

**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD**

**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL HOSPITAL  
"DR. ADOLFO PRINCE LARA"  
PUERTO CABELLO, EDO. CARABOBO**

**ELABORADO POR:**

**ING. JOSE GRASES  
ING. ALFONSO MALAVER  
ING. JULIO MANZANARES**

**CARACAS, OCTUBRE DE 1993**

## INDICE

	Pág
RESUMEN EJECUTIVO .....	1
1.- ANTECEDENTES .....	3
2.- INTRODUCCION .....	7
3.- UBICACION .....	7
4.- EVALUACION DE LAS AMENAZAS NATURALES EN EL AREA DEL HOSPITAL DE PUERTO CABELLO .....	7
5.- AREA DE INFLUENCIA DEL HOSPITAL .....	12
6.- DESCRIPCION GENERAL DEL HOSPITAL .....	13
7.- ORGANIZACION, PERSONAL ACTIVO DEL HOSPITAL Y NUMERO DE PACIENTES .....	16
8.- SITIO, RIESGOS LOCALES Y FUNDACIONES .....	18
9.- ESTRUCTURA DE LA EDIFICACION .....	20
10.- CRITERIOS DE DISEÑO. CALIDAD .....	24
11.- SERVICIOS ELECTRICOS, MECANICOS Y SUMINISTROS .....	26
12.- RIESGOS DE INCENDIO Y MEDIDAS PREVENTIVAS .....	28
13.- ESTABILIDAD DE COMPONENTES NO ESTRUCTURALES .....	28
14.- RUTAS DE EVACUACION O ESCAPE .....	28
15.- PREVISIONES PARA CASOS DE EMERGENCIA .....	29
16.- RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD .....	30
REFERENCIAS .....	34
FOTOS .....	35
ANEXOS .....	36

## RESUMEN EJECUTIVO

En este informe se presentan los resultados de la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad funcional y estructural del Hospital Adolfo Prince Lara a las amenazas naturales, con énfasis en los terremotos.

De una manera general, las edificaciones e instalaciones que conforman el hospital presentan en conjunto una vulnerabilidad que amerita ser reducida para soportar los sismos de la intensidad establecida en las Normas vigentes. A tal fin se recomienda la aplicación de un conjunto de acciones de corto y mediano plazo, las cuales se indican en la Sección 16 de este informe. Entre los aspectos que requieren verificación analítica y medidas prácticas de elevada relación beneficio/costo, destacan las siguientes:

- i. Colocar vigas de corona en las paredes de bloques de ventilación que no llegan hasta el techo.
- ii. Disponer un apuntalamiento preventivo en la viga que descansa en la mensula agrietada y revisar este tipo de conexión en todos los edificios del hospital, a fin de evaluarlas y repararlas cuando el caso así lo amerite.
- iii. Proceder a la evaluación cuantitativa de la seguridad a sismos del conjunto de edificaciones del hospital, con énfasis en la seguridad de las conexiones y las columnas cortas.

- iv. Elaborar planes de contingencia e instalar los sistemas de apoyo correspondientes para situaciones de emergencia.

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DEL HOSPITAL ADOLFO PRINCE LARA  
DE PUERTO CABELLO, EDO. CARABOBO

1.- ANTECEDENTES

Extensas áreas de los países latinoamericanos se encuentran expuestas a los efectos de amenazas naturales de origen geológico o hidrometeorológico tales como: terremotos, huracanes, volcanes, inundaciones y deslizamientos. En particular, se estima que seis de cada diez habitantes al sur de Río Grande, excluido Brasil, habitan áreas susceptibles de ser afectadas por sismos potencialmente destructores.

Adicionalmente, sismos intensos que han sacudido países americanos a lo largo de los últimos 22 años han afectado un total cercano a las 120 instalaciones hospitalarias y/o centros de salud en 9 países diferentes, una quinta parte de las cuales colapsaron o sufrieron daños irreparables, con una pérdida total estimada en exceso de 10.000 camas hospitalarias (Ref. 1); esto es consecuencia de la vulnerabilidad de algunas de esas instalaciones a las acciones sísmicas. La experiencia en los sismos, también ha demostrado que las acciones preventivas pueden reducir sustancialmente tal diferencia, con lo cual las emergencias externas propias de estas acciones de la naturaleza han podido ser debidamente atendidas. La identificación de acciones preventivas requiere la evaluación de la vulnerabilidad a sismos.

En los Seminarios realizados a nivel de Latinoamérica en los últimos años, siempre se señala de modo sistemático la vulnerabilidad sísmica de las instalaciones hospitalarias y escolares de acuerdo a la normativa vigente de cada país. Este señalamiento tiene su base en los daños observados en dichas instalaciones en sismos pasados tanto a nivel Latinoamericano como Mundial, así como por la importancia que tienen las instalaciones hospitalarias y escolares para socorrer los heridos y damnificados cuando ocurren sismos fuertes.

En el caso particular de Venezuela, el número de instalaciones hospitalarias y/o centros de salud existentes para el año 1986 era de 534 (Ref. 2). En la Tabla 1 se reproducen los datos recabados en la citada referencia conjuntamente con las fechas en las cuales se modificaron las Normas para el Diseño Sismorresistente de Edificaciones en Venezuela (Columna 3). Tomando en consideración que tanto las normas técnicas como los mapas de zonificación sísmica sufrieron cambios sustanciales a partir de 1967, se estima que un porcentaje no despreciable de las instalaciones hospitalarias y centros de salud de Venezuela pudieran presentar una elevada vulnerabilidad a los sismos. Esta apreciación es ratificada al analizar la distribución de camas hospitalarias en función de la zonificación sísmica vigente. En la Tabla 2 se dan porcentajes aproximados de camas de hospitalización en función de las cuatro zonas

sísmicas en las cuales ha sido dividido el país de acuerdo a la Norma COVENIN 1756-82 (Ref. 3); para zona sísmica 0, correspondiente a áreas al sur-oeste del Río Orinoco, en la cual no se requiere tomar en consideración la acción sísmica, no se dispone de datos sobre camas de hospitalización en la documentación disponible (Ref. 2).

TABLA 1

NUMERO DE HOSPITALES Y/O CENTROS DE SALUD Y AÑOS EN LOS CUALES SE HAN MODIFICADO LAS NORMAS PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE EDIFICACIONES EN VENEZUELA

Instalaciones Hospitalarias o de Salud		Modificaciones en Normas de Diseño Sismorresistente
Año	Número	
-	-	1947
-	-	1955
-	-	1967
1969	333	-
1979	446	-
-	-	1982
1983	512	-
1986	534	-
-	-	1993 (1)

(1) En discusión desde 1991

TABLA 2

DISTRIBUCION DE CAMAS HOSPITALARIAS SEGUN LA ZONIFICACION SISMICA CON FINES DE INGENIERIA DE LA NORMA COVENIN 1756-82

Zona Sísmica		Porcentaje del área total del país (%)	Porcentaje del total de camas Hospitalarias (%)
No	Peligrosidad		
0	Despreciable	44	-
1	Baja	12	8,3
2	Moderada	15	16,8
3	Alta	16	17,7
4	Elevada	13	57,2

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla 2 el 75% de las camas hospitalarias en Venezuela están ubicadas en zonas de alta o elevada sismicidad. Por tanto, es evidente que las instalaciones hospitalarias en nuestro país deben ser evaluadas de acuerdo a la normativa vigente a fin de determinar su grado de vulnerabilidad ante sismos. Estas evaluaciones cualitativas y/o cuantitativas deben tener como meta dar recomendaciones a corto y mediano plazo para la adecuación de dichas instalaciones y por tanto garantizar un comportamiento adecuado ante los eventos sísmicos que inexorablemente ocurrirán en esas zonas de alta o elevada sismicidad.

## 2.- INTRODUCCION

El objetivo de este estudio es evaluar en forma cualitativa la vulnerabilidad funcional y estructural del Hospital "Dr. Adolfo Prince Lara" ante la eventual ocurrencia de terremotos, huracanes, maremotos, inundaciones y/o deslizamientos.

En tal sentido se realizaron visitas de inspección al hospital con el fin de evaluar en sitio sus condiciones estructurales y de funcionamiento e identificar las posibles zonas críticas que tuviera esta instalación hospitalaria y hacer las recomendaciones pertinentes.

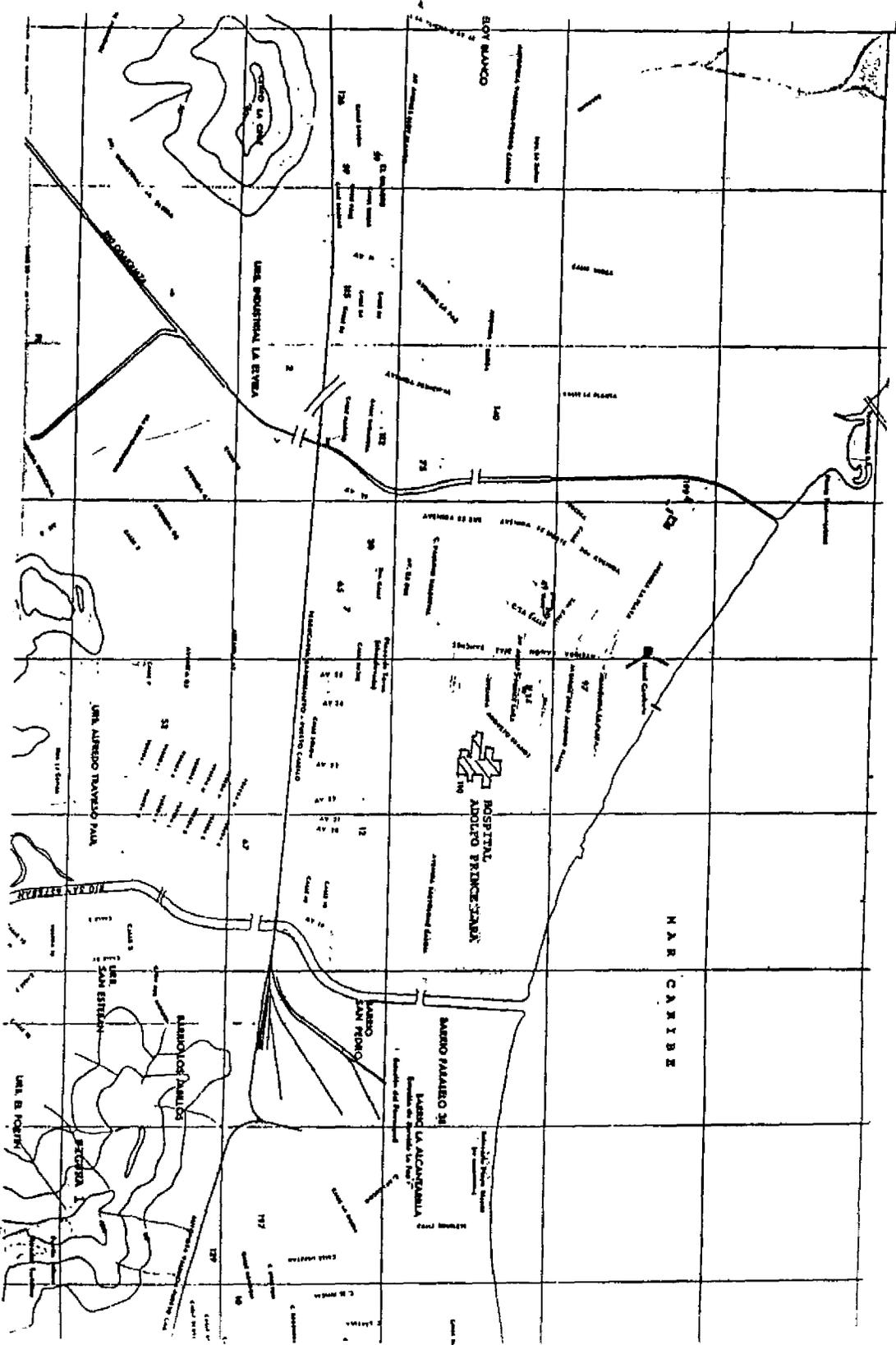
## 3.- UBICACION

El hospital está ubicado en la Avenida La Paz, entrada a Puerto Cabello, y ocupa un área de aproximadamente 24.000 m<sup>2</sup>, incluyendo los patios, jardines y estacionamiento. En la Figura 1 se presenta la ubicación relativa del hospital.

## 4.- EVALUACION DE LAS AMENAZAS NATURALES EN EL AREA DEL HOSPITAL DE PUERTO CABELLO

### 4.1.- Peligrosidad Sísmica

El sistema principal de fallas activas en Venezuela se denomina Fallas de Boconó-San Sebastián-El Pilar (Figura 2) y en el mismo se concentra la parte principal del desplazamiento lateral entre las placas Caribe y América del Sur; como es lógico suponer, los sismos destructores más importantes acaecidos en Venezuela



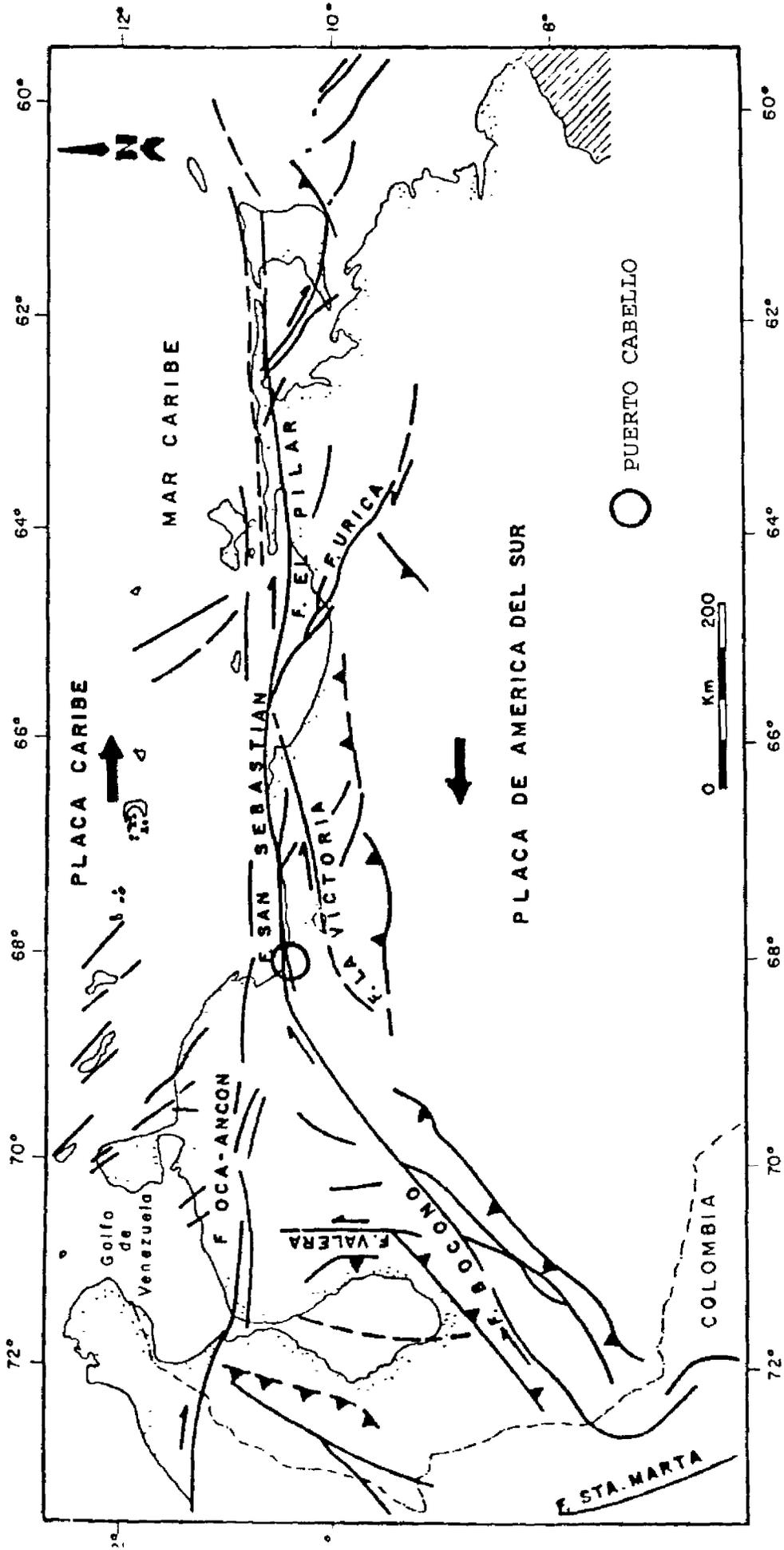


FIGURA 2 PRINCIPALES FALLAS ACTIVAS EN VENEZUELA

(Ref. 4) están asociados a dicho sistema de fallas.

La ciudad de Puerto Cabello se encuentra ubicada a pocos kilómetros de la confluencia de las fallas de San Sebastián y de Boconó (Figura 2), por tanto su nivel de amenaza sísmica es alto.

En tal sentido tenemos que la falla de Boconó en su tramo Barquisimeto-Morón tiene potencial para generar un sismo de magnitud 7,5 con período de retorno de 230 años y la falla de San Sebastián, también denominada falla de Morón por Schubert (Ref. 5), tiene un potencial para generar un sismo de magnitud 7,8 con período de retorno de unos 345 años.

Al revisar la historia sísmica de Puerto Cabello en el lapso 1800-1980 (Ref. 6), encontramos que al menos 18 eventos se le han asignado intensidades iguales o mayores a III (Tabla 3).

El más importante de ellos fue el ocurrido el 26-03-1812 que causó daños en Puerto Cabello y se le asignó una intensidad de VII. A finales de la década de los 80, el único sismo reportado como sentido en Puerto Cabello (Intensidad = V) fue el del 30-04-89 (Magnitud = 5,9) con epicentro en el mar a unos 20 km al este de Boca del Tocuyo, Edo. Falcón.

El nivel de peligro sísmico de la ciudad de Puerto Cabello está reflejado con su ubicación en la zona de mayor amenaza sísmica del país, la zona 4, de acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica con fines de Ingeniería de la

TABLA 3

SISMOS SENTIDOS EN PUERTO CABELLO EN EL PERIODO 1800 - 1980

FECHA	MAGNITUD (Ms)	INTENSIDAD (*) EN PUERTO CABELLO
? -? -1801	--	IV
20-05-1802	--	VI
26-03-1812	6,3	VII
15-12-1865	--	V
14-03-1878	5,9	III
29-04-1894	7,1	IV
29-10-1900	8,4	V
07-09-1917	--	III
22-02-1921	4,8	IV
03-08-1950	6,4	IV
03-11-1964	--	V
15-10-1966	4,2	IV
30-07-1967	6,6	VI
19-05-1970	4,9	III
05-04-1975	6,1	III
14-03-1977	4,6	IV
11-12-1977	5,0	III
02-12-1980	4,1	V

(\*) Escala de Mercalli Modificada.

Norma COVENIN 1756-82 (Ref. 3). De acuerdo a dicha norma, la aceleración máxima horizontal del terreno para la zona 4 es de 0,30g. Adicionalmente, en la referida norma se señala que las obras de vital importancia, como por ejemplo los hospitales, la aceleración debe incrementarse en un 25%, por tanto la aceleración máxima del terreno para el caso de hospitales en Puerto Cabello debe ser de 0,38g.

#### 4.2.- Inundaciones

De acuerdo al Inventario Nacional de Riesgos Geológicos (Ref. 7), en la zona donde está ubicado el hospital, históricamente no se han registrado inundaciones.

#### 4.3.- Otras Amenazas

**Deslizamientos:** El hospital está ubicado en una zona plana, sin la presencia de ninguna zona de deslizamiento en sus alrededores.

**Huracanes:** No se conocen registros históricos de huracanes en la región de Puerto Cabello.

**Volcanes:** No es zona de volcanismo.

### 5.- AREA DE INFLUENCIA DEL HOSPITAL

Este hospital, tipo III de acuerdo a la clasificación del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, es la instalación de salud más importante en la región Norte del Estado Carabobo. Su área de influencia comprende las poblaciones de Puerto Cabello, Morón, El Palito, El Cambur,

Borburata, Patanemo, etc. en el Estado Carabobo, Boca de Aroa, Tucacas, Chichiriviche, Tocuyo de la Costa, San Juan de los Cayos, etc. en el Estado Falcón, y Bella Vista, El Guayabo, etc. en el Estado Yaracuy.

## 6.- DESCRIPCION GENERAL DEL HOSPITAL

Como resultado de las visitas de inspección realizadas al hospital los días 20-09-93 y 15-10-93, usando la Guía de Inspección para el Programa de Reducción de Vulnerabilidad Hospitalaria (Anexo 1), se encontró lo siguiente:

### 6.1.- Identificación

Dirección : Av. La Paz, entrada a Puerto Cabello

Teléfono : (042) 69053, 69770 (directos)

No hay central telefónica

Fax : (042) 69684

Tipo de Hospital: III

Proyecto : MOP, Dirección de Edificios

Construcción: Principios de la década del 60

Planos : No disponible

Director : Dr. Wilfredo Ollarves

Subdirector : Dra. Mery Henríquez

Personas entrevistadas:

Dr. Wilfredo Ollarves, Director

Sra. Hedys de Guanipa, Secret. Dirección

Sr. José Rafael Vásquez, Dpto. Mantenimiento

Ing. Belly Illas, Dpto. de Mantenimiento

## 6.2.- Descripción

- \* Conjunto de 9 edificios estructuralmente independientes, pero conectados entre sí por pasillos y pasarelas (Figura 3). De los 9 edificios, 5 tienen un solo nivel y 4 dos niveles.
- \* Area total construida: 15.000 m<sup>2</sup>, aproximadamente
- \* Area no construida (patios, espacios libres, estacionamientos, zonas eventuales de seguridad): aún cuando no cuantificada, es extensa y amplia para fines de evacuación. Se estima en 9.000 m<sup>2</sup>.
- \* Entradas: El hospital tiene tres accesos: uno por la entrada principal (Foto 1), otro por la entrada de emergencia y el tercero por la zona de estacionamiento (Foto 2).
- \* Area de hospitalización: Nivel 2 de cuerpos E y G (3000 m<sup>2</sup>). Capacidad para 205 camas, aunque operan 185 por razones de presupuesto.
- \* Area de emergencia: Lado Este del Edificio A.
- \* Area de Cirugía, Quirófanos y Sala de Partos: Nivel 1 del Cuerpo D.
- \* Rayos X: PB del Cuerpo D; tiene paredes y puertas protegidas con láminas de plomo de 5 mm de espesor hasta una altura de 1,80 m.

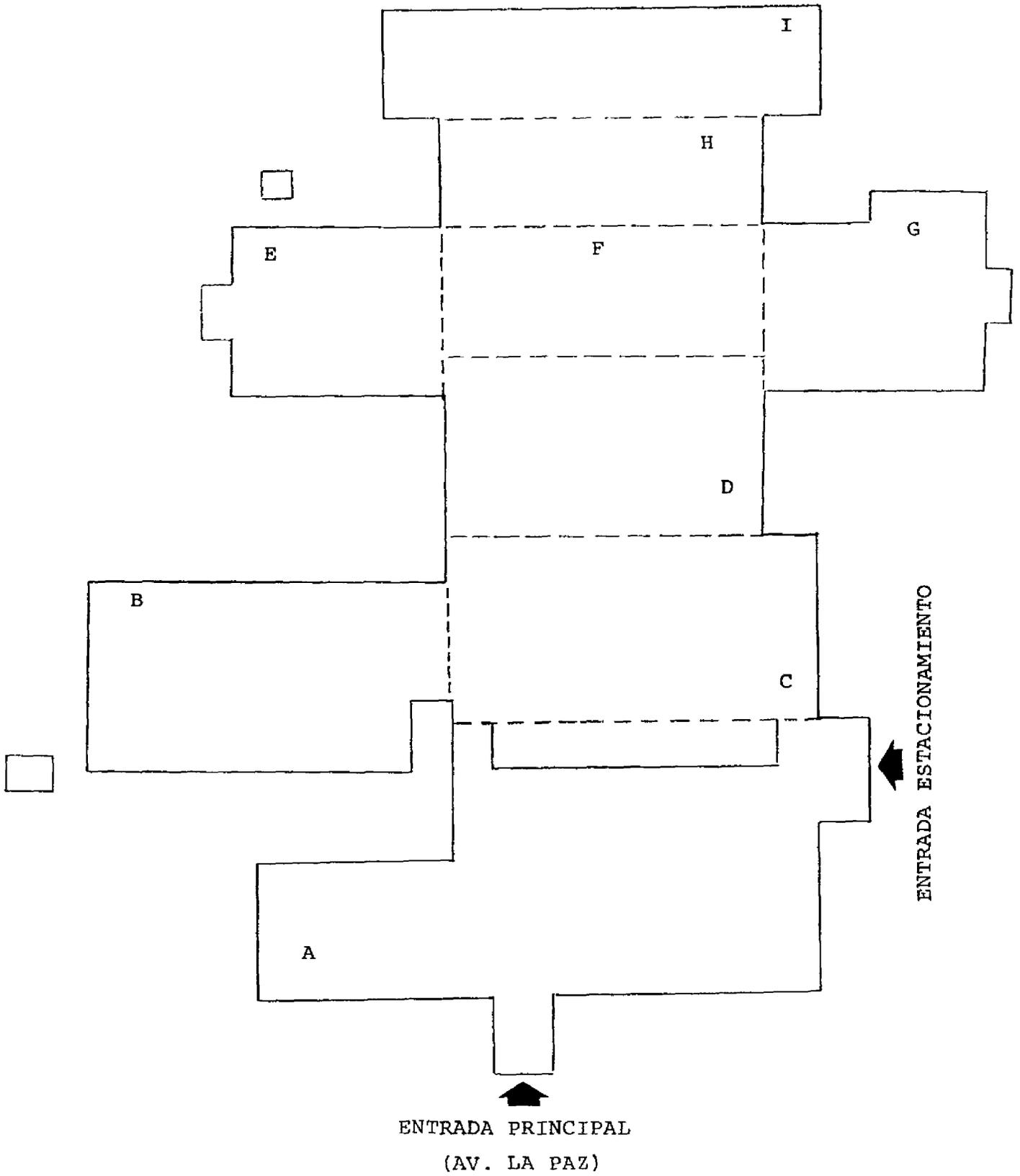


FIGURA 3 PLANTA GENERAL DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL PRINCE LARA

- \* Laboratorios: Planta baja del Cuerpo C.
- \* Morgue: Lado Oeste del Edificio A.
- \* Pabellones, Quirófanos y Salas de Parto: Edificio I.
- \* Almacenes: Edificio B.
- \* Cocina: Edificio B.
- \* Comedor: Edificio B.
- \* Consulta externa: Lado Oeste del Edificio A.
- \* Archivos de historias médicas: 2do. nivel, Cuerpo C.
- \* Dirección: 2do nivel del edificio C.
- \* Administración: 2do. nivel del edificio C.
- \* Mantenimiento: 1er. nivel del edificio B.
- \* Personal médico, paramédicos, obreros, etc: Véase la Sección 6.

## 7.- ORGANIZACION, PERSONAL ACTIVO DEL HOSPITAL Y NUMERO DE PACIENTES

### 7.1.- Organización

- \* El Hospital está vinculado a la Escuela de Medicina de la Universidad de Carabobo y depende administrativamente del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.
- \* El organigrama de funcionamiento: No se obtuvo.

- \* Planes de emergencia y/o contingencia: No existen; no se realizan simulacros.
- \* Organización en caso de emergencias: No esta prevista.
- \* Puntos claves en caso de emergencia: No fueron identificados.
- \* Comités para caso de emergencia: No se han organizado.  
En la ciudad de Puerto Cabello existe un Cuerpo de Bomberos y un comité de Defensa Civil.

#### 7.2.- Personal Activo del Hospital

En adición al Director y al Subdirector, el Hospital cuenta con el siguiente personal:

- \* 103 Médicos (52 entre residentes e internos y 51 adjuntos).
- \* 92 Enfermeras.
- \* 6 Técnicos radiólogos
- \* 1 Ingeniero Industrial
- \* 4 Nutricionistas
- \* 425 obreros

En horas nocturnas se estima que el número de profesionales que laboran es de un 15% del total.

### 7.3.- Número de pacientes

En término medio, el total mensual de pacientes atendidos es de 15.000, incluyendo los de hospitalización, consulta externa y emergencias.

La población aproximada diaria es de 700 pacientes en horas diurnas y 50 en horas nocturnas.

### 8.- SITIO, RIESGOS LOCALES Y FUNDACIONES

El hospital está ubicado en un área plana a nivel del mar y a una distancia de unos 500 metros de la línea costera. La ubicación relativa del hospital se presenta en la Figura 1.

- \* Vías de acceso: Única vía de acceso terrestre por la Avenida La Paz (Av. Bartolomé Salóm).
- \* Aeropuerto: Está ubicado a 15 minutos de distancia en automóvil.
- \* Agua potable: El agua es bombeada por un sistema hidroneumático desde dos tanques subterráneos con capacidad para 85.000 litros cada uno. Dichos tanques tienen los flotantes dañados; al revosarse, al agua derramada se concentra debajo de la sala de calderas y bombas.
- \* Aguas servidas: Son depositadas en un pozo séptico y posteriormente expulsadas al mar mediante 8 bombas de achique. En ocasiones se ha presentado reflujos; en una

oportunidad se obstruyeron las tuberías y hubo desbordamiento.

- \* Peligrosidad Sísmica: Véase Sección 4.1.
- \* Inundaciones: Véase Sección 4.2
- \* Deslizamientos: Véase Sección 4.3.
- \* Volcanes: Véase Sección 4.3.
- \* Huracanes: Véase Sección 4.3.
- \* Terreno dominante en el área: Topografía plana a nivel del mar.
- \* Fundaciones: No se dispone de información.
- \* Riesgos tecnológicos: A unos 12 km al Oeste del Hospital se encuentra la Refinería Petrolera El Palito de Corpoven y a unos 20 km, en la misma dirección, la Petroquímica de Morón y la industria Venepal. Estas industrias no representan riesgos de contaminación para el hospital. La dirección predominante del viento es E-NE.
- \* Afloramiento de humedad: Debajo de la zona de calderas y bombas; esta es consecuencia del agua que rebosa de los tanques subterráneos de almaceñamiento de agua potable.
- \* Represas cercanas: No hay. Existe un canal mixto de aguas servidas y de lluvia a unos 2 km al Oeste del hospital.

## 9.- ESTRUCTURA DE LA EDIFICACION

El hospital, como se indicó en la Sección 6, está conformado por 9 edificios de uno o dos niveles (Figura 3).

\* Los edificios A, B, D, H e I tienen un sólo nivel (Foto 3) y los edificios C, E, F y G tienen dos niveles (Foto 4). El edificio I tiene además un sótano.

\* La estructuración de los edificios es en base a columnas de concreto armado con vigas y losas prefabricadas. Unicamente hay pórticos definidos en dirección longitudinal; en la dirección transversal no hay vigas (Foto 5). La estructura de acuerdo a la Norma COVENIN 1756 tiene una configuración similar a la Tipo I, pero sus uniones son de confiabilidad dudosa. Este aspecto amerita atención adicional.

Todos los edificios están apoyados sobre pequeñas columnas, levantados del terreno entre 30 y 100 cm. con el fin de permitir el paso de las tuberías de aguas blancas, aguas negras, gas y electricidad (Foto 6).

Debido a este tipo particular de apoyo (tipo palafito), las columnas trabajan como columnas cortas y por tanto son más vulnerables ante la acción sísmica. Adicionalmente la unión de las vigas con la columna no es rígida y los salientes donde se apoyan las vigas son muy cortos (varían entre 10 y 15 cm), lo cual hace la unión inadecuada para soportar la acción sísmica (Foto 7). Este tipo de unión ha

tenido un mal comportamiento durante sismos pasados como se puede observar en la Figura 4.

El techo de la entrada por la zona del estacionamiento (ver Foto 2) está apoyado sobre cuatro columnas muy esbeltas, las cuales tienen aparentemente una unión deficiente con la viga de techo (Foto 8). Adicionalmente, una de las columnas está vinculada a una viga, a unos  $4/5$  de su altura (Fotos 2 y 8), lo cual hace que se rompa la simetría y en consecuencia ante la eventualidad de un sismo, se pueden generar daños por efectos de torsión. Por tanto esto requiere evaluación.

El techo de la entrada principal y de la entrada de emergencia está apoyado sobre tres columnas (ver Foto 1). El volado del lado de la monocolumna es de 2,80 metros. Dada la configuración estructural de este techo es previsible que ante la ocurrencia de un sismo de cierta intensidad la monocolumna pueda sufrir daños, dando lugar a un eventual colapso del techo.

En el Edificio I, donde funcionan los Pabellones, Quirófanos y Salas de Parto, se realizó una evaluación cuantitativa sobre el esfuerzo promedio en las columnas, obteniéndose un esfuerzo medio de  $0,16 f'c$ , el cual puede considerarse aceptable (ver Anexo 2). Este resultado, basado en hipótesis conservadoras, puede considerarse representativo del conjunto de edificaciones del hospital dadas las dimensiones del edificio analizado. Sin embargo, la verificación sísmica simplificada de ésta estructura

Fig 400 The interconnection of beams with columns as shown here, with a very short overlap of reinforcements, must be considered absolutely inadequate. The picture was taken after the devastating earthquake (M 6.8) which affected the region of Leninakan and Spitak in Armenia in 1988. Interconnecting the protruding studs by welding does not improve matters much because the steel is heated during welding, which can halve its strength, and because welding leaves notches which reduce strength further

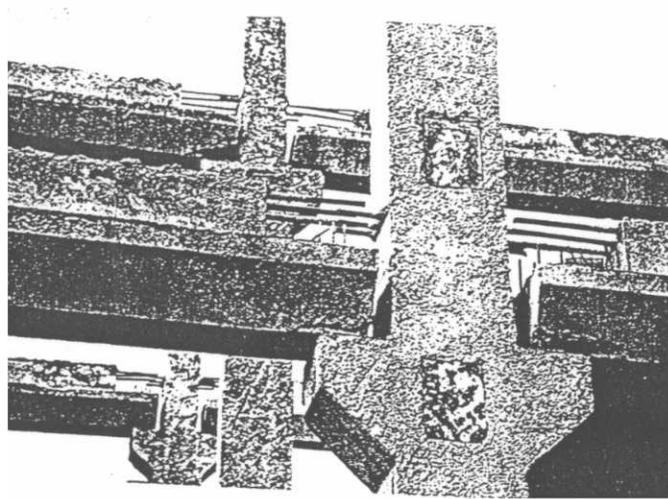


FIGURA 4 DAÑOS DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DURANTE EL TERREMOTO DE ARMENIA DE 1988.

FUENTE: Tiedemann, H. (1992). Earthquake and Volcanic Eruptions-A Handbook on Risk Assessment. Swiss Reinsurance Company, Switzerland. pp 437.

revela que su capacidad portante es inferior a los valores exigidos por las Normas vigentes (ver Anexo 2). La necesaria adecuación para corregir esta deficiencia requiere una evaluación detallada de la estructura.

- \* Pisos: Son de granito y baldosas.
- \* Techo: Losas prefabricadas impermeabilizadas sin la presencia de tanques de agua (Foto 9). No se identificaron riesgos por caída de parapetos.
- \* Ventanería: Son de tipo macuto. Se observó que en muchas ventanas faltan algunos, o la totalidad, de los vidrios.
- \* Configuración vertical: Regular; no se presentan remetimientos, ni salientes.
- \* Configuración horizontal: Regular.
- \* Columnas cortas: Se observó la presencia de éstas en algunos edificios, debido a la colocación de la tabiquería hasta unos 2/3 de la altura de la columna.
- \* Fachadas: Hay pocos elementos de fachadas y no revisten mayor peligrosidad.
- \* Tabiquería: Existen paredes de bloques macizos, de bloques de ventilación y de una combinación de ambos (Foto 10). En los casos donde las paredes son de bloques macizos en la parte inferior y de bloques de ventilación en la parte superior o de solamente bloques de

ventilación, existe un alto riesgo de desprendimiento de los bloques de ventilación por falta de arriostramiento, particularmente en las paredes con luces de hasta 7 metros (Foto 11). De acuerdo a informaciones del personal del hospital en algunas ocasiones se han desprendido bloques de ventilación sin que ocurriese ningún sismo.

- \* Estado general de la instalación: Excepto de área de dietética, cocina y comedor, el hospital presenta deterioros considerables. Se observaron filtraciones y desprendimiento del friso en algunas áreas (Foto 12).
- \* No se detectaron signos de corrosión en los elementos estructurales, aunque algunos postes de electrificación se han caído o han debido ser removidos por la corrosión en su base.
- \* La Sección de Mantenimiento cuenta con escasos equipos y materiales para llevar a cabo sus funciones (Foto 13). En la Figura 5 se presenta el organigrama del Dpto. de Mantenimiento.

#### 10.- CRITERIOS DE DISEÑO. CALIDAD

- \* Proyecto estructural: No se conocen detalles.
- \* Calidad de ejecución de la estructura: Por encima de la media de edificaciones similares, aún cuando hay dudas sobre las uniones por ser un sistema a base de elementos prefabricados.

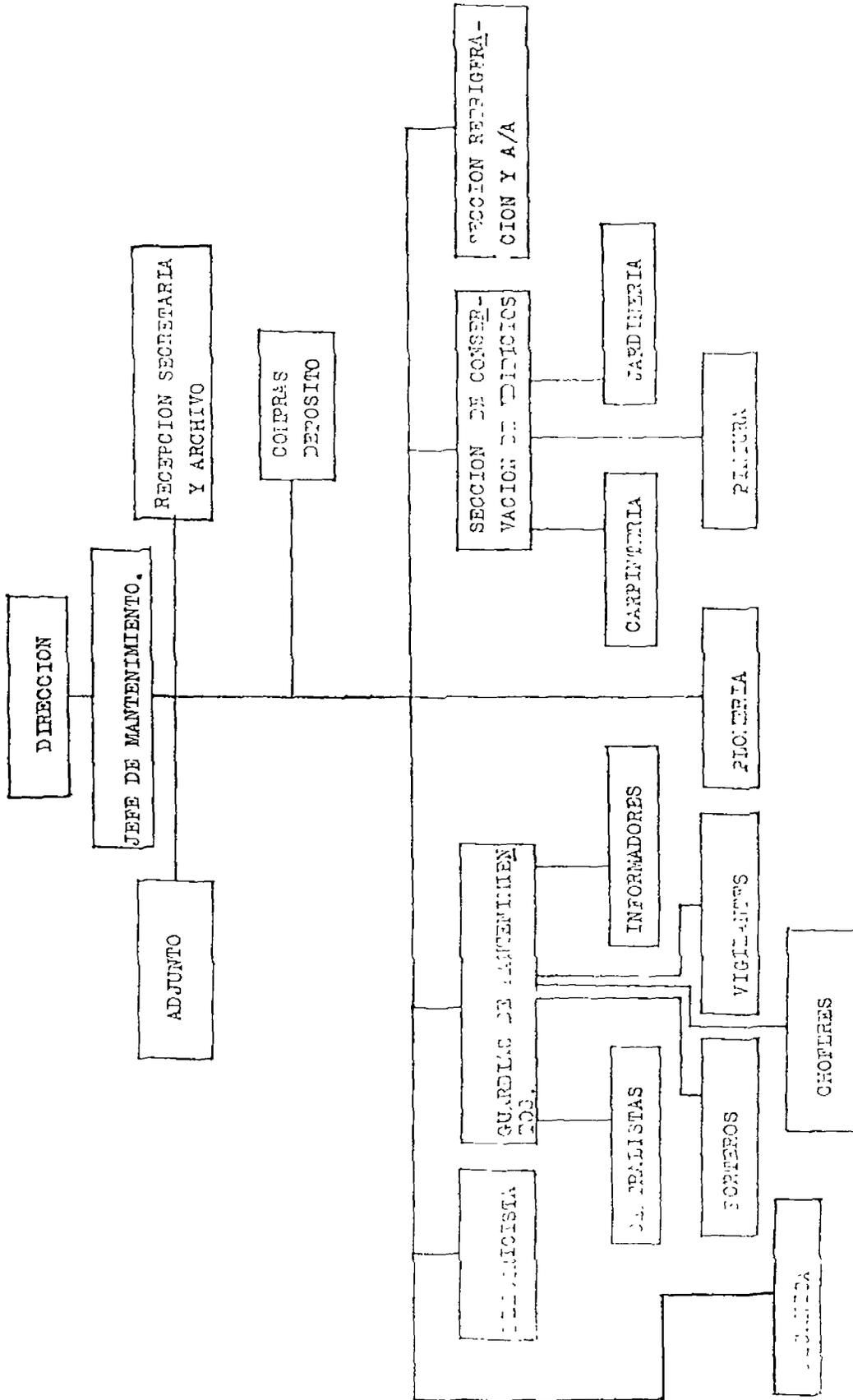


FIGURA 5 ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

- \* Uniones viga-columna: No son rígidas; las vigas parecen estar simplemente apoyadas sobre pequeñas ménsulas que se proyectan entre 10 y 15 cm a ambos lados de la columna, lo cual es probablemente insuficiente ante la eventualidad de que ocurra un sismo de cierta intensidad en la región (ver Fotos 7 y 14). A nivel de planta baja, se observó un caso donde había separación entre vigas y losas, así como una grieta diagonal en una de las ménsulas donde se apoya la viga prefabricada (Fotos 15 y 16).
- \* Juntas de contrucción: En general, se encuentran en buen estado.
- \* Grietas: Se observaron grietas en las paredes del pasillo de entrada al área de hospitalización.
- \* Asentamientos: No se observaron asentamientos ni totales ni diferenciales.
- \* Deflexiones excesivas: No se observaron deflexiones excesivas en vigas.

#### 11.- SERVICIOS ELECTRICOS, MECANICOS Y SUMINISTROS

- \* S/E de alto voltaje: Se identificaron dos transformadores apoyados sobre cuatro ruedas cada uno (Foto 17), lo cual no es adecuado ante la ocurrencia de un sismo. En el área denominada "La subestación" están los tableros de control, los cuales exhiben un desorden con cables sueltos (Foto 18); la ventilación en esta área es insuficiente.

- \* Sistemas de comunicación internos y externos: No existen.
- \* Calderas: Hay dos calderas ancladas con soldadura a dos perfiles I metálicos embutidos en el piso (Foto 19), lo cual luce adecuado ante la eventualidad de un sismo.
- \* Almacenamiento y distribución de oxígeno: El tanque de oxígeno líquido está debidamente ubicado, mantenido y anclado.
- \* Aire acondicionado: Sistema Central por Edificio en los servicios más importantes y equipos individuales en algunos otros.
- \* Ascensores: No hay. El hospital, en algunas áreas tiene hasta dos niveles.
- \* Cocina: Instalaciones amplias, recientemente remodeladas y con bajo riesgo de incendio.
- \* Generador de emergencia: Cuenta con una unidad de arranque y parada manual. Anclado adecuadamente.
- \* Almacenamiento de combustible: Un tanque con una capacidad de 3.000 litros, apoyado sobre dos pilas de concreto (Foto 20).
- \* Lámparas de corriente continua: Insuficientes y en algunos casos mal ancladas (Foto 21). Muchas están en mal estado. No se observaron lámparas de luces de emergencia.

- \* Recolección de aguas de lluvias: No se observaron canales de recolección. Estas aguas escurren hacia los patios.

#### 12.- RIESGO DE INCENDIO Y MEDIDAS PREVENTIVAS

- \* Sistema insuficiente de lámparas de corriente continua y de medidas preventivas para caso de incendio.
- \* No se dispone de sistemas de extinción automático, ni de detección de humos.
- \* El riesgo de incendio se considera limitado a ciertas áreas; no parece de fácil propagación.

#### 13.- ESTABILIDAD DE COMPONENTES NO ESTRUCTURALES

- \* Los estantes ubicados en el área de almacenamiento no se encuentran debidamente anclados. Este aspecto amerita especial atención en los casos donde se almacenan líquidos tóxicos y/o inflamables.
- \* Los estantes ubicados en el área de historias médicas no están anclados, pero debido a la distribución del peso que soportan se consideran estables al volcamiento.
- \* Falsos techos: No existen, excepto en dos áreas reducidas.

#### 14.- RUTAS DE EVACUACION O ESCAPE

- \* No están indicadas las rutas de escape o evacuación en casos de emergencia.

- \* Las puertas de salida son suficientemente anchas; adicionalmente, hay amplios espacios para la libre circulación.
- \* Las escaleras de acceso al primer nivel en el edificio C son muy estrechas (ancho de 1.00 m, aproximadamente).

#### 15.- PREVISIONES PARA CASOS DE EMERGENCIA

- \* No se dispone de planes de contingencia y no se tiene previsto un comité para situaciones de emergencia. Las autoridades del hospital mostraron mucho interés en mejorar este aspecto.
- \* Sistemas de alarmas: No se dispone de sistemas de alarmas.
- \* El hospital dispone de dos tanques para almacenamiento de agua potable, con capacidad para 170 mil litros. El suministro depende del INOS.
- \* Equipos de extinción de incendios: No se observaron en las áreas visitadas. Los pocos existentes están inoperantes.
- \* Planta de emergencia: Con frecuencia se realizan pruebas para verificar su funcionamiento.
- \* No se identificaron riesgos de obstrucción para la circulación de ambulancias. El hospital tiene 2 ambulancias, pero una está fuera de servicio (Foto 22) y

La otra está integrada al servicio de Atención Inmediata del Edo. Carabobo.

- \* Tableros control: De fácil ubicación, pero de acceso comprometido.

#### 16.- RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD

De las observaciones recogidas en el sitio, conjuntamente con la información disponible sobre las amenazas naturales, con énfasis en la peligrosidad sísmica, se desprende que las edificaciones e instalaciones del Hospital "Dr. Adolfo Prince Lara" de Puerto Cabello presentan en conjunto una vulnerabilidad que amerita ser reducida para soportar sismos de intensidad comparable a los establecidos en la Normas vigentes en el país.

Con el fin de reducir la vulnerabilidad de los aspectos identificados a los sismos que inexorablemente ocurrirán en el futuro en la región centro-occidental del país, a continuación se indican una serie de acciones que se deben tomar a corto y mediano plazo.

##### 16.1.- Acciones a Corto Plazo

- i. Colocar vigas de corona en las paredes de bloques de ventilación que no llegan hasta el techo, a fin de garantizar un comportamiento adecuado ante la ocurrencia de eventos sísmicos.

- ii. Dado que se detectó una grieta importante en una ménsula de la unión columna-viga pretensada, cuyo origen se desconoce, se recomienda disponer de un apuntalamiento preventivo en el extremo de la viga que descansa sobre la ménsula agrietada. Igualmente, se recomienda revisar en forma sistemática, en todos los edificios, este tipo de conexión a fin de evaluarlas y repararlas cuando el caso así lo amerite.
- iii. Realizar un levantamiento de todas las edificaciones del hospital para elaborar los planos de Arquitectura y Estructura, a fin de tenerlos como base para las acciones que se deban tomar a mediano plazo, ya que el edificio tomado como muestra (Edificio I) revela que es necesaria una evaluación estructural detallada.
- iv. Revisar y evaluar las uniones viga-columna del techo de la entrada por el área del estacionamiento, ya que aparentemente la viga está simplemente apoyada sobre la columna y el riesgo de colapso ante acciones sísmicas parece elevado.
- v. Intensificar las labores de mantenimiento del hospital, en particular en lo referente a las filtraciones en las paredes y techos y al derrame de agua que se produce al revosarse los tanques de almacenamiento.

- vi. Elaborar, conjuntamente con Atención Inmediata y Defensa Civil, los planes de Contingencia para situaciones de emergencia, organizar los Comités de Emergencia y la Planificación de Simulacros.
- vii. Proceder a la instalación de sistemas de iluminación de emergencia, alarma y extinción de incendios en las áreas críticas. Simultáneamente, indicar las rutas de evacuación en casos de emergencia.

#### 16.2.- Acciones a Mediano Plazo

- i. Evaluar los techos de la entrada principal y del estacionamiento, a fin de determinar las acciones que se deban tomarse para disminuir su vulnerabilidad ante acciones sísmicas.
- ii. En vista de que durante sismos pasados se ha observado que los elementos prefabricados han fallado debido a la poca área de apoyo disponible, en particular en tableros de puentes, se recomienda aumentar el área de apoyo en las ménsulas de las columnas donde se apoyan las vigas.
- iii. Evaluar el comportamiento estructural previsible de las columnas cortas existentes como consecuencia de la disposición elevada de las estructuras sobre el nivel del terreno. En caso necesario, diseñar la intervención (refuerzo) correspondiente para garantizar que las mismas no fallen ante un sismo de

la intensidad previsible en el área de Puerto Cabello.

- iv. En el caso de las paredes formadas por combinación de bloques macizos y bloques de ventilación que generen columnas cortas, se debe sustituir la hilera de bloques macizos más próximos a la columna, por una de bloques de ventilación para permitir así que la columna se deforme lateralmente, tal como fue concebida en el diseño original.
- v. En el caso de las paredes de bloques de ventilación con luces de hasta 7 metros, estas deben ser aisladas de la estructura y estabilizarlas. Para ello pueden disponerse columnas (machones) y vigas de arriostramiento para garantizar que no fallen cuando la estructura se deforme por la acción del sismo.
- vi. Fijar y/o arriostrar los estantes que almacenan productos químicos y fármacos, mediante la colocación de dispositivos sencillos que eviten su caída durante un sismo.
- vii. Fijar y/o arriostrar los transformadores para evitar que se desplacen durante un sismo.

## REFERENCIAS

1. GRASES, J. (1990). Performance of Hospitals During Earthquake-strategy for Vulnerability Reduction. Proc. VIII Japan Symposium on Earthquake Engineering, Tokyo, Japon.
2. BACARREZA, V. (1989). Instalaciones Hospitalarias de Venezuela. Informe Inedito, Caracas.
3. COVENIN (1982). Edificaciones Antisísmicas COVENIN 1756. Fondonorma, Caracas.
4. GRASES, J. (1980). Investigación sobre los Sismos Destruyentes que han afectado el Centro y Occidente de Venezuela. Proyecto INTEVEP, Los Teques.
5. SCHUBERT, C. (1982). La Cuenca de Yaracauy: Una Estructura Neotectónica en la Región Centro-Occidental de Venezuela. Geología Norandina, N-8, Diciembre, 9 pp.
6. CERESIS (1985). Programa para la Mitigación de los Efectos de los Terremotos en la Región Andina (Proyecto Sisra). Volumen 8, Venezuela, Lima, Perú.
7. SINGER, A. ROJAS, C. & LUGO, M. (1983). Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. FUNVISIS, Serie Técnica 03-83, Caracas.