



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA**

**EVALUACION DE EDIFICACIONES  
DAÑADAS EN LIMA METROPOLITANA  
EN EL SISMO DE OCTUBRE DE 1974**

**Pedro Repetto Peirano (\*)**

**Luis Zegarra Ciguero (\*)**

**(\*) Profesor Principal, Departamento de Ingeniería**

**Area de Estructuras**

**Publicación DI - 80 - 03**

**Diciembre 1980**



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA**

**EVALUACION DE EDIFICACIONES  
DAÑADAS EN LIMA METROPOLITANA  
EN EL SISMO DE OCTUBRE DE 1974**

**Pedro Repetto Peirano (\*)**

**Luis Zegarra Ciquero (\*)**

**(\*) Profesor Principal, Departamento de Ingeniería**

**Area de Estructuras  
Publicación DI - 80 - 03  
Diciembre 1980**

## **EVALUACION DE EDIFICACIONES DAÑADAS EN LIMA METROPOLITANA EN EL SISMO DE OCTUBRE DE 1974**

### **Indice**

- Capítulo I: Introducción
- Capítulo II: Metodología para la Descripción de Edificaciones
- Capítulo III: Metodología para la Evaluación de Daños
- Capítulo IV: Evaluación de Daños en el Terremoto de Lima del 3-10-74
- Capítulo V: Conclusiones

### **Planos**

- 1.- Límites del Area Estudiada
- 2.- Ubicación e Intensidad de Daño Estructural de las Edificaciones Dañadas

### **Cuadros**

- 1.- Modelo del Cuadro Resumen para Describir Edificaciones y Daños
- 2.- Descripción y Daños de las Edificaciones Estudiadas

### **Anexo A**

Estadística de Zonas de Concentración de Daños a Edificaciones de Adobe y Quincha

# EVALUACION DE EDIFICACIONES DAÑADAS EN LIMA METROPOLITANA EN EL SISMO DE OCTUBRE DE 1974

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### 1.1. Antecedentes

La evaluación del comportamiento de edificaciones durante terremotos constituye una de las fuentes de información más importantes en el desarrollo de la Ingeniería Sismo-Resistente, ya que contribuye a identificar en las estructuras dañadas ciertas características que resultaron inadecuadas y que por lo tanto deben ser evitadas en el futuro, así como las características de las edificaciones que resistieron bien el terremoto y que, en consecuencia, es conveniente seguir utilizando.

Existen varios trabajos sobre daños ocurridos a edificaciones en Lima Metropolitana en el sismo del 3 de Octubre de 1974 (Espinoza et al, 1977; Husid et al, 1977; Maggiolo, 1975; Moran et al, 1975), así como informes no publicados preparados con algún fin específico. Por lo general, estos trabajos e informes se refieren a algunas edificaciones muy dañadas o a aquellas de interés para alguna institución.

En el caso de instituciones en las que existen varias edificaciones, por ejemplo la Universidad Nacional Agraria, Colegio Villa María, Escuela Naval, normalmente se describen sólo los daños sufridos por las más afectadas, sin indicar que existen otras sin daños o con daños menores y que forman parte del mismo grupo de edificaciones. No considerar estas últimas puede dar una idea exagerada de la intensidad del sismo en la zona de la ciudad donde está ubicado dicho grupo de edificaciones.

#### 1.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es evaluar de manera integral los daños ocurridos en Lima y presentar la descripción detallada de las características y daños sufridos por la mayoría de las edificaciones importantes dañadas.

Las principales fuentes de información utilizadas han sido las siguientes:

- Recopilación de la información existente en los trabajos e informes disponibles;
- Entrevistas a numerosos profesionales vinculados con el diseño, construcción, reparación o evaluación de las edificaciones;
- Experiencia profesional e inspecciones realizadas por los autores después del sismo.

Este trabajo describe las edificaciones y los daños ocurridos, con detalle suficiente como para que pueda servir de base a investigaciones posteriores sobre el efecto de factores que pueden tener influencia en la intensidad de los daños, tales como características del subsuelo, cercanía a cerros, cecanía a taludes, material, antigüedad, daños en sismos anteriores, reparaciones previas, tipo de estructuración, técnicas de construcción, etc.

Además del objetivo principal indicado, se ha dado énfasis a la elaboración de un sistema, adecuado a los tipos de edificaciones existentes en nuestro medio, para la descripción integral de aquellas características de las edificaciones y de los daños que pudieran tener relación con los factores mencionados en el párrafo anterior.

Con este fin se ha diseñado un Cuadro Resumen que permite presentar la descripción integral de las edificaciones y de los daños; asimismo, se ha desarrollado una escala de Intensidad de Daño

Estructural, la cual permite cuantificar los daños sufridos por las estructuras, teniendo en cuenta el tipo de estructura de que se trata. Este Cuadro Resumen y la escala de Intensidad de Daño Estructural son descritos en este trabajo y se sugieren como un modelo de metodología para la descripción de edificaciones y de daños en sismos futuros.

### 1.3. Organización del Informe

En el Capítulo II se presenta en forma detallada la metodología para la descripción de edificaciones, así como los criterios en que se basa. Se presenta también el Cuadro Resumen para describir edificaciones y daños.

El Capítulo III tiene por objeto presentar la metodología para la descripción de daños y la escala de Intensidad de Daño Estructural, así como los criterios seguidos para su preparación.

En el Capítulo IV se efectúa la evaluación de daños en Lima durante el sismo del 3 de Octubre de 1974, utilizando la metodología para la descripción de edificaciones y de daños y la escala de Intensidad de Daño Estructural desarrollados en los Capítulos II y III.

En el Capítulo IV se incluye en primer lugar, en la Sección 4.1., la descripción general de los principales tipos de edificaciones que existen en Lima Metropolitana, con objeto de servir de base a la evaluación que se efectúa en las secciones siguientes.

En la Sección 4.2. se fijan los alcances y limitaciones del estudio realizado y los tipos de edificaciones estudiadas.

La Sección 4.3. tiene por objeto presentar la relación de edificaciones estudiadas y los criterios por los que se llegó a ella.

La Sección 4.4 presenta la descripción detallada y daños de las edificaciones estudiadas, así como la evaluación cuantitativa de Intensidad de Daño Estructural.

En el Capítulo V se presentan algunas conclusiones de tipo general, relativas al comportamiento de las edificaciones de Lima Metropolitana durante sismos.

Finalmente, en un Anexo se incluye una estadística realizada en cinco zonas de concentración de daños a edificaciones de adobe. El objeto de esta estadística es comparar los daños de las edificaciones de adobe, con los daños a las edificaciones de ladrillo y concreto ubicadas en las mismas zonas, para así evaluar la intensidad real del sismo en dichas zonas.

## CAPITULO II

### METODOLOGIA PARA LA DESCRIPCION DE EDIFICACIONES

Para que sea posible correlacionar los daños ocurridos a edificaciones con otros factores, es necesario conocer la ubicación de éstas y sus características arquitectónicas y estructurales.

En el presente trabajo se han considerado las características de las edificaciones que pueden tener relación con efectos de amplificación sísmica o con su comportamiento ante las acciones sísmicas. Estas características se presentan a continuación divididas en tres grandes grupos, que comprenden la información siguiente:

#### **Grupo A.— Datos Generales**

- Ubicación.— Indicar el Distrito y de ser posible la dirección de la edificación.
- Cercanía a Cerros.— Permite analizar si la cercanía a cerros o a zonas de contacto entre diferentes materiales son causas de amplificación sísmica.
- Daños Anteriores.— Permite evaluar la posibilidad de que los daños ocurridos sean simplemente una repetición de daños anteriores, no reparados o reparados inadecuadamente.

#### **Grupo B.— Características Arquitectónicas**

- Número de Pisos.— Este parámetro se emplea para estimar el período de vibración de las edificaciones.
- Número de Sótanos.— Ha sido considerado para poder estimar la posible influencia de muros de sostenimiento en el comportamiento sísmico de la edificación.
- Volados importantes.— Su importancia se debe a la acción de aceleraciones verticales y a los efectos sobre las columnas adyacentes, así como a efectos de torsión.
- Juntas de construcción.— Permite interpretar de manera correcta la estructuración de la edificación y tomar en cuenta la interacción de edificaciones adyacentes.
- Cajas de Ascensor o Escaleras.— Deben considerarse cuando son de concreto armado. Complementa la apreciación sobre la rigidez de la edificación.
- Materiales.— Permite agrupar las edificaciones en función de los materiales predominantes en el sistema estructural.

#### **Grupo C.— Características Estructurales**

- Año de diseño.— Permite identificar las reglamentaciones vigentes en la época de diseño de la edificación.
- Año de Construcción.— Información alternativa o complementaria de la anterior.
- Tipo de Estructura.— Información indispensable para poder aplicar la escala de Intensidad de Daño Estructural. Los tipos básicos de estructura considerados son de Muros Portantes, de Pórticos de Concreto y de Estructura Metálica.
- Muros no estructurales.— Los muros no estructurales pueden, en ciertas circunstancias, influir considerablemente en el comportamiento sísmico de una edificación; de ahí la im-

portancia de conocer la cantidad de muros no estructurales y si están aislados o no de la estructura.

- Columnas, Dimensión Mayor.— En las edificaciones construídas en Lima, los techos utilizados son usualmente losas aligeradas armadas en un sentido, apoyados sobre un sistema de pórticos paralelos entre sí, a los que se denomina principales. Las vigas que se colocan perpendicularmente para dar rigidez transversal a la estructura forman con las columnas otro sistema de pórticos, a los que se denomina secundarios.

En este registro se debe indicar si la dimensión mayor de las columnas se halla en la dirección de los pórticos principales o secundarios, con la finalidad de ayudar a estimar la rigidez de la edificación.

- Vigas Peralgadas.— Se debe indicar si las vigas son peralgadas en las direcciones principal y secundaria. Complementa la información del registro anterior.
- Placas.— Se debe indicar su existencia y el sentido en que se hallan. Completa la información necesaria para estimar la rigidez de la edificación.
- Simetría en Planta.— Se debe indicar si la edificación es simétrica tanto en la dirección principal como en la secundaria, para determinar si existen efectos importantes de torsión.
- Cimentación.— Información importante para interpretar la interacción de la edificación con el suelo. Se indica el tipo de cimentación empleado y la carga de trabajo del terreno.
- Período de Vibración.— Es la característica esencial que permite estimar la aceleración horizontal que debió considerarse en el diseño de la edificación, de acuerdo con el espectro del reglamento de diseño, o la que actuaría sobre dicha edificación en un sismo real.

Con objeto de haber posible la recopilación ordenada de estas características y presentarlas en forma simple, se ha preparado el "Cuadro Resumen para Describir Edificaciones y Daños" (Ver Cuadro No. 1), el cual permite trabajar tabuladamente. Este cuadro incluye también las columnas correspondientes a la descripción de daños, las cuales se describen en el Capítulo siguiente.

## CAPITULO III

### METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE DAÑOS

Para evaluar los daños sufridos por edificaciones, es necesario diferenciar los diversos tipos de daños que pueden presentarse en una edificación. En primer lugar se tiene la falla de elementos accesorios tales como cornisas, parapetos, etc., que aunque son efectos peligrosos no comprometen la seguridad de la estructura. En segundo lugar se tiene la fisuración de muros no portantes o de relleno, que en muchos casos, considerados o no en el diseño, forman parte del sistema resistente a acciones sísmicas. A continuación se consideran los daños a los muros portantes o a las vigas, columnas y placas de los sistemas aporticados, en los que según la importancia de los daños se va comprometiendo la seguridad de la edificación. Por último se tiene el colapso parcial de estos elementos estructurales, que puede llevar al colapso total de la edificación.

Con el fin de poder evaluar cuantitativamente los tipos de daños mencionados, se ha preparado una escala de Intensidad de Daño Estructural, la cual se presenta a continuación:

#### Escala de Intensidad de Daño Estructural

- 1.— Sin daños
- 2.— Daños en elementos accesorios, como parapetos, cornisas, chimeneas, etc.
- 3.— Rajaduras en muros de relleno, sin daños a la estructura.
- 4.— Fisuras hasta en 10 0/o de columnas y vigas, sin daño en los nudos (estructuras aporticadas) o rajaduras hasta en 10 0/o de muros portantes. Rajaduras en muros de relleno.
- 5.— Fisuras hasta en 25 0/o de columnas, vigas y nudos, sin saltar el concreto de las columnas, o rajaduras hasta en 25 0/o de muros portantes. Rajaduras en muros de relleno.
- 6.— Idem 50 0/o
- 7.— Rajaduras hasta en 75 0/o de columnas, vigas y nudos; hasta un 30 0/o de columnas presentan estallamiento del concreto. Rajaduras hasta en 75 0/o de muros portantes, sin ocurrir desplomes. Hasta un 25 0/o de muros de relleno amenazan desplomarse.
- 8.— Rajaduras generalizadas en la mayoría de columnas, vigas y nudos; hasta un 60 0/o de columnas muestran estallamiento del concreto. Rajaduras generalizadas en la mayoría de muros portantes. Se presentan desnivelaciones de techos. Ocurren desplomes de muros de relleno. Está en peligro la estabilidad de la edificación.
- 9.— Falla grave en la mayoría de elementos estructurales y en muros de relleno. Colapsos parciales. Debe demolerse la edificación.
- 10.— Colapso total de la edificación.

La escala está dividida en diez grados de Intensidad de Daño Estructural (Id), que cubren desde la falta de daño en la edificación hasta su colapso total. Para aplicar a una edificación un grado determinado de la escala, no es necesario que se presenten simultáneamente todos los daños descritos para ese grado, sino que debe hacerse una apreciación del grado de la escala con el cual coinciden en mayor proporción los daños existentes en la edificación.

Esta escala tiene por objeto únicamente clasificar en forma objetiva los daños sufridos por la edificación, sin intentar relacionarlos con la intensidad de la acción sísmica. Por esta razón no toma en cuenta los factores que pueden influir en esta relación, tales como los daños sufridos en sismos anteriores, los defectos de estructuración o de construcción que puedan haber favorecido los daños, el suelo de cimentación, etc.

Para determinar el grado de Id correspondiente a una edificación, es necesario previamente describir los daños, llenando las casillas correspondientes del Cuadro Resumen para Describir Edificaciones y Daños, las cuales se describen a continuación:

- Sin daños.— Corresponde a edificaciones no dañadas, las cuales se estudian con fines comparativos.
- Rajaduras en muros de ladrillo.— Debe indicarse la cantidad y, de ser posible, su ubicación e inclinación.
- Rajaduras en columnas.— Debe indicarse la cantidad y, de ser posible, su ubicación e inclinación.
- Rajaduras en vigas.— Debe indicarse la cantidad y, de ser posible, su ubicación e inclinación.
- Rajaduras en placas.— Debe indicarse la cantidad y, de ser posible, su ubicación e inclinación.
- Falla total en columnas.— Se considera que se presenta esta situación cuando hay estallamiento del concreto de la columna, con pandeo de las armaduras.
- Falla total en nudos.— La misma situación anterior, pero en las uniones de vigas y columnas.
- Desnivel de techos.— Debe indicarse si el motivo es por falla de columnas o por asentamiento de la cimentación. Esto ayuda a determinar si existen situaciones especiales relacionadas con la cimentación.
- Colapso Total.— Se considera que esta situación se presenta cuando hay falla total de gran parte de las columnas o muros portantes, ocasionando la caída de los techos.
- Reparación requerida.— Puede corresponder a los trabajos realizados en la edificación para volverla a poner en servicio, o a una apreciación de su estado en los casos en que aún no se hayan efectuado trabajos de reparación en ella.
- Intensidad de daño.— Como una síntesis de la información anterior sobre los daños sufridos por la edificación, se le clasifica dentro de la escala cuantitativa de Intensidad de Daño Estructural.
- Hipótesis sobre causas de daño.— En este punto no se trata necesariamente de indicar el resultado de una investigación profunda sobre las causas de los daños, sino más bien señalar si se observan características de los daños que corresponden a causas conocidas y bien determinadas. En caso contrario se dejará esta casilla en blanco.

## CAPITULO IV

### EVALUACION DE DAÑOS EN EL TERREMOTO DE LIMA DEL 3-10-74

En este Capítulo se efectúa la evaluación integral de los daños ocurridos en la Ciudad de Lima durante el sismo del 3 de Octubre de 1974, utilizando con este fin las metodologías para la descripción de edificaciones y de daños presentadas en los Capítulos II y III.

#### 4.1. Edificaciones Típicas de Lima

La Ciudad de Lima es una de las más antiguas de América; fue fundada por el conquistador Francisco Pizarro el 18 de Enero de 1535. Su estructura urbana es sumamente variada; efectuando una sobresimplificación para posibilitar una descripción de tipo general, se puede considerar que en Lima existen tres tipos de edificaciones\*:

- Casas de adobe y/o de quincha
- Casas de ladrillo
- Edificaciones de concreto armado

##### a) Casas de Adobe y/o Quincha

Las casas de adobe y/o quincha son normalmente de 1 ó 2 pisos; la altura de cada piso es por lo general del orden de 3 a 4 m, bastante mayor que en la mayoría de las edificaciones actuales.

Los techos son de madera, constituídos por viguetas espaciadas entre 40 y 50 cm apoyadas sobre muros portantes de adobe, sobre las cuales existe un entablado. En el piso superior, encima del entablado va un recubrimiento de torta de barro.

La antigüedad de estas casas varía desde por lo menos 50 años hasta más de 100 años. Su estado de mantenimiento es por lo general precario, tanto por su antigüedad como por haber sido dañadas por varios sismos anteriores (1940, 1966 y 1970). Las reparaciones de los daños ocasionados por los sismos anteriores normalmente consistieron sólo en resanes superficiales.

Las zonas de Lima donde existe gran cantidad de edificaciones de adobe están ubicadas en los distritos más antiguos de la ciudad, los cuales anteriormente constituyeron núcleos urbanos independientes, así como a lo largo de las avenidas de conexión entre ellos. Existen zonas importantes con edificaciones de adobe en los distritos del Rímac, el Cercado de Lima, Chorrillos, Barranco, Pueblo Libre, Magdalena, Miraflores y el Callao. En todas estas zonas, con excepción de la de Miraflores, las edificaciones de adobe son muy antiguas y su estado de mantenimiento es pésimo.

Lógicamente, estas edificaciones ofrecen resistencia sísmica muy baja y, en efecto, en el sismo de 1974 se dañaron intensivamente. Cabe señalar, que los daños a estas edificaciones no son totalmente representativos de la intensidad del sismo en una zona de la ciudad, ya que por su mal estado previo y por haber sido muy dañadas en sismos anteriores, no se requiere de sollicitaciones sísmicas muy grandes para producir en ellas nuevos daños de gran magnitud,

---

\* En este trabajo los términos siguientes tienen un significado invariable:

- Edificación: Construcción de cualquier número de pisos.
- Edificio: Construcción de 3 ó más pisos.
- Estructura: El conjunto de elementos de una edificación que sirve para soportar las cargas y transmitir las a la cimentación.

## b. Casas de Ladrillo

Las casas de ladrillo son también de 1 ó 2 pisos y datan, por lo general, de los últimos 50 años, siendo la mayoría de ellas construídas en los últimos 20 a 30 años. Estas casas constan de techos aligerados de concreto armado apoyados sobre muros portantes de ladrillo; normalmente los muros portantes son de ladrillo macizo de arcilla y tienen 25 cm de espesor; los demás muros, llamados no portantes o de relleno, son usualmente de 15 cm de espesor.

En las casas más antiguas los pisos eran también altos, el amarre entre muros perpendiculares se efectuaba endentando los ladrillos y los techos se apoyaban directamente sobre los muros (muros sin confinar). En las casas más modernas (10 a 15 años) los empalmes entre muros se construyen normalmente vaciando columnas de concreto armado y en las uniones entre el techo y los muros se vacea simultáneamente con el techo una viga solera perimetral (muros confinados).

Los techos utilizados en estas edificaciones son losas aligeradas armadas en un sentido (usualmente denominadas aligerados) y están constituidas por vigueras de concreto armado de 10 cm de ancho y peralte variable entre 12 y 20 cm. (dependiendo de la luz), espaciadas entre sí 40 cm. entre ejes por filas de ladrillos huecos; encima de las viguetas y ladrillos huecos se vacea simultáneamente con las viguetas una losa de concreto armado de 5 cm. de espesor.

Como consecuencia del espesor, cantidad y material de los muros y del poco peso de los techos, estas edificaciones son bastante rígidas, correspondiéndoles períodos fundamentales de vibración generalmente menores de 0.1 segundos.

Tanto en el sismo de 1974 como en sismos anteriores, los daños sufridos por estas edificaciones han sido nulos o muy ligeros, consistiendo a lo más en pequeñas rajaduras en muros.

## c) Edificaciones de concreto armado

Dentro de este grupo se consideran todas las edificaciones con estructura aporticada de concreto armado (vigas y columnas) y las de muros portantes de 3 ó más pisos.

Los muros de relleno de estas edificaciones han sido siempre en el pasado construídos con ladrillo macizo, asentados directamente con mortero contra la estructura; recién en los últimos 10 años se ha comenzado a utilizar placas de concreto armado. Los techos utilizados son generalmente aligerados, idénticos a los de las casas.

Hasta hace aproximadamente 20 años, en el diseño de muchas de estas edificaciones no se incluyeron fuerzas horizontales, y en las que sí las incluyeron, no se emplearon detalles de diseño compatibles con los criterios actuales (concentración de estribos, mayores longitudes de anclaje, etc.). Sólo a partir de los últimos 10 años se puede decir que la totalidad de las edificaciones tienen diseño sismo-resistente.

El comportamiento sísmico de la mayoría de los edificios de Lima, tanto los antiguos como los nuevos, ha sido por lo general bueno, debido a los factores siguientes:

- La mayoría de ellos están cimentados sobre el cascajo del río Rimac, material muy rígido y que constituye un excelente suelo de cimentación.
- En los edificios antiguos, la alta densidad de muros y el sistema constructivo de los mismos, asentados contra la estructura, ha creado paños muy rígidos cuyo comportamiento sísmico es similar al de las placas de concreto armado que se emplean en los edificios modernos. Esto ha traído como consecuencia que las sollicitaciones sísmicas en la estructura no hayan sido excesivas y que los daños, cuando han ocurrido, hayan sido generalmente sólo en los muros.
- Los edificios modernos muchas veces tienen baja densidad de muros; no obstante, su comportamiento no se ve afectado debido a que la estructura ha sido diseñada para soportar las sollicitaciones sísmicas.

En el sismo de 1974 se han presentado daños importantes en cierto número de edificaciones de concreto armado, la mayoría de ellas ubicadas fuera del área de Lima donde existe cascajo del Rímac. El énfasis principal de este trabajo ha sido detectar y estudiar, dentro de lo posible, todas las edificaciones de este tipo que han sufrido daños importantes. En los casos de edificaciones que forman agrupamientos, en los que alguna de ellas ha sufrido daños importantes, se han estudiado todas las edificaciones del grupo, con objeto de tener una evaluación más realista de la intensidad del sismo en esa zona de la ciudad.

## 4.2. Alcances y Limitaciones

- a. La investigación efectuada se ha limitado sólo a edificaciones, lo que implica la no consideración

de puentes, depósitos enterrados, obras de tierra, muros de contención, etc. Cabe señalar que los daños ocurridos a estructuras de los tipos no considerados son prácticamente nulos.

- b. El área considerada en esta investigación es Lima Metropolitana; su delimitación no se ha basado en criterios de demarcación distrital o provincial, sino que se ha considerado toda la extensión de la ciudad con desarrollo urbano continuo. El límite del área estudiada se muestra en el Plano No. 1.
- c. La evaluación de daños efectuada en este trabajo se ha limitado a edificaciones de ladrillo y concreto, en especial del tipo denominado de concreto armado (Ver Sección 4.1. c), eliminándose la consideración de edificaciones de adobe y de quincha.

La eliminación de estas últimas se justifica por haberse llegado a la conclusión de que no resultan realmente representativas de la intensidad del sismo, ya que se trata de estructuras muy antiguas, en mal estado de conservación y que además han sido considerablemente dañadas en varios sismos anteriores.

Se presenta en un Anexo la estadística que justifica la validez del criterio de eliminación de estas construcciones.

- d. La estadística presentada corresponde a las edificaciones sobre las cuales ha sido posible conseguir información tanto en la bibliografía previa a este trabajo como a través del conocimiento personal de los autores y de numerosos profesionales a quienes se ha consultado. Sin embargo, pueden existir algunas otras edificaciones que sufrieron daños en el sismo de 1974 y que no han sido incluidas en este trabajo, por lo que se agradecerá a aquellas personas que conozcan información sobre edificaciones no consideradas, se sirvan proporcionarla a los autores.

### 4.3. Edificaciones Estudiadas

Tal como se indicó en los capítulos anteriores, en el presente trabajo se ha tratado de presentar información relativa a la totalidad de las edificaciones de ladrillo y concreto que sufrieron daños importantes en el sismo. En los casos de grupos de edificaciones se han incluido tanto las dañadas como las no dañadas; en total se recopiló información de 162 edificaciones, cuya distribución de acuerdo al número de pisos y distrito de Lima o Callao donde están ubicadas, es la siguiente:

Distrito	Número de Pisos					Otros	Total
	1-2	3-4	5-6	7-10	> 10		
Ate	14	—	—	—	—	—	14
Breña	1	—	—	—	—	—	1
Callao	10	3	—	2	—	1	16
Chorrillos	13	3	—	—	—	—	16
El Agustino	6	—	—	—	—	—	6
La Molina	62	12	—	—	—	—	74
La Punta	2	6	—	2	—	—	10
Lima	—	1	1	1	1	—	4
Lince	—	1	—	—	—	—	1
Miraflores	—	—	—	—	1	—	1
San Isidro	—	—	—	1	—	—	1
Surco	9	2	7	—	—	—	18
<b>Total</b>	<b>117</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>162</b>

La relación de estas edificaciones es la siguiente:

#### Edificaciones Estudiadas

Distrito	Nombre	No. de Edificaciones
Ate	Colegio Recoleta	10
	Colegio Roosevelt	4
Breña	Oficina de Scala	1
Callao	Oficina de Correos	1
	Terminal Marítimo	2
	Colegio San José	7
	Casa de 2 Pisos	1
	Molino Nicolini	1

Chorrillos	Almacenes ONAA	4
	Central Telefónica	2
	Centro de Instrucción de la Guardia Civil	14
El Agustino	Fábrica de Tejidos Nuevo Progreso	6
La Molina	Casa de 2 Pisos	1
	Colegio Reyna de los Angeles	6
La Punta	Indu-Perú	4
	Universidad Nacional Agraria	50
	Colegio Villa María	10
	Estación Experimental Agrícola	3
	Edificio de 8 Pisos	1
Lima	Escuela Naval	9
	Banco Industrial	1
Lince	Edificio de la CECOAAP	1
	Edificio de 14 Pisos	1
	Estadio Nacional-Tribuna	1
Miraflores	Touring y Automóvil Club	1
San Isidro	Banco Hipotecario	1
Surco	Edificio La Vitalicia	1
	Edificios Urb. Los Próceres	18
<b>Total</b>		<b>162</b>

Además de estas edificaciones, se consideraron inicialmente otras mencionadas en la bibliografía, para las cuales una evaluación preliminar mostró que no habían sufrido daños o que éstos eran insignificantes. La relación de estas edificaciones es la siguiente:

Distrito	Nombre
Rimac	Universidad Nacional de Ingeniería
Lima	Hotel Sheraton
San Isidro	Petro-Perú

Con relación a la lista de edificaciones estudiadas debe destacar los siguientes puntos:

- No se ha efectuado un muestreo estadístico, sino que se presenta información de la totalidad de las edificaciones del tipo indicado anteriormente, de las que se tiene referencias de que sufrieron daños importantes y ha sido posible conseguir la información pertinente.
- Es posible que existan algunas otras edificaciones que sufrieron daños importantes; considerando edificios de 3 ó más pisos, se estima que se ha recopilado información de por lo menos el 90 % de los que sufrieron daños importantes y que la información correspondiente al pequeño número de edificios no considerados no cambiaría el panorama general de la evaluación de daños de la ciudad.
- Muy pocas casas de ladrillo sufrieron daños y estos fueron, por lo general, de poca importancia. No se observa una concentración de casas dañadas en zonas específicas, sino más bien se las encuentra dispersas en toda la ciudad. Por esta razón, no se ha considerado necesario profundizar la búsqueda de edificaciones dañadas de este tipo.

En relación a lo anterior, se observa en la "Estadística de Zonas de Concentración de Daños a Edificaciones de Adobe y Quincha" (ver anexo), que en las zonas encuestadas existe una cantidad apreciable de casas de ladrillo y concreto (19 a 42 %), las que muestran predominantemente daños ligeros o nulos, pese a que algunas evaluaciones consideran que en estas zonas la intensidad del sismo fue bastante mayor que en el resto de la ciudad.

- En la Universidad Nacional Agraria se estudiaron 50 edificaciones de ladrillo y concreto, las cuales están incluidas en la relación anterior y en las estadísticas presentadas más adelante. Existen, además, otras edificaciones que no han sido incluidas en este trabajo:
  - . 10 edificaciones de madera, de 1 piso, sin daños.
  - . 8 edificaciones de 1 piso, con paredes de ladrillo y techo liviano, que sufrieron daños nulos o ligeros.
  - . 4 de 1 piso y 1 de 2 pisos de ladrillo y concreto, construidas en 1925 aproximadamente; estas fueron originalmente de 3 pisos y sufrieron daños muy severos en el terremoto de 1940, por lo que se les demolieron los pisos superiores.
  - . Diversas edificaciones de adobe, de 1 piso, las cuales colapsaron o sufrieron daños muy seve-

ros.

#### 4.4. Descripción de Edificaciones y de Daños

La descripción de las características de las 162 edificaciones estudiadas y de sus daños se presenta en el Cuadro No. 2, en el cual se incluye la Intensidad de Daño Estructural correspondiente a cada edificación.

Para la estimación de los períodos de vibración indicados en este Cuadro se han utilizado los siguientes criterios:

- En el trabajo "Análisis de las Medidas de Períodos de Vibración de Edificios Peruanos" (Delpiano, 1977), se han estudiado regresiones lineales para representar los resultados de las mediciones efectuadas por Cloud en 1964; se concluye que la recta de ajuste de mínimos cuadrados de dichos valores es:

$$T = \frac{N}{20}$$

donde:

N = número de pisos

T = período en segundos

Estas mediciones fueron efectuadas con movimientos de pequeña amplitud y en edificios que, en su mayoría, no habían aun soportado acciones sísmicas importantes, por lo que debe considerarse que los períodos medidos corresponden a edificaciones con los muros sin fisuración previa y trabajando conjuntamente con la estructura. La acción de los sismos posteriores (1966 y 1970) debe haber afectado a los muros y, por lo tanto, flexibilizado la edificación.

- Las Normas Peruanas de Diseño Sismo-Resistente vigentes (1977) permiten calcular el período de vibración en función del número de pisos, por medio de la fórmula siguiente:

$$T = \frac{N}{12.5}$$

- En el presente trabajo, para aquellas edificaciones en las que se han conseguido valores del período, medidos directamente o calculados mediante un análisis dinámico, se indican en el cuadro dichos valores. En los demás casos se ha efectuado una estimación, en función del número de pisos, mediante el siguiente criterio:

Edificaciones rígidas:  $T = \frac{N}{20}$

Edificaciones de rigidez intermedia:  $T = \frac{N}{15}$

Edificaciones flexibles:  $T = \frac{N}{12}$

La relación completa de las 162 edificaciones estudiadas, ordenadas por distrito, junto con su número de pisos e Intensidad de Daño Estructural, se presenta a continuación:

Distrito	Edificación	No.	Pisos	Id
Ate	Colegio Recoleta:			
	· Pabellones de Aulas	7	1	4
	· Edificio Central	1	2	8
	· Edificio Comunidad—Sur	1	2	8
	· Edificio Comunidad—Norte	1	2	4
	Colegio Roosevelt:			
	· Pabellones de Aulas	2	2	1
	· Vestuarios	1	1	1
· Gimnasio	1	1	6	
Breña	Oficina de Scala	1	2	6
Callao	Oficina de Correos	1	2	6
				15

Distrito	Edificación	No.	Pisos	Id
	Terminal Marítimo:			
	. Silos de granos	1	—	9
	. Edificio de Operaciones	1	7	4
	Colegio San José:			
	. Infantil, edificio antiguo	1	3	1
	. Infantil, edificio nuevo	1	3	5
	. Sección media	4	1	1
	. Administración	1	3	3
	Casa de 2 pisos	1	2	10
	Molino Nicolini	1	8	6
	Almacenes, Oficina Ncnal. Apoyo Alimentario:			
	. Dañados	2	2	5
	. No dañados (idénticos)	2	2	1
Chorrillos	Central Telefónica:			
	. Oficinas	1	1	1
	. Planta	1	1	7
	Centro de Instrucción de la Guardia Civil:			
	. Pabellón de Guardia	1	1	3
	. Casino y Alojamiento oficiales	1	3	9
	. Pabellón de Comando	1	2	6
	. Escuela de Comunicaciones y Aplicación	1	1	7
	. Otras escuelas	4	1	7
	. Vivienda Cadetes	1	3	8
	. Vivienda Guardias	1	3	5
	. Cocina y Comedores	1	1	5
	. Caballerizas	2	1	5
	. Pabellón de Sanidad	1	2	5
El Agustino	Fábrica de Tejidos Nuevo Progreso	6	1	4
La Molina	Casa de 2 pisos	1	2	10
	Colegio Reyna de los Angeles:			
	. Pabellones de Aulas	2	2	8
	. Pabellón Administrativo	1	2	4
	. Pabellones Pre-Primaria	2	1	4
	. Convento	1	3	7
	Indu-Perú	4	3	6
	Universidad Nacional Agraria:			
	. Biblioteca	1	4	5
	. Facultades	4	3	7
	. Laboratorios	2	1	5
	. Comedor	1	1	7
	. Aulas	2	1	10
	. Taller Programa de Maiz	1	1	7
	. Molino Alimentos Balanceados	1	3	3
	. Mercado Experimental	1	2-5	4
	. Servicios Generales	3	1	5
	. Otros	22	1	1
	. Otros	5	1	3
	. Otros	5	2	1
	. Otros	2	2	3
	Colegio Villa María:			
	. Convento	1	2	1
	. Casa Guardián y taller	1	1-2	1
	. Pabellón C	1	1	1
	. Pabellón B	1	1	2
	. Pabellón A	1	1	5
	. Pabellón Administrativo	1	2	4
	. Auditorio	1	2	1
	. Escuelita	1	1	1
	. Gimnasio	1	2	3

Distrito	Edificación	No.	Pisos	Id
	Junior College	1	2-3	7
	Estación Experimental Agrícola:			
	Laboratorios	2	1	1
	Centro Internacional de la Papa	1	2	7
La Punta	Edificio de 8 pisos	1	8	7
	Escuela Naval:			
	Gimnasio	1	4	1
	Auditorio	1	1	1
	Edificio Administrativo	1	1	1
	Edificio de Oficiales	1	9	3
	Laboratorio y Gabinetes	1	4	5
	Aulas	1	4	3
	Escaleras (Aulas-Laboratorios)	1	4	4
	Edificio Personal Subalterno	1	4	8
	Edificio Cadetes	1	4	10
Lima	Banco Industrial	1	8	2
	Edificio de 6 pisos	1	6	4
	Edificio de la CECOAAP	1	14	3
	Estadio Nacional-Tribuna	1	3	6
Lince	Touring y Automóvil Club	1	4	4
Miraflores	Banco Hipotecario	1	12	5
San Isidro	Edificio La Vitalicia	1	8	4
Surco	Edificios Urb. Los Próceres:			
	Tiendas	9	2	4
	Edificios de 5 pisos	7	5	5
	Edificios de 4 pisos	2	4	3

La distribución de los valores de Id, de acuerdo al número de pisos de las edificaciones, aparece en el cuadro siguiente:

Id	Número de Pisos						Total
	1-2	3-4	5-6	7-10	> 10	Otros	
1	46	2	—	—	—	—	48
2	1	—	—	1	—	—	2
3	9	5	—	1	1	—	16
4	28	2	1	2	—	—	33
5	12	4	7	—	1	—	24
6	4	5	—	1	—	—	10
7	9	6	—	1	—	—	16
8	4	2	—	—	—	—	6
9	—	1	—	—	—	1	2
10	4	1	—	—	—	—	5
<b>Total</b>	<b>117</b>	<b>28</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>162</b>

Se observa que 66 de las 162 edificaciones estudiadas tienen valores Id comprendidos entre 1 (sin daños) y 3 (rajaduras en muros de relleno), es decir, los daños son nulos o ligeros. Cabe señalar que estos valores no tienen significación estadística, porque no son representativos del número de edificaciones con Id entre 1 y 3 existentes en Lima. Dichas edificaciones se han incluido en el presente estudio por formar parte de grupos donde existen edificaciones con daños mayores.

Las 96 edificaciones restantes presentan valores de Id comprendidos entre 4 (daño leve a la estructura) y 10 (colapso total). La ubicación de estas 96 edificaciones se muestra en el Plano No. 2; su distribución de acuerdo al distrito y número de pisos es la siguiente:

Distrito	Número de Pisos							Total
	1-2	3-4	5-6	7-10	> 10	Otros		
Ate	11	—	—	—	—	—	11	
Breña	1	—	—	—	—	—	1	
Callao	4	1	—	2	—	1	8	
Chorrillos	11	3	—	—	—	—	14	
El Agustino	6	—	—	—	—	—	6	
La Molina	19	11	—	—	—	—	30	
La Punta	—	4	—	1	—	—	5	
Lima	—	1	1	—	—	—	2	
Lince	—	1	—	—	—	—	1	
Miraflores	—	—	—	—	1	—	1	
San Isidro	—	—	—	1	—	—	1	
Surco	9	—	7	—	—	—	16	
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>96</b>	

Con respecto a este cuadro, cabe destacar lo siguiente:

- El 82 o/o de las edificaciones dañadas están ubicadas en los distritos de Ate, Callao, Chorrillos, La Molina y Surco.
- El 64 o/o de las edificaciones dañadas son de 1 ó 2 pisos y el 22 o/o de 3 ó 4 pisos.

En el siguiente cuadro se presenta la distribución de estas mismas 96 edificaciones de acuerdo a distrito y valores de Id:

Distrito	Id										Total	Id Promedio
	4	5	6	7	8	9	10					
Ate	8	—	1	—	2	—	—	—	—	—	11	4.9
Breña	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	6.0
Callao	1	3	2	—	—	1	1	—	—	—	8	6.3
Chorrillos	—	5	1	6	1	—	—	—	—	—	14	6.4
El Agustino	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	4.0
La Molina	5	7	4	9	2	—	3	—	—	—	30	6.3
La Punta	1	1	—	1	1	—	1	—	—	—	5	6.8
Lima	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	5.0
Lince	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4.0
Miraflores	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5.0
San Isidro	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4.0
Surco	9	7	—	—	—	—	—	—	—	—	16	4.4
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>96</b>	

En este cuadro se observa lo siguiente:

- Los mayores valores promedio de Id ocurren en los distritos de Callao, Chorrillos, La Molina y La Punta.
- Comparando este cuadro con el anterior se observa que los distritos donde están ubicadas la mayoría de las edificaciones dañadas, y al mismo tiempo presentan los valores de Id más altos, son: Callao, Chorrillos y La Molina.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

1. En los informes sobre daños ocurridos en el sismo de 1974 que han sido revisados, así como en informes de otros sismos, se observa, por lo general, falta de uniformidad en la metodología de descripción de las edificaciones y de los daños, lo cual dificulta la interpretación y la comparación de los datos. Uno de los objetivos del presente trabajo ha sido elaborar un sistema simple y uniforme para la descripción de edificaciones y de daños; como resultado se ha preparado la escala de Intensidad de Daño Estructural (Capítulo III) y el Cuadro Resumen para Describir Edificaciones y Daños (Cuadro No. 1) que permite recopilar y resumir la descripción de las edificaciones y de los daños.

La escala de Intensidad de Daño Estructural indicada evalúa exclusivamente los daños ocurridos como consecuencia de un sismo, sin tomar en cuenta ciertos factores que podrían haber contribuido a aumentar la intensidad del daño, como son por ejemplo defectos de diseño o de construcción, daños sufridos por la edificación en sismos anteriores, etc. Si bien la Intensidad de Daño Estructural no incluye la influencia de estos factores, en el Cuadro Resumen se incluye la información relativa a ellos, de manera que en trabajos futuros puedan ser tomados en cuenta al interpretar las Intensidades de Daño Estructural.

2. Con relación al caso específico del sismo de Lima de 1974, cabe señalar que algunas de las edificaciones habían sufrido ciertos daños en los sismos anteriores de 1966 y 1970. Sin embargo, considerando que el sismo de 1974 fué más fuerte que los dos anteriores, es razonable suponer que los daños ocurridos en 1974 no se deben principalmente al debilitamiento de la estructura por los daños previos, ya que edificaciones que se dañaron en sismos anteriores de menor intensidad se hubieran dañado de todas maneras en el sismo de 1974.
3. Los estudios efectuados demuestran que las edificaciones de adobe no deben ser utilizadas para evaluar la intensidad de un sismo, por su antigüedad, mal estado de conservación y por haber sido dañadas por varios sismos anteriores, entre ellos el de 1940 que, aparentemente, fué más fuerte que el de 1974. Las estadísticas efectuadas en zonas con gran cantidad de edificaciones de adobe (Chorrillos, Barranco, Miraflores y Centro de Lima) demuestran que, considerando las edificaciones de ladrillo y concreto, la intensidad del sismo en esas zonas resulta ser bastante menor que las indicadas en evaluaciones de daños que no diferencian el tipo de edificación.
4. En ninguna de las edificaciones estudiadas en este trabajo se han encontrado daños ocasionados por asentamientos, falla de la cimentación o licuefacción de los suelos.
5. El número de edificaciones dañadas cimentadas sobre cascajo del Rímac es reducido (sólo 17)\*, tomando en cuenta que la mayoría de edificios de Lima están sobre cascajo; la Intensidad promedio de Daño Estructural que les corresponde es baja (4.9). Esto demuestra el buen comportamiento sísmico de todo tipo de edificaciones cimentadas sobre el cascajo del Rímac, incluyendo edificaciones muy rígidas tales como las casas de ladrillo de 1 ó 2 pisos, las cuales aparentemente deberían presentar mayores daños por estar cimentadas sobre un suelo también rígido.
6. La ubicación de las estructuras más dañadas (Ver plano No. 2) muestra claramente la existencia de zonas de concentración de daños en La Campiña, La Molina y el Callao. Los suelos en estas

---

\* No se incluyen los edificios de la Urb. Los Próceres, por encontrarse en límite del Cascajo del río Rímac.

zonas son relativamente flexibles y las estructuras dañadas, por lo general, también lo son, lo cual comprueba el mal comportamiento sísmico de estructuras flexibles cimentadas sobre suelos también flexibles.

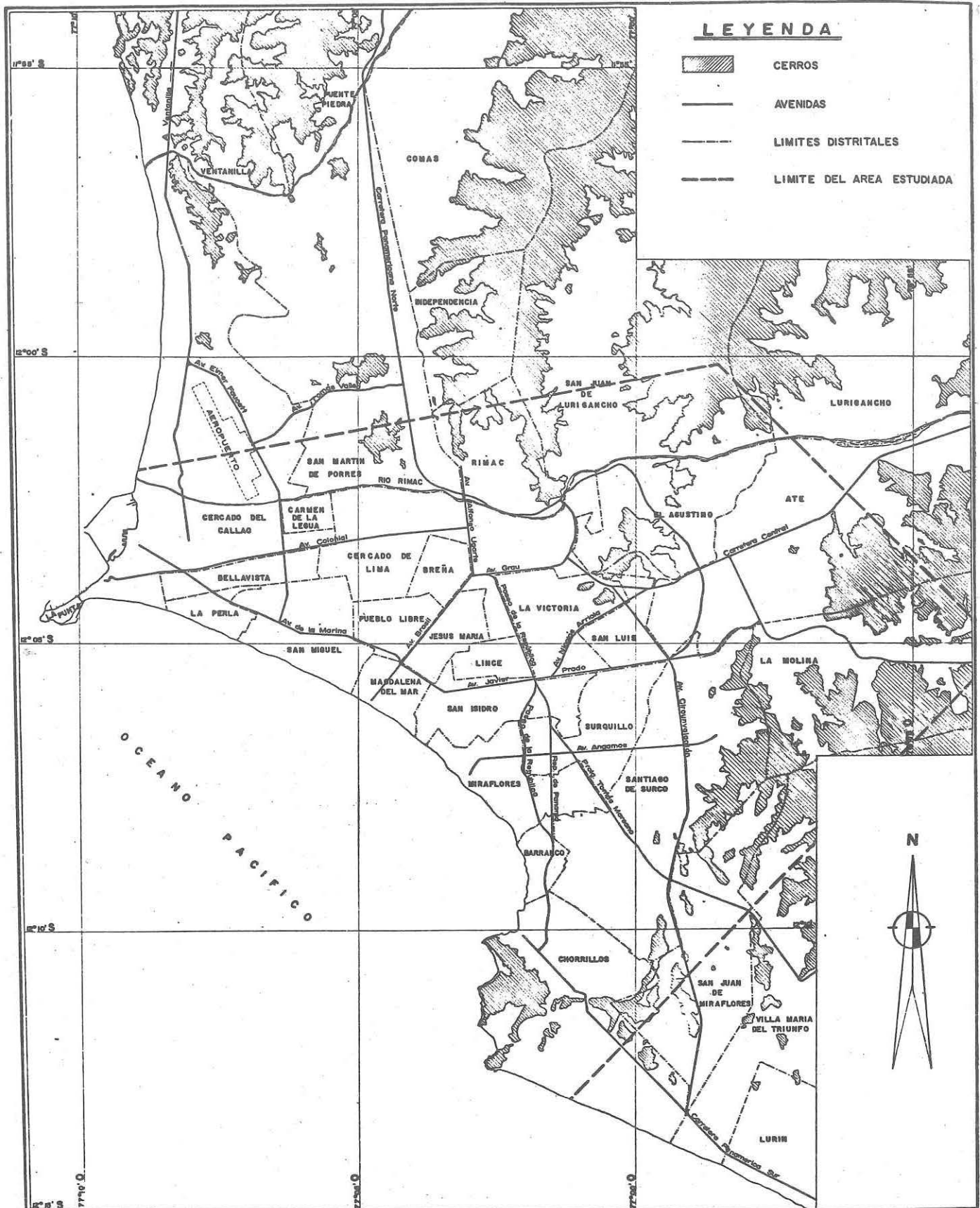
7. Las observaciones anteriores permiten también concluir sobre la conveniencia de rigidizar las edificaciones en todas las áreas de Lima. Refuerza esta conclusión el buen comportamiento de los edificios antiguos (rigidizados por haber sido colocados los muros de albañilería contra la estructura) y el mal comportamiento de algunos edificios modernos muy flexibles.
8. En la ciudad de Lima existen gran cantidad de zonas urbanas adyacentes a cerros y afloramientos rocosos. Se han encontrado zonas de concentración de daños cercanas a cerros en La Molina y en La Campiña, donde los suelos son flexibles. En cambio, cerca de otros cerros donde los suelos son rígidos, por ejemplo Cerro El Agustino, Cerro San Cosme, lado Oeste del Cerro La Molina, no existe concentración de daños. Esto indica que el solo hecho de estar una estructura ubicada cerca a cerros no constituye un factor negativo.
9. A lo largo de la costa, la mayor parte de Lima termina en el borde de un talud muy empinado, cuya altura varía entre 30 y 50 m. Con excepción de zonas muy localizadas donde han existido pequeñas quebradas o se han colocado rellenos sin compactar, no se han observado daños mayores por efectos de la cercanía de taludes.

Esto indica que los acantilados de la costa de Lima, constituídos todos por cascajo, no han producido amplificaciones sísmicas importantes. Este comentario no se refiere a la estabilidad de taludes, que es un problema independiente.





#### BIBLIOGRAFIA

- 1.— Espinoza, A.F.; Husid, R.; Algermissen, S.T.; de las Casas, J.  
"The Lima Earthquake of October 3, 1974: Intensity Distribution"  
Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 67, No. 5, pp. 1429-1439, October 1977.
- 2.— Husid, R.; Espinoza, A.F.; de las Casas, J.  
"The Lima Earthquake of October 3, 1974: Damage Distribution"  
Bulletin of the Seismological Society of America, Vo. 67, No. 5, pp. 1441-1472, October 1977.
- 3.— Moran, D.; Ferver, G.; Thiel, C.; Stratta, F.; Valera, J.; Wyllie, L.  
"Engineering Aspects of the Lima, Perú Earthquake of October 3, 1974"  
Earthquake Engineering Research Institute, May, 1975.
- 4.— Maggiolo, O.  
"Algunos aspectos de Mécanica de Suelos y Comportamiento de Construcciones durante el Sismo 3-10-74"  
Memorias de la Reunión Andina de Seguridad Sísmica, Universidad Católica del Perú, Agosto 1975.
- 5.— Delpiano, Antonio  
"Análisis de las Medidas de Períodos de Vibración de Edificios Peruanos"  
Universidad Católica del Perú — Departamento de Ingeniería, Febrero, 1977.
- 6.— "Reglamento Nacional de Construcciones — Normas de Diseño Sismo-Resistente"  
Ministerio de Vivienda y Construcción Lima, Abril 1977.  
(Aprobado por Resolución Ministerial No. 159-77/VC 1100)

# PLANOS



**LEYENDA**

-  CERROS
-  AVENIDAS
-  LIMITES DISTRITALES
-  LIMITE DEL AREA ESTUDIADA

**EVALUACION DE DAÑOS EN LIMA EN EL SISMO DEL 3 DE OCTUBRE DE 1974**

**LIMITES DEL AREA ESTUDIADA**



ESCALA 1:160,000

DICIEMBRE - 1979

PLANO Nº 1



# CUADROS











**ANEXO**

## Anexo A

### Estadística de Zonas de Concentración de Daños a Edificaciones de Adobe y Quincha

En algunos informes relativos a los daños ocurridos en Lima en el sismo de 1974, se indican intensidades muy altas (Intensidades Mercalli Modificado VIII y IX) en algunas zonas de los distritos de Chorrillos, Barranco, Miraflores, Magdalena, San Miguel, La Perla, Callao y Lima. Sin embargo, dichas zonas son las más antiguas de la Ciudad y en ellas predominan las construcciones de adobe, mientras que en zonas más modernas existen exclusivamente edificaciones de ladrillo y concreto.

Esto hace nacer la duda sobre si los daños ocurridos a edificaciones de adobe permiten estimar la intensidad del movimiento sísmico y correlacionarla con la intensidad en otras zonas donde ésta se basa en los daños sufridos por edificaciones de ladrillo y concreto.

Por esta razón, se decidió efectuar un muestreo en cinco zonas donde predominan las viviendas de adobe y en las que algunos informes indican las más altas intensidades, con objeto de determinar la cantidad de viviendas de ladrillo y concreto que existen en dichas zonas y, de ser importante su número, evaluar la intensidad del daño que sufrieron. Las cinco zonas elegidas están ubicadas en cuatro distritos de Lima (Chorrillos, Barranco, Miraflores y Lima).

El Cuadro No. A-1 muestra que en las cinco zonas la mayoría de las edificaciones son de 1 ó 2 pisos (de adobe o de muros portantes de ladrillo), alcanzando entre ambos materiales del 88 0/o al 96 0/o del total de las edificaciones. Igualmente se observa, que aunque más de la mitad de las construcciones son de adobe, hay suficiente número de edificaciones de ladrillo y concreto como para obtener información adecuada de los daños sufridos por este tipo de edificación.

En el Cuadro No. A-2 se presenta la clasificación de daños determinada para cada zona. Esta clasificación se basa en la siguiente escala:

Leve:	Regular cantidad de rajaduras delgadas.
Regular:	Regular cantidad de rajaduras de regular espesor o pocas rajaduras gruesas.
Severo:	Regular cantidad o muchas rajaduras gruesas. Desplome de algunos muros.
Colapso:	Desplome de muchos muros con desnivelación de techos.

En este mismo cuadro se observa que no se encuentra una correlación directa entre los daños a viviendas de adobe y de ladrillo. Así, en Chorrillos donde ocurrieron los mayores daños a viviendas de adobe, estos fueron predominantemente severos o con colapso (93 0/o) mientras que la mayoría de las viviendas de ladrillo (82 0/o) sólo mostraron daños ligeros o ningún daño. En el caso de Miraflores, que es donde los daños a viviendas de adobe fueron los menores, estos fueron predominantemente ligeros o regulares (78 0/o), y los daños a viviendas de ladrillo fueron ligeros o nulos en la totalidad de los casos.

El examen de los cuadros indica que el comportamiento de las viviendas de adobe se ve influenciado de manera importante por el tipo de suelo de cimentación y por la antigüedad de la construcción, además de otros posibles factores. Los hechos que se han observado, demuestran que los daños producidos en viviendas de adobe no sirven para determinar una intensidad de daño sísmico que se pueda relacionar con el de edificaciones de ladrillo y concreto, ya que se han observado muchos casos de colapso de viviendas de adobe, mientras que otras adyacentes de ladrillo sufrieron daños nulos o ligeros.

En consecuencia, las evaluaciones que encuentran zonas de concentración de daños con intensidades Mercalli Modificado entre VIII y IX en las zonas antiguas de Lima, parecen no haber tomado en cuenta que las edificaciones dañadas eran en su mayoría de adobe, por lo que dichas conclusiones no son válidas. Esta conclusión concuerda con la escala Mercalli Modificado, la cual para daños similares a los mostrados en el Cuadro No. A-2 asigna intensidad VII.

Por esta razón, para no distorsionar los resultados, en el presente trabajo se ha decidido no incluir información referente a las edificaciones de adobe.

Cuadro A-1

**Distribución de Edificaciones en Areas de  
Muestreo de Concentración de Daños a Construcciones de Adobe**

Area Muestreo No.	Distrito	Extensión Muestra (Ha)	Adobe			Ladrillo y Concreto (muros portantes)			Ladrillo y Concreto (aporticado)			Otros	Total
			1-2 pisos	1-2 pisos	3 pisos	1-2 pisos	3-4 pisos	5-6 pisos					
1	Chorrillos	9.2	157	118	14	2	3	—	19	313			
2	Barranco	9.9	311	126	3	3	—	—	19	462			
3	Miraflores 1	6.0	147	31	4	—	2	—	1	185			
4	Miraflores 2	4.2	68	17	4	—	—	—	3	92			
5	Lima	20.9	512	221	15	—	5	1	18	772			

Cuadro A-2

**Distribución de Daños en Areas de Muestreo  
de Concentración de Daños a Construcciones de Adobe**

## 1. Chorrillos

		Daños						Total
		Ninguno	Leve	Regular	Severo	Colapso	Ninguna Información	
Adobe	1-2 pisos	—	3	6	49	79	20	157
Muros Portantes	1-2 pisos	52	25	7	10	—	24	118
Muros Portantes	3 pisos	7	4	—	—	—	3	14
Aporticado	1-2 pisos	1	1	—	—	—	—	2
Aporticado	3-4 pisos	—	2	1	—	—	—	3
Aporticado	5-6 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Otros		—	—	—	—	—	19	19
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>35</b>	<b>14</b>	<b>59</b>	<b>79</b>	<b>66</b>	<b>313</b>

## 2. Barranco

		Daños						Total
		Ninguno	Leve	Regular	Severo	Colapso	Ninguna Información	
Adobe	1-2 pisos	15	18	56	173	30	19	311
Muros Portantes	1-2 pisos	77	27	1	3	—	18	126
Muros Portantes	3 pisos	2	1	—	—	—	—	3
Aporticado	1-2 pisos	3	—	—	—	—	—	3
Aporticado	3-4 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Aporticado	5-6 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Otros		—	—	—	—	—	19	19
<b>Total</b>		<b>97</b>	<b>46</b>	<b>57</b>	<b>176</b>	<b>30</b>	<b>56</b>	<b>462</b>

### 3. Miraflores-1

#### Daños

		Ninguno	Leve	Regular	Severo	Colapso	Ninguna Información	Total
Adobe	1-2 pisos	15	58	26	11	4	33	147
Muros Portantes	1-2 pisos	21	3	—	—	—	7	31
Muros Portantes	3 pisos	3	1	—	—	—	—	4
Aporticado	1-2 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Aporticado	3-4 pisos	1	1	—	—	—	—	2
Aporticado	5-6 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Otros		—	—	—	—	—	1	1
Total		40	63	26	11	4	41	185

### 4. Miraflores-2

#### Daños

		Ninguno	Leve	Regular	Severo	Colapso	Ninguna Información	Total
Adobe	1-2 pisos	3	21	23	4	—	17	68
Muros Portantes	1-2 pisos	3	11	—	—	—	3	17
Muros Portantes	3 pisos	1	3	—	—	—	—	4
Aporticado	1-2 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Aporticado	3-4 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Aporticado	5-6 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Otros		—	—	—	—	—	3	3
Total		7	35	23	4	—	23	92

### 5. Lima

#### Daños

		Ninguno	Leve	Regular	Severo	Colapso	Ninguna Información	Total
Adobe	1-2 pisos	3	64	103	266	26	50	512
Muros Portantes	1-2 pisos	84	101	13	2	—	21	221
Muros Portantes	3 pisos	11	4	—	—	—	—	15
Aporticado	1-2 pisos	—	—	—	—	—	—	—
Aporticado	3-4 pisos	4	1	—	—	—	—	5
Aporticado	5-6 pisos	—	1	—	—	—	—	1
Otros		—	—	—	—	—	18	18
Total		102	171	116	268	26	89	772

