Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA CIVIL

EVALUACION SISMICA DE LAS EDIFICACIONES DEL CERCADO DE LIMA Y CONSECUENCIAS EN CASO DE OCURRIR UN SISMO DE GRADO VIII

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

JOSE ALEJANDRO SOSA ALVAREZ

PROMOCION 1975 - 1

LIMA - PERU - 1977

A mis padres Alejandro y Alicia, mis hermanos Victoria, Augusto, Fabio y Laura quienes con su esfuerzo y cariño hicieron posible la culminación de mi carrera para poder ser útil a mi querido Perú.

A la memoria de mis hermanas Rosa María y Cecilia Alicia.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento al Ingeniero Julio Kuroiwa Horiuchi, Profesor Principal del Departamento de Estructuras y Construcción de la Universidad Nacional de Ingenieria, Patrocinador de la presente tesis, por el apoyo y asesoramiento recibido de su parte.

Asimismo agradezco al Comite Nacional de Defensa - Civil por ser la auspiciadora de la presente tesis y por la aceptación y difusión de ella.

Mi especial reconocimiento a todos mis maestros que - tuve a mi paso por las aulas de mi querida U.N.I., quienes con su ejemplo y enseñanzas hicieron de mi un profesional.

Finalmente, va mi gratitud hacia todas las personas que en una u otra forma colaboraron en la elaboración de mi tesis.

Lima, Marzo de 1977.

José Alejandro Sosa Alvarez.

RESUMEN

Lima se encuentra en una de las zonas sísmicas mas activas del mundo, por nuestras costas pasa el Circulo Circumpacífico, cinturón sísmico en el cual han ocurrido mas del 80% de los sismos habidos en nuestro país, asi tenemos que atraves de su historia ha sufrido una serie de sismos que han causado grandes pérdidas económicas y de vidas humanas.

Lima constituye el eje de la actividad industrial, económico y financiero del pais, existe en ella el 50% de la población con capacidad de compra y produce más del 80% de los bienes de consumo.

Viendo todo ello, con el fin de planear las futuras defensas para la ciudad de Lima en caso de la ocurrencia de un sismo destructor (entiéndase sismo de grado VIII M.M) se ha hecho en la presente tésis una evaluación sísmica de las edificaciones del cercado tomando como base los daños que produjeron en ellos el sismo del 3 de octubre de 1974.

Siendo el suelo de Lima de buena cimentación, el mayor problema lo constituyen las edificaciones de adobe y quincha, ya que en caso de producirse un sismo de la hipótesis planteada el colapso de éstos sería total, perdiéndose miles de vidas humanas y afectándose la economía nacional, por cuanto gran catidad de comercios se encuentran ocupando este tipo de edificaciones. Por ello se ha desarrollado un capítulo referente al estudio de los tugurios que es el tipo de edificación predominante en el cercado de Lima, los cuales son los mas afectados pos los movimientos sísmicos.

También existen problemas en cuanto a los daños que sufren las edificaciones de ladrillo y concreto (en su tabiqueria, vidrios de ventanas, tanques elevados, ascensores etc.).

La evaluación se efectuó del "Laboratorio Natural" que se presentó a consecuencia del sismo antes dicho, de donde se captaron los daños que sufrieron las edificaciones de adobe y quincha, ladrillo y concreto. Para ello se prepararon hojas de evaluación en donde se especificaba el tipo de

vivienda (material de construcción), ubicación, área, edad aproximada, número de pisos, daños y estado actual.

Se hizo esta evaluación tomando de cada manzana el 60% de las viviendas que la constituían, siendo las inspeccionadas en forma detallada, cubriéndose el 70% de manzanas de todo el área en estudio.

Como resultado de esta evaluación se presentan:

- 8 iglesias con sus características principales.
- 13 edificaciones de adobe y quincha.
- 91 edificaciones altos de ladrillo y concreto, de los cuales a 30 de ellas se les ha incluído su período de vibración de los estudios efectuados por el equipo que dirige el Sr. William K. Cloud en noviembre de 1963.
- Los planos 3, 4, y 5 en donde se especifican las intensidades del-del sismo según los daños causados por ésta en las edificaciones de-adobe y quincha, ladrillo y concreto.
- 15 fotografías en donde se muestran los daños sufridos por las edificaciones de adobe y quincha, ladrillo y concreto armado.
- Los lugares de reunión de personas como cines teatros, hospitales, colegios, etc.

  Se dá un resúmen de las características y funcionamiento de los ascensores, ya que varías de éstas fallaron durante el sismo de de 1974 y se trata de dar a conocer la seguridad que ofrecen-cuándo tienen un mantenimiento permanente.

En el plano del área en Estudio, los posibles lugares de refugio son insuficientes para albergar a los miles de personas que lo utilizarían-en caso de un sismo.

Los daños que sufrierón la mayoría de las edificaciones de concreto - fueron leves como la rotura de vidrios, daños en los acabados, en el-

cielo raso, etc. a excepción de algunos que sufrierón daños en la estructura de los tanques elevados, caída de parapetos, desprendimiento de losas enchapadas en la fachada, etc. experiencia que puede servir para que no vuelvan a suceder este tipo de daños en un próximo sismo.

De la traducción del código de Edificaciones Standard" realizada por el gobierno del Japon a raiz del terremoto de Tok chi-Oki se concluye que es buen trabajo de investigación que se podría aplicar en nuestro pais, debiendo hacer un estudio profundo de él.

Para que en caso de un sismo la ayuda a la población sea mas efectiva y rápida se recomienda que el Ministerio de Transporte y Comunicaciones reglamente y restrinja el tránsito de vehiculos por las calles céntricas de Lima.

Se hace necesario que el gobierno incentive la descentralización de las industrias en el pais con el fin de crear fuentes de trabajo en la provincias del interior y minimizar de esta forma la migración interna a la capital que trae como consecuencia desocupación y hambre.

Se recomienda la demolición de las edificaciones de adobe y quincha que se encuentran en grave estado ya que su reparación resulta anti-económica y se refuercen debidamente aquellas cuyo estado sea regular.

Ya que en las construcciones de adobe deben evitarse los techos muy pesados, se recomienda que la municipalidad se encargue de dar la orden de eliminar los objetos inservibles y cuartos de servicio que abundan en los techos de las edificaciones de adobe existentes en la zona de estudio.

Debe hacerse una revisión de la instalaciones eléctricas y sanitarias de las edificaciones de adobe y quincha.

Se recomienda se haga una revisión de los locales escolares y reforzarlos si es necesario para que puedan resistir cualquier futuro sismo.

Para evitarse daños a la estructura por efecto de movimientos telúricos se deben tener cuidado en la:

- Graduación y limpieza de los áridos.
- Dosificación adecuada del concreto.
- Calidad de morteros.
- Curado de elementos de concreto.

Así mismo con el fin de evitar los daños por impacto entre edificaciones adyacentes, debe tenerse en cuenta la separación que debe existir, esto lo contempla el Reglamento General de Construcciones.

Se recomienda las estructuras aporticados (constituidos por vigas y columnas) en vez a los basados en muros o placas de corte, ya que las primeras ofrecen mayor seguridad frente a sismos severos.

Ante la presencia de un severo sismo, debe prevenirse la caída de - parapetos, acabados, cielo raso, ventanas de vidrio, tabiques, tanques elevados, de las edificios con el objeto de dar la máxima seguridad a sus habitantes.

Se recomiendan se establescan códigos de construcción en tal forma que asegure que los principales edificios públicos, especialmente - las escuelas, sean diseñadas y construídas de tal forma que resistan una gran cantidad razonable de fuerzas laterales.

En general, se recomienda que Dejensa Civil tome las mediadas - necesarias para que en caso de un sismo destructor los daños que - produzca ésta sean mínimos. Debe estarse ya preparados para que la ayuda a los heridos sea inmediata y también tenerse lugares ya establecidos que sirvan para la evacuación de los damnificados.

PROGRAMA

CAPITULO I

1.0 UBICACION SISMICA DEL PERU

1.1 Generalidades.

1.2 Antecedentes Sismicos.

1.3 Escala de Intensidades Mercalli.

CAPITULO II

2.00 ZONA DE ESTUDIO

2.1 Ubicación.

2.2 Población.

2.3 Sistema Vial.

2.4 Plazas de Trabajo por Zonas de Tránsito.

2.5 Geología de la Zona.

2.6 Clases de Edificaciones existentes según su resistencia sismica.

2.7 Desarrollo fisico de Lima desde su fundación en 1535 hasta nuestros días.

2.8 Plano de la Zona de Estudio (Plano I)

CAPITULO III

3.00 ESTUDIO ESPECIAL SOBRE TUGURIOS

3.1 Definiciones.

- 3.1.1 Tugurio
- 3.1.2 Corralón
- 3.1.3 Conventillo
- 3.1.4 Solar
- 3.1.5 Quinta Deteriorada
- 3.1.6 Callejón

3.2 Aspecto Social.

- 3.2.1 Población Tugurizada
- 3.2.2 Causas de aparición de Tugurios.
  - 3.2.2.1 Causas de orden económico

3.2.2.2 Causas de orden físico

3.2.2.3 Causas de orden institucional.

3.2.2.4 Causas de carácter social.

3.3 Aspecto Económico.

3.3.1 Area Tugurizada

3.4 Estado Actual de estas Edificaciones.

3.4.1 Antiguedad

3.4.2 Material empleado en su construcción.

3.4.3 Número de pisos.

3.4.4 Estructura.

3.4.4.1 Muros

3.4.4.2 Techos

3.4.4.3 Escaleras.

3.5 Iglesias

3.5.1 Antiguedad

3.5.2 Material empleado en su construcción.

3.5.3 Estado actual

3.5.4 Presentación de iglesias evaluadas. Fotos.

3.6 Presentación de algunos tugurios evaluados. Fotos.

CAPITULO IV

4.00 SISMO DEL 3 DE OCTUBRE DE 1974. - EVALUACION DE DAÑOS EN EDIFICACIONES. - ESTADO ACTUAL .

4.1 Epicentro y duración.

4.2 Caracteristicas

4.3 Daños en las edificaciones.

4.4 Edificaciones de ladrillo y concreto evaluados. Estado actual Fotos.

4.4.1 Características estructurales de los edificios evaluados.

4.4.2 Ascensores

4.4.2.1 Características principales de los elevadores- para edificios.

4.4.3 Lugares de concentración de Personas. - Estado actual

4.5 Plano de daños en las edificaciones de:

Adobe y Quincha (Plano 3)

Ladrillo (Plano 4)

Concreto Armado (Plano 5)

CAPITULO V

5.00 EDIFICACIONES DE ADOBE Y QUINCHA. - LADRILLO

5.1 Recomendaciones para la edificación de viviendas de adobe.

5.2 Recomendaciones para la reparación de viviendas de adobe y quincha dañados por movimientos sísmicos.

5.3 Recomendaciones para la edificación de viviendas de ladrillo.

ANEXOS

CAPITULO VI

6.00 ACELEROGRAFOS

- Definición.
- Detalle de diseño de acelerógrafos.
- Requerimientos de sensitividad
- Velocidad de registro y sistema de arranque.
- Medida de tiempo y requerimiento de energía.

CAPITULO VII

7.00 ANALISIS DE TERREMOTOS PERUANOS

- Terremotos peruanos analizados.

a) Equipo de digitalización.

b) Método de digitalización.

c) Correcciones de la linea base.

d) Espectro de respuestas.

Tabla III : Terremotos peruanos analizados.

Tabla IV : Intensidad espectral de Housner para la duración total del acelerograma.

Tabla V : Intensidad de Arias para distintas duraciones del registro.

Tabla VI : Intensidad Espectral de Housner. Influencia de la duración del registro.

- Medida de la severidad de un Terremoto
  - . Funciones de autocorrelación de Acelerogramas.
- Análisis Espectral de los Seis Acelerogramas mas severos registrados en Lima.
  - . Espectros de respuesta.
  - . Intensidad de Housner.
  - . Intensidad de Arias y Aceleración Cuadrática Media.
  - . Duración de Registros. Su influencia en los espectros de respuesta
  - . Influencia de la duración del acelerograma en la Intensidad de Housner.
  - . Corte de Registro. Su influencia en la corrección de la linea base.
  - . Correlograma.
  - . Tablas y gráficos.

CAPITULO VIII

Traducción Standard for Earthquake Resistant Properties of Existing Reinforced concrete Buildings de la Building Reseerch Institute. Ministry of Construction Japonese Government.

CAPITULO IX

9.00 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

9.2 Recomendaciones

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

La presente tesis, constituye uno de los temas que actualmente auspicia la Secretaria Ejecutiva del Comite Nacional de Defensa Civil en convenio con la Universidad Nacional de Ingeniería, cuyo objetivo es prever la futuras defensas para la Ciudad de Lima en caso de ocurrir un sismo destructor (entiendese sismo de intensidad grado VIII M. M).

Se ha ejecutado la evaluación sísmica de las edificaciones del cercado de Lima y en base a ello se llegan a determinar los daños que causaría un sismo como el de la hipótesis planteada.

Consta el presente trabajo de nueve capitulos, en los cuales se tratan los siguientes puntos:

1) Se inicia el capitulo I con generalidades respecto a la ubicación sísmica de la zona, antecedentes sísmicos y la tabla de Intensidades Mercalli (abreviada y modificada por Ch-Ritcher en 1956).

2) En el Capitulo II trata de la zona en estudio: su ubicación, población, sistema vial, plazas de trabajo por zonas de tránsito, geología (se incluyen gráficos), su desarrollo físico desde 1535 hasta nuestros dias (gráficos) y se presenta el plano general.

3) En el capitulo III se hace un estudio especial sobre tugurios, presentándose como ejemplo 13 tugurios evaluados y 8 iglesias, complementándose con fografías.

4) En el capitulo IV se trata sobre el sismo del 3 de Octubre de 1974, haciéndose una descripción de él y los daños que causó en las edificaciones de ladrillo y concreto. Se presentan 91 edificaciones de ladrillo y concreto evaluados, además una relación de los lugares de concentración de personas y su estado actual(cines, hospitales, plazas etc.) y una pequeña descripción de las caracteristicas y funcionamiento de los ascensores por ser estos aparatos común en todas las edificaciones altas y varios fallaron durante el sismo.

Finalmente se han elaborado los planos 3, 4 y 5 especificandose las intensidades del sismo según los daños causados a las edificaciones de adobe y quincha, ladrillo y concreto.

5) En el capítulo V se dá una serie de recomendaciones para la - edificación de viviendas de adobe y sureparación de daños ocasionados por movimientos sísmicos, asi mismo se dan recomendaciones para la edificación de viviendas de ladrillo. Todo esto - es un resúmen de los boletines que dá el Ministerio de Vivienda.

6) En el capítulo VI se presenta un estudio sobre ACELEROGRAFOS indicándose sus caracteristicas y funcionamiento con el fin de - dar a conocer como se miden las aceleraciones absolutas del -- terreno, proporcionando los datos necesarios para la construcción de espectros de respuesta durante movimientos sísmicos.

7) En el Capítulo VII se hace un análisis de los últimos terremotos de mas importancia en cuanto a daños sufridos por la ciudad de Lima. - Este es un resúmen del trabajo ejecutado por el Ingeniero Raúl - Husid y colaboradores. En él se hace una descripción del equipo y métodos usados, ademas se dan las tablas que dan la Intensidad Espectral de Housner, la Intensidad de Arias, la Aceleración - Cuadrática Media, etc.

8) En el capítulo VIII se presenta una traducción del trabajo de - investigación efectuada por el Ministerio de Construcción de - Japón, conocido con el nombre de "Código de Especificaciones Standard", cuyo objetivo es juzgar las propiedades de resistencia antisismica de las edificaciones de concreto armado existentes y fue preparado a raíz del terremoto de Tokachi- Oki en 1968, - cuyos resultados condujerón a una demanda para la revisión del actual método de diseño sísmico.

9) En el capítulo IX se dan las conclusiones y recomendaciones - que se obtienen del presente trabajo, incluyendose en las conclusiones los posibles daños que podría ocacionar el sismo en -

diferentes horas del día y en determinados días.

Como se puede apreciar el presente trabajo nos dá una idea general del estado actual de las edificaciones en el cercado de Lima y de los efectos que podría causar un sismo destructor en ellas, debiéndose tomar medidas urgentes que hagan posible minimizar estos daños.

CAPITULO II

1 UBICACION SISMICA DEL PERU

1.1 GENERALIDADES

1.2 ANTECEDENTES SISMICOS

1.3 ESCALA INTENSIDADES MERCALLI.

I UBICACION SISMICA DEL PERU

1.1 GENERALIDADES

El Perú está ubicado geográficamente en el Cinturón del Pacífico. La sismicidad del Perú se debe principalmente a la presencia de numerosas fallas o fosas marinas. Existen evidencias de una posible falla que corre de Sur a Norte paralela a la línea de la costa, en la parte Sur su recorrido es continental más o menos 70 km. del perfil de la costa, coincidiendo con la llamada costanera; penetra en el Pacífico por la península de Paracas para recorrer mar adentro siempre paralela y a 70 km. de la costa, coincidiendo con la fosa de Lima. Sin embargo, parece que ésta zona tectónica tiene dos bifurcaciones: una de ellas empieza en Paracas, bordea la costa y mediante una inflexión penetra en el mar, coincidiendo más o menos con la otra bifurcación perpendicular a la principal que comienza en Caraveli (Arequipa) y penetra en el Pacífico. Esta bifurcación sería la prolongación de la cordillera submarina llamada Cordillera de Nazca.

Una de las evidencias más saltantes de la existencia de esta zona sismo-tectónica, es el alineamiento de sismos destructores de diferente magnitud y profundidad (varía entre 300 y 60 km.), los cuales están acompañados por una cantidad más o menos notable de sismos débiles.

Huaco (1963) clasifica en cuatro las regiones sísmicas del Perú:

1.- Regiones de sismos extremadamente fuertes con intensidades en la Escala Modificada de Mercalli de 9.

2.- Regiones en que los sismos podrían causar serias destrucciones con intensidades de 9 y 8.

3.- Regiones de sismos que podrían causar daños parciales

con intensidades de 7 y 6.

4.- Regiones de sismos no destructores con intensidades menores de 6.

Si se clasifican por países, los sismos de magnitud supeior a 5, ocurridos en América del sur, en el período comprendido entre 1960-1969 se obtiene el siguiente cuadro:

PAISES	NUMERO DE SISMOS
Chile	370
Perú	240
Ecuador	96
Argentina	93
Clombia	63
Brasil	55
Bolivia	49
Panamá	37
Venezuela	22
Nicaragua	21
Costa Rica	17

También se ha considerado como sismos ocurridos en un país aquellos cuyo epicentro ha estado ubicado en el mar frente a su Costa, y aquellos cuyo epicentro ha estado en la frontera de dos paises se ha considerado como si hubiera ocurrido en ambos.

1.2 ANTECEDENTES SISMICOS

La noticia de los terremotos acaecidos en el antiguo Perú data prácticamente desde la conquista española; los daños materiales fueron cuantiosos debido a que las construcciones eran inadecuadas para resistir los violentos movimientos del suelo. Se construía aprovechando los materiales de cada región y de acuerdo a las condiciones climáticas, primando las construcciones de adobe y quincha en la costa.

A mediados del Siglo XVII, la ciudad de Lima había desarrollado sus edificaciones con ladrillo y adobe con-

balconeria de madera.

Los estudios efectuados en el país, demuestran la existencia de zonas de liberación de energía sísmica donde se han localizado los epicentros de los sismos más destructivos del Perú.

Evidencia de ello son los sismos de los años: 1940, 1966, 1970, 1974, cuyos epicentros se localizaron en la Geofractura de la Costa.

Esto nos revela dos cosas: El origen tectónico de los sismos en el Perú y el carácter catastrófico con que muchos de ellos se manifiestan.

En efecto los antecedentes sismológicos en el Perú - nos muestran que Lima, varias veces ha sido afectada por sismos destructivos que han sobrepasado el grado VIII de la escala Mercalli Modificada.

En el futuro es de esperar que los efectos de sismos se reduzcan a un mínimo; las construcciones de concreto armado y de ladrillo estan reemplazando paulatinamente a las de adobe y quincha en casi todas las principales ciudades del pais, especialmente en Lima, siguiendo los códigos de construcción.

A continuación se dá una relación de los sismos acaecidos en Lima desde el año 1552 hasta el año 1974:

FECHA	DESCRIPCION
1552, Julio 2	Daños considerables en Lima, destrucción en Arequipa, muchos viñedos quemados por las cenizas.
1567, Junio 17	Daños considerables en Lima, destrucción de iglesias y el palacio del Virrey.
1586, Julio 9	Gran parte de Lima destruída, ambas torres de la Catedral al suelo, murieron alrededor de 14 a 22 personas, el mar subió 14 brazas y destruyó unos 300 mts. mar adentro en el Callao.

1609, Octubre 19	Daños leves en Lima, fuertamente sentido en la Catedral que tuvo que ser prácticamente reconstruída.
1619, Febrero 14	Pequeños daños en Lima, muy fuertemente sentido en Trujillo y Piura que fueron prácticamente destruídos.
1630, Noviembre 27	Destrucción moderada en Lima.
1650, Marzo 31	Destructivo en Lima.
1655, Noviembre 13	Destrucción grave en Lima, trayendo a tierra varios edificios principales. Se sintió cien leguas al norte y sur por la costa y 50 leguas hacia la sierra. Daños considerables y rajaduras en el suelo del Callao.
1678, Junio 17	Destrucción de edificios públicos y privados con daños calculados en más de un millón de pesos.
1687, Octubre 20	Destrucción de iglesis y la mayor parte de Lima en - ruinas. El palacio del gobernador seriamente dañado; mas de 200 muertos, ola sísmica en el Callao y otros puertos vecinos.
1699, Julio 14	Daños leves en Lima.
1747, Mayo 4	Daños leves pero movimientos fuertes.
1746, Octubre 28	Todas las 3000 casa (con excepción de algo más de 25) fueron destruídas, 91, 146 muertos, en el Callao la ola sísmica mató a los 5000 ó 7000 habitantes que habían quedado solamente 200 sobrevivientes, además de destruir 19 barcos en los puertos, incluyendo barcos de guerra, se sintieron mas de 1700 temblores en los próximos 112 días.
1806, Diciembre 18	Fuerte en Lima con leves daños, ola sísmica en el Callao llegó a una altura de 6 mts. dejando varadas las embarcaciones en tierra, dato interesante es que dichas embarcaciones levantaron un ancla de 1.5 ton. y la depositaron sobre la casa del capitan del puerto, edificios en todo el litoral destruídos.
1828, Marzo 30	Causó daños por valor de 6 millones de pesos, 30 muertos y muchos daños materiales en los alrededores.
1860, Abril 21 y 23	Una serie de daños causados por fuertes sismos.
1868, Agosto 13	Probablemente el mayor sismo registrado en el Perú, aunque muy destructivo en una basta zona no produjo

mayores daños en Lima.

1897, Setiembre 20 Daños leves en Lima.

1904, Marzo 4 Daños moderados en Lima, 4 a 10 muertos.

1932, Enero 19 Daños moderados en Lima, destrucción de algunas casas y muchos heridos.

1940, Marzo 4 Graves daños en Lima y alrededores.

1951, Enero 31 11.39 horas, intensidad VI y VII MM.

1963, Setiembre 24 11.30 a.m. parte sur del departamento de Ancash y la parte norte del departamento de Lima fueron sacudidos por un movimiento de grado VI, VII M.M.

En Lima el sismo se sintió con una intensidad cercana del grado VI M.M. duró 40" y sólo produjo alarma en la ciudad. Los daños ocasionados fueron mayormente en zonas rurales y fue altamente destructivo en lo que se refiere a daños sobre construcciones de adobe, también en obras de Ingeniería Civil, canales, caminos, etc.

1966, Octubre 17 16.41 horas, muertos 100, daños: mil millones de soles oro.

Intensidad máxima VIII M.M. "Aunque en un área muy limitada puede haber pasado este grado".

Dentro de la zona Metropolitana de Lima se produjeron diversos deterioros (grado VII) acentuándose éstos en el Callao por antiguedad de construcciones y consistencia del suelo.

1970, Mayo 31 Muertos 50,000.
Desaparecidos; 20,000.
Heridos 150,000.

Evaluación de Daños

60,000 viviendas necesitan reconstrucción.
De 38 poblaciones, 15 quedaron con las viviendas destruidas en más del 80%. De 18 ciudades con un total de 309,000 habitantes y en 81 pueblos con una población de 59,400 personas los alcantarillados quedaron inhabilitados, 6,730 aulas destruidas.

1974, Octubre 3 Nos ocupamos de este sismo más al detalle en un capítulo aparte.

1.3 ESCALA DE INTENSIDADES "MERCALLI"

(Abreviada y modificada por Ch. Richter en 1956)

A los efectos de simplicar 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. Reforzada con armaduras de acero o de hormigón armado, proyectada para resistir esfuerzo 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 reforzadas ni proyectadas para resistir fuerzas horizontales.

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

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 produ

cidas por un camion pesado pasando. Sensación de un golpe como el 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 péndulo se paran. Se ponen en marcha o alteran su marcha

VI Sentido por todos. Muchos se asustan y corren afuera. Las personas caminan con dificultad. Ventanas y platos se rompen. Adornos, libros etc., salen 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). Arboles y arbustos se mecen.

VII Dificil mantenerse en pie. Persibido 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, cornisas. Se producen algunas grietas en la mampostería C. Ondas en los pantanos. Se enturbia el agua con el barro. Pequeños deslizamientos de tierra y hundimientos en bancos de arena y ripio. Campanas - grandes suenan. Se dañan canales de concreto para irrigación.

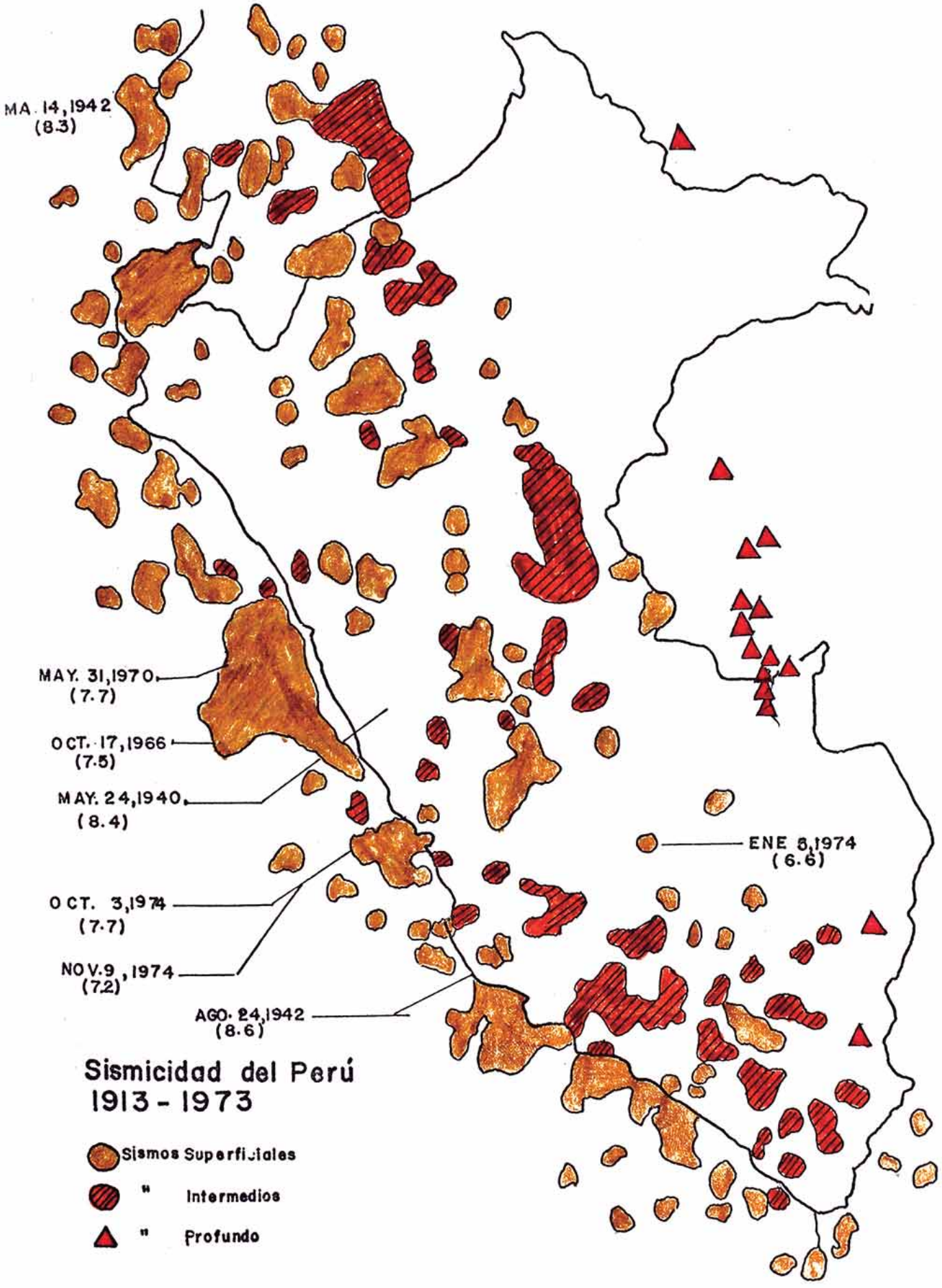
VIII Se hace dificultoso manejar un auto. Daños en la mampostería C, en parte se cae. Algunos daños en la mampostería B. Ninguno en la mampostería A. Caída de revoques y de algunas paredes de mampostería. Rotación y caída de chimeneas, pilas de mercaderías, monumentos. Torres tanques elevados. Las armazones de las casas se salen de sus fundaciones sino están anclados. 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. Parte completa destrucción. 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 eyecciones 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 terraplanes. Grandes desplazamientos. El agua sale de sus causes en canales, ríos y lagos. Arena barro se desplazan horizontalmente en las playas y en los terrenos llanos. Se doblan ligeramente los rieles.

XI Rieles que se doblan fuertemente. Canalizaciones subterráneas completamente destruídas.

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


MA. 14, 1942
(8.3)
MAY. 31, 1970
(7.7)
OCT. 17, 1966
(7.5)
MAY. 24, 1940
(8.4)
OCT. 3, 1974
(7.7)
NOV. 9, 1974
(7.2)
AGO. 24, 1942
(8.6)
ENE 8, 1974
(6.6)
Sismicidad del Perú
1913 - 1973
Sismos Superficiales
" Intermedios
" Profundo

CAPITULO II

II ZONA DE ESTUDIO

2.1 UBICACION

2.2 POBLACION

2.3 SISTEMA VIAL

2.4 PLAZAS DE TRABAJO POR ZONAS DE TRANSITO.

2.5 GEOLOGIA DE LA ZONA

2.6 CLASES DE EDIFICACIONES EXISTENTES SEGUN SU RESISTENCIA SISMICA.

2.7 DESARROLLO FISICO DE LIMA DESDE SU FUNDACION EN 1535 HASTA NUESTROS DIAS.

2.8 PLANO DE LA ZONA DE ESTUDIO (Plano1).

II ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se presenta en le plano N° 1 adjunto.

2.1. UBICACION

El área de estudio es el cercado de la ciudad de Lima, capital de la República del Perú, ubicada en excelente posición con respecto al resto del país, presentando muy buena accesibilidad y contando con modernos medios de transporte.

Debido a su ubicación geográfica su clima no presenta grandes diferencias, siendo templado y bastante húmedo en la época de invierno llegando frecuentemente al 100% de húmedad con ligeras lloviznas que se dan esporádicamente.

2.2 POBLACION

El censo de 1972 arrojó un total de aproximadamente 2'900,000 habitantes, siendo su tasa anual de crecimiento de 5.4%, la cual es mayor que la de la República que es de 2.9%. Esto se debe a la migración interna originada por los problemas del sub-empleo, dando lugar a la aparición de numerosos pueblos jóvenes y que cada día aumente el número de personas sin trabajo por encontrarse estas plazas completamente saturadas.

2.3 SISTEMA VIAL

El sistema vial tiene una longitud de 650 kms, presentando el área central una fisonomia radial, estando encerrada por las avenidas: Alfonso Ugarte, 9 de Diciembre (Paseo Colón), Grau y el río Rimac, naciendo de éstas, vias principales directas hacia los distritos de la capital.

El esquema vial es bueno, el problema radica en el mantenimiento de estas vias y en el control y regulación del tránsito que son los que determinan los llamados "cuellos de botella" representando el aspecto negativo del sistema.

El parque motriz de Lima, según los datos proporcionados por el proyecto CML (consorcio metro Lima) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, del total de vehículos de Lima el 78% está constituído por automóviles, registrándose una relación de 20.8 habitantes por vehículo.

Los volumenes de tránsito detectado en la línea del cordón del casco urbano muestra que la carretera más transitada es la carretera central con un total de 20,000 vehículos al día, el Puente del Ejercito con 62,000, la Vía Expresa con un volúmen horario de 6,800 vehículos al día una dirección, siendo la vía que registra los volúmenes más altos de la ciudad.

Según la Dirección de Transporte Masivo en Lima del total de viajes registrados, el 72% se realiza en medios de transporte público (omnibus, microbus, colectivo) siendo el motivo de estos viajes el traslado a los centros de estudio y trabajo, representando el 74% de los viajes totales de Lima, realizandose el resto en medios de transporte privado.

La ciudad de Lima está conectada a toda la República por la Carretera Panamericana, que cubre toda la costa del Perú.

La carretera Central, que une a la ciudad de Lima con las ciudades del centro del pais, existiendo para ello lineas de omnibus y colectivos y además el ferrocarril central .

El aeropuerto Internacional Jorge Chavez de don

de salen aviones a toda hora hacia diferentes provincias del Perú.

Una gran red telefónica y un eficiente servicio de microondas proporcionados por Entel Perú.

2.4 PLAZAS DE TRABAJO POR ZONAS DE TRANSITO

Las mayores concentraciones de plazas de trabajo se dan en el cercado de Lima, San Isidro, Miraflores y el Callao teniendo la zona del Cercado una absorción de plazas de trabajo de más de 160 mil personas que tienen que llegar a sus centros de trabajo entre las 6 am y 10 a.m, siendo la demanda de transporte mucho mayor que la oferta, volviendo a ocurrir este fenómeno entre la 1 p.m y las 5 p.m, luego entre las 7 p.r y 12 p.m que vienen a ser las horas del día de mayor agitación con respecto a la necesidad de movilizarse de la periferie hacia el centro o viceversa.

Al producirse la demanda de medios de transporte el problema se hace agudo debido a la mala regulación de los semáforos, estacionamiento de vehículos en la vía pública originando que algunas vías se encuentren en niveles de servicio de saturación o próximos a ellos.

Dentro del cercado de Lima no hay un control de los comerciantes ambulantes, quienes dificultan tanto el tránsito vehicular como peatonal, ocasionando la congestión en los paraderos de los transportes de servicio público y que no haya fluidez de éstos para cubrir las demandas.

En Lima se registran 4 tipos de transporte público que absorven la demanda del público y son:

Omnibuses	51%
Microbuses	29%
Colectivos	18%

Taxis	2%
	100%

En cuanto a la antiguedad de los vehículos, salvo las unidades de la APTL y EPS y otros , el parque de vehículos es demasiado antiguo, habiéndose superado su vida útil punto desde el cual los costos de operación y mantenimiento hacen anti-económico el servicio.

2.5 GEOLOGIA DE LA ZONA

Lima geológicamente está formada por depósitos aluviales del sistema cuaternario, en cuanto al sub-suelo, es un conglomerado y la napa freática se encuentra bastante profunda (entre 15 a 30 mts de profundidad) por lo cual se estima no afectará el comportamiento del suelo, la zona se puede catalogar como de un buen comportamiento sísmico.

Lima se encuentra en el valle del rio Rimac y el cono aluvial de deyección, que es muy similar en sus características a los valles que se forman en la costa del Perú y Chile entre la parte occidental de los contrafuertes andinos y el Oceano Pacifico;el vértice de este cono puede considerarse en Vitarte; el vértice sur en el Morro Solar y en el norte en la union con el valle Chillón.

Los materiales que predominan en este terreno aluvial son una mezcla de grava, arena y arcilla, cubiertas superficialmente por tierras de cultivo (1 a 2 mts).

Hay predominio de piedras grandes en la parte alta del cono y una disminución gradual del tamaño de las piedras y partículas conforme se desciende hacia el Callao, donde el suelo es arcilloso y la napa muy superficial; mientras que en la parte alta debido a la permeabilidad del suelo la

napa freática es más profunda (en promedio alrededor de 50 mts.).

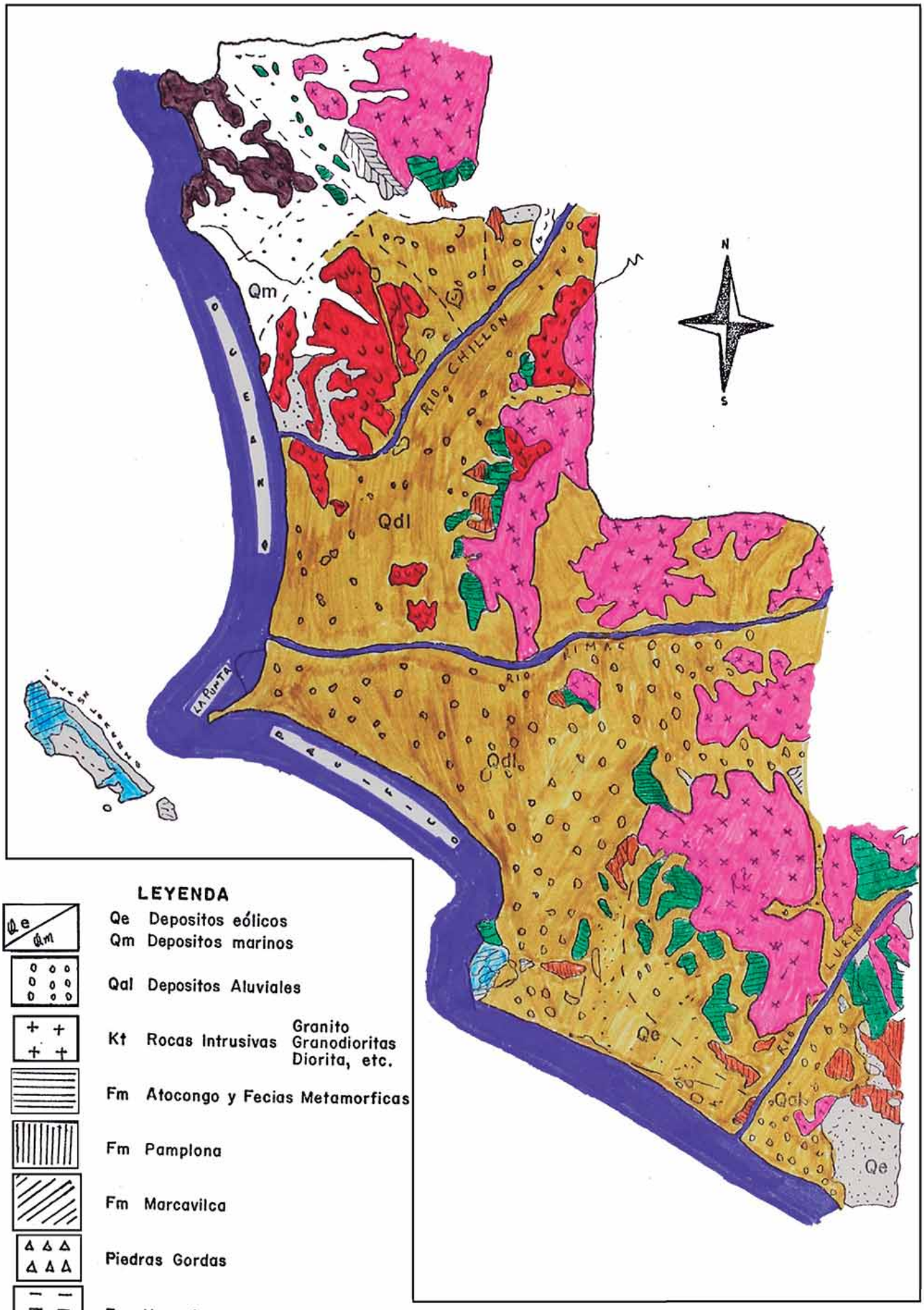
Los materiales están dispuestos en forma lenticular, verificado por el hecho de que pozos cercanos tienen perfiles diferentes, además en los acantilados existentes en balnearios del sur, puede apreciarse claramente la formación del sub-suelo de Lima, y esta disposición nos permite efectuar estratificación del suelo.

VALORES PROMEDIOS DE "E" PARA SUELOS DE LIMA Y SUS ALREDEDORES.

Arcilla :	Plástica, poco resistente	45 a 92 Kg/cm^2
	Plástica, consistente	101 a 169 Kg/cm^2
	Seca, semi-sólida	200 a 214 Kg/cm^2
Intermedios:	Limos poco comprensibles	90 a 150 Kg/cm^2
	Limos arenosos	153 a 180 Kg/Cm^2
	Limos arcillosos	184 a 250 Kg/cm^2
Arenas :	Poco densa	95 a 192 Kg/cm^2
	Medianamente densa	204 a 397 Kg/cm^2
	Densa y seca	400 a 471 Kg/cm^2
Gravas :	Arena con gravas	326 a 570 Kg/cm^2
	Arenas, limos o arcillas	463 a 733 Kg/cm^2
	Compactas (conglomerados)	696 a 1692 Kg/cm^2

EL ALUVION DE LIMA

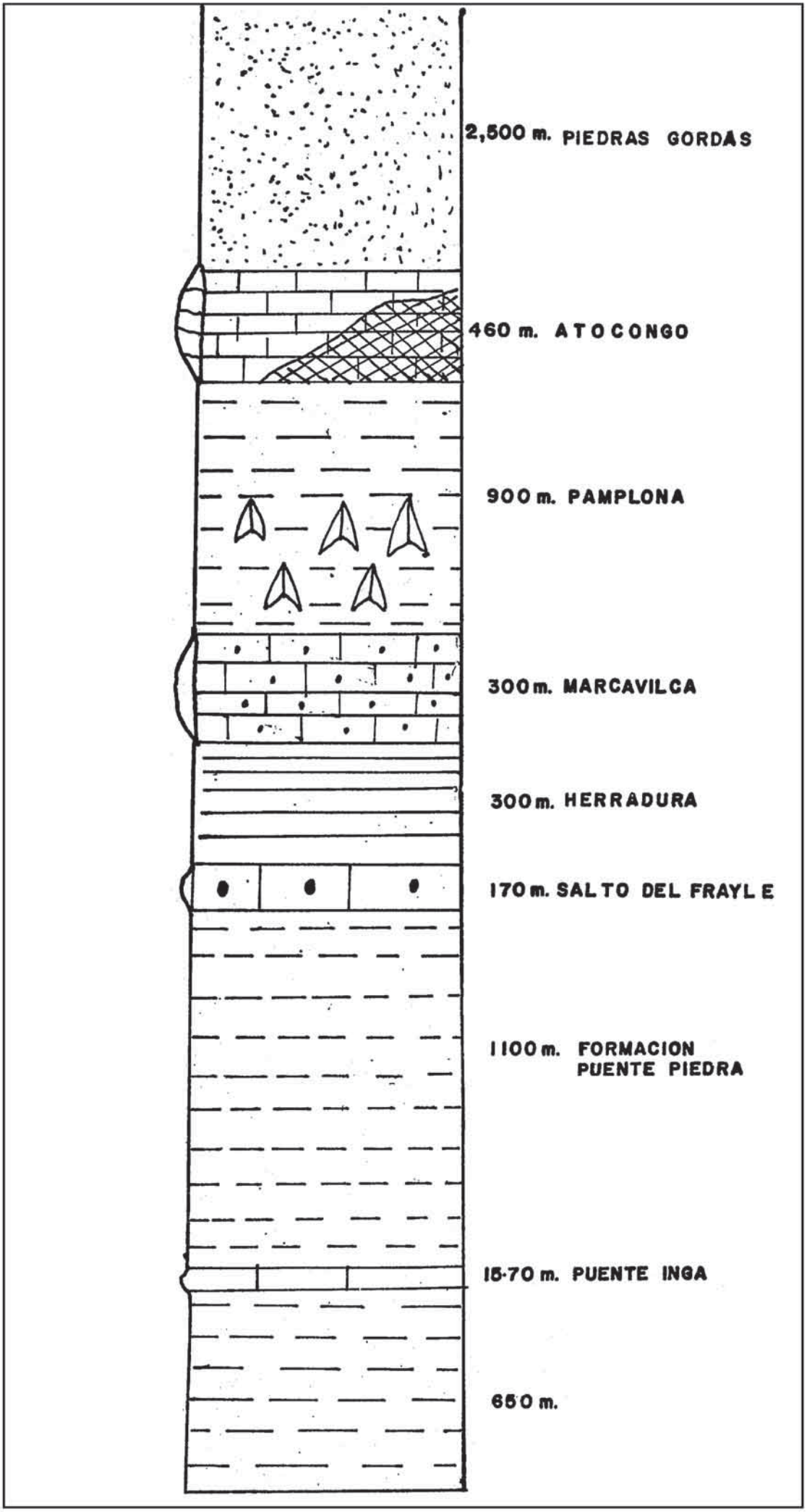
El mayor reservorio de agua que Lima posee se encuentra en el sub-suelo, cuyo material constituyente es el aluvión que ha depositado el río Rimac como consecuencia de la acción erosiva desarrollada en toda su cuenca.



LEYENDA

- Qe Depositos eólicos
- Qm Depositos marinos
- Qal Depositos Aluviales
- Kt Rocas Intrusivas — Granito, Granodioritas, Diorita, etc.
- Fm Atocongo y Fecias Metamorficas
- Fm Pamplona
- Fm Marcavilca
- Piedras Gordas
- Fm Herradura
- Fm Salto del Frayle
- Fm Puente Piedra

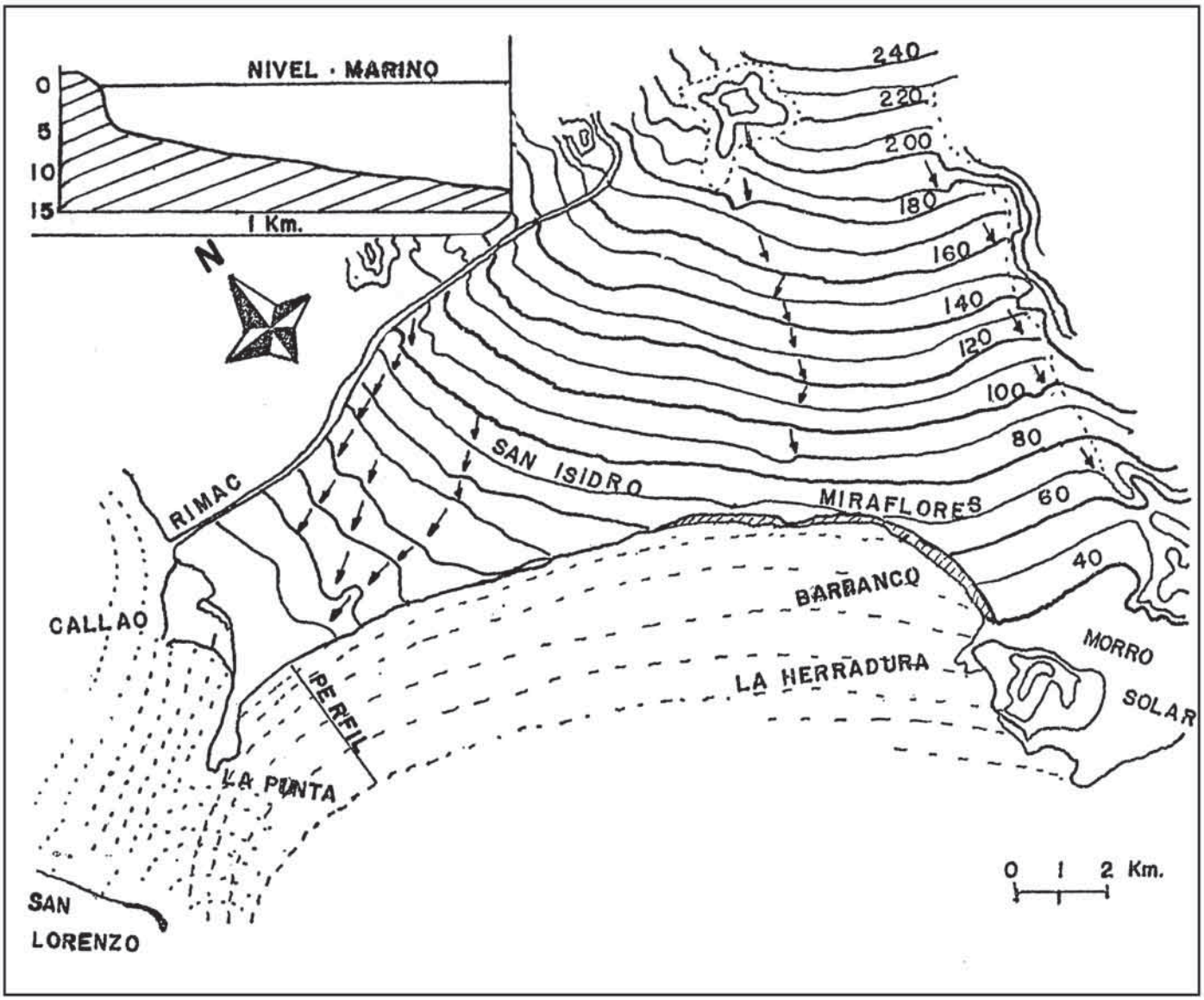
PLANO GEOLOGICO



PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

PLANO TOPOGRAFICO PARCIAL DE LIMA

(SEGUN DOLLFUS, 1,965)



1 ~ , 2. ---- , 3. ▨ , 4. ↓

1. Curva de Nivel , 2. Curvas Batimetricas, 3. Depósitos Marinos
Drenes Antiguos.

Los principales componentes del aluvión son : grava mezclada con arena y dentro de la cual se encuentran grandes cuerpos lenticulares de material arcilloso y limo-arcilloso. La potencia de este cuerpo aluvional no se ha podido medir en sus diferentes profundidades, pero si podemos afirmar que pasa de los 200 mts, de acuerdo a la profundidad de un pozo perforado en la Cia. de Cerveza Pilsen en el Callao, además de otros pozos cercanos a esta profundidad. La extensión que ocupa en superficie el aluvión de Lima - pasa de los 230 Km^2.

Los porcentajes de materiales encontrados en los pozos perforados son los siguientes:

Tierra vegetal	2%
grava	30%
Arena	5%
grava de arena	18%
arcilla	9%
arcilla y grava	33%
arcilla y arena	3%
Total	100%

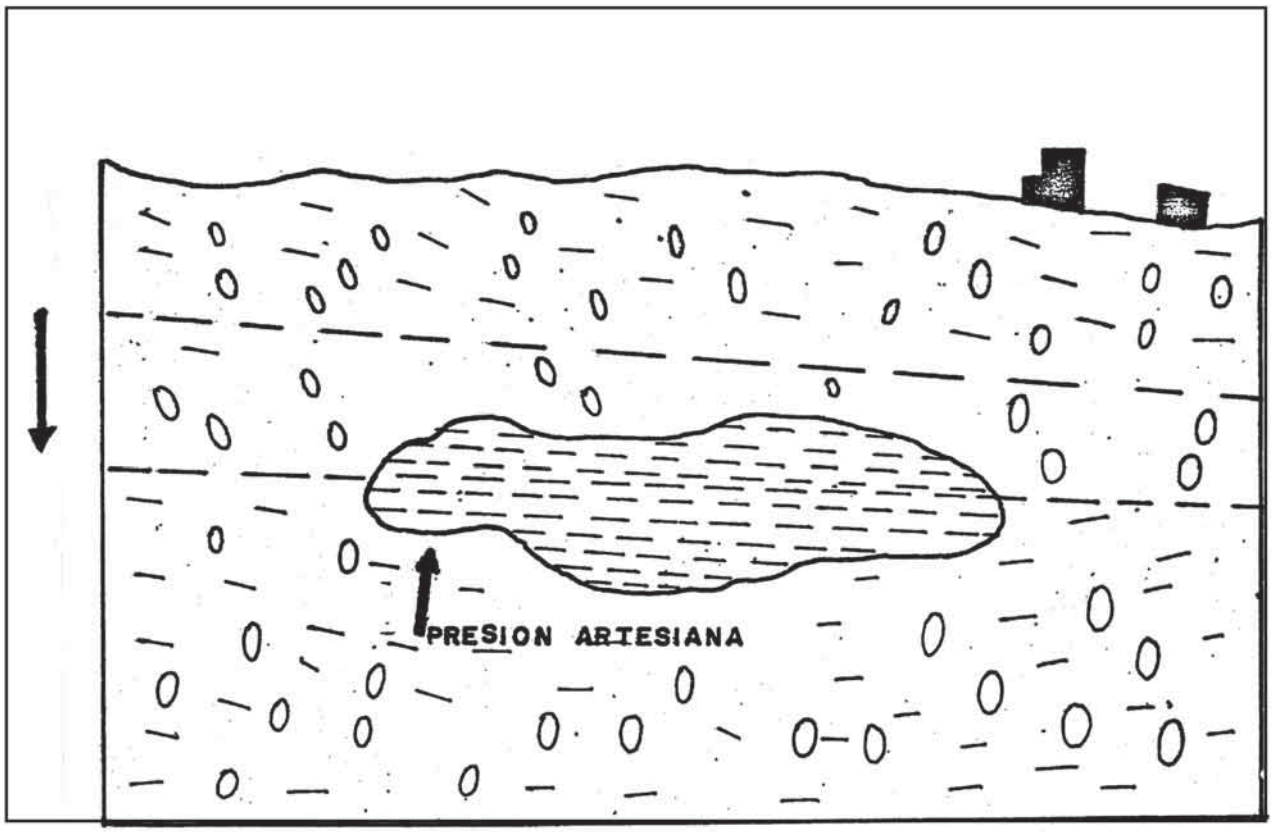
EL AGUA EN LA GRAN LIMA

El abastecimiento de agua para la ciudad de Lima ha sido desde su fundación en 1535, sostenida por el río Rimac, tanto con sus aguas subterráneas como superficiales.

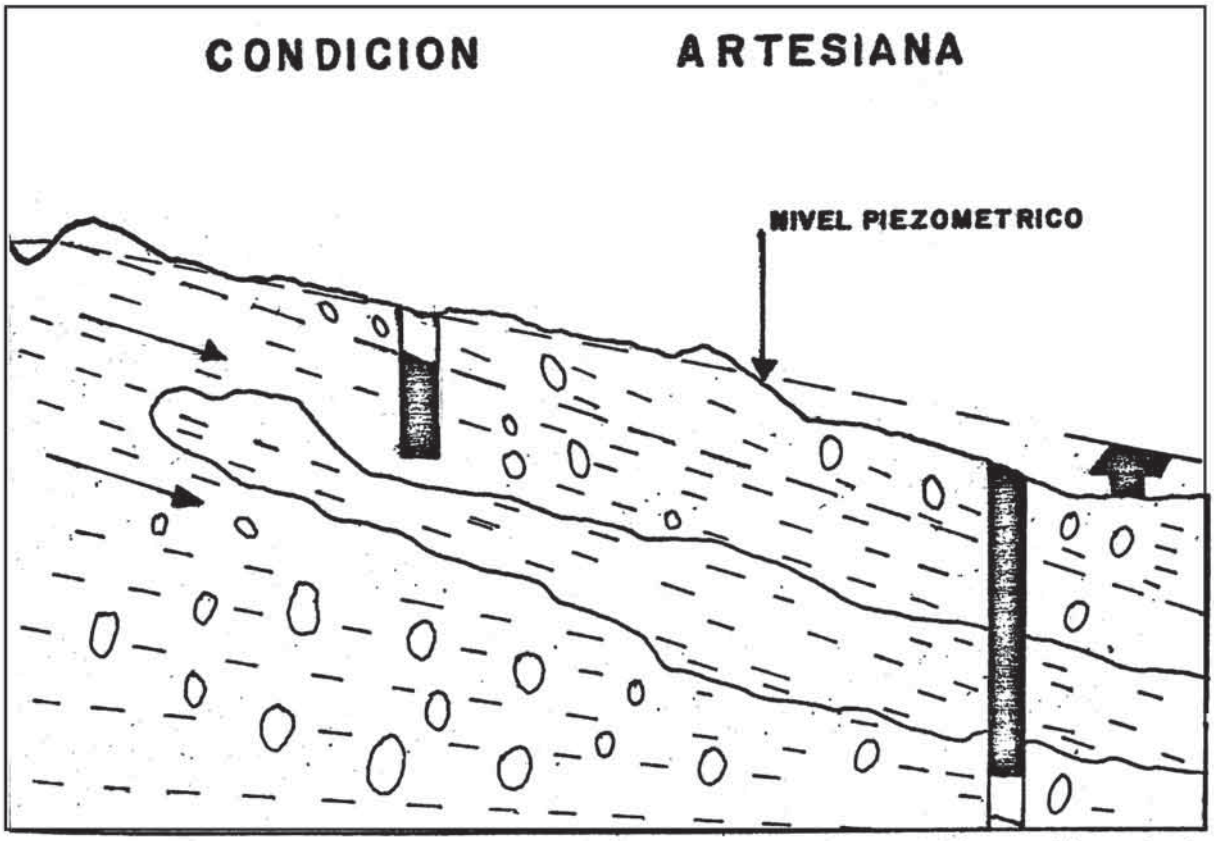
En los últimos tiempos se han constituido en Lima una cantidad considerable de pozos tanto para el abastecimiento público como para el uso industrial. Actualmente hay 3,000 mts. de galerias filtrantes en la zona de la Atarjea que producen 500 lt/agua/seg.

En Lima existen actualmente alrededor de 300 -

CONDICION DE MESA DE AGUA



El nivel de agua se encuentra libre al descender hasta un impermeable, lenticular, puede presentar condiciones locales artesianismo.



EL agua que se encuentra confinada por la capa impermeable ha adquirido presión artesiana

Al perforar un pozo en esta zona, el nivel de agua alcanza el nivel piezométrico

pozos de los cuales 150 se encuentran en el Distrito del Rimac, variando los rendimientos entre 25 y 100 lt/seg. La profundidad de los pozos están entre los 35 y 200 mts

La forma más generalizada de explotación del agua subterránea en Lima es haciendo perforaciones entubadas variando su profundidad de 10 a 200 mts., siendo necesario el auxilio de maquinaria especial para la excavación de estos pozos.

Como se puede ver el nacimiento de Lima, su infancia y su actual desarrollo se ha basado en gran parte en las aguas subterráneas.

A continuación se presentan unos gráficos de la estratigrafía del suelo del valle de Lima y también de las condiciones artesanias al perforar un pozo en el suelo de Lima (ver figs. 1, 2, 3.).

2.5 CLASES DE EDIFICACIONES EXISTENTES SEGUN SU RESISTENCIA SISMICA

En el área de estudio se presentan 4 tipos de edificaciones a saber:

1.- Edificaciones con gran posibilidad de falla total, daños muy graves que hagan imprácticа su reparación (más del 75% de daños). Peligro de muerte o heridos graves para sus ocupantes, esto por ejemplo se presenta en las edificaciones de adobe existentes en la zona de estudio, las cuales son antiguas y se encuentran debilitadas ya sea por la húmedad y por los sismos anteriores que ha sufrido.

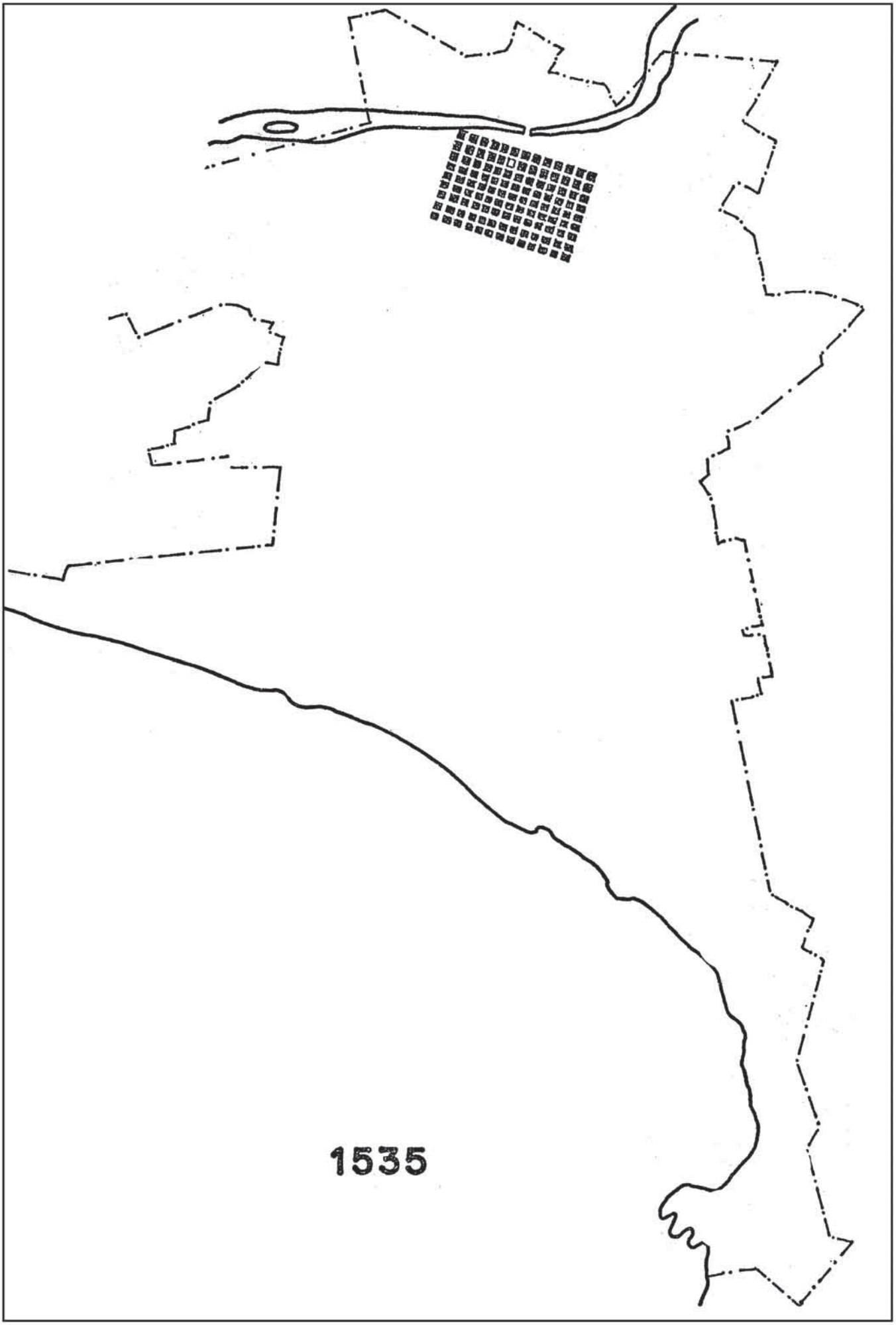
2.- Edificaciones donde se han producido daños importantes que aunque no lleguen a colapsar, es posible seguir utilizandola sin ser reparada. Pueden producirse accidentes por caídas de bloques de albañileria, concreto, rotura de vidrios, etc.

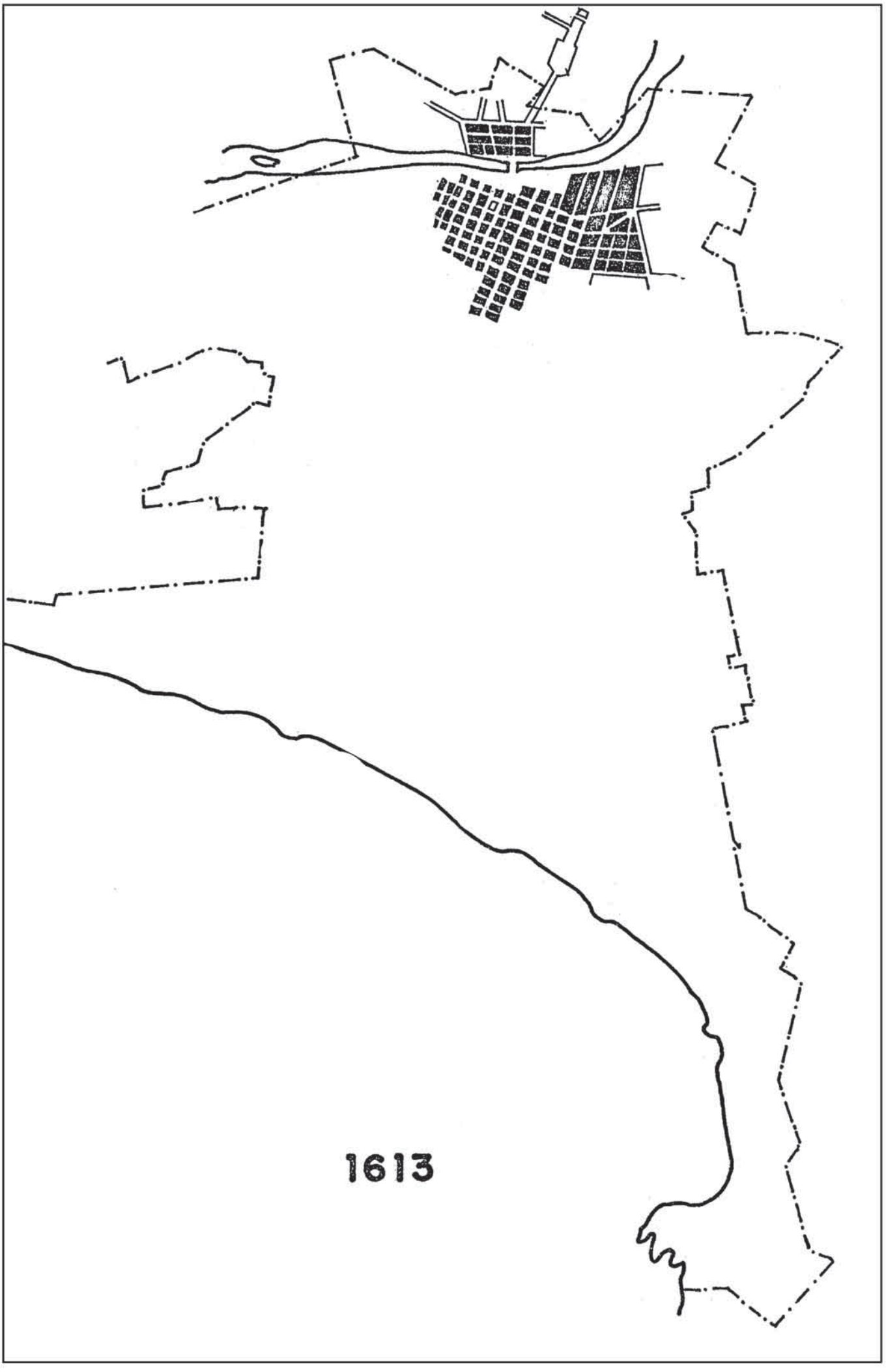
3.- Edificaciones donde se han producido daños leves o moderados. Pueden seguir siendo utilizadas.

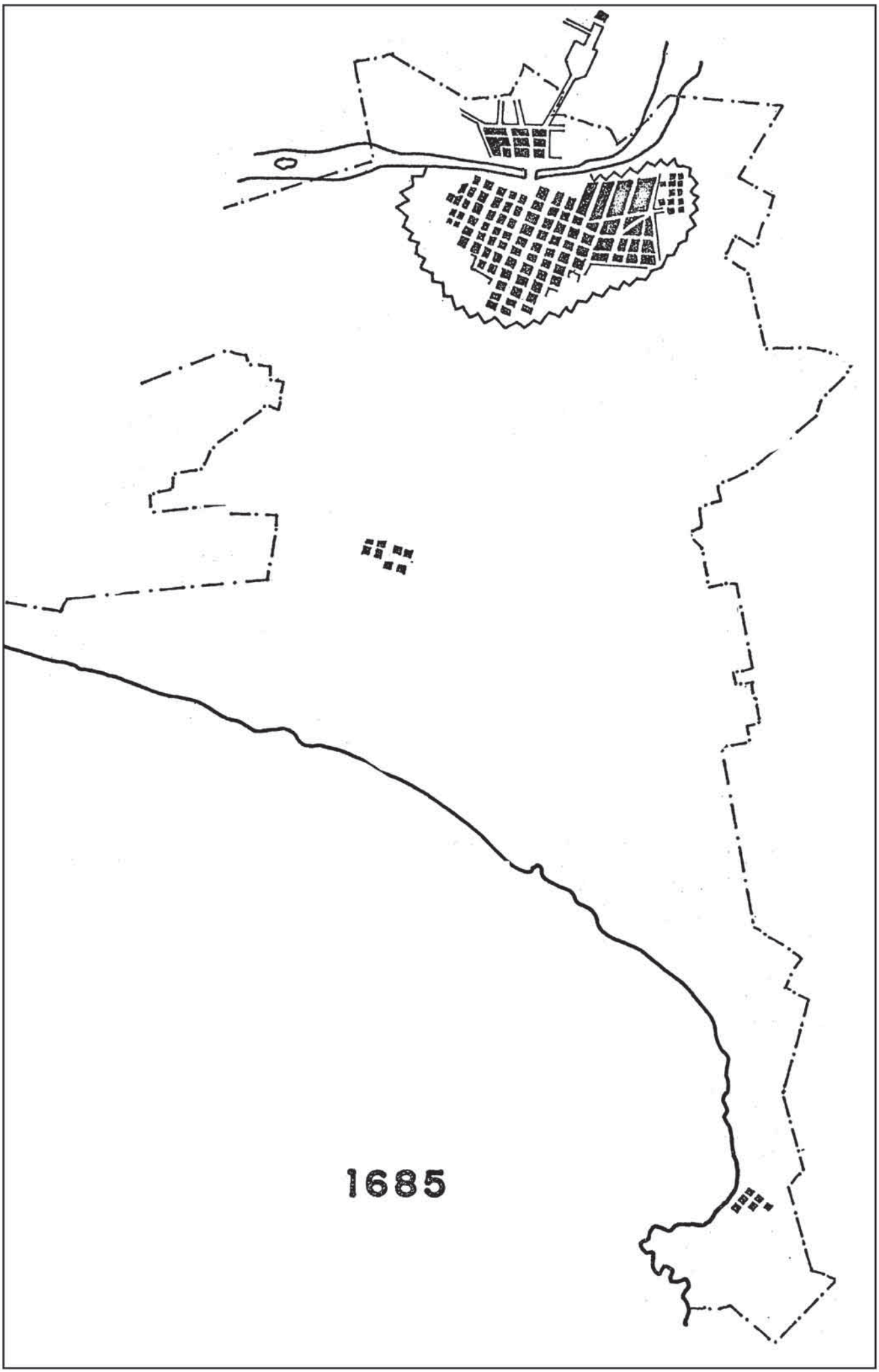
4.- Edificaciones donde no se han producido daños, y donde se han producido daños, éstos han sido muy leves.

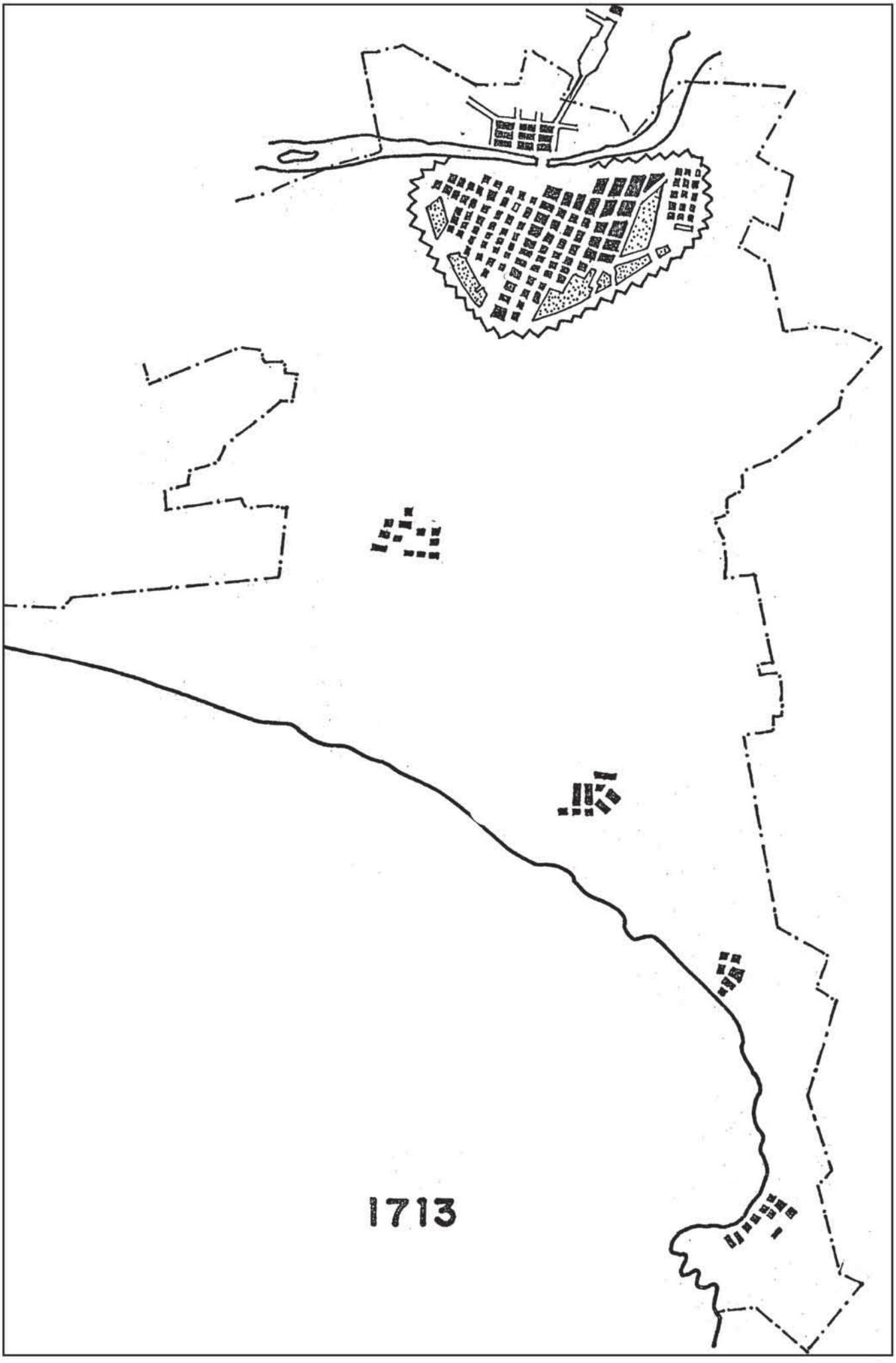
2.7 DESARROLLO FISICO DE LIMA DESDE SU FUNDACION EN 1535 HASTA NUESTROS DIAS

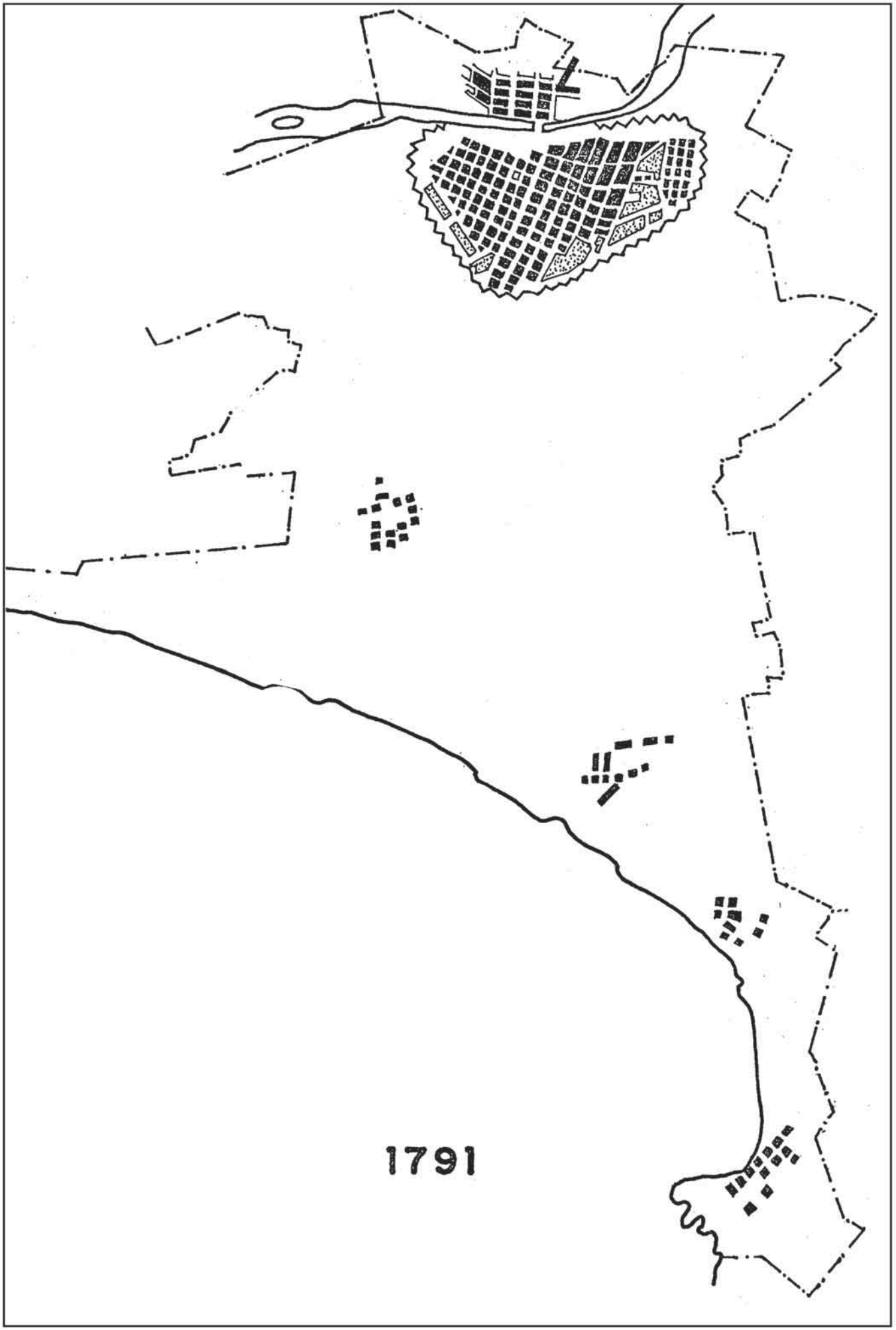
A continuación se presentan 13 planos de la ciudad de Lima en que se muestra su desarrollo físico desde el año 1535 hasta el año 1976.

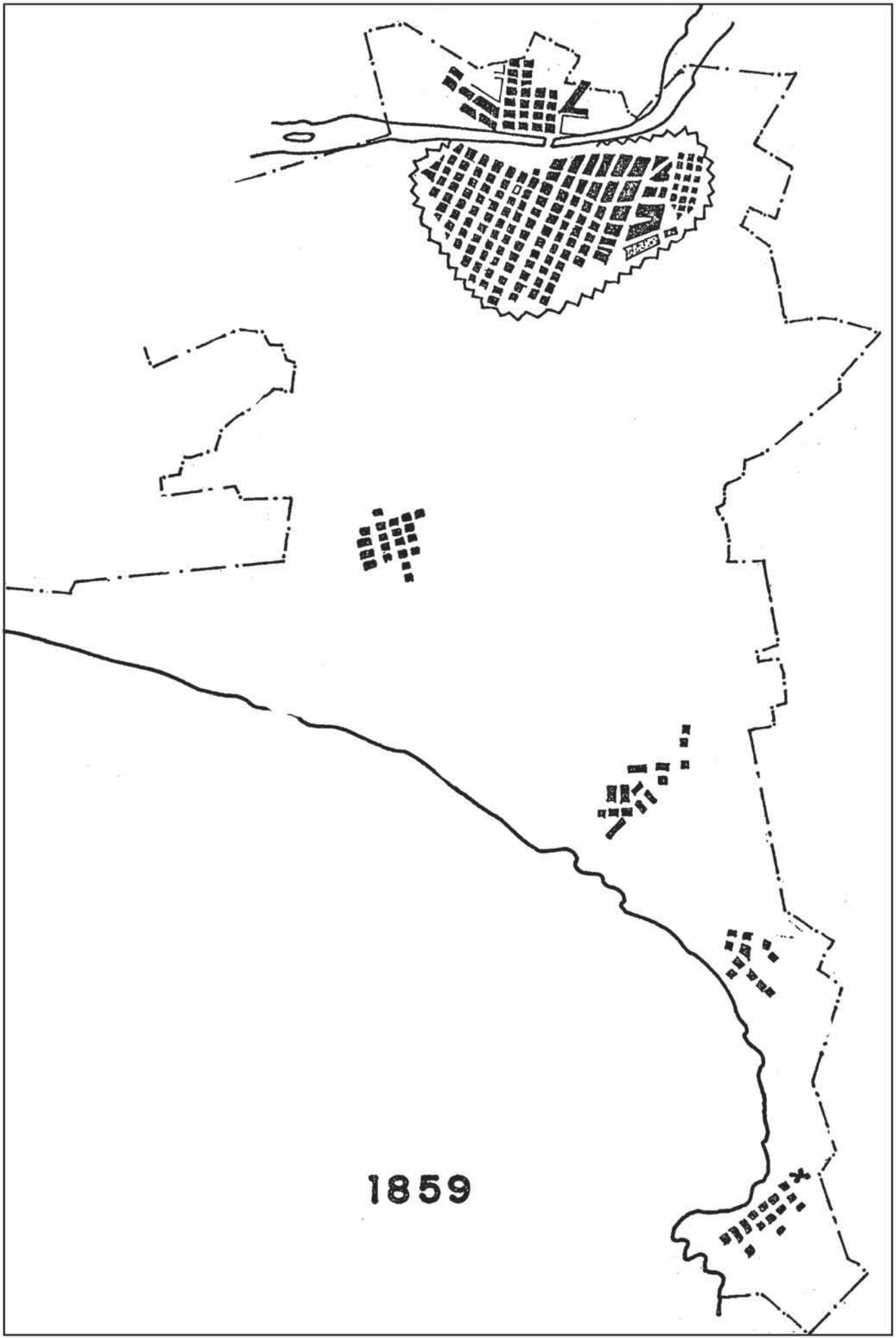

1535

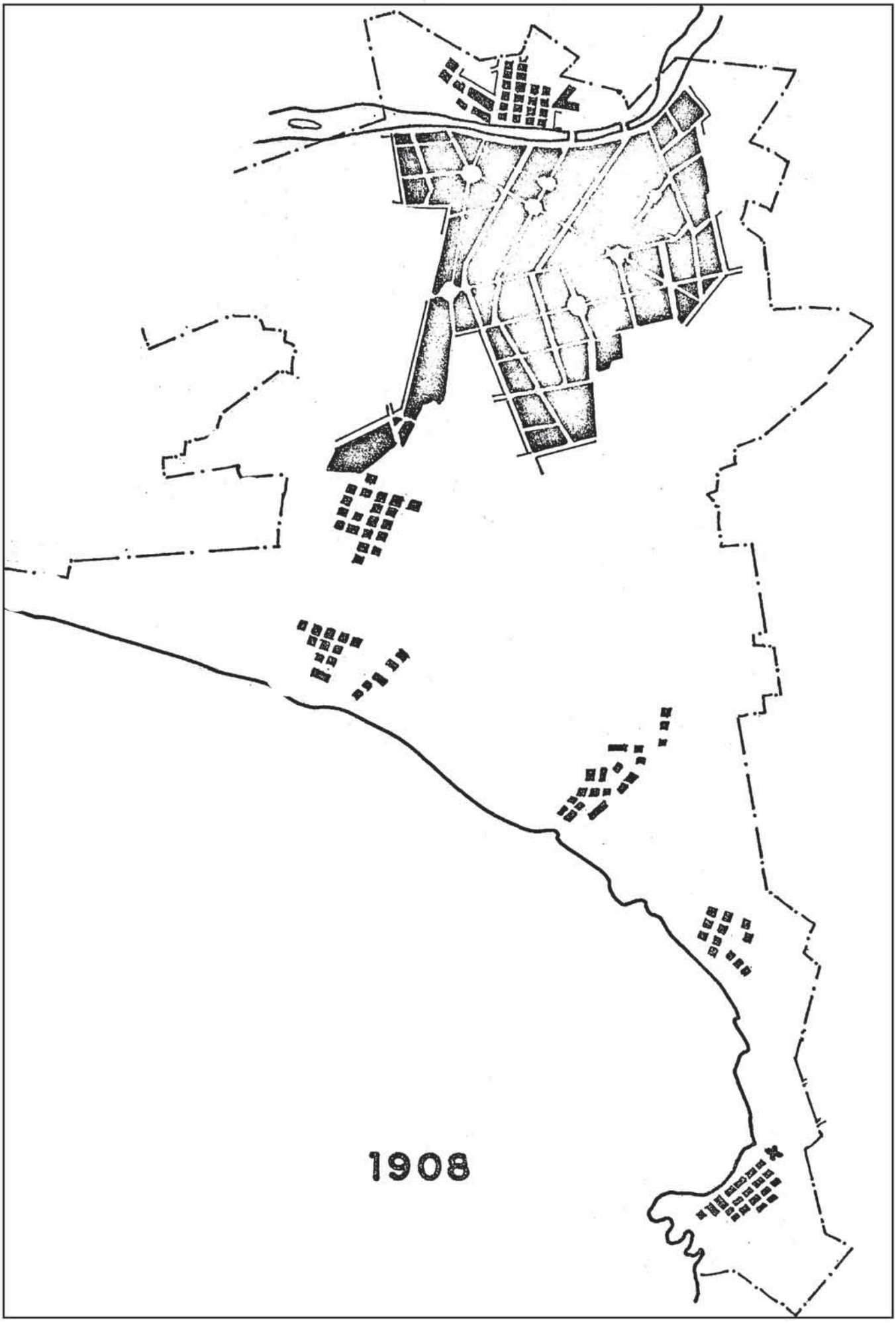

1613

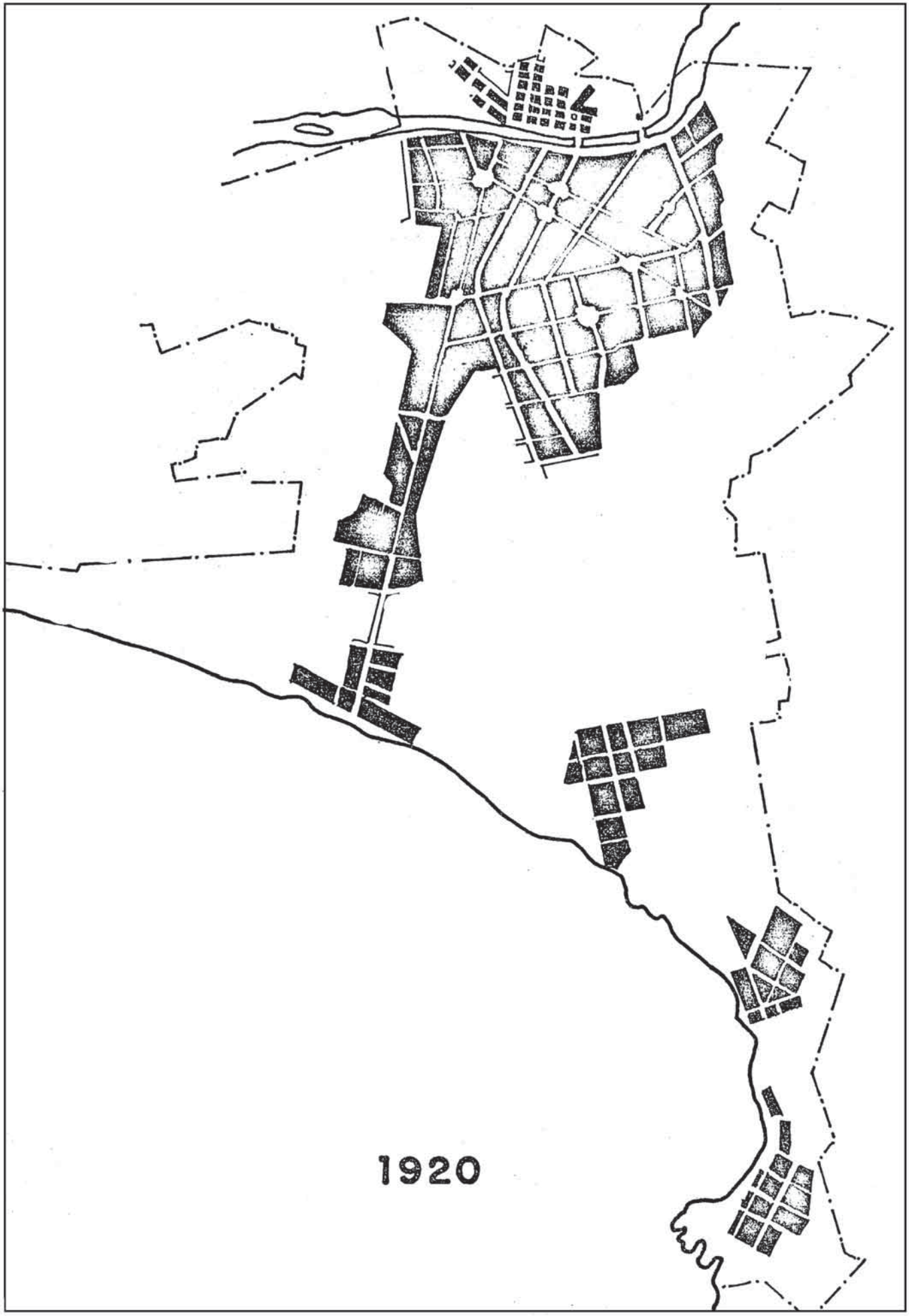

1685

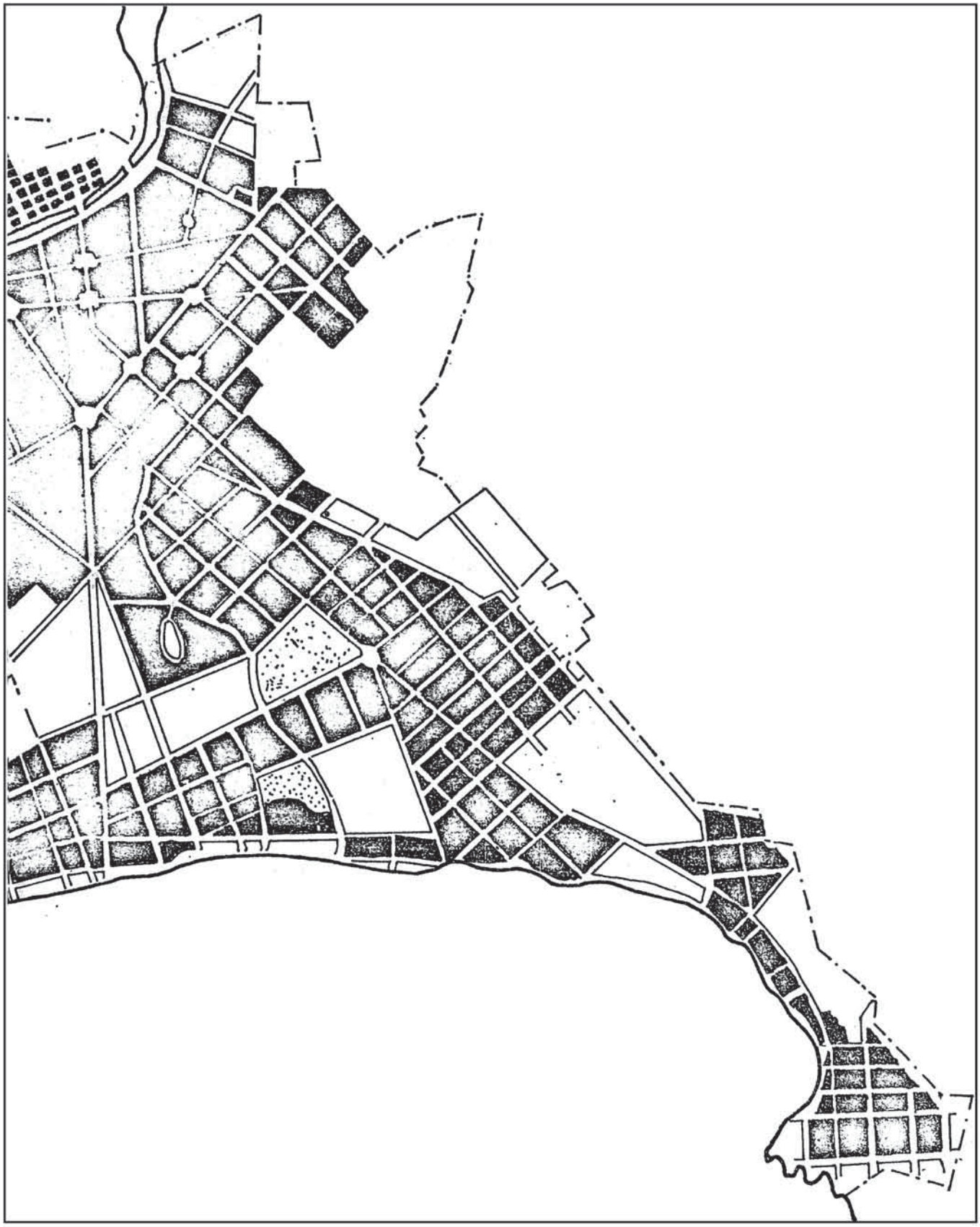

1713


1791

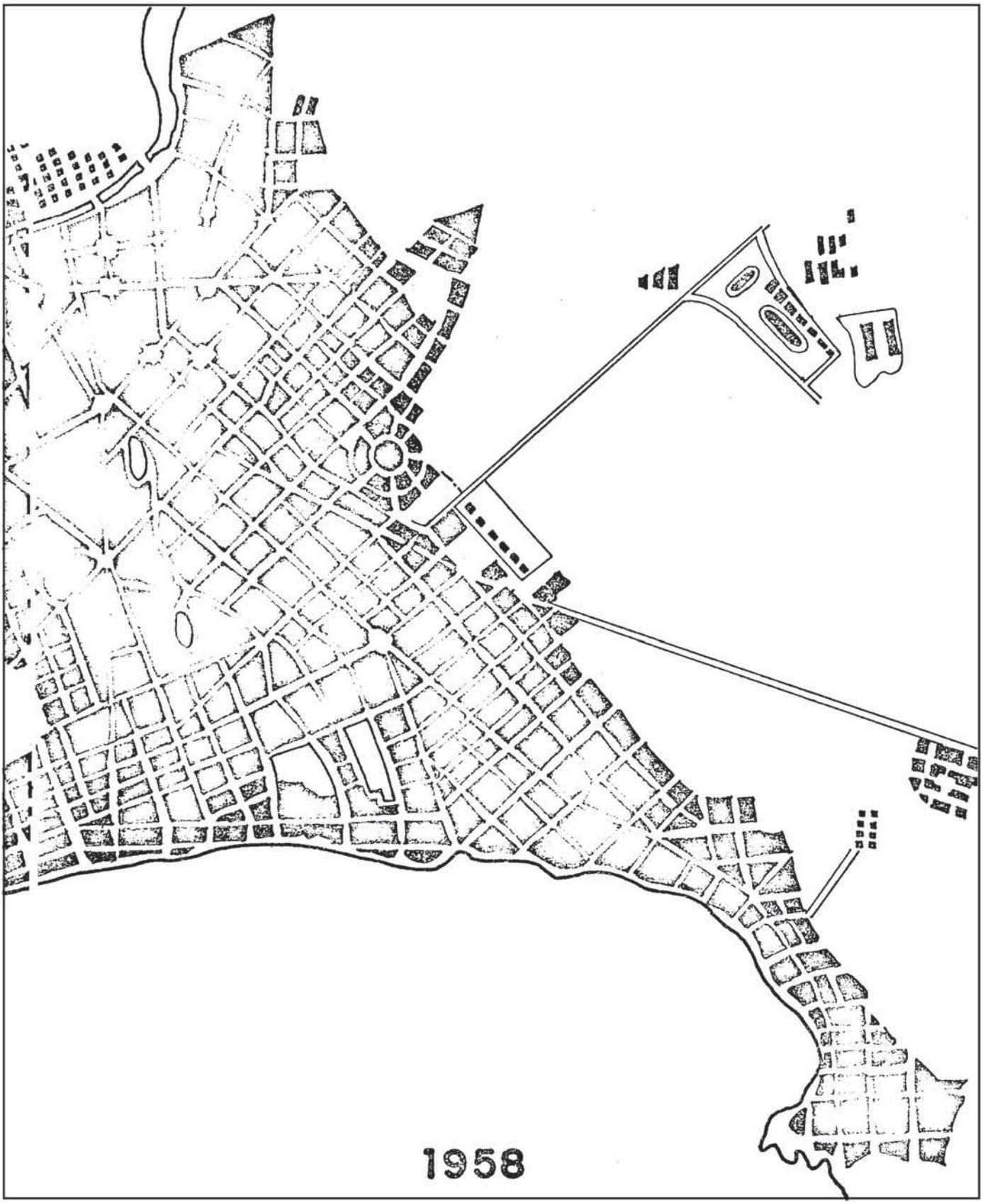

1859


1908


1920



1948


1958

2.8 PLANO DEL AREA DE ESTUDIO

Este plano se ha sacado del PLANO CLAVE del Catastro General del Distrito de Lima, correspondiente a la segunda edición 1968, que se encuentra en la sección Archivo y Planoteca del Consejo Provincial de Lima en su Departamento de Obras Públicas.

El área de estudio se encuentra limitada por la Av. Abancay, la Av. Grau, la Av. Alfonso Ugarte y el Río Rimac.

Se hace mención que las partes pintadas de marrón lo constituye las iglesias existentes en la zona y lo que está con- líneas discontinuas son las futuras calles o ampliacion de calles (como el Jr. Lampa que ya se hizo) que piensa - realizar el Consejo Provincial de Lima.

CAPITULO IIII

III ESTUDIO ESPECIAL SOBRE TUGURIOS

3.1 DEFINICIONES

3.1.1 Tugurio
3.1.2 Corralón
3.1.3 Conventillo
3.1.4 Solar
3.1.5 Quinta Deteriorada
3.1.6 Callejón

3.2 ASPECTO SOCIAL

3.2.1 Población Tugurizada
3.2.2 Causas de Aparición de Tugurio

3.2.2.1 Causas de Orden Económico.
3.2.2.2 Causas de Orden Físico
3.2.2.3 Causas de Orden Institucional
3.2.2.4 Causas de Carácter Social

3.3 ASPECTO ECONOMICO

3.3.1 Area Tugurizada

3.4 ESTADO ACTUAL DE ESTAS EDIFICACIONES.

3.4.1 Antiguedad
3.4.2 Material Empleado en su Construcción
3.4.3 Número de Pisos
3.4.4 Estructura

3.4.4.1 Muros
3.4.4.2 Techos
3.4.4.3 Escaleras

3.5 IGLESIAS

3.5.1 Antiguedad
3.5.2 Material Empleado en su Construcción
3.5.3 Estado Actual
3.5.4 Presentación de Iglesias Evaluadas. Fotos.

3.6 PRESENTACION DE ALGUNOS TUGURIOS EVALUADOS.

FOTOS.

III ESTUDIO ESPECIAL SOBRE TUGURIOS

En el área de estudio, lo que más existe son las edificaciones de adobe y quincha, y a éstas por su construcción y forma, se les - dá diferentes nombres para diferenciarlas unas de otras, por lo cual, primeramente se dan una serie de definiciones para poder tener una visión más panorámica de cómo es la Lima acual y también de las - desgracias personales que pueden producirse en caso de un sismo de grado VIII, ya que como se sabe por experiencias anteriores, estas - viviendas son las que más daños sufren debido a su antiguedad, deficiencias y deterioros de sus instalaciones eléctricas y sanitarias. Se le dá mayor énfasis a este tipo de edificaciones porque se ha comprobado que los daños que sufren las edificaciones de ladrillos y de concreto (edificaciones altas), no son comparables con los sufridos por edificaciones de adobe y quincha.

3.1. DEFINICIONES

3.1.1 Tugurio

Vivienda precaria, caracterizada por sus habitaciones reducidas subdivididas, carentes o deficientes de servicios de agua, desague y alumbrado eléctrico, con deficiente iluminación natural, escaso asoleamiento y ventilación, edificado con materiales deficientes inestables o estables que han resultado insuficientes por el deterioro, o edificaciones modernas, construídas al márgen de las normas básicas de habitabilidad. El tugurio es una vivienda inadecuada para la vida humana, que - limita el desarrollo social y cultural de la familia. Fenómeno social que dentro de los límites de una vivienda alberga casos de patología social como la indigencia, la ignorancia, el deseo y la ociosidad con sus secuelas de delincuencia y vagancia.

3.1.2 Corralón

Agrupamiento desordenado de cuartos en torno a un patio central con una entrada común. Son edificaciones de un piso con paredes de adobe, techos de estera o madera y con piso de - tierra.

3.1.3 Conventillo

Es una casa colonial republicana en estado ruinoso y ubicada en la parte antigua de la ciudad, habitada por un conjunto de familias. Está construida generalmente en dos pisos, siguiendo el patrón tradicional de sucesión de patios, en torno a los cuales se agrupan un conjunto de cuartos. Estas casas están edificadas generalmente con adobón o quincha y con techos o entrepisos de madera, teniendo servicios higiénicos colectivos.

3.1.4 Solar

Antiguo, 2 pisos con viviendas hacia la calle y balcón corrido que da acceso a las viviendas del segundo piso. Interiormente se dan varios departamentos en ambos lados de un pasaje central angosto. El solar está edificado con paredes de adobe y/o quincha, con techos de madera, torta de barro, con servicios higiénicos y alumbrado colectivo y domiciliario.

3.1.5 Quinta Deteriorada

Multifamiliar, conjunto de pequeños departamentos muy hacinados, agrupados en torno a una entrada común o pasaje. Esta construcción es decadente debido al tiempo y uso intensivo, las instalaciones sanitarias y eléctricas están muy deterioradas o mal equipadas.

3.1.6 Callejón

Conjunto de cuartos ubicados en un solo predio, alineados a lo largo de un pasaje central, y que eventualmente se combina con otros laterales. Cada vivienda está constituída por uno o dos cuartos muy reducidos, mal iluminados y con ventilación deficiente. Estos tugurios son edificaciones de un piso, de paredes de adobe o ladrillo, techos de madera y piso de tierra, se encuentran en mal estado de conservación y con deficientes instalaciones de servicios.

3.2 ASPECTO SOCIAL

3.2.1 Población Tugurizada

Según el Plan de Desarrollo Metropolitano de 1980, afirman que de 1'940,000 habitantes censados en 17 distritos centrales y más populosos de Lima Metropolitana, se encontró que 480,000 habitantes, o sea el 35 % vivía en tugurios.

De este total el cercado de Lima tiene el 36 % de su población viviendo en tugurios, o sea más de la tercera parte de su población.

3.2.2 Causas de aparición de Tugurios

3.2.2.1 Causas de Orden Económico

a) Bajos ingresos económicos familiares.

b) Baja renta de las viviendas; las viviendas por - obsolescencia se hacen antiguas y decadentes; - los alquilesres de los mismos no pueden ser aptos por el tipo de habitación que ofrecen; es así que la demanda por ellos es alta, pero por - el sector de bajo nivel de ingresos económicos- para rehabitarlas.

3.2.2.2 Causas de Orden Físico

a) Absolescencia o vetustez de las viviendas.

b) El tipo de material empleado en la contrucción.

c) El clima contribuye al proceso de deterioro.

3.2.2.3 Causas de Orden Institucional

a) Administración pública deficiente.

3.2.2.4 Causas de Carácter Social

a) Migración del campo a la ciudad.

b) Hacinamiento y Promiscuidad

3.3 ASPECTO ECONOMICO

3.3.1 Area Tugurizada

El área afectada por tugurios en el cercado de Lima es del - orden del 7.3% del total de Lima Metropolitana. Este tipo- de viviendas son habitadas por gente de baja condición económica, es así que muchas familias quieren salir de ellos, pero su condición no se le permite.

Del área estudiada se realizó una evalución de casi el 60% - de las manzanas, encontrándose que de ellas el 60% son edificaciones de adobe y quincha, siendo éstas en su mayoría de 1 y 2 pisos, predominando el tipo de vivienda llamado Quinta en donde viven de 1 hasta 100 familias.

Debido a la importancia que tiene el presente estudio, de ver que áreas y que tipos de edificaciones serán las más gravemente afectadas en caso de un fuerte sismo con epicentro frente a la ciudad de Lima, se dá a continuación en forma resumida una idea general del estado actual en que se encuentran las viviendas de adobe y quincha. Más adelante se detalla el estado actual en que se encuentran las edificaciones de ladrillo y las de concreto armado.

Se dá una serie de edificios y los daños sufridos en su estructura por efecto del sismo del 3 de Octubre de 1974.

3.4 ESTADO ACTUAL DE ESTAS EDIFICACIONES

3.4.1 Antiguedad

Existen viviendas que tienen 20,30,40,50,80 años de antiguedad, siendo el promedio de la mayoría de ellas igual a 50 años.

3.4.2 Material empleado en su construcción

Los materiales empleados en su construcción son : el adobe, la quincha y vigas de madera; como material cementante han usado el barro. Algunas viviendas que han sufrido daños por movimientos sísmicos anteriores han sido resanadas en forma rudimentaria, empleando muchas veces el ladrillo en forma desordenada, sin ningún criterio técnico. Se ha empleado mucho la madera en las construcciones de sus puertas, ventanas, escaleras, etc. Muchas viviendas tienen sus escaleras y pisos de marmol o de losetas y columnas de madera de pequeño diámetro, que están colocadas cercanas entre sí (aproximadamente 50 cms.).

3.4.3 Número de Pisos

Este tipo de edificaciones tienen de 1 a 2 pisos. Generalmente el primer piso es de adobe y el segundo piso es una mezcla de quincha y barro. Pocas son las que cuentan con más de 2

pisos, tenemos el caso de las edificaciones existentes alrededor de la Plaza Dos de Mayo.

3.4.4 Estructura

El siguiente es el estado en que se encuentran las viviendas de adobe y quincha después del sismo del 3 de Octubre de 1974.

3.4.4.1 Muros

La mayoría de las viviendas presentan grietas en sus muros, observándose éstas, generalmente en sus esquinas. Muchas se han pandeado y sufrido cierta inclinación, habiendo sido necesario el tener que apuntalarse. Su resistencia se ha ido debilitando con los fuertes sismos que ha soportado y el mal estado de las instalaciones sanitarias ya que al haber escapes de agua se ha producido su humedecimiento dando lugar a que en cualquier momento se produzca el colapso parcial o total de la edificación sin haber necesidad de un movimiento sísmico, casos como éste ya se han presentado.

3.4.4.2 Techos

Estos están hechos de vigas de madera y tortas de barro; debido al tiempo que tienen, la madera se encuentra apolillada y su resistencia disminuída. Contribuyen a la fatiga de sus vigas, la costumbre que tiene la gente de usar los techos como almacen.

3.4.4.3 Escaleras

Las viviendas de 2 pisos tienen sus escaleras en mal estado, encontrándose éstas en muchos casos, fuera de su sitio, haciéndose difícil el tránsito rápido por ellas. Hay viviendas que han colapsado quedando las escaleras empotradas en sus muros.

En general existen viviendas en estado deplorable, a punto de colapsar, pero siguen siendo habitadas, es así que se ve casos en que la parte de la fachada de un solar o de un corralón se ha colapsado, pero la gente o inquilinos ha tratado de arreglar la parte colapsada

poniendo puntales que ninguna seguridad ofrecen, siguiendo su vida normal en la parte interior de la edificación.

3.5 IGLESIAS

Merece especial atención las iglesias que son edificaciones muy antiguas, pasando la mayoría de ellas de los 100 años de existencia y que abundan en la zona de estudio. A continuación se dá una serie de características de ellas y del estado en que se encuentran después del sismo del 3 de Octubre de 1974.

3.5.1 Antiguedad

Muchas de ellas datan del tiempo de la Colonia, pero que han ido siendo resanadas al irse debilitando por acción del tiempo y de los continuos movimientos sísmicos que ha sifrido la Ciudad de Lima.

3.5.2 Material empleado en su construcción

Se han empleado el adobón, quincha, barro, carrizo, etc. En los resanes que se le ha hecho se ha empleado mucho el ladrillo, el cemento , yeso, etc.

3.5.3 Estado Actual

La mayoría presenta fisuras y grietas en sus muros y juntas, muchos han sufrido la caída de cornisas y adornos en la parte externa e interna.

Las torretas que predominan en la mayoría de ellas se han agrietado y otras han colapsado, tal es el caso de una de las torretas de la Iglesia De La Merced.

También han sufrido la caída del tarrajeo de sus bóvedas, quedando al descubierto la quincha que les dá forma.

En general las iglesias al ser grandes moles de adobe y quincha (sin contar por supuesto algunas que tienen parte de su estructura de piedra) y madera han sufrido graves daños ya que la estructura no tiene la resistencia necesaria como para resistir sismos severos, además muchos de ellos después de anteriores sismos han sido resanadas en forma poca recomendable sin ningún criterio técnico.

Todas estas edificaciones se encuentran en proceso de reparación, tratándole de dar la máxima seguridad, teniendo en cuenta que son recintos en que semanalmente se reúnen cientos de personas para escuchar la Santa Misa.

3.5.4 Presentación de Iglesias Evaluadas - Fotos

1) Iglesia de la Inmaculada

Ubicación: Av. Nicolas de Piérola (junto a la Universidad Nacional Federico Villarreal)

Tipo de Construcción : Moderna, de ladrillo y concreto.

Estado Actual : Bueno, solamente presenta algunos resanes que le hicieron con motivo de la caida del tarrajeo de sus muros por efectos del sismo del 3 de Octubre de 1974.

2) Iglesia de Monserrate

Ubicación: Jr. Callao, manzana 1 del plano en estudio.

Tipo de Construcción : Antigua, de adobones y quincha.

Estado Actual : Presenta grietas en sus muros que todavía no han sido resanados completamente. Su estado de conservación es regular. Es un lugar peligroso en caso de sismo. Es necesario un estudio y una reparación urgentes.

3) Iglesia San Sebastian

Ubicación : Ver plano de estudio.

Tipo de Construcción : Antigua, de adobe y quincha.

Estado Actual : Malo, presentan grietas que han sido resanadas en forma deficiente.

4) Iglesia De La Merced

Ubicación : Ver plano de estudio.

Tipo de Construcción : Antigua de adobe y quincha, se caracteriza por ser una gran mole de ladrillos, troncos de madera y adobe, que está mal hecha sin criterio técnico.

Estado Actual : Se encuentra en procesamiento de resane de daños, producidos por el sismo del 74, el cual hizo que se abrieran grietas grandes y profundas en los muros de las torres. También como

consecuencia del sismo se inclinó una de las torres, haciéndose casi imposible su reparación (ver foto 2).

5) Iglesia San Agustín

Ubicación : Jr. Camaná, cuadra 4

Tipo de Construcción : adobe y quincha.

Estado Actual : Malo, se encuentra en reparación.

6) Iglesia de San Francisco de Asís

Ubicación : Ver plano de estudio.

Tipo de Construcción : edificación antigua de adobe y quincha.

Estado Actual : Se encuentra en proceso de reparación de los daños causados por el sismo.
Producto de este fué la caida de muros, desprendimiento de material de las torres y cornisas a punto de caer.

7) Iglesia de Santo Domingo

Ubicación : Jr. Camaná, cuadra 1, frente al Correo Central del Perú.

Tipo de Construcción : Antigua, de adobe, quincha y caña brava.

Estado Actual : En proceso de reparación de los daños producidos por el sismo del 74, estos se presentan en forma de grietas en sus muros y cúpulas, caida de adornos y del tarrajeo.

8) Catedral de Lima

Ubicación : Frente a la Plaza de Armas de Lima y al lado del Palacio de Gobierno.

Tipo de Construcción : Antigua, pero que tiene constante conservación.

Estado Actual : Se encuentra ya resanada de los daños producidos por el sismo del 74.

3.6 Presentación de algunos tugurios evaluados - Fotos

A continuación se dan las características principales y el estado en que se encuentran algunos tugurios de la zona en estudio.

1) Ubicación : Huancavelica 977

Edad Estimada : 40 años.

Suelo : Conglomerado.

Area Aproximada : 400 m2.

Nº de Pisos : 2

Material de Construcción : Adobe y quincha.

Nº de familias que lo habitan : 20.

Estado Actual : Malo, Muros se encuentran agrietados. Urge reparación.

2) Ubicación : Huancavelica 943

Edad Estimada : 30 años

Suelo : Conglomerado

Area Aproximada : 500 m2.

Nº de Pisos : 2

Material de Construcción : Adobe y quincha.

Nº de familias que lo habitan : 30

Estado Actual : Malo, presenta grietas en sus muros. Escaleras de madera fuera de su sitio.

3) Ubicación : Chancay 554 - Quinta de Las Nazarenas.

Edad Estimada : 55 años

Suelo : Conglomerado

Area Aproximada : 1,000 m2.

Nº de Pisos : 2

Material de Construcción : Adobe y quincha.

Nº de familias que lo habitan : 10

Estado Actual : Malo. Muchas viviendas han colapsado. Urgen reparaciones. Muros pandeados a - punto de colapsar.

4) Ubicación : Jr. Moquegua 830

Edad Estimada : 60 años

Suelo : Conglomerado

Nº de pisos : 1

Material de Construcción : Adobe y quincha.

Nº de familias : 50

Estado Actual : Esquinas presentan grietas. Estado general es regular. Algunas han colapsado y se encuentran deshabitadas.

5) Ubicación : Oroya 221

Suelo : Conglomerado

Nº de familias que lo habitan : 10

Nº de pisos : 2

Estado Actual : Presentan grietas en sus muros. Es urgente su reparación. Es necesario hacer una revisión de las tuberías de agua y desague.

6) Ubicación : Jr. Conde de Superunda 326

Edad Estimada : 60 años

Suelo : Conglomerado

Nº de pisos : 2

Material de construcción : Adobe y quincha

Nº de familias : 10

Estado Actual : Malo. Algunas viviendas colapsaron. El mayor daño es causado por la filtración de agua de las tuberías de agua y desague hacia los muros, quitándoles resistencia a éstos al humedecerlos.

7) Ubicación : Quinta con entradas por Tayacaja (Cda.4) y Angaraes (Cda.4).

Edad Estimada : 50 años

Suelo : Conglomerado

Nº de Pisos : 2

Material de Construcción : Adobe y quincha, hay partes de ladrillo.

Nº de familias : 100

Estado Actual : Escaleras en mal estado, las gradas están fuera de su sitio, existen muros agrietados. Se han hecho resanes pero sin ningún criterio - técnico. Ofrece serio peligro en caso de un sismo. Se recomienda especial atención en - esta edificación. Puede convertirse en una - trampa mortal en caso de producirse un sismo fuerte. (Ver foto).

8) Ubicación : Manzana 1 del plano del área estudiada.
Suelo : Conglomerado.
Características : En esta manzana la mayoría de las viviendas son de adobe y quincha, que se encuentran en mal estado. Aquí se encuentra la Iglesia de Monserrate. Es necesario que se haga una buena reparación de las grietas producidas por el sismo, ya - que la que se está haciendo actualmente deja mucho que desear.
También se encuentra aquí la Comisaría - de Monserrate.

9) Ubicación : Manzana 76B del plano del área estudiado.
Suelo : Conglomerado.
Características : El 40% de las viviendas son de adobe y - quincha, en su mayoría de 2 pisos. Algunas viviendas colapsaron, están deshabitadas. Se encuentra aquí la Iglesia de La Inmaculada, la cual sufrió solamente la - caída del tarrajeo de sus paredes. Se encuentra también la U.N.Federico Villareal.

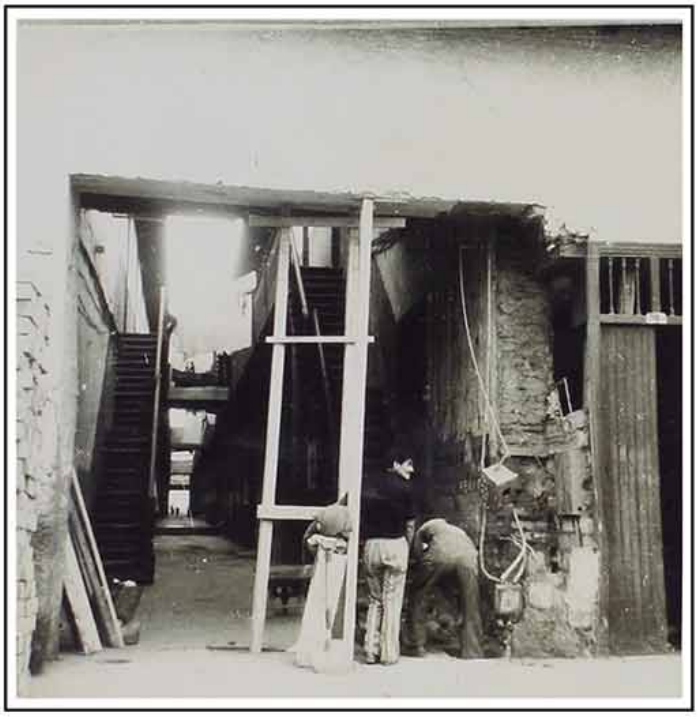
10) Ubicación : Manzana 76B del plano del área estudiado.
Suelo : Conglomerado.
Características : En esta manzana se encuentra la Iglesia - La Merced. Esta es una edificación antigua. Presenta grandes grietas en las torres.

Junto a la Iglesia funciona el Colegio La - Merced, el cual cuenta con edificaciones - de quincha y adobe y de concreto. Existen muchas viviendas de adobe y quincha, cuyo estado es regular.

11) Ubicación : Manzana M60 del plano del área estudiada -
Suelo : Conglomerado.
Características : El 80% de las edificaciones son de adobe y quincha, predominando las casas de 2 - pisos. La mayoría presenta grietas en sus muros. Algunas viviendas colapsaron. Se encuentra la iglesia Sto. Domingo, la que presenta grietas en sus muros, principalmente en sus torres y columnas. También funciona la Universidad Particular San Martín de Porres, la que presenta grietas en sus - muros en la mayoría de sus aulas. El 20% de las edificaciones restantes son de ladrillo, entre las cuales se encuentra el Colegio Sto. Tomás de Aquino.

12) Ubicación : Nicolás de Piérola 1330. Empresa Roggero
Area : 450 m2.
Edad Estimada : 60 - 80 años
Suelo : Conglomerado.
Pisos : 2
Material de Construcción : Adobe y quincha.
Características : Techos de madera, fallas en todos los muros. Casona en mal estado. Debe demolerse el 2do. piso.

13) Ubicación : Mercado de la Aurora - Manzana 21 del plano del área estudiada.
Suelo : Conglomerado.
Area : 2,000 m2.
Pisos : 1
Daños : Caída de cornisas. Construcción de ladrillo. Puestos en venta sin daños.



-1-

Foto que muestra una de las quintas características del cercado de Lima. Esta es una quinta con dos entradas, una es por el Jirón Angaraes y la otra por el Jirón Tayacaja. Quinta que tiene aproximadamente 100 viviendas, distribuidas en dos pisos. Se ve claramente el estado calamitoso de las escaleras y la estrechez de ellas. Aquí todas las viviendas presentan grandes fallas.

Caída de cornisas de una de las torres del Convento de la Merced.

Estado en que se quedaron las viviendas del jirón Amazonas. Aquí se ha producido colapso total.

CAPITULO IV

IV SISMO DEL 3 DE OCTUBRE DE 1974.- EVALUCION DE DAÑOS EN EDIFICACIONES.- ESTADO ACTUAL

4.1 Epicentro y duración
4.2 Características
4.3 Daños en las edificaciones
4.4 Edificaciones de ladrillo y concreto evaluados.-Estado actual Fotos.
  4.4.1 Características estructurales de los edificios evaluados
  4.4.2 Ascensores
    4.4.2.1 Características principales de los elevadores - para edificios.
  4.4.3 Lugares de concentración de personas.- Estado actual.
4.5 Plano de daños en las edificaciones de :

Adobe y Quincha (Plano 3)

Ladrillo (Plano 4)

Concreto Armado (Plano 5)

IV SISMO DEL 3 DE OCTUBRE DE 1974

EVALUACION DE DAÑOS EN EDIFICACIONES. ESTADO ACTUAL

4.1 EPICENTRO Y DURACION

El sismo del 3 de Octubre de 1974, fue uno de los más destructores que se han sentido en Lima y ciudades.

Tuvo su epicentro determinado por Latitud Sur de 12°.3 y Longitud Oeste de 77°.8, que corresponde a una zona en el mar frente a la costa entre Lima y Mala. La profundidad aproximada del hipocentro a 13 km., la magnitud dada por las ondas fue de 8.6. Las ondas superficiales dieron una magnitud de 7.5 y el de Barkeley 7.6. El sismo se produjo a las 09 hs. 21 m. 30 segundos, hora de Lima. La aceleración del terreno registrado con los instrumentos del Instituto Geofisico ubicado en el Parque de la Reserva fue de 0.22G?

En Lima, la intensidad en la escala Mercalli modificada (MMI) varió desde V a VIII. La aceleración máxima horizontal en el centro de Lima fue de 0.19 g con un período predominante de 0.35 segundos y un tiempo total de duración de 0.99 seg.

Fueron observados asentamientos en el camino a lo largo de la playa del Sur de Lima.

El número de muertos como consecuencia de este fenómeno varió entre 65 y 75, y las pérdidas económicas entre 150 y 230 Millones de Soles.

Entre la segunda quincena del mes de Agosto y especialmente durante el mes de Setiembre se sintieron un regular número de pequeños sismos premonitarios, especialmente podían percibirse mayormente en el área de La Molina y alrededores, y en los pisos altos de edificios flexibles en el área de Lima Central y vecindades, donde existe un magnífico terreno de cimentación. Una réplica de magnitud importante se sintió el día 09 de Octubre; las réplicas fueron disminuyendo en número e intensidad - hasta aproximadamente 30 días después que se produjo una réplica

importante, posteriormente hubieron pocas réplicas de poca duración e intensidad.

Los registros de fuertes movimientos del sismo del 3 de octubre, fueron hechos en dos sitios, uno en la parte central de Lima y otro en el sur-este de la ciudad. Estos registros fueron hechos en un epicentro de 81 Kms.

4.2 CARACTERISTICAS

Los registros hechos con ocación del sismo en estudio, muestran las tres siguientes caracteristicas:

a) Gran tiempo de duración
b) Alta aceleración, y
c) Una larga cantidad de período corto de energia.

El período predominante determinado de la espectro respuesta para asentamiento cero es cercano a 0.35 Seg.; este período determinante indica el porqué los departamentos familiares y estructuras de baja altura no sufrieron daños. La mayoria de las estructuras sufrieron daños fueron edificios de gran altura y construcciones de adobe y quincha de baja altura. Como se sabe las construcciones de adobe y quincha son combinaciones de barro y tallos de caña de azúcar y son mas resistentes a los sismos que las construcciones de adobe.

4.3 DAÑOS EN LAS EDIFICACIONES

En Lima Central (zona de estudio), de magnifico suelo de cimentación, no ha tenido mayores problemas en las construcciones bien diseñadas de concreto armado.

Los mayores problemas se produjeron en las edificaciones de "quincha" de período de vibración alto, especialmente en las reparadas con hibrios o en las ya degradadas, así como en las construcciones de adobe muy antiguas.

Fallaron gran cantidad de tanques de agua dispuestos encima de edificios (asimetria, inercia, columnas cortas etc.)

En general el sismo de 1974 produjo serios daños a construcciones de adobe y quincha y también algunos de mamposteria -

y de concreto armado.

El mayor daño en estructuras bien construídas fue debido, en parte, a la resistencia lateral en el diseño y en parte, al período predominante de 0.35 segundos del sismo, el cual estuvo muy - cercano a los períodos naturales de estas estructuras. El reglamento de construcciones fue implementado en el Perú desde el sismo de 1970. La mayoría de las estructuras que fueron dañadas han sido diseñadas antes de 1970.

Muchos locales en toda la ciudad sufrieron extensivos daños. El daño en los vidrios fue común.

Estructuras de concreto armado sufrieron daños en el Callao, al Nor-Oeste de Lima, donde fallaron un edificio de 4 pisos y la parte superior de un silo de concreto; en La Molina al Nor-Este muchos edificios fallaron y otros sufrieron serios daños.

Muros de corte fueron omitidos en los edificios de concreto armado, quedando de este modo las columnas cortas para resistir las cargas inerciales en las direcciones más débiles.

Un número de estructuras de concreto armado, los cuales fueron construidos por el Ministerio de Vivienda en "Los Próceres", sufrieron considerables daños. Un examen realizado a los planos y obras, determinó que estos daños se debieron principalmente a su diseño que a la calidad de construcción.

4.4 EDIFICACIONES DE LADRILLO Y CONCRETO ARMADO EVALUADAS.- ESTADO ACTUAL

En el presente capítulo se presenta una serie de edificaciones de ladrillo y concreto armado, las cuales han sido evaluadas después del sismo, especificándose los daños que sufrieron en su estructura y el estado actual en que se encuentran.

1) Edificio Pizarro:

Ubicación : Jr. de la Unión 284, frente al Palacio de Gobierno.

Suelo de cimentación : conglomerado

N° de pisos: 8

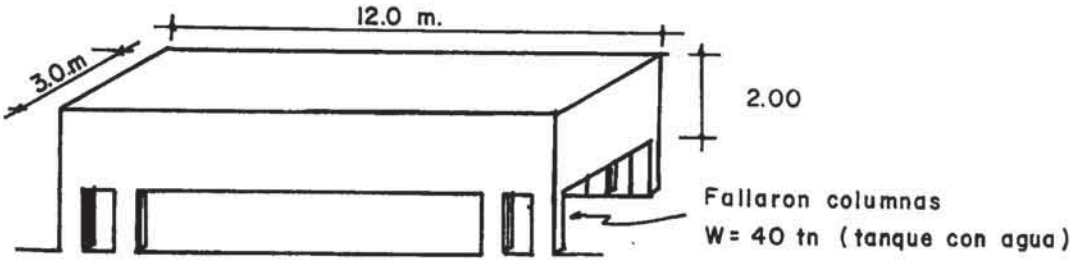
Edad estimada: 20 años

Daños: Fallas en las columnas que soportan el tanque elevado, estando a punto de caer.

Caída de parapetos en una longitud de 17 metros.

Agrietamiento de paredes de algunas oficinas en el mismo lugar en que fallaron por acción del sismo de 1970.

Estado actual: daños ya reparados



2) Edificio del Correo Central del Perú

Edificación antigua sin daños de importancia.

N°de pisos: 2 con sótano.

3) Edificio Palacio

Ubicación : Jr. de la Unión cda. 2, frente al Palacio de Gobierno.

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos: 8

Concreto armado

Estado actual : Bueno

4) Edificio Cóndor

Ubicación : Camaná 208

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 6

Concreto armado

Daños : Pequeños de tabiquería

Estado actual : Bueno

5) Edificio Cofico

Ubicación : Av. Abancay 235

Suelo de Cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 7

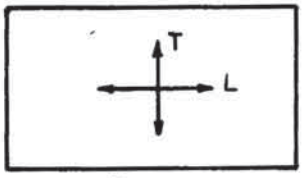
Concreto armado

Daños: de tabiquería

Estado actual : Bueno

Período de Vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L(mts)	T
7	23.8	36.2	20.1



Abancay

6) Edificio Cámara de Comercio

Ubicación : Av. Abancay 291

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 6

Concreto armado

Daños: Sin daños

Estado actual : Bueno

7) Edificio Concepción

Ubicación : Av. Abancay 349

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 4

Concreto armado

Daños: Sin daños

Estado actual : Bueno

8) Edificio Fénix Abancay

Ubicación : Av. Abancay 407

Suelo de cimentación : Conglomerado

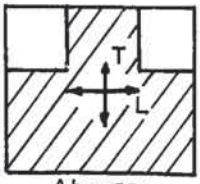
N° de pisos : 9

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

Período de vibración:



Abancay

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L(mts)	T
9	27.8	23.7	20.1

9) Edificio Cuerpo Técnico de Tasacciones del Perú

Ubicación : Av. Abancay 459

Suelo de cimentación : Conglomerado

N°de Pisos : 7

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

10) Edificio Banco de la Nación

Ubicación : Av. Abancay cdra. 4

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 8

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado Actual : Bueno

11) Edificio Ministerio de Industria y Comercio

Ubicación : Av. Abancay Cra. 5

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de Pisos : 10

Concreto armado

Daños: Sin daños

Estado actual : Bueno

12) Edificio San Patricio

Ubicación : Av. Tacna 2da. cuadra

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de Pisos : 9

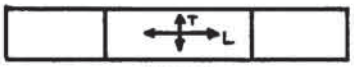
Concreto armado

Daños : en la tabiquería

Estado actual: Bueno

Período de vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L(mts)	T
9	25.5	28.8	8.0
		57.2	8.0



Tacna

13) Edificio de la Av. Tacna 240

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 9

Concreto armado

Daños : Fallas en la tabiquería. Grietas en las juntas. Falla por tracción diagonal en las ventanas.

Estado actual : Reparado

14) Edificio de Viviendas

Ubicación : Chancay 311

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 4

Concreto armado

Daños : En la tabiquería

Estado actual : Bueno

15) Edificio La Universal

Ubicación : Av. Tacna 308

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de Pisos : 7

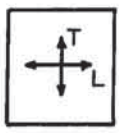
Concreto armado

Daños: Daños leves en la tabiquería del 2do. y 5to. pisos, rotura de vidrios.

Estado actual : Bueno

Período de Vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L(mts)	T
7	22.9	13	14.4



Tacna

16) Edificio Av. Tacna 316

Suelo de cimentación : Conglomerado

N°de pisos : 8

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado Actual : Bueno

17) Edificio "El Moncayo"

Ubicación : Av. Tacna 338

Suelo de cimentación : Conglomerado

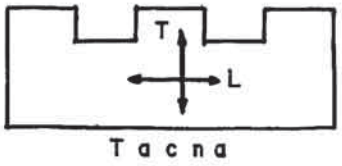
N° de pisos : 8

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

Período de Vibración :



	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
8	24.0	37.4	15.0

18) Edificio Av. Tacna Cdra. 3

Aquí funciona la academa de preparación César Vallejo

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 3

Daños : Sin daños de consideración

Estado actual : Bueno

19) Edificio Astoria

Ubicación : Av. Tacna 482

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 7

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

20) Edificio Ostolaza

Ubicación : Entre Av. Tacna y Jr. Huancavelica

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 11

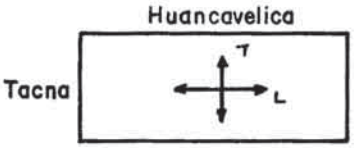
Concreto armado

Daños : Rotura de algunos vidrios

Estado actual : Bueno

Período de Vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L(mts)	T
11	36.05	33.2	12.6



21) Edificio Mercurio

Ubicación : Huancavelica 411

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 7

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

22) Edificio Geminis

Ubicación : Huancavelica 421

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 7

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

23) Edificio EMADIPERU

Ubicación : Huancavelica 446

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 11 con sótano

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno.

24) Edificio Vda. de Piedra e hijos

Ubicación : Av. Tacna 358

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 11

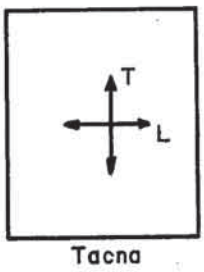
Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

Período de Vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L(mts)	T
18	55.15	23.5	28.5



25) Edificio San Reynaldo

Ubicación : Av. Tacna 329

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 11

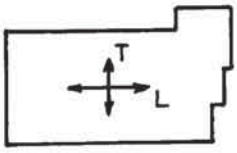
Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L(mts)	T
12	38.45	25.45	13.8



26) Edificio El Alamo

Ubicación : Av. Tacna 211

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 9

Concreto armado

Aquí funciona la Universidad Particular San Martín de Porres

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

27) Edificio Cavero Dubois

Ubicación : Av. Tacna Cdra. 2 junto al edificio El Alamo.

Suelo de cimentación : Conglomerado

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

28) Edificio Callao 268

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de Pisos : 6

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

29) Edificio Huancavelica 313

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 7

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

30) Edificio San Andrés

Ubicación : Cailloma 264

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 4

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

31) Edificio AICA

Ubicación : Caylloma 124

Suelo de cimentación : Conglomerado

N°de pisos : 7

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

32) Edificio Junin 213

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 4

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

33) Edificio Reiser y Curioni

Ubicación : Jr. Lima 330

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 3

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

34) Edificio COPOL

Ubicación : Av. Abancay 256

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de Pisos : 9

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

35) Edificio CAUCATO

Ubicación : Av. Abancay 276

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de Pisos : 10

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Est ado actual : Bueno

36) Edificio del Bank of America

Ubicación : Miró Quesada 327

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de Pisos : 9

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado Actual : Bueno

37) Edificio Banco de Lima

Ubicación : Miró Quesada 309

Suelo de cimentación : Conglomerado

N° de pisos : 6

Concreto armado

Daños; : Sin daños

Estado Actual : Bueno

38) Edificio Contraloría General de la República

Ubicación : Unión 313

Suelo de Cimentación : Conglomerado

N°de Pisos : 8

Concreto Armado

Daños : En la tabiquería

Esrado Actual : Bueno

39) Edificio San Tadeo

Ubicación : Ucayali 259

Suelo de Cimentación : Conglomerado

N°de Pisos : 8

Concreto Armado

Daños : En la Tabiquería de los 8 pisos. Rotura de vidrios de ventanas interiores. Desprendimiento de 5 piezas de mármol de la fachada. Caída de contrapeso de uno de los dos ascensores a la cabina.

40) Edificio Hotel Maury

Ubicación : Ucayali 201

Suelo de Cimentación : Conglomerado

N°de Pisos : 5

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado Actual : Bueno.

41) Edificio Banco Central Hipotecario del Perú

Ubicación : Wiese 435

Suelo de cimentación : Conglomerado

Concreto Armado

Daños : en la tabiquería, por impacto con el edificio de al lado, o sea - el de Wiese 445.

Estado actual : Bueno

42) Edificio Wiese 445

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 7

Concreto Armado

Daños : En la tabiquería por impacto

Estado actual : Bueno

43) Edificio del Pasaje Acuña 127

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nª de pisos : 8

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

44) Edificio del Bank of London & South America Limited

Ubicación : Wiese 442

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nª de pisos : 2

Daños : En la tabiquería por impacto con el edificio adyacente (Wiese 456)

Estado actual : Bueno

45) Edificio Banco Central Hipotecario del Perú

Ubicación : Wiese 456

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nª de Pisos : 2

Daños : En la tabiquería por impacto

Estado actual : Bueno

46) Edificio de la Compañía de Seguros Atlas

Ubicación : Wiese 494

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 4

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

47) Edificio de la Compañía de Seguros Rímac

Ubicación : Wiese 499

Suelo de Cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 5

Concreto Armado

Daños : Leves en la tabiquería

Estado actual : Bueno

48) Edificio del Banco Wiese

Ubicación : Wiese 515

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 5

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

49) Edificio del Banco Agropecuario del Perú

Ubicación : Wiese 457

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 7

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

50) Edificio del Banco Wiese

Ubicación Jr. Cuzco 245

Suelo de cimentación : Conglomerado

Concreto Armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

51) Edificio de la Beneficencia Pública de Lima

Ubicación : Wiese 638

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 2

Daños : Daños leves en la tabiquería

Estado actual : Bueno

52) Edificio Huallaga 202

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 7

Edad estimada : 20 años

Area aproximada : 400 m2.

Planta en ele (L)

Concreto armado

Daños : Fisura entre uniones de muros y vigas en casi todos los pisos. Desprendimientos de acabados en todos los pisos. Rotura de algunos vidrios de ventana (éstas son de madera y pequeñas).

53) Edificio Jr. Moquegua 772

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad estimada : 7 años

Area Aproximada : 300 m2.

Nºde Pisos : 4

Concreto armado

Daños : Caída del tanque elevado (ver foto) por falla de sus columnas de sostén, que trajo como consecuencia el agrietamiento de las paredes de uno de los departamentos , rotura de vidrios y daños en la casa vecina.

Rotura de 20 vidrios de (50 x 100 cms.) tipo americano.

Estado actual : Bueno

54) Edificio Lima 411

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad estimada : 15 años

Area aproximada : 800 m2.

Nº de pisos : 6

Concreto armado

Daños : Agrietamiento de muros de departamentos del 1ro., 2do., 3ero., y 4to. pisos. Estos ya habían sufrido daños en ocasión del sismo de 1970 y fueron resanado volviendose a repetir en el mismo lugar.

Estado actual : Bueno.

55) Edificio de Huancavelica 741

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad estimada : 5 años

Area aproximada : 600 m2.

Nº de pisos : 4

Concreto armado

Daños : En algunas partes presentan grietas entre el nivel del muro del 1er. piso y el techo.

Estado actual : ya reparadas. Buen estado.

56) Edificio Italo Peruano de Seguros

Ubicación : Puno 271

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 7

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

57) Edificio "Encamación "

Ubicación : Calle Creta 224

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 6 con el sótano

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual :Bueno

58) Edificio Wiese 831

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 7

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

59) Edificio Wiese 891

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 7

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

60) Edificio Jr. Camaná 280

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 7

Concreto armado

Daños : Fisuras en las paredes de sus diferentes pisos

Estado actual : Bueno

61) Edificio Ejecutivo

Ubicación : Jr. Camaná Cdra. 3

Suelo de cimentación : Conglomerado

Concreto armado

Daños : Daños por el impacto con el edificio vecino del Banco del Progreso (Seguro Peruano Suizo), ver fotos.

Estado actual : Bueno

62) Edificio del Colegio Sto. Tomás de Aquino

Ubicación : Jr. Rinconada Cdra. 1

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 2

Construcción de ladrillos con columnas

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

63) Edificio del Pabellón de Ciencias de la Universidad Nacional Federico Villareal (local de La Colmena).

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad aproximada : 4 años

Nº de pisos : 6

Concreto armado

Daños : En el 5to. piso hubo una grieta en la junta de dilatación.

Estado actual : Junto a este edificio hay otros pabellones que son de ladrillo con columnas. Se hace necesario efectuar una revisión. Con ocasión del sismo se produjeron asentamientos diferenciales. Es necesario hacer un estudio de su suelo de -

cimentación. Parece que parte de este suelo está formado por relleno sanitario.

64) Edificio Wiese 304

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad : 8 años

Area aproximada : 120 m2.

Nº de pisos : 8

Daños : Fisuras entre la escalera y los muros del 1er. piso.

Rotura de vidrios

Daños en la tabiquería

Estado actual : Bueno

65) Edificio Jr. Ancash 535

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad : 20 años

Area aproximada : 200 m2.

Nº de pisos : 6

Concreto armado

Daños : Rotura de vidrios

Desprendimiento de enchape de muros

Fisuras y grietas en la mayoría de sus muros

Estado actual : Reparado. Es necesario hacer un estudio minucioso de su estructura.

66) Edificio Wiese 304

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad estimada : 8 años

Area aproximada : 120 m2.

Nº de pisos : 8

Concreto armado

Daños : Fisuras entre la escalera y los muros del 1er. piso.

Grietas entre los muros y vigas

Rotura de algunos vidrios

Estado actual : Bueno

67) Edificio Jr. Ancash 535

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad estimada : 20 años

Area aproximada : 200 m2.

Nº de pisos : 6

Concreto armado

Daños : Desprendimiento de enchapes

Fisuras y grietas en sus muros

Daños en la tabiquería

Estado actual : Reparado. Es necesario hacer un estudio minucioso de su estructura.

68) Edificio Jr. Ancash 557

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 3

Edificación de ladrillos sin columnas

Daños : Grietas en los muros del 2do. piso.

Pandeo de algunos muros

Estado actual : Demolición

69) Edificio Pasaje Inclán 116

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad estimada : 20 años

Area aproximada : 150 m2.

Nº de pisos : 2

Edificación de ladrillo sin columnas

Daños : Grandes fisuras y grietas en los muros

Desprendimiento de cornisas del 2do. piso

Estado actual : Reparado

70) Edificio Navarro

Ubicación : Carabaya 303

Suelo de cimentación : Conglomerado

Edad estimada : 7 años

Nº de pisos : 7

Concreto armado

Daños : presenta fisuras en los encuentros de muro y techo (ver foto).

71) Edificio Nazarenas

Ubicación : Av. Tacna 411

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 8

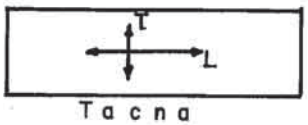
Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
8	28.0	36.8	11.2



Tacna

72) Edificio Málaga Santolaya

Ubicación : Av. Tacna 543

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 13

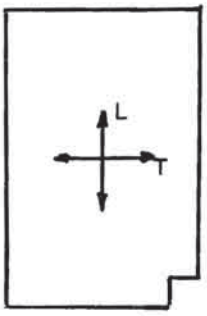
Concreto armado

Daños : sin daños

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
13	41.1	38.5	24.0



Tacna

73) Edificio Tacna

Ubicación : Av. Tacna 592

Suelo de cimentación : Conglomerado

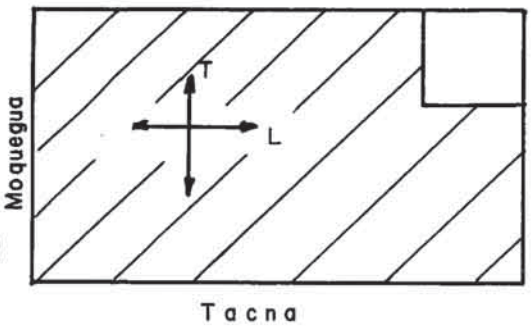
Nº de pisos : 11

Concreto armado

Daños : sin daños

Período de vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
11	35.6	61.8	34.2



74) Edificio Banco Industrial del Perú

Ubicación : Cuzco y Parque Castañeta

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 8

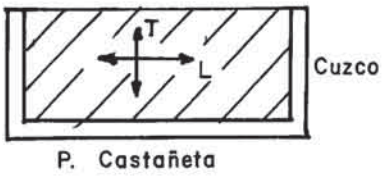
Concreto armado

Daños : Fue severamente dañado un parapeto no reforzado a lo largo de su fachada colapsó. El parapeto estaba localizado sobre el piso 8 y cayó sobre el volado de vigas cantileve de concreto armado, el cual soportaba las losas, piso y techo del 2do. piso, produciendo un parcial colapso de las vigas y destruyendo las losas.

Estado actual : Reparado

Período de vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
8	31.9	38.7	17.25
		Reducción	
		37.0	15.0



75) Edificio CONACO

Ubicación : Av. Abancay 210

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 11

Concreto armado

Daños : sin daños

Estado actual : Bueno

76) Edificio Tacna y Colmena

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 22

Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

77) Edificio Ministerio de Hacienda

Ubicación : Av. Abancay

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 11

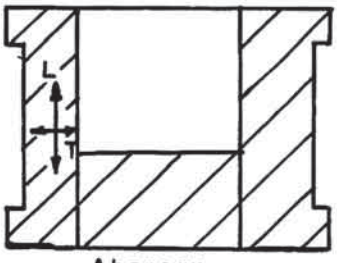
Concreto armado

Daños : Sin daños de consideración

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
11	42	54.6	17.8



Abancay

78) Edificio Hotel Crillón

Ubicación : Colmena

Suelo de cimentación : Conglomerado

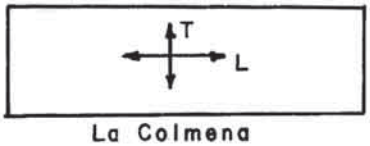
Nº de pisos : 19

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
19.0	60.0	46.12	14.0



La Colmena

79) Edificio Antigua La Crónica

Ubicación : Av. Tacna 665

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 8

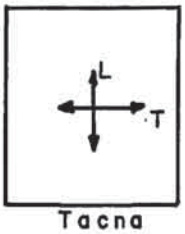
Concreto armado

Daños : Sin daños

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
8	26.55	21.24	23.3



Tacna

80) Edificio Hotel Riviera

Ubicación : Av. Wilson 961

Suelo de cimentación : Conglomerado

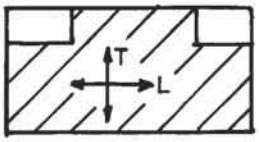
Nº de pisos : 14

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
14	41.39	30.0	16.5



Wilson

81) Edificios Seguros La Colmena-Azángaro

Suelo de cimentación : Conglomerado

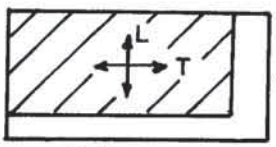
Nº de pisos : 9

Estructura de acero

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
9	28.2	16.5	32.8
		13.5	28.5



Acero
Azángaro

82) Edificio Sociedad Nacional Agraria

Ubicación : Miro Quesada 329

Suelo de cimentación : Conglomerado

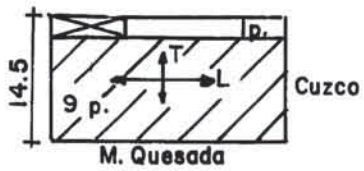
Nº de pisos : 9

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
9	27.0	28.75	17.0



83) Edificio Ricardo Palma

Ubicación : Abancay y Cuzco

Suelo de cimentación : Conglomerado

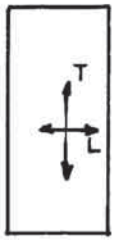
Nº de pisos : 9

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
9	26.33	11.5	28.3



84) Edificio El Sol

Ubicación : Colmena y Camaná

Suelo de cimentación : Conglomerado

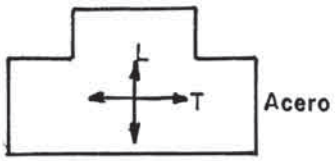
Nº de pisos : 15

Estructura de acero

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
15	47.3	18.6	29.85



Colmena

85) Edificio Wilson

Ubicación : Wilson 990

Suelo de cimentación : Conglomerado

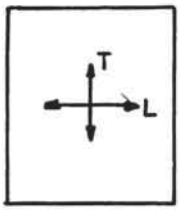
Nº de pisos : 7

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
7	24.3	20	25.7



Wilson

86) Edificio Monte Rosa

Ubicación : Rufino Torrico

Suelo de cimentación : Conglomerado

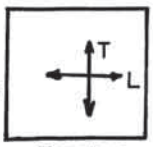
Nº de pisos : 8

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

Altura		Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
8	26.7	18.0	17.7

Colmena 

Torrico

87) Edificio San Alfonso

Ubicación : Av. Tacna 320

Suelo de cimentación : Conglomerado

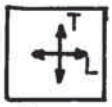
Nº de pisos : 9

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
9	27.0	12.0	12.2



Tacna

88) Edificio San Blas

Ubicación : Av. Wilson 1040

Suelo de cimentación : Conglomerado

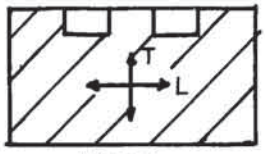
Nº de pisos : 7

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
7	23.2	31.5	17.8



Wilson

89) Edificio La Nacional

Ubicación : Av. Abancay

Suelo de cimentación : Conglomerado

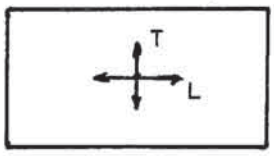
Nº de pisos : 13

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L (mts.)	T
13	41.24	32.25	17.2



90) Edificio Del Castillo

Ubicación : Colmena 611

Suelo de cimentación : Conglomerado

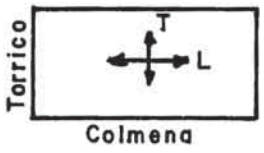
Nº de pisos : 8

Concreto armado

Estado actual : Bueno

Período de vibración :

	Altura	Dimensiones	
Pisos	Metros	L(mts.)	T
8	26.0	27.5	14.6



91) Edificio del Instituto Cultural Peruano Norteamericano

Ubicación : Jr. Cuzco Cda. 4

Suelo de cimentación : Conglomerado

Nº de pisos : 8

Concreto Armado

Daños : sufrió roturas de paredes de sus aulas en casi todos los pisos. Estos daños fueron causados por el impacto con el edificio vecino, (ver fotos).

Estado actual : Reparado.

Falla por impacto entre los edificios del Instituto Cultural Norteamericano y el edificio de la distribuidora de máquinas de escribir Lulli S.A.

Daños producidos en el edificio de Jirón Moquegua, por la caída del tanque de agua, fué una - clara falla de columnas.

-6-

-7-

Fotos que muestran los daños causados por impacto entre los edificios ubicados en la esquina de los jirones Camaná e Ica.

Edificio Pizarro situado frente al Palacio de Gobierno. Fallaron las columnas del tanque de agua. Ha sido necesario botar estas columnas y hacer otras nuevas.

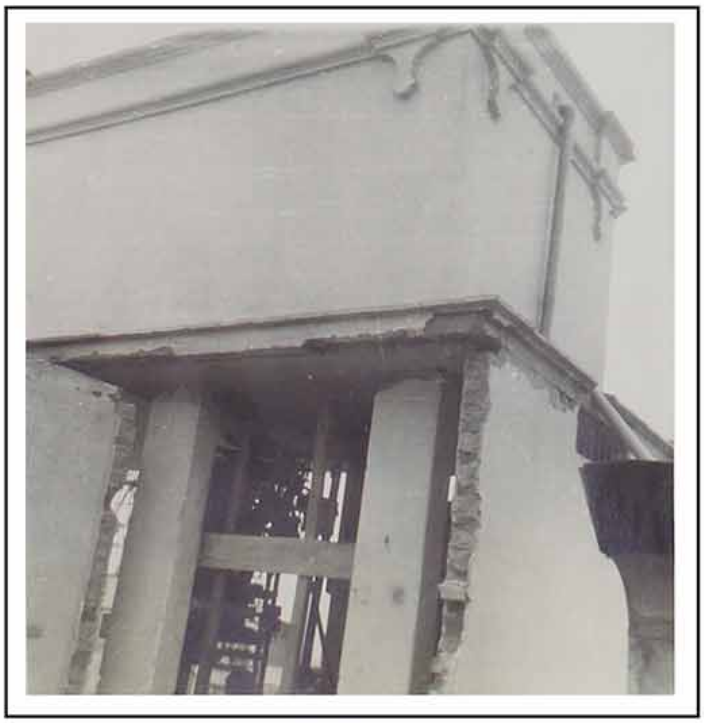
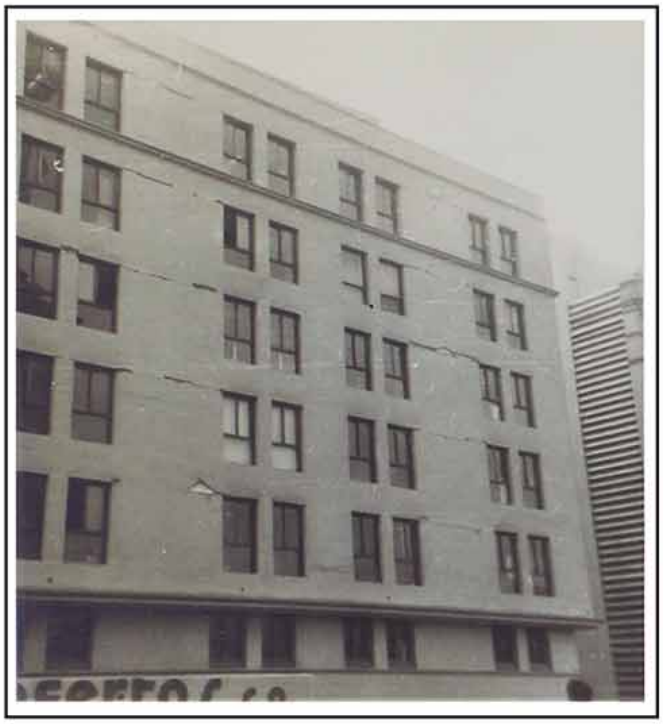


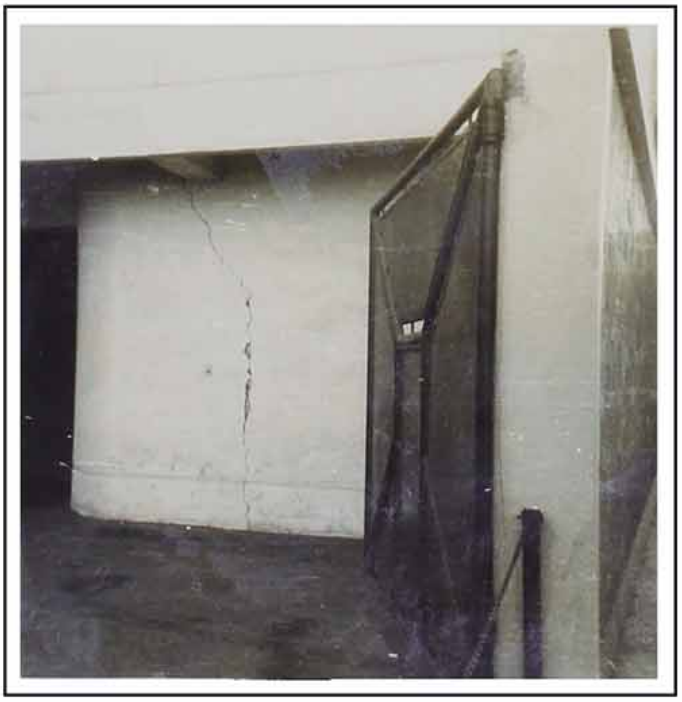
Foto que muestra también el edificio Pizarro. Se ve el estado en que quedaron las columnas y los muros que eran parte de la caseta de las máquinas de ascensor.



Edificio Navarro, ésta foto muestra las grietas sufridas en entre pisos.

- 10 -

Ministerio de Educación Pública del Perú, ésta foto muestra una grieta que traspasa el muro



- 11 -

Ministerio de Educación Pública, falla producida en la fachada.

-12 -

Ministerio de Educación Pública, grietas producidas en los muros de su fachada.

-13 -

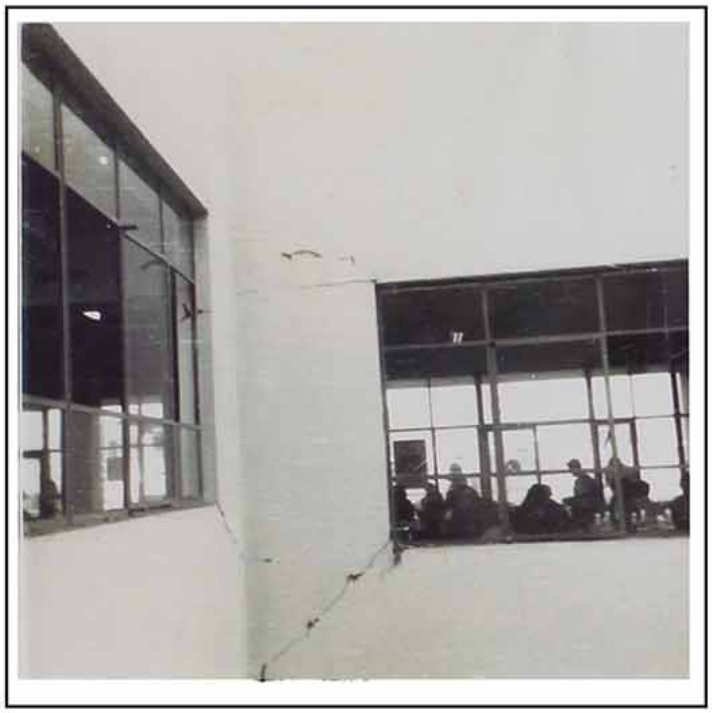
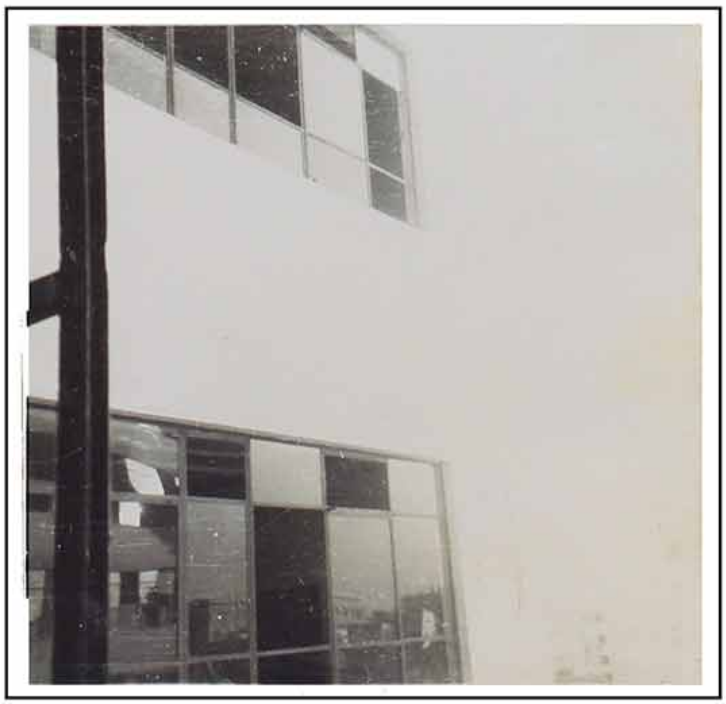


Foto que muestra las grietas por tracción diagonal de las ventanas de la cafetería del Instituto Cultural Peruano Norteamericano.



Falla producida en una de las esquinas del edificio - del Instituto Cultural Peruano Norteamericano.

4.4.1 CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LOS EDIFICIOS EVALUADOS

- La mayoría de las estructuras de edificios evaluados son de hormigón reforzado.
- Muchos de los edificios estudiados tienen un sótano de 3 mts. (promedio) bajo el nivel de la superficie del suelo, estando rodeados por muros de sostenimiento o por una viga pared.
- Las zapatas son aisladas y están amarradas en pocos edificios.
- Los muros exteriores, los tabiques divisorios interiores y los parapetos son de ladrillo hueco, asentados con mortero y tarrajeados con el mismo material.
- Muy pocos edificios tienen sus paredes exteriores y alfeizar de los ventanales de concreto armado.
- El techado es formado por losas aligeradas, ordenadas en un solo-sentido, que viene a ser una losa nervada en la que los espacios vacios han sido llenados con ladrillos cerámicos huecos, de tal - manera que tiene una superficie horizontal en la parte inferior. El espesor según la luz libre es de 19, 20, 25 y 30 cms.
- En lo que respecta a la estructura, la forma de armado del refuerzo, conducen a las cargas de las losas en una sola dirección, razón por la cual los pórticos también solo son resistentes para el - efecto de las cargas permanentes en la dirección perpendicular al refuerzo de las losas. Estos pórticos formados por vigas y columnas de concreto armado están amarrados a los otros pórticos paralelos por vigas de pequeña sección y muchas veces por razones arquitectónicas obligan al uso de vigas planas (de igual espesor que el aligerado).
- Como elementos que contribuyen a resistir la fuerza lateral, están la caja de ascensores y algunos pocos edificios que tienen placas de hormigón armado.
- Merece especial interés el conocer las características y funcionamiento de un ascensor ya que es el elemento que no puede faltar en un edificio de más de 4 pisos, por lo que a continuación como un capítulo se presenta un pequeño resúmen de sus características

con un un ejemplo ilustrativo para el cálculo del resúmen de cabinas según las necesidades del edificio en el cual va a prestar servicios.

4.4.2 ASCENSORES

- En todas las edificaciones altas se recomienda el uso de ascensores, por lo que a continuación se presentan las consideraciones que se deben tener en cuenta para la instalación conveniente de estos aparatos de acuerdo al número de habitantes que tendrá el edificio y el uso que se le dé. Esto hará que la evacuación del edificio, pueda efectuarse en forma rápida y segura, en los momentos de punta (momentos de mayor uso del ascensor) el aparato pueda prestar un buen servicio, cuidando de no dañar su estructura al hacerlos trabajar con sobrepesos.

4.4.2.1 Características principales de los elevadores para edificios

- a) Servicios
  - Pasajeros
  - Carga
  - Hospital
  - Montaplatos
  - Garages
- b) Tipo de Máquina
  - Corriente Alterna
    - Instalación abajo (sin contrapeso)
    - Instalación arriba (con contrapeso).
  - Corriente Continua
    - Instalación arriba (con contrapeso).
- c) Tipo de Tracción
  - Con Engranajes
    - Baja velocidad (50 á 150 ppm, C.A.)
    - Mediana velocidad (100 á 300 ppm. C.C.)
  - Sin Engranajes
    - Alta Velocidad (300 á 500 ppm. C.A.)
    - Super Veloces (600 a 1500 ppm.)
- d) Enrrollamiento de los cables de tracción
  - Pasado Simple 1:1
  - Pasado Doble 1:1
  - Pasado Simple 1:2
  - Pasado Doble 1:2

e) Control

- Con operador (Ascensorista).
  - Control a botones de presión contínua.
  - Control inicial para el arranque.
- Sin Operador
  - Control de señales (Signal Control)
  - Control automático
  - Control colectivo selectivo simple.
  - Control colectivo selectivo duplex
  - Control de espacimiento en Banco (Selectomatic, Peak, Period, etc.)
  - Combinado con servicio nocturno automático.

f) Posicion Entradas

- Solo frontal
- Frontal y Posterior
- Frontal y a un Costado
- Puerta batiente solo para pozo
- Reja en la cabina y puerta batiente
- Puerta batiente solo para el pozo
- Reja en la cabina y puerta batiente en el pozo

g) Sistemas de Puertas (Cabina y Pozos)

- Una hoja de deslizamiento lateral (Cabina y pozo)
- Dos hojas de deslizamiento lateral (Cabina y pozo)
- Una hoja de apertura central (Cabina y pozo)
- Dos hojas de apertura central (Cabina y pozo)
- Una hoja de deslizamiento vertical (Cabina y carga)
- Dos hojas de deslizamiento vertical (Pozo de carga).

h)Velocidad de los operadores automáticos de puertas

- Lentos : 3 á 5 segundos
- Normales : 1 á 3 segundos
- Rápidos : 1/2 á 2 segundos

i) Por el Recorrido

- Locales: Atienden el servicio de cualquiera de los pisos bajos (Primeros 10 a 20 pisos). No tienen posibilidad de atender otros pisos.
- Expresos: Atienden el servicio de los pisos altos. Generalmente se les asigna grupos de 10 en 10 pisos. Cada grupo parte siempre del 1er. piso o piso de entrada.

CONSIDERACIONES A TENERSE EN CUENTA PARA LA ELECCION DEL ASCENSOR ADECUADO

Primeramente se estima el tiempo de duración del viaje de ida y vuelta conociendo los datos siguientes :

A) Duración del viaje completo de ida y vuelta a la velocidad máxima.

B) Tiempo invertido en una parada incluída la aceleración y desaceleración.

C) Tiempo invertido en el ajuste del nivel del ascensor al nivel del piso. Si es manual este tiempo se considera igual a 1.5 á 4 segundos. Si es automático se considera igual a 1 segundo.

D) Duración de la maniobra de rejas y puertas (apertura y cierre). Este tiempo se considera de 2 á 5 segundos.

E) Duración de entrada y salida del personal. Por persona se considera de 0.75 á 1.5 segundos (se debe tomar el término medio : 1 seg. por persona).

F) Reacciones lentas del operador de 0.25 á 0.75 segundos, en término medio se toma 0.3 seg.

G) Tiempo perdido en paradas inútiles. En edificios con pasajeros usuales : 0.0 segundos (no debe haber pérdida de tiempo).

H) Tiempo de espera en planta baja. Es función de la capacidad del ascensor. Debe ser el doble del tiempo que tarda una persona en bajar.

I) El número de pasajeros por minuto que evacúa un ascensor se puede calcular de la manera siguiente :

$= \frac{\text{Capacidad de la cabina x } 60'}{\text{Tiempo de espera}}$

Se presenta un ejemplo a manera de ilustración de lo antes mencionado; Se tiene un edificio cuyas características son las siguientes :

Nº de pisos : 26

Altura del piso 1 : 5.00 mts.

Altura del piso 2 al 26 : 3.20 mts.

Se pide calcular el número de cabinas para que preste un buen servicio.

Solución :

1) Recorrido total de los ascensores : 5.00 + (25x3.20)=85.00 mts. = = 279 pies.
2) Escogiendo ascensores con velocidad de 500 pies/minuto=152 mts./- min. = 2.54 mts./seg. se puede hallar el tiempo que demora en subir mediante la siguiente relación : 85/2.54 = 33.5 seg.
3) A este tiempo hay que sumarle el tiempo que demora en acelerar y desacelerar el ascensor el cual es igual a 2x1.2 = 2.4 seg. luego- el tiempo total sería de 36 segundos.

Considerando el uso de 2 bancos de ascensores :

a) Banco local para los 13 primeros pisos.
b) Banco expreso para los otros 13 pisos (14° al 26°) pero con para- das en el primer piso.

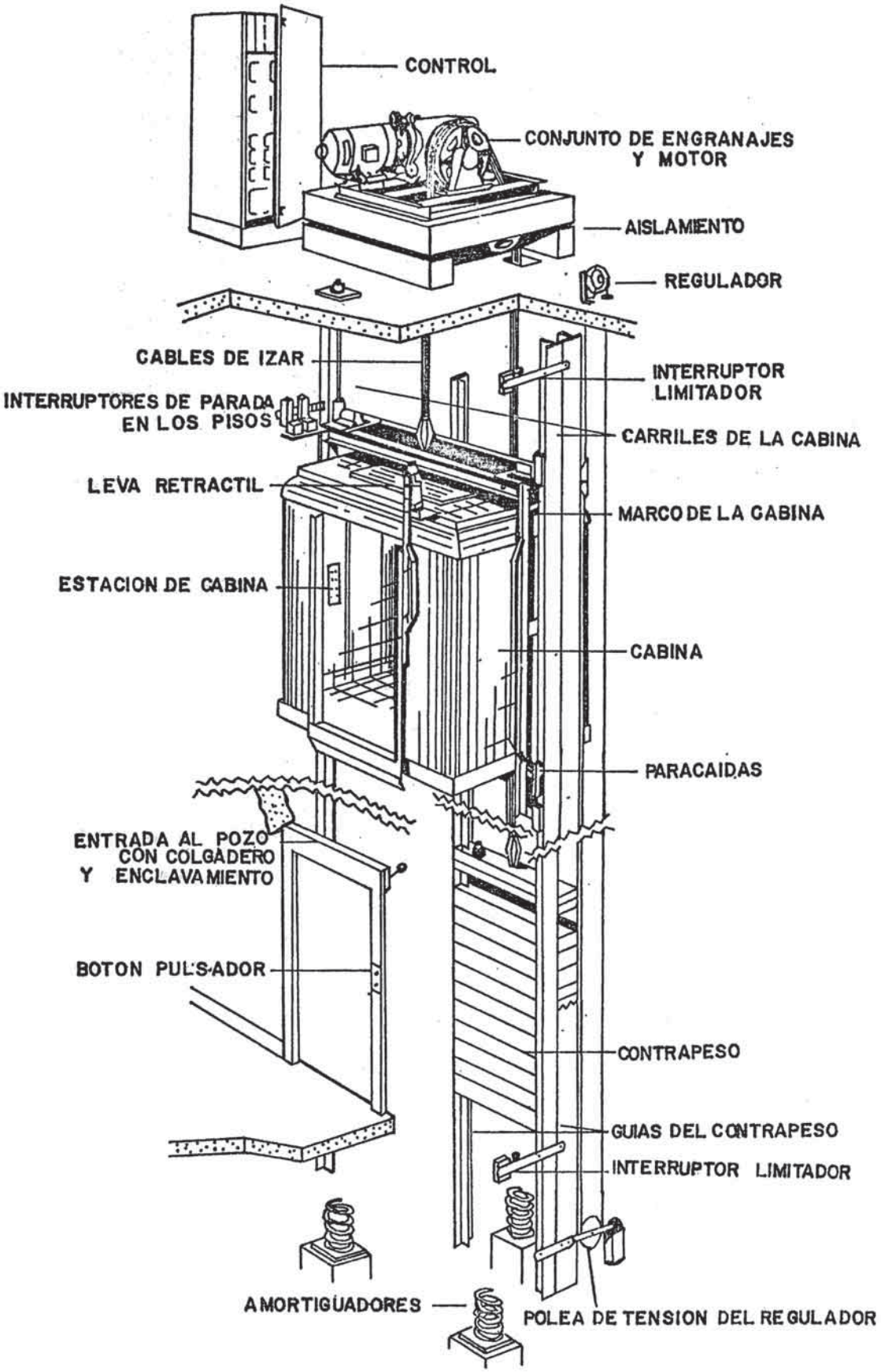
Luego el tiempo empleado por un ascensor que sea local expreso de - 3000 lbs. para 20 pasajeros (65 á 70 kgs. por persona), sería el si-- guiente suponiendo que hace el servicio en el momento máximo (de punta).

OPERACIONES	TIEMPO EN SEGUNDOS
a) Aceleración viaje directo de subida y frenado (10 paradas en el descenso)	36
b) Aceleración y frenado (1.2x2)	2.4
c) Ajuste de nivelación (Automático)	1.0

d)	Maniobra de puertas	3.0	
e)	Entrada de viajeros (4x2)	2.0	
f)	Reacción del ascensorista	0.3	
		8.7 x 10" = 87	
g)	Aceleración de viaje de bajada y frenado. (36/2)		18
h)	Ajuste de nivel y maniobra de puertas en la planta baja		4
i)	Descarga de pasajeros (20 pasajeros)		20
	Total :		165 seg.

Por lo tanto el número de cabinas necesarias se calcurá así :

$$\text{Nº de cabinas} = \frac{\text{tiempo de viaje de ida y vuelta}}{\text{Tiempo de espera}} = \frac{165}{20} = 8 \text{ cabinas}$$



PARTES DE UN ASCENSOR

LUGARES DE CONCENTRACION DE PERSONAS

(cines, hospitales, colegios, teatros) existentes en la zona de estudio:

1.- Cine Bijou.
Jr. de la Unión 446
Edificación de concreto armado
Estado :Bueno

2.- Cine Central.
Jr Ica 465
Edificación moderna
Estado: Bueno

3.- Cine Colmena.
Av. Nicolas de Piérola 519
Edificación moderna de concreto armado.
Estado: Bueno

4.- Cine Metro.
Augusto N. Wiese 917
Estado: Bueno

5.- Cine Tacna.
Av. Tacna 552
Capacidad :
Edificación moderna
Estado : Bueno

6.- Cine Tauro
Jr. Washinton 889
Edificación moderna de concreto armado
Estado: Bueno

7.-- Cine Adán.
Jr. de la Unión 805
Edificación moderna de concreto armado
Estado: Bueno

8.- Cine Colon
Jr. de la Unión 1004

Estado : Bueno

9.- Cine Eva
Jr. de la Unión 805
Edificación moderna de concreto armado
Estado : Bueno

10.- Cine Excelsior.
Jr. de la Unión 780
Estado : Bueno

11.- Cine Imperio.
Av. Tacna 225
Edificación de concreto armado
Estado : Bueno

12.- Cine Le Paris
Av. Nicolas de Piérola 759
Edificación moderna
Estado : Bueno

13.- Cine Lido
Jr. Moquegua
Estado : Bueno

14.- Cine Mexico.
Jr. Huancavelica 770
Estado : Bueno

15.- Cine República.
Augusto N. Wiesw 1116.
Estado : Bueno

16.- Cine Ritz.
Avenida Alfonso Ugarte 1431
Estado : Bueno

17.- Cine Roxy.
Av. España 241
Estado : Bueno

18.- Cine San Martín
Jr. Ocoña 110
Estado : Bueno

19.- Cine Alfa
Construcción antigua
Estado : Regular

20.- Teatro Municipal
Estado : Bueno.

21.- Teatro Segura.
Estado : Bueno

22.- Hospital Arzobispo Loayza
Av. Alfonso Ugarte
Edificación antigua
N°de pisos : 2
Estado : Bueno

23.- Escuela de Enfermeras del Hospital Loayza.
N°de pisos : 2
Estado : Bueno

24.- Instituto Nacional De Enfermedades Neoplásicas
Av. Alfonso Ugarte
N°de pisos : 3
Estado: Bueno

25.- Clínica Internacional
Jr. Washintong
Edificación moderna de concreto armado
N°de pisos :5
Estado : Bueno

26.- Col. Nac. Ntra. Sra. de Guadalupe
Edificación antigua, sufrió la caída de cornisas y el agrietamiento de las paredes de su capilla.
N°de pisos : 2
Estado : Bueno

Existen más locales escolares que es necesario reforzarlos.

27.- Plaza dos de Mayo.

28.- Plaza Bolognesi.

29.- Plaza Mariscal Castilla.

30.- Plaza San Martín.

31.- Plaza de Armas.

32.- Parque Universitario.

4.5 Planos de daños en la edificaciones de:

Adobe y quincha (Plano 3)

Ladrillo (Plano 4)

Concreto armado (plano 5)

En los planos 3.4 y 5 , de acuerdo a los daños causados por el sismo del 3 de octubre de 1974 a las edificaciones de adobe y-quincha, ladrillo y concreto, se especifican las intensidades - que tuvo el sismo según la escala de Intensidades Mercalli Modificada (MM) así se tiene que:

- Un rectangulo de color amarillo indica que las daños en la zona marcada fueron de grado VI MM
- Un circulo de color rosado indica que los daños en al zona marcada fueron grado VII MM.
- Un triangulo de color rojo indica que los daños en la zona marcado fueron de grado VIII M.M.

CAPITULO V

V EDIFICACIONES DE ADOBE Y QUINCHA - LADRILLO

5.1 Recomendaciones para la edificación de viviendas de adobe.

5.2 Recomendaciones para la reparación de viviendas de adobe y quincha dañadas por movimientos sísmicos.

5.3 Recomendaciones para la edificación de viviendas de ladrillo

5.1 RECOMENDACIONES PARA LA EDIFICACION DE VIVIENDAS DE ADOBE

a) Este tipo de edificaciones deberá hacerse sobre terrenos secos, resistentes y planos.

b) Ejecutar la cimentación de tal manera de evitarse los asentamientos diferenciales.

c) El sobrecimiento debe quedar por lo menos 30cm. del piso.

d) Las paredes deben tener una disposición simétrica respecto de los dos ejes principales.

e) Las aberturas para vanos de puertas y ventanas no deberán ser grandes y ubicarse de tal manera que no induzcan disimetría en la resistencia de las paredes a la fuerza lateral.

f) Las uniones o amarres no deben estar espaciados más de 4 m.

g) Las paredes deberán tener una altura máxima de 3m. y un espesor mínimo de 30 cms.

h) El adobe debe ser perfectamente asentado de manera de rellenar integramente las juntas, horizontales y verticales; igualmente debe ser mojado antes de asentarse.

i) El máximo número de hileras que se coloque diariamente no debe ser mayor que el que provoque el aplastamiento de las hileras inferiores.

5.2 RECOMENDACION PARA LA REPARACION DE VIVIENDAS DE ADOBE Y QUINCHA DAÑADAS POR MOVIMIENTOS SISMICOS

1.- PRIMERA RECOMENDACION

Cuando se presentan grietas verticales como las que aparecen en las figuras 1 y 2 y además los muros adyacentes a estas rajaduras no están incluídos en la lista de muros que deben ser demolidos, se puede efectuar la siguiente reparación, colocando a los costados del muro cuarteado un par de varillas de fierro de construcción adecuadamente ancladas a sus extremos se puede restablecer la unión de los muros separados mediante el procedimiento siguiente :

a) Preparar un bastidor de madera de la forma y dimensiones mostradas en la figura 3, donde aparecen dimensiones para construcciones de adobe de un piso y para el caso de que exista un segundo piso de quincha (dimensiones aparecen entre paréntisis).

b) Preparar canales horizontales y agujeros donde deben alojarse los tensores y los bastidores como se muestra en las figuras 4 y 5.

c) Determinar la longitud de los tensores, midiendo directamente la longitud del canal, el espesor de los muros A y B y el espesor del bastidor (fig. 1).

d) Cortar las varillas de acero de construcción indicadas según el caso y soldar en sus extremos un tope metálico de 7/8" de diámetro aproximadamente.

e) Preparar dos planchas metálicas para cada tensor con las dimensiones y la ranura indicada en la figura 3.

f) Preparar un par de cuñas para colocar en un extremo de cada tensor (fig. 3).

g) Rellenar las grietas de barro y esperar que endurezca.

h) Colocar los bastidores asentados con mortero de cemento y arena gruesa 1:4 (figs. 4 y 5), pasar los tensores, colocar las planchas metálicas en un extremo y las cuñas y plancha metálica en el otro (esto para cada tensor). Luego, por medio de las cuñas, ajustar firmemente el aparejo y finalmente clavar las cuñas.

II.- SEGUNDA RECOMENDACION

1) Preparar dos planchas de madera de 12"x24" x 2" y 4 planchas de acero de 4" x 4" x 1/4" (fig.6).
Hacer un hueco de 3/4" de diámetro en el centro de cada planchuela de metal. Hacer dos huecos simétricos de igual diámetro, en cada plancha de madera, separados entre ejes a una distancia igual al espesor (e_1) del muro (en el que se harán canales) menos 5 cms.

2) Preparar dos varillas de fierro de 1/2" (casos de 1 piso) o de fierro de 5/8" (casos de 2 pisos) de una longitud (L) igual a la longitud del muro en el que ubicarán más los espesores ($e_2 + e_3$) de los muros terminales a arriostrar, - más 30 cms. (ver fig. 7).

Con estas varillas se pueden proceder de dos modos :

A. Hacerle tarrajar (o roscar) los extremos en una longitud de 10 cms. Colocarles dos tuercas a cada lado, en cada varilla, empernando firmemente.

B. Colocar una huacha de diámetro algo superior, en cada varilla, en cada extremo y soldarlos poniendo bien en contacto las planchas y huachas. (Fig. 7a).

Preparar unas cuñas en forma de herradura, que insertadas - por encima, entre la tuerca soldada y la planchuela metálica, tensará la varilla de acero y presionará la plancha de madera firmemente contra la pared, (fig. 7b)

3) Hacer dos canales horizontales a todo lo largo del muro de adobe central, uno a cada lado, de 2 x 4" de sección, a una distancia aproximada del techo o cielo raso, de 60 a - 70 cms. Perforar los muros terminales a arriostrar, con dos - huecos a la misma separación calculada para los huecos en las planchas de madera y a una altura, que está al mismo - nivel que el centro de los canales ejecutados en el muro - central (fig. 7c).

4) Insertar las varillas a través de los huecos en los muros terminales, ubicándolas en los canales del muro central. Instalar en cada extremo las planchas de madera, las planchuelas de metal y las tuercas, entornillándolas o soldándolas, según sea el procedimiento A ó B escogido, (fig. 7 d).

5) Asentar la plancha de madera sobre el muro, con mortero de cemento y barro 1: 10, antes de empernar los extremos con - las tuercas o soldando.

Fraguado el mortero, ajustar firmemente las tuercas en los extremos, o insertar las cuñas con martillo, según el procedimiento A ó B escogido.

6) Rellenar los canales en el muro, a ambos lados, con mortero de cemento, arena gruesa (1: 4) como recubrimiento de la varilla de acero y resane del muro.

7) Resanar las rajaduras verticales del muro, con yeso o diablo, sin pretender aplomar el muro.

RAJADURAS EN VANOS DE PUERTAS Y VENTANAS

Si las rajaduras que aparecen en zonas cercanas a sus puertas y ventanas, se parecen a las que se muestran en la figura 8.

Debe hacerse lo siguiente :

a) Apuntalar el techo en el caso de ser dintel portante.

b) Descubrir los dinteles quitando el enlucido que lo rodea.

c) Reemplazar los adobes que están por encima de las rajaduras (adobes de la zona x de la figura 8) y dejar el muro dentado.

d) Si los dinteles se prolongan una longitud menor de 50 cms. a ambos lados del vano (ver fig. 9), deberá cambiarse el dintel tal como se muestra en la figura 10.

En el caso de ventanas se podrá reducir el ancho del vano de tal modo que consiga lo recomendado :

e) Conseguir alambre Nº 8 galvanizado y fijarlo al dintel por medio de grapas de 1" y amarrarlos a palos de 3" x 3" que atraviesan - sobrepasando 3 cms. a cada lado del muro del vano a reparar (ver figuras 11a, 11b, 11c).

PARAPETOS

a) Eliminar todos los parapetos de adobe, ladrillo y/o piedra.

b) En azoteas con acceso, reemplazar los parapetos por barandas de madera debidamente ancladas al techo de madera.

c) El anclaje deberá hacerse por medio de escuadras (fig.12).

MUROS DE QUINCHA

Si el segundo piso es de quincha se procederáa hacer lo siguiente :

A) En los bastidores donde no hayan diagonales deberán colocarse - estos elementos con madera de 3" x 3" o tirantes de alambre Nº 8, el cual deberá templarse y anclarse en sus extremos a la madera del marco por medio de grapas de 1".

B) El relleno usual con ladrillo, debe fijarse con malla de alambre (malla de gallinero) y enlucirlo.

C) Los bastidores reforzados como se indica en A, deben colocarse en las zonas adyacentes a vanos, y en las uniones de muros en escuadra, tal como se muestra en la figura 13.

D) Debe fijarse el bastidor al techo tal como se muestra en la figura 14.

E) El detalle de arriostre de bastidores reforzados se muestra en la figura 15.

RECOMENDACIONES GENERALES

a) En el proceso de reparación es necesario verificar las instalaciones sanitarias para asegurar la no existencia de fugas de agua y/o desague.

b) Es necesario chequear el estado del techo para asegurar su resistencia, en caso contrario, reforzar la estructura bajo el asesoramiento de un ingeniero idóneo.

LEYENDA

Vano	:	Hueco
Mortero	:	Mezcla
Tensor	:	Varilla de fierro de construcción
Aparejo	:	Nudo
Insertar	:	Hacer pasar
Fraguado	:	Endurecido
Apuntalar	:	Acción de colocar elementos verticales para sostener - otros.
Dintel	:	Elemento horizontal colocado en la parte superior de - los vanos de puertas y ventanas.

Arriostrar	:	Amarrar
Parapeto	:	Muro
Tarrajar	:	Labrar o hacer rosca.
Solera	:	Madero horizontal sobre el que descansa o se unen otros en una obra.

RECOMENDACIONES

5.3 RECOMENDACIONES PARA LA EDIFICACION DE VIVIENDAS DE LADRILLO

a) Las aberturas correspondientes a los vanos de las ventanas y puertas deben ser reforzadas en su parte superior con dinteles de hormigón armado con una longitud mínima de apoyo de 20 cm. a menos que sobre ella se apoye la losa o viga collar en forma directa.

b) Colocar sobre las paredes una viga collar, si tiene techo aligerado, para que le sirva de amarre e impida su libre vibración.

c) Se debe evitar el uso de cornisas en las fachadas, ya que en caso de sismo es el primero que se desprende.

d) Anclarse los parapetos en la losa.

e) Reforzar las paredes portantes con columnas de concreto armado.

f) Hacer las edificaciones en terrenos firmes y con un máximo de dos pisos, y la altura libre de techo a piso deberá ser de 2.6 m.

g) Deberá usarse una cimentación corrida.

h) Verificar la capacidad portante del terreno antes de empezar la construcción.

i) Mojar el ladrillo antes de ser asentado, a fin de asegurar su adherencia al mortero, y este debe rellenar íntegramente las juntas, tanto horizontales como verticales.

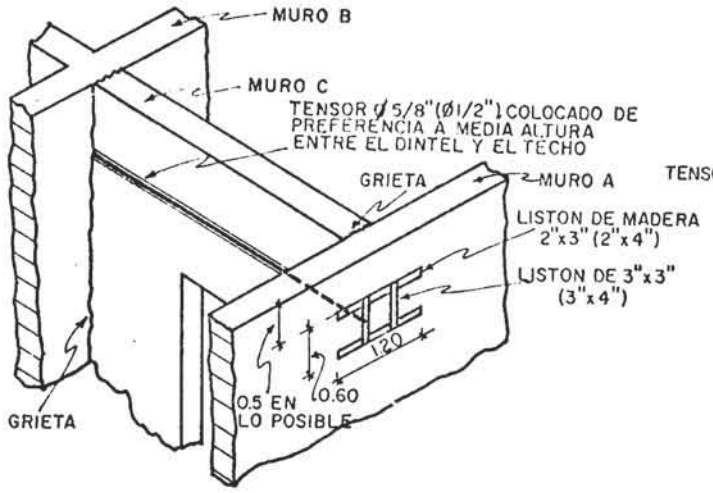


FIG. 1

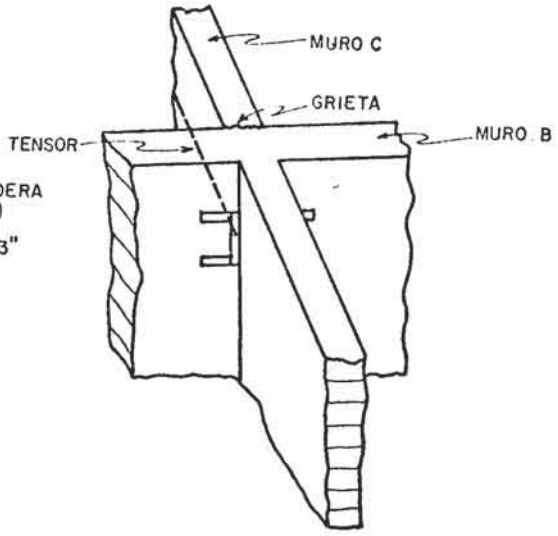
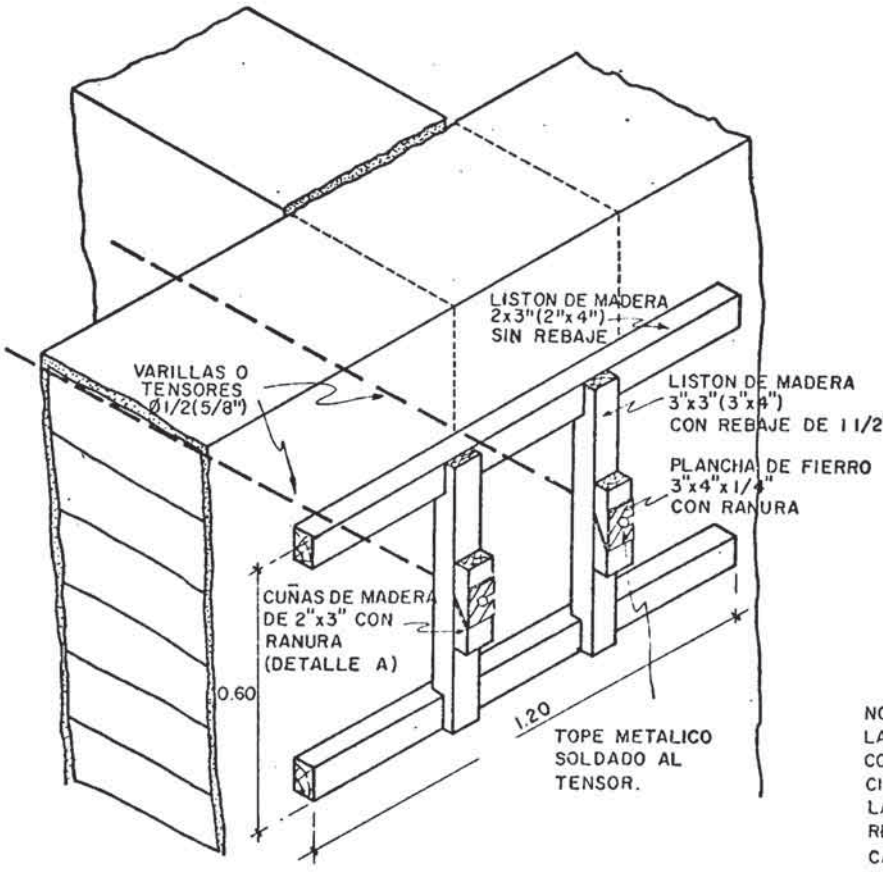


FIG. 2



DETALLE - A

NOTA:
LAS DIMENSIONES MOSTRADAS CORRESPONDEN A CONSTRUCCIONES DE UN PISO.
LAS DIMENSIONES ENTRE PARENTESIS CORRESPONDEN AL CASO EN QUE EXISTE UN SEGUNDO PISO DE QUINCHA.

FIG. 3

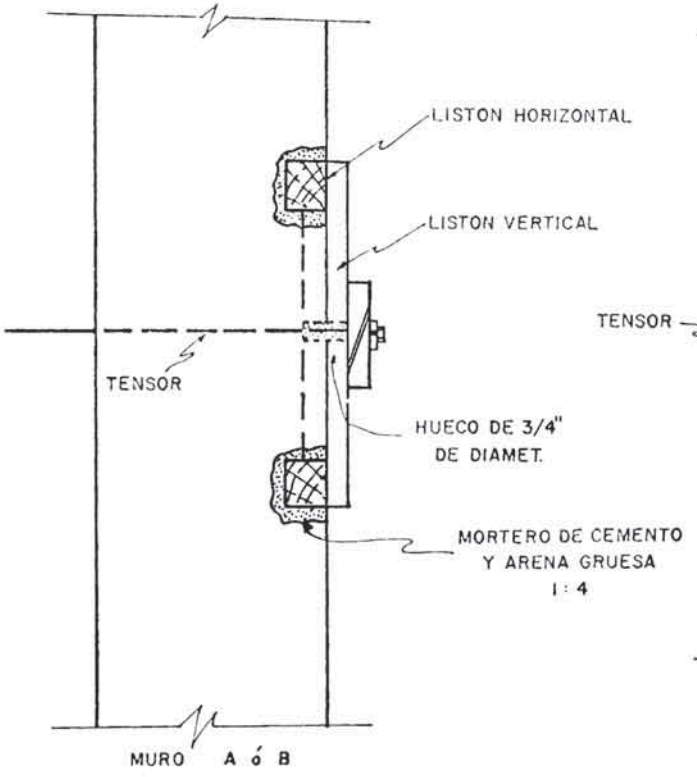


FIG. 4

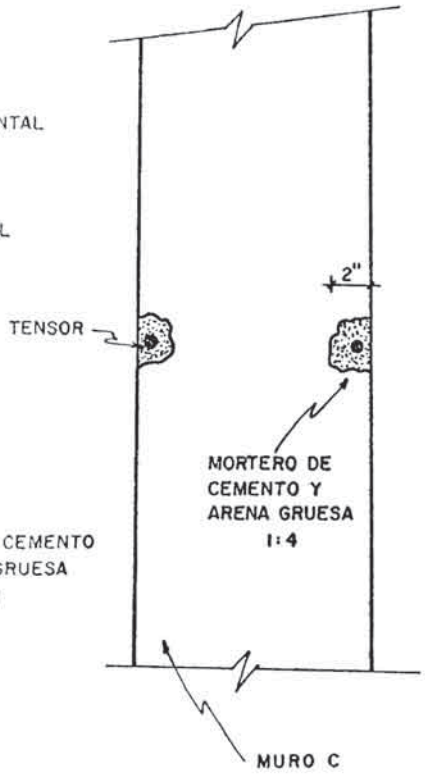


FIG. 5

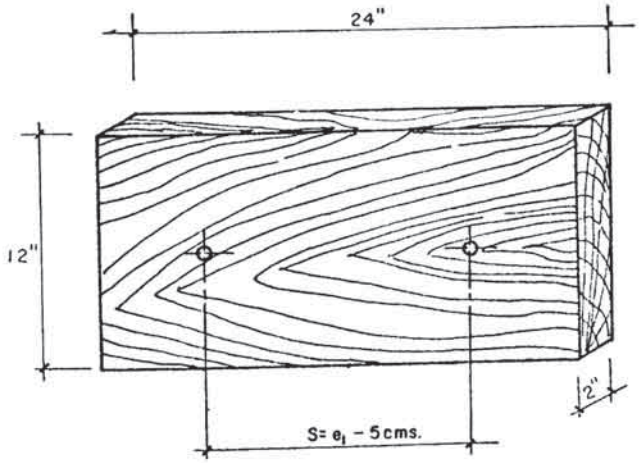
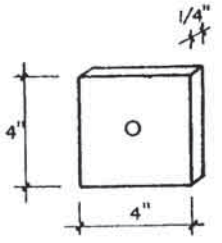


FIG. 6



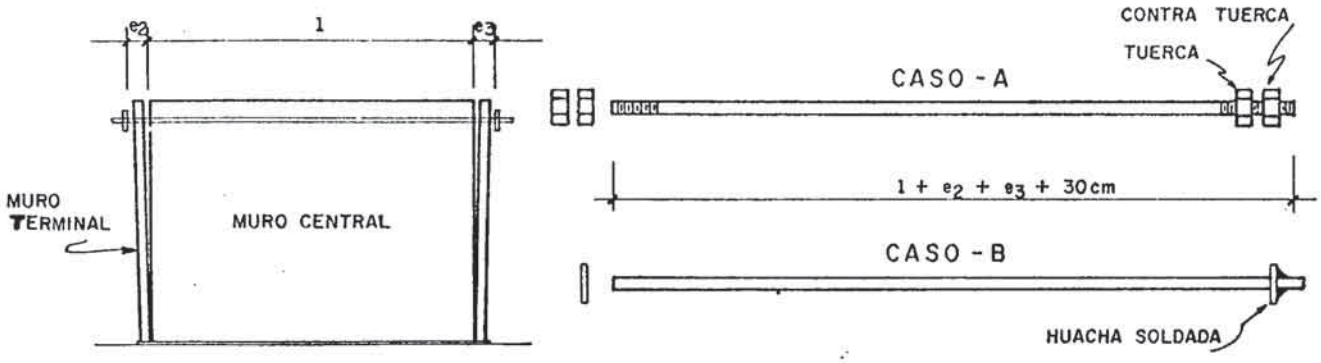


FIG. 7

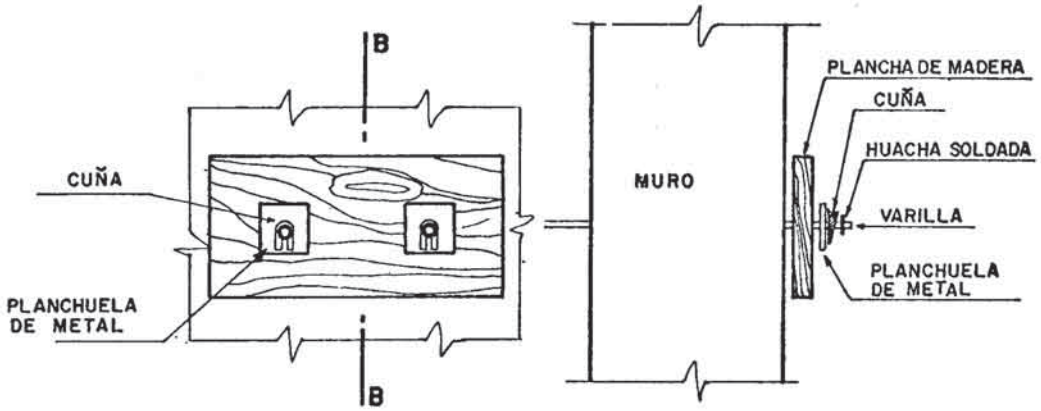
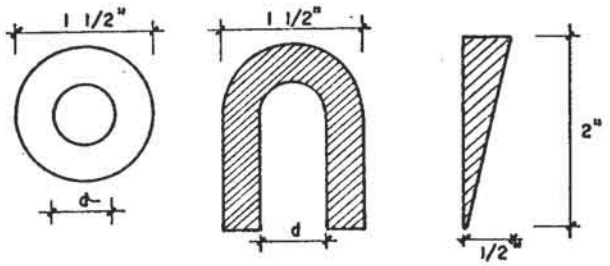


FIG. 7-a

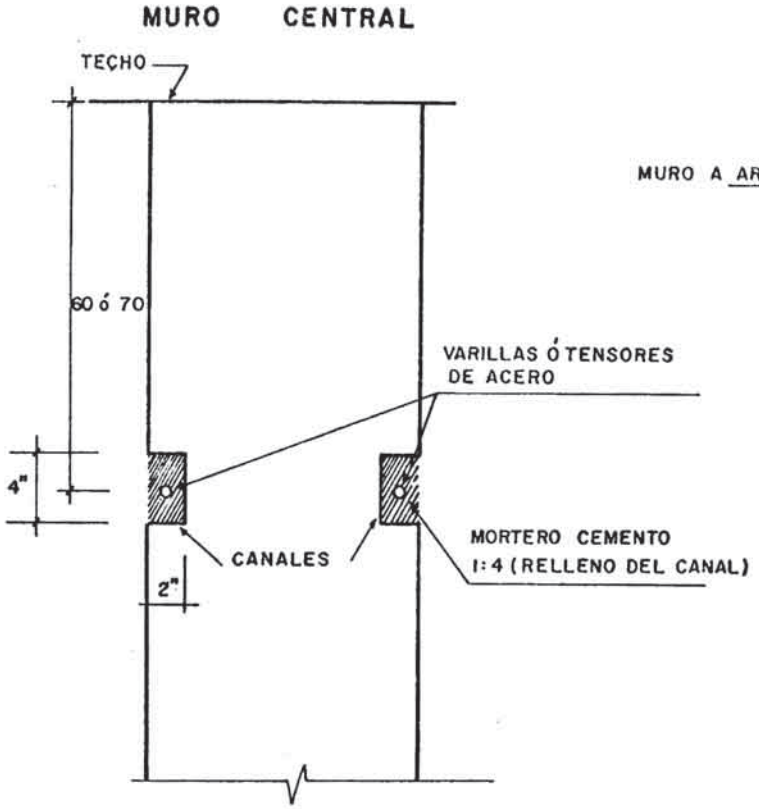


Huacha de fierro de 1/4" de espesor

d = 5/8" para varillas (tensores) de 1/2" de diámetro.

d = 3/4" para varillas (tensores) de 5/8" de diámetro.

FIG. 7-b

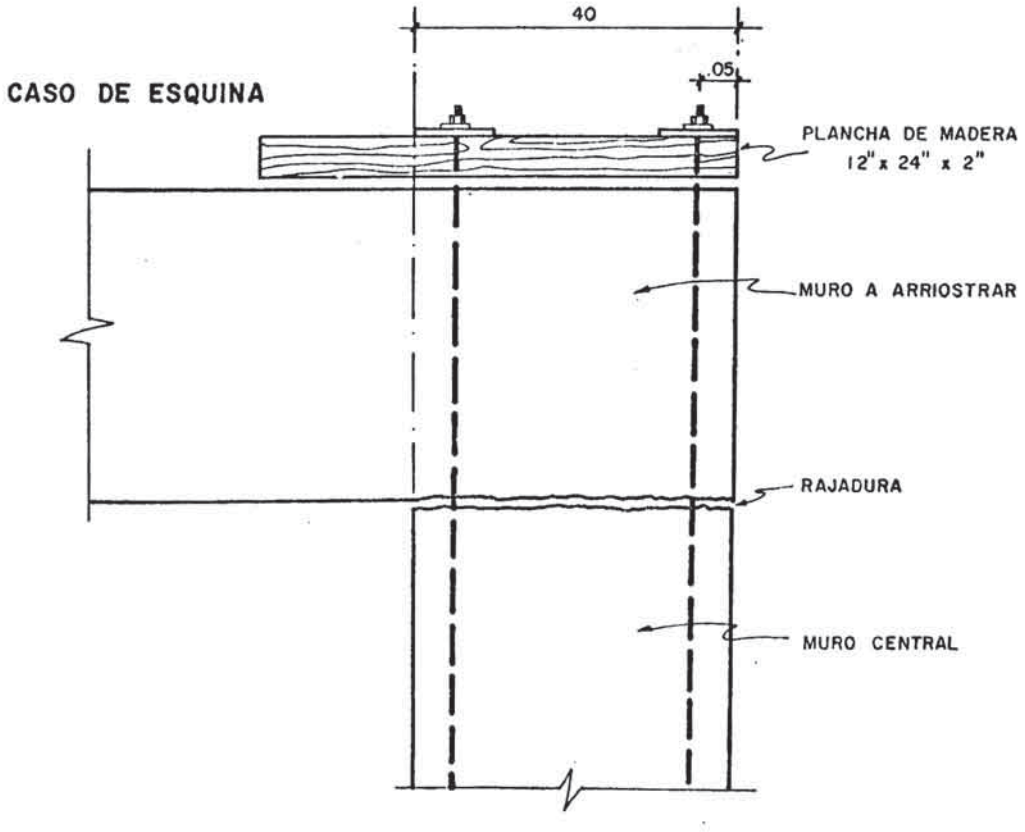


CORTE A-A

FIG. 7-c

PLANTA

FIG. 7-d



PLANTA

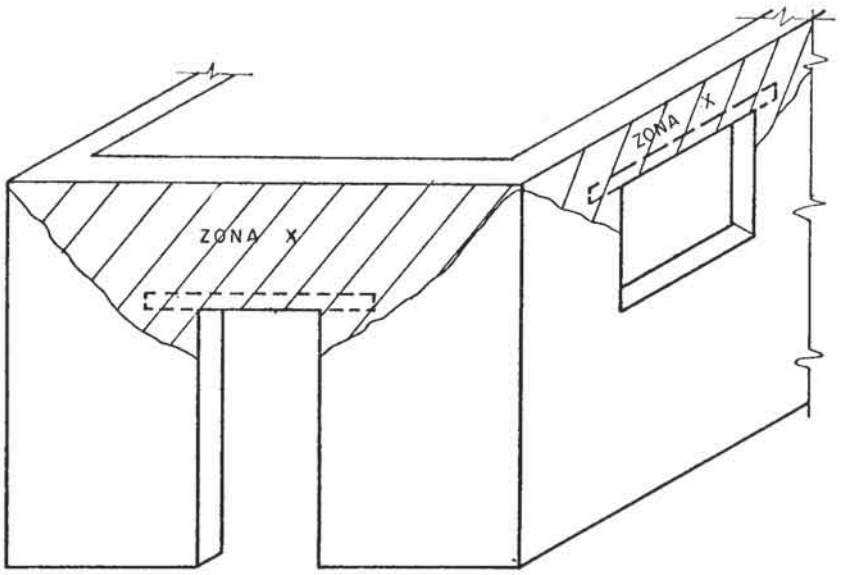


FIG. 8

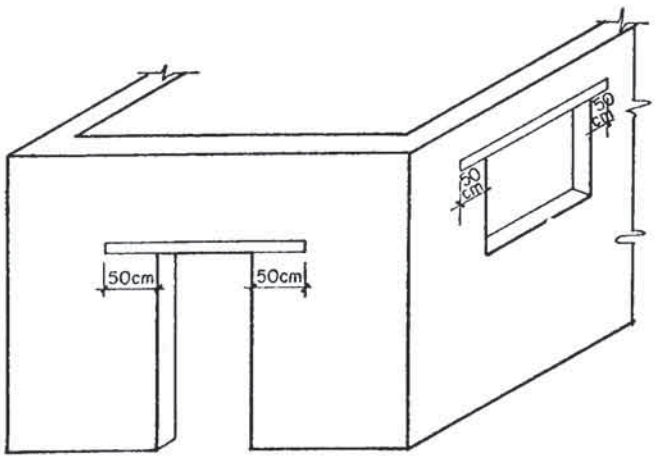
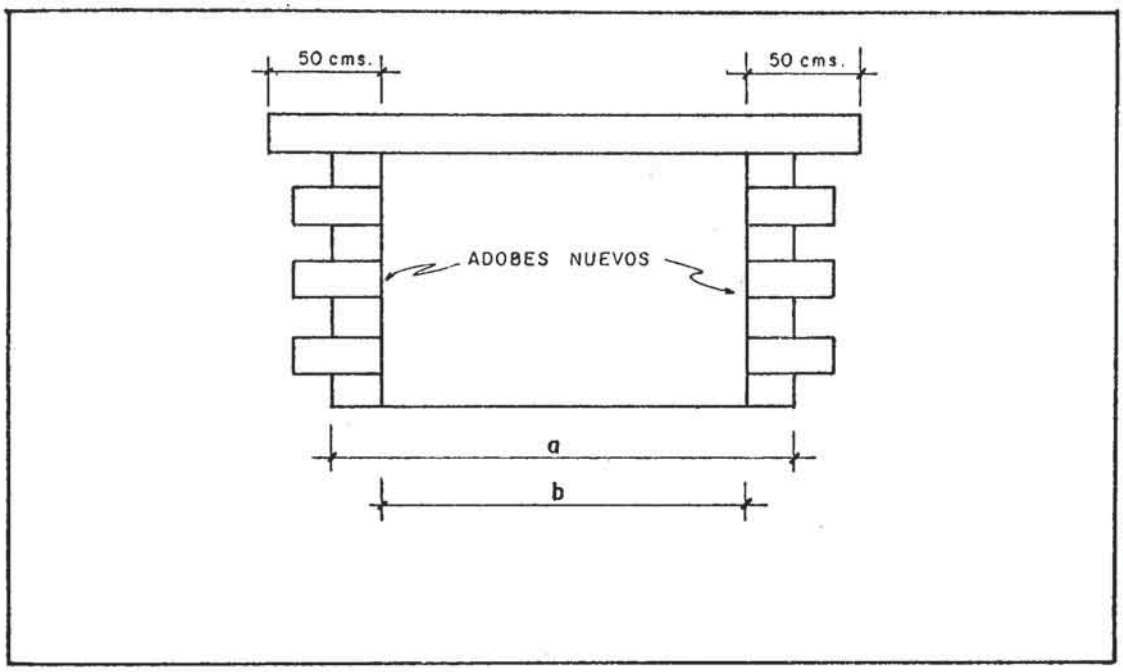


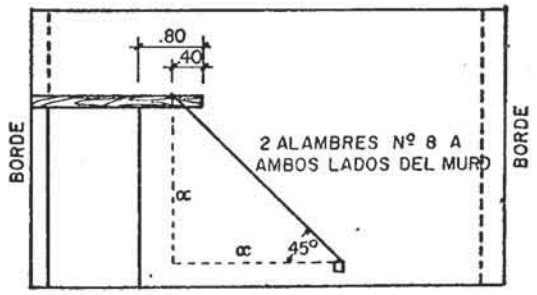
FIG. 9



a = Ancho del vano antes de la reduccion.
b = Ancho del vano hasta conseguir un apoyo de 50 cms. en ambos extremos.

FIG. 10

– Si puerta o ventana son extremos:



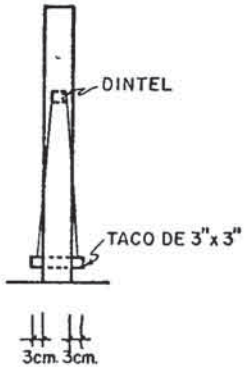
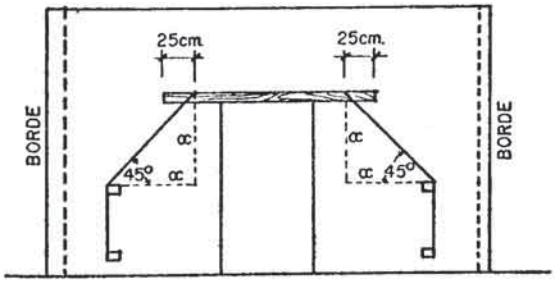


FIG. 11-a

– Si puerta o ventanas son intermedias:



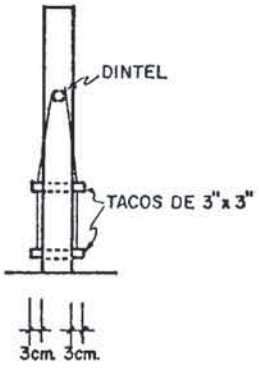
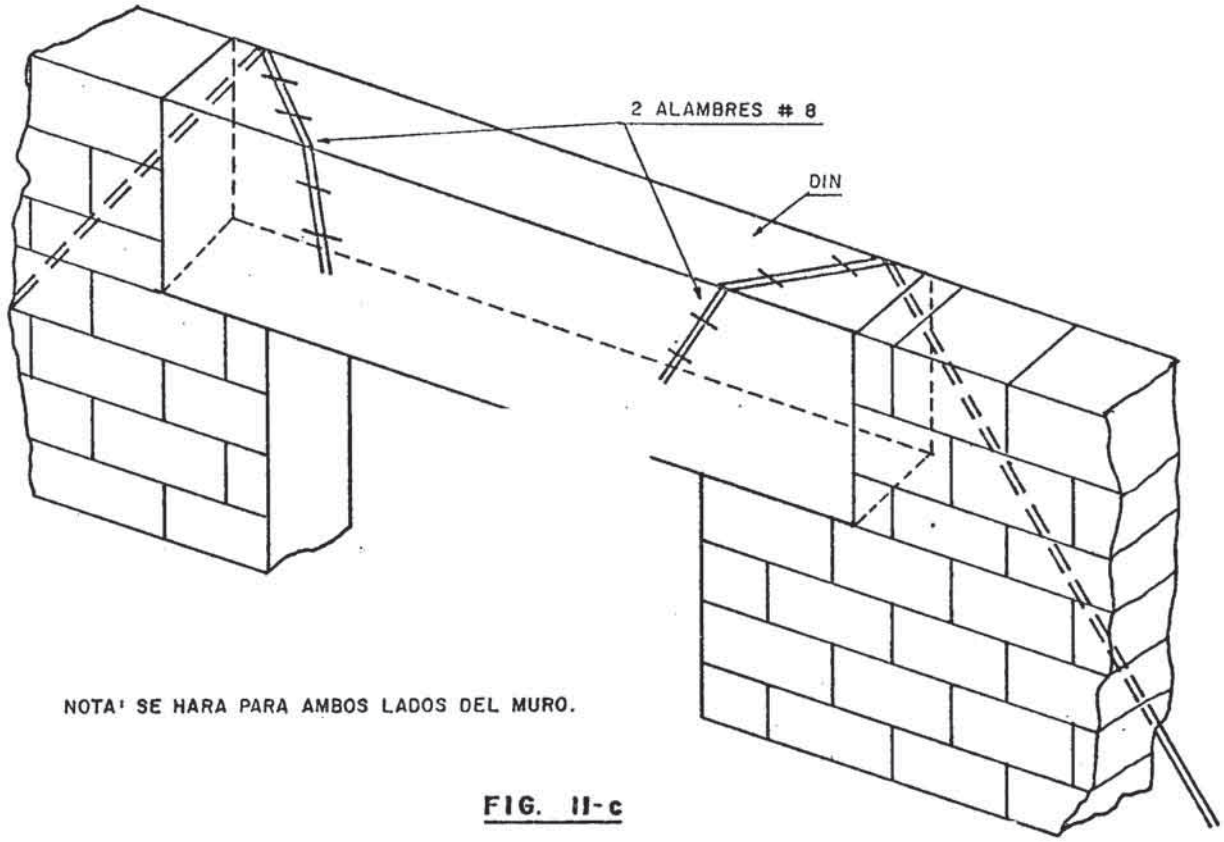


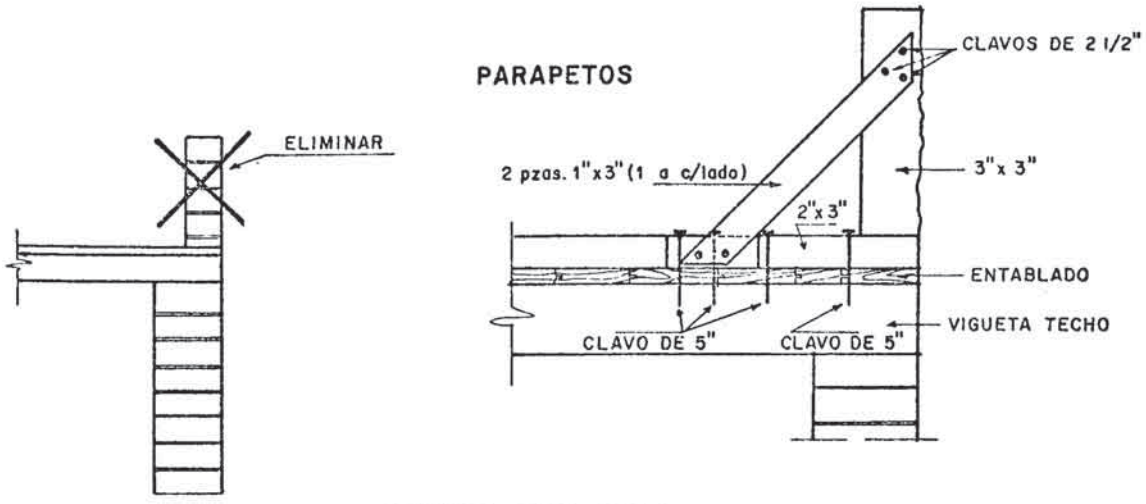
FIG. 11-b

- Detalle del engrampado del alambre:



NOTA: SE HARA PARA AMBOS LADOS DEL MURO.

FIG. II-c



ESCUADRA CADA 1.20 m.

FIG. 12

MUROS DE QUINCHA

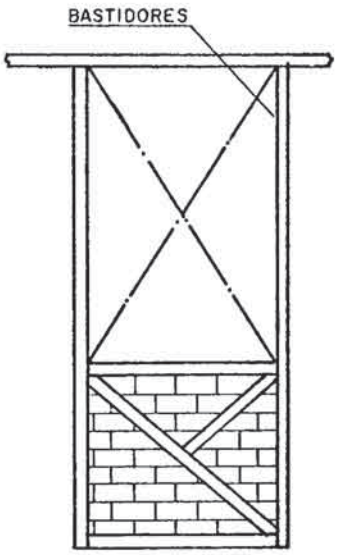
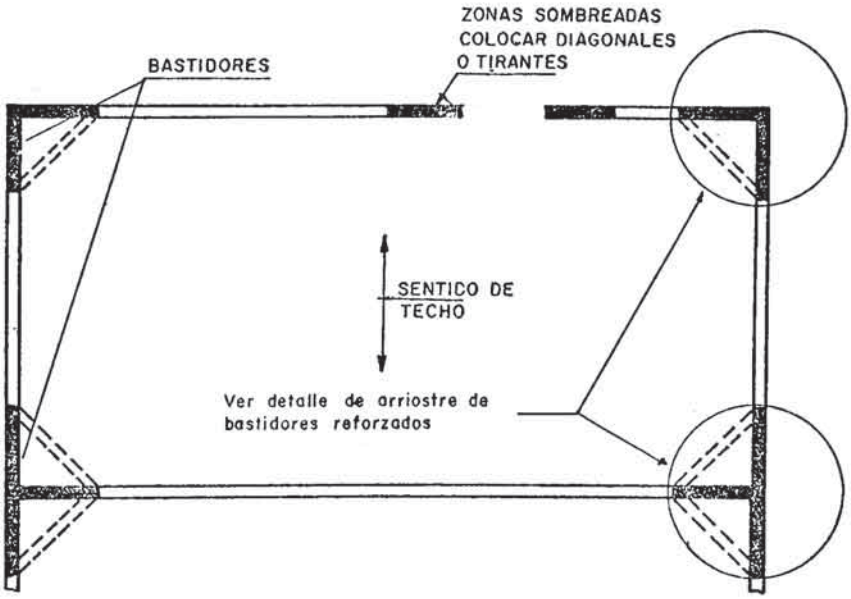


FIG. 13



PLANTA GENERAL

FIG. 14

— Detaile de arriostre de bastidores reforzados.

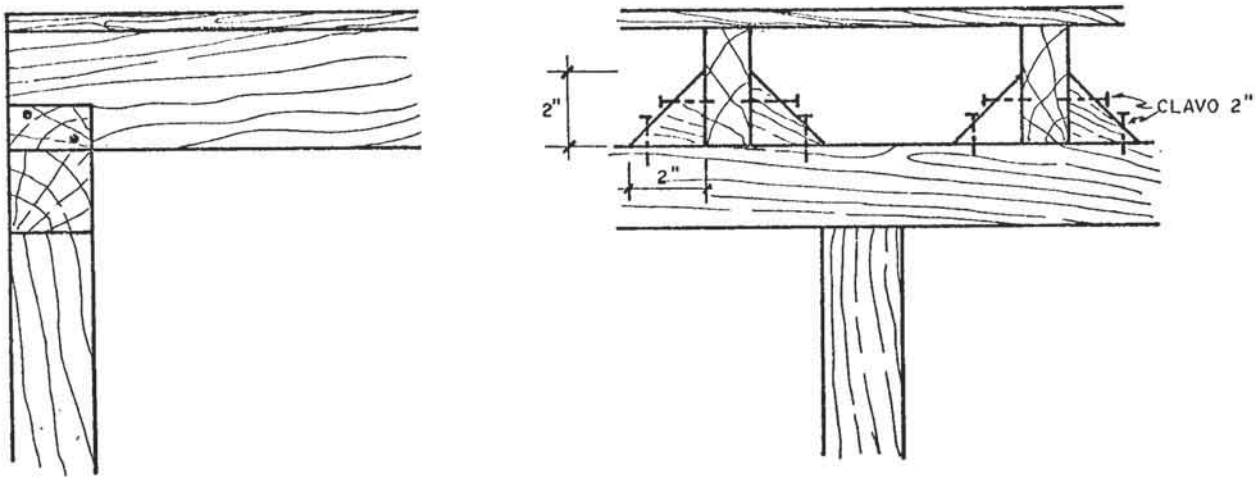


FIG. 15

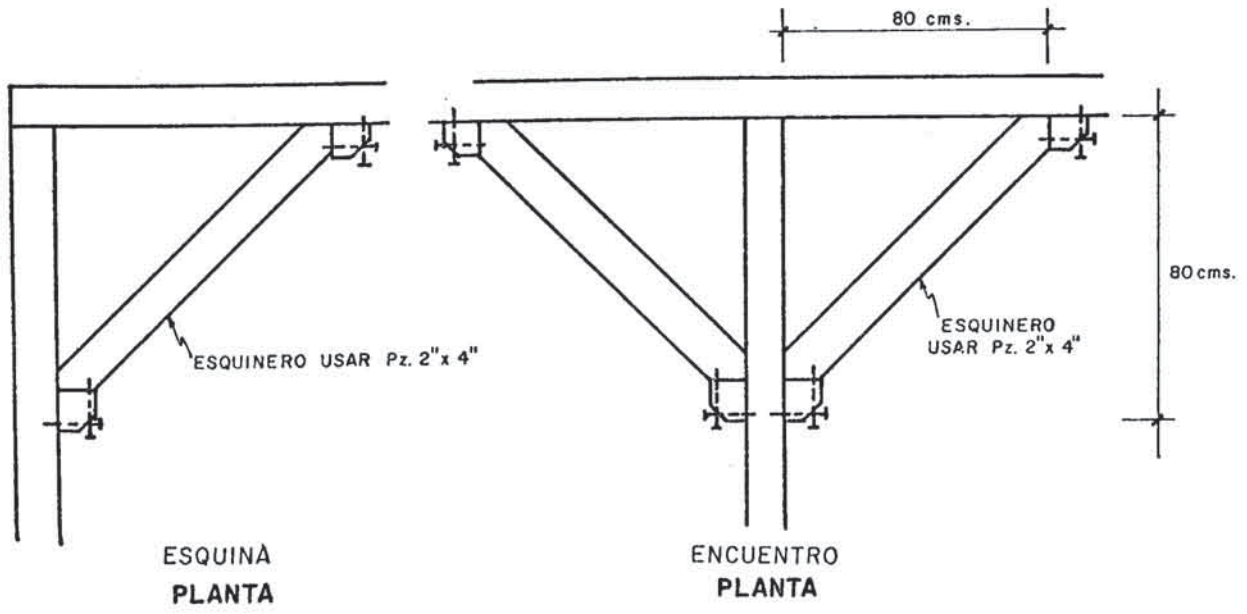


FIG. 16

ANEXOS

CAPITULO VII

VI ACELEROGRAFOS.-

- Definición
- Detalle de diseño de acelerógrafos
- Requerimientos de sensitividad
- Velocidad de Registro y Sistema de Arranque
- Medida del tiempo y requerimiento de energía

ACELEROGRAFOS

DEFINICION

Los acelerógrafos son instrumentos que miden las aceleraciones absolutas del terreno, proporcionando los datos necesarios para la construcción de espectros de respuesta durante movimientos sísmicos.

El diseño de los acelerógrafos está representado en la figura 1. La línea en el diagrama derecho superior representa el terreno, cuyo movimiento deseamos determinar. Se une al terreno una masa M, por medio de un resorte lineal y un elemento de amortiguamiento viscoso C. Esto constituye el instrumento, cuyo rendimiento es el desplazamiento relativo entre la masa y el terreno, el cual es medido sin un punto de referencia axial.

Esto nos puede demostrar de las ecuaciones del movimiento del sistema masa-resorte que a un período particular de movimiento del terreno, el registro del instrumento es proporcional a la aceleración del terreno.

Sin embargo, el factor de proporcionalidad depende del período del movimiento, y el objeto del diseño del instrumento es hacer la respuesta lo más independiente posible del periodo. El típico espectro de Fourier indica que la forma de la onda de aceleración del terreno incluye muchos componentes del período. Reproducir la forma de la onda con el debido cuidado es algo que para lograrlo, el instrumento debe registrar cada componente con el mismo factor de proporcionalidad.

La curva de respuesta del instrumento de la figura 1 muestra muy bien, cómo nuestro propósito puede ser logrado en la práctica. Esto sería visto que para una juiciosa selección del amortiguamiento, debe ser de alrededor de 0,6 a 0,7 del amortiguamiento crítico y es posible alcanzar características instrumentales que son aproximadamente constantes sobre una banda de período desde cero a un período cercanamente igual al período natural del Sistema Instrumental Masa-Resorte. Este último está indicando que el diseño de un acelerógrafo traduce satisfactoriamente dos condiciones: 1) El período natural del instrumento será mas pequeño que el período mas pequeño a ser medido y 2) El amortiguamiento sería de 0,6 a 0,7 del amortiguamiento

crítico. Bajo estas condiciones el instrumento proporcionará un registro fiel a la componente del período más pequeño, y todos los valores de los períodos más largos serían medidos con más cuidado.

Otra dificultad presente a tener en cuenta en el diseño del acelerógrafo es la referente a la fase alternada entre el movimiento del terreno y el desplazamiento relativo medido por el traductor. Si la fase alterna es la misma para ondas de todos los períodos, entonces la señal resultante sería simplemente alternada un poco en el tiempo, lo cual no sería consecuencia para cálculos de respuesta estructural.

Considerando que los períodos más cortos de interés en los movimientos sísmicos del terreno, alrededor de 0.1 segundos, es evidente que el período de acelerógrafo sería un poco menor que 0.1 segundos. El acelerógrafo USCGS standard considera este criterio y emplea un rango de 0.05 a 0.08 segundos. La desventaja de reducir el período del instrumento estriba en el hecho de que la sensitividad del instrumento es reducida.

DETALLE DE DISEÑO DE ACELEROGRAFOS

Una forma en la que el Sistema Resorte-Masa amortiguamiento del acelerógrafo teórico de la figura 1 aparece en la práctica, puede ser observado en el diseño diagramatizado del elemento del traductor horizontal del acelerógrafo USCGS, mostrado en la figura 2. En este instrumento, la masa en movimiento es un circuito de alambre que se mece en forma semejante al movimiento de una puerta alrededor del eje vertical de suspensión. Como el circuito de alambre rota, ésto mueve en el campo magnético, formado por un magneto permanente, y los remolinos corrientes inducidos en el circuito colocan fuerzas de amortiguamiento viscoso. La ventaja de una torsión un poco más que el arreglo rectilineal, es que los desplazamientos angulares pueden ser fácilmente amplificados y registrados óptimamente montando un espejo en la suspensión de torsión.

Una variante de este mismo elemento es empleada en los acelerógrafos AR240 y RFT250. En estos instrumentos, el simple circuito de alambre formando la masa sísmica es reemplazada por un espiral de alambre. Por cambio de la resitencia externa del circuito de espiral, el amortiguamiento puede ser colocado en un valor deseado. Una ventaja adicional del sistema

del espiral es que una señal eléctrica externa puede ser introducida fácilmente en el elemento traductor para propósitos de calibración. Una forma diferente de encontrar los mismos resultados finales, el acelerógrafo Japones SMC, posee el elemento traductor cuya masa sísmica es soportada sobre el fin de una barra rígida que rota alrededor de una bizagra.

Por los movimientos muy pequeños el sistema registra movimientos rectilineos. La masa sísmica por sí misma forma el piston del sistema de amortiguamiento de aire, el que es provisto con suficientes espacios y en esta forma se logra el amortiguamiento crítico.

El amortiguador de aire tiene la ventaja de una relativa independencia de amortiguamiento con temperatura.

El movimiento rectilineo de la masa es magnificada 16 veces - por un sistema nivelador económico, y el registro final es secreto en un papel encerrado por medio de una aguja de zafiro. Aunque la amplitud registrada, es pequeña, la línea grafica es muy fina por lo que puede ser efectuada la magnificación del registro si se desea. En orden a reducir los requerimientos de energía de la bateria, el papel registrador es impulsado por motor de resorte mecánico.

Los resultados generales obtenidos en los instrumentos de arriba, son logrados por diferentes medios en el acelerógrafo 02 diseñado en Nueva Zelandia. El elemento traductor en este mecanismo es una pequeña masa montada sobre cuatro resortes formados en pares, los cuales contraen la masa a rotar alrededor de un eje simple. El amortiguamiento es provisto por el - agregado a la masa de una pala que mueve un aceite silicona. Son agregados también espejos a la masa y emplea una película de 35mm.

REQUERIMIENTOS DE SENSITIVIDAD

La primera consideración incluída en la sensitividad instrumental necesaria es que las aceleraciones de los sismos mas grandes posibles puedan colocarse en una escala. Esto requiere también que la escala debe ser tal que los datos período-aceleración puedan ser leídos del registro con un conveniente cuidado para cálculo de respuestas sísmicas.

Estudios detallados han indicado que la aceleración máxima causada por movimientos sísmicos en los terrenos aluvionales no es mayor que 0.5g. y que la duración del movimiento sísmico no es mayor que 45 seg. . Son consideraciones teóricas las que incluyen el mecanismo probable de generación y propagación de ondas sísmicas, también sugieren que los valores limitados de 0.5g. son correctos. La práctica corriente ha tendido a tomar como límite-máximo a 1.0g, . La sensitividad actual de los instrumentos depende de los detalles de la técnica de registro.

Algunos instrumentos son diseñados para que escriban un registro-corto sobre un papel impresor angosto con una linea fina, así que el registro pueda ser magnificado por lecturas cuidadosas.

VELOCIDAD DE REGISTRO Y SISTEMA DE ARRANQUE

La velocidad de registro debe ser tal que la forma de ondas complicadas puede ser medida con un cuidado adecuado para análisis espectral y para cálculos de respuestas sísmicas una velocidad de 1cm/seg ha sido estandarizado por algunos acelerógrafos. Ahora se acepta que una velocidad mas alta sería mas deseable y una velocidad de 2cm/seg. simplificaría los procesos de análisis de datos.

A esas velocidades de registro, un registro fiel en 24 horas es completamente impracticable, y entonces se presenta la necesidad de algún tipo de arranque de inercia activado por el sismo.

Este mecanismo es acaso el componente mas crítico de todo el acelerógrafo y es la parte mas dificultosa de especificar y diseñar. Puesto que los primeros registros del acelerógrafo puede contener significativos datos de aceleración es fundamental que el acelerógrafo pueda ser accionado tan pronto sea posible y que los tiempos de tardanza del elemento cuenta, sistema de tardanza , impulso del motor sean los mas pequeños posibles. De otra manera, si los arranques operan también valores bajo de excitación período-aceleración, esto puede ser en funcionamiento por vibraciones no sísmicas extrañas o por serie de sismos pequeños, no -

destructivos con el peligro de que registros puedan ser largos antes de que ocurra el sismo fuerte.

MEDIDA DEL TIEMPO Y REQUERIMIENTOS DE ENERGIA

Aunque una escala absoluta de tiempo no es necesario para trabajos de movimientos fuertes es necesario tener cuidado en el registro del tiempo y que puedan llevarse a cabo cuidadosos procesos de datos tales como la determinación de espectros y cálculos de respuestas. Muchos acelerógrafos contienen un mecanismo para tomar uno o dos registros por segundo, con una regulación relativa sobre el registro de 1% de error. Puede ser también una ventaja el interconectar los instrumentos localizados en el mismo lugar para que provean datos con la misma regulación del tiempo.

Un acelerógrafo requiere una fuente independiente de energía necesaria para su funcionamiento durante la ocurrencia del sismo, independiente del sistema local de energía. Esto se solucionaría por un empleo de un acumulador que cumple el papel de fuente de energía y que continuamente sea cargado por la fuente de energía local.

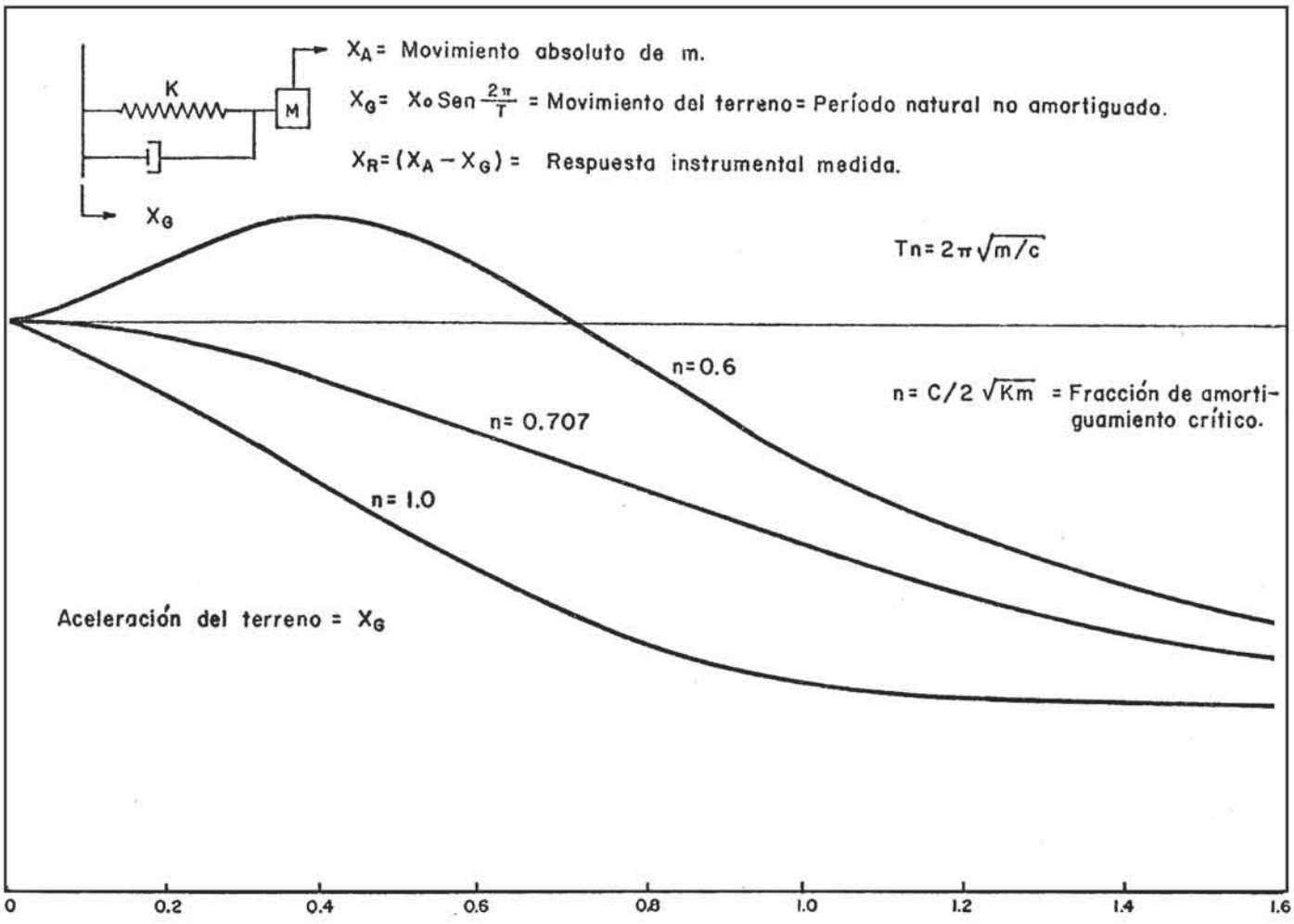


FIG. 1 - PRINCIPIOS DE DISEÑO DEL ACELEROGRAFO
(SEGUN HUDSON , 1970)

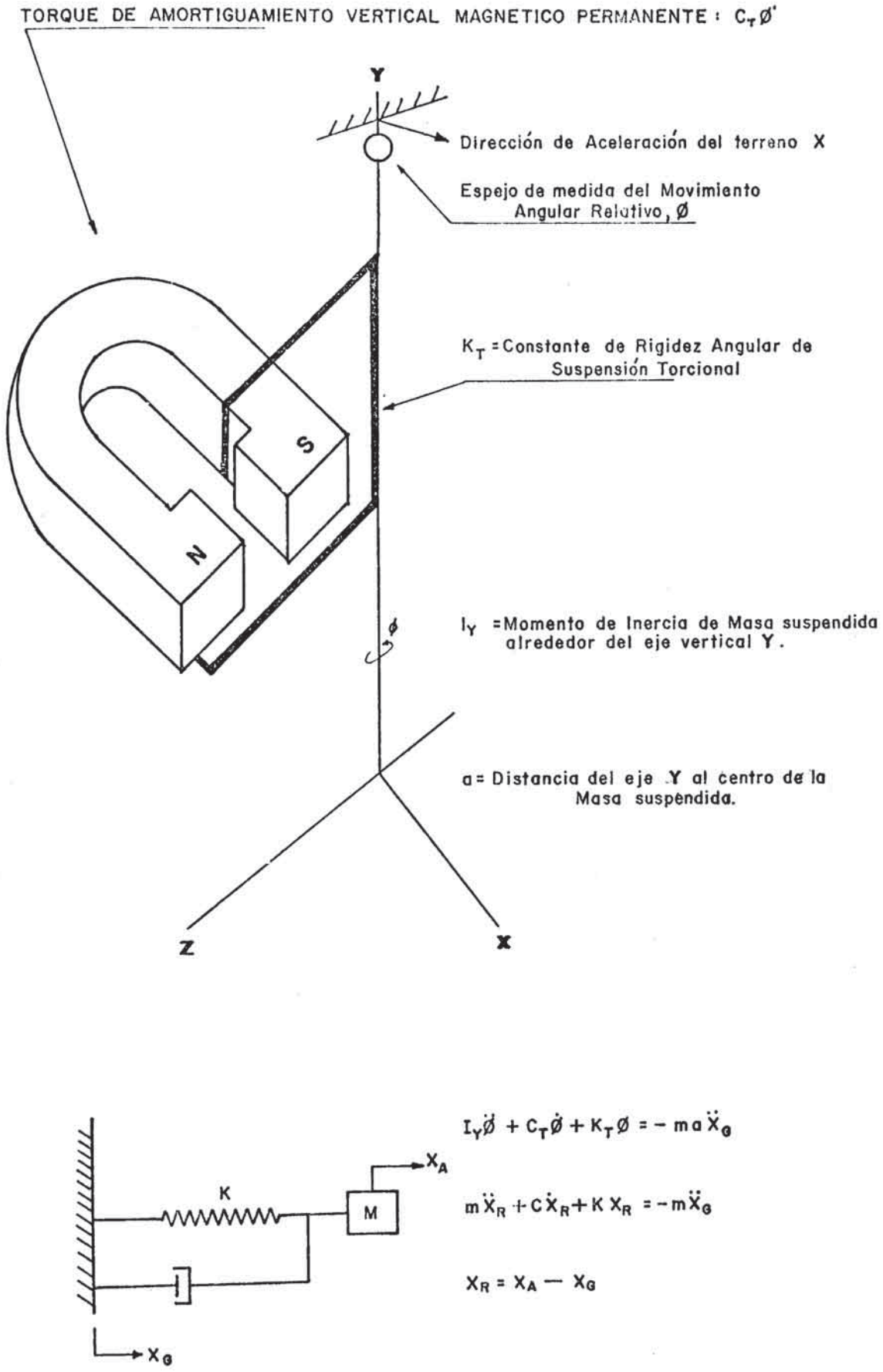


Fig. 2 DIAGRAMA ESQUEMATICO DEL ACELEROGRAFO USCGS

CAPITULO VII

VII ANALISIS DE TERREMOTOS PERUANOS

- Terremotos peruanos analizados
  - a) Equipo de digitalización
  - b) Método de digitalización
  - c) Correcciones de la línea base
  - d) Espectro de respuesta

  Tabla III : Terremotos peruanos analizados

  Tabla IV : Intensidad espectral de Housner para la duración total del acelerograma.

  Tabla V : Intensidad de Arias para distintas duraciones del registro.

  Tabla VI : Intensidad espectral de Housner.- Influencia de la duración del registro.

- Medida de la Severidad de un Terremoto

  Funciones de Autocorrelación de acelerogramas.

- Análisis espectral de los seis acelerogramas más severos - registrados en Lima.
  - Espectro de respuesta
  - Intensidad de Housner
  - Intensidad de Arias y Aceleración Cuadrática Media
  - Duración del Registro. Su influencia en los espectros - de respuesta.
  - Influencia de la duración del acelerograma en la intensidad de Housner.
  - Corte del registro. Su influencia en la corrección de la linea base.
  - Correlograma.
  - Tablas y gráficos.

ANALISIS DE TERREMOTOS PERUANOS

El presente es un resumen de los trabajos sobre sismos ocurridos en el Perú en los últimos 20 años efectuados por el Dr. Raúl Husid (*) y colaboradores.

Se destacan los principales terremotos entre 1947 y 1974 enfocándose y analizándose los aspectos sismológicos, estructurales, como una evaluación de intensidades y distribución de daños.

Se han analizado, en primer lugar, todos los acelerogramas disponibles registrados en la ciudad de Lima, Perú y luego se hace un análisis espectral de los seis acelerogramas mas severos.

1. Terremotos Peruanos Analizados:

Se procedió a digitalizar todos los acelerogramas limeños utilizando el equipo Benson Lehner, definiéndose a continuación los pasos seguidos para ello:

a) Equipo de digitalización:

El equipo de digitalización Benson Lehner utilizado en este estudio está compuesto por el Telecordex Tipo 282 E y el-- Datareducer 099 D.

El Telecordex contabiliza y almacena los datos obtenidos de la digitalización del acelerograma, los cuales son registra--

---

(*) Profesor de Dinámica de Estructuras (Universidad de Chile)-, Profesor de Ingeniería Antisísmica (universidad F. Sta.María)e Investigador del Departamento de Geofísica y Geodesia de la - Universidad de Chile.

dos por una perforadora de tarjetas IBM.

El Datareducer es un instrumento de lectura destinado a reducir los acelerogramas a una forma digital.

b) Método de digitalización

Los acelerogramas utilizados por los autores y que proporcionó el Sr. W.K. Cloud; fueron copias de los originales y se digitalizaron con el Datareducer 099 D, asimilando el acelerograma a una poligonal. En general, se leyeron las coordenadas de los peaks del registro, pero, cuando era necesario, se leían puntos intermedios para obterner una mejor representación del acelerograma.

Las lecturas de las c oordenadas corresponden a las de la línea central que recorre la banda del acelerograma.

c) Correcciones de la línea base

La determinación del eje corregido de las aceleraciones se hizo de acuerdo al criterio desarrollado por G.V. Berg y G.W. Housner (1, 2), quienes propusieron como línea-base una parábola de segundo grado.

d) Espectro de Respuesta

La teoría del espectro de respuesta fue iniciada por Benioff y Biot y desarrollada por Housner y Hudson, todos en el California Institute of Technology.

El Espectro de respuesta ha sido introducido en la mayor parte de los códigos modernos de diseño antisísmico para determinar las fuerzas horizontales para las cuales ha de ser diseñada la estructura.

Si designamos por x el desplazamiento absoluto de la masa m de un oscilador lineal de un grado de libertad con amortiguación viscosa, e el desplazamiento absoluto del suelo, se definen los espectros de respuesta de desplazamiento relativo, velocidad relativa, aceleración absoluta y pseudovelocidad como se indica a continuación:

Espectro de desplazamiento relativo: $S_d = \left| x-y \quad \text{máx} \right|$ 1

Espectro de velocidad relativa: $S_v = \left| \dot{x}-\dot{y} \quad \text{máx} \right|$ 2

Espectro de aceleración absoluta : $S_a = \left| \ddot{x} \quad \text{máx} \right.$ 3

Espectro de pseudovelocidad : S_{pv}

$$S_{pv} = \left| \int_0^t \ddot{y}(T) e^{-\frac{c}{c_c}\omega(t-T)} \operatorname{sen} \omega \sqrt{1-\left(\frac{c}{c_c}\right)^2}\,(t-T)\,dT \right| \text{máx.} \quad 4$$

donde:

$\frac{c}{cc}$: grado de amortiguación viscosa.

ω : frecuencia circular no amortiguada.

Tabla III

TERREMOTOS PERUANOS ANALIZADOS

Terremoto N°	Ubicación Acelerógrafo	Fecha	Componente	Acelerógrafo	Referencia
11	Lima-Perú	1-XI-1947	N82°W	USCGS	54
12			N 8°E	"	54
13	Lima-Perú	6-III-1949	N 82°W	USCGS	54
14			N 8 °E	"	54
15	Lima-Perú	31-I-1951	N 82°W	USCGS	54
16			N 8° E	"	54
17	Lima-Perú	3-VIII-1952	N 82°W	USCGS	54
18			N 8°E	"	54
19	Lima-Perú	21-IV-1954	N 82°W	USCGS	54
20			N 8°E	USCGS	54
21	Lima-Perú	29-8-1954	N 82°W	"	54
22			N 8°E	USCGS	54
23	Lima-Perú	20-9-1954	N 82°W	"	54
24			N 8°E	USCGS	54
25	Lima-Perú	24-1-1957	N 82°W	"	54
26			N 8° E	USCGS	54
27	Lima-Perú	18-2-1957	N 82°W	"	54
28			N 8°E	USCGS	54
29	Lima-Perú	23-4-1958	N 82°W	"	54
30	Lima-Perú	17-10-1966	N 82°W	USCGS	54, 56
31			N 8°E	"	54, 56
32	Lima-Perú	31-5-1970	N 13.5 W	USCGS	56
33			S 76.5W	"	56
34	Casma-Perú	31-5-1970	Long.	DGSG	(Geotech)
35			Transv.	"	(Geotech)
36	Casma-Perú	31-5-1970	Long.	DGSG	(Geotech)
37			Transv.	DGSG	

En la tabla IV se presenta para cada terremoto los valores de la intensidad de Housner y además se indica la duración elegida en segundos. Se puede apreciar la fuerte influencia que el grado de amortiguamiento tiene sobre la intensidad propuesta por Housner.

Como un primer intento para determinar la influencia que tiene la elección del trozo de acelerograma digitalizado en los resultados obtenidos se procedió a calcular tanto la intensidad de Arias como la aceleración cuadrática media, ambas en función del tiempo, para cada uno de los terremotos peruanos.

TABLA IV

INTENSIDAD ESPECTRAL DE HOUSNER PARA LA DURACION TOTAL DEL ACELEROGRAMA

Terr	tf	Ih (pies)				
N°	(seg)	c/cc=0.0	c/cc=0.02	c/cc=0.05	c/cc=0.10	c/cc=0.20
11	25.1	0.27	0.17	0.13	0.10	0.07
12	24.7	0.26	0.16	0.12	0.09	0.07
13	17.2	0.08	0.05	0.04	0.04	0.03
14	17.0	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02
15	20.0	0.35	0.28	0.26	0.24	0.21
16	20.1	0.19	0.12	0.10	0.08	0.06
17	20.0	0.22	0.15	0.11	0.09	0.06
18	20.0	0.19	0.12	0.10	0.07	0.06
19	25.0	0.24	0.16	0.11	0.09	0.07
20	25.0	0.24	0.16	0.12	0.09	0.07
21	14.9	0.12	0.08	0.07	0.05	0.04
22	14.7	0.14	0.09	0.07	0.05	0.04
23	14.3	0.10	0.07	0.06	0.05	0.04
24	14.3	0.13	0.10	0.08	0.06	0.05
25	20.2	0.16	0.11	0.09	0.07	0.05
26	20.1	0.16	0.11	0.09	0.07	0.05
27	25.3	0.21	0.13	0.10	0.09	0.07
28	25.8	0.23	0.14	0.11	0.09	0.07
29	15.1	0.10	0.07	0.05	0.05	0.04
30	67.6	2.57	1.47	1.11	0.87	0.63
31	67.5	2.85	1.88	1.51	1.22	0.94

En la tabla V se presentan para todos los terremotos peruanos analizados, los valores de la intensidad de Arias para diferentes duraciones del acelerograma.

TABLA V

INTENSIDAD DE ARIAS PARA DISTINTAS DURACIONES DEL REGISTRO

Terr	$10\, I_A/g$(seg)				
N°	t=5seg	t=10seg	t=15seg	t=25seg	t=45seg
11	0.18	0.49	0.68	0.94	-
12	0.33	0.60	0.79	1.23	-
13	0.18	0.25	0.31	-	-
14	0.12	0.15	0.18	-	-
15	11.55	12.15	12.39	-	-
16	7.18	7.56	7.69	-	-
17	2.94	4.14	4.54	-	-
18	2.61	3.67	3.84	-	-
19	3.47	5.88	6.89	7.52	-
20	2.49	4.38	5.39	6.03	-
21	1.34	1.48	1.52	-	-
22	0.64	0.73	0.78	-	-
23	0.82	0.85	0.86	-	-
24	0.44	0.53	-	-	-
25	0.76	1.13	1.33	-	-
26	0.50	0.70	0.88	-	-
27	3.17	3.61	3.74	3.87	-
28	3.72	4.07	4.22	4.50	-
29	1.97	2.06	2.13	-	-
30	3.71	19.18	35.64	718.63	973.99
31	3.46	13.52	27.94	1444.28	1270.26
34	5.86	7.60	-	-	-
35	6.36	8.76	-	-	-
36	4.86	5.35	-	-	-
37	7.34	8.57	-	-	-

Para cada uno de los terremotos peruanos analizados se encontró que los tiempos de espectro ocurrían para valores del tiempo menores que aquellos donde la curva I_A vs. t tenian poca pendiente.

INTENSIDAD DE LA DURACION DEL ACELEROGRAMA EN LA INTENSIDAD DE HOUSNER

Al estudiar las variaciones de la intensidad de Housner cuando se considera distintas duraciones para un mismo acelerograma, se obtuvo los resultados que se presenta en la tabla VI. Se observa que la intensidad de Housner se ve afectada en forma significativa al variar la duración considerada, siempre que en el gráfico L vs. t, la duración menor no esté dentro de la zona final de pequeña pendiente .

TABLA V I

INTENSIDAD ESPECTRAL DE HOUSNER INFLUENCIA DE LA DURACION DEL REGISTRO

Terr.	t(seg)	In (pies)		
		c/cc=0.0	c/cc=0.02	c/cc=0.05
15	20.0	0.35	0.28	0.26
15	10.3	0.34	0.28	0.25
16	20.1	0.19	0.12	0.10
16	8.1	0.16	0.12	0.10
18	20.0	0.19	0.12	0.10
18	12.0	0.14	0.10	0.08
21	14.9	0.12	0.08	0.07
21	11.0	0.10	0.08	0.06
23	14.3	0.10	0.07	0.06
23	6.6	0.09	0.07	0.06
27	25.3	0.21	0.13	0.10
27	9.3	0.16	0.12	0.10
29	15.1	0.10	0.07	0.05
29	13.5	0.09	0.07	0.06
29	6.2	0.06	0.05	0.04
30	67.6	2.57	1.47	1.11
30	36.0	2.20	1.40	1.08
31	67.5	2.85	1.88	1.51
31	36.0	2.53	1.83	1.48

Medida de la Severidad de un Terremoto :

Algunos autores han utilizado en el pasado la aceleración máxima de un terremoto como la medida de la severidad a éste, pero los resultados obtenidos mostraron que la aceleración máxima no es suficiente para estimar la capacidad de destrucción de un sismo. Se ha utilizado, frecuentemente, la aceleración cuadrática media para la duración completa del temblor, como una medida de su severidad. Como se verá más adelante, aún cuando la idea es buena, resulta bastante sensible a la duración elegida del temblor. Se ha encontrado que, en muchos casos, sólo la consideración de la forma como varía la aceleración Cuadrática Media con el tiempo permite explicar algunos fenómenos que aparecen en el estudio de la respuesta de estructuras que pueden sufrir colapso.

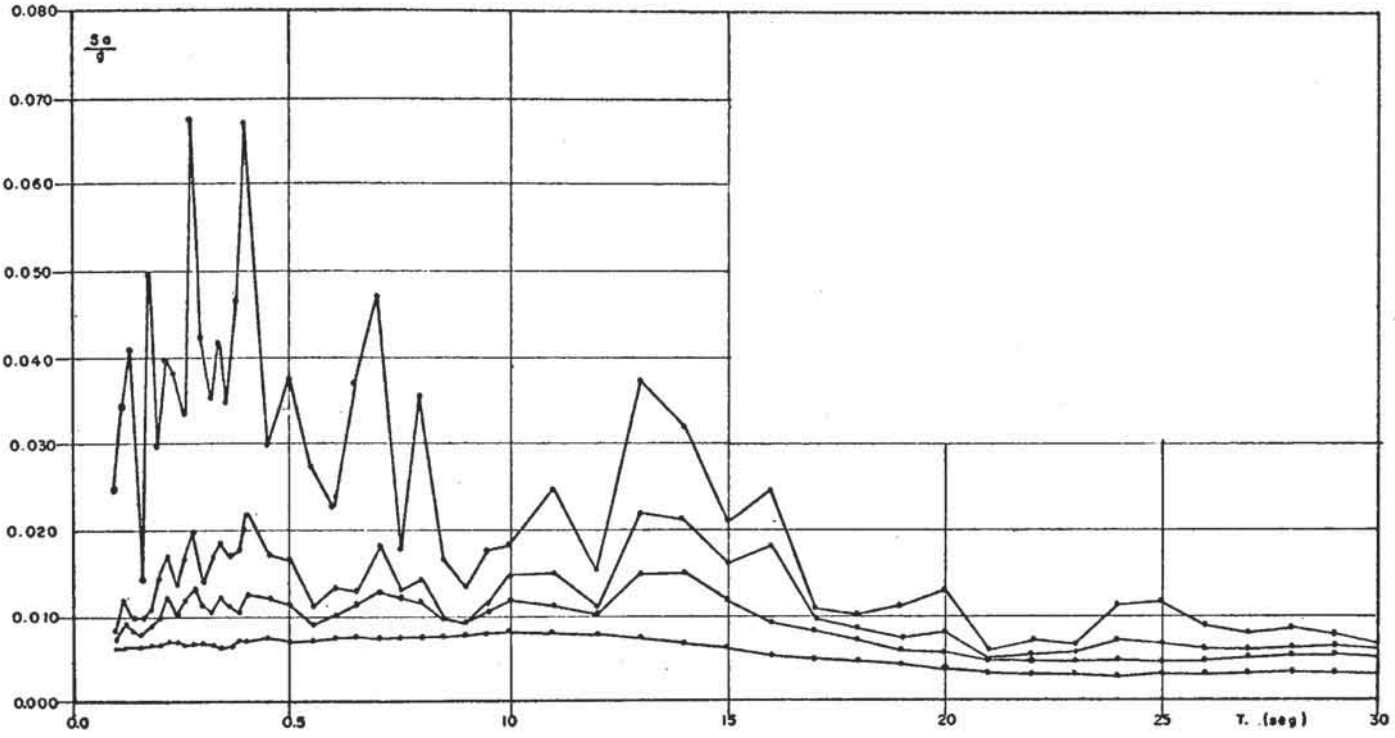
La intensidad de Housner se basa en el espectro de pseudovelocidades. Para un grado de amortiguamiento, se le define como el área encerrada bajo el espectro de pseudovelocidades entre dos abcisas extremas: T = 0.10 seg. y T = 2.5 seg. La intensidad espectral de Housner mide la intensidad del sismo en una dirección dada, que es aquella en la que se registró el acelerograma a partir del cual se calculó el espectro correspondiente.

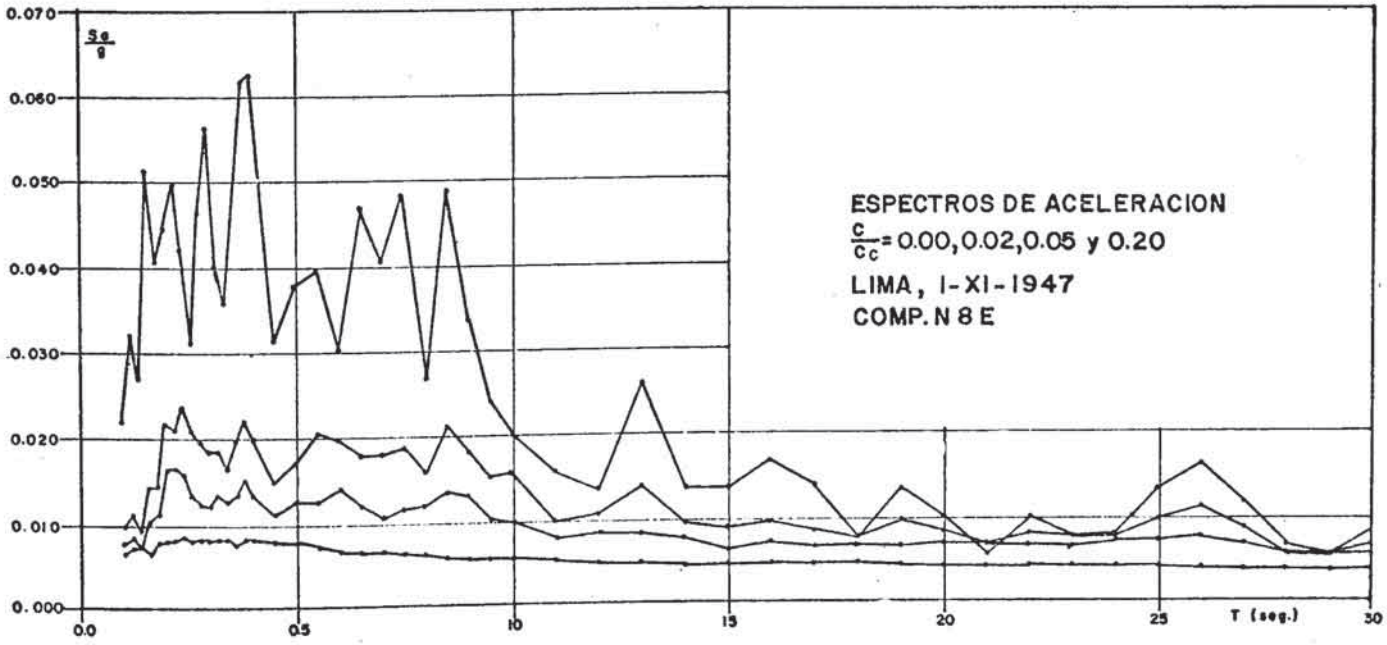
Esta medida de intensidad es bastante sensible al grado de amortiguamiento considerado.

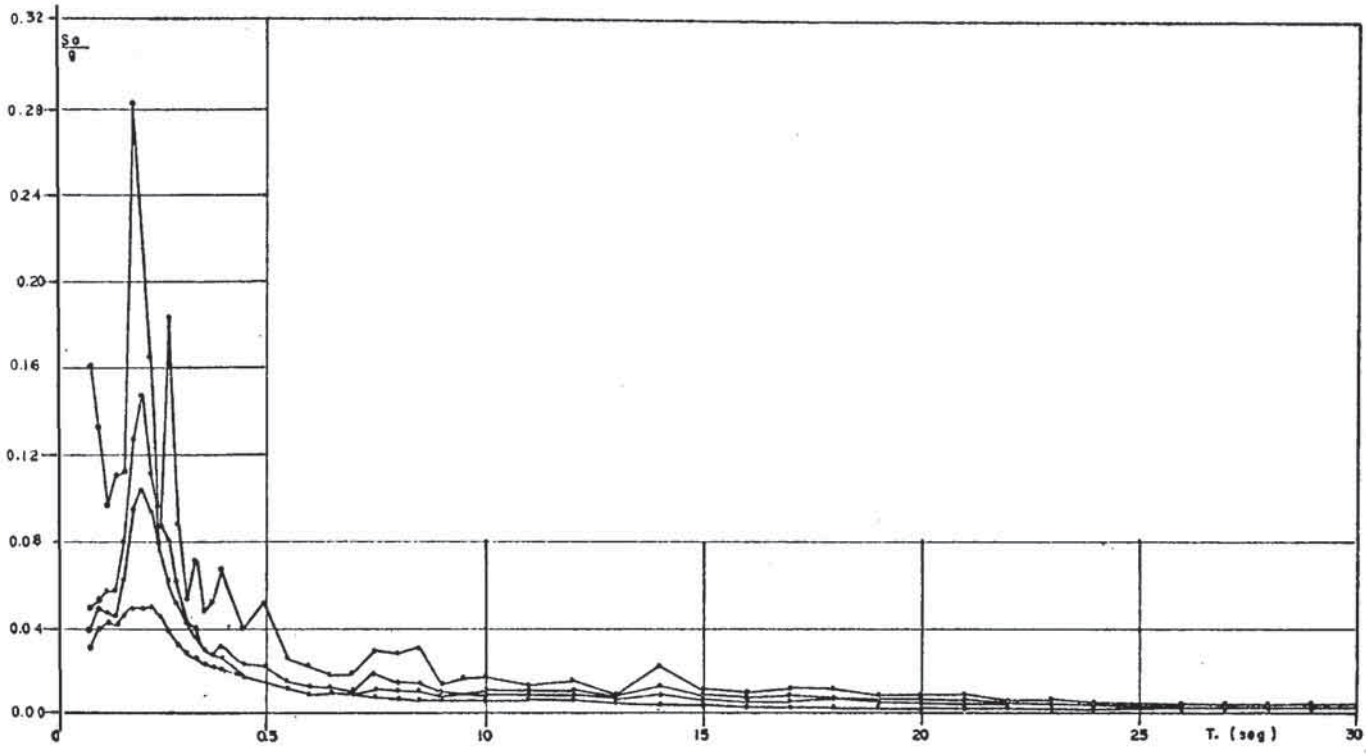
La intensidad de Arias se define como la cantidad de energía por unidad de peso disipada por una familia de osciladores de un grado de libertad, cuyas frecuencias están comprendidas en el rango (0, + 00), para un terremoto y amortiguamiento dados. Dado que la influencia del grado de amortiguamiento sobre la intensidad de Arias I_A es pequeña, la definición se ha normalizado para un grado de amortiguamiento nulo, con lo cual resulta :

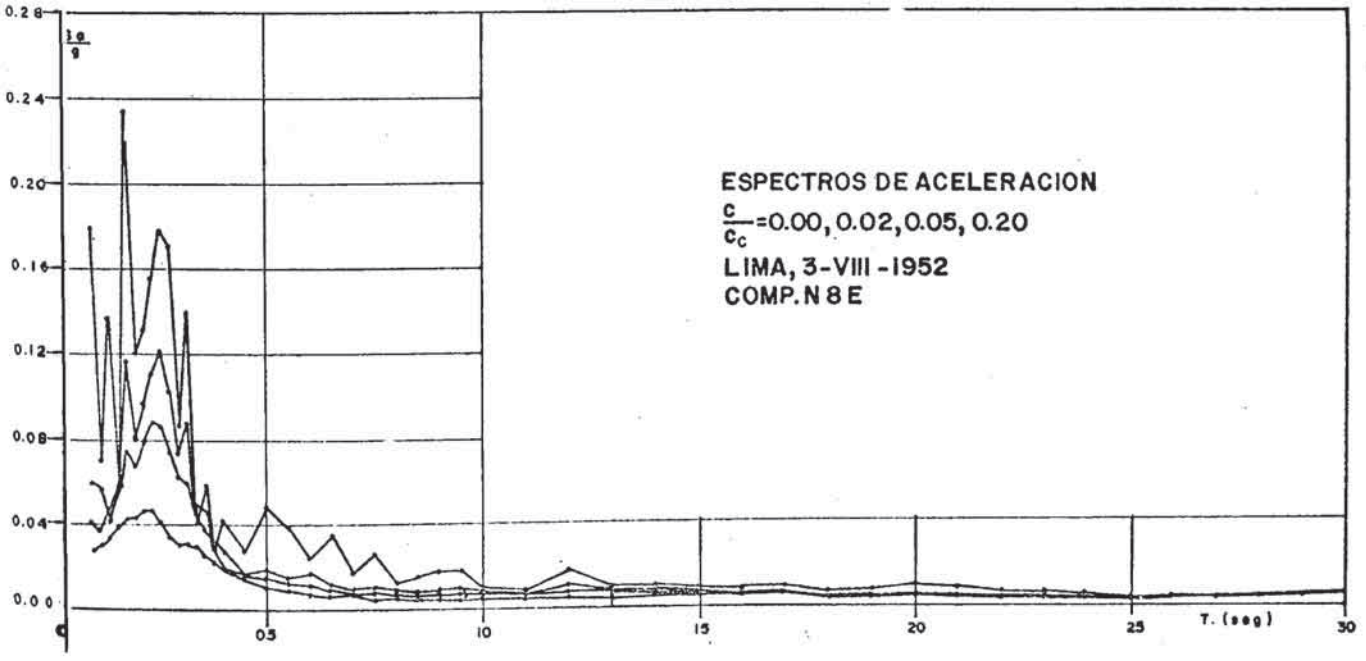
$$I_A = \frac{2\pi}{2g} \int_0^{to} a^2 (T) \, dT \qquad (5)$$

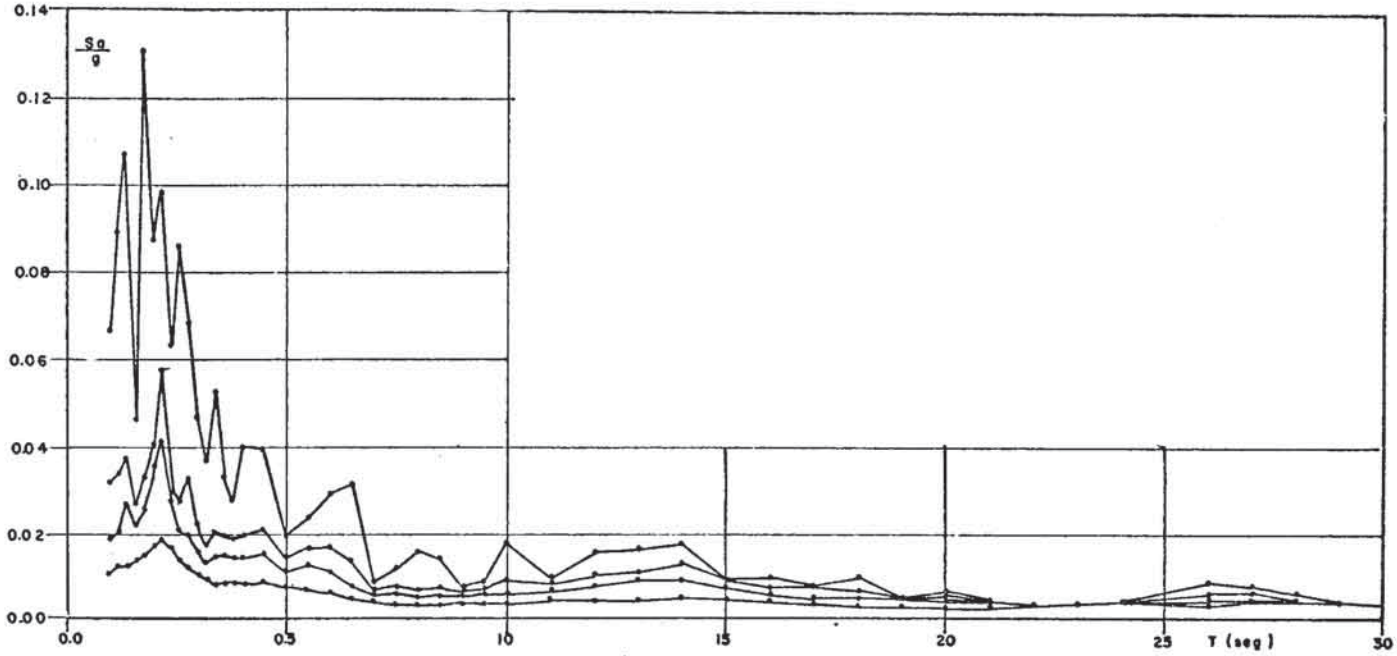
donde t_o es la duración del terremoto.

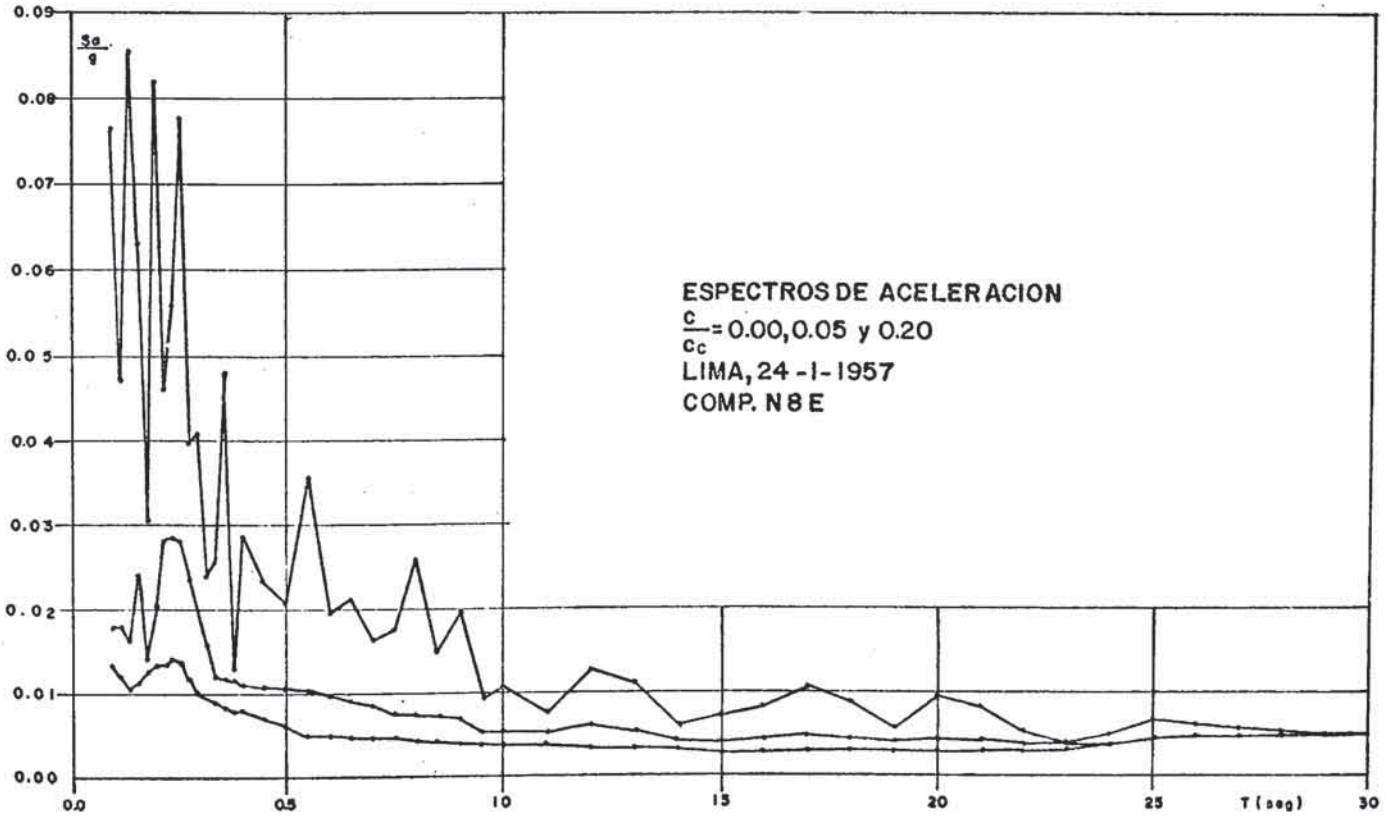

Sa/g
0.080
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
0.0
0.5
10
15
20
25
T. (seg)
30

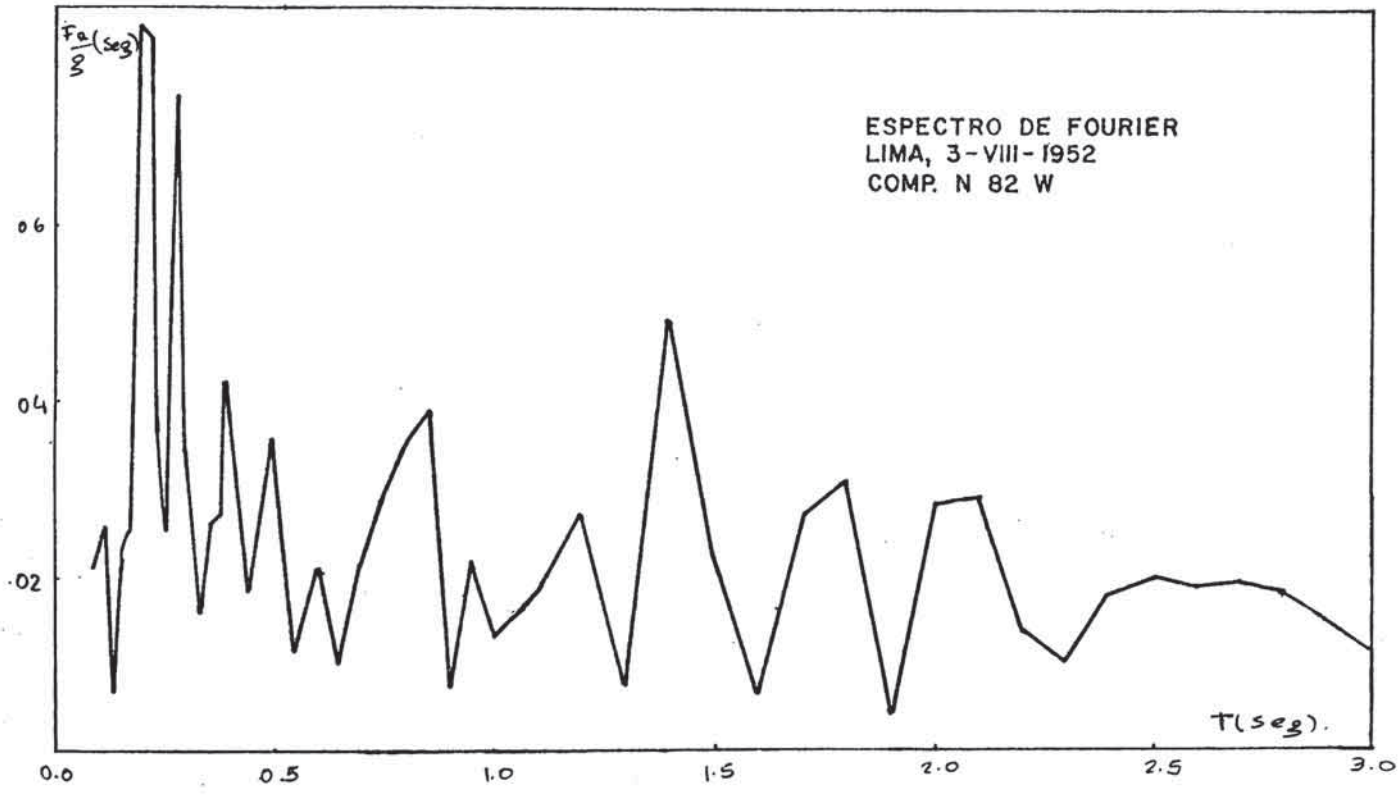

Sa/g
0.070
0.060
0.050
0.040
0.030
0.020
0.010
0.000
0.0
0.5
10
15
20
25
T (seg.)
30
ESPECTROS DE ACELERACION
C/Cc = 0.00, 0.02, 0.05 y 0.20
LIMA, I-XI-1947
COMP. N 8 E


0.32
Sa/g
0.28
0.24
0.20
0.16
0.12
0.08
0.04
0.00
0
0.5
10
15
20
25
T. (seg)
30

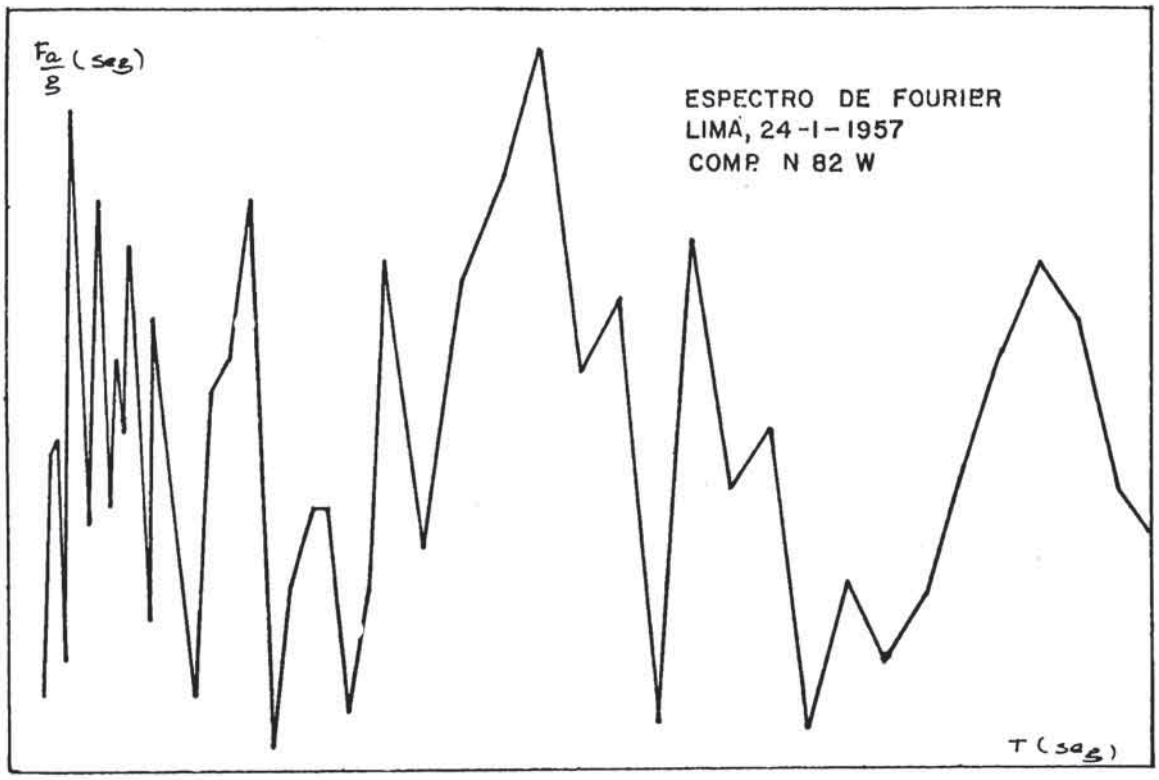

0.28
Sa/g
0.24
0.20
0.16
0.12
0.08
0.04
0.00
0
0.5
10
15
20
25
T. (seg)
30
ESPECTROS DE ACELERACION
C/Cc=0.00, 0.02, 0.05, 0.20
LIMA, 3-VIII-1952
COMP. N 8 E

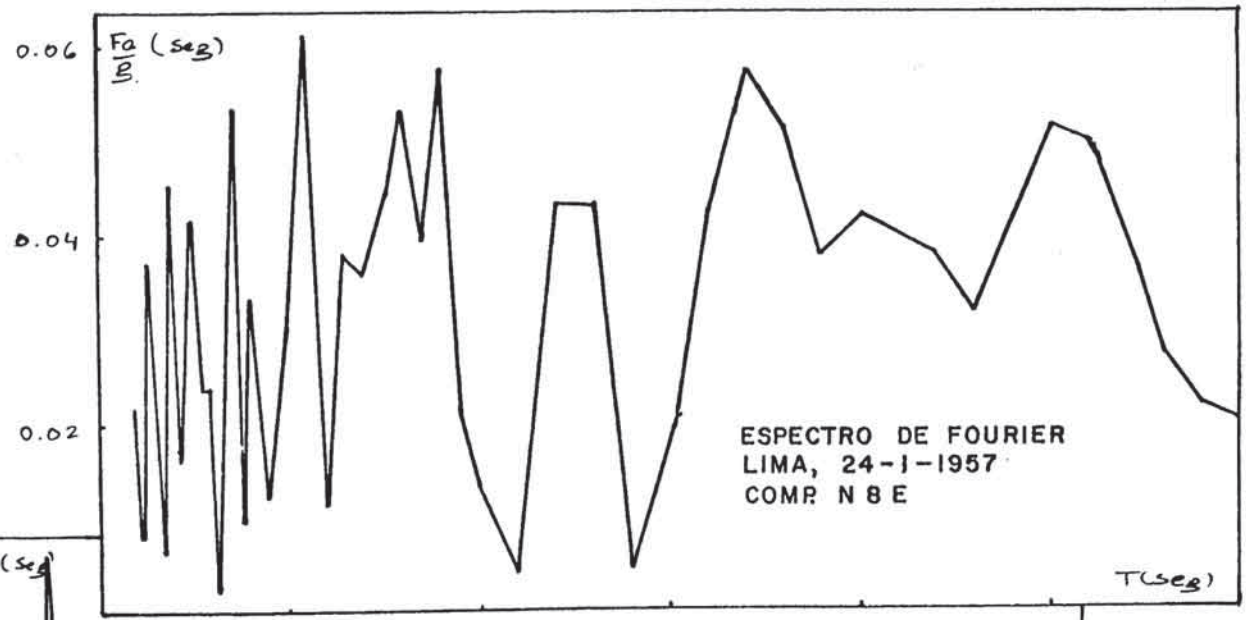

0.14
Sa/g
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
0.0
0.5
10
15
20
25
T (seg)
30

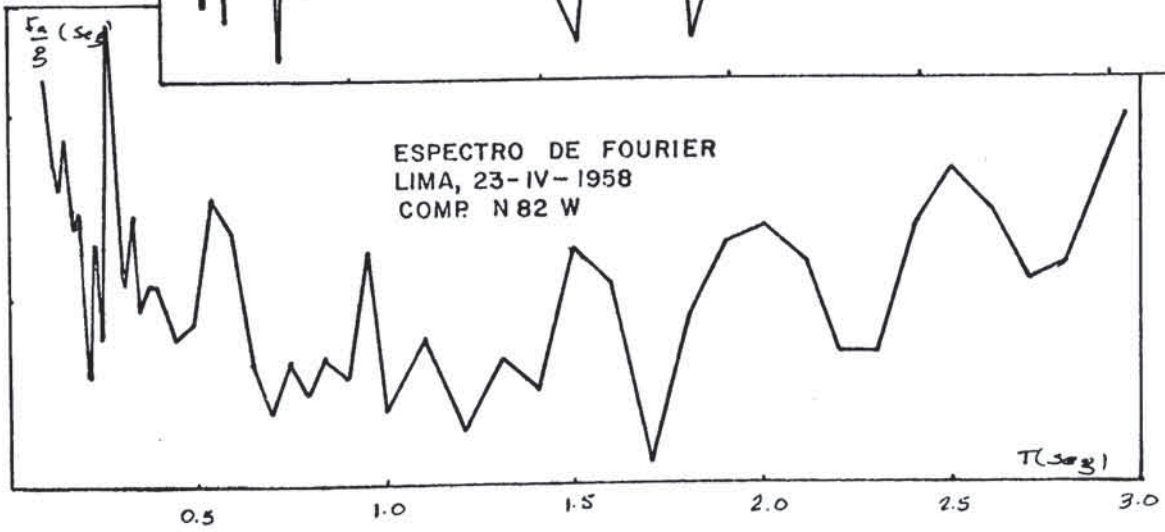

0.09
Sa/g
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0.00
0.0
0.5
10
15
20
25
T (seg)
30
ESPECTROS DE ACELERACION
c/cc = 0.00, 0.05 y 0.20
LIMA, 24-1-1957
COMP. N 8 E

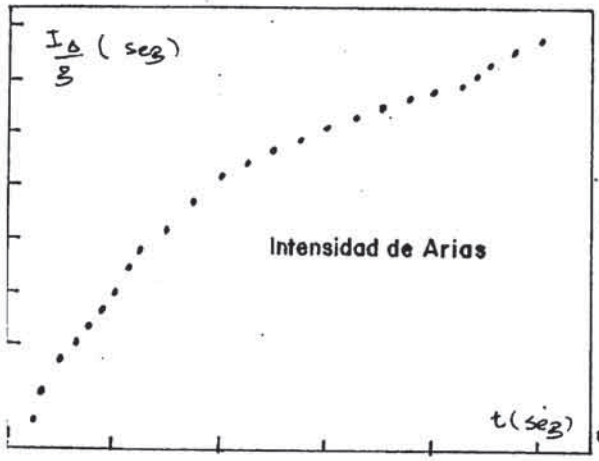

Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 3-VIII-1952
COMP. N 82 W
0.6
0.4
.02
T(seg).
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

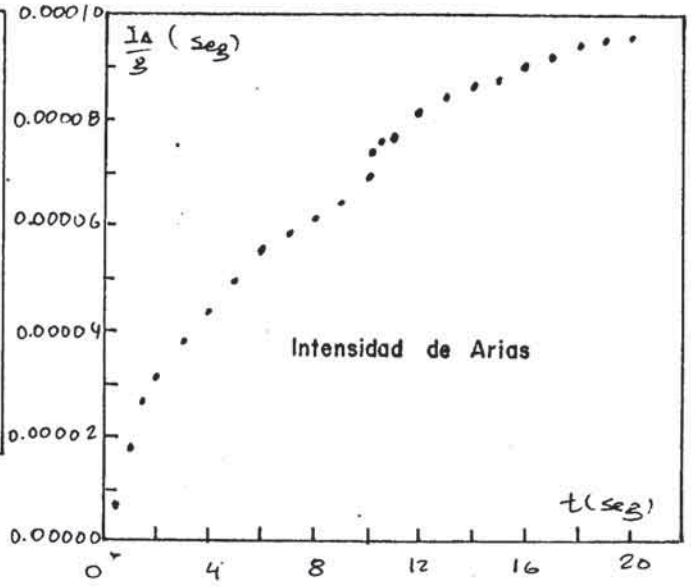
Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 3-VIII-1952
COMP. N 8 E
T(seg)


Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 24-I-1957
COMP. N 82 W
T (seg)

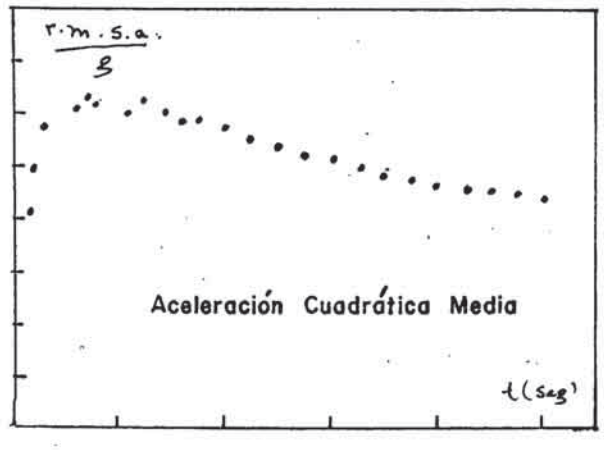

0.06
0.04
0.02
Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 24-I-1957
COMP. N 8 E
T(seg)

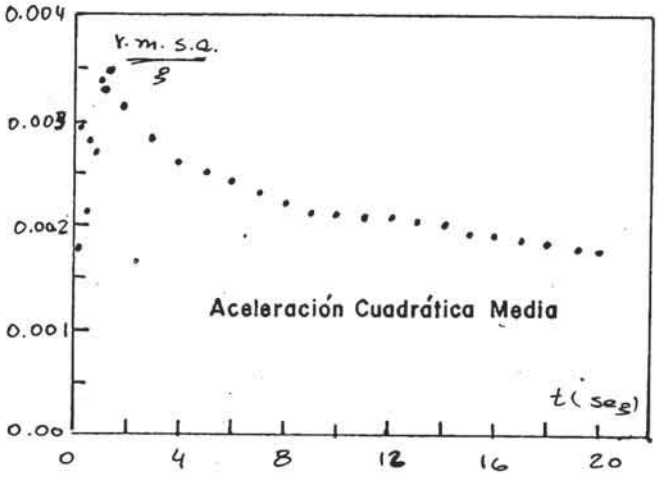

Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 23-IV-1958
COMP. N 82 W
T(seg)
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0



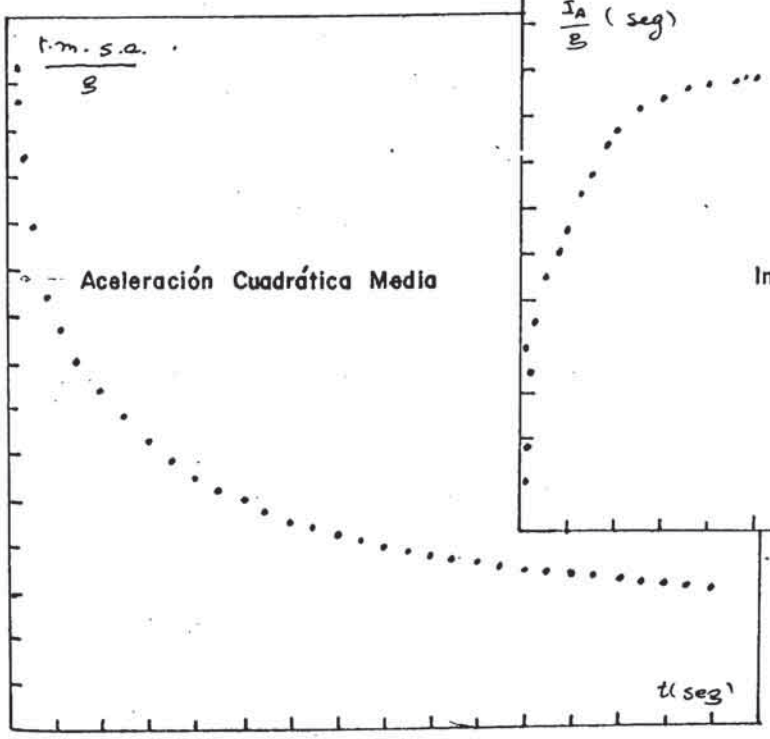


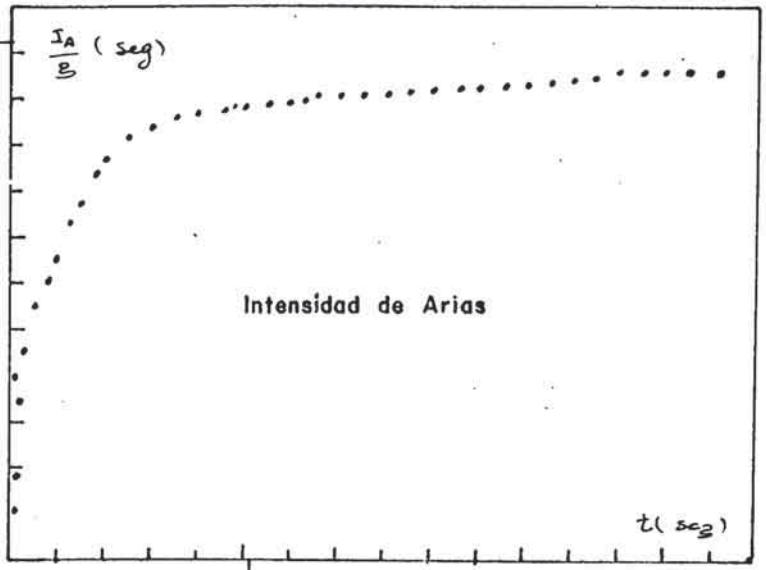
LIMA, 24-I-1957
COMP. N82W





LIMA, 24-I-1957
COMP. N8E





LIMA, 23-IV-1958
COMP. N 82 W

Funciones de Autocorrelación de Acelerogramas

A través de la función de autocorrelación, P (T), se trata de averiguar de qué manera y en que medida interviene el azar en la constitución de un terremoto, considerando éste como un proceso estocástico.

Con el objeto de comparar las funciones de autocorrelación correspondientes a distintos acelerogramas, conviene normalizar aquéllas, dividiendo por P (0). La función que se obtiene :

$$R(T) = \frac{P(T)}{P(0)} \qquad (6)$$

Se denominará correlograma, el cual proporciona el coeficiente de correlación entre la aceleración registrada en el instante (t+T).

Mientras mayor sea la importancia de los componentes sinusoidales del acelerograma, menos amortiguado será el correlograma.

Si se designa por n el número de puntos del registro interpolados a intervalos iguales Δt, la función de autocorrelación se puede aproximar como sigue :

$$P(T) = \frac{1}{n-i} \sum_{i=0}^{n_i} \ddot{x}(i\Delta t)\,\ddot{x}(i\Delta t + i\Delta t) \qquad (7)$$

donde i es un índice que toma los valores $0, 1, 2, \ldots\ldots\ldots, z$.

En el presente trabajo se eligió para z el número entero inmediatamente inferior al valor $\frac{n}{4}$

Análisis Espectral de los Seis Acelerogramas más Severos Registrados en Lima

Para cada uno de los terremotos de la tabla I, se digitalizó un trozo del acelerograma con principio en el comienzo del registro y con término tal que las aceleraciones del suelo, más allá de éste, fuesen bastante pequeñas. Se hizo esto con el propósito de estudiar la influencia que tiene la duración considerada del acelerograma sobre los espectros de respuesta, corrección de la línea base, etc. y con la intención de encontrar un criterio conveniente para determinar la duración que es necesaria para no incurrir en errores apreciables en la obtención de los espectros de respuesta. Lo antes dicho tiene importancia tanto desde el punto de vista de la seguridad en el diseño como en el costo del procesamiento del acelerograma para obtener los espectros de respuesta.

En la literatura apreciada no se encuentra ningún criterio adecuado para decidir la duración necesaria que hay que considerar al procesar un - acelerograma dado.

Para cada uno de los acelerogramas recién mencionados, y procesados para la duración total, se deteminaron :

i) La corrección de la línea base

ii) Los cuatro espectros de respuesta definidos por las relaciones 1, 2, 3, 4.

iii) La intensidad de Housner para varios grados de amortiguamiento.

iiii) La intensidad de Aries en función del tiempo definidos por - la relación 5

v) La aceleración cuadrática media en función del tiempo.

vi) Los correlogramas.

Espectro de Respuesta

Al suponer una variación lineal de la aceleración del suelo entre - peaks del registro, es posible obtener en el computador digital el valor exacto de las ordenadas de los espectros para diferentes valores del grado de amortiguamiento del período no amortiguado. Todos los espectros fueron calculados por un mínimo de 48 períodos y en aquellos casos en que la forma del espectro aparecía truncada se intercalaron períodos adicionales.

Los autores consideran que los espectros más significativos para el ingeniero son las de aceleraciones absolutas dado que siempre es posible determinar el esfuerzo de corte basal de una estructura vibrando en un modo dado.

Intensidad de Housner

Con el propósito de conocer cuán severos son los terremotos que se analizan, se determinó para cada uno de ellos la intensidad de Housner para 5 valores del grado de amortiguamiento.

En la tabla II se presentan los valores de la intensidad de Housner y además, se indica para cada terremoto la duración elegida, t_f , en segundos.

De esta tabla se obtiene que el terremoto del 17 de Octubre de 1966 (N8E) es más de ocho veces más severo que el que le sigue si se comparan - las intensidades para amortiguamiento nulo.

Intesidad de Arias y Aceleración Cuadrática Media.

Como un primer intento para determinar la influencia que tiene la elección del trazo del acelerograma digitalizado en los resultados obtenidos, se calculó tanto la intensidad de Arias como la aceleración cuadrática media, ambos en función del tiempo para cada uno de los terremotos de la tabla I.

Se ha considerado que la intensidad de Arias es una buena medida de la severidad de los temblores y además, tiene un significado físico bastante claro. Hasta la fecha, la intensidad de Arias, habia sido calculado para algunos temblores y sólo para el largo total del registro, y se supo que al cambiar el largo considerado se obtenía una variación despreciable de la intensidad.

En general, la intensidad de Arias puede variar bastante para un mismo terremoto considerado con distintas duraciones, a menos que los tiempos de espectro sean en su mayoría, inferiores a la duración menor.

La intensidad de Arias tiene las mismas ventajas que la aceleración cuadrática media, y como tal, puede esperarse que un terremoto cortado en las vecindades de la zona de la máxima pendiente de la curva I_A vs. t conduzca a resultados análogos a los descritos para la aceleración cuadrática media.

Duración del Registro. Su Influencia en los Espectros de Respuesta:

Para cada uno de los terremotos peruanos analizados se encontró, como era de esperar, que los tiempos de espectro ocurrían para valores de tiempos menores que aquellos donde la curva I_A vs. t tenía poca pendiente.

En todos los casos de la curva I_A vs. t presentaba pocas variaciones en un lapso apreciable, se efectuaron uno o mas cortes basados en la forma de dicha curva.

Recientemente se han hecho estudios parciales donde se ha analizado la influencia que tiene la elección del comienzo del registro sobre el espectro de Fourier, para una aceleración dada.

Para los dos componentes del terremoto del 17-10-1966 se estudió la influencia que, dicha elección y en general, la duración total del terremoto,

tienen sobre los espectros de respuesta. Se consideraron tres casos:

i) Largo total de 67.6 segs.

ii) Considerando el origen 12 segs. después del comienzo del sismo y con el mismo término.

iii) Con el origen 12 segs. después del comienzo del sismo y con término en 36 segs.

Se puede concluir que, cuando se calculan los espectros de respuesta no tienen gran importancia la elección del principio del registro, siempre que las ordenadas iniciales sean bastante menores que las correspondientes a la parte importante del registro.

Al cortar los terremotos de acuerdo al criterio adaptado, las diferencias entre los resultados correspondientes al registro entero y al cortado, son en general, menores que los espectros de aceleraciones para los otros espectros. Esto nos da una nueva razón para preferir los espectros de aceleraciones absolutas en el diseño sísmico de estructuras.

Influencia de la Duración del Acelerograma en la Intensidad de Housner

Se estudiaron las variaciones que sufre la intensidad de Housner para distintas duraciones en un mismo acelerograma. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla III. Se observa que la intensidad de Housner se ve aumentada en forma significativa al variar la duración considerada, siempre que en el gráfico I_A vs. t, la duración no menor esté dentro de la zona final de pequeña pendiente.

Corte del Registro . Su Influencia en la Corrección de la Linea Base

Se dibujó la ecuación de la linea base (2) para los terremotos analizados. Los resultados obtenidos en dos de ellos se presentan en la figuras 13 y 14, y se puede observar variaciones apreciables en la variación de la línea base debido a la diferente duración elegida para el terremoto.

Considerando que el desplazamiento del suelo resulta de integrar dos veces la aceleración corregida del suelo, se puede esperar diferencias importantes en dichos desplazamientos para duraciones diferentes del terremoto. Esto fue vereficado, pero no se incluyen las figuras en el presente trabajo.

Correlogramas

A partir del registro digitalizado para la duración total del terremoto y despues de efectuar la corrección de la línea base, se calcularon los valores de las ordenadas de los correlogramas utilizando el computador digital IBM 300/40, tomando en cuenta las relaciones 6 y 7.

TABLA I

Terr N°	Lugar del sismo	Fecha	Comp.	Aceleró grafo
1	Lima, Perú	31-1-51	N82°W	USCGS
2	Lima-Perú	31-1-51	N 8°W	USCGS
3	Lima-Perú	21-10-54	N82°W	USCGS
4	Lima-Perú	21-10-54	N 8°E	USCGS
5	Lima-Perú	17-10-66	N82°W	USCGS
6	Lima-Perú	17-10-66	N 8°E	USCGS

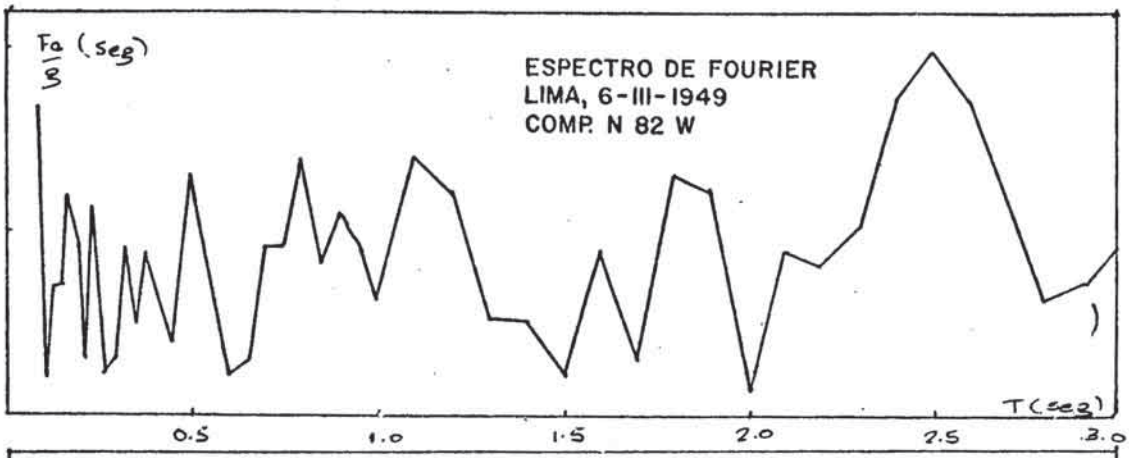
TABLA II

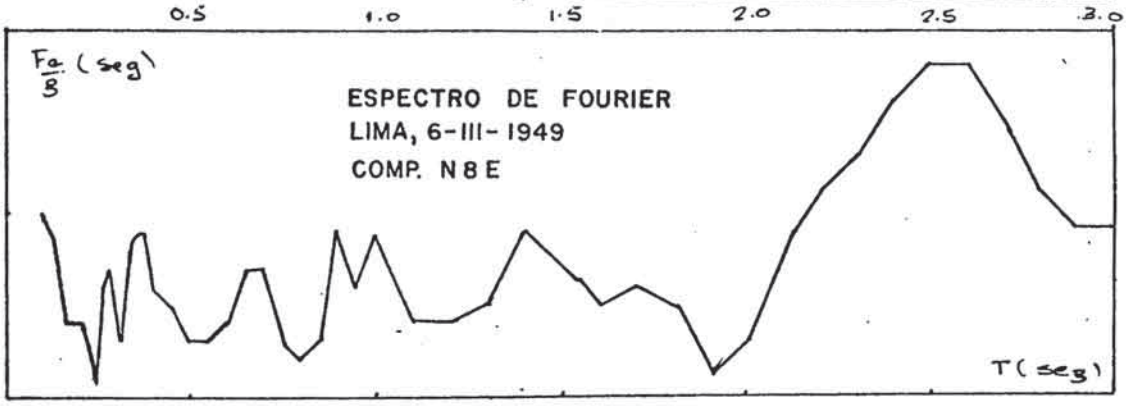
Terr N°	tf	I_H pies				
	seg	c/cc=0.0	c/cc=0.02	c/cc=0.0.05	c/cc=0.10	c/cc=0.20
1	20.0	0.35	0.28	0.26	0.24	0.21
2	20.1	0.19	0.12	0.10	0.08	0.06
3	25.0	0.24	0.15	0.11	0.09	0.07
4	25.0	0.24	0.16	0.12	0.09	0.07
5	67.6	2.57	1.47	1.11	0.87	0.63
6	67.5	2.85	1.88	1.51	1.22	0.94

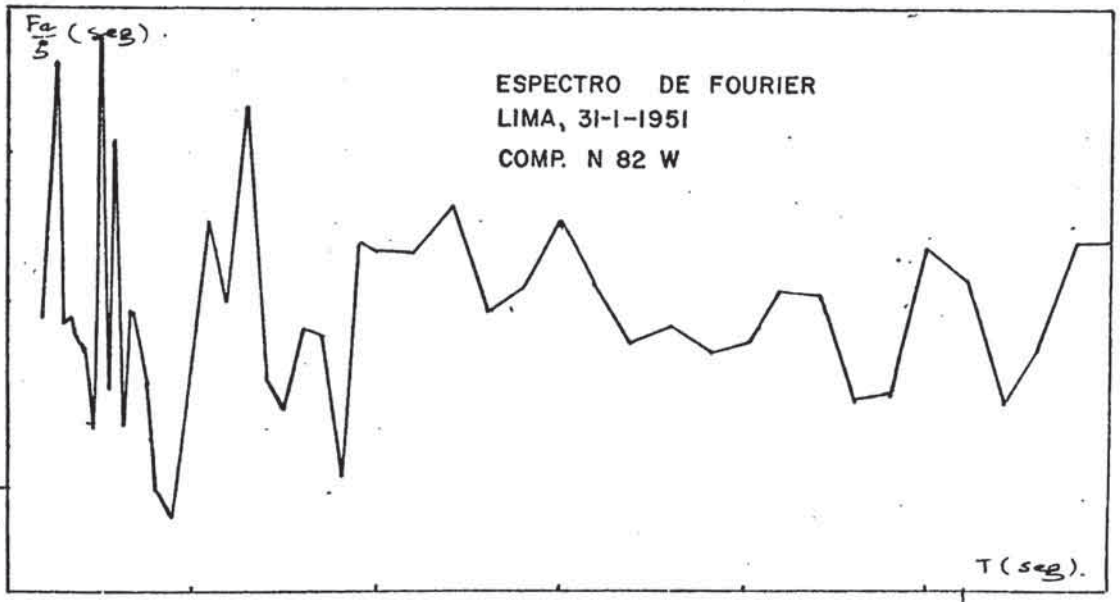
TABLA III

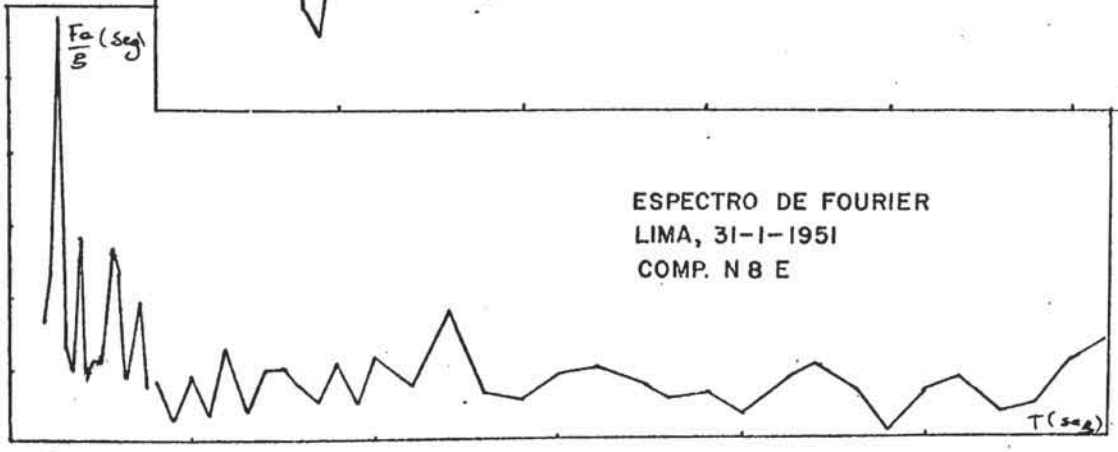
INTENSIDAD ESPECTRAL DE HOUSNER. INFLUENCIA DE LA DURACION DEL REGISTRO

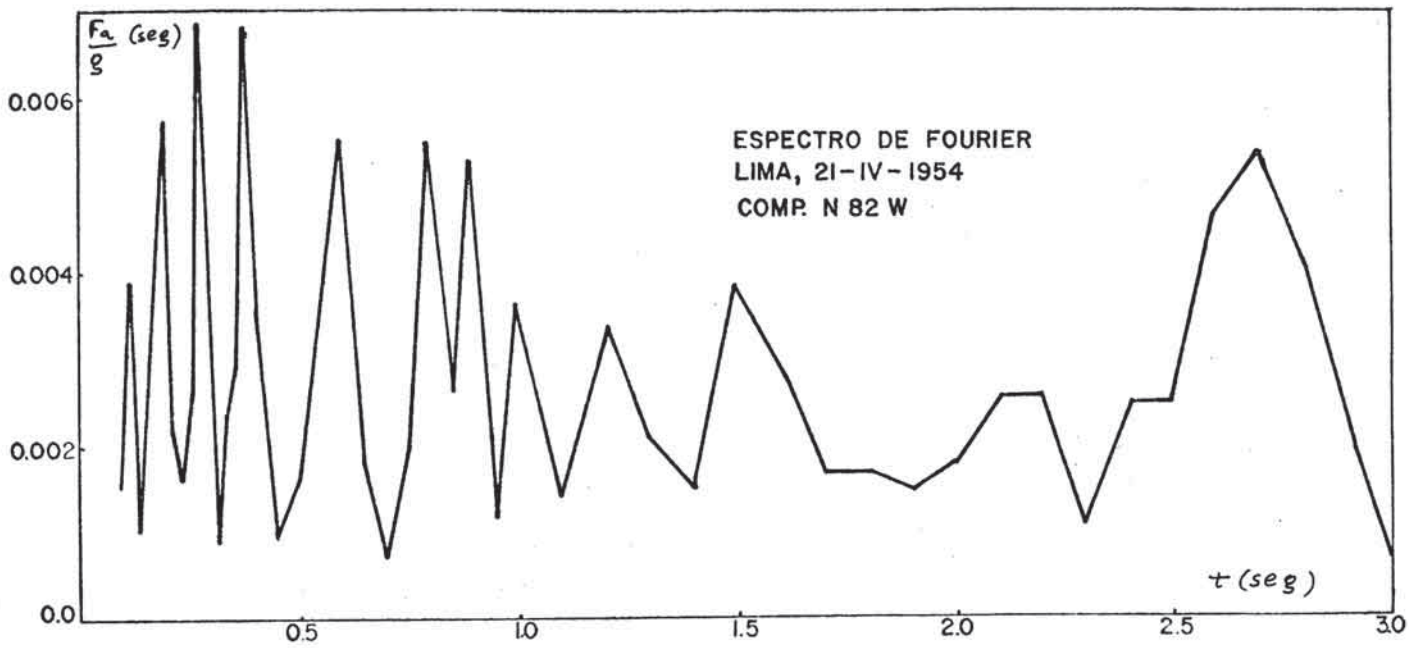
Terr N°	tf seg	l_H pies c/cc=0,0	c/cc=0.02	c/cc=0.05
1	20.0	0.35	0.28	0.26
1	10.3	0.34	0.28	0.25
2	20.1	0.19	0.12	0.10
2	8.1	0.16	0.12	0.10
5	67.6	2.57	1.47	1.11
5	36.0	2.20	1.40	1.08
6	67.5	2.85	1.88	1.51
6	36.0	2.53	1.83	1.48

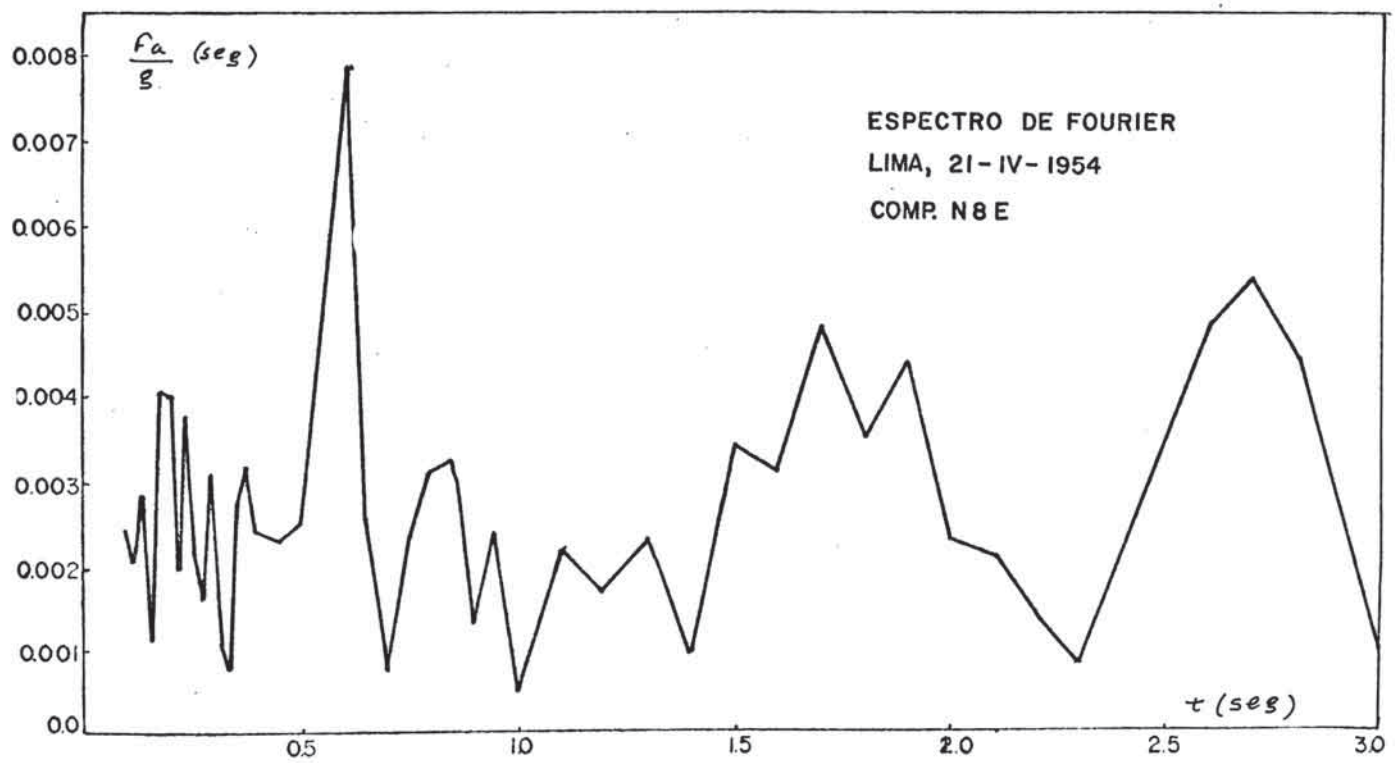

Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 6-III-1949
COMP. N 82 W
T(seg)
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

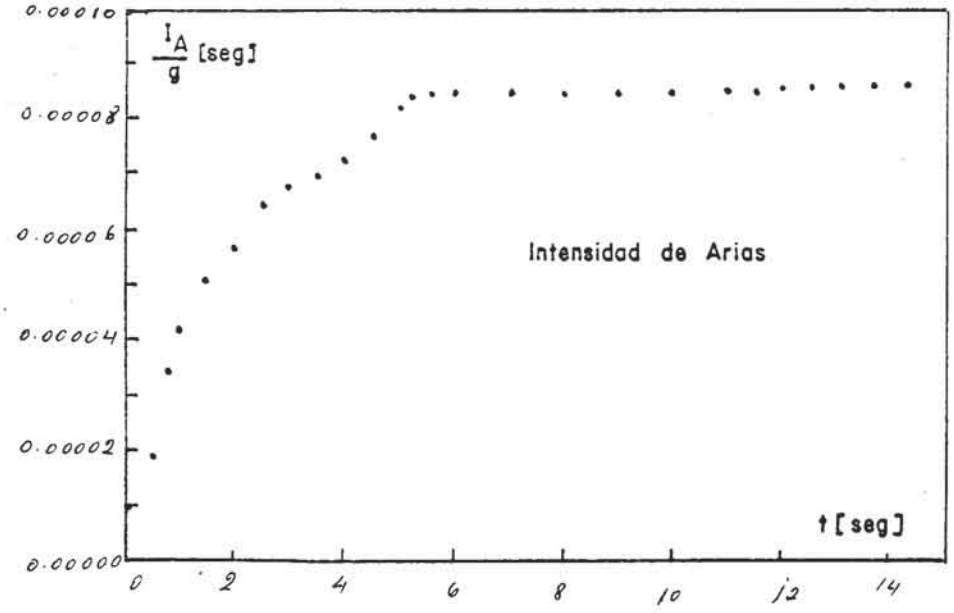

Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 6-III-1949
COMP. N 8 E
T(seg)


Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 31-I-1951
COMP. N 82 W
T(seg)

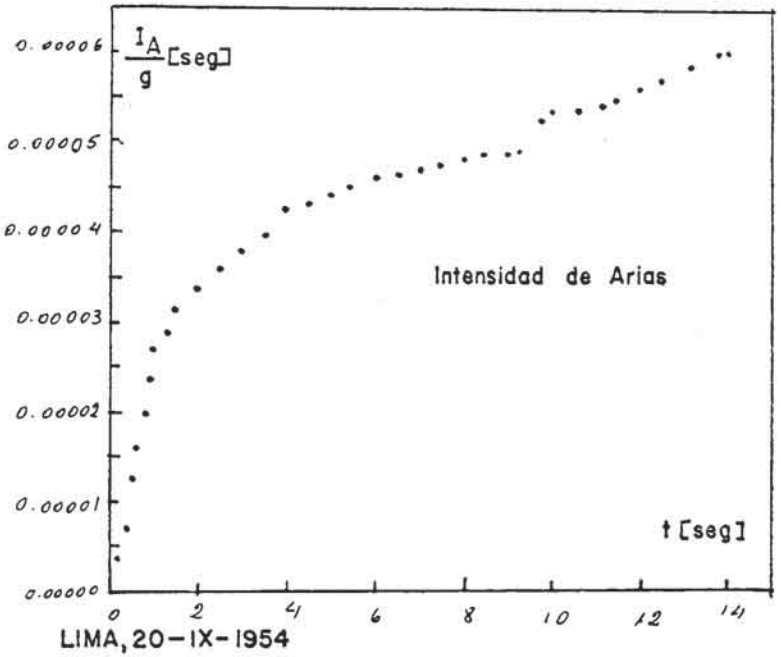

Fa/g (seg)
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 31-I-1951
COMP. N 8 E
T(seg)


Fa/g (seg)
0.006
0.004
0.002
0.0
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 21-IV-1954
COMP. N 82 W
t (seg)
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

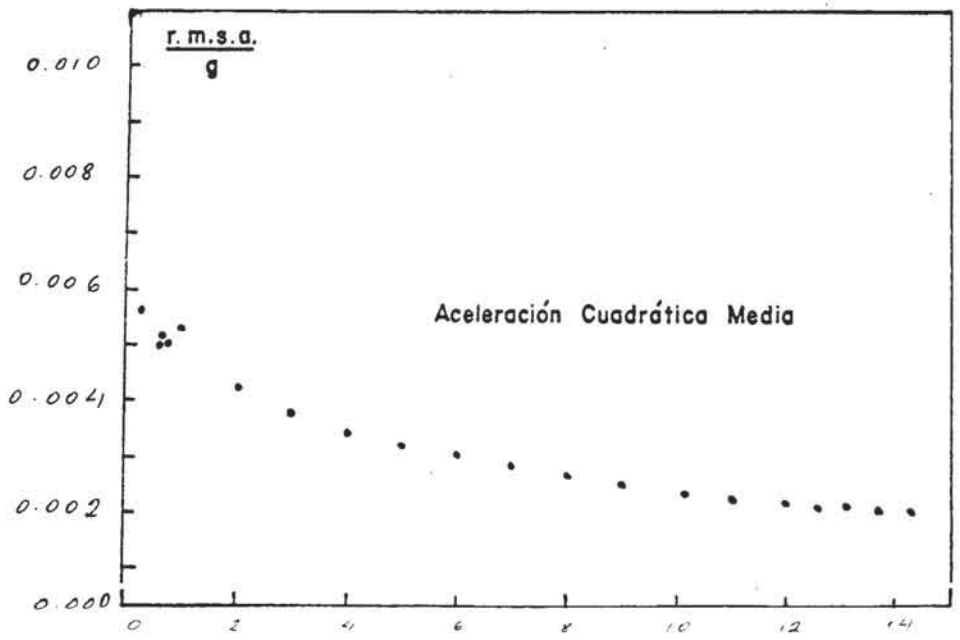

Fa/g (seg)
0.008
0.007
0.006
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001
0.0
ESPECTRO DE FOURIER
LIMA, 21-IV-1954
COMP. N 8 E
t (seg)
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0

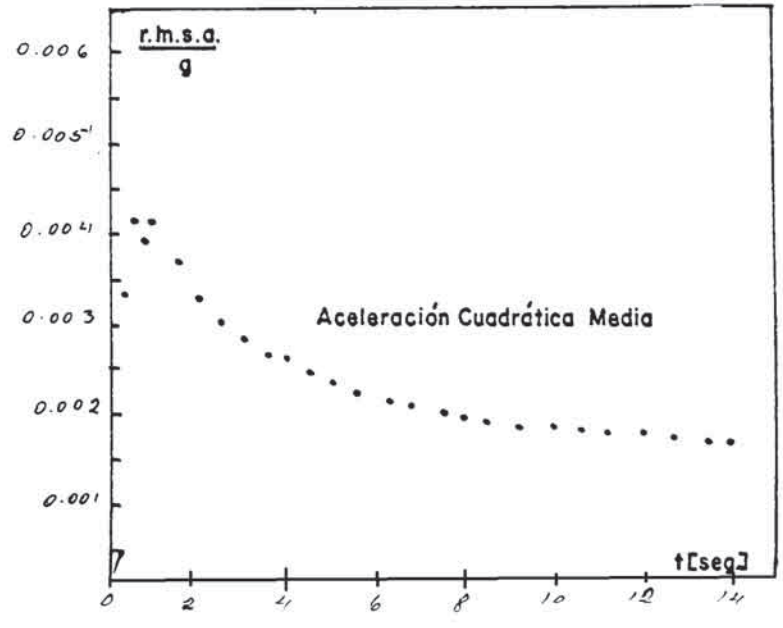


LIMA, 20 - IX - 1954
COMP. N 82 W



LIMA, 20 - IX - 1954
COMP. N 8 E





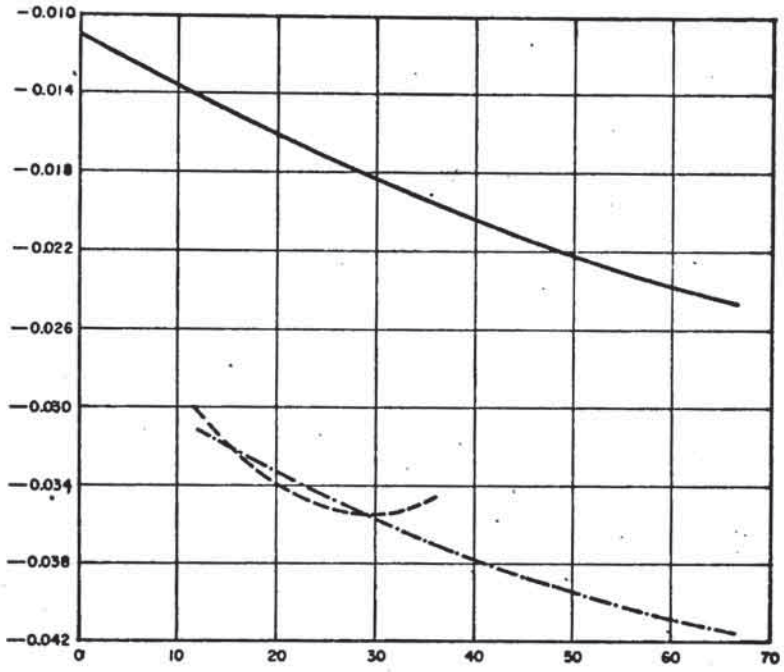


Fig. 13.- Corrección de la linea base del Acelerograma
Influencia de la duración del registro.

Terremoto de Lima 17 Oct 1966
Componente N 82 W

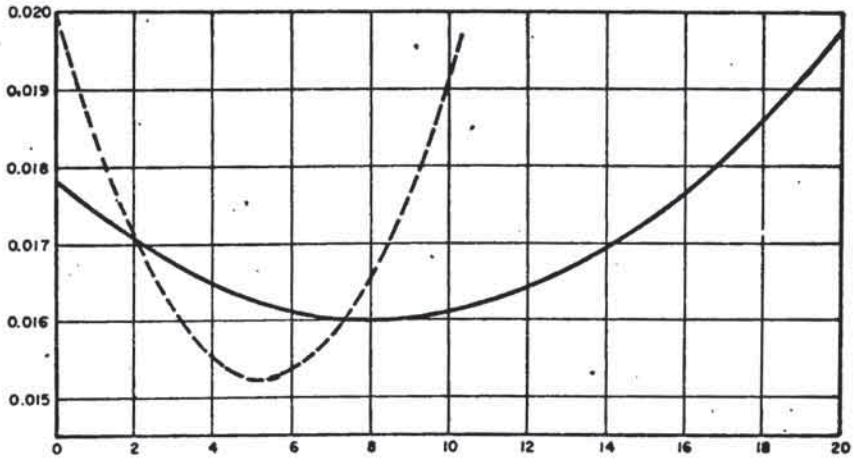


Fig. 14 .- Corrección de la linea base del Acelerograma
Influencia de la duración del registro

Terremoto de Lima 21 Enero 1957
Componente N 82 W

CAPITULO VIII

Traducción Standard for Earthquake Resistant Properties of Existing Reinforced concrete Buil_ dings de la Buildings Reseerch Institute Minis- try of Construction Japonese Government.

Sumario. -

A raíz del terremoto Tokachi-Oki donde varios edificios diseñados de acuerdo a las normas actuales sufrieron severos daños, se inició la revisión de las de las características antisismicas de las edificaciones existentes.

Este informe presenta el criterio standart preparado ante esta situación para las edificaciones de concreto armado existentes y una investigación resultante del uso del criterio standart.

Los principios básicos que fueron considerados para la preparación de este - criterio standart son los siguientes :

A) Aún si las edificaciones sufrieran daños irreparables debido a un fuerte sismo, lo cual sucede muy raro, las vidas humanas deberán tener la máxima seguridad.

B) Para satisfacer el objetivo arriba mencionado, las edificaciones deben tener una resistencia que corresponde a una aceleración de 1.0g o debe ser adecuadamente dúctil, además tendrá una resistencia de más de --- 0.25 g. en el caso de una combinación desfavorable de la relación estructura-suelo.

C) En el caso de una mejor combinación de relación estructura-suelo los límites para resistencia y dúctibilidad mencionados pueden ser rebajados en la forma más adecuada.

D) Para decrecer las responsabilidades del ingeniero se ha adoptado para la elaboración del standart un sistema minucioso de 4 pasos variando desde un primer paso sencillo hasta un complicado cuarto paso.

En base al criterio standart se efectuaron investigaciones sobre 436 edificaciones de dependencias públicas. Las principales conclusiones son :

1) 143 de las 436 tenían una resistencia mayor que la correspondiente a una aceleración horizontal de 1.0 g.

2) 240 edificaciones tenían una resistencia entre 1.0 y 0.4 g. La capacidad de corte en las columnas en 197 edificaciones fué mayor que la capacidad a la flexión.

3) 27 tenían una resistencia menor de 0.4 g. y respecto a 8 de las 27 edificaciones, su resistencia al corte era menor que su resistencia a la flexión.

Además se hace notar que las investigaciones aún prosiguen ya que este criterio standart fué preparado en base a resultados obtenidos de anteriores investigaciones y por lo tanto aún existen interrogantes.

1.- Política fundamental para la confección del Standart.-

También conocido como el "Codigo de Edificaciones Standart", confeccionado por el Gobierno, es el más reciente código en el Japón, entre los varios códigos y regulaciones standart existentes sobre las propiedades de resistencia antisísmicas de la edificaciones. En este código se norma que el valor mínimo de coeficiente de fuerza lateral sísmica, no debe ser menor de 0.2 y también norma que las deflexiones excesivas y defectos funcionales no deben ocurrir aún ante fuertes terremotos.

Al mismo tiempo el método de diseño del esfuerzo permisible es adoptado como un metodo de análisis estructural típico. No hay regulación

en este código sobre límites máximos de longitud y altura de las edificaciones. Sin embargo, la altura actual de edificaciones de concreto armado - es menor en un principio de los 6 a7 pisos y su longitud sin juntas de expansión es aproximadamente menor que los 100 mts., de acuerdo a las regulaciones de los gobiernos provinciales. Dentro de la extensión de estas regulaciones las edificaciones de concreto armado usualmente son diseñados -- estructuralmente de acuerdo con el standart estructural del Instituto de arquitectura del Japón.

Sin embargo, el actual método de cálculo para deflexiones horizontales -- que puede generar un sismo no es reconocido en el código y en el Standart. De acuerdo, a esto existen muchas edificaciones de concreto en las cuales sus períodos fundamentales son comparativamente cortas y en las cuales -- sus coeficientes de capacidad de corte horizontal son más de 0.3, pero su ductibilidad durante un sismo es generalmente difícil de estimar.

Como es sabido algunas de las nuevas edificaciones de concreto armado entre las cuales habían colegios, sufrierón serios daños durante el terremoto - Tocachi-Oki de 1968, este resultado condujo a una demanda para la revisión del actual método de diseño sísmico. Al mismo tiempo se alzarón voces para la reinspección de las propiedades antisísmicas de las otras edificaciones de concreto armado existentes.

Este Standart fué preparado para constestar esta demanda y las normas fundamentales para su confección fuerón :

a) El requerimiento más importante debe ser la conservación de la vida húmana aún si las edificaciones puedan sufrir serios daños durante un fuerte sismo.

b) Que el sitio donde se realizo la construcción es o no peligroso, durante un sismo.

c) Que la edificaciones tienen la suficiente resistencia horizontal o no para resistir un fuerte sismo solo por dicha resistencia.

d) En caso que la resistencia no sea suficiente, tener en cuenta si las edificaciones poseen o no una resistencia encima de un determinado límite y una ductibilidad adecuada.

e) Que el límite más bajo de resistencia para el caso c), 1.0 será considerado en términos de coeficiente de corte horizontal q_{Bo}.

Este valor fué adoptado considerando 300-350 como aceleración horizontal del movimiento del terreno y de 3-3.5 como límite superior para la razón de amplificación del movimiento del terreno al de las edificaciones.

f) En el caso de que el período fundamental de una edificación T_B y el período natural del suelo, T_s sobre el cual está la edificación, son conocidos, q_{Bo} puede ser decrecidos de acuerdo a la razón T_B / T_s.

g) El límite inferior del coeficiente de corte horizontal para el caso c), ---- q_{Bo} debe ser experimentalmente 0.25 .

h) Como la ductibilidad adecuada, μ_i requerida para el caso c), el valor obtenido de la ecuación (1) debe ser corregido por :

$$\sqrt{2\mu_i - 1} \cdot q_{Bi} = q_{Bo} \qquad (1)$$

Además considerando la aplicación actual Standart, las siguientes normas fueron aceptadas :

i) Las edificaciones consistentes de sólo muro y losas sin vigas y columnas, -- osea, las llamadas estructuras de muro, pueden ser excluídas del tema.

j) Para disminuír las responsabilidades de los ingenieros quienes, revisarán -- este criterio se ha confeccionado como un método que consiste de varios - pasos desde uno fácil a un paso más complicado.

En este reporte contenido del Standart y algunos comentarios son introducidos en el capítulo 2, y un ejemplo del proceso actual del método y un resultado de una investigación son presentados en el capítulo 3. Finalmente algunos problemas encontrados en relación con el Standart son resumidos - en el capítulo 4.

2.- Criterio Standart.-

2.1. Objetivo del Standart : El objetivo del Standart es juzgar las propiedades de resistencia antisísmica de las edificaciones de concreto armado existentes.

2.2. Criterio por Condición del Sitio de la Edificación : En caso de que la propiedad del terreno de una edificación coíncide con las siguientes condiciones, esta discusión debe ser aplicada además a la estructura misma.

2.2.1. Deslizamientos .- Si las condiciones del terreno de una -- edificación coinciden con todas las siguientes condiciones, la posibilidad de una falla por deslizamiento del terreno en un sismo deben ser tomadas en cuenta.

a) En el caso de que la edificación esté cerca a un precipicio de 3 mts., de altura o más, la distancia del edificio al -- precipicio es menor que la altura del edificio o que la distancia del edificio debajo del precipicio a ésta sea menor que 2 veces su altura.

b) Si el precipicio es artificial con muro de contención y alguna rajadura y/o hundimiento puede ser observada.

O que el talud del terreno tiene una inclinación de más - de 30° con la horizontal.

Ó que el precipicio s/ningún muro de contención está inclinado más de 45°con la horizontal.

2.2.2 Licuefacción del Suelo: Si las condiciones del terreno de una edificación coinciden con todas las siguientes condiciones, la posibilidad de la licuefacción del suelo en un sismo debe ser tenido en cuenta.

a) El terreno consiste de suelo arcilloso o de suelo arcilloso acumulado y el nivel freático está muy alto.

b) La edificación esfá apoyada directamente sobre un suelo cuyo - N tiene un valor no mayor de 5, ó soportado por la flexión o fricción de pilotes los cuales están sobre o en suelo arcilloso con un N

menor de 10.

2.3. Criterio para super estructuras :

2.3.1. Edificaciones Excluídos de la Aplicación del Standart.- Si lo concerniente a tales edificios son como lo siguiente, el Standart no debe ser aplicado y una más detallada inspección se requiere en forma individual. Sin embargo, las edificaciones llamados muros de construcción son lo suficientemente fuertes, ellos pueden estar excluídos de cualquier inspección estructural excepto de la condición del terreno.

a) Edificaciones que han sufrido daños por incendio.
b) Edificios cuya resistencia del concreto por investigación actual es menor que la resistencia del diseño por más del 20%.
c) Edificios en los cuales algunas rajaduras se distinguen mostrando inclinación de un desigual asentamiento.

2.3.2. Metodo del Criterio .- Este Estandart debe ser aplicado a una estructura o a parte de una estructura la cual estará en principio dividido a tener una planta rectangular bajo consideración estructural. Además, esto debe ser aplicado a las 2 direcciones diagonales de cada piso del edificio. Sin embargo, cuando la altura de los pisos, formas de planta y arreglos de muros de corte en cada piso son casi los mismos, la inspección se puede hacer solamente en ambas diagonales del primer piso.

2.3.3. Comentarios necesarios para el criterio.-

ITEM	Items de Criterios Que son tomados en cuenta	CONDICIONES o Comentarios	RESULTANTE
1) Condición de Sitio	q_{Bo} en el Criterio Segundo y Tercero	a) El edificio yace sobre varios terrenos diferentes uno de cada uno.	$q_{Bo} = 1.0$

			b)El edificio yace sobre terreno artificial, una parte del cual es depositada sobre el terreno y la otra parte es hecha por corte.	$q_{Bo} = 1.0$
			c)El edificio yace sobre un precipicio con alturaH y se encuentra a una distancia 5H del borde del edificio.	
			d)El edificio yace sobre un suelo suave y algunas rajaduras que muestran desiguales asentamientos del terreno puede ser observada.	$q_{Bo} = 1.0$
			e)El edificio es una resultante de una ampliación y cada porción es soportada por diferente método de cimentación.	$q_{Bo} = 1.0$
2)Período Fundamental de una edificación. T_B	q_{Bo} en el criterio 4º		a)T_B puede ser calculado de la ecuación (2) en principio. b)Cuando el edificio está considerado como especial un T_B calculado individualmente basándose en la teoría elástica debe ser usada.	Nota 1
3)Período Natural del sitio del terreno Ts	q_{Bo} en el criterio cuarto		a)T_S puede ser el valor por observación.	
4)Efecto de Interacción entre la estructura y el suelo	q_{Bo} en el criterio cuarto		a)q_{Bo} puede ser decrecido de acuerdo a la relación T_B/T_S como se muestra en la ecuación 3.	Nota 2

5)Resistencia del concreto	Fc en el criterio segundo, tercero y cuarto.	a)Esto es debido a la esperanza que el valor investigado actualmente es usado como Fc tanto como sea posible. b)Cuando no hay medida, el diseño de resistencia puede ser usado. c)Cuando el diseño de resistencia es desconocido, 180Kg/cm2 puede ser usado.
6)Resistencia de Fluencia de una Barra.	σ_y y σ_{wy} en los criterios 2°, 3° y 4°	a)Resistencia de fluencia nominal del material usado puede ser utilizada. b)Pero en caso de SR 24 3000Kg/cm2 puede ser usada como σ_y y σ_{wy}.

Nota 1

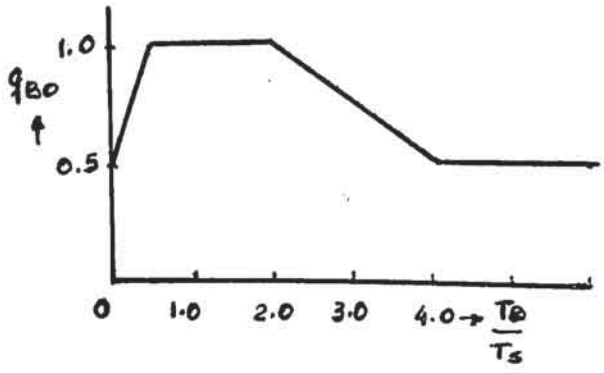
$$T = \frac{0.0372}{R_w^{0.06}} \cdot \frac{H}{5\sqrt{D}} \quad \text{sec} \qquad (2)$$

Aquí H : altura total del edificio (mts.)

D : longitud total del edificio en una dirección de vibración (mts.)

R_w : razón de la longitud total de muros en el 1er. piso a área del piso en el 1er. piso (cm/m^2)

Nota 2



2.3.4 Primer Criterio

Si un edificio tiene mucha "Razón de Muro" R_w, entonces el valor siguiente en cada piso del edificio tiende hacia el Standard.

No menos que 2N cm/m^2 y 5 cm/m^2, cuando N^{no} es más de 7.

No menos que N + 6 cm/m^2, cuando N es igual a o más de 7.

Donde N= número de pisos encima del piso bajo inspección.

$$R_w = \frac{\text{Longitud total de muros de la estructura en una dirección del piso (cm)}}{\text{Area del piso bajo inspección (m}^2\text{)}}$$

2.3.5 Segundo Criterio

a) Cuando el coeficiente de resistencia lateral en cada piso del edificio, S, el cual es dado por la ecuación (4) excede q_{Bo}; el edificio tiende hacia el Standard.

$$S = \frac{Ri}{Rc \times Re} \times \frac{\Sigma Qc + \Sigma Qw}{W} \qquad (4)$$

Donde:

Qc = Capacidad máxima horizontal de la columna (kg)

Qw = Capacidad máxima horizontal del muro (kg)

W = Peso total de la parte del edificio encima del piso bajo inspección (kg)

Ri = Factor de corrección de acuerdo a que el edificio tenga sótano o no.

Ri = 1.0 sin sótano

Ri = 1.2 con sótano (4.1)

Re = Factor de decrecimiento de acuerdo al grado de distribución desbalanceada de los miembros.

$$1.0 \leqq Re \leqq 1.3 \qquad (4.3)$$

Rc = Factor de decrecimiento de acuerdo al grado de defectos estructurales actualmente observado.

$$1.0 \leqq Rc \leqq 1.5 \qquad (4.2)$$

Donde: $$0.5 \leqq \frac{Ri}{Rc \times Re} \leqq 1.2 \qquad (4.4)$$

b) En la eq (4) las ecuaciones simplificadas siguientes pueden ser usadas:

$$\Sigma Qc = 5 \left(1 + \frac{\Sigma Ac}{\Sigma Ac + \Sigma Aw_1 + \Sigma Aw_2 + \Sigma Aw_3}\right) \Sigma Ac \text{ (Kg)} \qquad (4.5)$$

$$\Sigma Qw = 30\ \Sigma Aw_1 + 20\Sigma Aw_2 + 10\Sigma Aw_3 \ (Kg.) \qquad (4.6)$$

$$w = (1000 \sim 1300)\ \Sigma Aw \ (Kg.)$$

Aquí ΣAc : Suma de las áreas horizontales de las columnas en el piso (cm2)

ΣAw_1: Suma de las áreas horizontales de muros con columnas en ambos extremos.

ΣAw_2: Suma de las áreas horizontales de muros con columnas en un extremo (cm2)

ΣAw_3: Suma de las áreas horizontales de muros sin columnas en sus extremos (cm2)

ΣA : Suma de las áreas de los pisos, encima del piso (m2). Donde el peso unitario de un edificio por unidad de área, W, (Kg/m2), puede ser seleccionado como sigue :

W = 1,000 Cuando el número total de pisos, No es igual a 1 ó 2

W = 1,100 Cuando No es igual a 3 ó 4.

W = 1,200 Cuando No es igual a 5 ó 6.

W = 1,300 Cuando No es más de 6.

Aquí: W puede ser disminuído en 200, cuando se usa agregados ligeros en el concreto.

Tercer Criterio:

2.3.6 a) El coeficiente de resistencia lateral modificado en cada piso del edificio, S' , debe ser calculado por el item b) y el criterio debe ser hecho por el item c).

b) Cálculo de $S' = \dfrac{Ri}{Rc \times Re} \times \dfrac{\Sigma Q'c + \Sigma Q'w}{W}$ (5)

b-1) $Q'c$ debe ser el más pequeño de los Qc_1 y Qc_2 de todas las columnas en el piso.

1) Resistencia a la flexión de la columna Qc_1

Qc_1 debe ser calculada por las ecuaciones (6), (7) y (8).

$$Qc_1 = 2Mu/ho \qquad (Kgs) \qquad (6)$$

Cuando la fuerza oxial de la columna P, no excede de 0.4bDFc.

$$Mu = 0.8a_t \sigma_y D + 0.5\ PD\ (1 - \frac{P}{bDFc})\ (Kg.cm) \qquad (7)$$

Cuando P excede de 0.4bDFc

$$Mu = 0.8a_t \sigma_y D + 0.12bD^2Fc \qquad (8)$$

Donde la resistencia a la flexión de una columna puede ser calculado de manera diferente si se considera el mecanismo de fluencia de la columna.

2) Resistencia al corte de la columna Qc_2

Qc_2 debe ser calculado por la ecuación (9)[3]

$$Qc_2 = \left(\frac{0.043(Fc + 180)}{0.56\ Rho + 0.12} + 2.7\ \sqrt{3000\ Pw} + 0.1\sigma_o\right) x 0.86D \qquad (9)$$

b-2) Q'w debe ser el más pequeño de los Qw_1 y Qw_2

1) Resistencia a la flexión del muro Qw_1

Qw_1 debe ser calculada por la ecuación (10) basándose en la capacidad de la flexión del muro. Aquí Mw puede ser calculado por la similar forma a una columna.

$$Qw_1 = \frac{Mw}{0.5\ Hi} \qquad (10)$$

Donde :

Hi = Altura desde el borde superior del edificio a la base del piso bajo inspección.

2) Resistencia al corte del muro Qw_2

$$Qw_2 = (Fc/6 + 3000\ pw')\ t.\ell \qquad (11)$$

b-3) Notaciones usados en las ecuaciones desde (5) hasta (11).

Mu : Capacidad a la flexión de la columna en el extremo (kg.cm)

Mw : Capacidad a la flexión del muro en la base (Kg.cm.)

ho : Altura libre de la columna (cm.)

b, D : Ancho y altura total de la columna, respectivamente (cm.)

Rho : ho/D

σ_o : Esfuerzo unitario de comprensión axial de la columna (Kg. cm2).

at : Suma de las áreas de refuerzo a la tensión (cm2).

σ_y : Resistencia a la fluencia del refuerzo a la tensión, (Kg/cm2)

Fc : Resistencia de Diseño o Resistencia actual del concreto (Kg/cm2)

pw : Relación de la armadura de esfuerzo de la columna.

pw' : Relación del refuerzo al corte del muro.

t, ℓ : Espesor y longitud libre del muro respectivamente (cm.)

c) Criterio

c-1) Cuando S' excede q_{Bo} en cada piso, el edificio tiende al Standard.

c-2) Cuando S' está entre 1.0 q_{Bo} y 0.6 q_{Bo}, y si Qc_2 de la columna típica excede a Qc_1 de la columna en cada piso, el edificio tiende al Standard.

c-3) Cuando S' está entre 0.6 q_{Bo} y 0.45 q_{Bo} y no menor que 0.3, si pw de la columna típica en el piso excede el valor dado por la ecuación (12), el edificio tiende hacia el Standard.

$$pw = \frac{1.2Qc_1/\beta bD - Fc/20}{1200} + 0.002 \qquad (12)$$

Donde : β = 2 cuando ho excede 3D

β = 1.5 cuando ho es mayor que 3D

c-4) Cuando S' está entre $0.45q_{Bo}$ y $0.3q_{Bo}$ y no es menor que 0.25, si pw de la columna típica en el piso excede el valor obtenido por la ecuación (13), el edificio tiende a el - Standard3).

$$pw = \frac{1.2Qc_1/\beta bD - Fc/20}{1200} + 0.002 \qquad (13)$$

Donde :

β = 1, cuando ho excede 3D

β = 0.75, cuando ho es menor que 3D

2.3.7 Cuarto Criterio

Es concerniente a la edificación que no tiende hacia el standard hasta el 3er. criterio, el cuarto criterio debe ser hecho en forma similar al 2do. y 3er. criterio, usando Fc, T_β y T_s en sus medidas actuales.

a) Con respecto a las condiciones del terreno, sólo el colapso del precipicio y licuefacción del suelo fueron referidos, pero algunos problemas como fricción negativa de pilares en suelos blandos, envejecimiento de los pilares de madera y colapso de suelos arenosos cerca de un río son también importantes.

b) Los edificios excluidos de la inspección son escritos en 2. 3.1.

Por el contrario.

1) Edificios que poseen pilotines.
2) Edificios en los cuales la distribución de los muros al corte es excéntrico.
3) Edificios en los cuales las longitudes de flexión de las columnas son diferentes unas de otras.
4) Edificios en los cuales los muros al corte son muy pocos y las columnas son delgadas.
5) Edificios de estructuras con gran luz y los pisos son soportados por una columna, son de considerable ancho.

c) Algunos datos de base para las ecuaciones usadas en el Standard están preparados pero excepto los siguientes, todos ellos son abreviados por razón de espacio .

1) Fig. 1 es un dato sobre la resistencia de corte de los muros, con columnas alrededor, esto es en base a las ecuaciones (4.6) y (11).

   Esta fig (9) muestra la relación entre los resultados de los ensayos de la capacidad al corte de los muros contruidos y los resultados calculados y algunas de las ecuaciones escritas en la figura son recomendadas a ser usados por el cálculo de la capacidad a la flexión del muro, Mw.

2) Fig.2 es también un dato sobre la ecuación (4.6). Como los ángulos de rotación de los muros de corte en el 1er piso a la máxima resistencia no son tan pequeños, se asumirán las resistencias de columnas ya que las de los muros no son muy aceptables.

3) Tabla 1 y Fig. 3 son datos sobre la resistencia al corte de los muros sin columnas alrededor, esto es en base a la ecuación (4.6). Esto muestra una lista de escalas completas de ensayos de colapsos de muros de construcción de concreto armado. Como se muestran en los datos, la resistencia al corte promedio. Q/Ag, fueron casi más de 20 Kg/cm2 pero algunos de los resultados de los ensayos muestran fallas frágiles. De acuerdo a esto adopta 20 a 10 Kg/cm2 como la resistencia unitaria del muro con una columna en un extremo y sin ninguna columna respectivamente.

4) Fig.4 es un dato sobre la resistencia unitaria promedio de la columna. Esta figura fue hecha basándose en resultados de ensayos pasados y estas resistencias promedios unitarios son planteados en términos de $Q/b_j \cong 1.2\ Q/Ag$. Como se ve en la figura, la mayoría de resistencias promedios son mas de 12 Kg/cm2.

5) Fig.5 y 6 son datos sobre resistencias al corte de las columnas, esto es en base a la ecuación (9). De estas figuras se deduce que la ecuación (9) puede ser usado razonablemente.

6) Fig.7 es un dato sobre la ductibilidad de la columna en base a la ecuación (12) y (13). En esta figura, una buena ductibilidad significa que la resistencia de la columna no se deteriora durante 10 ciclos de carga a una constante de flexión correspondiente a un ángulo de rotación del miembro de 1/100.

7) Los resultados experimentales de columnas usadas en la confección de este Standard son sumarizados en la referencia 7 y algunos resultados analíticos tales como los antes mencionados, anteriormente son escritos en la referencia 3.

c) Basándose del objeto y los contenidos del standard, este es tentativamente arreglado en base a resultados de investigaciones pasadas. De acuerdo a esto no es necesario decir que el método tiene que ser revisado en cada ocasión después que se acumule las investigaciones que no sean más adecuadas para este objetivo.

3 EJEMPLOS ACTUALES DE LA APLICACION DEL STANDARD

3.1 Aplicación del Standard a la biblioteca de Hachinoche, el cual sufrió severos daños en el sismo de TOKACHI-OKI[4]. Los resultados son los siguientes :

Descripción del edificio :

Este edificio es de 1 solo piso de concreto armado, construido en 1962, su planta y sección se muestra en la figura 8 y fig. 9, su descripción es la siguiente :

a) Sistema Estructural .- es una estructura de pórtico, de tres tramos en la dirección principal y 5 en la secundaria, de 7 mts. de longitud respectivamente. Tiene muros de concreto armado de 12cms. de espesor excéntricamente en el lado este, el cual puede ser despreciado en el cálculo.

b) Sección de la columna : 45cm. x 45 cm. con estribos de 9mm espaciados a 300 mm.

Sección de la viga : 30 cm. x(72 80)cm. con estribos de 9mm., espaciados a 200 mm.

c) Sistema de cimentación : Cimentaciones directas independientes con vigas de cimentación de 35 cm. x 80cms.

d) Coeficiente de diseño al corte en la base : 0.2

e) Materiales Usados : Concreto : concreto normal Fc=180Kg/cm2. Barra de refuerzo SR 24 con un punto de fluencia nominal de 2400Kg/cm2.

3.1.1 Descripción de daños :

En la distinción de daños de este edificio es de mención el colapso de muchas columnas en los pórticos superiores y en la base. Un ejemplo es mostrado en la figura 10, observando los daños, éstos en los pórticos externos en el lado oeste fueron muy notorios. Como se muestra en la figura 10 estas fallas se extienden en la parte superior y en el fondo fueron de gran anchura y varias fallas de flexión o de corte ocurrieron extendiéndose de 2 ó 3 veces al ancho de la columna. Además porciones de concreto se desprendieron en varias columnas. Como se muestra en la figura 9, muchas fallas al corte de gran anchura aparecieron en los muros y

especialmente en los muros en la dirección este-oeste donde la relación de muros son pocos.

3.1.2 Resultados de la aplicación

a) Primer criterio

Area de piso : A_f : 780 m^2

Numero de pisos : N=1

Relación de Muros :

Rwy = 1.2cm/m^2 5.0 NO

Rwx = 2.7 cm/m^2 5.0 NO

b) Segundo criterio

Suma de las áreas de las columnas : Ac = 48,600 cm2

Suma de las áreas de los muros : Aw,x = 18,100 cm2, Aw,y = 0

Aw_3x = 17,400 cm2, Aw_2y = 16,000cm^2

Suma de resistencias horizontales : Qx = 1203 ton, Qy = 646 ton

Factor de corrección : Ri = 1.0, Re = 1.3 debido a la excentridad de los muros.

Coeficiente de resistencia horizontal : Sx = 1.19 OK. Sy = 0.64 NO

c) Tercer criterio

En lo siguiente algunas notaciones como las de a acontinuación son usados en el Standard.

P = 41.5 ton, bxD = 45cm x 45cm, at = 19.01 cm2.

Pw = 0.094%, ho = 340 cm, o/Fc = 0.114

Mu = 24.7 t.m, Qc_1 = 14.5 ton, $c_1 = Qc_1/bD$ = 7.2 Kg/cm2

Qc_2 = 19.3 ton Qc_1) Mw = 127.3 ton . m

Qw_1 = 31.8 ton, $w_1 = Qw_1/Aw_1$ = 6.6 Kg/cm2

S'x = 0.99 Qc_1 Qc_2 OK

S'y = 0.45 pw requerido = 0.2% pw actual = 0.094% NO

d) Cuarto criterio

Resultados Investigados : Fc = 179Kg/cm2, por ensayo de nucleo cT y=0.29sec, por calculo. 4)5) (cf. valor medido después del sismo).

T y = 0.41 sec) Tsy= 0.27 sec 4)

q_{Bo} 1.0 cT y/Tsy =1.07. En base a esto, el edificio es inapto de modo que la 3a. y 4a inspección son repetidos.

Conclusión

Coeficiente de resistencia a la fluencia en la dirección Y de este edificio, presumiendo que sea alrededor de 0.45 y las columnas fallarán después de la fluencia a la flexión debido a la distribución excétrica de los muros y al poco refuerzo en columnas.

3.2 Resultado de una investigación [6)]

3.2.1 Objeto de la investigación.

La oficina de Edificaciones y Reparaciones del Ministerio de Construcción, investigó dos oficinas del sector público de 1970 a 1971. La primera Investigación fue llevado a cabo alrededor de los edificios en las ciudades rurales y la segunda fue alrededor del distrito de Kanto. El número de edificios investigados es 480 mostrados en la tabla 2. También se describe los resultados acerca de 436 edificaciones.

Además, criterios hasta una 3era. investigación fueron ejecutados en este informe y las conclusiones fueron hechos bajo consideraciones administrativas.

3.2.2 Resultados Investigados :

Ambos resultados investigados están simplificados en la tabla 3, los significados de la formación son mostrados en la tabla 3, fueron definidos como siguen :

Rango I : los edificios pertenecientes a esta formación son considerados resistentes lo suficiente para no sufrir cualquier daño en un fuerte sismo.

Rango II : los de esta clasificación son considerados como resistentes y ductiles de modo que los daños que sufran en un fuerte sismo serán leves.

Rango III : sus resistencias no son muy altas, y pueden sufrir fuertes daños. Si son habitados por personas o propósito afines, ellos deben ser investigados a mayor detalle.

Rango IV: Como sus resistencias no son lo suficiente, se les considera inapropiados para soportar los efectos de un fuerte sismo. De este modo sus características antisísmicas deben ser mejorados, por ejemplo el incremento de los muros al corte.

Además en referencia a los resultados investigados, más investigaciones detalladas fueron llevadas a cabo y se decidió que obras de refuerzo deben ser llevados a cabo en varios edificios.

4) Discusión

Problemas a ser solucionados posteriormente, los cuales no son referidos en el Standard y son mencionados a continuación :

a) Factor de zona y factor de importancia .
b) Método de deducción simplificada para resistencia del concreto usado en dichos edificios.
c) Método de deducción simplicado para el período natural de las capas del suelo.
d) Cuantificación de influencia de defectos estructurales en la ejecución ante la presencia de sismos.
e) Cuantificación de influencia del piso de basamento ante la presencia de sismos.
f) Cuantificación de la influencia de la vibración y el efecto de crecimiento de acuerdo a la forma de la planta.

REFERENCIAS

1) Y. Koizumi, M. Hirosawa and Others, "Lateral Load Tests on Multi-Storied Full-Size Building of Reinforced Concrete Wall Construction - for Earthquake Resistant Design", BRI Research Paper Nº 49, 1971.

2) A. Kidaka, "Synthetic Research for Earthquake Resistant Construction (in Japanese)", Uno Shoten, 1963.

3) M. Hirosawa "Synthetic Research on Preventing Reinforced Concrete - Columns from Total Collapse (in Japanese)," Building Research Institute, BRI Transactions of Main Research in 1972, Building Research Institute, 1972.

4) T. Okada and Others, "Analysis of the Hachinohe Library Damaged by the '68 Tokachi-Oki Earthquake (in Japanese)", Transactions of the Architectural Institute of Japan on Investigations an Researches for the - 1968, Tokachi-Oki Earthquake, Architectural Institute of Japan, 1971.

5) H. Yamahara "Frequency Characteristies of Ground and Buildings by - Earthquake (in Japanese)", Transactions of the Architectural Institute of Japan on Investigations and Researches for the 1968, Tokachi-Oki - Earthquake, Architectural Institute of Japan, 1971.

6) T. Miki and Others "Evaluation of Earthquake Resistant Properties, and Strengthening of Existing Building" Proceedings of Fifth World Conference on Earthquake Engineering in Roma, 1973.

7) M. Hirosawa, "A List of Past Experimental Results of Reinforced Concrete Columns," Kenchiku Kenkyu Shiryo Nº 2, Building Institute March, 1973.

LISTA DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COLAPSO DE LA ESCALA COMPLETA DE MUROS DE CONSTRUCCION

DE CONCRETO ARMADO

Test	1	2	3			5
Año	1967	1968	1969	1970	1971	1861
Sistema Estructural	Muro tipo pretensado	Muro tipo tem plado in situ	Muro tipo tem plado in situ	Muro tipo pórti co pretensionado		
Número de pisos de especí men de ensayo	5	5	5	4(8)	4(10)	4(8)
Espesor de Muro (cm.)	15	15	18	18	18	1F-2F-6F-8F 35, 30, 25
Longitud del Muro por área unitaria de los pisos (cm/m^2)	28.3	12	15	13.7	13.6	6.6
Disposición de Barras de refuer zo para muro	Sola	Sola	Doble	Doble	Doble	Doble
Razón del refuerzo del Muro Horizontal (%)	0.34	0.25	0.28	0.63	0.64	1.13

Resistencia del Concreto (Kg/cm2)	230	230	230	380	414	210
Esfuerzo al corte promedio de los muros en la carga de diseño basada en K=0.2 (Kg/cm2) τ_D	2.4	4.9	4.1	8.1	7.8	6.9
Esfuerzo al corte promedio de los muros a la máxima carga (Kg/cm²) τ_u	17.1	21.0	21.6	31.5	30.3	31.0
τ_u/τ_D	7.2	4.3	5.3	3.9	3.9	3.2(4.5)
MECANISMO DE COLAPSO	Falla al corte del muro columna	Falla al corte del muro columna	Falla al corte del muro columna	Falla al corte de la viga después de la fluencia a la flexión	Falla al corte de la viga después de la fluencia a la flexión	Rajadura del concreto debido a la flexión
Angulo de Traslación del 1er piso a máxima carga	7.6	7.1	7.3	20.8	22.2	23.0

TABLA 2

Número de Edificios de Concreto Armado Inspeccionados en 1,971

Estructura de Pórtico Rígido (1) Indica Pórtico de Acero de Concreto Armado bldg construído con una rígida estructura aporticada.

Estructura de Pórtico Rígido (2) Indica concreto armado bldg construída con una rígida - estructura aporticada.

Estructura de Muro construída con losas y muros de concreto armado.

Pisos encima del piso	Estructuras de Pórticos Rígidos		Muro de Estructura
	(1)	(2)	
1		16	
2		94	2
3		174	
4	1	77	1
5	4	57	
6	4	13	
7	4	4	
8	18	1	
9	6		
10			
11	3		
12	1		
TOTAL	41	436	3

TABLA 3

Números de Bldg. clasificados en base a evaluaciones.

Números de Bldg. cuyos Qs/Qm no pueden ser calculados.

Piso sobre Piso	S ≥ 1.0	1.0 > S ≥ 0.6		0.6 > S ≥ 0.4		0.4 > S ≥ 0.2		0.2 > S	Indistinto
		Qs > Qm	Qs ≦ Qm	Qs > Qm	Qs ≦ Qm	Qs > Qm	Qs ≦ Qm	Qs ≧ Qm	
1	11	2	-	2	1	-	-	-	-
2	52	26	2 (1)	8	1	2	-	-	2
3	66	55	4 (6)	22	4 (3)	8	4 (1)	-	1
4	18	30	4 (2)	10	1 (5)	3	2	-	1
5	4	21	8 (3)	9	3	5	2	-	2
6	2	5	3	1	- (1)	-	-	-	-
7	-	3	-	1	-	-	-	-	-
8	-	-	-	1	-	-	-	-	-
TOTAL	153	142	21 (12)	55	10 (10)	18	8 (1)	0	6
	295		88		38		9		
RANGO	I		II		III		IV		

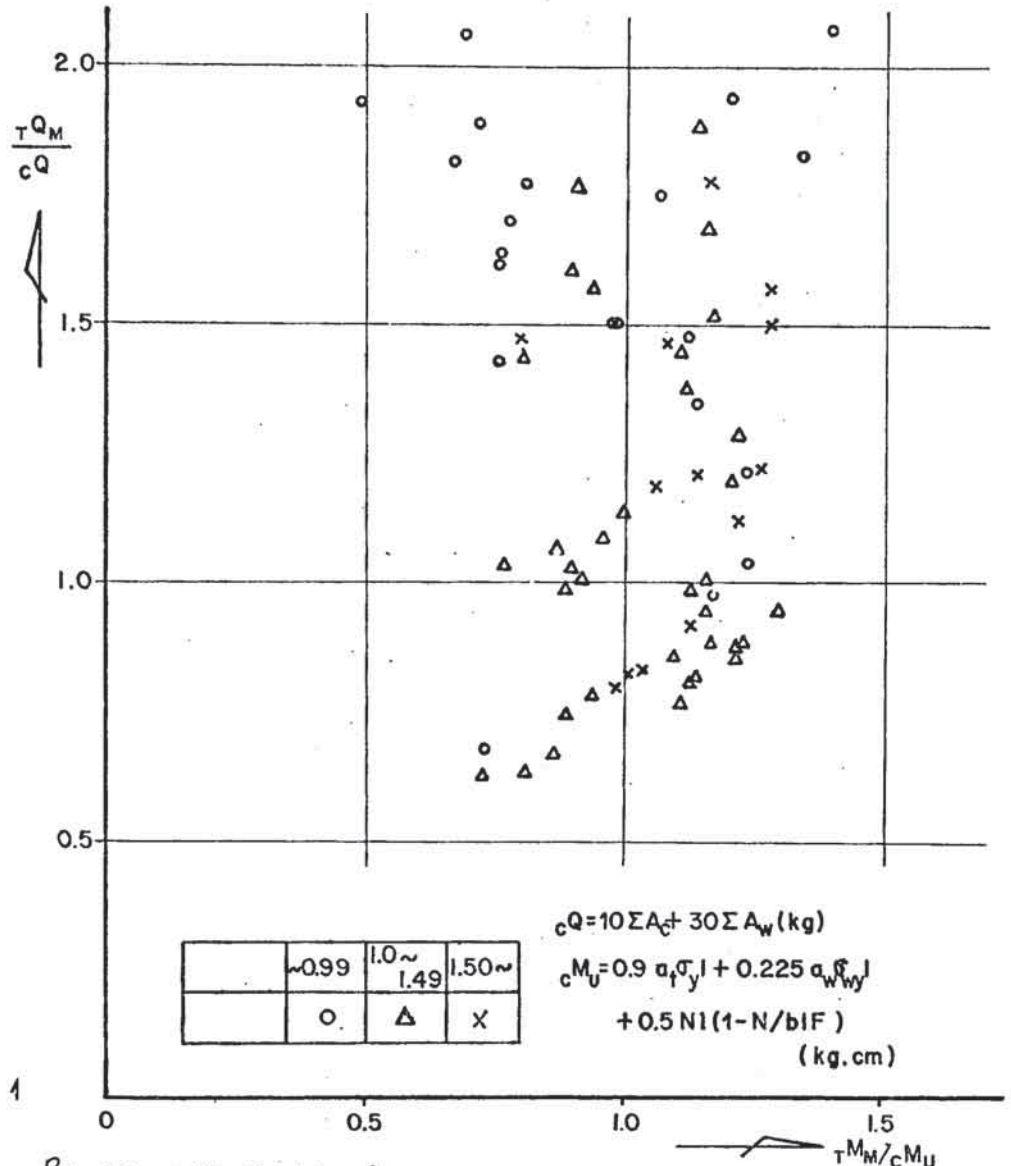


FIG. 1

RELACION ENTRE LOS RESULTADOS DE CAPACIDAD DE ROMPIMIENTO DE PAREDES CON COLUMNAS Y RESULTADOS CALCULADOS

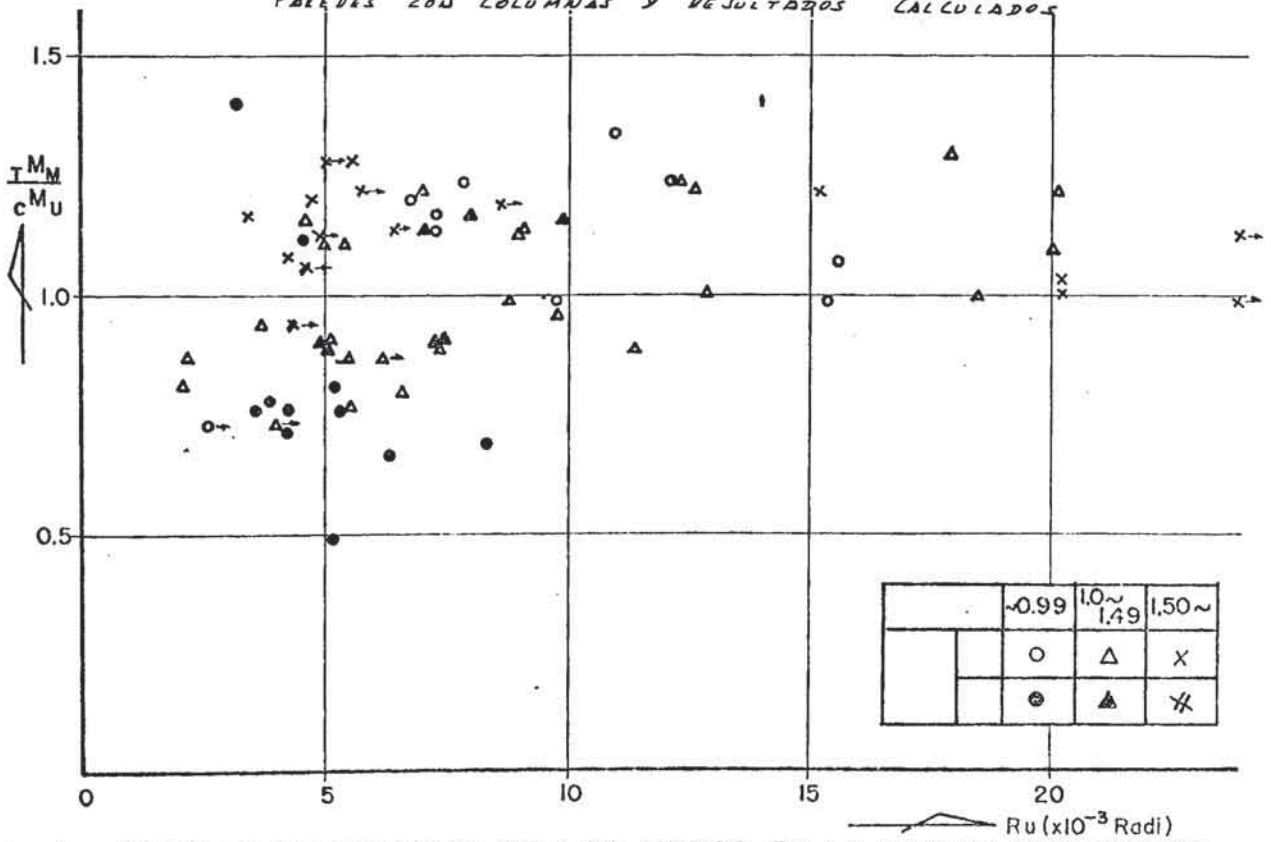
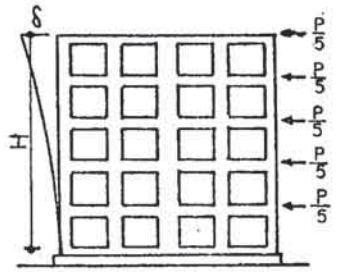
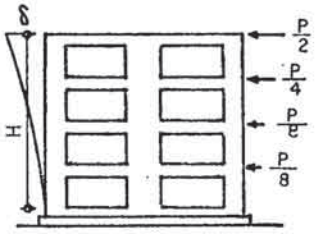


FIG.2 ANGULOS DE ROTACION DE LOS MUROS EN LA MAXIMA RESISTENCIA





W = PESO MUERTO DE LA ESPECIE INCLUYENDO ALGUNA CARGA VIVA.
H = AREA TOTAL DEL ESPECIMEN.
P = CARGA HORIZONTAL TOTAL
δ = DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL.

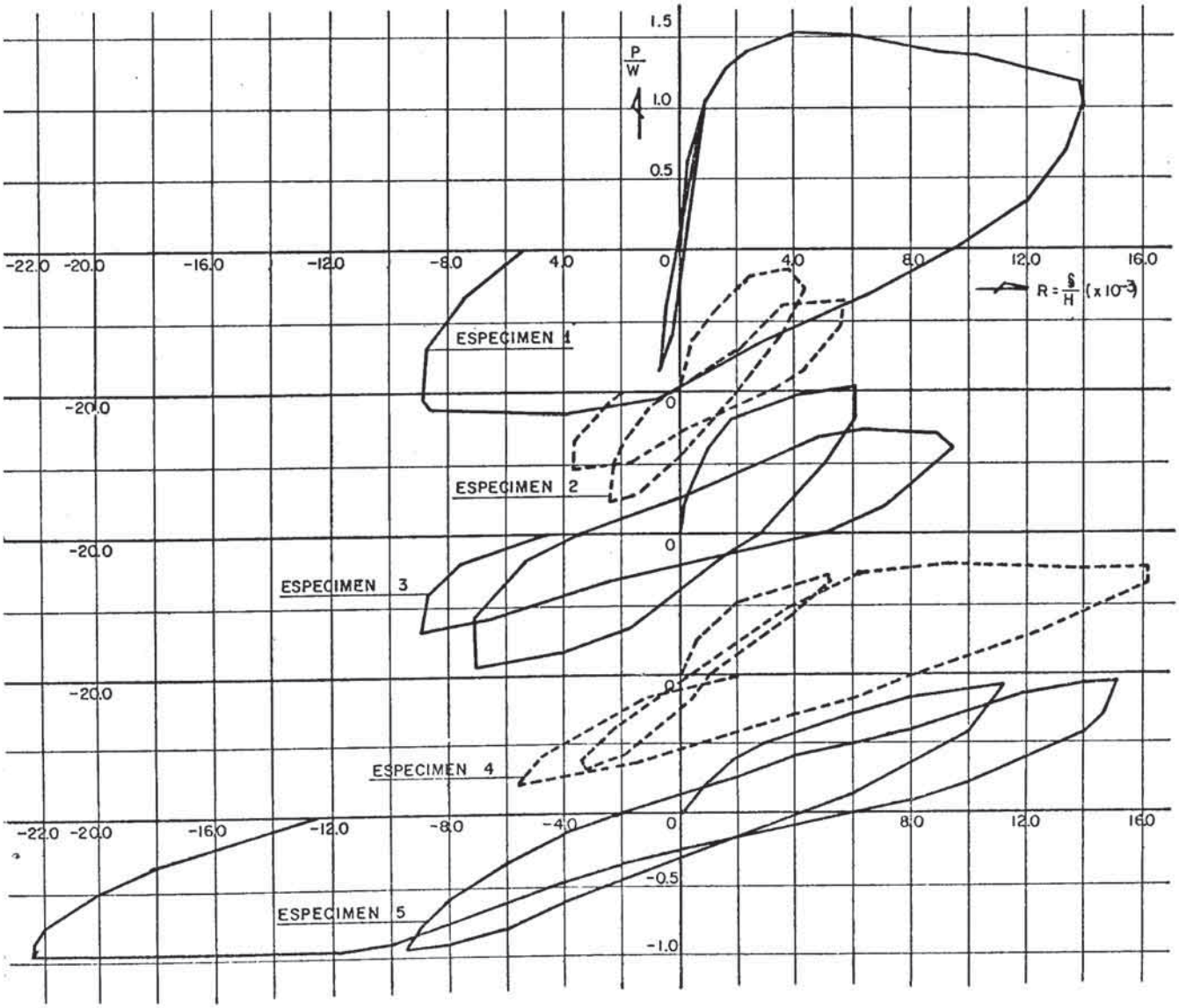


FIG. 3: ENVOLVENTE DE LA RELACION CARGA - DESPLAZAMIENTO DE CADA ESPECIMEN

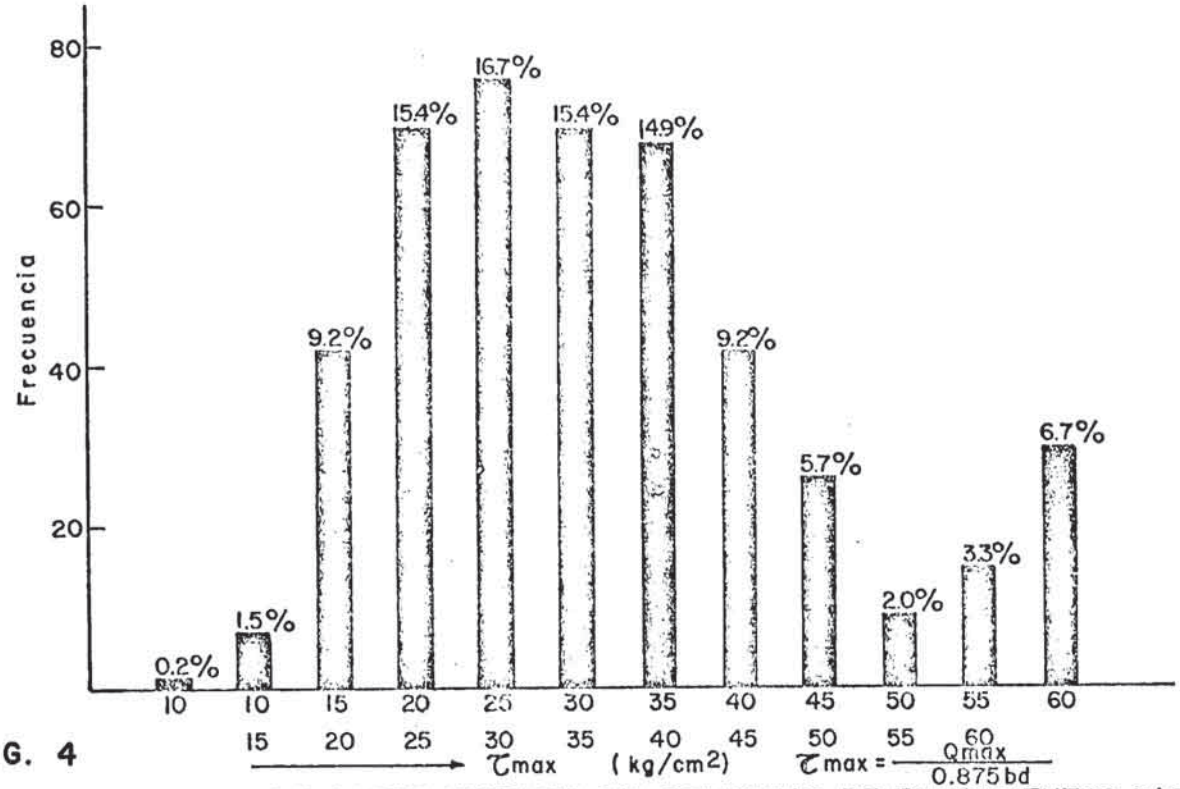


FIG. 4

MAXIMO ESFUERZO DE CORTE UNITARIO EN COLUMNAS DE EXPERIMENTOS PASADOS

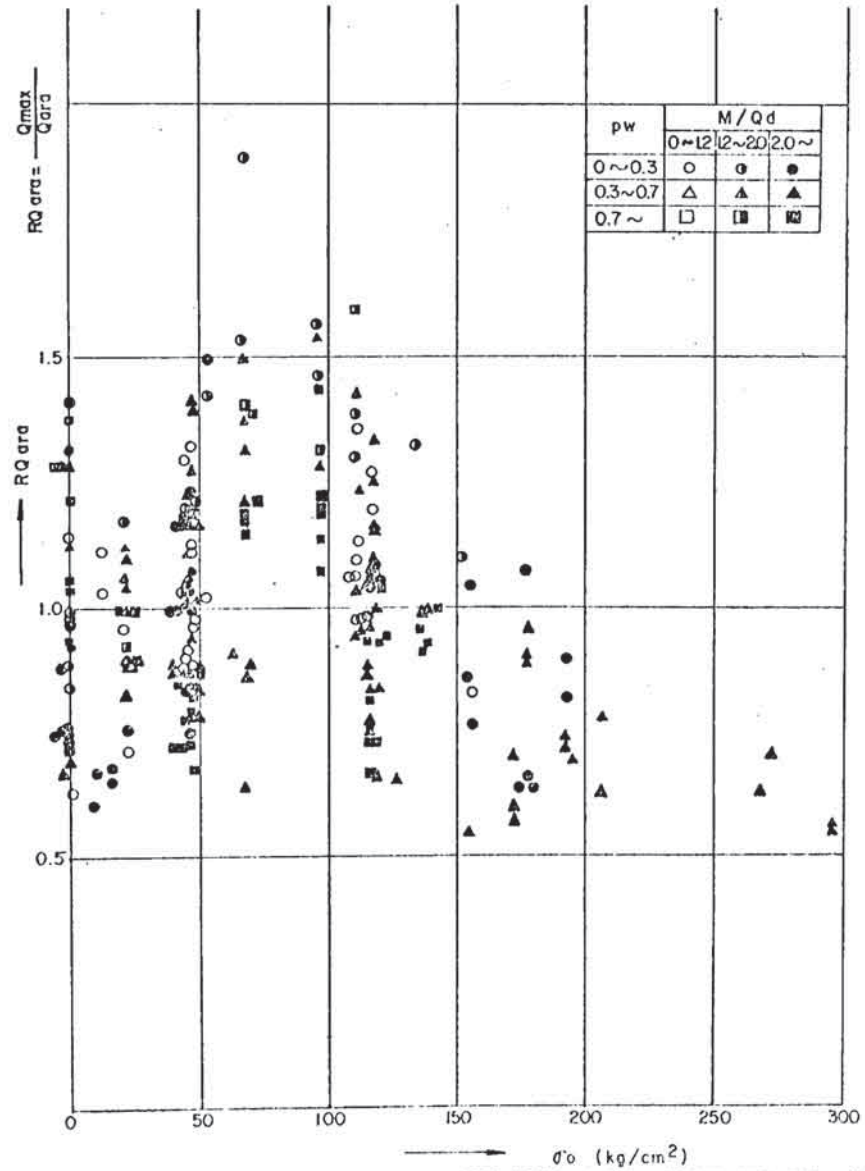


FIG. 5

RELACION ENTRE LA RAZON DE RESISTENCIA DEL ESFUERZO AL CORTE DE LAS COLUMNAS A LA RESISTENCIA CALCULADA RQ ara Y ESFUERZO UNITARIO AXIAL.

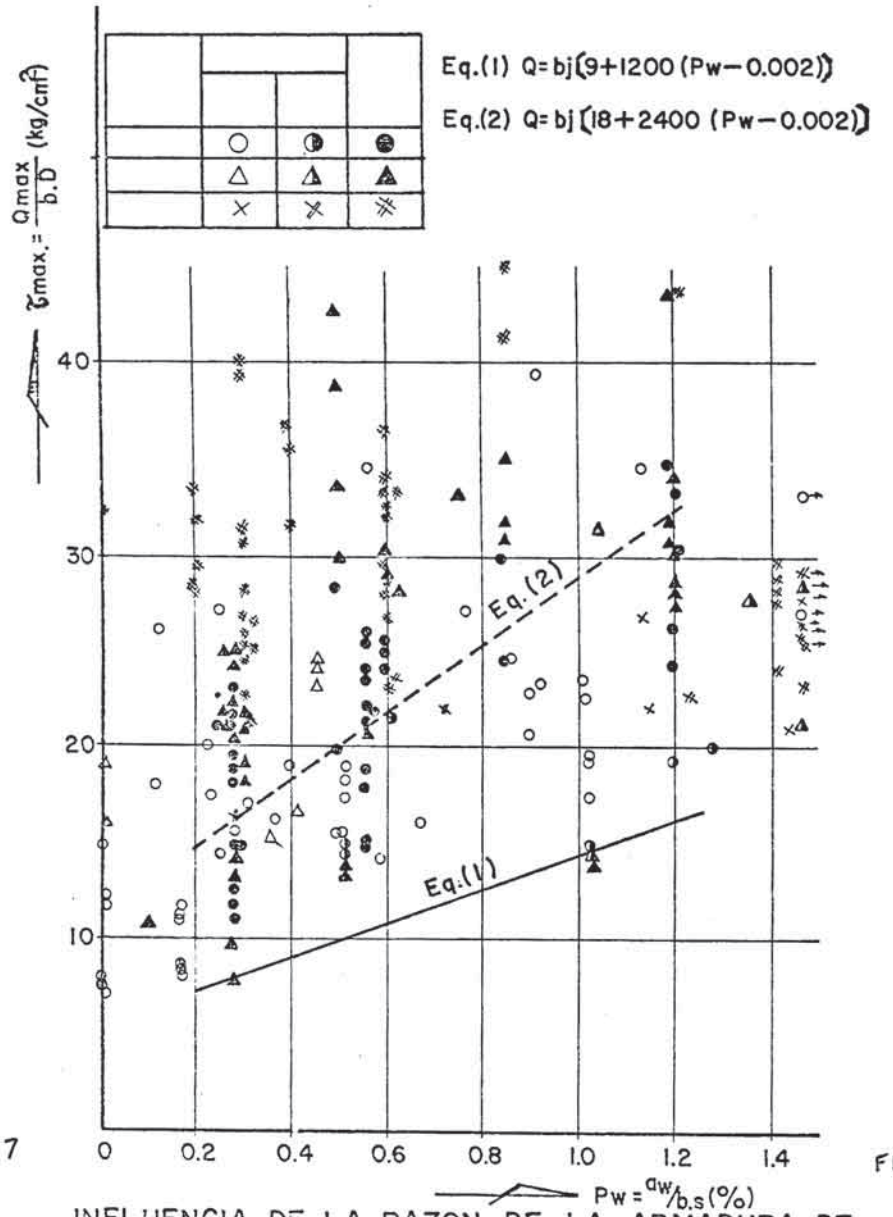


FIG. 7

INFLUENCIA DE LA RAZON DE LA ARMADURA DE REFUERZO Y ESFUERZO AL CORTE UNITARIO τ max A LA DUCTIBILIDAD DE LAS COLUMNAS.

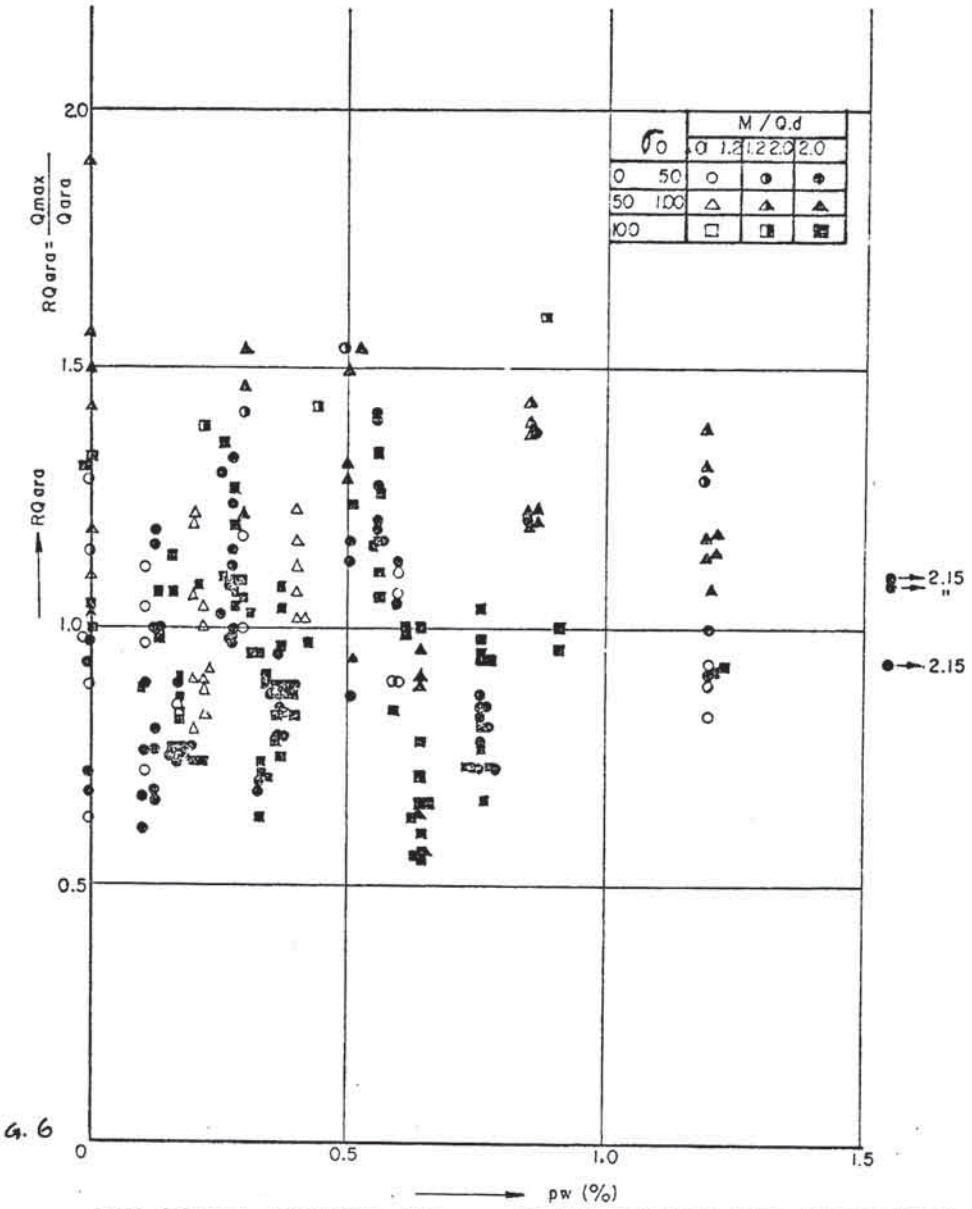


FIG. 6

RELACION ENTRE RQ ara Y LA RAZON DE ARMADURA DE REFUERZOS.

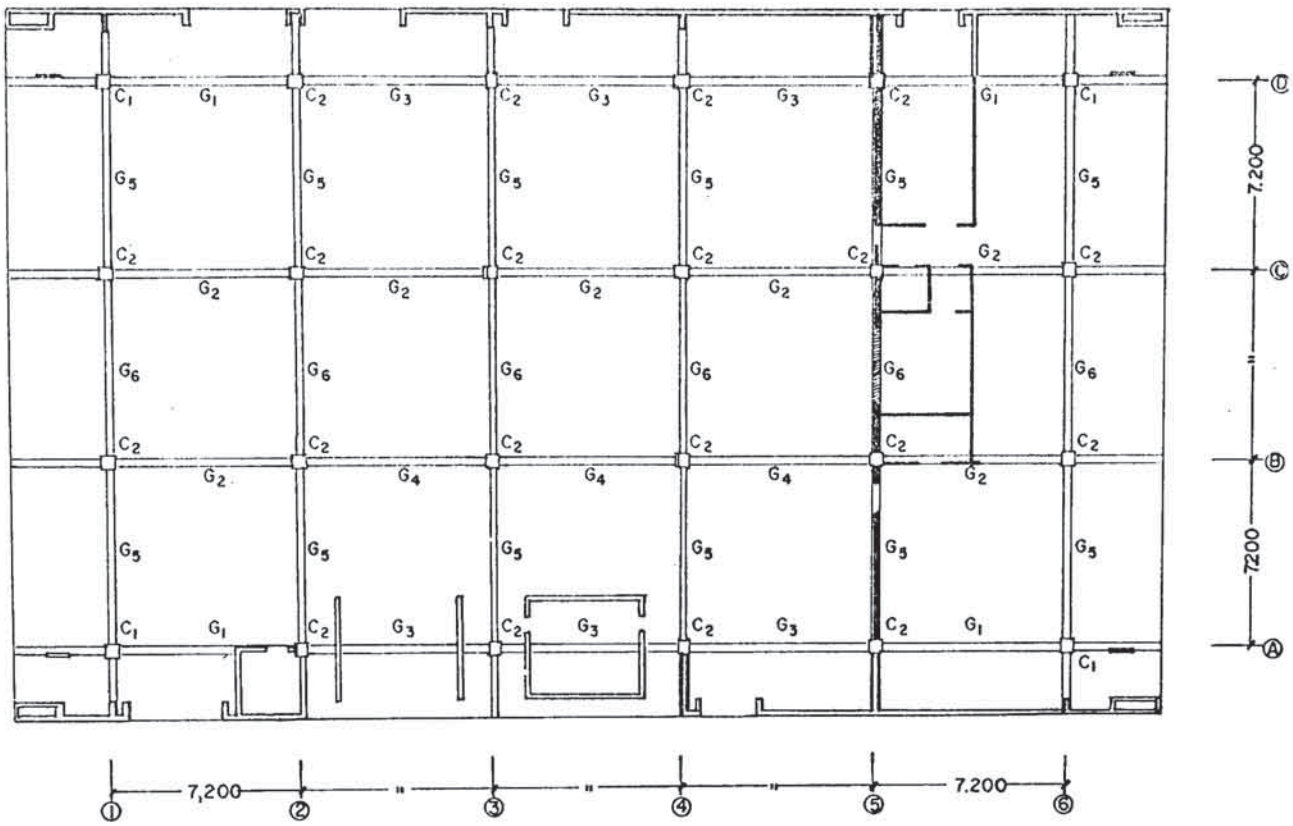
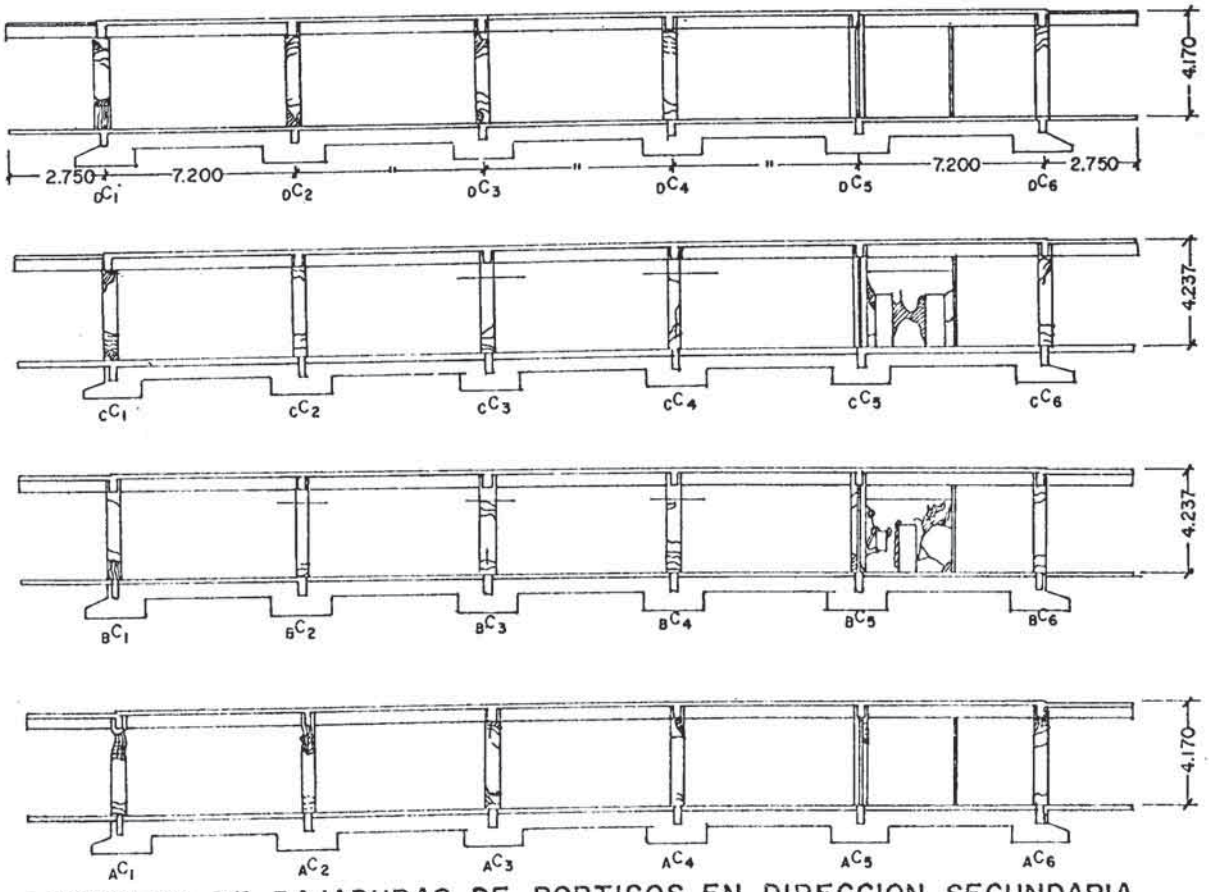


FIG. 8 PLANTA DE LA LIBRERIA HACHINOHE



6.9 MODELOS DE RAJADURAS DE PORTICOS EN DIRECCION SECUNDARIA

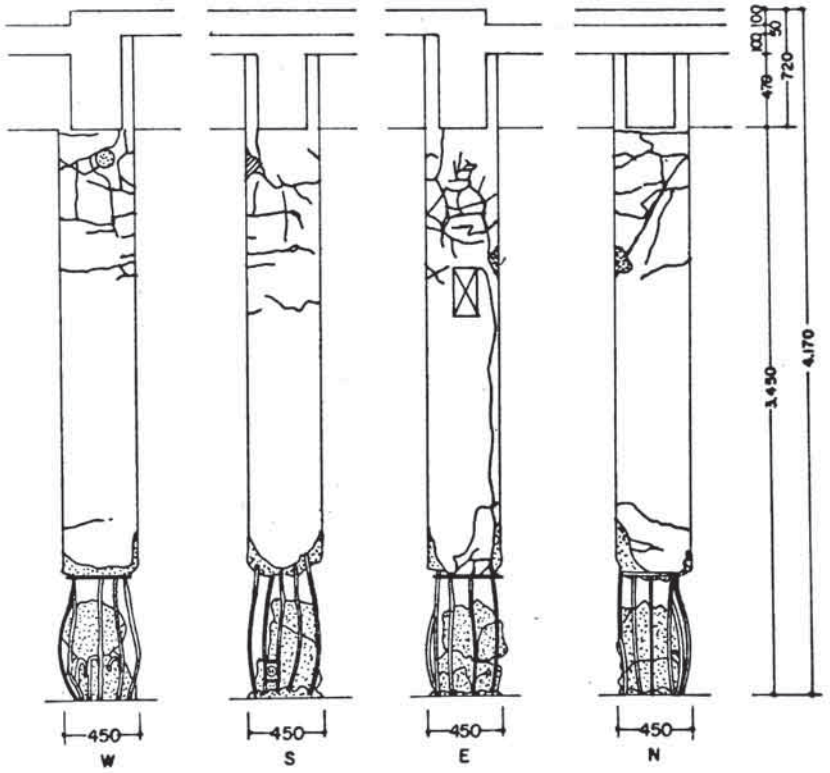


FIG. 10.- MODELO DE AGRIETAMIENTO DE LA COLUMNA C_1D

CAPITULO IX

9.00 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones.

9.2 Recomendaciones.

BIBLIOGRAFIA.

CONCLUSIONES

1) De los antecedentes sismicos vistos en el capitulo I se aprecia que desde el año 1552 hasta nuestros dias la ciudad de Lima ha sufrido 26 movimientos sismicos que han causado grandes daños en las edificaciones con la consiguiente pérdida de vidas humanas, lo cual hace ver la necesidad de tener especial cuidado en el diseño de las nuevas edificaciones y tomar con toda seriedad el problema que se afronta ante un posible sismo destructor.

2) Debe estarse conciente que para Lima en la actualidad se tiene dos direcciones y fuentes de liberación de energía sismica, al Sur y Norte del Litoral que deben complementarse con resultados de daños, etc.

3) Siendo la tasa de crecimiento de Lima mayor que el de la República existe el problema de la superpoblación de la ciudad, haciéndose necesario fijar un plan a nivel nacional que descentralice las indústrias y comercios afin de evitar la migración interna.

4) Se hace necesario que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones prohiba a las lineas de transporte masivo circular por las arterias centrales de la ciudad y solamente lo hagan por las avenidas principales con el fin de evitar el congestionamiento vehicular. Asi mismo la Policia de Tránsito de la Guardia Civil haga respetar las zonas fijadas como rigidas y no permita el estacionamiento de vehiculos en ellas, ya que esto conduce a agudizar mas el problema de la circulación vehicular y peatonal.

5) Geológicamente Lima tiene buen sub-suelo (es un conglomerado) y la napa freática se encuentra bastante profunda, estimándose que un movimiento sismico no afectará el comportamiento del suelo.

6) En cuanto al abastecimiento de agua para la ciudad de Lima no existe problema alguno, ya que se cuenta con depósitos de aguas subterráneas además del agua que se extrae del Río Rimac.

7) En las gráficos referentes al crecimiento fisico de Lima se puede apreciar que apartir del año 1940 su crecimiento ha sido en forma acelerada, habiendo contribuido a ello la migración interna de los provincianos a la ciudad en busca de mejores horizontes.

8) Se ha efectuado un estudio especial sobre tugurios, por ser éstos los que mas daño sufren cuando se produce un sismo y mas del 60% del área en estudio - está constituido por este tipo de edificaciones.

Al definir lo que se conoce como callejón, quinta o solar se trata de dar a conocer la forma de vida que llevan los que habitan esas viviendas y se tomen las medidas necesarias para irradicarlos definitivamente.

9) Al hacer la evaluación, despues del sismo del 3 de octubre de 1974, de las edificaciones de adobe y quincha se puede apreciar el estado actual en que se encuentran, sus posibilidades de poder resistir un nuevo sismo y si es económico o anti-económico proceder a su reparación.

LLegandóse también a la conclusión que ante un sismo destructor, el colapso de estas edificaciones sería total, cuyas consecuencias serían la muerte de miles de personas y la pérdida económica de millones de soles, agravándose la economía del País.

10) Los sevicios eléctricos y sanitarios de los tugurios se encuentran en mal estado debido al tiempo de uso. Las tuberías de agua y desagüe se encuentran picados lo que produce fugas de agua que humedecen los muros de adobe haciendoles perder resitencia, razón por la cual muchos muros colapsan sin necesidad de un movimiento sísmico. Lo mismo sucede con las instalaciones de luz que en cualquier momento pueden producirse cortos circuitos - con graves consecuencias, situación que aumenta el pánico en la población en caso de un sismo.

11) En la foto 1 que se muestra en el capitulo III se puede apreciar las características en cuanto a su estructura, pasadizos y escaleras de los tugurios - existentes en Lima.

La quinta que se muestra tiene 2 entradas por 2 calles diferentes, en ella existen más de 100 viviendas en sus 2 pisos, sus escaleras se encuentran deterioradas y el ancho del corredor del segundo piso (que es de madera) es de aproximadamente 0.80cmts., convirtiendose en caso de un sismo en una trampa donde habrían muchos muertos y heridos.

12) La foto 2 muestra la inclinación producidas en una de las torres del Convento de la Merced. Esta es una de las fallas típicas que presentaron las - iglesias evaluadas después del sismo del 3 de octubre de 1974.

En caso de un sismo como el de la hipótesis planteada la mayoria de estas edificaciones sufriria Colapso Total.

13) La foto 3 muestra el estado en que quedaron las viviendas del Jr. Amazonas que queda cerca al Puente Ricardo Palma aquí se produjo Colapso Total, en la actualidad toda esta zona ha sido demolida. Esto nos dá una idea de las consecuencias que puede causar un sismo destructor si no se toman las medidad necesarias para reforzar las edificaciones de adobe y quincha existentes.

14) Se concluye a partir de la evaluación realizada a las edificaciones de adobe y quincha, que las edificaciones de quincha resisten mejor a las fuerzas sismicas.

15) De la evaluación efectuada a las edificaciones de ladrillo y concreto después del sismo del 3 de octubre de 1974, se obtiene una visión general de los errores que hubieron en el diseño de las edificaciones que fallarón, sirviéndonos para preveer estos daños y estar preparados ante cualquier movimiento sismico que pueda haber mas adelante.

Se aprecia que los daños de estas edificaciones han sido moderadamente leves como la rotura de vidrios de ventanas interiores, falla en los ascensores, daños en la tabiqueria, deprendimiento de losetones de enchape de fachadas, etc.. Existen casos excepcionales como los daños sufridos por el Banco Industrial del Perú (ya reparado), la caida del tanque elevado del edificio del Jr. Moquegua y los daños por impacto entre edificaciones adyacentes, caida de parapetos. En general todos éstos son daños que se pueden preveer, siempre y cuando se tomen en cuenta estas experiencias.

16) Existen muchas edificaciones de ladrillo sin columnas y otres en las cuales la distancia entre columnas son mayores que las que fija el reglamento para este tipo de estructuras. En caso de un sismo destructor éstas pueden sufrir graves daños que hagan antieconómica su reparación.

17) La foto 4 muestra los daños producidos por impacto entre dos edificaciones vecinas, en ella se muestra el edificio del Instituto Cultural Peruano Norteamericano (Av. Emancipación cuadra 4) y el de la Lulli S.A.. Este choque produjo la caída de muros no portantes de las aulas de estudio, rotura de vi

drios, daños en la fachada, etc. Se ven este tipo de daños también en las fotos 6 y 7, 14 y 15, haciendose necesario tener en cuenta este tipo de fallas y no volver a incurrir en el mismo error en los diseños futuros.

18) Nuestro reglamento General de Construcciones estipula la separación mínima que deben conservar las edificaciones adyacentes, pero se ve en la realidad que no se cumplen las especificaciones dadas porque siempre se producen daños por impacto.

19) Se ha comprobado que por efectos de sismos anteriores muchos muros de edificaciones altas fueron dañados y luego resanados sin criterio técnico, razón por la cual al producirse el sismo del 3 de octubre de 1974 estos muros sufrieron los mismos daños en los lugares antes afectados.

20) En la foto cinco se muestra los daños producidos por la caída del tanque elevado de un edificio situado en el Jr, Moquegua (edificio n°53), que trajo como consecuencia la rotura de vidrios de ventanas interiores, daños en uno de los departamentos y en la edificación vecina. Esto hace ver la necesidad de que se proceda a una revisión estructural de los columnas de soporte de los tanques elevados de los edificaciones altas existentes.

Este tipo de daños se encuentran también en las fotos 8 y 9 que corresponden al Edificio Pizarro (Edificio N°1 evaluado).

21) Un error muy frecuente es construir tabiquería secundaria de ladrillo (material frágil) en edificios aporticados flexibles, sin que exista un estudio especial.

22) Las fotos 10, 11, 12, y 13 muestran los daños tipicos que sufren los edificaciones altas en el cercado de Lima como consecuencia del sismo del 3 de Octubre de 1974.

23) La constitución del suelo define una serie de propiedades y caracteristicas del movimiento sismico en la superficie de la tierra cuando ocurre una vibración de la roca base. Se aprecia esta modificación de las caracteristicas vibratorias en términos de intensidad de los terremotos y de periodo predominante durante los sismos. Por ello se encuentran los periódos de vibración de 30 edificaciones altas, ya que como se sabe el grado de flexibilidad o deformabilidad de una estructura hará que esto vibre con caracteristicas distintos a los del suelo mismo, dependien-

do las fuerzas de inercia no solo del movimiento del suelo sino también de como responda la estructura según sus caracteristicas particulares.

24) Se ha hecho un pequeño resúmen de los ascensores para dar a conocer su - funcionamiento, caracteristicas y limitaciones que tiene, por ser éstos los que generalmente fallan cuando ocurre un sismo debido a que no tienen un mantenimiento continuo.

25) De la evaluación efectuada a los lugares de concentración de personas, ya sean cines, teatros, etc. se llegó a la conclusión de que la mayoria ofrecen cierta seguridad en cuanto a su estructura, pero existe el problema de las salidas de emergencia que resultan estrechas para una evacuación rápida en caso de un sismo. Se hace necesario también hacer una revisión completa de los locales escolares que presentan serios daños por efectos de sismos anteriores los cuales han sido reparados sin criterio técnico, convirtiéndose de este modo en trampas en potencia ante un sismo. Se aprecia que como lugares de refugio solamente existen 6 plazas pequeñas que son insuficientes para albergar a la cantidad de personas que viven en los alrededores.

26) En el capitulo V se dá una serie de recomendaciones para la edificación y reparación de viviendas de adobe, esto es un extracto obtenidos de los boletines que dá el Ministerio de Vivienda y Construcción. El fin que se persigue es que se tomen en cuenta éstos y se usen con el fin de reforzar las viviendas de adobes existentes y en caso de un sismo se puedan minimizar los daños

27) En el plano N°3 que representa los intensidades del sismo en función de los daños causados a los edificaciones de adobe y quincha, se ve que la zona critica y de mayor peligro en caso de ocurrencia de un sismo destructor seria la comprendida entre la Av. Tacna, el Rio Rimac, la Av. Alfonso Ugarte y la Av. Nicolas de Piérola (Ver gráfico c-1) en donde se han pintado de color rojo las manzanas donde se produciria Colapso Total de estas edificaciones, siendo los únicos lugares de refugio: la Plaza Unión, Plaza 2 de Mayo y la av. Emancipación (pintados de color rosado). Las manzanas pintadas en su totalidad de color rojo indican que mas del 50% son viviendas de adobe y quincha que pueden colapsar y en donde se han pintado parcialmente indica que las viviendas de adobe son menores al 50% y también pueden colapsar. Esto se muestra en los gráficos c-2 y c-3.

28) Especial atención merecen las iglesias existentes en la zona de estudio, en donde se han pintado sus contornos de color rojo a aquellas que pueden también colapsar en caso de un sismo destructor.

29) En los planos 4 y 5 se encuentran los intensidades del sismo en función de los daños causados a las edificaciones de ladrillo y concreto armado, llegándose a la conclusión de que en caso de un sismo destructor, los daños que podrían sufrir estas edificaciones, serían leves.

30) El conocimiento del funcionamiento y características de los acelerógrafos serviría para comprender mejor lo referente al capitulo de análisis de Terremotos Peruanos.

31) El análisis de terremotos peruanos, es un resúmen de los trabajos sobre sismos en el Perú ocurridos en los últimos 20 años que han sido efectuados por el Ing. Raúl Husid y colaboradores. En él se destacan los principales terremotos entre 1947 y 1974, analizándose los aspectos sismológicos, estructurales, como una evaluación de intensidades y distribución de daños. Este estudio nos hace conocer el comportamiento del suelo frente a un sismo y nos hace ver que la aceleración máxima de un terremoto no mide la severidad de éste, sino que esto depende de la aceleración cuadrática media, intensidad de Housuer, intensidad de Arias, etc.

32) En el capítulo VIII se presenta una traducción de un trabajo de investigación efectuado por el gobierno Japones, éste es conocido como el "Codigo de Edificaciones Standard", cuyo objetivo fundamental es juzgar las propiedades de resistencia antisismica de las edificaciones de concreto armado existentes.

Este trabajo fué realizado a raíz del terremoto de Tocachi-Oki en Japón en el año 1968 donde varios edificios diseñados de acuerdo a las normas actuales sufrieron severos daños, iniciándose la revisión de las caracteristicas antisismicas de las edificaciones existentes. Se llegó a la conclusión que éste es un buen método que podría ser aplicado en nuestro medio, el cual serviría mucho para una actualización de los códigos existentes sobre construcciones antisismicas y de esta manera se puedan prevenir futuros daños en este tipo de edificaciones ante la ocurrencia de un sismo.

33) Se puede concluir diciendo que las pérdidas humanas y daños materiales ocasionados por los sismos en los últimos años, deben servirnos de experiencia

y estar preparados para minimizar los efectos de movimientos telúricos futuros, que dentro del margen que presentan los fenómenos aleatorios, - pudierón en cualquier lugar ó momento sorprendernos con mayores intensudades.

34) En base al estudio realizado se puede predicir apriori los efectos- que produciría en las edificaciones y en las personas un posible- sismo destructor, según el dia y hora en que éste suceda, así se tienen las siguientes alternativas.

a) Que el Sismo se Produzca un Dia Laborable(lunes a viernes) entre Las 0.800 horas y las 18.00 horas.

Se producirian graves daños, cundiría el pánico entre la población ya que en estas horas miles de personas se encuentran trabajando- en sus oficinas, en los Bancos, Ministerios, etc. otros se encuentran estudiando en los diversos colegios y academias que funcionan en la zona y, las calzadas se encuentran ocupados por miles de - vendedores ambulantes, existe gran congestion de tráfico de vehículos y cientos de personas se encuentran orando en las iglesias - (que como se ha visto son trampas en potencia). Este sismo traería el colapso total de muchas edificaciones de los llamados tugurios - conviertiendose de esta manera en trampas en donde perecerían miles de personas y la ayuda que se le pueda brindar a los posibles- heridos sería mínima por cuanto debido a la deficiente circulación vehicular existente no les sería posible llegar a tiempo a las ambulancias, ni a los carros de bomberos a sofocar los posibles incendios que generalmente se producen en éstas casas a consecuencia de - cortos circuitos.

Las zonas de refugio existentes resultarian insuficientes para albergar a todas las personas, se produciría muertes por asfixia en los- lugares de reunión (cines, teatros)ya que como se dijo anteriormente este tipo de locales no mantienen abiertas sus puertas de emergencia durante toda la función, luego al haber un sismo todas las personas van a querer salir a un mismo tiempo y al encontrarse con las puertas cerradas se van a producir las muertes de muchas personas al ser -- oprimidas o pisadas al cundir el pánico por salir de esos locales.

El cuadro que presentaría la ciudad de Lima sería desolador ya que miles de personas perderían la vida y la economia del pais se vería

gravemente afectado al ser Lima el eje de las actividades comerciales del pais.

b) Que El Sismo Se Produzca Un Dia Domingo.

Siendo este un dia no laborable, la mayoria de las personas se encuentran descansando en sus hogares y los mas afectados serian los habitantes de las edificaciones de adobe y quincha ya que como se ha dicho anteriormente, éstas colapsarian total o parcialmente ocasionando la muerte de miles de personas.

Se producen el Colapso de varias de las iglesias, muriendo dentro de ellas una gran cantidad de personas, ya que a ellas acuden miles de personas todos los domingos a escuchar la Santa Misa.

La ayuda que se puede brindar a los heridos sería mas rápida al haber poco tránsito vehicular asi mismo los posibles incendios originados por cortos circuitos podrian ser sofocados en forma rápida.

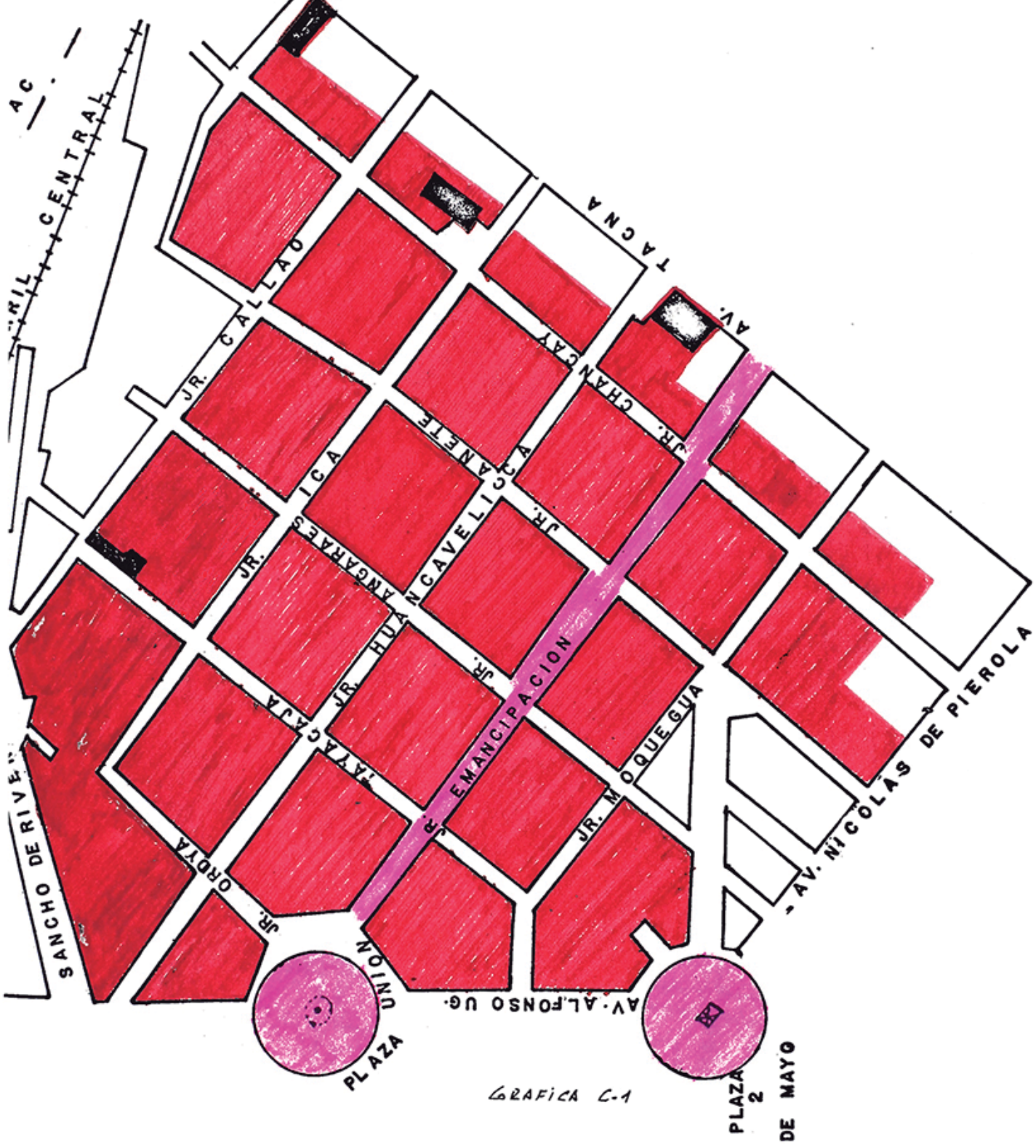
También habrian muchos heridos y cundiría el pánico en los lugares de reunión de personas como son los cines, teatros, salas de baile, hoteles, etc.

c) Que El Sismo Se Produzca Un Dia Cualquiera A La Hora De Descanso (a partir de las 9 p.m).

A partir de las 9 de la noche, miles de personas se encuentran descansando en sus hogares, otros se encuentran en los cines, teatros y en los diferentes clubs nocturnos.

Las mas afectados son las personas que habitan en las edificaciones de adobe y quincha, ya que al colapsar éstas cundiría el pánico general y se produciría miles de muertes.

Puede ocurrir el sismo a las 9 de la noche como a las 2 de la mañana, lo que no daría tiempo a la población a ponerse a salvo, siendo desastrosos y lamentables los efectos que traería el sismo.



GRAFICA C-1

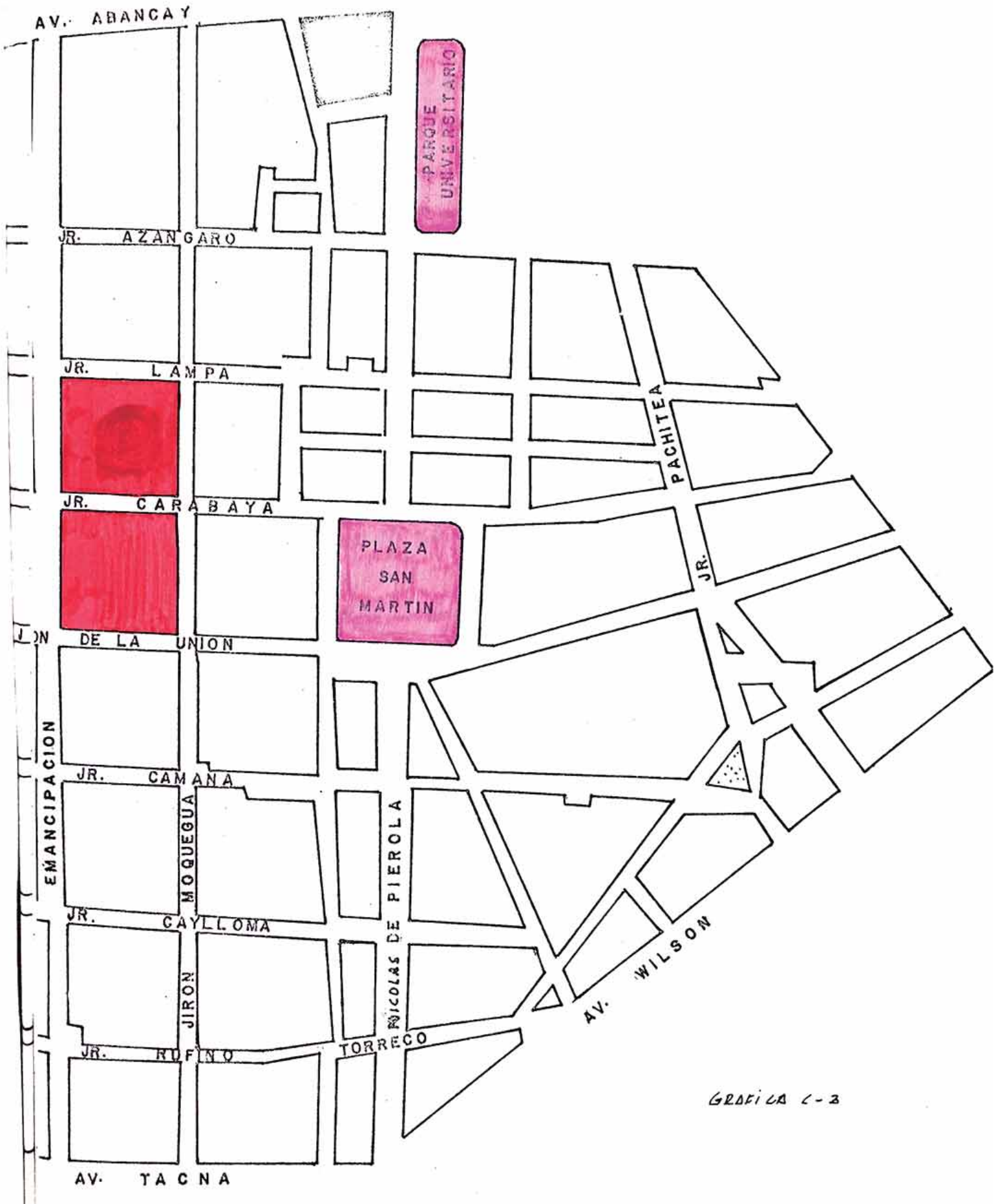
Esta es la zona mas peligrosa de toda el area de estudio, ya que el 80 % son edificaciones de adobe y quincha, encontrándose muchas de ellas a punto de colapsar al menor movimiento sísmico.

En caso de sismo de grado VIII todas estas edificaciones colapsarían irremediablemente. y se producirían muchas desgracias personales. Se ve claramente que los únicos lugares a los que se podrían llamar zona de refugio serían: La Plaza Unión, Plaza Dos de Mayo y la moderna Avenida Emancipación.

LEYENDA: Las zonas pintadas de negro representan Iglesias que existen en la zona, aqui tambien se encuentran los cines: Lido, Mexico y Tacna, la Universidad Federico Villarreal, colegios y centros superiores de enseñanza.

En esta área existen muchas edificaciones modernas de concreto armado cuyos daños producidos por sismos anteriores han sido siempre leves, principalmente roturas de vidrios, daños en tabiquería y en la mampostería, en caso de sismo solamente como zona de refugio a la Plaza de Armas y la Av. Emancipación ya que sus demas calles son estrechas y continuamente están atoradas de vehículos.

GRAFICA C-2



GRAFICA C-3

Esta área está constituída en su mayor parte por edificaciones de concreto armado, destacándose entre ellos el Ministerio de Educación, la Biblioteca Nacional, la Compañía de Seguros El Sol cuya estructura es de acero. Esta es una zona de gran movimiento comercial y vehicular. Solamente se encuentran como zonas de refugio a la Plaza San Martin y Parque Universitario.

RECOMENDACIONES

1) Se recomienda que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de las normas necesarias para reglamentar y restringir el tránsito de vehículos por las calles céntricas del Cercado, ya que presentan el problema de ser demasiado estrechas y en caso de un sismo destructor la ayuda que se les brinde a las posibles víctimas sufriría demoras que serían de graves consecuencias (demora en el traslado de heridos, demora en la llegada de los bomberos para apagar los posibles incendios por corto circuito que siempre suceden en casos como éste).

2) Se recomienda que el gobierno incentive la creación de nuevas industrias y comercios en todos los departamentos del país con el fin de frenar el éxodo del interior a la capital del país.

3) Se recomienda la demolición de las edificaciones de adobe y quincha que se encuentran en grave estado, ya que muchas de ellas están en peligro de colapsar al más leve movimiento sísmico. Para ello, se debe primeramente reubicar a las familias afectadas, teniendo el Estado que encargarse de los gastos que demande la compra de terrenos y la construcción de las nuevas viviendas, dándoseles facilidades de pago a las personas que ocupen estas viviendas.

4) El adobe no puede resistir cargas laterales y como las construcciones de este tipo no pueden ser económicamente eliminadas, éstas deben reforzarse siempre y cuando su estado actual sea regular.

5) Para casas pequeñas, la construcción de quincha es bastante más efectiva para resistir los daños sísmicos que la de adobe. Una casa de quincha bien armada se comporta básicamente como un canasto invertido y es prácticamente indestructible por un sismo. Sin embargo, se convierte en insalubre si no se realiza una buena -

mantención, debido a que cualquier grieta o saltadura de recubrimiento permitirá la entrada de insectos que anidarían en el interior de la muralla.

6) En las construcciones de adobe deben evitarse los techos muy pesados. Los más adecuados son los techos de calamina y de acero corrugado, o también los techos de paja con pendientes grandes. Deben evitarse los techos de tejas, de caña y barro, o simplemente de barro.

7) Los adobes deberán contener suficiente cantidad de partículas finas de arcilla para que éstos sean resistentes y durables. Debe agregarse paja u otro tipo de fibras.

8) Las construcciones de adobe deben limitarse a un máximo de un piso de altura, siempre que sea posible. Si fuera necesario construir estructuras de adobes de dos pisos, debe colocarse abundante refuerzo horizontal en las esquinas y en las murallas interiores.

9) Se recomienda efectuar una revisión de las instalaciones eléctricas y sanitarias de las edificaciones de adobe y quincha.

10) Se recomienda una revisión de todos los locales escolares. Estos deben ser modificados o reforzados para resistir cualquier futuro sismo.

11) Debe efectuarse una revisión de los parapetos de las azoteas, ya que muchos son de gran longitud y no se encuentran debidamente anclados, razón por la cual se caen ante un sismo; como por ejemplo, la caída de 17 metros de parapeto del Edificio Pizarro por efecto del sismo del 3 de octubre de 1974.

12) Debe incidirse en el control de la mezcla usada para el enchape de muros de fachadas con losetones de mármol, para evitar el desplazamiento de los mismos, ya que ésto puede causar graves daños a las personas.

13) En las construcciones de nuevas edificaciones se deben tener cuidado en los siguientes aspectos para evitar daños a la estructura por efectos de movimientos telúricos:

- Graduación y limpieza de los áridos
- Dosificación adecuada del concreto
- Calidad de arcillas para la elaboración de ladrillos
- Dimensiones y resistencia de los mismos. Calidad de mortero.
- Curado de elementos de concreto
- Conocimiento de las características de la madera empleada (resistencia, humedad, durabilidad, mermas por aplicación de sustancias preservativas, etc.).

14) Debe realizarse una revisión técnica de las construcciones de ladrillo, ya que muchas de ellas no cumplen con las especificaciones de nuestro Reglamento de Construcciones, como la ausencia de columnas y en caso de existir, se encuentran a distancias mayores de las que fija dicho reglamento.

15) Debe evitarse la interferencia entre edificaciones vecinas (choques por impacto). Previamente se estudiará la separación que deben tener dos edificaciones vecinas en base a su comportamiento dinámico. Esta junta de separación deberá tener en cuenta la suma de las deformaciones posibles de las estructuras contiguas bajo efectos sísmicos, teniendo en cuenta además la posibilidad de giros de las fundaciones.

16) En las edificaciones de poca altura (unifamiliares) donde existen razones para construirlas una al lado de otra y teniendo en cuenta que las deformaciones son más pequeñas, se recomienda pensar en un material que minimice el efecto de choque, actuando como amortiguador del mismo la madera, productos sintéticos, etc.

17) Se recomiendan las estructuras aporticadas (constituidas por vigas y columnas) en lugar de las basadas en muros o placas de corte, ya que las primeras ofrecen mayor seguridad frente a sismos severos.

18) Ante la presencia de un severo sismo, el edificio puede sufrir daños irreparables, pero las vidas humanas deben estar siempre con la máxima seguridad; luego, desde el punto de vista de las vidas humanas es muy importante prevenir la caída de elementos secundarios, teniéndose precaución de estos elementos en el siguiente orden:

1) Parapetos
2) Elementos de madera, como acabados exteriores e interiores.
3) Cielo raso
4) Ventanas de vidrio
5) Vallas hechas de bloque
6) Tabiques

19) El diseño debe tender siempre a impedir el daño de las personas dentro y fuera del edificio.

20) Se recomienda se establezcan Códigos de Construcción, de tal forma que aseguren que los principales edificios públicos, especialmente las escuelas, sean diseñadas y construidos de tal manera que resistan una cantidad razonable de fuerzas laterales. En estos códigos deberán contemplarse requisitos sobre el anclaje de las murallas de albañilería a la estructura del edificio, anclaje o eliminación de parapetos y evitar cualquier otro aspecto que haya causado problemas en anteriores terremotos.

21) Se recomienda efectuar una revisión de la estructura de los tanques elevados de las edificaciones altas.

22) Se recomienda atribuir más importancia a los vidrios de las ventanas interiores de las edificaciones, que son las que más daño sufren cuando se produce un sismo.

23) Se recomienda recordar algunos tópicos que deben ser considerados:

- Precauciones en los elementos no estructurales de fachada.

- Separaciones en colindancias y juntas de separación.
- Confinamiento adecuado de muros de albañilería.
- Junta de llenado o de construcción (que constituye el motivo más frecuente de fallas durante terremotos).
- Normas sobre calidad de materiales.
- Tolerancias
- Detalles de uniones (anclaje de armaduras y estibaje suficiente cuando se trata de concreto armado, especificaciones de soldadura, conectores, etc.).
- Para lograr el comportamiento deseado de la edificación es menester que la calidad de los materiales de construcción sean congruentes con el partido estructural elegido. Los índices de dicha calidad son variables; se podrán encontrar dispersiones fuertes con excesiva frecuencia, especialmente en materiales preparados en obra. El control de la calidad de los materiales constituye un factor primordial para evitar daños considerables en un sismo.

24) Debe obligarse a que se cumpla con la separación mínima que deben conservar dos edificaciones adyacentes dada por el Reglamento Nacional de Construcciones. De esta forma se podrán evitar los daños por impacto entre edificaciones vecinas ante cualquier sismo.

25) Debe hacerse una revisión general de todos los ascensores, tanto de su mecanismo interno como de su cabina. Por ejemplo, en muchos ascensores en su cabina no funciona: la luz interior, los indicadores de pisos, la alarma en caso de emergencia, el ventilador, ect. Y en cuanto a su mecanismo interno, se debe de hacer una revisión periodica de todas sus piezas, especialmente de las cuerdas soportes que generalmente son las que fallan en caso de sismos.

26) Debe dotarse de las máximas seguridades a los locales de reunión

de personas, como son: cines, teatros, etc., con el fin de ofrecer el máximo de seguridad, recomendándose que durante el desarrollo de las funciones, las puertas principales y las de emergencia permanezcan abiertas para poder evacuar el local en forma rápida en caso de producirse un sismo, ya que el pánico de la gente aumenta si encuentra las puertas cerradas.

27) Se recomienda que Defensa Civil fije lugares a donde se pueda evacuar a los damnificados que puedan existir ante la ocurrencia de un posible sismo.

También se recomienda tomar las medidas necesarias para que la evacuación de los posibles heridos sea rápida y eficiente.

28) Debe prepararse a la población, dictándoles charlas sobre las normas que se deben seguir ante la ocurrencia de un sismo.

29) Se recomienda que en el presupuesto de la República el gobierno cree un partida especial destinada al fomento de trabajos de investigación sobre la actividad sísmica en nuestro país, y de las conclusiones a que se lleguen se elabore el Código para Construcciones Anti-Sísmicas en nuestro país. Es necesario que parte de esta partida se destine a las diversas universidades del país que se dedican a esta ciencia, en las cuales un buen número de estudiantes que tienen vocación por la Sismología ven frustradas sus aspiraciones por no contar con el apoyo económico necesario.

Así de esta manera, a los profesionales con que contamos se les podrá mandar al extranjero a perfeccionarse para luego ser de provecho al país.

BIBLIOGRAFIA

- "Zonas de Fracturas y Regionalización Sísmica del Perú" Primeras Jornadas Chilenas de Sismología é Ingeniería Antisísmica. Chile 1970.
- "Criterios para el Catálogo Sísmico de Sudámerica". CERESIS - HUACO 1972.
- Apuntes del Curso "Ingeniería Antisísmica" ING° JULIO KUROIWA HORIUCHI.
- Planoteca del Concejo Provincial de Lima.
- "Sinopsis de la Geología del Perú". Boletín Nº 22 del Servicio de Geología y Minería (Lima - Perú). E. BELLIDO B. 1969.
- Publicación de la Junta Nacional de Emergencia. Agosto 1970. Anexo 6 - Tomo II.
- "Historia de los Sismos más notables ocurridos en el Perú". ENRIQUE SELGADO F.
- Exposición del Ministro de Vivienda en el I Forum de Inversiones de la Z A S (Zona Afectada por el Sismo). Huaráz 22 NOV. 1973.
- "Predicción de Daños ". JORGE SOYER.
- "Análisis de Terremotos Peruanos". ING° RAUL HUSID.
- "Reunión Andina de Seguridad Sísmica"- Lima-Perú 11-15 Agosto 1975 OSCAR MAGGIOLO.
- Estratigrafía del Suelo (Aguas Subterráneas). Cervecería Cristal.
- "Prevención de Desastres por Terremotos". Aspectos de Ingeniería de - Planeamiento. Legorio II. Roma 1973. KARL V. STEINBRUGGE.
- "Algunas apreciaciones Geotécnicas de las más recientes efectos sísmicos en Lima". I Congreso Nacional de Sismología é Ingeniería Antisísmica. 22 - 26 Setiembre 1969. Lima-Perú. Exposición del Ing° ALBERTO MARTINEZ VARGAS.

- Recomendaciones Técnicas del Ministerio de Vivienda y Construcción para reparación de viviendas de adobe.
- "Período de vibración y Características Estructurales de Edificios Ubicados en Lima y Alrededores". Congreso Panamericano de Estructuras. Lima-Perú 1964.
  ING° JULIO KUROIWA.
- "Generalidades y Conceptos Básicos de la Construcción Antisísmica".
  ING° JULIO VARGAS NEUMANN.
- "Efectos del Sismo del 3 de Octubre de 1974 sobre el Cercado de Lima". Trabajo escalonado del curso de Ingeniería Antisísmica presentado por los alumnos : José A. Sosa Alvarez, Emilia Kanna - Kanna y Hugo Osorio Stuart. Profesor del Curso : Ingeniero Julio Kuroiwa H.
- BRI (Building Research Institute) Standart for Earthquake Resistant - Properties of Existing Reinforced Concrete Buildings. By Kiyoshi Nakano and Masaya Hirosawa. Ministry of Construction, Japanese Government. Se ha efectuado la traducción.

TESIS

- "Comportamiento Sísmico de los Suelos"
  ALBERTO MARINO CABALLERO (U.N.M.S.M.)
- "El agua Subterránea en la Gran Lima".
  JUAN SAYAN MIRANDA (U.N.M.S.M.).
- "Geología de la Hoja de Repartición del Rímac"
  LANDA TOVAR (U.N.M.S.M.).
- "Hidrología del Rímac"
  AMIEL (U.N.M.S.M.).
- "Posible efecto en instalaciones industriales bajo la hipótesis de la - ocurrencia de un sismo destructivo en el Area de Lima Metropolitana"
  ROSALES (U.N.I.).
- "Estudio Sísmico de las viviendas en el Distrito del Rímac bajo la hipótesis de un sismo destructivo en el Area de Lima Metropolitana".
  RAFAEL PAREDES VARGAS (U.N.I.)
- "Coeficiente Sísmico del Perú y las Normas Peruanas .
  MARCO TORRES RAMOS (U.N.I.).