central y costas vecinas a Lima. Se registraron intensidades que varían entre VI-VII M.M.

La distribución de intensidades, les han permitido trazar un mapa de isosistas que presenta una elongación paralela a la costa.

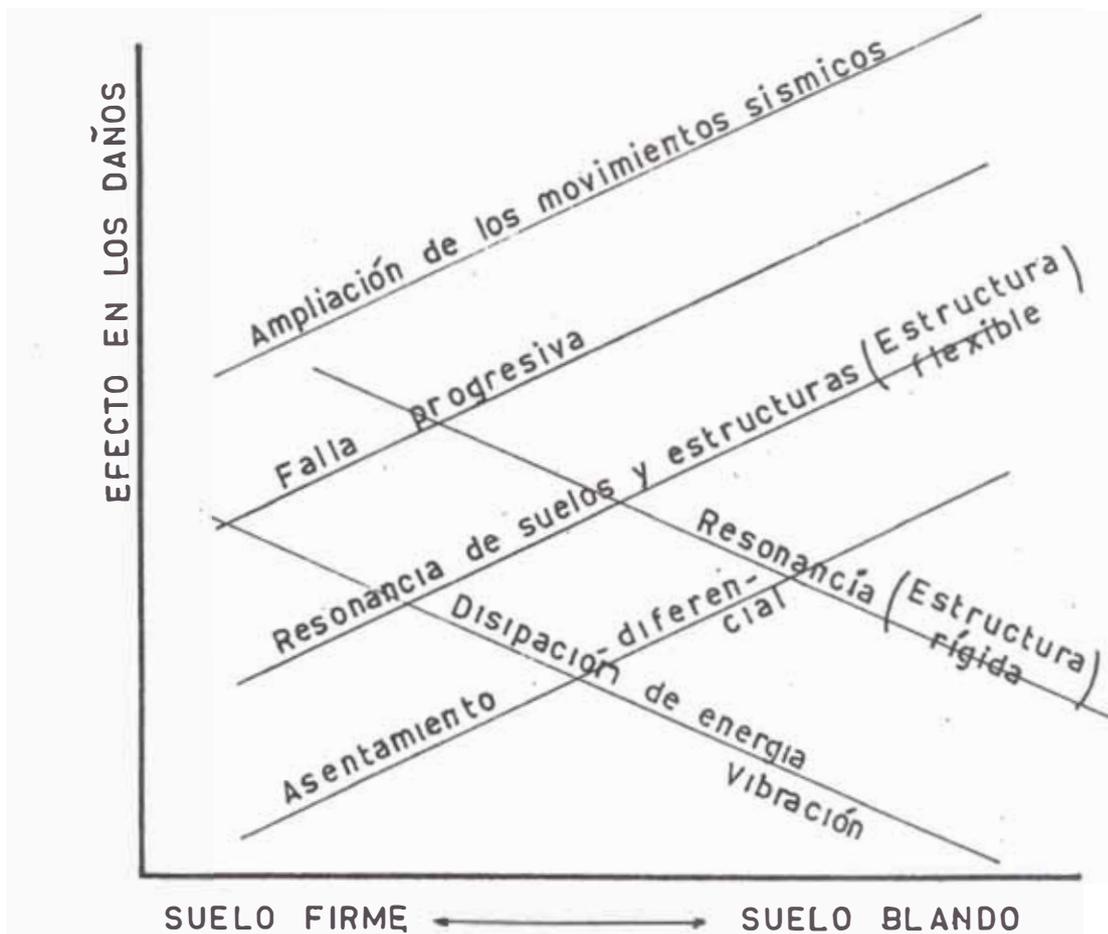
La distribución de intensidades observadas - en el mapa que se muestra a continuación, se relacionan con los resultados calculados con las ecuaciones empíricas generalizadas que se usan para evaluar la intensidad en el Perú. (6)



<b>MAPA DE ISOSISTAS DEL SISMO DEL 3 DE OCTUBRE DE 1974</b>		
Fecha : Diciembre 75	Escala : 1: 2500000	Referencia : I.G.P.

fig.

# EFFECTO EN LOS DAÑOS PRODUCIDOS POR UN SISMO Y LA CONSISTENCIA DEL SUELO



TEMA DE TESIS	DAÑOS VS. CLASE DE SUELOS.	
FECHA DICIEMBRE 75	ESCALA	REFERENCIA U.N.I.

## C A P I T U L O   V I

### ASPECTOS DE INGENIERIA ANTISISMICA

#### VI.1.0 INTRODUCCION

Constituye un procedimiento normal llevar a cabo un programa de investigación geológica y geofísica inmediatamente después de un terremoto. Este programa - deberá incluir la selección de la documentación más completa posible sobre los desplazamientos del suelo y varios otros materiales afectados, levantamientos y hundimientos de terreno, cambios en el régimen de agua subterránea y la correlación con los daños materiales y diferentes características geológicas. Evidentemente los resultados que se obtengan de la investigación también dependerán de las investigaciones previas al fenómeno, para establecer las comparaciones necesarias entre los estados "antes" y "después" del terremoto.

Desde el punto de vista de ingeniería en general, los estudios posteriores al desastre deberán incluir el estudio regional del subsuelo para verificar - los principios de diseño de las construcciones y cono--

cer más de lo que se puede hacer en casos de futuros terremotos y tratar de reducir los peligros potenciales. Es de gran necesidad establecer las relaciones de los resultados de la investigación en geología y geofísica con aquellas de ingeniería.

En vista que todos los terremotos grandes -- son seguidos por numerosas réplicas, muchas de las cuales pueden ser terremotos similares en magnitud al principal, proporciona una oportunidad única para realizar una variedad de observaciones geofísicas y geológicas.

También son vitales los estudios y mapeo que se efectúen en la fase posterior de un terremoto, dirigidos hacia la pronta recuperación de la comunidad afectada.

Sin embargo, ellos no deberán realizarse sacrificando la investigación básica que es igualmente vital

La investigación básica siempre implica beneficios en la reducción de peligros potenciales en el futuro.

#### VI.1.1 Eváluación de los procedimientos de proyectos y prácticas de construcción en Santa Cruz de Flores, su relación con los daños ocasionados por

el sismo.- En este acápite presento una evaluación sistemática de los proyectos estructurales, de las prácticas de construcción y de los daños ocasionados por el sismo del 3 de Octubre de 1974.

A las pocas semanas de lo acaecido, empecé a realizar estudios de la distribución de los daños con el fin de determinar la influencia del suelo en el comportamiento sísmico de las edificaciones y las construcciones clasificadas como aquellas que tienen que ser demolidas y aquellas que deben repararse.

Las construcciones (dañadas e intactas) se inspeccionaron y se tomó información, para su uso, de las características de los cimientos, paredes, materiales usados, daños en elementos estructurales y no estructurales.

## VI.2.0 DESCRIPCION DE LAS EDIFICACIONES

VI.2.1 Características generales.- Las edificaciones en la ciudad son generalmente de adobe existiendo en un total de 12 de concreto armado, siendo en importancia el local Municipal y la Iglesia (Foto N°9 y 10). En general, la calidad de los materiales puede clasificarse de buena, pero la mano de obra de deficiente, sobre todo la especiali

zada en la preparación y colocación de las armaduras de refuerzo.

Las edificaciones presentan una variación en cuanto al número de pisos (niveles) (Foto N°1-7), siendo el más alto de 3 pisos y el promedio de altura en toda la ciudad de un piso.

Las edificaciones destinadas a vivienda son generalmente de forma rectangular.

VI.2.1.1 Construcciones predominantes.- En el distrito de Santa Cruz de Flores existe variedad de construcciones, desde casas de esteras hasta edificaciones de concreto armado, al hacer el reconocimiento se apreció que existe gran porcentaje de edificaciones de adobe en comparación con el material noble.

VI.2.1.2 Vivienda de adobe.- Este material abarca un gran porcentaje de las viviendas; pero éstas no han sido construídas con la más mínima seguridad ante los efectos de un sismo de regular intensidad, se ha podido estimar que el 100% de estas viviendas no tienen una base de cimentación que la proteja de la humedad provenientes de las filtraciones de agua ocasionados por la red de tubería existente

En el reconocimiento que se hizo, se pueden observar que muchos de estos casos, habían colapsado por los mismos defectos constructivos:

- Mala calidad de los adobes.
- Deficiente mano de obra en la colocación de adobes.  
Dimensionamiento incorrecto de los muros, como son: poco espesor y excesivo largo y alto.
- Vanos de puertas y ventanas muy anchos y poco empotramiento de los dinteles.
- Carencia de una cadena superior de amarre.
- Soluciones constructivo dificultoso en el empalme de techos con los muros de adobe.
- Ninguna protección de los muros contra su debilitamiento por el fenómeno de la erosión.
- Uso exagerado de muros de soga.

Considerando el mal proceso constructivo (defectos encontrados en las viviendas de adobe), así como también a la mala calidad del adobe, se ha creído conveniente presentar a continuación, el proceso de la elaboración del adobe y la forma más conveniente de edificar con este material (

### VI.3.0 CONCEPCION ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

En las construcciones de adobe por lo general es concebida sin refuerzo alguno, en las dos direc-

ciones ortogonales.

En el de estructuras de concreto armado, (La Municipalidad, La Iglesia) aporticado en las dos direcciones, en una dirección mediante pórticos principales resistentes al efecto de cargas verticales más sismo formados por columnas y vigas. En la otra dirección, por pórticos secundarios resistentes solamente al efecto del sismo, el cual esta formado por: Un sistema de columnas con losas del tipo nervado y vigas planas

Las fundaciones más utilizadas son a base de cimientos corridos y zapatas aisladas.

#### VI.4.0 DAÑOS EN LAS EDIFICACIONES

VI.4.1 Sistema de evaluación de daños.- Los daños en las edificaciones se clasifican bajo dos aspectos:

- a) Daños en los elementos.
- b) Daños globales del edificio.

a) Los daños de los elementos.- Estan clasificados según lo expreso en el siguiente Cuadro:

C U A D R O N° 10

Grado del daño	Columna	Vigas	Losas	Escaleras	Peredas o Tabiques.
0 Sin daño	---	--	--	---	---
1 Daño menor	---	Fisura	--	---	Fisura
2 Daño mayor	---	--	--	---	Grieta
3 Daño grave	Rotura	Rotura	Rotura	---	Rotura

Para los efectos de este trabajo considero como elemento fisurado aquel que se presenta exteriormente apenas perceptible. En consecuencia, se clasificó como elemento agrietado aquel que tenía una separación claramente apreciable a simple vista. El término rotura se usó, donde había grandes separaciones y/o desprendimientos de partes estructurales y que había quedado inservible como miembro estructural resistente.

b) Daños Globales.- El daño total resultante en las edificaciones de adobe y de concreto armado, lo clasificó de acuerdo a la siguiente escala.

C U A D R O N° 11

Daño Cero (0)	Sin ningún daño.
Daño cero uno (0-1)	Grietas solo en paredes.
Daño uno (1)	Cuando existen fisuras en algunos elementos

(continua.....)

(continua Cuadro N°11....)

Daño uno	(1)	estructurales, paredes tienen fisuras o grietas.
Daño dos	(2)	Existen algunos elementos agrietados o rotos, pero el daño esta solo localizado en una zona del edificio y las demás partes están sin daños graves (Foto N°10).
Daño	(3)	Cuando los elementos agrietados o rotos se encuentran en cantidades apreciables respecto al número total de los del edificio y la tabiquería esta muy dañada - y/o derrumbada en algunas zonas del edificio (Foto N°9 y 10).

Esta evaluación de daños lo he realizado en base a las observaciones. A pesar de lo subjetivo de la evaluación, considero que es indicativo el grado de daño sufrido en las edificaciones.

VI.4.2 Tipificación de daños.- Los daños sufridos por las columnas, vigas -- fueron clasificados de acuerdo a la forma de agrietamiento o rotura.

La distribución de daños de las edificaciones del distrito se indican en el Cuadro N° 12.

Los daños "3" (daños graves) fueron los más comunes (Fotos N°s: 3,5,9 y 10).

VI.4.2.1 Procedimientos utilizados para el análisis de la información.-

La información la he obtenido en base a encuestas (fichas) con la colaboración de los pobladores del Distrito y que las presento estadísticamente en el Cuadro N° 12.

ENCUESTA DEL ESTADO DE LAS VIVIENDAS AFECTADAS POR EL SISMO DEL 3-10-74

DISTRITO: SANTA CRUZ DE FLORES	ESTADO DE LA EDIFICACION			MATERIALES DE LA EDIFICAC.		
	CASA HABITABLE	DAÑO 3	DAÑO 2	DAÑO 1	LADRILLO	ADOBE
Av.Lima	193	23	6	9	2	36
La Campiña	24	--	2	1	1	2
La Cruz	20	3	1	1		5
Av.Cementerio	31	--	1	3		4
A. Cáceres	37	4	2	1		7
A.Carrión	23	--	2	1		3
Calle Huayrana	17	--	-	2		2
P. Olaya	29	4	2	1		7
22 Agosto	38	5	1	3		9
Bolognesi	29	4	-	-		4
P. Armas	87	18	-	-		18
Colón	17	2	-	2		4

(continua . . . . .)

(.....continua Cuadro N° 12)

DISTRITO: SANTA CRUZ DE FLORES		ESTADO DE LA EDIFICACION			MATERIALES DE LA EDIFICAC.	
UBICACION	CASA HABITABLE	DAÑO 3	DAÑO 2	DAÑO 1	LADRILLO	ADOBE
Wilson	50	8	-	1		9
Grau	53	6	1	1		8
Balta	48	7	1	5	1	12
Av. San Martín	7	-	-	2		2
Tarapaca	55	8	2	3	1	12
Alfonso Ugarte	76	7	2	5	1	13
Billinghurst	69	4	6	2	1	11
Leoncio Prado	43	7	1	2	1	9
M. Castilla	10	1	-	1	1	1
Washington	72	10	5	-	3	12
Fco. Pizarro	16	3	1	-		4
Libertad	107	12	5	6	1	22
TOTAL:	1151 habit.	136	41	52	13	216
% TOTAL	229 viviendas	60%	17%	22%		

FECHA DE LA ENCUESTA : Octubre 1974.

NOTA: RESULTADOS DEFINITIVOS

C U A D R O N° 13

II CENSO NACIONAL DE VIVIENDA 1972

TOTAL	URBANA	RURAL
683	432	251

Observando los 2 cuadros notaremos que del total de viviendas, a la relación de viviendas encuestadas existe una diferencia de 203, resultando en total:

DAÑO 3 = 80%

DAÑO 2 = 22%

VI.5.0 PROCESO EN LA REPARACION DE VIVIENDAS

Lo estudiado anteriormente en la historia sísmica del Perú, la costa peruana es donde se haya la mayor actividad, situación por la cual es necesario establecer criterios y normas que brinden seguridad a las edificaciones, frente a la ocurrencia de terremotos que son característicos predominantes del país.

Estos estudios deben ser aplicados a futuras

edificaciones, y no a las construcciones existentes, -- donde hay una serie de errores constructivos, complemen tado por falta de nociones de diseño por esfuerzos late rales ocasionados por sismo y el empleo de materiales de mala calidad, lo que resulta, que a una región, a la ocurrencia de un sismo, origina cuantiosas pérdidas materiales y vidas humanas, característica existente en el Distrito de Santa Cruz de Flores, posteriores al sismo del 3 de Octubre de 1974, en la que se tiene un alto porcentaje de edificaciones dañadas, situación por la cual nos induce a proponer tres alternativas:

1. Demoler todo tipo de edificaciones dañadas y cons--- truir con criterio y normas que brinden seguridad, sien do esta alternativa desde el punto de vista económica-- mente costosa.

2. Seguir las normas y procesos para la construcción y reconstrucción de viviendas de adobe en la región, como se indica en el Anexo A , por ser viviendas de bajo costo.

3. Crearse un programa de Asesoría Técnica de reparación de viviendas, y que ésta esté integrado por Ingenieros y Técnicos expertos en la rama constructiva de edificaciones.

Estas alternativas son las más convenientes,

ya que de esta forma nos permitiría tener un equipo permanente de profesionales especializados en estas actividades, para que en cualquier catástrofe ponga en práctica este plan.

#### VI.6.0 EL ADOBE

La gran actividad sísmica de nuestro territorio ha cobrado siempre sus mayores víctimas en las construcciones de adobe.

Debe aceptarse, entonces, que existen ciertas condiciones bajo las cuales este tipo de construcción - puede ofrecer un comportamiento "satisfactorio" ante -- sismos severos.

Según Fintel<sup>(7)</sup>, los objetivos implícitos en la mayoría de las Normas de Diseño Antisísmico son que la estructura sea capaz de :

1. Resistir sismos menores sin daños.
2. Resistir sismos moderados con algunos daños estructurales leves y con daños no estructurales moderados.
- 3 Resistir sismos catastróficos sin colapsar.

Por colapso se entiende<sup>(7)</sup> "aquél estado que no permite que los ocupantes salgan del edificio debido a la falla de estructura primaria".

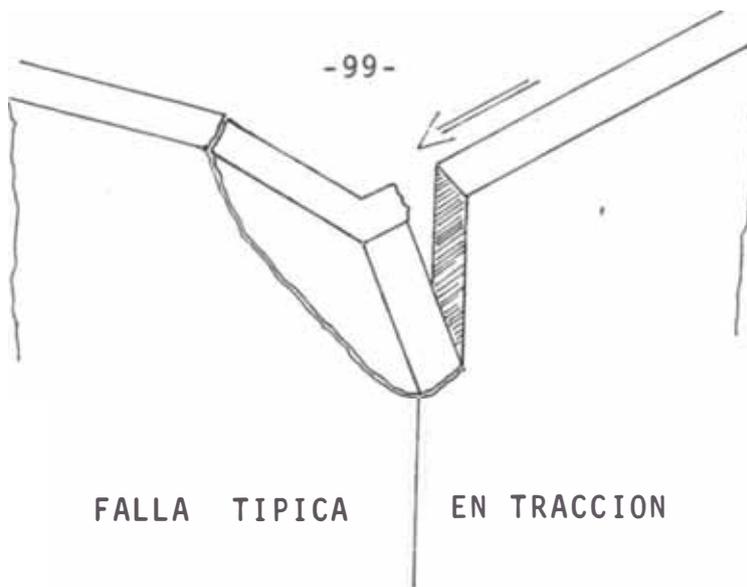
En el presente acápite se tratará de sintetizar la información disponible sobre construcciones de adobe, que permiten proyectar con este material, debido a su baja resistencia por lo cual requiere del mayor cuidado, tanto en su diseño como en su construcción. A partir de estudios de cierto rigor (investigaciones), se llegará en el futuro, a reglas prácticas que simplifiquen el diseño de este tipo de construcciones.

#### VI.6.1 El adobe como material predominante.-

Comportamiento sísmico de construcciones de adobe.- Las fallas en las construcciones de adobe pueden atribuirse, principalmente, a la poca resistencia en tracción y reducida adherencia entre el adobe y el mortero. Los tipos principales de fallas, que a menudo se presentan combinados, son los siguientes:

##### 1.- Falla por tracción en los encuentros de muros.

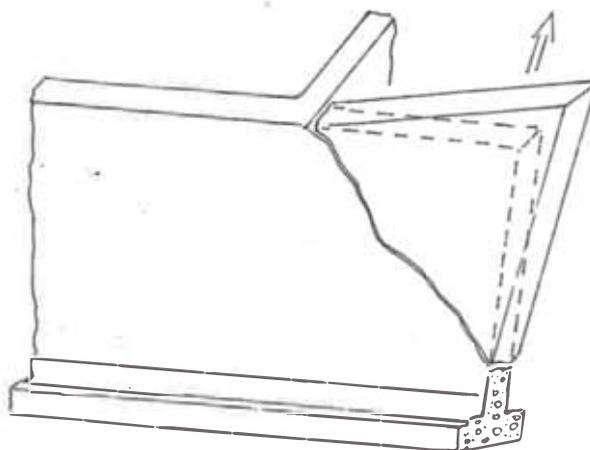
Se debe principalmente a esfuerzos de tracción directa que se produce en uno de los muros, al dar arriostre lateral a otros muros del encuentro. Esta situación se agrava cuando a este efecto se superponen los esfuerzos de flexión.



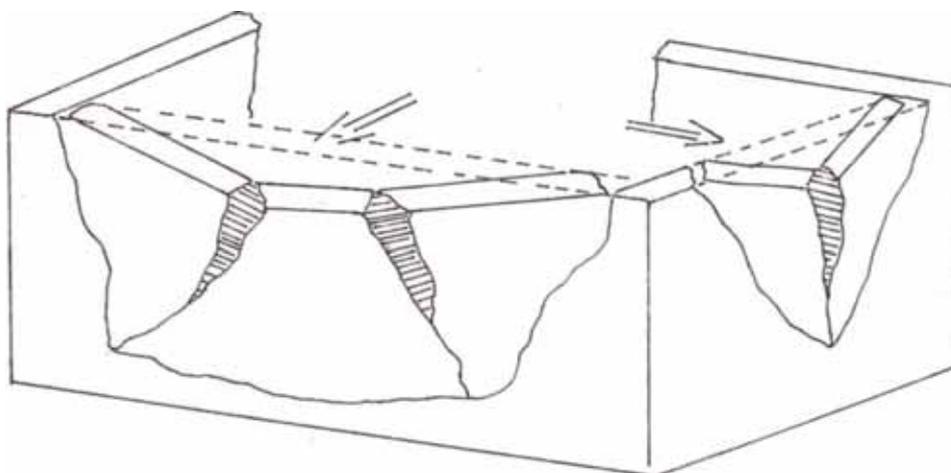
FALLA TIPICA EN TRACCION

2.- Falla por flexión.

Se debe a los esfuerzos de tracción por flexión, al actuar el muro como una losa apoyada en su base y en los elementos verticales que lo arriostran. La falla puede ocurrir en secciones horizontales, verticales u oblicuas.



a) MURO ARRIOSTRADO EN DOS BORDES.

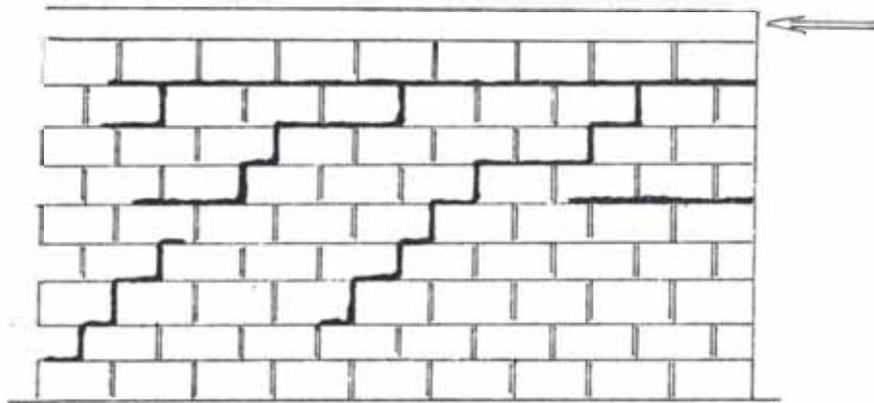


b) MUROS ARRIOSTRADOS EN TRES BORDES

FALLAS TIPICAS POR FLEXION

### 3.- Falla por corte.

Se produce cuando el muro trabaja bajo la acción de una fuerza lateral (sismo), principalmente, a los esfuerzos tangenciales en las juntas horizontales.



FALLA TIPICA POR CORTE

#### VI.7.0 PROPUESTA DE NORMAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA CONSTRUCCIONES DE ADOBE

1.- Dado que el adobe es la forma más barata de construcción, continuará en uso por necesidad económica. Este material cumple mejor su cometido al ser estabilizado con Cemento Portland o Asfalto. Una parte de cemento por 12 partes de tierra es lo conveniente. Solo la suficiente agua puede ser añadida para dar una mezcla funcionable. Los bloques deben ser preservados húmedos por lo menos 7 días. Los hechos a máquina son más sólidos y uniformes que aquellos moldeados a mano.

2.- Terreno y Cimentación.- Las construcciones de adobe

deben hacerse sobre un terreno seco, resistente y plano

La cimentación debe profundizarse hasta llegar a un terreno de buena calidad y el cimiento debe ser de material que resista y aísle el efecto de humedad. Además el cimiento o sobrecimiento debe sobresalir no menos de 30 cms. del nivel del suelo.

3.- Materiales.- Los adobes deben ser de buena calidad y no deben romperse fácilmente, el barro que se emplea para asentarlos debe ser de la misma calidad que el de la elaboración de los mismos; recomendándose la inclusión de paja no quebradiza.

4.- Disposiciones de Diseño.- Las paredes deben tener una disposición aproximadamente simétrica con respecto a los ejes principales.

Las aberturas no deben ser grandes y deben ubicarse de tal manera que no induzcan asimetría.

Las uniones o amarres entre muros no deben estar espaciados a más de 4mts.

Las paredes tendrán una altura máxima de 3 metros y un espesor mínimo de 30 cms. Las paredes más bajas de una vivienda de 2 pisos debe ser de 46 cms. de

grosor como mínimo y las paredes más altas de un primer piso o las paredes de sostenimiento de una vivienda de un piso es de 30 cms. de grosor.

El techo será liviano y rígido en su plano - y se unirá al muro adecuadamente, recomendándose el uso de una viga solera. Además el techo debe proteger a las personas de la acción directa de la lluvia o de salpicadura.

#### 5.- Disposiciones constructivas.-

- a. No deberán construirse con este material en suelos - blandos ni en suelos cuya capacidad de servicio sea inferior a 2 Kg/cm<sup>2</sup>. Con esta limitación se trata de evitar los efectos desfavorables de la amplificación sísmica y de los asentamientos desiguales.
- b. El adobe debe ser asentado de tal manera que el barro rellene íntegramente las juntas horizontales y verticales y el adobe debe ser ligeramente mojado antes de ser colocado.
- c. Debe verificarse la verticalidad de la pared y todos los amarres deben ser ejecutados cuidadosamente.
- d. El número máximo de hileras que se coloque diariamente

te no será mayor que el que provoque, aplastamiento -  
de las hileras inferiores.

- e. Ninguna pared podrá ser más alta de 8 veces su gro--  
sor y una pared sin apoyo no más de 15 veces su gro--  
sor. Los dinteles deberán tener por lo menos 30 cms.  
de soporte. Habrá por lo menos 2 paredes internas --  
cruzadas.

ALUMNO: .....

ENCUESTA DE DATOS

UBICACION:.....EDAD ESTIMADA .....

SUELO:.....

AREA APROX.....m<sup>2</sup> N° PISOS.....

DAÑOS:

CIMENTACION.....

MUROS.....

TECHOS.....

DENSIDAD MUROS: X.....Y.....

EDIFICIOS APORTICADOS:

COLUMNAS.....

VIGAS .....

ESCALERA .....

TABIQUERIA (POR PISOS):

1°.....

2°.....

3°.....

4°.....

5°.....

6°.....

7°.....

VIDRIOS:

.....

TIPO VENTANA.....

.....

.....

CERCOS Y PARAPETOS .....

TANQUES ELEVADOS.....

OBSERVACIONES: .....

.....

.....

.....

.....

## C A P I T U L O   V I I

### PLANEAMIENTO REGIONAL

#### VII.1.0   EXPEDIENTE URBANO Y REGIONAL DE LOS VALLES DE CHILCA, MALA Y ASIA

Introducción.- La experiencia nos indica que muchos países, incluido el nuestro, se ven obligados a tomar decisiones precipitadas como resultado de contar con muy poco o ningún Planeamiento Regional - realizado en forma científica e independiente de cualquier tipo de interes particular.

La metodología empleada en el presente estudio esta basado en los factores fundamentales que intervienen en el Planeamiento Regional: El Hombre y la Tierra, y la resultante de la interacción de ambos: el Medio Racionalizado.

En la primera parte de este capítulo se estudiará a la Tierra en su estado natural con todos sus elementos que hacen posible la existencia del hombre y es la que denominaremos el Medio Físico, en este caso -

el de la microregión de Chilca, Mala y Asia.

En segundo lugar se estudiará al Hombre, de esta microregión, en sus dos aspectos fundamentales: Como usuario y como agente transformador del Medio Físico.

En tercer término se analizará el resultado del encuentro e interacción del hombre y el Medio Físico, lo que llamaremos el Medio Racionalizado.

De lo dicho anteriormente, se puede apreciar la gran complejidad que implica un estudio de esta naturaleza, ya que se requeriría del concurso de personas - especializadas en muchas disciplinas durante un largo tiempo para elaborar a cabalidad el estudio.

El presente trabajo es solo un esquema de lo que debería hacerse en futuros estudios de la microre--gión que nos ocupa, con el objeto de brindar líneas di--rectrices para la reconstrucción y rehabilitación de una de las zonas más afectadas por el sismo del 3 de Oc--tubre de 1974, grave situación que no ha sido suficiente--mente conocida.

#### VII.2.0 MEDIO FISICO

##### VII.2.1 Extensión y Fisiografía.- La microregión en -

estudio está enmarcada entre las coordenadas geográficas:

12° 10' a 12° 33' Latitud Sur.

76° 20' a 76° 47' Longitud Oeste. abarcando una superficie aproximada de 2,250 Km<sup>2</sup> excluida la correspondiente al oceano.

En el Capítulo II se han mencionado los rasgos fisiográficos de la zona en estudio, correspondiendo éstas a la fisiografía típica de la costa peruana. - (Plano N°1)

## VII.2.2 Clima y Meteorología

VII.2.2.1 Clima.- El clima dentro de la microregión - varía desde el tipo semicálido hasta el cercanamente frío, pasando por una gama de variaciones de acuerdo a la altitud. Sin embargo, el área poblada y utilizada por el hombre esta situada predominantemente en los niveles más bajos, donde el suelo dispone del riego fluvial. Las zonas más altas son desérticas, - a excepción de las localidades donde están asentados -- las minas que se explotan

### VII.2.2.2 Elementos Meteorológicos.-

a) um Relativa.- La humedad relativa es mayor en la

Costa, que en la Sierra, siendo la humedad en la primera zona mayor durante el invierno, mientras que en la segunda, lo es en el verano. (8)

b) Vientos.- El viento dominante en la Sierra es Sur - con velocidad promedio de 22 Kms. por hora que no constituye problemas para las actividades humanas. En la Costa, el viento dominante es el Sur o Suroeste con una velocidad promedio de 8-12 Kms./hora. (8)

c) Precipitación Fluvial.- En la Costa varía escasos - milímetros, mientras que en las zonas más altas se dan precipitaciones mayores. Registros obtenidos han permitido elaborar el siguiente Cuadro que relaciona al altitud con la precipitación.

C U A D R O    N° 14

ALTITUDES	PRECIPITACION
0 - 800 m.s.n.m.	0 - 20 m.m.
800 - 2000 m.s.n.m.	125 m.m.
2000 - 3000 m.s.n.m.	300 m.m.
3000 - 4000 m.s.n.m.	400 m.m.
>5000	1000 m.m.

FUENTE : ONERN

Según esta distribución de las precipitacio-

nes pluviales, la microregión puede ser, dividida en dos zonas:

1. Cuenca Seca; comprendida entre el nivel del mar y la cota 2000 m.s.n.m. donde la precipitación es menor - de 250 mm.
2. Cuenca húmeda; que comprende cotas superiores de los 2000 m.s.n.m. y donde la precipitación es un promedio de 250-1000 m.m., lo que según algunos autores tipifica las características de la zona sierra.

### VII.2.3 Suelos.-

VII.2.3.1 Estudio Agrológico.- Siendo el valle de Mala el más importante dentro de la microregión, la ONERN ha realizado un estudio a un nivel semi-detallado del suelo desde el punto de vista agrícola.

No contándose con datos e informaciones sobre los suelos de los valles de Chilca y Asia, circunscritos en la microregión, nos limitaremos al estudio de los suelos de Mala.

El estudio en referencia arroja sobre un total de 6,450 hectáreas, unas 3500 hectáreas (48.7%) tierras aptas para la agricultura bajo riego (Clase 2 y 3), además existen 1731 hectáreas (26.8%) de tierras de ap-

titud limitada (Clase 4) y 1579 hectáreas (24.5%) de --  
tierras de productividad dudosa o nula (Clase 5 y 6).--  
Del total de las 6,450 hectáreas, existen 4,614 hectá--  
reas (72.3%) de tierras que presentan problemas de Sali-  
nidad y/o mal drenaje, sobre todo en la parte inferior  
del valle y en la zona de inundación del río.

Con el fin de proporcionar una rápida y breve  
idea del paisaje edáfico dominante en el valle de Mala,  
se presenta a continuación un agrupamiento general de -  
los suelos por sectores.(Cuadro N°15) y que guarda es--  
trecha relación con las características fisiográficas -  
de la zona estudiada.

C U A D R O N° 15

PAISAJES FISIOGRAFICOS	LUGAR	SUELOS INCLUIDOS
Terrazas no inundables	Calango,Correviento	Calango.
Abanicos aluviales	Totoral,La Capilla Tutumo,Aspitia,Par- te alta de Flores y San Antonio.	La Cruz-Flores- San Andrés, Flores Cóncavo, Abanico, Abanico Cóncavo.
Laderas	Tutumo hasta el -- puente del río Mala.	Laderas.
Terrazas inundables.	San José,orillas - del río Mala,aguas abajo del puente.	Ribereños,San Jo- sé-Ribereño húme- do-Tutumo Barcelo- na.

(continua.....)

(.....continua Cuadro N°15)

PAISAJES FISIOGRAFICOS	LUGAR	SUELOS INCLUIDOS
Llanura Aluvial.	Mala-La Huaca.	Mala-Corral Viejo- Mala inclinado, Buja ma, Barcelona, San - José Húmedo.
Llanura fluvio marina.	Parte baja de Pam pa Barcelona y Co pacabana.	Copacabana, Arenal Playa.
Pisos de valle.	Cauce del río.	Cauce del río.
Area Montañosa	Cerros.	Cerros.

FUENTE: ONERN.

Seguidamente se presenta una Cuadro de la --  
Clasificación de tierras en el valle de Mala según su  
aptitud para el riego.

C U A D R O N° 16

CLASES Y SUBCLASES DE APTITUD PARA EL RIEGO DE LOS SUELOS

CLASE	SUPERFICIE		SUB-CLASE	SUPERFICIE		SUELOS INCLUIDOS
	Ha	%		Ha	%	
2	2401	31.7	S	194	3	Tutumo
				386	6	Calango
			SL	816	12.6	Mala
3	1099	17.0	STL	565	3.8	Flores.
				80	1.3	Mala inclinado.
			S	82	1.3	Ribereño.
4	1731	26.8	STL	305	4.7	San Andrés.
				76	1.2	San Andrés incli-
				61	0.9	nado; Flores Cónca
5	343	5.3	SLW	575	8.9	vo.
			STL	860	13.2	San José.
				25	0.4	Abanico.
6	1200	19.2	SLW	44	0.7	Abanico Cóncavo.
				62	1.0	Ladera.
			S	645	10.0	Ribereño húmedo.
TOTAL	6450	100.0		6450	100.0	

VII.2.3.2 Estudio de la Mecánica de Suelos.- Lo expresado en 7.2.3.1, que no contándose con datos e informaciones sobre los suelos de los valles de Chilca y Asia desde el punto de vista de la Mecánica de Suelos, nos limitaremos al valle de Mala, pero en especial al Distrito de Santa Cruz de Flores estudiado en el Capítulo V. Entre las curvas de nivel 87 al 92 el suelo esta compuesto de una mezcla de grava y arena con poco o nada de finos y entre las curvas 93 al 102 como un suelo arenoso-limoso mezcla de arena y limo. (Plano N° 6).

VII.2.4 Ecología.- No contándose con informaciones sobre la ecología de los valles de Chilca y Asia, mencionaremos suscintamente la configuración medio ambiental del valle de Mala. Este valle presenta las seis formaciones vegetales o zonas de vida natural siguientes:

C U A D R O N° 17

Formaciones Ecológicas	Altitud(m.s.n.m.)	Sectores de Uso.
Desierto Subtropical 0 - 800 m.s.n.m.	0 - 400	Area agrícola de valle.
	400 - 800	Area agrícola de quebrada.
	0 - 400	Pampas eriazas.

(continua.....)

(.....continua Cuadro N°17)

Formaciones Ecológicas	Altitud(m s n.m.)	Sectores de Uso
Desierto Subtropical 0 - 800-m.s.n.m.	300 - 750 0 - 100 0 - 800	Areas de lomas. Areas hidromórficas y salinizadas. Colinas y montañas sin vegetación.
Matorral Subtropical 800 - 2000 m.s.n.m.	800 - 2000 800 - 2000	Area agrícola de quebrada y pie de monte. Montañas con melazas poco densas.
Estepa Espinoza Montano.		
Páramo muy húmedo - sub-alpino.		
Tundra Fluvial Alpino		

FUENTE : ONERN.

## VII.2.5 Recursos Hídricos.-

VII.2.5.1 Generalidades.- Se mencionarán de una manera general los recursos hídricos existentes y los problemas que plantean en su uso actual y futuro.

El desarrollo agrícola de la zona se halla supeditado a la disponibilidad de agua, recurso que no siempre se presenta en la cantidad y en los momentos oportunos. El valle de Mala cuere en forma parcial sus

requerimientos de agua empleando básicamente el recurso hídrico superficial que consiste unicamente en las descargas naturales de la cuenca hidrográfica, ya que no existen obras de regulación de importancia ni de derivación de cuencas aledañas que mejoren su régimen natural y aseguren la disponibilidad total y oportuna de recurso. Es por ello que la cuantificación y la evaluación del recurso hídrico se hace imprescindible para la elaboración de cualquier programa racional de aprovechamiento del mismo.

El análisis y la evaluación de la hidrología del río Mala ha sido efectuado utilizando los registros de descargas diarias de 1940 a 1972, en la suposición de que las características de estas muestras se han de mantener en forma permanente.

Para subsanar la deficiencia del recurso hídrico superficial, principalmente en la parte baja del valle se hace uso del agua subterránea (manantiales y galerías filtrantes, etc.).

La distribución de los pozos de explotación de las aguas subterráneas en el área en estudio se muestra en el Mapa Hidroisohipsas elaborado por la Sub-Dirección de Aguas Subterráneas del Ministerio de Agricultura.

VII.2.5.2 Hidrología del Río Mala.- Como referencia del potencial del Río Mala se presenta un cuadro resumen de sus descargas, para el ciclo hidrológico 73-74 elaborado por el SENAMHI.

C U A D R O N° 18

R E S U M E N A N U A L	
M E S	VOLUMEN EN TOTAL (m3)
Setiembre	4'636,397
Octubre	8'424,864
Noviembre	11'404,800
Diciembre	53'086,752
Enero	129'997,440
Febrero	232'148,160
Marzo	192'697,920
Abril	57'991,680
Mayo	15'162,336
Junio	61'585,408
Julio	3'924,288
Agosto	3'003.437

Analizando el cuadro anterior se observa que el río Mala tiene un comportamiento estacional, descargando el 70% de su volumen promedio anual durante el período de avenidas y el 6% en el período en estiaje.

VII.2.6 Recursos Mineros.- En la microregión en estudio se localizan diversos -

depósitos de minerales siendo la minería metálica el rubro que aparece más importante sobre todo en la cuenca del río Mala, constituyendo una de las principales fuentes de trabajo para los pobladores de la microregión.

Las explotaciones de los depósitos metálicos más importantes, en actividad, se encuentran ubicados en la parte baja de la cuenca y son las siguientes: mina - Condestable, minas Raúl y Cata, siendo los minerales explotados: Cobre, Plomo, Hierro, Molibdeno; y de ellos - en proporción ampliamente mayor el Cobre.

#### VII.2.7 Apreciación del valor ecológico del medio.-

La microregión en estudio presenta un territorio muy accidentado y de dificultoso acceso en la zona alta de la misma, pero la parte baja, que es la habitada y trabajada, es de fácil acceso. El elemento físico dominante en el interior lo constituye las estribaciones andinas y en el litoral la faja desértica, enmarcada entre aquel y el mar. Esta faja desértica esta jalada esporádicamente por oasis en agricultura a base de regadío (3 deltas agrícolas, Mala con 6,150 Ha., Chilca y Asia), de cierta significación y que penetran en el continente por profundos valles que en la parte media son más propiamente quebradas y cañones, estos últimos verdaderos obstáculos para la integración de la costa y

la sierra, y terminan en su parte alta (Sierra) en dispersas y pequeñas superficies laborales para la agricultura.

A esta problemática se le agrega el fuerte fraccionamiento ecológico del área en la Sierra; en el litoral la situación es distinta, porque las barreras andinas se disuelven y solo los desiertos, entre oasis y oasis, producen el aislamiento entre los asentamientos humanos.

Desde el punto de vista de sus recursos naturales las áreas que se analizan presentan problemas para la incorporación de nuevas tierras a la agricultura, en especial por la fundamental limitación del recurso agua.

Para esta situación que resulta de la conjunción de los factores climatológicos si bien ha impedido la existencia de grandes cursos de agua dulce, ha beneficiado a la costa con benignas condiciones de habitabilidad para el ser humano, dotándola de una gran riqueza pesquera en su litoral marino, de otro lado la ausencia de suelos y ecología apta para la agricultura es compensada por el potencial de recursos mineros, metálicos en explotación y no metálicos hasta el momento incipientemente explotados.

VII.3.0 EL HOMBRE

VII.3.1 Volumen de población.- En relación a este punto presentamos, en base a las estadísticas de la ONEC, los siguientes cuadros de análisis:

C U A D R O N° 19

EVALUACION DE LA POBLACION RURAL-URBANA DE LA PROVINCIA DE CAÑETE

AÑO	POBLACION TOTAL	POBLACION URBANA		POBLACION RURAL	
		Habitantes	%	Habitantes	%
1940	48,344	18,313	37.88	29,941	62.12
1961	72,226	30,311	41.96	41,915	58.04
1972	90,559	47,218	52.20	43,341	47.80

C U A D R O N° 20

EVALUACION DE LA POBLACION RURAL-URBANA EN LA MICROREGION

AÑO	POBLACION TOTAL	POBLACION URBANA		POBLACION RURAL	
		Habitantes	%	Habitantes	%
1940	13,820	5,621	40.67	8,199	59.33
1961	20,109	8,518	42.36	11,596	87.64
1972	26,499	14,904	56.24	11,595	43.76

Analizando los cuadros, se observa que en su

conjunto la microregión presenta un fuerte grado de urbanización, pues el 56.24% de la población se concentra en ámbitos urbanos y la población rural que se registra se encuentra fuertemente conectada a las áreas urbanas en la parte baja y muy fraccionada y dispersa en la serranía.

Los censos efectuados por la ONEC permiten estimar una razón de crecimiento poblacional anual del orden de 2.2% dentro de la provincia de Cañete.

### VII.3.2 Composición de la Población en la microregión.-

Para los fines de análisis se ha elaborado - el siguiente cuadro:

C U A D R O    N° 21

AÑO	POBLACION TOTAL	H A B I T A N T E S			
		Hombres	%	Mujeres	%
1940	13,820	7,365	53.3	6,455	46.7
1961	20,109	10,524	52.3	9,585	47.7
1972	26,499	11,832	44.6	14,667	55.4

El cuadro anterior nos permite opinar que en los últimos 32 años la emigración de la población masculina joven a ido en aumento. Esto es explicable por la

falta de oportunidades de trabajo y de capacitación para el joven de la microregión además de la carencia de servicios sociales que se acusa en la misma. Una solución a este problema sería;

1. Dar oportunidades de trabajo adecuadamente remuneradas.
2. Provisión de los servicios sociales indispensables - (vivienda, educación, salud, etc.)
3. Implementar centros de capacitación y de especialización, a nivel intermedio, que preparen y formen técnicos especialistas para el trabajo en el sector agrario industrial, artesanal, minero y pesquero, que habría que desarrollar en la microregión.

VII.3.3 Población Económicamente Activa.- No contándose con datos específicos de la población económicamente activa, en la microregión, como referencia se muestra la estructura del empleo dentro de la Provincia de Cañete, de la cual forma parte la microregión.

C U A D R O N° 22

POBLACION EN EDAD DE TRABAJAR: OCUPADA Y DESOCUPADA  
CENSOS NACIONALES 1961-1972

AÑOS	Población en edad de trabajar.	PEA	Desocupados
1961	25,519	24,048	279
1962	27,246	25,933	1266

Se observa en el cuadro que en un periodo de 11 años la Población Económicamente Activa se incrementó en 1727 personas.

El total de la población ocupada en el año 1961 fue de 24,048 personas aumentando en 1905 personas para el año 1972. La población desocupada que en 1961 fue de 279 se incrementó a 1266 personas para el año 1972, lo que muestra el grave problema de desocupación y falta de oportunidades de trabajo, que originan la fuerte emigración que afecta a la microregión. Situación crítica que deja sin explotación a importantes volúmenes de recursos naturales.

VII.3.4 Calificación de la Población.- Debido a la carencia de datos estadísticos en la microregión, respecto a la calificación de la población, el autor del presente estudio, conocedor de la zona, estima que el 90% de la población cumplen funciones eminentemente agropecuarias a nivel de una agricultura extensiva pobre y descapitalizada, de muy bajo nivel de productividad.

Una información obtenida estima que unas 830 personas fueron ocupadas en las labores mineras, (año 1971) que representó el 1.54% de las 53,576 personas consideradas para dicha actividad en todo el país.(ONERN)

VII.3.5 Nivel Cultural.- La educación en el área en estudio, en términos generales, es insuficiente.

La educación primaria se halla en un proceso de relativa expansión; el total de alumnos matriculados representó un 21.39% de la población en la edad escolar de 5-19 años (1972).

La educación secundaria absorbe en mayor grado a la población escolar. La forma en que se da la expansión de la educación, también refleja el desequilibrio existente entre la costa y la sierra, apareciendo una tasa más alta de escolaridad en la costa que en la sierra.

Se muestra el siguiente cuadro de la evolución intercensal de la población escolar primaria (5-14 años) de la microregión.

C U A D R O N° 23

AÑO	POBLACION	%	POBLACION TOTAL	%
1040	3,712	26.86	13,820	100
1961	8,201	40.78	20,109	100
1972	5,669	21.39	26,499	100

FUENTE ONEC

En líneas generales podemos indicar que el nivel cultural de los hijos van superando al de los padres, lo que es un futuro abierto a mejores perspectivas culturales.

#### VII.4.0 MEDIO RACIONALIZADO

##### VII.4.1 Distribución de la Población en el territorio.-

La población dentro del territorio en estudio se encuentra distribuida en diversos centros poblados, siendo los más importantes: Mala, Chilca, San Antonio, Flores y Rosario de Asia, situados en los conos aluviales de los valles y al pie de la Carretera Panamericana; Omas, Calango, Cata, Quisque y Correviento, menores y situados en la cabecera de los valles, al término en general de la quebrada e inicio del delta agrícola.

Mala.- Este centro poblado está ubicado sobre la Carretera Panamericana Sur. Es la más importante población del valle, poseía una población total de 9,904 habitantes (1972) representando el 37.00 % de la población de la microregión aproximadamente.

En las últimas décadas ha adquirido una gran importancia habiéndose convertido en el principal centro administrativo, comercial, agrícola, y de servicios, a

punto de que es causa del estancamiento de los otros -- centros poblados del valle.

Este centro poblado nuclea a un conglomerado urbano de centros satélites a menos de 30 minutos de recorrido, que representa el principal polo de la microregión con una masa poblacional de 3,839 habitantes que significa 14.2% de la microregión.

San Antonio.- Esta población, se encuentra ubicada a 83 Kms. al Sur de Lima; tenía una población de 1991 habitantes (1972).

Su crecimiento poblacional estático relativamente. La población es agrícola. El pueblo cuenta con servicios de luz y agua potable. Las construcciones de sus viviendas son en general de adobe.

Santa Cruz de Flores.- Situado a 2.5 Kms. de San Antonio hacia el interior del valle de Mala, tenía una población de 2577 (1972) habitantes. La población es agricultora. Su crecimiento urbano se dirige hacia el Nor-Este del Distrito.

El distrito cuenta con servicios de luz y agua potable. Las construcciones de sus viviendas son en general de adobe. Conjuntamente con Chilca fueron los -

centros poblados, los más afectados por el sismo del 3 de Octubre.

Chilca.- El segundo pueblo en importancia de la micro-- región, poseía una población de 5,374 habitantes (1972). Se encuentra ubicado aproximadamente a 65 Kms. al Sur - de Lima. Cuenta con servicios de agua, desagüe y luz eléctrica, su población es inminentemente pesquera.

Sus calles bien demarcadas pero no pavimentadas. Existe un gran porcentaje de viviendas destruídas y semidestruídas, no contándose con interes para subsa-  
nar este inconveniente.

Para una mayor visualización de la distribu-  
ción de la población dentro del territorio, se muestra en el Plano N° , donde se ubican los centros poblados mayores a cien habitantes.

VII.4.2 Sistema vial y de comunicaciones.- Es conocida la importancia que adquiere el transporte dentro del marco de la - actividad económica, como resultado de la estrecha rela-  
ción con los demás sectores de la economía. Suscintamen-  
te enunciamos la red vial de la microregión.

a) Transporte Terrestre.- El sistema vial tiene su base

en la Carretera Panamericana Sur que es la vía más importante de la red de carreteras del país. La Panamericana define un marcado eje longitudinal a través del cual, se dan las principales relaciones económicas.

Efectivamente, por medio de esta vía se conectan los principales centros poblados de la microregión, Mala, San Antonio, Santa Cruz de Flores, Chilca. Además permite la comunicación por el norte con la capital de la República y por el Sur con Cañete e Ica.

El resto de carreteras de diferentes categorías y en su mayoría sin pavimentar enlazan los distritos, haciendas y áreas agrícolas permitiendo la concentración del tráfico hacia la Panamericana.

#### PRINCIPALES CARRETERAS DE LA MICROREGION

NOMBRE Y TIPO DE LA CARRETERA	CENTROS POBLADOS QUE UNE	CONDICION DE LA VIA
Panamericana longitudinal de la Costa (Ruta Nacional)	Lurin-Chilca-San Antonio-Mala-Asia Cañete-Ica.	Asfaltada.
Penetración (Ruta Nacional).	Mala-Piedra Angosta-Correviento-Callango.	Afirmada.
Penetración (Ruta Nacional)	Asia-Quisque-Coayllo Cata-Omas.	Afirmada.

b) Transporte Marítimo y Aereo.- Dentro de la microregión no existen instalaciones marítimas ni aéreas.

#### VII.4.3 Conglomerados Urbanos Nucleados y Estructura Regional.-

Denominaremos conglomerados urbanos nucleados al conjunto de centros urbanos poblados que se articulan con uno principal y que no distan de él más de 30 minutos de transporte.

En nuestro caso, solo existen un conglomerado urbano nucleado principal con centro en el distrito de Mala debido a que las distancias Chilca-Mala y Mala-Rosario de Asia son menores de 30 minutos de recorrido.

Los conglomerados urbanos nucleados secundarios dentro de la zona en estudio están circunscritos a las localidades de Chilca-Mala y Rosario de Asia, y son utilizados para realizar a un segundo nivel el análisis gravitacional.

Cabe señalar que el análisis gravitacional es realizado para observar las relaciones que se verifican entre los centros urbanos del área; para tal efecto se utilizó el modelo desarrollado por STEWART, basa-

do en la ley gravitacional de Newton, según la expresión :

$$F_{ab} = \frac{K P_a \cdot P_b}{dv^2}$$

donde:

$F_{ab}$  = fuerza de atracción entre "a" y "b".

$P_a$  = Población de "a".

$P_b$  = Población de "b".

$dv$  = Distancia virtual entre "a" y "b"

$K = 1$

De acuerdo al análisis efectuado para nuestro caso se ha verificado que la mayor fuerza de atracción la ejerce el conglomerado urbano nucleado de Mala; en segundo término esta el conglomerado urbano nucleado de Chilca.

Si comparamos las fuerzas de atracción que ejerce Lima y Cañete sobre el territorio en estudio, se concluiría que es mayor la que ejerce Lima.

El análisis gravitacional realizado a un tercer nivel, con énfasis en los conglomerados urbanos nucleados de Mala y Rosario de Asia, nos concluye que los centros urbanos más importantes en dichos conglomerados son: Mala y Rosario de Asia, respectivamente.

Al conglomerado urbano de Mala para un mejor conocimiento se le subdividió en 4 sub-conjuntos a saber:

1. Conglomerado de Mala con centro el Distrito de Mala y del cual forma parte las localidades: La Huaca, San José, Salitre, Santa Rosa y la Rinconada, con una población global de 6,091 habitantes (1972).
2. Conglomerado de Bujama, que comprende las localidades de Bujama Alta y Bujama Baja con una población de 1117 habitantes (1972).
3. Centro minero, constituídos por las minas Raúl y Condestable con una población de 2,696 habitantes (1972).
4. Conglomerado de San Antonio-Santa Cruz de Flores, constituídos por los distritos del mismo nombre con una población global de 3,824 habitantes (1972), y "Islas" de San Andrés-Fábrica de Cemento Chilca con una población de 744 habitantes (1972).

#### VII.4.4 Actividades Económicas.-

VII.4.4.1 Actividades Económicas Primarias.- Se puede decir que la población dentro de la microregión se dedica a las actividades económicas primarias (agricultura, ganadería pesca, extractivas) preferentemente. La agricultura se

desarrolla con mayor importancia en el valle de Mala, siendo los cultivos principales: Frutales y algodón.

En los valles de Chilca y Asia la agricultura es de menor importancia, debido a la poca disponibilidad del recurso hídrico. La ganadería es muy incipiente. La minería es de relativa importancia y se desarrolla principalmente en las minas Raúl, Condestable y Cata siendo el producto principal el cobre.

La producción recuperable minero-metalúrgica en el año 1971 ascendió a 5708 T.M. concentrados cuyo valor bruto fue de 166 millones de soles.

VII.4.4.2 Actividades Económicas Secundarias.- En general las actividades económicas secundarias son incipientes. A menor escala la población se dedica a las labores Viti-vinícolas y a la elaboración de ladrillos.

VII.4.4.3 Actividades Económicas Terciarias.-

a) Comercio.- Dentro de la microregión es incipiente, las transacciones comerciales más importantes tiene lugar en Mala, debido a que es el primer centro comercial del valle.

Las interrelaciones comerciales entre los diversos centros poblados se dan a un nivel de trueque.

b) Transporte.- El sistema de carreteras existentes, se encuentra apoyado básicamente en la Carretera Panamericana Sur. Esta carretera que es asfaltada soporta un intenso volumen de tránsito, el cual es originado por la interdependencia comercial que existe entre las poblaciones. La microregión actualmente cuenta con un incipiente número de Comités de Autos, lo cual es un inconveniente para la comunicación entre los pueblos.

c) Energía.- El territorio en estudio es parcialmente alimentado desde el punto de vista energético por la Central Hidroeléctrica del Mantaro. Los déficits de energía son cubiertos parcialmente por centrales eléctricas locales.

d) Salud.- Los servicios de salud son notoriamente insuficientes y en su mayor parte están concentrados en el distrito de Mala. Una relación de establecimiento del Sector Salud se muestra en el Cuadro N° 24.

RELACION DE ESTABLECIMIENTOS DEL SECTOR

ZONA SALUD DE LIMA				AÑO 1975	
ENTIDAD ADMINISTRATIVA	DISTRITO	LOCALIDAD	NOMBRE Y TIPO DE ESTABLECIMIENTOS.	NUMEROS DE CAMAS CAPACIDAD DE PLANEAMIENTO	NUMEROS DE CAMAS EN FUNCIONAMIENTO PRESUPUESTAL
PROVINCIA DE CAÑETE					
Ministerio de Salud.	Calango.	Calango-Prol. Lima s/n.	Puesto Sanitario	---	---
Ministerio de Salud.	Chilca	Chilca Av. Lima s/n.	Puesto Sanitario	---	---
Privada-Lucrativa.	Chilca	Fábrica Cemento	Puesto Sanitario	---	---
Ministerio de Salud.	Mala	Plaza de Armas 140.	Centro de Salud.	8	---
Seguro Social del Perú.	Mala	Calle Real	Centro de Salud	---	---
Privada-Lucrativa.	Mala	Mina Condestable.	Hospital Condestable.	12	8
Privada-Lucrativa.	Mala	Mina Raúl	Hospital.	13	8

Cabe señalar que el Centro de Salud del Seguro Social del Perú con sede en Mala fue seriamente dañado por el sismo del 3 de Octubre de 1974, hasta Diciembre de 1975 funciona provisoriamente en el local Municipal.

e) Vivienda.- Las viviendas de los principales centros urbanos y rurales de la microregión están constituidos en su mayor parte de materiales rústicos de la zona. En general en cuanto a categoría, se consideran como modestas, predominando el uso del adobe en las paredes, en los techos de madera y la teja. Un cuadro resumen de viviendas se muestra a continuación.

C U A D R O N° 25

Distrito	AREA URBANA			AREA RURAL		
	Población	Viviendas	Densidad Residenc.	Población	Vivienda	Densidad Residenc.
Asia	971	193	5.03	1,366	319	4.28
Calango	381	174	2.19	1,174	305	3.85
Chilca	3,369	694	4.85	2,005	826	2.43
Mala	6,065	1,434	4.23	3,839	824	4.66
Santa Cruz de Flores	1,485	432	3.44	1,092	251	4.25
Coayllo	514	153	3.36	1,252	352	3.56
Quisque	--	--	--	354	79	4.48
Uquira	--	--	--	146	39	3.74
Omas	283	107	2.64	712	169	4.21
<b>TOTAL</b>	<b>14,904</b>	<b>3,639</b>	<b>4.10</b>	<b>12,095</b>	<b>3,221</b>	<b>3.76</b>

f) Educación.- La educación en la microregión cumple - insuficientemente su papel debido a la falta de orientación adecuada, así como una desequilibrada distribución territorial del equipamiento. El bajo rendimiento que experimenta el sistema educativo de la misma, debe considerarse como el resultado de una serie de factores que en su conjunto afectan al rendimiento escolar, ya sea en forma directa, como la falta de infraestructura y equipamiento adecuados, o indirectamente como la dispersión de la población, los niveles de nutrición, el ingreso familiar, etc. Los locales escolares en los distintos centros urbanos, fueron afectados en un alto porcentaje por el sismo del 3 de Octubre de 1974.

#### VII.5.0 NIVEL DE VIDA ALCANZADO POR LA POBLACION

El nivel educativo de la microregión ha ido en aumento en los últimos años, se aprecia un mayor interés de los padres de familia de enviar a sus hijos a los centros educativos.

La Agricultura como está en un proceso de saturación y en aumento creciente de los minifundios propicia la sub-ocupación con la consiguiente disminución del ingreso per cápita, ya que la agricultura es el rubro económico más importante.

## VII.6.0 DIAGNOSIS DE LA SITUACION ACTUAL Y PROGNOSIS

### VII.6.1 Diagnosis.-

#### VII.6.1.1 Diagnóstico del Transporte y Comunicaciones,-

El área que comprende la microregión se encuentra servida principalmente por el sistema de Transporte Terrestre.

La escasez de vías asfaltadas y afirmadas, encarecen los costos de operación y mantenimiento. En las partes altas de las cuencas se agrava, debido a los grandes desniveles que han de vencer los vehículos.

La falta de estadísticas sobre el origen y el destino de los viajes y de las rutas empleadas, impide reconocer el volumen de cargas y pasajeros de las localidades de la microregión.

La Carretera Panamericana Sur es la más importante de la microregión y el resto de las carreteras de diferentes categorías enlazan los distritos y áreas rurales permitiendo la concentración del tráfico a la Panamericana.

#### VII.6.1.2 Diagnosis del sector salud.- La microregión

no cuenta con un equipamiento eficiente y en su mayor parte mal distribuido. Los servicios no abastecen al total de la población.

La deficiencia más notoria se dan en el promedio de camas por habitantes (una cama por 1,080 habitantes), insuficientemente agrupamiento instrumental médico, desequilibrio entre el número de médicos y la población y escasez de personal auxiliar técnico y de enfermeras, las que son reemplazadas con personal no especializado. No se tiene tasas de mortalidad infantil.

Otro problema que se refleja en la salud de la población, es el de la alimentación. En general es deficiente en vitaminas y proteínas. Las condiciones ambientales y sanitarias en el área en estudio son deficientes por la baja cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.

VII.6.1.3...Diagnóstico de la Educación.- La educación en la microregión cumple insuficientemente su rol en la contribución al desarrollo, porque no tiene la orientación adecuada y su distribución espacial y en grados no esta racionalizada.

La población escolar que concurre a las es--

cuelas primarias es de mayor significación que la que se hace a nivel secundario.

Las poblaciones marginales son por otro lado las que menos acceso tienen la educación, debido a la concentración de los servicios en las áreas urbanas.

En cuanto al equipamiento, en la microregión se aprecia un déficit de locales y de elementos adecuados para la enseñanza. Esta situación se ha agudizado por los daños causados por el sismo del 3 de Octubre de 1974 a los locales escolares.

VII.6.1.4 Diagnóstico de viviendas.- Los resultados -- del censo (1972)- dan un total de 6,860 viviendas distribuidas en la siguiente forma: 3,639 viviendas en el área urbana y 3,221 viviendas en el área rural.

Los centros urbanos y rurales de la microregión en estudio reflejan características habitacionales deficientes en cuanto a su volumen así como a la calidad de la construcción.

Las viviendas urbanas por encontrarse más cercanos a los centros de servicios, presentan relativamente mejores condiciones de calidad, no así la vivien-

da rural cuyas condiciones son diferentes.

No existen inversiones estatales y privadas suficientes para cubrir el déficit actual de viviendas. La totalidad de las viviendas de la microregión han sido construidas sin ningún criterio sismo-resistentes.

VII.6.1.5 Diagnóstico del Sector Agropecuario.- Las actividades agropecuarias constituyen la fuente más importante de alimentación y trabajo para la población y origina una proporción considerable de ingreso producido en la microregión.

Existen un alto porcentaje de tierras agrícolas mal aprovechadas y un enorme desperdicio del agua. (Ejemplo: Río Mala descarga el 70% de su volumen en épocas de avenidas).

#### VII.7.0 PROGNOSIS

##### VII.7.1 Proyecciones del sector Transporte y Comunicaciones.-

La futura estructuración del sistema vial de la microregión debe de considerar el fortalecimiento de las vías de penetración, así como el mejoramiento de las carreteras interurbanas.

En lo posible debe mejorarse las condiciones de transibilidad de las vías para mejorar los costos de operación.

Deben elaborarse estadísticas para conocer el volumen de cargas y pasajeros, en las carreteras de la microregión.

VII.7.2 Prognóstico del sector Salud.- Deben de dotarse a la microregión de un suficiente equipamiento de instrumental médico, así como debe mejorarse su distribución espacial.

El promedio de camas-habitantes deben ser mejorados. Los centros de salud, tanto el Ministerio de Salud como el del Seguro Social del Perú ubicado en Mala deben ser reconstruídos; en lo posible deben de implementar Postas Sanitarias en los centros poblados.

Deben mejorarse el equilibrio entre el número de médicos y la población así como deben de aumentarse el personal auxiliar técnico y enfermeras.

Las condiciones ambientales y sanitarias en el área en estudio deben mejorarse aumentando la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado.

VII.7.3 Proyecciones del sector Educación.- Deben de elaborarse un programa de inversiones a mediano plazo para la habilitación y rehabilitación de centros escolares. Este programa debe considerar la reparación de los establecimientos educacionales afectados por el sismo, así como la construcción y equipamiento de núcleos educativos y establecimientos escolares.

Los núcleos educativos en la microregión deben de implementarse en las localidades de Chilca y Mala. El Ministerio de Educación debe de evaluar las condiciones de conservación de los locales escolares y en la medida de lo posible rehabilitarlos y reconstruirlos con criterio sismo-resistente.

VII.7.4 Prognosis del Sector Vivienda y Equipamiento Urbano.-

Los programas a incluirse en este sector son:

A. Programas de Viviendas: Incluyendo la construcción de viviendas, habilitación de tierras, créditos y asistencia técnica para la construcción de casas. Esto implica el conocimiento de la situación en cuanto a la rehabilitación y construcción de las viviendas destruidas por el sismo y en cuanto a la evolución

de las necesidades de las viviendas.

B. Programa de Infraestructura Urbana: Deben incluir los servicios de Agua y Desague, servicios comunales y reestauración de servicios públicos.

C. Programa de Desarrollo Urbano: Este estudio nos permite el desarrollo ordenado de las ciudades y la capacitación del poder local para ofrecer los servicios complementarios a la vivienda.

VII.7.5 Prognosis del sector Energía.- Se consideran la elaboración de los proyectos de rehabilitación de las redes de población para la electrificación rural. Una de las soluciones sería haciendo uso de la Central Hidroeléctrica del Mantaro.

VII.7.6 Proyección del sector Construcción.- Se considera la implementación de empresas constructoras y de personal técnico calificado.

Deben de mejorarse el número de equipos de construcción así como la calidad de los materiales de construcción. Como en la microregión falta mano de obra especializada deben elaborarse programas de capacitación de obreros.

VII.7.7 Prognosis del sector Agropecuario.- Se postulan que el sector agropecuario debe jugar un papel activo en el proceso de desarrollo regional. Se requiere impulsar el proceso de la Reforma Agraria para una mejor utilización de la mano de obra sub-ocupada, de tierras mal aprovechadas y en utilización del agua que se desperdician para ampliar las áreas cultivadas.

#### VII.8.0 CRITERIOS RECTORES PARA EL DESARROLLO DE MALA

Se propone concebir al valle de Mala como de características principalmente agrícolas. Tal concepción demanda las siguientes acciones:

1. Evitar nuevos desarrollos urbanos y consolidar los existentes agrupándolos para que cumplan eficientemente su función de centro de servicios a las áreas rurales.
2. Conservar los actuales usos del suelo rural.
3. Las áreas de desarrollo Industrial deben estar circunscritos en las zonas próximas a la fábrica de Cemento Chilca, las Minas Raúl y Condestable.
4. Deben de proveerse un estudio del saneamiento industrial del valle.

5. Prohibición de nuevos desarrollos urbanos cuyas aguas servidas se vierten al río Mala. Estos deben tener plantas de tratamiento para las aguas servidas.

VII.8.1 Equipamiento social para la microregión.- En cuanto al equipamiento social, la microregión presenta un déficit de prestaciones de servicios, como: Salud, Educación, Recreación y Comercio.

1. Educación.- Siendo el distrito de Mala el centro urbano más importante de la microregión - deben de optarse de un Núcleo Educativo Comunal.

A continuación se presenta Normas de Equipamiento:

C U A D R O N° 26

TIPOS DE ESCUELAS	FRECUENCIA DE USO (% de la población - total)	ESPACIO M2/NIÑO	CAPACIDAD OPTIMA Alumno/escuela Alumno/aula	RADIO INFLUENCIA
Jardines de Infancia.	9	3-3.5 área construída 1.2-1.5 área tributaria.	40-60 alumnos 30 alumnos	Máximo 7 min. recorrido 200-400 metros.
Primaria	15 - 25	3-4 área construída 4-7 área tributaria 1.1 m2/niño (aulas)	400-1000 alumnos 30-40 alumnos	Máximo 10 min. a pie 800 metros.
Secundario.	3.5	8 área construída -- (100%) 4 área construída (50%)	800-1000 alumnos 40 alumnos máx.	1,200-1,600 mts. recorridos a pie.
Técnica	0.45 - 0.75	20 área construída - (100%) 10 área tributaria (50%)	800-1000	2500 mts. recorrido en carro.

Careciendo en el área en estudio de jardines de infancia, deben implementarse éstos en las localidades: Mala, Chilca, Santa Cruz de Flores y San Antonio.

2. Salud.- La entidades encargadas deben de mejorar el equipamiento asistencial. En el caso de la microregión deben de rehabilitarse y ampliarse los Centros de Salud del Distrito de Mala; con el ánimo de mejorar la relación cama-habitante y médico-habitante se proponen las siguientes normas:

FRECUENCIA DE USO (% población total)	DENSIDAD MEDICA (Médico/ Habitante)
6 camas / 1000habitantes	4 médicos/1000habitantes

3. Recreación.- Deben de construirse centros recreacionales (parques) en las siguientes localidades: Chilca-Mala-Santa Cruz de Flores-San Antonio.

Se propone la siguiente norma:

TIPO	FRECUENCIA DE USO	ESPACIO	CAPACIDAD OPTIMA	RADIO IN -- FLUENCIA
Parque	12.5% poblac.	5m <sup>2</sup> /niño (mínimo)	200-500 niños.	800 m.

4. Comercio.- Es necesario dotar a Mala de un mercado -

de abastos para que cumpla eficientemente su rol principal de centro de servicios. Proponemos una norma para la implementación de un mercado:

TIPO	POBLACION	ESPACIO
Comercio Vecinal.	5000 - 20,000 habitantes (dentro de 6 min. en carro).	0.3-0.4 Ha/1000 habit. (área -- construída).

## C A P I T U L O   V I I I

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### VIII.1.0 CONCLUSIONES

##### 1.- REFERENTE AL ESTUDIO ESCOGIDO

La historia sísmica demuestra que la zona - estudiada esta sometida a un riesgo sísmico relativamente alto. Este hecho se deberá tener en cuenta en la expansión urbana e industrial con el fin de proporcionar un índice sísmico mínimo de seguridad tanto para la población como para sus bienes.

##### 2.- REFERENTE A LOS ESTUDIOS GEOMORFOLOGICOS

a) La zona en estudio pertenece al Fisiográfico de Costa con una altura máxima de 800 m.s.n.m.

b) El distrito se encuentra ubicado en la segunda terraza con una altura de 60 mts., compuesto de cantos rodados de naturaleza granítica (erosión batolito Andino) - cubierto por cultivos y limitada por las faldas de los cerros adyacentes en la margen derecha.

c) La presencia de las referidas terrazas hace pensar que después de haber sido afectadas por la acción erosiva del río, han sufrido un fenómeno de levantamiento -- gradual reciente.

d) La climatología corresponde a la región de desiertos costaneros húmedos.

e) Colector único es el río Mala que beneficia a 7,000-Hectáreas que con una estructuración del potencial hidráulico, traería el beneficio del valle.

f) La topografía del distrito, de pendiente moderada -- aproximadamente 2.5%.

### 3.- REFERENTE A LOS ESTUDIOS GEOLOGICOS

a) No hay evidencias de la edad del fallamiento de la -- región, considerándose como del Terciario-Cuaternario -- que acompañó al levantamiento de los Andes, con lo cual se inicia un intenso período de erosión, formando fa -- llas y demás rasgos fisiográficos.

b) La zona, formada por unidades litológicas cuyas edades están comprendidas dentro del Cuaternario y consisten en depósitos fluvio aluviales-eólicos y marinos.

c) Del punto estructural, la zona ha soportado eventos geológicos de diversa magnitud como consecuencia de movimientos orogénicos y epirogenéticos y del emplazamiento de plutones que han intervenido en mayor o menor grado en la deformación de las rocas habiéndose generado estructuras geológicas (fallas y pliegues) tanto longitudinales como transversales.

d) La margen derecha del río Mala formado por derrames volcánicos de composición andesítica de color variable marrón, gris y azul verdoso. En sus aspectos generales este miembro se asemeja al miembro superior de la formación Puente Piedra.

e) En la región los rasgos estructurales más saltantes son: una estructura homoclinal y dos sistemas de fallas, el segundo de importancia con una orientación SE-NO, -- se encuentra al norte de San Antonio y al norte de Aspitia, se le ha seguido alrededor de 10 Kms. habiéndose -- podido observar que tiene un desplazamiento vertical mayor de 300 m. poniendo en contacto la formación Pamplona con la formación Atocongo.

f) En general los dos sistemas de fallas principales -- forman en conjunto un complejo sistema de fallamientos en bloques.

g) Se concluye que el terreno de fundación de la zona en estudio es del tipo: transportado y residual, la concordancia entre su vibración y la vibración de la roca de basamento depende del mayor o menor grado de cohesión, compactación y condiciones de contacto.

#### 4.- REFERENTE A LOS ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS

a) El subsuelo esta constituido por suelos granulares y cuya estratigrafía del lugar es muy errática.

b) La napa freática se encuentra a una profundidad promedio de 15 mts.

c) Al área en estudio se le ha dividido en dos zonas:

Zona "A": Límite entre las curvas de nivel 87-92, suelo GW y GP con una capacidad portante de 4 Kg/cm<sup>2</sup>.

Zona "B": Límite entre las curvas de nivel 93-102 suelo SM con una capacidad portante de 1 Kg/cm<sup>2</sup>. (Plano N°6).

d) La intensidad sísmica percibida en la zona ha sido influenciado por las condiciones locales del suelo, por una probable amplificación de ondas sísmicas, no descartándose la deficiencia constructiva.

e) Debido a la densidad relativa promedio, cualquiera -

que sea la solución a adoptarse en condiciones favorables de cimentación ocurrirán deformaciones importantes en el suelo.

#### 5.- REFERENTE A LOS PARAMETROS SISMICOS

a) Es evidente que la población de Santa Cruz de Flores ha sufrido fuertemente los efectos de este sismo y que los daños materiales han sido considerables, especialmente, en hogares de modesta condición económica, construcción tipo C y D.

b) La historia sísmica demuestra que la zona estudiada esta sometida a un riesgo sísmico relativamente alto.

#### 6.- REFERENTE A LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS EN LAS EDIFICACIONES

a) Las construcciones de adobe no han sido construídas con el más mínimo criterio técnico.

- Falta de cimentación.
- Carencia de la cadena superior de amarre.
- Gran esbeltez.

b) Con las pocas obras de material noble que cuenta el distrito, se ha observado:

- Mal encoframiento de columnas.

- Poco o nada de recubrimiento, en los aceros de refuerzo.
- Mala dosificación de Mezclas.  
Presencia de cangrejeras.

c) Un porcentaje de edificaciones de ladrillo carecen de arriostre estando edificado sus muros en forma empírica.

#### 7.- CON RESPECTO AL PLANEAMIENTO URBANO

a) Es de interés señalar que se han considerado las diferentes disciplinas técnicas que inciden en la planificación de ciudades, con lo que he logrado la satisfacción personal de haber contribuido en algo a la gran empresa acometida de proyectar un plan regulador para el distrito de Santa Cruz de Flores.

b) Evitar nuevos desarrollos urbanos y consolidar los existentes, agrupándolos para que cumplan eficientemente su función de centros de servicios a las áreas rurales.

c) Deberán de preverse un estudio de las aguas servidas que viertan al río Mala.

d) Conservar los actuales usos del suelo rural.

- e) Deberán implantarse jardines de Infancia.
- f) Deberán construirse centros recreacionales (parques).

#### 8.- REFERENTE A UNA ZONIFICACION PRELIMINAR

a) Del distrito geomorfológico, geológico, hidrológico y de suelos del área investigada se llega a una zonificación preliminar.

Zona "A" : Zona más antigua y en donde se encuentra la ciudad. El estrato de un potencial promedio de 60 mts. esta conformado por un suelo conglomerádico de lecho de río de mediana compacidad, donde las ondas sísmicas se amplifican, razón por la cual, se han observado gran -- cantidad de daños.

La gran cantidad de construcciones de adobes que colapsaron también es debido, a la falta de cimentación, a la antigüedad de la edificación, complementando el contenido de humedad debido a las filtraciones de -- agua de las tuberías deterioradas.

En esta zona se encuentran las edificaciones de concreto armado habiendo sufrido daños de consideración y se podría interpretar como que las cimentaciones se encuentran sobre el aluvial de mediana compacidad.

Zona "B" Zona de futura ampliación del distrito con-

formado por un suelo de naturaleza SM (arena limosa) de mediana compacidad, es en esta zona en donde deberán realizarse estudios con mayor detenimiento. Colinda esta zona con una zona de contacto. (Plano N°6)

Concluyendo, la clasificación de los suelos desde el punto de vista sísmico <sup>(9)</sup> se consideraría del tipo 2, con un coeficiente "z" como mínimo de  $z=1.3$ .

#### 9.- REFERENTE A LA EXPERIENCIA Y OBSERVACIONES DEL SISMO.

Existiendo construcciones en general, han sido capaces de pasar la prueba de un sismo sin daños aparente, debido a diversas circunstancias que han favorecido más de carácter probabilístico que de un buen diseño o construcción. Lógicamente, que este hecho no induce a que sea una aprobación para que se practique, sino, que más aún es aconsejable y recomendable llevarse adelante una modificación o refuerzo en dichas construcciones, - puesto que en una próxima oportunidad pueda no gozar de aquellas circunstancias especiales que la favorecieron.

Es muy importante señalar que la destrucción afectó en su mayor parte a construcciones que tienen -- cierta antigüedad, en donde los conocimientos de ingeniería antisísmica eran nulos, puesto que en el Perú no ha

bían Normas o Reglamentos de Diseño y Construcción Antisísmica de alcance nacional.

En una obra con defectos constructivos, que ha sido dañado por un sismo, es muy difícil establecer como funciona su estructura antisísmica, y esta constatación es muy importante para nosotros, puesto que estos datos nos debe servir para sacar experiencias en caso de que la estructura dañada pueda ser reparada para tomarlo en cuenta durante el diseño del proyecto de reparación.

#### VIII.2.0 RECOMENDACIONES

##### 1.- REFERENTE A LAS GENERALIDADES DE LA ZONA EN ESTUDIO

a) Que el Consejo Distrital prohíba todo tipo de reconstrucción o construcción, en aquellas zonas en donde el plano regulador de la ciudad contempla la futura ampliación.

b) Que los servicios de infraestructura (luz, agua, desagüe, entre otros) de marcadas deficiencias, deberían ser reemplazadas y que respondan a las necesidades de la población y a su crecimiento vegetativo, por un determinado número de años.

c) Que se proceda a reforzar las edificaciones, adoptando aquellas soluciones que con poca inversión produzcan un considerable aumento en la resistencia sísmica de la estructura.

## 2.- REFERENTE A LOS ESTUDIOS GEOLOGICOS

a) Que se concluyan los estudios geológicos, a fin de minimizar los efectos de eventos telúricos recurrentes. Son muy pocos los existentes para la zona; por lo tanto es menester hacer un estudio geotécnico y de comportamiento mecánico del suelo al detalle, con el fin de obtener la información básica y necesaria para la implementación de un programa sísmico.

## 3.- REFERENTE A LAS CONDICIONES FISICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO

a) Como nuestro país posee un alto grado de sismicidad, es necesario algunas consideraciones adicionales para efectos de un sismo:

1. Reconocimiento geológico de la zona.
2. Dar a conocer las propiedades estáticas de los suelos
3. Estudio de las propiedades dinámicas de los suelos.
4. Observaciones de daños y estimación del grado de intensidad sísmica en la zona en estudio.

b) Para obras de infraestructuras estimar las capacidades portantes de los suelos en base a los estudios que se han realizado en la zona.

c) Para la zona 1, deberán realizarse densidades "in situ" para obtener las respectivas densidades relativas.

d) Para la zona 2, Penetración Estandar.

e) Se deberá concluir el perfil estratigráfico de la zona a distancias intermedias, utilizando posteadores o simplemente pozos de sondajes.

f) Como recomendación general, las zonas en estudio presentan condiciones favorables de cimentación, por lo que se dan las siguientes alternativas:

1. Cimentación superficial convencional.
2. Flexibilizar las estructuras.

#### 4.- REFERENTE A LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LAS EDIFICACIONES.

a) Que se imparta charlas o folletos sobre fabricación de adobe e indicar el proceso constructivo empleando este material.

5.- REFERENTE A LAS DEFICIENCIAS ENCONTRADAS EN LAS EDIFICACIONES

a) Que las construcciones de adobe que han sufrido daños de consideración, lo conveniente será demoler la edificación y emplear este mismo material bajo un criterio técnico.

b) Que las edificaciones de ladrillo que carecen de arriostre, deberán ser enmarcados mediante un elemento de concreto armado, esto a la vez incrementará apreciablemente la estabilidad del muro ante los efectos sísmicos, le dará mayor resistencia.

c) Que las nuevas construcciones tengan retiro frontal no menos de 1.50 mts. por disposición municipal, con el objeto de obtener mayor ancho en las calles, además influyen en el factor seguridad en caso de un sismo.

d) Que debe hacerse conocer la necesidad de demoler la histórica Iglesia del pueblo que se encuentra completamente resquebrajada para iniciar su reconstrucción.

e) Que se han observado defectos constructivos debido a la falta de conocimiento de la buena ejecución de la albañilería de ladrillos y/o adobe. La falta de medios económicos inciden notablemente y se manifiestan en el

ahorro de dirección técnico de un profesional competente.

f) Que, en algunos casos, los elementos estructurales son construídos por partes, por consiguiente dos edades para el concreto, que se comportan de distinta manera.

#### 6.- PARA EVITAR EFECTOS CATASTROFICOS

A base de :

a) El estudio de regionalización desde el punto de vista Geomorfológico y Geotécnico como parte integral de los planos de desarrollo del país.

b) Ingeniería Antisísmica-Mecánica de Suelos (capacidad portante) Mediciones de Microtrepidaciones (períodos de vibración de los suelos) Hidrología (napa de agua) Sísmicidad Regional, hacer una zonificación sísmica, entonces, se podrá recomendar el tipo de estructuras a usarse en cualquier punto.

#### 7.- REFERENTE A LA SEGURIDAD

a) Que es necesidad educar y concientizar a toda la población del país sobre fenómenos naturales que originan catástrofes y de las posiciones mínimas de seguridad que se deben observar antes y después de ocurrido el

evento sísmico.

b) Que la experiencia ha demostrado que en los casos de emergencia, en programas de reconstrucción, en una zona afectada por un sismo, se cometan repetidamente los mismos errores que dieron lugar al desastre. Una manera de evitar que se cometan estos errores es que se elaboren mapas de peligro sismo-geológicos y los que deberán formar parte básica e integral de la planificación urbana.

c) Que es tarea del presente y del futuro inmediato, -- formar una tradición antisísmica en el país; conside-- rando que las obras civiles en general, y las casas o edificios en particular, han sido y en gran parte siguen siendo construídos con criterios de estabilidad frente a solicitaciones estáticas pero no para soportar fuertes sismos.

#### 8.- REFERENTE A LA PLANIFICACION URBANA Y RURAL

a) Que el crecimiento demográfico urbano o rural, se -- acentúa año en año en busca de nuevos lugares para cons-- truir sus edificaciones y habitarlas en las diferentes regiones del territorio nacional, dichas áreas o zonas escogidas empíricamente, a veces sin el concurso de téc-- nicos especializados en esta materia, pueden estar ex-- puestos a fenómenos sismo-geológicos, de allí, que sea

necesario el estudio geológico previo del lugar a fin de buscar la seguridad de la obra en un futuro.

b) Que en todas las épocas el hombre ha construido basándose solamente en su propia experiencia, sin prever el peligro que podría sobrevenir, en la parte baja de las laderas de fuertes pendientes o en las terrazas aluviales.

c) Que la mayoría de los desastres ocurridos en nuestro territorio se deben a la mala ubicación de los centros poblados.

d) Que la microzonación sísmica es un proceso interdisciplinario cuyo uso recién está empezando a generalizarse. Constituye la aplicación de los resultados de la investigación en ciencias de la tierra y de las técnicas de Ingeniería y tiene por finalidad zonificar en áreas una determinada región de la superficie terrestre escogida como asentamiento socio-económico.

e) Que la microzonación sísmica constituye el punto de arranque de cualquier planificación de carácter socio-económico; su ejecución deberá llevarse a cabo para las ciudades existentes y para las zonas de expansión de -- dichas ciudades.

9.- REFERENTE A PREVISION SISMICIDAD Y RIESGO

ESTUDIOS INMEDIATAMENTE DESPUES DE UN TERREMOTO

Constituye un procedimiento normal llevar a cabo un programa de investigación geológica y geofísica inmediatamente después de un terremoto. Este programa deberá incluir la selección de la documentación más completa posible sobre los desplazamientos del suelo y de varios otros materiales afectados, levantamientos y hundimientos de terreno, cambios en el régimen de agua subterránea y la correlación con los daños materiales y diferentes características geológicas. Evidentemente los resultados que se obtengan de esta investigación también dependerán de las investigaciones previas al fenómeno, para establecer las comparaciones necesarias entre los estados "Antes" y "Después" del terremoto.

Desde el punto de vista de ingeniería en general, los estudios posteriores al desastre deberán incluir el estudio regional del subsuelo para verificar los principios de diseño de las construcciones y conocer más de lo que se puede hacer en casos de futuros terremotos y tratar de reducir los peligros potenciales. Es de gran necesidad establecer las relaciones de los resultados de la investigación en geología y geofísica con aquellas de ingeniería.

En vista que todos los terremotos grandes son seguidos por numerosas réplicas, muchas de las cuales - pueden ser terremotos similares en magnitud al principal, proporciona una oportunidad única para realizar una variedad de observaciones geofísicas y geológicas.

También son vitales los estudios y mapeo que se efectúen en la fase posterior de un terremoto, dirigidos hacia la pronta recuperación de la comunidad afectada. Sin embargo, ellos no deberán realizarse sacrificando la investigación básica que es igualmente vital.

La investigación básica siempre implica beneficios en la reducción de peligros potenciales en el futuro.

----- 000 -----

## REFERENCIAS

- 1.- GEOLOGIA DE LA REGION COMPRENDIDA ENTRE CHILCA Y VALLE DE MALA, Tesis: Eric Antoine Bocs Nelson-1963.
- 2.- ESTADISTICA DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, Estación: Calango, para el año 73-74
- 4.- ONERN, Dirección: Estudios Geológicos de la Región Cañete-1972.
- 5.- INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUAS SUBTERRANEAS DEL VALLE DE MALA, Sub-Dirección de Aguas Subterráneas, Ministerio de Agricultura, Año: 1970-1971.
- 6.- REGIONALIZACION SISMICA DEL PERU MEDIANTE INTENSIDADES, por: Daniel Huaco, Juan Chavez.
- 7.- RESISTENCE TO EARTHQUAKES-PHILOSOPHY, DUCTILITY AND DETAILS, por: Fintel Mark. Publicación ACI SP-36, - Response of Multistory Concrete Structures to Lateral forces 1973, pp 75-96.
- 8.- Estudios realizados por la ONERN en la cuenca del río Mala.

- 9.- ENSAYOS DE CORTE DIRECTO "IN SITU", por: Felix de -  
la Rosa Anhuaman, para los estudios de factibilidad  
de transporte rápido masivo de la gran Lima.1974 --  
Lima-PERU.
- 10.- MECANICA DE SUELOS,por : T.William Lambe y Robert V.  
WHITMAN.Fig. 14-16, Pag. 225.
- 11.- INTRODUCCION A LA MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIO--  
NES, por: George B.Sowers y George F.Sowers, Pag. -  
486.
- 12.- MECANICA DE SUELOS EN LA INGENIERIA PRACTICA, por:  
Karl Terzaghi-Ralph B.Peck, Pag. 106.
- 13.- ACTUALIZACION DE LAS NORMAS BASICAS DE DISEÑO ANTI-  
SISMICO PROPUESTA PRELIMINAR: Julio Kuroiwa, Rober-  
to Morales, A. Sánchez. E. Temoche y R. Yamashiro.