

INDICE

	PÁG.
RESUMEN EJECUTIVO	1
CAPITULO 1. DESCRIPCION DEL SISTEMA ESTRUCTURAL	1.1
1.1 Estructura Torre Principal	1.1
1.1.1 Fundaciones	1.2
1.1.2 Estructuración	1.3
1.1.3 Dimensiones y refuerzos de los elementos de hormigón armado	1.4
1.2 Descripción de las Tabiquerías	1.6
1.2.1 Tipo 1	1.6
1.2.2 Tipo 2	1.7
1.2.3 Tipo 3	1.7
1.2.4 Tipo 4	1.8
1.2.5 Tipo 5	1.8
1.2.6 Tipo 6	1.8
1.2.7 Tipo 7	1.8
1.3 Otras Terminaciones	1.9
1.4 Observaciones respecto a la construcción	1.9
1.4.1 Dimensión de las columnas	1.9
1.4.2 Calidad de hormigonado	1.10
1.4.3 Refuerzo estructural	1.10
1.4.4 Antepecho Piso Mecánico	1.11
1.4.5 Elementos de Fachada	1.12
1.5 Ubicación de los Servicios	1.12
1.6 Referencias	1.12
CAPITULO 2. ESTIMACION DE LA DEMANDA SISMICA EN FUNCION DE ESTUDIOS DE DAÑOS EN EL LUGAR DONDE SE UBICA LA ESTRUCTURA	2.1
2.1 Historia Sísmica de la Región	2.1

	PAG.	
2.2	Sismos del 14 de Octubre de 1997	2.6
2.3	Estimación de la Demanda Sísmica	2.7
2.4	Referencias	2.8
CAPITULO 3.	ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DINAMICAS DE LA ESTRUCTURA	3.1
3.1	Descripción General de la Estructura	3.1
3.2	Estudio de Microvibraciones Ambientales	3.1
3.2.1	Generalidades	3.1
3.2.2	Sistemas de Monitoreo	3.2
3.2.3	Procedimiento de Monitoreo	3.2
3.2.3	Presentación de Registros	3.3
3.2.4	Análisis de los Datos	3.4
CAPITULO 4.	INFORME DE DAÑO ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES	4.1
4.	Generalidades	4.1
4.1	Clasificación de Daños	4.2
4.1.1	Daño en columnas y vigas	4.3
4.1.2	Daño en Tabiques	4.4
4.2	Daños en los elementos estructurales del Hospital de Coquimbo	4.6
4.2.1	Primer Piso	4.6
4.2.2	Piso Mecánico	4.7
4.2.3	Segundo Piso	4.8

	PAG.	
4.3	Daño en Escaleras	4.9
4.3.1	Escalera externa (Sector Norte Cuerpo B)	4.9
4.3.2	Escalera externa (Cuerpo A)	4.12
4.3.3	Escalera externa (Cuerpo C)	4.13
4.3.4	Segundo y Tercer Piso, Escalera Tipo "L"	4.14
4.4	Daños en las Tabiquerías	4.16
4.4.1	Daños detectados en las tabiquerías	4.16
4.5	Daños Asociados a las Juntas de Dilatación	4.18
4.6	Desplazamientos de Entre Piso	4.18
4.7	Daños en Líneas Vitales	4.19
4.8	Daños en Tabiquerías y Mobiliario	4.19
 CAPITULO 5. ANALISIS DE LOS CUERPOS DE LA TORRE PRINCIPAL		
	PRINCIPAL	5.1
5.1	Antecedentes	5.1
5.2	Supuestos del Modelo	5.1
5.3	Parámetros Espectrales y Normativos	5.5
5.4	Resultados Globales	5.6
5.5	Verificación Estructural	5.8
5.5.1	Capacidad Resistente de la Estructura	5.8
5.5.2	Requerimiento de Ductilidad	5.16
5.5.3	Criterio Columna Fuerte - Viga Débil	5.31
5.6	Comentarios	5.33

**CAPITULO 6 ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA TORRE
PRINCIPAL DEL HOSPITAL DE COQUIMBO 6.1**

6.1	Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica utilizando el Índice de Hirosawa	6.1
6.1.1	Consideraciones Generales	6.1
6.1.2	Tipos de Columnas	6.3
6.1.3	Cálculo del Índice de Hirosawa	6.5
6.2	Calificación de la Vulnerabilidad del Hospital de Coquimbo	6.10
6.3	Referencias	6.11

**CAPITULO 7. RECOMENDACIONES MINIMAS PARA EL REFORZAMIENTO Y
REPARACION DE LA ESTRUCTURA DE LA TORRE PRINCIPAL
DEL HOSPITAL DE COQUIMBO 7.1**

7.1	Alternativas para establecer la demanda para realizar el Diseño del Reforzamiento y la Reparación	7.3
7.2	Recomendaciones Adicionales	7.4
7.2.1	Alcances	7.4
7.2.2	Combinaciones de Carga	7.5
7.2.3	Modelos Estructurales	7.5
7.2.4	Acciones Sísmicas sobre la Estructura	7.6
7.2.5	Método de Análisis	7.6
7.2.6	Refuerzo con Arriostamientos	7.7
7.2.7	Elementos divisorios	7.7
7.2.8	Condiciones en las Juntas de Dilatación	7.8
7.2.9	Equipo Esencial	7.8
7.2.10	Conceptos Generales	7.9
7.2.11	Compatibilidad de Desplazamientos	7.9

7.3	Referencias	7.9
ANEXO A	.....	A.1
ANEXO B	.....	B.1
ANEXO C	.....	C.1
ANEXO D	.....	D.1
ANEXO E	.....	E.1
ANEXO F	.....	F.1
ANEXO G	.....	G.1
ANEXO FOTOGRAFIAS		

CAPITULO 1

DESCRIPCION DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

La descripción de la estructura de la torre principal del Hospital de Coquimbo se realiza con la información que proporcionan los planos (S.S.C., 1970) y con la información reunida durante la visita realizada al hospital.

1.1 ESTRUCTURA TORRE PRINCIPAL

El edificio está formado por tres cuerpos, los que están estructurados con pórticos cuyas columnas tienen una sección transversal de 60x60 cm y sus vigas una sección transversal de 60x60 cm. El edificio tiene cinco pisos, el segundo piso funciona como piso mecánico y los otros albergan los servicios médicos del hospital.

De acuerdo con la información entregada por los planos de planta estructural, este edificio se ubica entre los ejes 20 y 36 y LL y O y la separación entre los ejes de columnas es de 660 cm en ambas direcciones. De esta misma información se han derivado las elevaciones de los ejes resistentes de los diferentes cuerpos, las que se muestran en el Anexo A. Las alturas de los pisos son las siguientes:

Primer Piso:	325 cm
Piso mecánico:	295 cm
Segundo piso:	325 cm
Tercer piso:	325 cm
Cuarto piso:	325 cm

Sobre el cuarto piso existe una construcción que se ubica entre los ejes 27 y 30 y N y Ñ donde funciona la sala de máquinas de las ascensores. La estructura y los materiales de esta sala de

máquina no corresponden a la detallada en los planos. Se pudo comprobar durante la visita a terreno que es una estructura de acero con muros de fachadas construidos con hormigón liviano.

1.1.1 Fundaciones

De acuerdo con las especificaciones de los planos, en la construcción de las fundaciones de hormigón armado se usaron las siguientes calidades de material:

- Acero A63-42H
- Hormigón clase E, $R_{28} = 300 \text{ kgf/cm}^2$

De acuerdo con los planos, las presiones de contacto admisibles corresponden a las indicadas en el informe de mecánica de suelos, el que no fue proporcionado como antecedente para el presente estudio.

Las fundaciones de las columnas son zapatas aisladas amarradas entre sí por cadenas de fundación, las zapatas de las columnas ubicadas en la zona de la junta de dilatación entre los cuerpos del edificio corresponde a una sola zapata aislada.

Las dimensiones de las zapatas y de las cadenas de amarre son las siguientes (la última dimensión corresponde al alto de la zapata):

Columnas aisladas del eje 21 al eje 36:	370 cm x 380 cm	x 65 cm
Columnas aisladas del eje 20:	250 cm x 250 cm	x 65 cm
Columnas en zona de la junta de dilatación:	515 cm x 450 cm	x 65 cm
Cadenas de amarre:	30 cm x 30 cm	

Según las especificaciones de diseño de las fundaciones el sello de fundación debe ubicarse 20

cm bajo el suelo de fundación (ver plano 03-A).

Las armaduras de refuerzo de las cadenas de amarre son 8 fierros longitudinales de 18 mm de diámetro y estribos de 8 mm de diámetro distanciados a 25 cm.

1.1.2 Estructuración

Los tres cuerpos del edificio están estructurados con pórticos de nudos rígidos de hormigón armado. Para los efectos de este informe estos cuerpos se identifican como:

Cuerpo A: Comprendido entre los ejes 20 y 25 en el primer piso y en el resto de los pisos entre los ejes 21 y 25 y entre los ejes LL y O en toda la altura.

Cuerpo B: Comprendido entre los ejes 26 y 31 y entre los ejes LL y O.

Cuerpo C: Comprendido entre los ejes 32 y 36 y entre los ejes LL y O.

Las dimensiones de la planta y el área de cada uno de estos cuerpos, medida entre ejes, son las siguientes:

Cuerpo A:	Primer piso		
	26,40 m		
	33,00 m	Area:	871 m ²
	Otros pisos		
	26,4 m		
	26,4 m	Area:	696,96 m ²
Cuerpo B:	26,40 m		
	33,00 m	Area:	871 m ²

Cuerpo C: 26,40 m
26,40 m Area: 696,96 m²

La separación entre los cuerpos es de 65 cm entre los ejes de las columnas en el nivel de la fundación, esto representa un separación entre las caras de las columnas de 5 cm, magnitud que corresponde al espesor de la junta de dilatación entre los cuerpos del edificio. Esta separación se especifica como constante en altura.

1.1.3 Dimensiones y refuerzos de los elementos de hormigón armado.

a. Columnas.

El detalle de las dimensiones y de los refuerzos de estos elementos por piso es el siguiente:

Primer piso. Columnas de 60 x 60 cm

Armaduras: Columnas entre eje 21 y 36.

**9 fierros longitudinales de 32 mm de diámetro por cara (32 fierros en total)
más cuatro fierros de 32 mm de diámetro en los vértices.**

Estribos dobles de 12 mm de diámetro cada 11 cm. (Alternados)

Columnas eje 20.

8 fierros longitudinales de 26 mm de diámetro por cara (28 fierros en total)

Estribos dobles de 10 mm de diámetro cada 20 cm. (Alternados)

Piso Mecánico. Columnas de 60 x 60 cm

Armaduras: 9 fierros longitudinales de 26 mm de diámetro por cara (32 fierros en total)

Estribos dobles de 12 mm de diámetro cada 11 cm. (Alternados)

Segundo piso. Columnas de 60 x 60 cm

Armaduras: 7 fierros longitudinales de 26 mm de diámetro por cara (24 fierros en total)

Estribos dobles de 10 mm de diámetro cada 15 cm. (Alternados)

Tercer Piso. Columnas de 60 x 60 cm

Armaduras: 5 fierros longitudinales de 22 mm de diámetro por cara(16 fierros en total)

Estribos dobles de 10 mm de diámetro cada 20 cm.

Cuarto piso: Columnas de 60 x 60 cm

Armaduras: 5 fierros longitudinales de 22 mm de diámetro por cara (16 fierros en total)

Estribos dobles de 10 mm de diámetro cada 20 cm.

b. Vigas

Todas las vigas tienen una sección transversal cuadrada de 60 x 60 cm. El detalle de las armaduras de estos elementos, fierros longitudinales y estribos, se indica en los planos.

c. Losas

Según los planos las losas son de 15 cm de espesor en todos los pisos con excepción de la losa sobre la sala de máquinas que sería de 13 cm. La existencia de la losa sobre la sala de máquina no se pudo comprobar y tampoco se verificaron los espesores de las losas de 15 cm durante la visita.

El espesor de la sobrelosa, no indicado en los planos, se pudo comprobar que en algunas zonas es del orden de 10 cm o más.

1.2 DESCRIPCION DE LAS TABIQUERIAS

1.2.1 Tipo 1

Este tipo esta conformado por paneles de hormigón liviano colocados entre planchas de asbesto-cemento y enmarcadas en perfiles de aluminio, Figura 1.1. Los bloques de hormigón liviano tienen las dimensiones indicadas en la tabla 1.1.

TABLA 1.1 Dimensiones de los paneles de hormigón liviano

ALTO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)	UBICACION
75	118	3.5	SUPERIOR
67	118	3.5	INTERMEDIA
150	118	3.5	INFERIOR

El espesor de las planchas de asbesto-cemento que cubren los bloques de hormigón es de 0.5 cm, en paños de 118 cm de ancho y en dos alturas, 75 cm las que cubren al panel de hormigón liviano superior y de 217 cm las que cubren los dos paneles de hormigón liviano inferiores. El marco de aluminio es una triple canal en donde se insertan los elementos del tabique por separado, dejando una holgura de montaje de 2 mm (1 mm por lado). El ancho total del perfil de aluminio es de 9 cm y las láminas de aluminio son de 1 mm de espesor.

El sistema de fijación de los tabiques consiste en tornillos que traspasan los marcos apoyándose en la estructura (cielo, columnas, etc.) a presión.

1.2.2 Tipo 2

Este tipo de tabique está conformado por 4 planchas de yeso-cartón. Las dos planchas centrales, tienen 3 cm menos que las exteriores en el extremo superior e inferior, alojándose en un listón de 3x3 cm a lo largo de los extremos del panel. Los dos bordes laterales y el borde superior de los paneles se apoyan lateralmente en un perfil de acero de 80x25x3.

La fijación del panel se logra clavando al listón de madera del extremo inferior y atornillando al cielo el perfil de acero del borde superior. Este tipo de tabique no presenta elementos de apoyo en los bordes laterales. El detalle de construcción de los bordes se muestra en las figuras 1.2, 1.3 y 1.4.

1.2.3 Tipo 3

Este tipo de panel es idéntico al tipo 2, con la diferencia que en el extremo superior, el perfil canal se reemplaza por trozos de un perfil canal de 25-30 cm de longitud y de idénticas propiedades al del perfil usado en el panel tipo 2. El sistema de fijación corresponde al indicado para el panel del tipo 2.

1.2.4 Tipo 4

Este tipo de tabique está conformado por paneles de hormigón liviano cuya altura corresponde a la altura total del panel, enmarcados con perfiles de acero de sección canal. La fijación de estos paneles se logra atornillando el marco de acero a los elementos estructurales (tales como columnas, cielo y vigas).

1.2.5 Tipo 5

Tabiquería mixta compuesta de paneles del tipo 1, que van desde el nivel del piso hasta media altura, y ventanales de vidrio desde media altura hasta la losa del piso superior. La fijación se logra atornillando los marcos de la misma forma que el tabique el tipo 1.

1.2.6 Tipo 6

Este tipo corresponde a tabiques de albañilería que se extienden en todo el alto del piso.

1.2.7 Tipo 7

Tabiques albañilería cuya altura corresponde a media altura de piso y el resto se completa con ventanas.

1.3 OTRAS TERMINACIONES

En relación con las terminaciones se puede destacar que el piso es de baldosas. Los cielos se encuentran enyesados y en algunos sectores se encuentran cielos falsos de Luxalón y volcanita. El apoyo de los cielos falsos a la estructura no se pudo inspeccionar.

1.4 OBSERVACIONES RESPECTO A LA CONSTRUCCIÓN

En la inspección realizada al edificio, fue posible detectar algunos detalles relacionados con la construcción de la obra, algunos de los cuales incidieron en el comportamiento poco satisfactorio del edificio.

1.4.1 Dimension de las columnas

De acuerdo con la información entregada por los planos, las dimensiones de las columnas son de 60x60 cm. Dada la accesibilidad que tienen las columnas perimetrales del primer piso, sumado a que estas no poseen terminación, fue posible realizar mediciones con huincha. Los valores medidos en terreno se entregan en la tabla 1.2.

De la inspección de los elementos dañados, la diferencia con la dimensión destacada en los planos corresponde esencialmente a hormigón no confinado, es decir, se observan recubrimientos de alrededor de 8 cm. Esto puede explicar gran parte del agrietamiento observado además de contribuir a aumentar el peso de la estructura.

1.4.2 Calidad de hormigonado

En el piso mecánico se observaron uniones viga - columnas que presentan nidos de piedra.

En estos pisos se observa fuertes cargas de estucos y yeso en las columnas y vigas, siendo este mayor en los extremos de los elementos, sectores en donde se midieron espesores de 5 cm. Esto es causado por el uso de moldajes inadecuados, los que por su exceso de flexibilidad, dejaron deformaciones en los elementos. Estas deformaciones fueron corregidas con los materiales de terminación, incurriendo en el uso de espesores mayores.

1.4.3 Refuerzo estructural

Debido al desprendimiento de los recubrimientos en algunas columnas del piso mecánico se puede observar que el espaciamiento entre las barras, diámetro y cantidad, no corresponden a las especificadas en los planos estructurales (de acuerdo a la columna de los ejes 24-O). Se observaron en terreno siete barras longitudinales espaciadas a 5,6,8,7,6 y 10 cm. y estribos de 16 mm espaciados a 25 cm. Adicionalmente se observó que algunos ganchos de los estribos estaban 90° y por tanto no ingresaban al núcleo.

Se observa adicionalmente que algunas barras del refuerzo longitudinal de las vigas está anclado a uniones viga columna por el lado externo al núcleo confinado y con recubrimientos inexistentes o menores. En varios nudos el refuerzo longitudinal está a la vista.

TABLA N° 1.2 Dimensiones medidas de las columnas del primer piso

UBICACION	DIMENSION (cm)	UBICACION	DIMENSION (cm)	UBICACION	DIMENSION (cm)	UBICACION	DIMENSION (cm)
36-M	66x66	O-21	66x67	O-26	62x66	O-32	68x66
36-N	65x66	O-22	66x67	O-27	66x66	O-33	66x67
36-N̄	65x64	O-23	66x66	O-28	65x66	O-34	65x65
36-O	67x66	O-24	66x69	O-29	67x66	O-35	66x66
LL-21	65x65	O-25	67x66	O-30	66x66	O-36	66x66
LL-22	65x65	LL-26	65x66	O-31	65x66	LL-30	67x66
LL-23	65x64	LL-27	66x65	LL-32	65x65	LL-31	64x66
LL-24	66x66	LL-28	66x66	LL-33	65x65	LL-35	66x65
LL-25	68x65	LL-29	64x65	LL-34	66x66	LL-36	66x65

1.4.4 Antepecho Piso Mecánico

Sobre las vigas invertidas ubicadas en el nivel de piso del Piso Mecánico se construyeron dos vigas paralelas (antepecho) solidarias a las columnas. El refuerzo de estas vigas atravieza el recubrimiento de las columnas. Esta situación reduce en forma importante la altura libre de las columnas perimetrales de este piso produciendo el efecto de "columna corta". Además, en algunas vigas de este piso se construyeron collarines que reducen aún más esta altura libre.

1.4.5 Elementos de Fachada

En el sector de baños las fachadas están terminadas con antepechos de hormigón armado de gran dimensión. Estos elementos generan una junta sísmica horizontal a media altura de piso con excepción del tercer piso la que se encuentra a la altura del marco superior de ventanas, esto constituye una modificación con respecto a planos.

Las modificaciones detectadas durante la visita a terreno, hacen necesario realizar una detallada inspección de la estructura antes de recomendar cualquier alternativa de reforzamiento y reparación.

1.5 UBICACION DE LOS SERVICIOS

La ubicación de los servicios que funcionan en los distintos pisos de este edificio se indican en los planos de un proyecto de Informatización ejecutado en mayo de 1997 por el Servicio de Salud de Coquimbo (S.S.C., 1997).

1.6 REFERENCIAS

1. Servicio de Salud de Coquimbo, (1970)

Contrato N° C - 1238

Plano 01-A:	Planta de fundaciones	Planta cielo subterráneo.
Plano 02 -A:	Planta de fundaciones	
Plano 03 -A:	Detalle de fundaciones (Edificio de un piso y cuatro cuerpos)	
Plano 04 -A:	Planta Primer Piso. detalle losas subterráneos.	
Plano 05 -A:	Planta cielo primer piso.	
Plano 06 -A:	Planta del piso mecánico y planta de 2º piso.	
Plano 07 -A:	Planta de cielo tercer piso y cuarto piso.	
Plano 08 -A:	Planta y detalle losas 5º piso. Detalle de vigas sala de calderas.	
Plano 09 -A:	Detalle vigas primer piso. Viga 101 al 115. Vigas de subterráneo.	
Plano 10 -A:	Detalle vigas 116 al 123. V 102^A y 102^B.detalle vigas piso mecánico.	
Plano 11 -A:	Detalle vigas 201-202-203-204 V301-302-303-304-401-402-403-404.V 405-406 501-502-503	
Plano 12 -A:	Detalle losas cielo 1º piso (espesor 15 cm)	
Plano 13 -A:	Detalle losas cielo 1º piso (espesor 13 cm, edificio de un piso)	
Plano 14 -A:	Detalle losas cielo piso mecánico, 2º y 3º piso.	

Plano 15 -A: Detalle losas 4° piso (este plano incluye detalle de baños en consola y los detalles de los antepechos de hormigón armado).

Plano 16- A: Detalle escaleras tipo A,B,C,D, y E.

Plano 17 -A: Detalle escaleras tipo F, G, H, J, K, L y N

Plano 18 -A: Detalle escaleras

Contratos C - 1452 y C - 1443:

"Modificación sala de máquinas, shafts y losas 114-214-314"

"Plantas y cortes fundación. Planta cielo estanque"

"Detalle de losas cielo estanque. Detalle vigas"

Plano fundaciones

2. Servicio de Salud de Coquimbo, 1997, "Estudio de la Red Asistencial- IV Región"

a. Planta del Primer Piso Hospital San Pablo de Coquimbo.

b. Planta 2° Piso.

c. Plantas 3° y 4° Piso- Hospital de Coqbo.

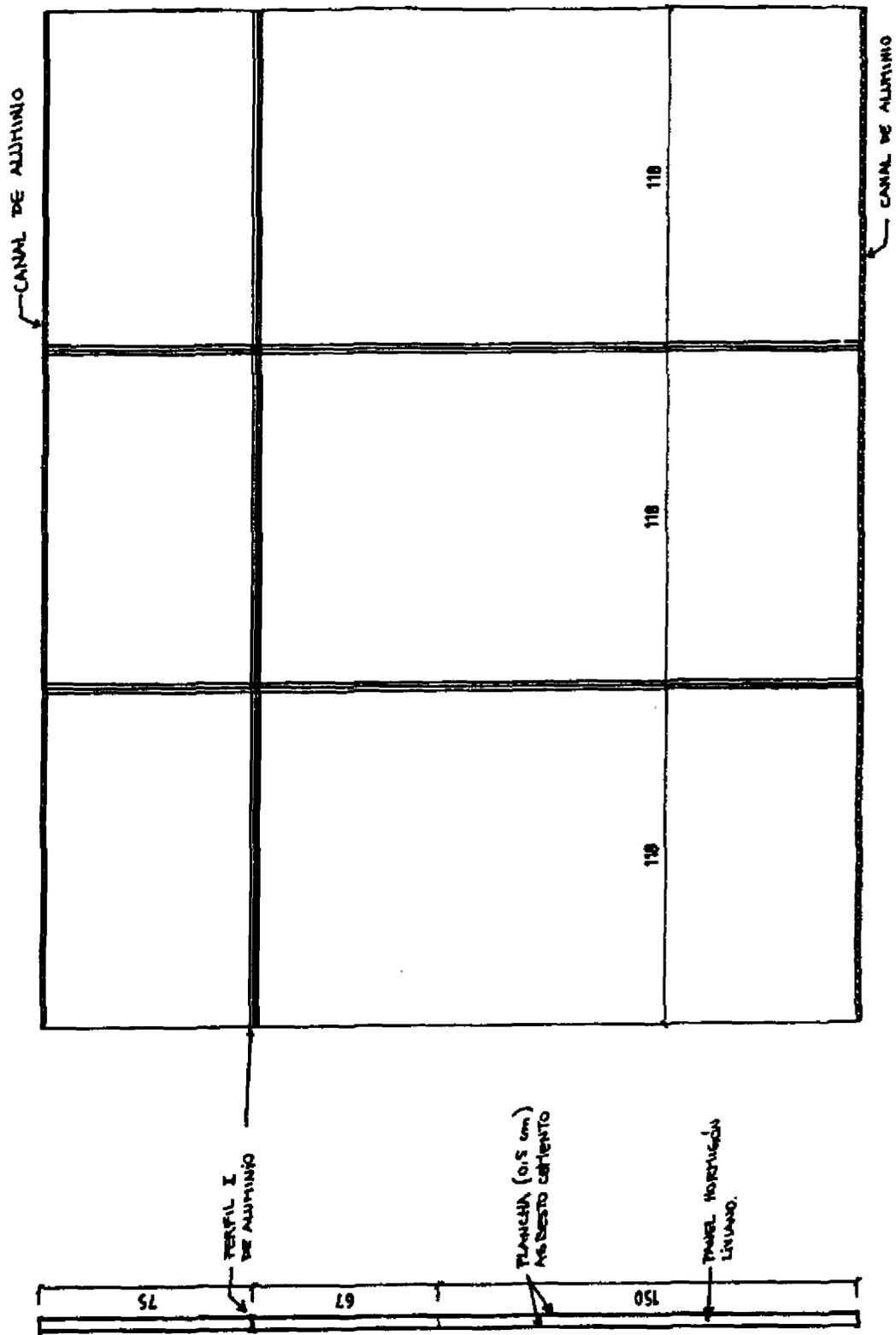


Figura 1.1. Esquema de Tabiquería Tipo 1.

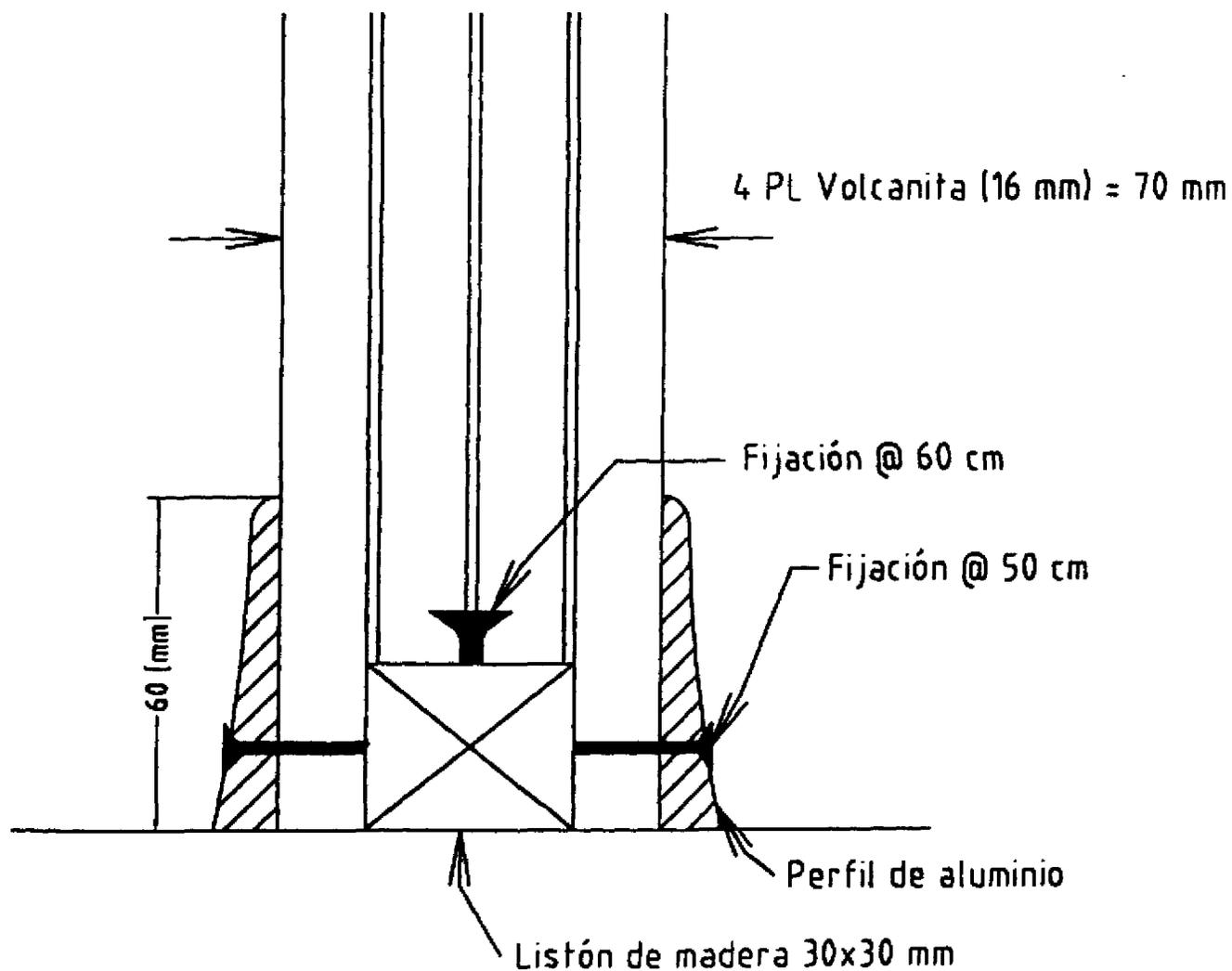


Figura 1.2. Detalle de apoyo inferior de la Tabiquería Tipo 2.

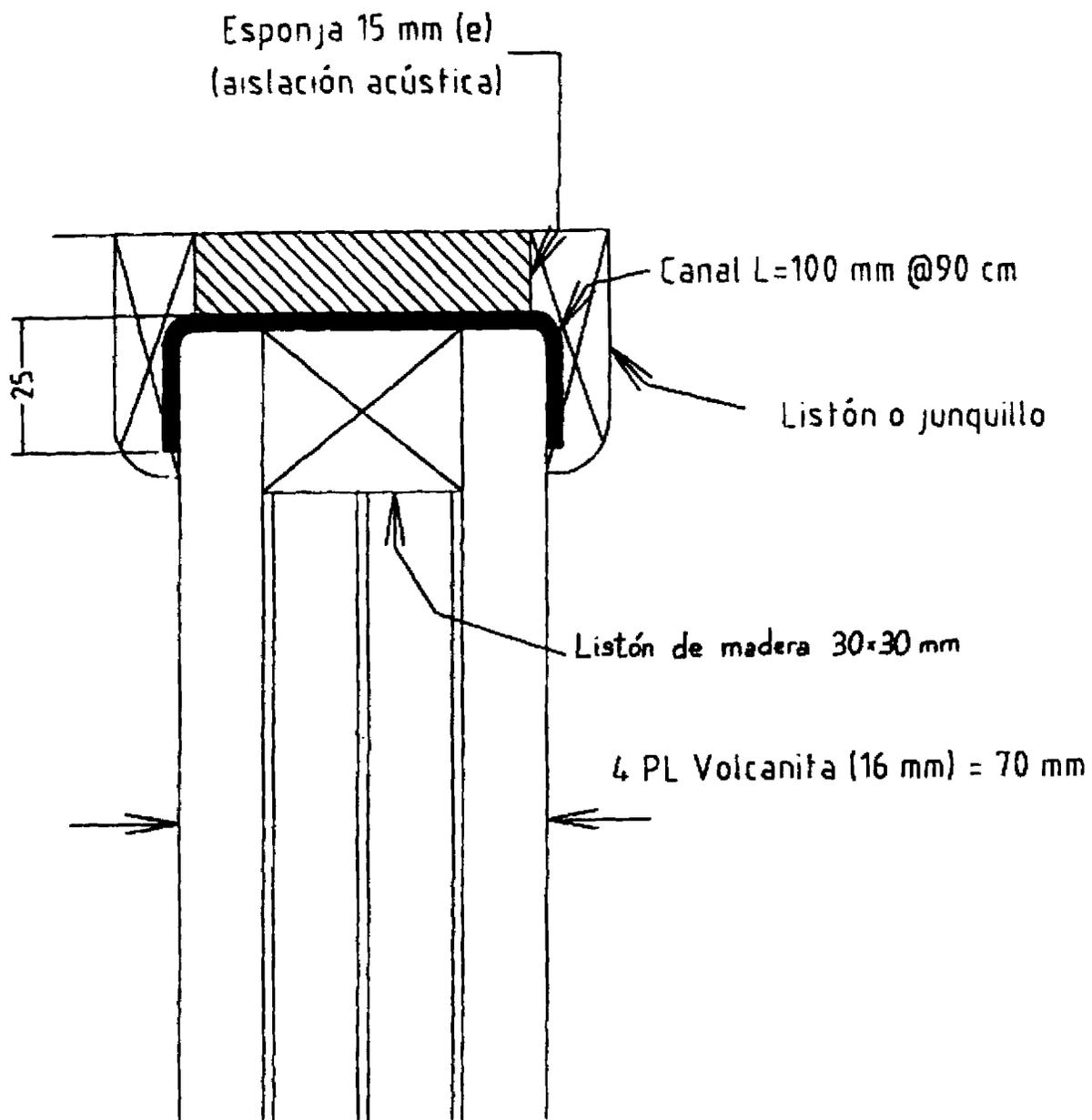


Figura 1.3. Detalle de apoyo superior de la Tabiquería Tipo 2.

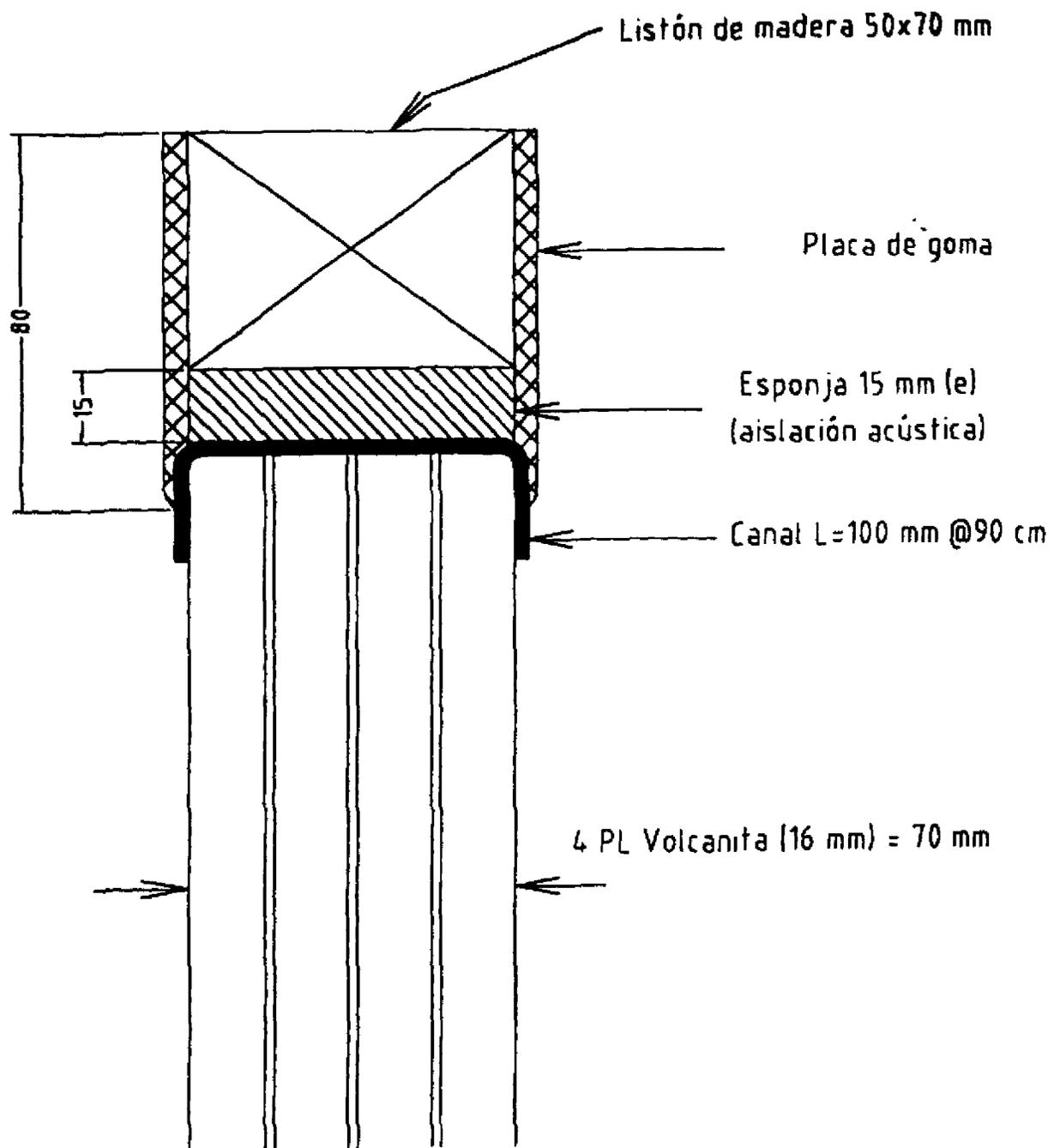


Figura 1.4. Detalle de apoyo lateral de la Tabiquería Tipo 2.

CAPITULO 2

ESTIMACION DE LA DEMANDA SISMICA EN FUNCION DE ESTUDIOS DE DAÑOS EN EL LUGAR DONDE SE UBICA LA ESTRUCTURA.

2.1 HISTORIA SISMICA DE LA REGION.

La ciudad de Coquimbo está ubicada en una zona de alta sismicidad y caracterizada por sismos de foco poco profundo (Thomas et al., 1980) . Según Lomnitz (1971), la ciudad de Coquimbo ha sido seriamente dañada por lo menos cinco veces por terremotos históricos.

En la tabla 2.1 se detallan los sismos más importantes que han afectado la región comprendida entre los 28 y 32 grados de latitud Sur. Esta recopilación comprende el período desde la llegada de los conquistadores españoles hasta la fecha, en ella se han seleccionado los eventos cuya magnitud de Richter (Ms) es igual o mayor que 6,5 grados, en particular para el período comprendido entre 1981 y 1997 se han seleccionado aquellos eventos con una magnitud mayor o igual a 6,0 grados.

La intensidad indicada en la tabla corresponde a la intensidad máxima reportada para el evento y por lo tanto no corresponde necesariamente al área de estudio.

La selección de las latitudes límites se ha hecho considerando que terremotos como el de Copiapo de 1922 causó serios daños en Coquimbo y que sismos con epicentro bajo la latitud 32 grados sur, como los terremotos de Papudo de 1971 y de la Ligua de 1965, no produjeron daños serios en esta ciudad. Las coordenadas geográficas de la ciudad de Coquimbo son (Instituto Geográfico Militar):

Latitud: 29° 57' Sur
Longitud: 71° 20' Oeste

TABLA 2.1 Lista de terremotos en la zona comprendida entre los 28°S a 32°S, según CERESIS (1985).

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad (kms)	Magnitud	Intensidad Máxima (MM)
--/12/1604	29,9	71,25			10
--/12/1639	29,95	71,35			10
01/01/1801	29,95	71,25			8
05/11/1822	27,35	70,35			8
25/04/1833	28,46	71,25			10
17/12/1843	29,9	71,25			10
08/10/1847	31,61	71,18		7.3E*	8
17/12/1849	29,95	71,37		7.5E	8
14/01/1854	29,95	71,35			8
10/04/1858	29,9	71,25			8
11/02/1876	31,62	71,1			8
27/07/1877	29,95	71,35			8
15/08/1880	31,62	71,18		7.7E	10
22/02/1893	29,9	71,25			8
07/12/1903	28,57	70,78			8
19/03/1904	28,57	70,78			8
15/02/1917	30,0	73,0		7.0	
20/05/1918	28,5	71,5	80	7.5	
07/11/1922	28,0	72,0		7.0	
11/11/1922	28,5	70,0	25	8.3	
04/05/1923	28,75	71,75	60	7.0	

14/11/1927	30,5	71,5	60	6,8	
28/07/1928	31,0	71,0	50	6,5	
29/11/1932	32,0	71,0	110	6,8	
01/10/1940	30,0	72,5		6,5	
29/06/1942	32,0	71,0	100	6,9	
06/04/1943	30,75	72,0		7,9	
22/05/1943	30,75	72,0		6,8	
23/07/1954	30,5	71,5	60	6,8	8
19/04/1955	30,0	72,0		7,0	
20/05/1955	30,0	72,5		6,5	
09/06/1956	30,1	71,5		6,8	
24/07/1957	30,0	70,5		6,5	
28/11/1959	28,5	71,0		6,5	
10/03/1963	30,0	71,2	60	5,8 mb	
28/03/1965	32,42	71,1	68	7,1	
15/11/1967	28,78	71,1	35	5,9 mb	
19/11/1973	28,35	70,93	47	6,5	6
13/03/1975	29,9E	71,55E	33	6,9	8
07/11/1981	32,2	71,34	65	6,5	
11/06/1984	30,71	71,18	46	6,0	
19/05/1985	30,25	71,33	39	6,0	
08/06/1993	31,60	69,22	113	6,4(mb)	
01/11/1995	28,96	71,50	20	6,4	
14/10/97	30,93	71,22	58	6,8	7-8

(*) E: Estimado

La información de la tabla 2.1 destaca que la actividad sísmica de la región de Coquimbo es sostenida, por sus características Thomas et al.(1980) la han calificado como "moderada" ya que los terremotos que la han afectado son de magnitudes inferiores a 7.0 de la escala de Richter, con excepción del sismo del 6 de Abril de 1943 con epicentro en 30,75° latitud Sur y 72° longitud Oeste con una magnitud de Richter de 7.9 grados; el epicentro de este terremoto fue más al Sur de la ciudad de Coquimbo.

Sismos con epicentros fuera de la costa, frente a la ciudad de Coquimbo, son frecuentes pero de magnitudes inferiores a 7,0 grados de la escala de Richter, con excepción del sismo del 17 de Noviembre de 1849, con una magnitud estimada de 7,5 grados.

El último sismo con epicentro frente a Coquimbo que ha producido daños en la ciudad, corresponde al sismo del 13 de Marzo de 1975, cuyas características sismológicas son (Thomas et al., 1980):

Magnitud Richter:	6,9°
Profundidad de foco:	33 km
Epicentro	Latitud 29° 54´S
	Longitud 71° 33´W

El estudio de los daños del sismo del 13 de Marzo de 1975 permitió detectar una influencia local del suelo de fundación en el comportamiento observado de las viviendas de la ciudad de Coquimbo. En general, la intensidad del sismo en esta ciudad fue de VII grados en la escala de Mercalli Modificada.

Thomas et al. (1980) proponen una microzonificación sísmica para la ciudad de Coquimbo considerando las características geológicas, suelo de fundación y el estudio de los daños registrados durante el sismo del 13 de Marzo de 1975. Esta microzonificación divide la ciudad en tres zonas con un comportamiento diferente durante sismos destructores, estas zonas se muestran en la figura 2.1.

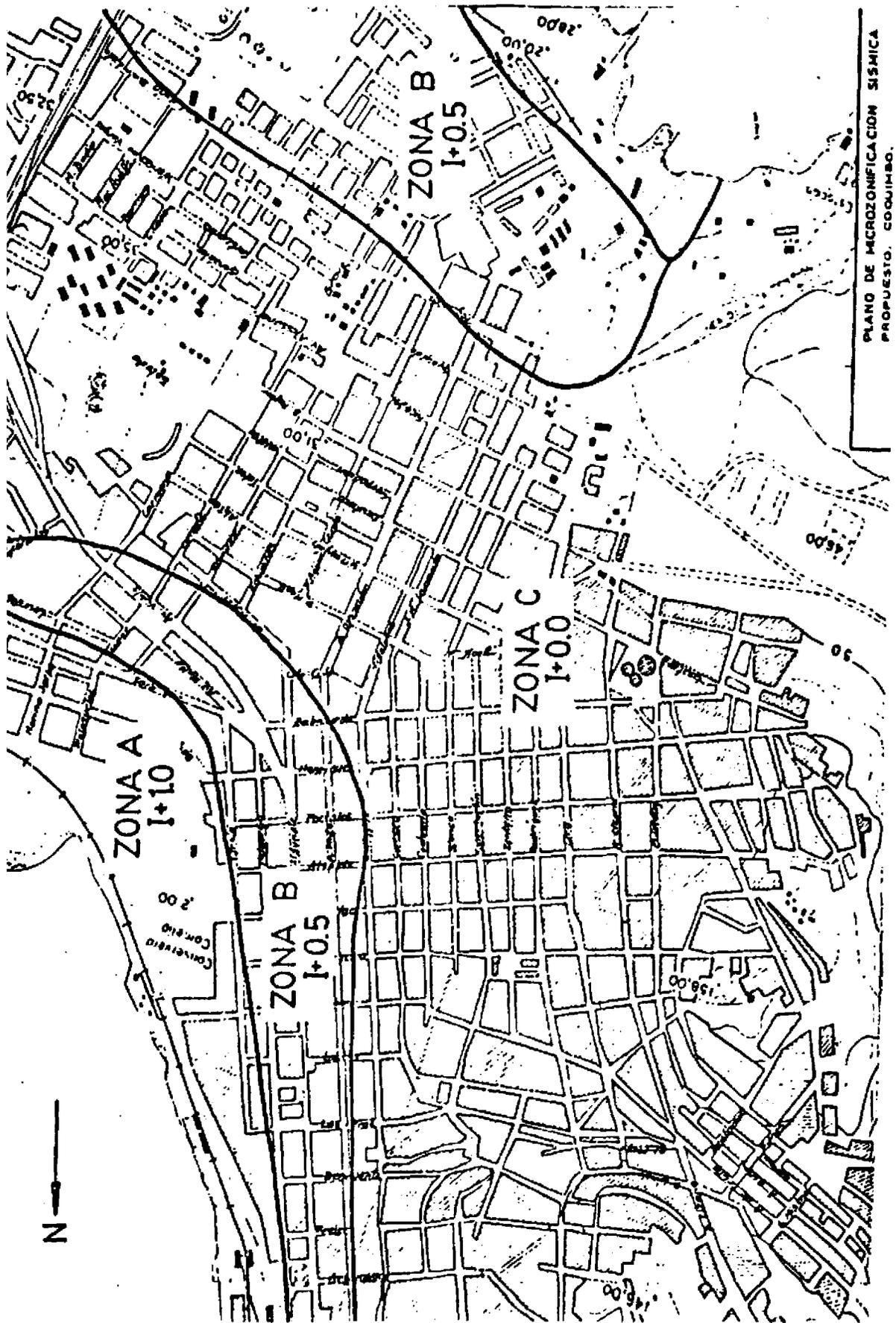


Figura 2.1 Microzonificación Sísmica de Coquimbo, según Thomas et al. (1980)

De la figura 2.1 se aprecia que el Hospital de Coquimbo se encuentra en la zona C, zona donde se puede esperar la menor intensidad por ser la zona con menor daño sísmico observado. Según Thomas et al. (1980) esta zona corresponde al nivel alto y rocas fundamentales en Coquimbo, ocupando un vasto sector como son los cerros de Coquimbo y el sector conocido como "El Llano" en las proximidades del Estadio Municipal. Los suelos de fundación están constituidos por sedimentos de buena calidad geotectónica, aumentando su calidad en la medida que se alcanzan niveles más altos; los maicillos arenosos con gravas angulares que se encuentran en la zona, presentan calidades aceptables, salvo en aquellos casos en que se encuentran saturados por infiltraciones provenientes, en su mayor parte, de pozos sépticos y alcantarillados en mal estado (Thomas et al., 1980).

2.2 SISMOS DEL 14 DE OCTUBRE DE 1997.

Las características de este sismo, con epicentro en las cercanías de Punitaqui, son (Servicio Sismológico, 1997):

Magnitud de Richter (Ms):	6.9
Profundidad de foco:	55 km
Epicentro Latitud	30° 44,5´ Sur
Longitud	71° 19,7´ Oeste

Con el método utilizado por Thomas et al., se determinó en forma preliminar (Astroza, 1997) la intensidad en 29 localidades ubicadas en la zona de daño de este sismo. Para la ciudad de Coquimbo la intensidad estimada es en general menor que VI grados de la escala de Mercalli Modificada. Este último valor se confirma con la información de daños reunida el 15 de noviembre en cinco sectores de la ciudad de Coquimbo, tres de ellos vecinos al hospital y dos más distantes. En esta inspección se pudo verificar que el sector con daños se ubica en la zona A de la microzonificación propuesta por Thomas et al. (1980); la intensidad estimada a partir de los daños observados en este sector es levemente superior a un grado VI de la escala de Mercalli Modificada.

Si se considera que el hospital se ubica en la zona C del plano de microzonificación sísmica propuesto por Thomas et al. (1980), zona en la que se puede esperar que las intensidades sean por lo menos un grado menor que en la zona A, como ocurrió durante el sismo de 1975, la intensidad de esta zona es mayor que V grados (MM) pero inferior que VI grados. Este valor confirma que en los tres sectores visitados vecinos al hospital no se observan daños.

El valor estimado de la intensidad en el sector donde se ubica el hospital para el sismo del 14 de Octubre de 1997, debe tenerse en cuenta cuando se evalúan los daños que sufrió el Hospital durante este sismo por dos razones:

- a. Para estos niveles de intensidad, el daño de los elementos no-estructurales y estructurales no debiera ocurrir en un edificio de hormigón armado diseñado con los criterios de diseño sismorresistente que establecen actualmente las normas de diseño sísmico, independientemente del uso del edificio.
- b. En la zona se han producido y se esperan sismos de mayor magnitud que producirán indiscutiblemente mayores niveles de daño. es decir en la ciudad de Coquimbo se esperan intensidades mayores que las reportadas para la ciudad durante el sismo de 14 de Octubre de 1997.

2.3 ESTIMACION DE LA DEMANDA SISMICA

La información que se dispone permite destacar que desde su construcción el Hospital de Coquimbo sólo se ha visto afectado por dos eventos que han producido algún nivel de daño en sus instalaciones, estos son el sismo del 13 de Marzo de 1975 y el sismo del 14 de Octubre de 1997.

De estos dos eventos, el que ha producido los daños mayores en la ciudad de Coquimbo es el sismo de 1975 con una magnitud (M_s) de 6,9 grados en la escala de Richter, siendo un sismo que se puede calificar como moderado por su magnitud y por el daño que produjo (Thomas et

al., 1980). Durante este sismo el Hospital de Coquimbo se encontraba en construcción y sólo experimentaron daños algunos elementos no estructurales que se habían construido solidarios a los marcos (Galvez, 1997).

Históricamente el sismo de mayor magnitud que ha ocurrido frente a las costas de Coquimbo ha sido el de 1849.

De acuerdo con estos antecedentes es recomendable considerar que la demanda sísmica corresponde a la de la zona sísmica 3 de la norma NCh433, corrigiéndola en la medida que se desee continuidad de funcionamiento de este edificio del Hospital de Coquimbo por los servicios clínicos y de apoyo que en él funcionan.

2.4 REFERENCIAS

CERESIS, 1985, " Catálogo de terremotos para América del Sur, Chile", Proyecto SISRA, Vol. 5.

Galvez, F., 1997, Comunicación personal.
Instituto Geográfico Militar, " Carta Regular de Chile". Escala 1: 250000.

Lomnitz, C., 1971, "Grandes terremotos y tsunamis en Chile durante el período 1535-1955". Geofísica Panamericana. Vol. 1, N° 1.

Thomas, C., J. Monge, R. Saragoni, 1980, "Microzonificación sísmica de La Serena y Coquimbo", Publicación SES I 3/80 (152), Sección Ingeniería Estructural, Depto. de Obras Civiles, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, Abril.

Astroza, M., 1997, "Isosista del sismo del 14 de Octubre de 1997", Informe del terremoto de Punitaqui, Séptimas Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, La Serena, Chile, Noviembre.