

INDICE

	Pág.
1. Introducción	1
2. Descripción general del Hospital	2
2.1 Sector Antiguo	2
2.2 Edificio Principal	3
2.2.1 Características Generales	3
2.2.2 Estructuración del edificio principal	4
2.2.3 Detalle de las armaduras de refuerzo del edificio principal	5
2.2.4 Estanque del agua	6
2.2.5 Comentarios a la estructura	7
2.2.6 Elementos no estructurales del edificio principal	7
3. Descripción del sismo	7
4. Descripción de los daños	8
4.1 Daños estructurales	8
4.2 Daños no estructurales	9
5. Recomendaciones de proyectos de recuperación y reforzamiento	12

RESUMEN EJECUTIVO

Se ha realizado una evaluación exhaustiva de los daños sufridos por el Hospital de Antofagasta durante el sismo del 30 de Julio de 1995. De esta revisión se ha encontrado lo siguiente:

- El Hospital fue afectado por el sismo produciéndose una pérdida parcial de función y una reducción en la capacidad de atención a la población.
- El Hospital sufrió daños estructurales que llevaron a la determinación de la demolición de varias estructuras antiguas. En la estructura principal se tuvo daño mayor reparable en el sector de estanques elevados, en dos columnas del piso inferior y en un muro en el cuarto piso.
- Existe una cantidad de daño considerable en elementos no estructurales como vidrios, tabiquerías y elementos divisorios, livianos y pesados, elementos de iluminación, equipamiento y líneas vitales.
- El aspecto que causo el mayor daño funcional y organizacional fue la pérdida de la capacidad de almacenamiento y distribución de agua potable.
- Otros daños, de menor importancia relativa, causaron gran preocupación por su apariencia pero no afectaron la función.
- Los daños observados en el Hospital eran previsibles y habían sido previamente identificados por el grupo de evaluación de Riesgo Sísmicos de Hospitales de la Universidad de Chile.

Tomando como base el Informe de Daños Sísmicos elaborado por la Universidad de Chile (Ref. 4) se pueden concluir que los daños observados pueden ser reparados con proyectos de relativo bajo costo. Sin embargo esto llevaría al hospital a su condición antes del terremoto y en futuros eventos se pueden esperar daños similares o mayores. Esto se debe a que la estructura del Hospital presenta deficiencias especialmente en el primer piso, las que requieren de un proyecto de reforzamiento.

Adicionalmente la estructura organizativa para enfrentar emergencias debe ser sustancialmente mejorada.

Se concluye que el terremoto ocurrido en la zona y sus consecuencias relativamente menores se encuentra dentro de las típicas ocurridas en Chile para sismos de Magnitud 7.3. Por esto y considerando que la actividad sísmica de la región seguirá afectando a la ciudad de Antofagasta es conveniente no solo realizar los proyecto de recuperación de la estructura sino también aquellos que involucran la reducción de la vulnerabilidad funcional y física del sistema.

INFORME DE DAÑOS SISMICO
Y
RECOMENDACION DE REPARACION
PARA EL
HOSPITAL DE ANTOFAGASTA

SISMO DEL 30 DE JULIO DE 1995

1. Introducción

Este informe entrega antecedentes de los daños sufridos por el Hospital Regional de Antofagasta durante el Sismo del 30 de Julio de 1995 y recomendaciones para su reparación, concentrándose el estudio en el edificio principal de este centro hospitalario.

El informe se organiza de la siguiente manera :

- 1.- Descripción General del Hospital.
- 2.- Descripción del sismo del 30 de Julio de 1995.
- 3.- Descripción de los daños del hospital.
- 4.- Recomendación de Proyectos de Reparación.

Para la elaboración del informe se han considerado los siguientes antecedentes:

- Planos estructurales y de arquitectura originales del proyecto del edificio principal.
- Dos visitas al hospital; una antes del sismo, desde el 13 al 16 de julio del presente año, y otra posterior al evento, durante los días 1 y 2 de agosto de 1995.
- Informe de daños realizado por el Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, Ref. 4.

2. Descripción general del Hospital.

El hospital Dr. Leonardo Guzmán de Antofagasta depende del Servicio de Salud de Antofagasta. Un perfil del servicio de Salud y del Hospital se indica en las Tablas 1 y 2.

El hospital se encuentra ubicado en el sector oriente de la ciudad, en la manzana comprendida entre las calles 21 de Mayo por el norte, Av. Argentina por el poniente, General Velázquez por el sur y Eduardo Lefort por el oriente. La entrada principal del hospital es por Av. Argentina N° 1962, figura 1.

En el centro hospitalario se pueden identificar 2 sectores, un sector antiguo, ubicado en la parte norte, y un sector más moderno, en la parte sur. El sector antiguo esta formado por un grupo de edificios construidos en las primeras décadas de este siglo y junto a él se encuentra un edificio de construcción reciente que corresponde al Instituto de Oncología. El sector más nuevo, construido en la década de los 60, comprende el edificio principal que contiene la mayoría de los servicios del hospital.

A continuación se describen las características de las estructuras del Hospital. Para esto se incluye la información del Informe Preliminar de los Daños del Hospital de Antofagasta, Ref. 4, elaborado para el Ministerio de Salud de Chile.

2.1 Sector Antiguo

En este sector hay una serie de edificios de 1 o 2 pisos, construidos a principios de siglo, alrededor del año 1917. En general se trata de edificios de características regulares construidos con los materiales típicos de la época. De acuerdo con la información de la referencia 1, estas edificaciones antiguas tienen muros de hormigón con cubierta de fierro galvanizado ondulada; además durante la primera visita se pudo observar que algunos de estos edificios tienen muros construidos con un tipo de tabiquería consistente en un bastidor de pino oregón recubierto por ambos lados por coligue y una capa de barro estucada con un mortero de cemento.

En estos edificios funcionan entre otros los siguientes servicios : Psiquiatría, Talleres, Escuela de Enfermería, Jardín infantil, Servicio Médico Legal, Consultorio Centro Sur, Damas de Apoyos y dependencia del Sindicato de Funcionarios. Algunos sectores de estos edificios se encuentran en desuso.

El edificio de Oncología, ubicado en el sector sur-oriente, tiene su ingreso por la calle Eduardo Lefort. El edificio es de tres pisos, la estructura sismorresistente corresponde a muros de hormigón armado, y en los tabiques interiores predomina la albañilería de bloques de hormigón con hueco vertical. En general, el estado actual del edificio es bueno, por tratarse de una edificación de construcción reciente, con excepción de la losa del techo que presenta filtraciones por defectos de su impermeabilización.

2.2 Edificio Principal.

2.2.1 Características Generales

El edificio principal está dividido en cuatro cuerpos, tres de los cuales (A,B y C) forman una torre de ocho pisos con una planta en forma de T. El cuarto cuerpo (D), de dos pisos, tiene forma de L y se adosa a la torre en el sector sur-oriente. Detalle de la distribución de estos cuerpos se muestra en la figura 2.

Estos cuerpos están separados por una junta de dilatación de espesor variable en altura (de 2 cm. a 10 cm. de ancho), como se indica en la referencia 2.

Alrededor del edificio existen algunas edificaciones anexas donde se encuentran las calderas, los estanques cisternas, las bodegas de farmacia, y otros, los que se detallan en la figura 1.

Los cuatro cuerpos corresponden al proyecto original del edificio que fue diseñado por el ingeniero H. Fazzini entre los años 1958 y 1965. La construcción del edificio se llevó a cabo entre los años 1963 y 1967.

La información disponible sobre la calidad de los materiales es escasa y de acuerdo con los planos de diseño el hormigón debiera tener una resistencia cúbica a la compresión a los 28 días de 225 kg/cm², y las barras de acero debieran ser del tipo A44-28H. Durante la segunda visita se pudo analizar la calidad del hormigón por medio de una prueba no destructiva con el Martillo Schmidt, las mediciones se realizaron en la zona del Auditorium y en el estanque de agua ubicado sobre el cuerpo B, obteniéndose una estimación preliminar de la resistencia a la compresión de 300 kg/cm².

Los cuerpos A y B, desde el segundo al séptimo piso y el cuerpo C, poseen una planta de forma rectangular. En el piso bajo y en el primer piso, el cuerpo A aunque mantiene la forma rectangular de los pisos superiores, posee un apéndice en el extremo sur correspondiente al Auditorium. En estos pisos el cuerpo B adopta una forma de U. Dentro de esta U, existe un módulo independiente (B') de 2 pisos de forma rectangular, como se muestra en la figura 2, separado por una junta de dilatación de 2 cm. de ancho. El cuerpo D tiene una planta en forma de L.

El séptimo piso del cuerpo C sufrió una ampliación en el año 1992. Esta ampliación ocupa gran parte de la planta de este cuerpo y corresponde a una estructura metálica cuyos pilares están revestidos.

Los planos estructurales disponibles al momento de la elaboración de este informe, muestran dos columnas (una a cada lado de la junta de dilatación entre el cuerpo A y B), en el sector de la columna dañada en el primer piso, las que no están construidas.

Los cuerpos A, B y C poseen en el primer piso un entrepiso y sobre el último piso, se ubican los estanques de agua y la sala de máquinas de los ascensores. El edificio tiene tres cajas de escala, dos en los extremos de los cuerpos A y B, y la principal en el cuerpo C, tres ascensores y 2 montacargas ubicados en los cuerpos B y C. La altura de piso es de 3.4 m. en todos los pisos con excepción del primer piso que tiene una altura de 5.35 m., la cual se divide en el sector donde existe el entrepiso en dos niveles de 2.45 m. y 2.9 m. de altura.

Los cuerpos A, B, y C presentan un sistema estructural compuesto cuyo material predominante es el hormigón armado.

Mayores detalles se encuentran en la referencia 4.

Se han realizado modificaciones menores en la estructura las que han consistido en el cierre o abertura de perforaciones de puertas y ventanas en algunos muros de albañilería.

Los servicios que funcionan en los distintos pisos del edificio se indican en la tabla 3.

2.2.2 Estructuración del edificio principal.

- Cuerpos A y B.

Los cuerpos A y B tienen una estructuración similar, Fig. 3 y 4.

La estructuración del Piso Bajo esta compuesta por columnas de hormigón armado y una gran cantidad de muros de hormigón armado en ambas direcciones. Los muros tienen espesores que varían entre los 20 y 35 cm.

El primer piso del cuerpo A esta constituido por columnas de hormigón armado y un muro de hormigón armado en el extremo sur (alejado de la junta). Existe un entrepiso en un sector de este nivel lo que reduce la longitud de las columnas produciéndose un aumento de la rigidez lateral y la generación de algunas columnas cortas. Adicionalmente en el extremo Sur-Poniente del cuerpo A se encuentra el Auditorium, estructurado con muros de hormigón armado. Este Auditorium fue construido después que el cuerpo A y produce un efecto de puntal de apoyo del cuerpo A, lo que origina efectos de torsión importantes.

En el piso bajo y en el primer piso, las columnas de hormigón armado tienen dimensiones de 90 cm de ancho por 130 cm de largo, con excepción de las columnas vecinas a la junta de dilatación que tienen un ancho de 70 cm. Estas columnas se encuentran distanciadas a 6.4 m en la dirección longitudinal y de 6.4 a 6.7 m en la dirección transversal. Este sistema de marco lo completan vigas de 60 cm de ancho y 90 cm de alto.

Desde el segundo al séptimo piso la estructuración está compuesta principalmente por muros de hormigón armado y de bloques de hormigón. En la dirección transversal, los ejes exteriores y los de la caja escala están formados por muros de hormigón armado de 35 cm. de espesor. Los ejes interiores están constituidos por muros de hormigón (de 20 cm. de espesor) o de relleno (de 10 cm. de espesor) que están enmarcados por columnas y vigas de hormigón armado de mayor sección que los muros. Estas columnas disminuyen su sección hacia los pisos superiores, desde los 80 cm. de ancho y 110 cm. de largo en el segundo piso, hasta 35 cm. de ancho y 40 cm. de largo en el séptimo piso. Las vigas son en general de 35 cm. de ancho y 90 cm. de alto.

En la dirección longitudinal existe una menor densidad de muros. El eje de mayor rigidez en esta dirección corresponde al de la fachada oriente formado por varios machones, que tienen una longitud de 1.6 m. y un espesor que varía de 40 cm. en el segundo piso a 20 cm. en el séptimo piso, también aportan rigidez en esta dirección algunos muros ubicados en los ejes interiores. En la fachada poniente sólo existe un marco como eje sismorresistente. El segundo piso posee muros de hormigón armado en uno de los ejes interiores, los que desaparecen en los pisos superiores.

- Cuerpo C.

La estructuración de este cuerpo es regular en todos los pisos. El sistema estructural está constituido en la dirección longitudinal de la planta (dirección este-oeste) por columnas de hormigón armado en sus fachadas y por muros de hormigón armado en los ejes interiores. En la dirección transversal, dirección norte-sur, el sistema estructural está constituido por muros de hormigón armado en la fachada oriente, en algunos ejes interiores y en el eje vecino a la junta de dilatación. En el extremo poniente de este cuerpo existe un núcleo de muros de hormigón armado, el que corresponden a la caja de escala y ascensores. Ver detalle de las plantas en la figura 5.

Las columnas periféricas disminuyen la dimensión de su sección transversal hacia los pisos superiores, variando desde 50 por 50 cm en el primer piso a 30 por 30 cm en el último. Los muros de hormigón armado presentan espesores que varían entre 20 y 40 cm.

2.2.3 Detalle de las armaduras de refuerzo del edificio principal.

Los muros de hormigón armado están reforzados con una doble malla de acero. En general esta malla está fabricada con armaduras verticales y horizontales de 8 mm de diámetro distanciadas a 15 cm.

Los machones de la fachada oriente de los cuerpos A y B se refuerzan además con 2 o 3 barras longitudinales de borde de 3/4 pulgada de diámetro.

Las columnas del primer piso de los cuerpos A y B, están reforzadas con 32 barras longitudinales de 7/8 pulgadas de diámetro las de los ejes periféricos, y con 34 barras longitudinales de 1 pulgada de diámetro las del eje central. Los estribos de estas columnas están fabricados con barras de 1/2 pulgada de diámetro distanciados a 22 cm.

2.2.4 Estanque de Agua

El estanque es una estructura de hormigón armado ubicada sobre el séptimo piso de la torre principal. Tiene forma rectangular y esta ubicado sobre dos de los tres cuerpos (B y C), formando dos módulos independientes (uno en cada cuerpo) separados por una junta de dilatación de 13 cm de ancho. Sobre el cuerpo A existe la caja escala, y la sala de inspección de los estanques.

En esta misma estructura, bajo los estanques, se encuentra la sala de máquinas de los ascensores.

El estanque ubicado sobre el cuerpo B tiene una capacidad de 90 m³, en cambio, el que se ubica sobre el cuerpo C posee una capacidad de 100 m³. En el momento que se hizo la primera visita sólo se utilizaba el estanque del cuerpo B.

La estructura sismorresistente del estanque ubicado sobre el cuerpo B está constituida por muros de hormigón armado en el eje longitudinal oriente y machones o columnas cortas de 90 cm de alto en el otro eje longitudinal. En la dirección transversal, dirección este-oeste, sólo existe un eje sismorresistente (correspondiente al eje norte) formado por dos columnas cortas de dimensiones similares a las anteriores.

La estructura del estanque ubicado sobre el cuerpo C posee muros de hormigón armado en ambas direcciones, pero los ejes exteriores paralelos a la dirección longitudinal del cuerpo C (dirección este-oeste) están conformados por columnas cortas de dimensiones similares a las del estanque ubicado sobre el cuerpo B.

Detalles de la estructuración de estos estanques se muestra en la figura 6.

Las columnas cortas de estos estanques están reforzadas con cuatro barras longitudinales intermedias de 3/8 pulgadas de diámetro y tres barras longitudinales de borde de 1/2 pulgada de diámetro en cada borde. Los estribos son barras de 8 mm de diámetro distanciadas a 20 cm. Los detalles de estas armaduras se han obtenido de la referencia 3, y algunas de ellas se pudieron comprobar durante la segunda visita al quedar descubiertas producto de los daños que experimentaron estos elementos.

2.2.5 Comentarios a la estructura

El sistema estructural presenta, en términos generales, deficiencias en la estructuración del primer piso que se reflejan en la presencia de un efecto de piso flexible (baja rigidez), piso débil (baja resistencia) y gran excentricidad de rigidez y resistencia (torsión). Todo esto contribuye a la concentración de daños en este nivel.

Desde el segundo al séptimo piso la densidad de muros en ambas direcciones parece ser suficiente para limitar posibles daños, sin embargo es necesario realizar un estudio más detallado que incluya las características de refuerzo para confirmar esta apreciación.

Otro aspecto importante de resaltar es la característica de estructuración de los estanques elevados, en particular la del estanque ubicado sobre el cuerpo B la que presenta una distribución deficiente de elementos resistentes a carga sísmica en la dirección transversal (columnas cortas) y gran excentricidad de rigidez y resistencia.

2.2.6 Elementos no estructurales del edificio principal.

La tabiquería interior de este edificio esta construida con albañilería de bloques de hormigón huecos de 10 cm. de espesor y no está aislada de la estructura, en especial de las columnas y vigas en el caso de los muros de relleno orientados en la dirección transversal de los cuerpos A y B. También existen paneles de estructura metálica en las divisiones interiores de algunas oficinas.

Los cielos falsos, ubicados principalmente en el área de pasillo, están contruidos con una parrilla de acero de 8 mm de diámetro a la cual se amarra una malla de acero sobre la que se aplica una capa de estuco de cemento recubierta con yeso. Este cielo falso cuelga de colgadores de 10 mm de diámetro y se amarra de la armadura de las vigas y de las losas. Este tipo de cielo falso predomina en el edificio, con excepción del cielo falso de la ampliación del séptimo piso del cuerpo C, que es del tipo americano.

3. Descripción del sismo

Según informe entregado por el servicio sismológico de la Universidad de Chile, el sismo se registró el día 30 de Julio de 1995, a las 01:11:21 hr. La magnitud del sismo fue de 7,3 grados en la escala de Richter. El epicentro se ubicó a 22 kilómetros al Norte de Antofagasta, costa afuera, y a 36 km de profundidad. Sus coordenadas son :

Latitud	23 ° 26.7 ' S
Longitud	70 ° 28.6 ' W

Según la ONEMI, el sismo tuvo en Antofagasta una intensidad de VI-VII grados en la escala de Mercalli Modificada. Reportándose daños materiales, cortes de energía eléctrica y problemas en las comunicaciones telefónicas.

Considerando la historia sísmica del país, este terremoto se puede comparar con otros sismos ocurridos en el presente siglo como con el sismo del 16 de Octubre de 1981 cuya Magnitud fue 7.2 y la Intensidad MM máxima observada VI. Por este motivo se puede establecer que este terremoto no corresponde al grupo de eventos destructores que ocurren en el país.

4. Descripción de los daños.

Fotografías de los daños observados y mayor detalle en la descripción de estos daños se encuentra en la ref 4.

4.1 Daños estructurales.

a. Daños en el estanque de agua.

El estanque ubicado sobre el cuerpo B sufrió severos daños en todas las columnas cortas que forman el eje sismorresistente poniente, paralelo a la dirección longitudinal de este cuerpo. El daño observado corresponde a una falla de corte caracterizada por un agrietamiento diagonal severo en ambas diagonales de las columnas, quedando al descubierto tanto la armadura vertical como horizontal de refuerzo.

En la dirección transversal del estanque ubicado sobre el cuerpo B, las dos columnas existentes en el eje norte no presentan el tipo y nivel de daño de las columnas de la dirección longitudinal. El daño observado en las columnas puede asociarse a esfuerzo directo y a efectos de torsión. La viga de apoyo del estanque, ubicada a la entrada de la sala de ascensores, presenta la pérdida del apoyo en el encuentro con la columna corta producto del daño experimentado por esta columna.

Los muros de relleno de albañilería de bloques existentes en este nivel presentan daños severos, con pérdida o vaciamiento parcial.

b. Daños en el edificio principal.

Se pudo comprobar que durante el sismo los cuerpos que forman este edificio no interactuaron severamente entre sí, ya que no se observan los efectos que produce el choque entre edificios, como son el desprendimiento de estuco o de las terminaciones de los muros vecinas a las juntas de dilatación. Eso si se observa un desprendimiento del material acumulado en las juntas.

Los daños en los elementos que forman la estructura sismorresistente de los cuerpos de este edificio corresponden a :

- i- Grietas diagonales y horizontales del muro del cuerpo C ubicado en la caja de escala entre el 4º y 5º piso vecino a la junta de dilatación entre el cuerpo C y los cuerpos A y B. La grieta horizontal observada puede estar asociada a una grieta en una junta de hormigonado.
- ii- Grietas en un par de columnas del primer piso del cuerpo A. Las grietas se localizan en una junta de hormigonado ubicada a media altura de la columna. En particular, en la columna ubicada al costado izquierdo del ingreso principal del hospital, el daño es mayor debido a que se observa la presencia de un nido de piedra producto de un hormigonado con segregación o por pérdida de mortero o lechada por la unión de los moldajes, que claramente coincide con esta ubicación.

Es necesario efectuar a la brevedad una reparación de estas grietas para evitar la corrosión de las armaduras de refuerzo de las columnas y el deterioro de esta zona.

- iii- Fisuras en vigas de acoplamiento de muros. En algunas vigas de acoplamiento de los muros se observan fisuras de reducido espesor.

4.2 Daños no estructurales.

a. Daños en muros de relleno

- i. Los muros de relleno ubicados en la dirección transversal de los cuerpos A y B presentan daños menores los que corresponden a fisuras horizontales, ubicadas a media altura, y fisuras verticales, ubicadas a la mitad de la longitud del paño. Algunas de estas fisuras están asociadas a la perforación efectuada en estos muros para alojar los ductos de la instalación eléctrica.
- ii. En el perímetro de alguno de estos muros de relleno, se observa un desprendimiento de la pintura, lo que es un índice de que en estos bordes hay una junta activa producto de la secuencia de construcción.

Los muros de relleno con mayores daños se ubican en el primer piso del cuerpo A en el área vecina al Auditorium. Entre ellos se destacan el muro de la Oficina de Estadística, el del baño del Auditorium, el muro de ingreso a la Sala de Conferencia y el muro interior de esta sala, el cual presenta agrietamiento diagonal en ambas direcciones.

- iii. También presentan fisuración los rellenos ubicados en el pasillo de los cuerpos A y B en el eje longitudinal interior más próximo a la fachada poniente del edificio. Las

fisuras se producen en la unión del relleno con las columnas de hormigón armado y se destacan por el desprendimiento de los elementos del mosaico de recubrimiento de estas zonas. Algunas de estas fisuras se habían detectado en la visita realizada al hospital antes del sismo.

b. Daños en los rellenos de las aberturas de los muros.

En el contorno de los rellenos efectuados con posterioridad a la construcción del edificio se observan fisuras. Algunas de estas fisuras se observan en el sector del Servicio de Urgencia, en algunos muros del primer piso del cuerpo B y en el piso bajo del cuerpo A.

c. Daños en el Auditorium

En la junta de construcción ubicada entre el Auditorium y el cuerpo A del edificio principal existe daño. Esta junta se produjo debido a que el Auditorium se construyó aparentemente poco después del edificio no dejándose una junta de dilatación. El sismo dejó en evidencia esta situación, observándose claramente la junta y produciendo desprendimiento de material en la zona. Esta situación no reviste un riesgo para el usuario mientras se elimine el material que pueda estar suelto en torno de la junta de construcción. Sin embargo es necesario una evaluación más detallada que estime la conveniencia de separar estas dos estructuras.

d. Daños en los quiebravistas

Estos elementos decorativos contruidos con elementos prefabricados de hormigón, presentan fisuras en las juntas de unión y rotura de algunos de sus elementos. Estos daños se presentan en los quiebravistas de la fachada poniente del edificio y en los ubicados en el ingreso del Auditorium. En su estado actual estos elementos presentan un riesgo para el usuario.

e. Daños en vidrios

El edificio sufrió ruptura de los vidrios de las divisiones ubicadas en el interior y de los vidrios de las fachadas, en un porcentaje importante de ellos. Esta ruptura se debe a la incapacidad de absorber la deformación al usarse masilla en la colocación de los vidrios.

La mayor cantidad de vidrios rotos se concentra en la fachada sur del cuerpo C, en la caja escala de este cuerpo y en el pasillo interior de los cuerpos A y B, específicamente en el eje central más cercano a la fachada poniente.

Los motivos del patrón observado de vidrios rotos debe ser analizado posteriormente en detalle para relacionarlo con las características de la estructura.

f. Daños en cielos falsos

Aproximadamente un 30 % del cielo falso tipo americano de la oficina administrativa ubicada en el séptimo piso del cuerpo C se desprendió. Esta caída se debe a la estructura y al sistema de soporte de este tipo de cielo falso. Su estructura está formada por pequeños perfiles sin una unión adecuada entre ellos la que se cuelga de la estructura del techo.

El cielo falso que predomina en el edificio (pasillos) no sufrió daños, sólo presenta fisuras en algunos sectores cercanos a las juntas de dilatación de los cuerpos.

g. Otros daños

- i. En los estanques de agua ubicados sobre los cuerpos B y C, se rompieron las cañerías que cruzan de un estanque a otro, provocando la inundación de los pisos inferiores al descender el agua por la junta de dilatación.
- ii. Hubo caída de algunos equipos médicos, tales como una bomba de infusión en pediatría, monitores de signos vitales en neonatología y otros. Estas caídas se deben a la falta de dispositivos de fijación para evitar su movimiento o volcamiento.
- iii. Se produjo caída de computadores y máquinas de escribir de los escritorios, debido al deslizamiento de ellos sobre la superficie en que se encontraban colocados.
- iv. Algunos lavamanos y otros artefactos de los baños se rompieron produciendo inundación de agua en esos sectores.
- v. En el sector de pediatría, sexto piso del cuerpo B, se produjo el deslizamiento de una cama con un niño dentro de ella. Este movimiento provocó el corte de la toma de oxígeno que se encuentra en la pared.
- vi. Se produjo la caída de la antena de telecomunicaciones ubicada en el techo sobre los estanques de agua.
- vii. Una cierta cantidad de muebles y estanterías sufrieron daños o caída, provocando vaciamiento de su contenido. La mayoría de las estanterías se encontraban con un mal anclaje y otras sin ningún sistema de amarre. En neonatología el deslizamiento de las estanterías produjo obstrucción de los pasillos.
- viii. En el sector de archivos y estadística hubo deslizamiento y vaciamiento de los documentos y fichas clínicas de las estanterías.
- ix. En algunas dependencias del hospital hubo caída de los cilindros de gases debido a la falta o al deficiente sistema de amarre.

- x. En la sala de Diálisis, el cilindro del filtro de ablandamiento se deslizó provocando la rotura de la cañería de P.V.C. y daños menores en el desmineralizador.
- xi. Algunas luminarias se desprendieron debido a la mala fijación de ellas.
- xii. En el área de pabellones hubo caída de los tableros eléctricos y de las estanterías de material estéril. Algunas estanterías que estaban ancladas se le desprendieron los tornillos debido a la utilización de pernos cortos.
- xiii. En el edificio donde se ubican las calderas, se produjo la caída de un pizarreño desde el techo, impactando a la caldera que estaba en uso provocando una rotura en ella, que fue arreglada posteriormente.
- xiv. En el edificio de oncología se produjeron daños en los tabiques que deben ser evaluados.
- xv. Aunque las juntas de dilatación se comportaron bien, se produjo desprendimiento de mucha basura y polvo por dentro de ellas.
- xvi. En el sector de la ampliación del séptimo piso del cuerpo B, se produjo la caída de un bloque de hormigón que se desprendió del techo. Este cayó sobre una cama que en el momento del sismo se encontraba con paciente. En la visita posterior al sismo se observó la existencia de otros bloques sueltos en el techo.

5. Recomendación de Proyectos de recuperación y reforzamiento

Tomando como base los antecedentes presentados en la Ref. 4 y que han sido transcritos en el punto 4, se recomienda lo siguiente, para reducir el riesgo en la estructura principal del hospital:

Aspectos Estructurales

- 1-. Se deben reparar y sacar de uso el sistema de estanques elevados. La reparación es necesaria para eliminar el riesgo de colapso de esta estructura. Su reemplazo es conveniente para disminuir los riesgos asociados a pérdida de agua potable.
- 2-. Se deben reparar las columnas que presentan deterioro en las juntas de hormigonado.
- 3-. Se deben reparar los daños en los muros estructurales.

- 4-. Se debe elaborar un proyecto de reforzamiento para eliminar los efectos de torsión y piso flexible y débil a nivel de primer piso de los cuerpos A y B. El proyecto debe considerar un análisis completo de la estructura considerando el riesgo sísmico de la zona.

Aspectos No Estructurales

Arquitectónicos

- 5- Se deben reparar las uniones entre la tabiquería de relleno y los elementos estructurales.
- 6- Se debe estudiar la posibilidad de vaciamiento de algunos elementos de relleno debido a sus dimensiones y condición de apoyo.
- 7-. Se deben limpiar las juntas estructurales entre los cuerpos y entre el auditorium y el edificio principal. Se deben eliminar escombros o elementos que puedan desprenderse en futuros eventos.
- 8-. Se deben reparar los quiebravista en la fachada principal del edificio. Preferentemente estos deben reemplazarse por elementos más estable o reforzarse adecuadamente.
- 9-. Se deben reemplazar los vidrios rotos. Para esto se debe proveer de holguras suficientes que permitan acomodar la distorsión esperada del piso. Se debe realizar un plan de mejoramiento de las juntas de los vidrios que no se rompieron en el sismo y que pueden sufrir daños en el futuro.
- 10-. Los cielos falsos del tipo americano deben arriostrarse adecuadamente para evitar su caída. Se deben eliminar los escombros localizados sobre los cielos falsos.

Equipamiento

- 11-. Se debe establecer un plan para el anclaje del equipo médico, del equipo de apoyo y del equipo industrial para evitar su daño o que causen daño.
- 12-. Se debe desarrollar un proyecto para disponer de anclajes para el mobiliario en general. Las estanterías y repisas deben de disponer de elementos que limiten el movimiento de su contenido.
- 14-. Se debe reparar la antena de comunicaciones.
- 15-. Se debe disponer de elementos de apoyo para los cilindros en las salas de pacientes y diálisis.

16-. Se debe establecer un plan para mejorar el anclaje de los elementos de iluminación.

Líneas Vitales

17-. Se deben proveer juntas flexibles para las tuberías en los cruces por las juntas de dilatación.

Organización

18-. El hospital cuenta con plan de reacción ante emergencias pero no es aplicado. Se debe desarrollar el comite de emergencias y establecer los procedimientos de reacción y entrenamiento.

Paralelamente a la elaboración de este informe se está desarrollando un estudio más detallado del Hospital que seguramente aportará mayor información sobre posibles proyectos de reparación.

Referencias.

- 1.Plano de emplazamiento del Hospital de Antofagasta. Servicio de Salud de Antofagasta (Plano N° 0 del 10-12-1990).
2. Plano Hospital de Antofagasta - Cuerpo A - Piso bajo - Detalle de vigas (Plano N° A-46, del proyecto original).
3. Plano Hospital de Antofagasta - Cuerpo C - 7° piso - Sala de máquinas, taller y estanques altos (Plano N° C-23, del proyecto original).
4. Boroschek, R., Astroza, M., Hauyon, C. y Osorio, C., "Estudio de daños sísmicos del hospital de antofagasta", Fundación Transferencia Tecnológica, 1995.

PERFIL HOSPITALARIO

1. IDENTIFICACION DEL HOSPITAL BASE

- Nombre: **Hospital Dr. Leonardo Guzmán de Antofagasta**
- Ubicación
 - Región **II**
 - Provincia: **Antofagasta**
 - Comuna: **Antofagasta**
 - Dirección: **Av. Argentina N 1962**
- Nivel: **1**
- Superficie Terreno: **25600 m²**
- Superficie Construida: **30600 m²**
- Número de camas: **733**
- Superficie por cama: **41.7 m²**
- Servicios Clínicos Principales
 - Cirugía, Medicina General, Pediatría, Ginecología y Obstetricia, Traumatología, Psiquiatría, Neurología, Oftalmología, Otorrinolaringología.**
- Valor Reposición equipamiento: **US\$ 2.571.457**
- Población Asignada: **290840 hab.**
- Número de habitantes por cama: **396.8 hab/cama**



2. IDENTIFICACION SERVICIO DE SALUD

- Servicio de Salud **Antofagasta**
- PGB Regional (1986): **891.100 pesos por habitante**
- Presupuesto del Servicio: **15.100 pesos por habitante**
- Provincias y Comunas
 - Tocopilla: Tocopilla, María Elena.**
 - El Loa: Calama, Ollague, San Pedro de Atacama.**
 - Antofagasta: Mejillones, Sierra Gorda, Antofagasta, Taltal.**
- Superficie: **126.444 Km²**
- Población: **395.824 habitantes (CENSO 1992)**
- Densidad Poblacional: **3.13 hab/Km²**
- Superficie de Edif. Hospitales: **43.235 m²**
- Superficie de Edif. Consultorios: **10.930 m²**
- Establecimientos de Salud:
 - Hospital Tipo 1: **1**
 - Hospital Tipo 2: **0**
 - Hospital Tipo 3: **1**
 - Hospital Tipo 4: **3**
 - Consultorios: **9**
 - Postas y Estaciones Rurales: **20**
- Número de camas: **1.012**
- Superficie por cama: **42.72 m²/cama**
- Disponibilidad de camas (Por mil habitantes) en el Servicio de Salud: **3.60 camas/hab**
- en el Subsector Privado: **4.47 camas/hab**
- N° total de boxes en Consultorios: **179**
- N° total de boxes en Hospitales: **84**
- Personal de Servicio. (Por mil habitantes)
 - Número de Médicos: **0.67**
 - Número de Enfermeras: **0.46**
 - Número de Auxiliares Paramédicos: **2.41**
- Valor Reposición equipamiento: **US\$ 5.236.276**
- Número de habitantes por Cama: **391.1 hab/cama**

PERFIL HOSPITALARIO

I. DATOS GENERALES

- Nombre: Hospital Dr Leonardo Guzmán de Antofagasta
- Ubicación
 - Región: II
 - Provincia: Antofagasta
 - Comuna : Antofagasta
 - Dirección: Av. Argentina N 1962
- Servicio de Salud: Antofagasta
 - Población: 395824 hab
 - Superficie: 126444 km²
- Nivel : 1
- Superficie Terreno : 25600 m²
- Superficie Construida: 30600 m²
- Número de camas : 733
- Superficie por cama : 41.7 m²
- Población Asignada: 290840 hab
- Número de Habitantes por cama: 396.8 hab/cama
- Valor Reposición Equipamiento: US\$ 2.571 457
- Servicios Clínicos Principales:
 - Cirugía, Medicina General, Pediatría,
 - Ginecología y Obstetricia, Traumatología,
 - Psiquiatría, Neurología, Oftalmología,
 - Otorrinolaringología
- Personal de Servicio:
 - Número de Médicos: 115
 - Número de Enfermeras: 60
 - Número de Auxiliares: 209

2. CARACTERISTICAS FISICAS

- Número de Cuerpos: Varios
- Rango de Edad del hospital: 1917-1965
- Rango número de pisos: 1-8
- Existen planos disponibles: Si
- N° Boxes de urgencia: 5
- Superficie Urgencia: 559 m²
- Hospital posee:
 - (X) Consultorio
 - (X) Policlínico
 - () CDT
- Sistemas de Apoyo
 - (X) Sist. Eléctrico

c:	KWh/mes	i:	hrs
----	---------	----	-----
 - () Gas Industrial

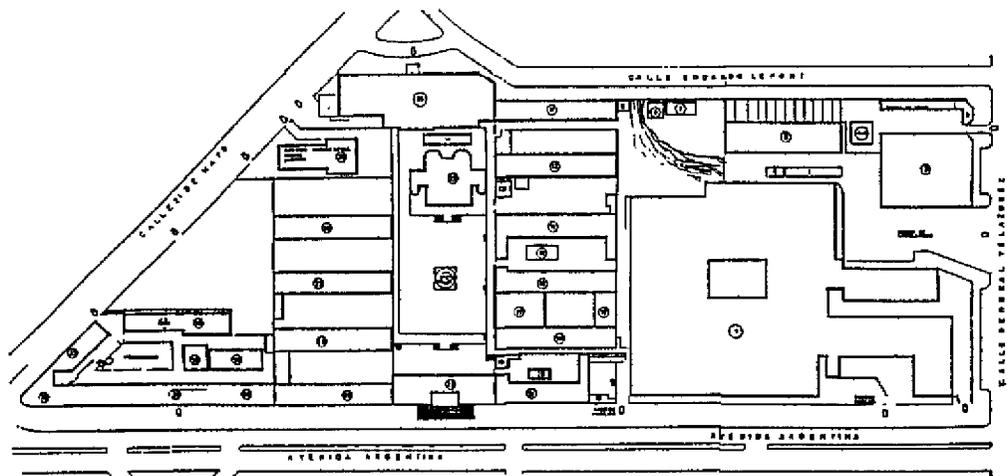
c:		i:	hrs
----	--	----	-----
 - (X) Oxígeno

c:	m ³ /mes	i:	hrs
----	---------------------	----	-----
 - (X) Agua Potable

c:	m ³ /mes	i:	hrs.
----	---------------------	----	------
 - (X) Alimentación

c:		i:	días
----	--	----	------
 - (X) Comunicación
- Sistemas de Seguridad contra Incendios
 - () Brigadas contra incendios
 - () Sistema de alarmas
 - (X) Extintores
 - (X) Red Seca
 - () Red Húmeda
 - () Red Inundada
- Organización frente a desastres
 - () Capacitación de Personal
 - () Realización de Simulacros
 - () Señalización de vías de escape

CROQUIS GENERAL DEL HOSPITAL



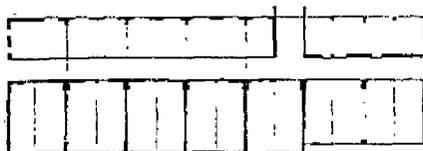
a. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Cuerpo: A
- Año de Construcción: 1965
- Número de Pisos: 8
- Estado del Cuerpo: Bueno
- Tipo de Suelo: II
- Intensidad máxima esperada: VIII-IX
- Sistema estructural: Muros y Marcos de hormigón armado
- Tipo de Fundación: Cimientos corridos
- Calidad de materiales:
 - Hormigón : $f'_c = 172 \text{ kg/cm}^2$
 - Albañilería : $T_o = 2 \text{ kg/cm}^2$
 - Acero de refuerzo: A44-28H
- Estado de Mantenimiento
 - () Bueno
 - (X) Regular
 - () Malo

b. VARIACION DE CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Area de Planta
 - Variación de áreas: 1.4
 - Situación: Bueno
- Resistencia
 - Variación de resistencia: 1.1
 - Situación: Bueno
- Rigidez estructural
 - Variación de rigidez: 7.4
 - Situación: Malo
- Excentricidad
 - Excentricidad: 0.53
 - Situación: Malo
- Distribución de Peso
 - Variación de peso: 1.69
 - Situación: Malo
- Resumen de Indices

Piso 2:	
Transversal	Longitudinal
· I_m : 25.97	· I_m : 8.80
· I_c : 47.77	· I_c : 58.22
· I_t : 15.76	· I_t : 17.34
· I_2 : 0.32	· I_2 : 0.28
· I_2 menor:	
· I_2 : 0.27 (Piso 4, Long.)	
- Planta Tipo del Cuerpo:



a. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Cuerpo: B
- Año de Construcción: 1965
- Número de Pisos: 8
- Estado del Cuerpo: Bueno
- Tipo de Suelo: II
- Intensidad máxima esperada: VIII-IX
- Sistema estructural: Muros y Marcos de hormigón armado
- Tipo de Fundación: Cimientos corridos
- Calidad de materiales:
 - Hormigón : $f'_c = 172 \text{ kg/cm}^2$
 - Albañilería : $T_o = 2 \text{ kg/cm}^2$
 - Acero de refuerzo: A44-28H
- Estado de Mantenimiento
 - () Bueno
 - (X) Regular
 - () Malo

b. VARIACION DE CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Area de Planta
 - Variación de áreas: 2.0
 - Situación: Regular
- Resistencia
 - Variación de resistencia: 1
 - Situación: Bueno
- Rigidez estructural
 - Variación de rigidez: 0.1
 - Situación: Malo
- Excentricidad
 - Excentricidad: 0.47
 - Situación: Malo
- Distribución de Peso
 - Variación de peso: 2.36
 - Situación: Malo
- Resumen de Indices

Piso 2:	
Transversal	Longitudinal
· I_m : 28.49	· I_m : 43.33
· I_c : 52.71	· I_c : 65.32
· I_t : 14.60	· I_t : 10.91
· I_2 : 0.41	· I_2 : 0.50
· I_2 menor:	
· I_2 : 0.30 (Piso 4, Long.)	
- Planta Tipo del Cuerpo:



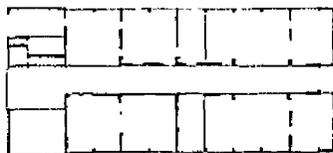
a. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Cuerpo: C
- Año de Construcción: 1965
- Número de Pisos: 8
- Estado del Cuerpo: Bueno
- Tipo de Suelo: II
- Intensidad máxima esperada: VIII-IX
- Sistema estructural: Muros y Marcos de hormigón armado
- Tipo de Fundación: Cimientos corridos
- Calidad de materiales:
 - Hormigón : $f'_c = 172 \text{ kg/cm}^2$
 - Albañilería : $T_o = 2 \text{ kg/cm}^2$
 - Acero de refuerzo: A44-28H
- Estado de Mantenimiento
 - () Bueno
 - (X) Regular
 - () Malo

b. VARIACION DE CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Area de Planta
 - Variación de áreas: 0.87
 - Situación: Bueno
- Resistencia
 - Variación de resistencia: 1.0
 - Situación: Bueno
- Rigidez estructural
 - Variación de rigidez: 0.19
 - Situación: Malo
- Excentricidad
 - Excentricidad: 0.32
 - Situación: Malo
- Distribución de Peso
 - Variación de peso: 1.51
 - Situación: Malo
- Resumen de Indices

Piso 2:	
Transversal	Longitudinal
· I_m : 67.03	· I_m : 59.24
· I_c : 15.40	· I_c : 14.36
· I_1 : 15.76	· I_1 : 17.65
· I_2 : 0.50	· I_2 : 0.51
· I_2 menor:	
· I_2 : 0.33 (Piso 3, Long)	
- Planta Tipo del Cuerpo:



a. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Cuerpo:
- Año de Construcción:
- Número de Pisos:
- Estado del Cuerpo:
- Tipo de Suelo:
- Intensidad máxima esperada:
- Sistema estructural:
- Tipo de Fundación:
- Calidad de materiales:
 - Hormigón : $f'_c =$
 - Albañilería : $T_o =$
 - Acero de refuerzo:
- Estado de Mantenimiento
 - () Bueno
 - () Regular
 - () Malo

b. VARIACION DE CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

- Area de Planta
 - Variación de áreas:
 - Situación:
- Resistencia
 - Variación de resistencia:
 - Situación:
- Rigidez estructural
 - Variación de rigidez:
 - Situación:
- Excentricidad
 - Excentricidad:
 - Situación:
- Distribución de Peso
 - Variación de peso:
 - Situación:
- Resumen de Indices

Transversal	Longitudinal
· I_m :	· I_m :
· I_c :	· I_c :
· I_1 :	· I_1 :
· I_2 :	· I_2 :
· I_{mm} :	· I_{mm} :
- Planta Tipo del Cuerpo:

Tabla 3 : Servicios que funcionan en el Edificio Principal.

Piso	Cuerpo	Servicio Clínico u otro
PB	A	Patología, Vestuarios.
	B	Casino, Lavandería, Bodega Farmacia
	C	Bodegas, Sistema de Agua Caliente
	D	Cocina, Lavandería
1º	A	SOME, Sala audiovisual, Aula.
	B	SOME, Imagenología, Consultorio infantil, Dirección
	C	Urgencia
	D	Policlínico adulto
EP	A	Estadística.
	B	Estadística y Archivos
	C	Oficinas
2º	A	Pensionado.
	B	Pensionado
	C	Laboratorio
3º	A	Cirugía hombres, Cirugía Tórax.
	B	Cirugía mujeres
	C	Pabellón central
4º	A	UCL, Medicina hombres, Diálisis
	B	Medicina mujeres, TIM
	C	Esterilización
5º	A	Maternidad.
	B	Maternidad
	C	Pabellón maternidad
6º	A	Pediatría.
	B	Pediatría
	C	Neonatología
7º	A	Urología, Neurocirugía.
	B	Otorrino-laringología, Oftalmología, Traumatología
	C	Administración

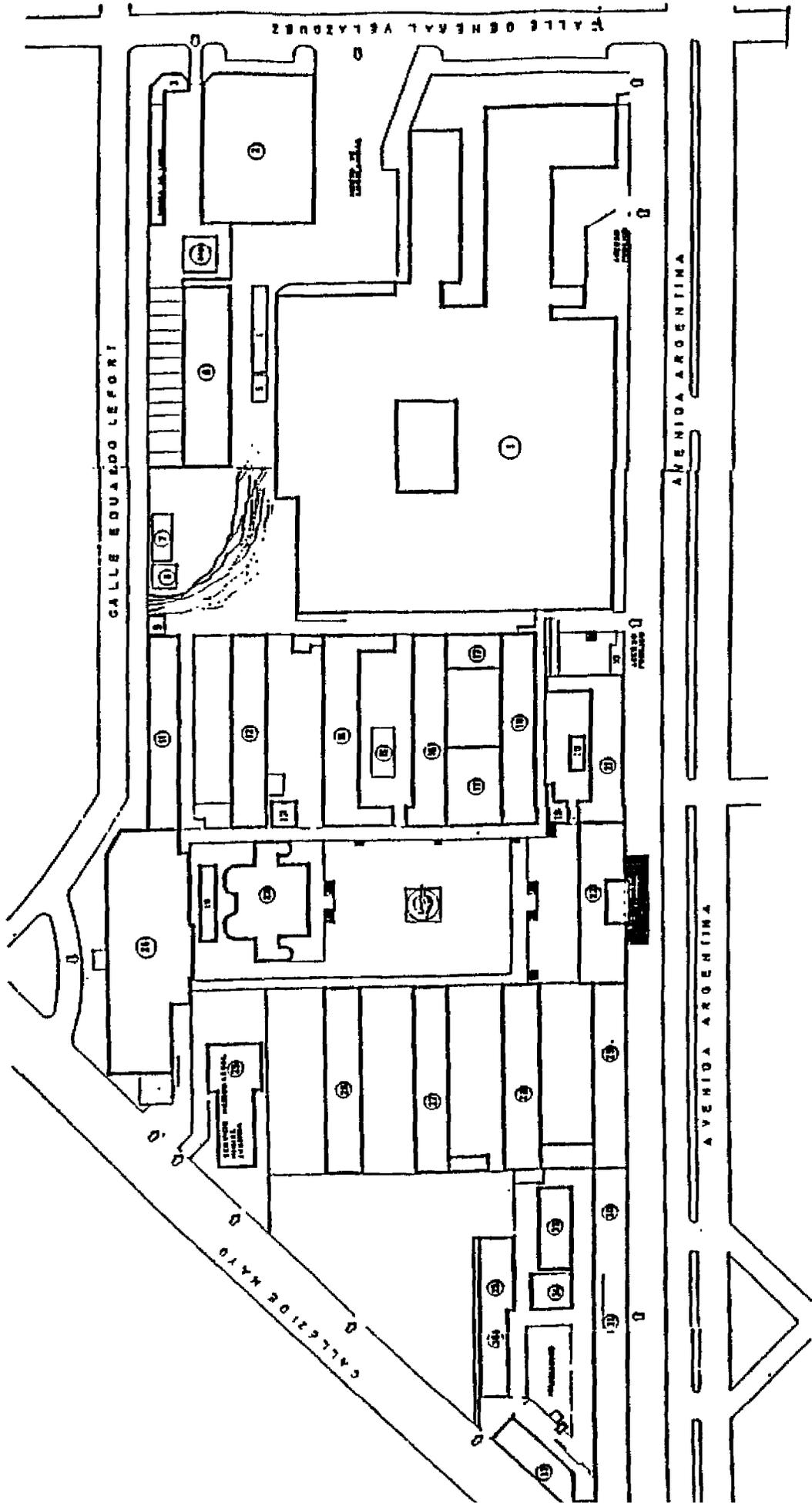


Fig 1. Plano de Ubicación del Hospital Regional de Antofagasta.

HOSPITAL DE ANTOFAGASTA (Edificio Principal)

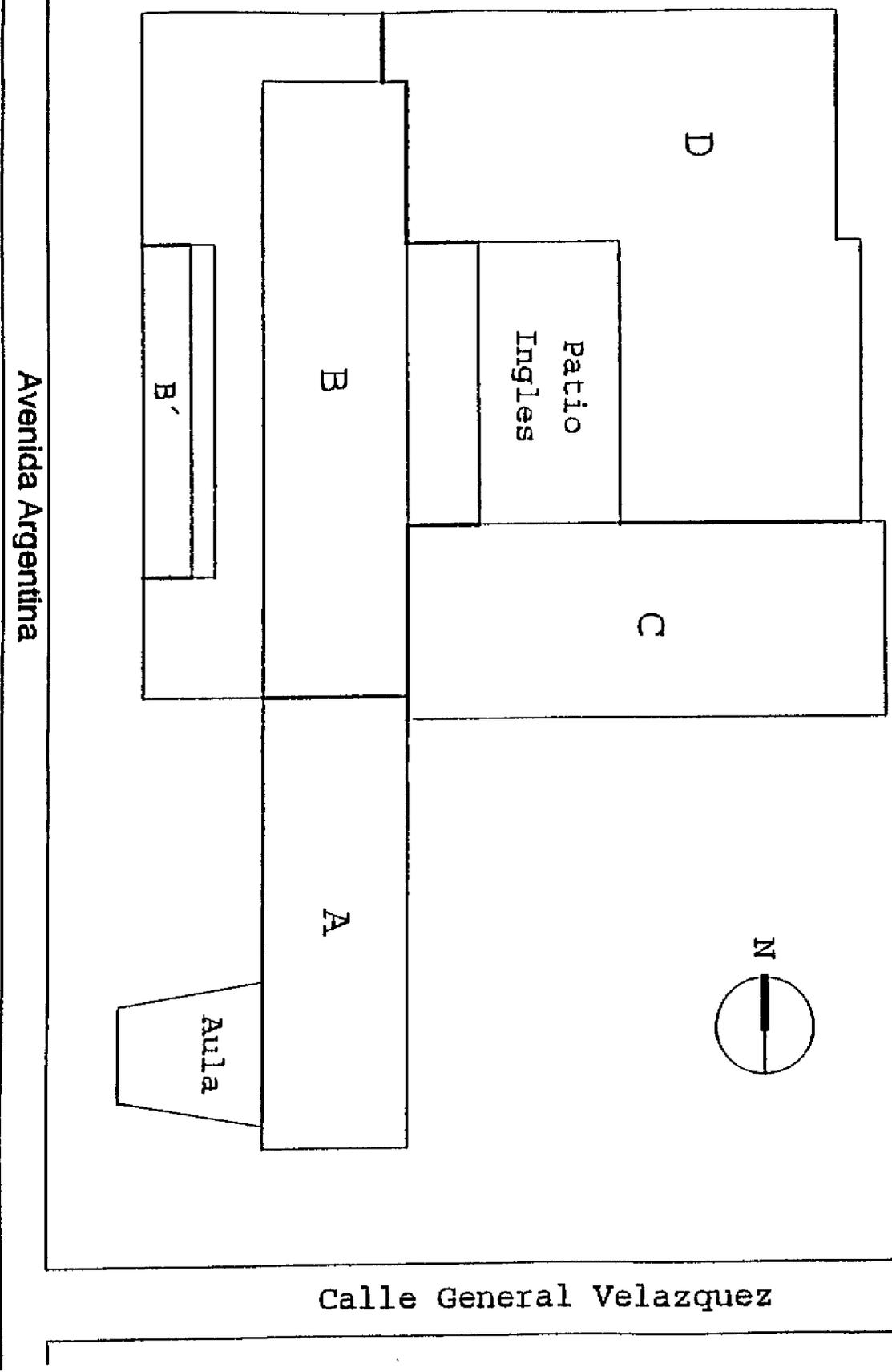
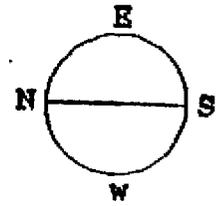
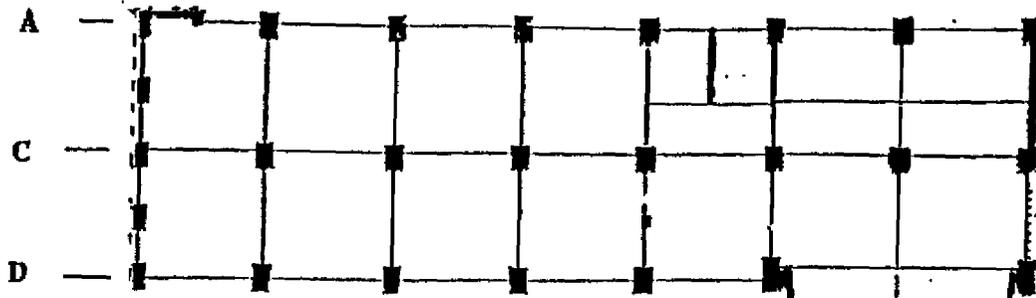
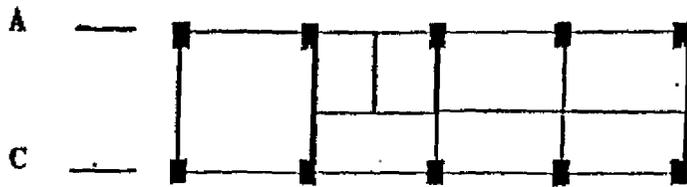


Fig 2. Distribución de los Cuerpos del Edificio Principal.

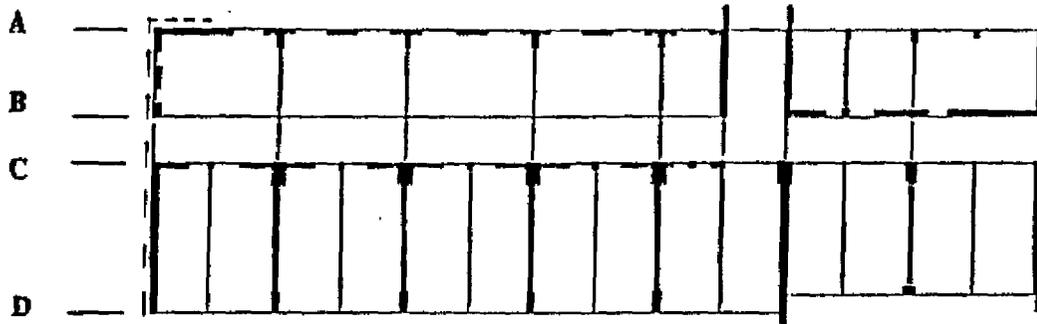
PRIMER PISO



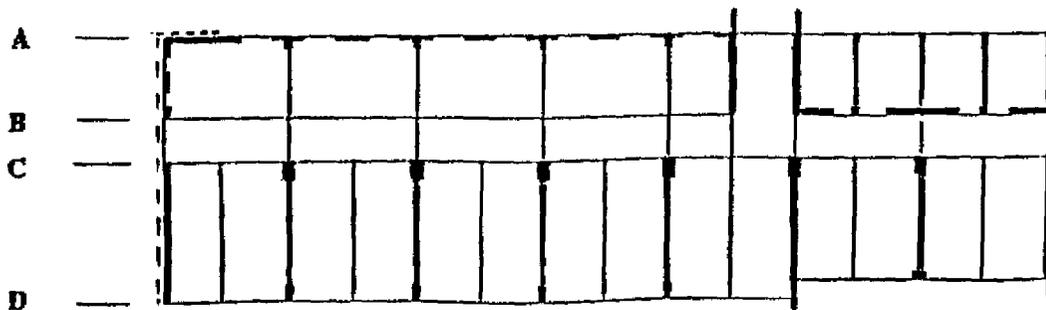
ENTREPISO

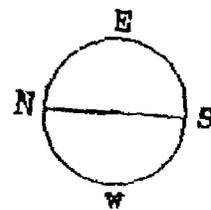


SEGUNDO PISO

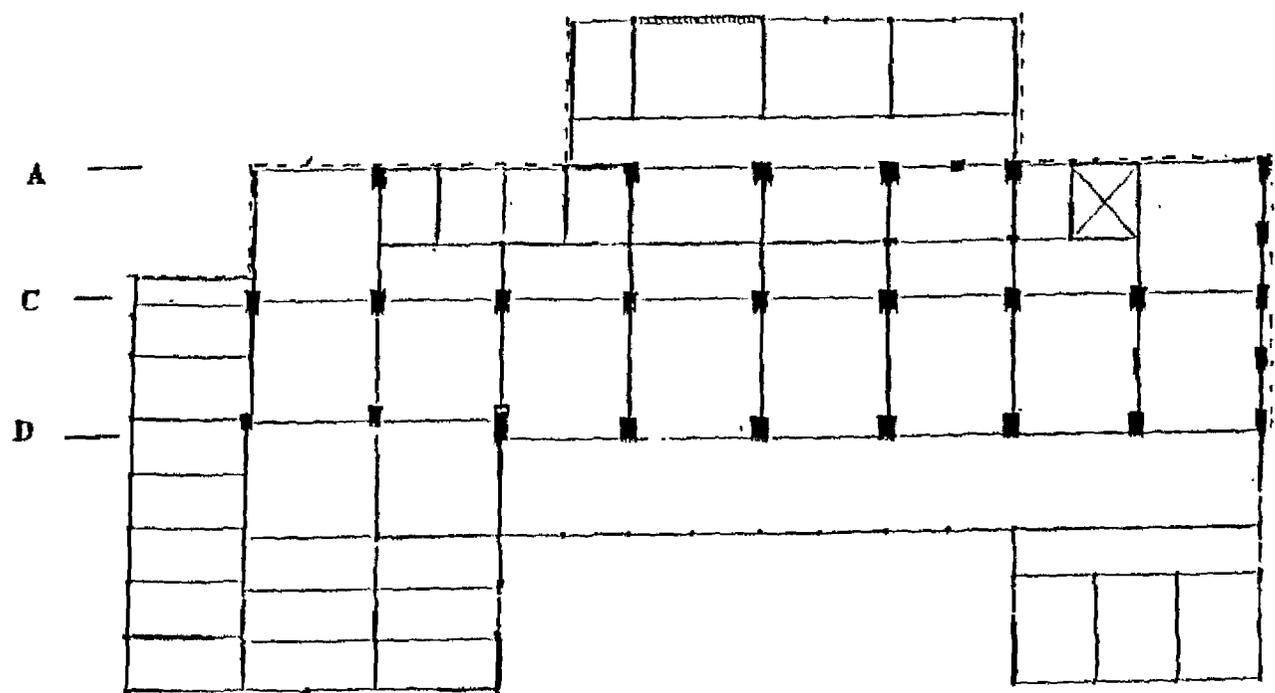


TERCER PISO

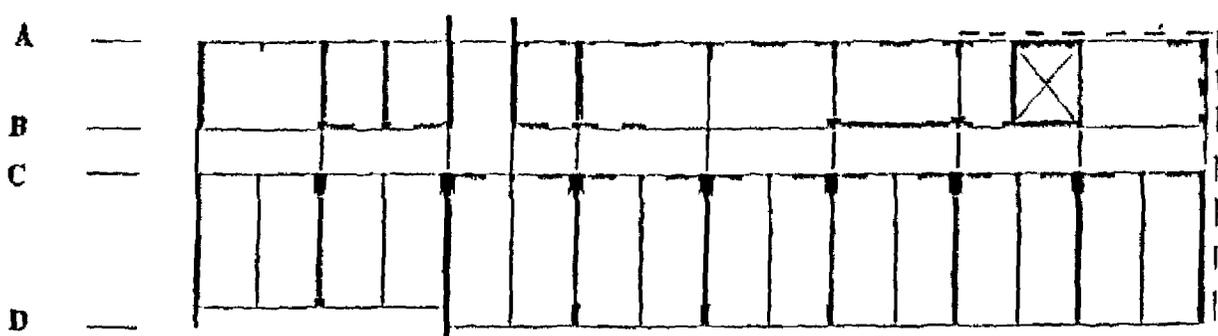




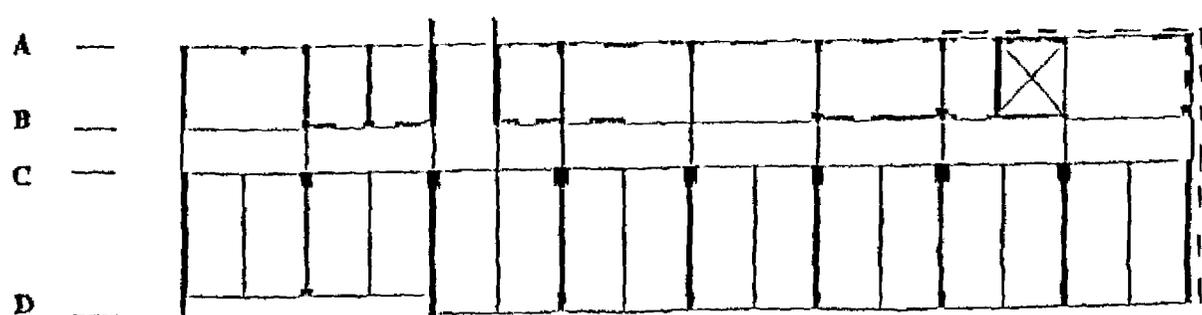
PRIMER PISO

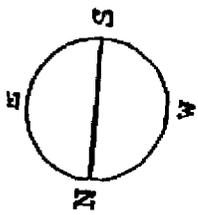


SEGUNDO PISO

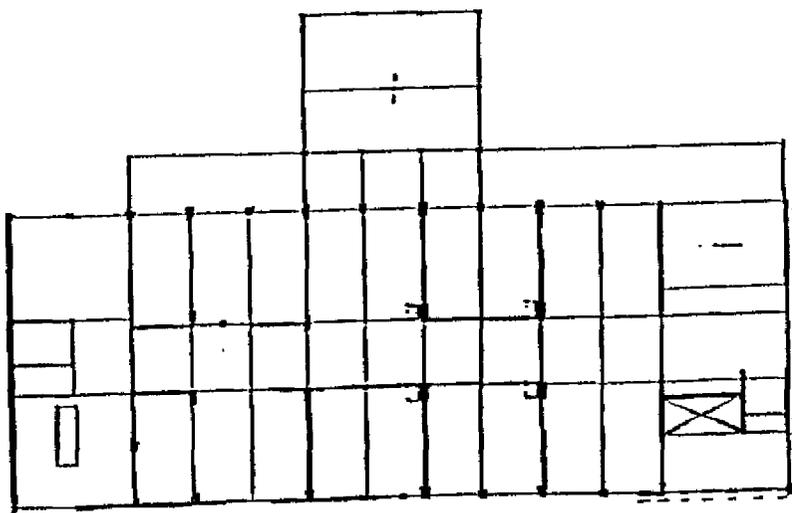


TERCER PISO

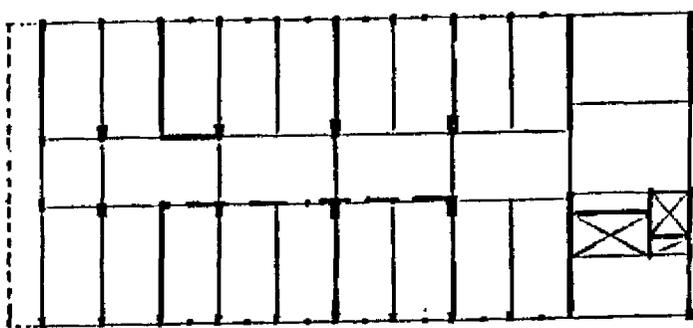




PRIMER PISO



SEGUNDO PISO



TERCER PISO

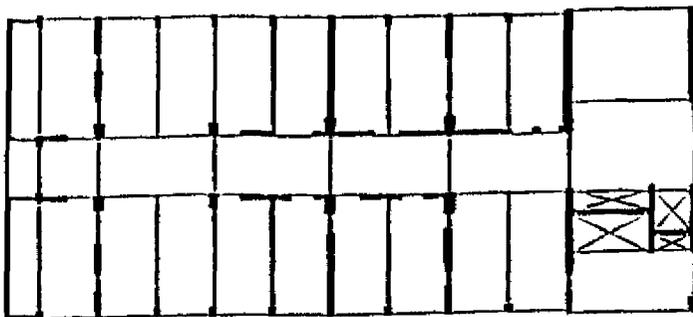
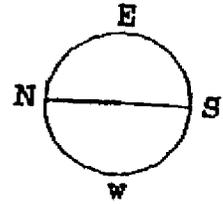
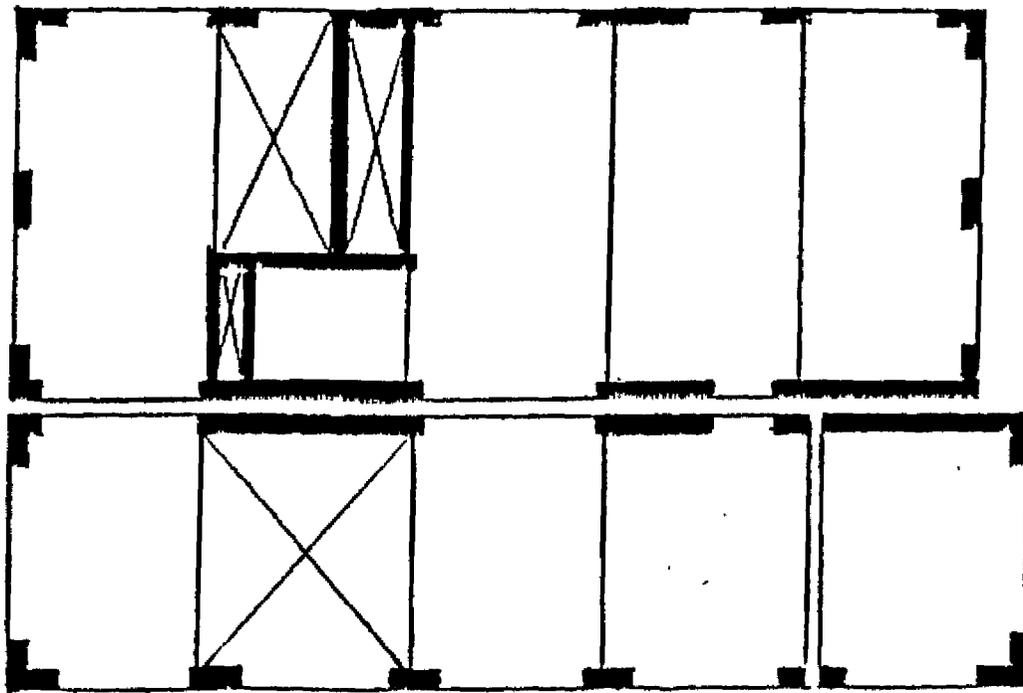


Fig. 5. Plantas Estructurales típicas del Cuerpo C.



CUERPO C



CUERPO B

CUERPO A

Fig. 6. Plantas Estructurales Estanques de Agua.