

"Documento original en mal estado"

ANEXO 6

**EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE
HOSPITALES EN GUAYAQUIL (REPORTE PRELIMINAR)
PONENCIA PUBLICADA EN LAS IX JORNADAS DE
INGENIERIA ESTRUCTURAL Y SISMORESISTENTE
EN LA ESPE QUITO-ECUADOR
MAYO 1995**

1. INTRODUCCION

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica a través del IIFIUC ha desarrollado en el área de prevención y mitigación de desastres naturales diversos estudios y actividades, algunos de los cuales se detallan a continuación:

- a) De Enero de 1992 a Abril de 1994 Mera, Argudo, Freire y Villacrés con el auspicio de UNDRO/DHA y la Junta Provincial de Defensa Civil del Guayas, desarrollaron el proyecto "Vulnerabilidad Sísmica de Edificios Importantes de Guayaquil" (referencia 1).
- b) En Mayo de 1994, Argudo y Yela presentaron en las VIII Jornadas Nacionales de Ingeniería Estructural el estudio: "Microzonificación Sísmica de Guayaquil" (referencia 6). El cual es un componente del proyecto preparado para UNDRO/DHA (referencia 1), aquí empleado para estimar a priori la vulnerabilidad de los hospitales considerando las características dinámicas del suelo en el sitio.
- c) En Mayo de 1994 el IIFI-UC participa en el seminario sobre "Vulnerabilidad de la infraestructura hospitalaria, en Guayaquil, organizado por la OPS, dirigido al personal hospitalario encargado del manejo de las emergencias.
- d) En Julio de 1994 durante el Seminario: "Seguridad Ambiental y Vulnerabilidad ante Catástrofes" organizado por el Parlamento Andino, el IIFI-UC presenta una ponencia sobre reducción de la vulnerabilidad estructural y no estructural en la infraestructura del sector salud.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE HOSPITALES EN GUAYAQUIL

- 1) Reducir las pérdidas de vidas y los daños materiales en la infraestructura hospitalaria de Guayaquil frente a los desastres naturales.
- 2) Capacitar al personal que labora en los hospitales en la gestión y ejecución de planes de emergencia que incluyan la información sobre la vulnerabilidad estructural y no estructural de las edificaciones obtenida por este proyecto.
- 3) Continuar y profundizar los estudios del IIFIUC sobre prevención y mitigación de desastres en el escenario de los hospitales de Guayaquil.

3. METAS DEL PROYECTO

- 1) Evaluar la vulnerabilidad estructural de dieciséis hospitales públicos y de beneficencia de Guayaquil.
- 2) Formular medidas estructurales y no estructurales para la reducción de la vulnerabilidad de éstas instalaciones y la mitigación de probables desastres.
- 3) Organizar, bajo la supervisión de la OPS, con la frecuencia requerida: reuniones, seminarios, conferencias, eventos, en general que permitan capacitar a los recursos humanos del sector salud involucrados en el manejo de las emergencias en la gestión y ejecución de planes de emergencia que involucren la variable vulnerabilidad estructural y no estructural.
- 4) Coordinar conjuntamente con la Defensa Civil, Ministerio de Salud, Hospitales, y demás instituciones relacionadas con los objetivos de este proyecto las diversas actividades de difusión y capacitación.
- 5) Preparar y publicar para Noviembre de 1995, un documento final que recopile los resultados, experiencias y conclusiones de éste proyecto.

4. CENSO Y SELECCION DE HOSPITALES PARA SU ESTUDIO.

Como primer paso, se ejecuta el censo de 21 hospitales y clínicas preseleccionadas a partir de los estudios de Microzonificación Urbana del IIFIUC (referencias 9 y 10).

El censo tiene por finalidad recopilar información sobre variables arquitectónicas, estructurales, sobre la organización y administración de los hospitales. Los resultados del censo se ilustran en los Cuadros 1, 2 y 3.

Los datos censados serán utilizados a lo largo del proyecto y en la fase inicial para la selección de los dieciséis hospitales del estudio de acuerdo con los siguientes criterios de selección:

- a) Preferir a los hospitales públicos y de beneficencia,
- b) Hospitales importantes por su tamaño y tipo de servicios, -
- c) Hospitales cuyas instalaciones puedan considerarse estratégicas durante el manejo de una emergencia,
- d) Tener un indicador de vetustez que denote daños arquitectónicos o estructurales en sus instalaciones,
- e) Tener un indicador de riesgo de resonancia que denote la posibilidad de que la estructura amplifique el tamaño de su respuesta frente a una sollicitación sísmica probable.

5. METODOLOGIA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

- 1) Se lleva a cabo el relevamiento estructural de cada hospital. Esto comprende:
 - a) La detección de fisuras o grietas en los elementos estructurales y no estructurales, la identificación de asentamientos en la cimentación, presencia de deformaciones excesivas en los elementos, desprendimiento del recubrimiento de los refuerzos, etc.
 - b) Las gestiones necesarias para conseguir los planos de los edificios (lo que se ha detectado que existen en su gran mayoría) y excepcionalmente, cuando los mismos no están disponibles la ejecución de un levantamiento arquitectónico en aquellas edificaciones.

Actualmente, (Abril 1995) el proyecto se encuentra en esta fase de gestión de planos.

- 2) Determinación experimental del período fundamental de vibración de los edificios de la muestra. Para el efecto se usará el equipo de adquisición de datos IDS Terratechnology y tres sismógrafos del proyecto Red de Sismógrafos de la Universidad Católica.
- 3) Verificación del rango de frecuencias predominantes del suelo donde se localizan los edificios de la muestra. Se hará uso de la siguiente información:
 - a) Estudios de microzonificación sísmica, previamente desarrollados por el IIFTUC.
 - b) Medición de microtrepidaciones del suelo mediante el uso del mismo sistema de adquisición de datos y tres sismógrafos de la Universidad Católica.
 - c) Registros acelerográficos proporcionados por la Red Nacional de Acelerógrafos de la Universidad Católica.
- 4) Experimentalmente se investigará la resistencia del hormigón y los refuerzos internos de la estructura. Para el efecto se utilizarán los siguientes equipos:
 - a) Un equipo de ultrasonido, un pacómetro y un esclerómetro; los que serán facilitados por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Guayaquil.
 - b) Un equipo para extracción de muestras "sacatestigos de hormigón" y un localizador de armaduras "microcubrímetro". Estos equipos serán donados por la OPS a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica.

Los testigos de hormigón serán sometidos a ensayos de compresión simple en el laboratorio de materiales de la Universidad Católica.

Los ensayos de extracción se realizarán con la colaboración de los hospitales, debido a que pequeñas reparaciones son necesarias luego de practicar este tipo de ensayo los elementos estructurales.

- 5) Definición de los eventos sísmicos: usando como referencia los estudios sobre el peligro sísmico de Guayaquil, se definirá el tamaño de los eventos sísmicos a ser utilizados en la evaluación de la vulnerabilidad estructural.

Se empleará la información generada en la actividad tres para la definición del contenido frecuencial del sismo.

- 6) Evaluación de la vulnerabilidad estructural. Mediante modelos matemáticos, los edificios serán analizados hasta establecer su vulnerabilidad estructural considerando los siguientes aspectos:
 - a) La geometría de los modelos estará definida por los planos y por la actividad uno.
 - b) Los modelos matemáticos serán calibrados con los datos experimentales obtenidos en las actividades 2, 3 y 4.
 - c) Se estudiará el comportamiento elástico de las estructuras bajo la acción de los sismos definidos en la actividad 5.
 - d) Un modelo matemático que analice el comportamiento inelástico de la estructura más crítica se analizará, para obtener información sobre el comportamiento de la estructura en la vecindad a la falla (referencia 11).
 - e) Se establecerán los niveles de seguridad y grado de vulnerabilidad de las estructuras analizadas.

6. FORMULACION DE LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES PARA REDUCIR VULNERABILIDAD.

Las estructuras que no posean un comportamiento estructural satisfactorio requerirán de la formulación de medidas estructurales, tales como un reforzamiento local o general, parcial o total de la estructura. Aspectos que se analizarán a partir de la interpretación de los resultados obtenidos en la actividad seis.

Para todas las estructuras estudiadas será posible establecer un conjunto de medidas no estructurales de carácter general o individual, de fácil manejo y aplicación que sirvan para prevenir posibles fallas en el servicio que el hospital deba prestar durante las emergencias y mitigar posibles pérdidas de bienes y servicios en sus instalaciones.

7. CAPACITACION DEL PERSONAL DE LOS HOSPITALES.

Esta constituye una actividad importante y fundamental que se prevee realizar de manera intensa con la participación de todas las instituciones relacionadas con el subproyecto (ver objetivos y metas, secciones dos y tres).

La capacitación del personal de los hospitales es el mecanismo a través del cual se transfieren y difunden los conocimientos adquiridos. También permite compartir experiencias interinstitucionales y multidisciplinarias en procura de una efectiva consideración de las variables introducidas por los desastres naturales en el manejo de las emergencias.

8. ACTIVIDAD SEMILLA PARA PROYECTO DE REFORZAMIENTO

Estudios previos (referencia 7) permiten concluir a priori, que el Hospital Guayaquil requeriría de un reforzamiento de su estructura dado el avanzado grado de deterioro y elevada vulnerabilidad que posee.

Se plantea motivar a los responsables del manejo del hospital para que inicien un proyecto de reforzamiento sobre las bases de las conclusiones de este estudio y sus precedentes.

Un proyecto de reforzamiento requiere de inversiones que escapan del alcance de éste proyecto, no obstante se pretende dejar sembrada una semilla a favor de futuras investigaciones.

La investigación semilla consiste en contratar una prospección geotécnica del subsuelo con recuperación de muestras a distintas profundidades, lo que permitiría investigar posteriormente no solamente los parámetros estáticos (lo que se requiere en su momento para el diseño de las cimentaciones) sino también los parámetros dinámicos del subsuelo hasta profundidades mayores a 60 metros.

9. REFERENCIAS

- 1) Vulnerabilidad Sísmica de Edificios Importantes de Guayaquil. Mera Walter, Argudo Jaime, Freire Alfredo, Villacrés Alex. Publicación Inédita de UNDRO/DHA.
- 2) Metodología para la Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de Escuelas y Bibliotecas en Guayaquil. Argudo Jaime, Bravo Fausto, Yela Rommel. Publicación de la Oficina de Asuntos Educativos de La OEA, Revista La Educación, Septiembre 1993.

- 3) Vulnerabilidad Sísmica de Guayaquil: Determinación de los Periodos de Vibración de Estructuras y de Suelos usando la Medición de la Vibración Ambiental; Riesgo de Resonancia. Red Nacional de Acelerógrafos para Movimientos Fuertes del Terreno". Mera Walter, memorias del Seminario Internacional de Microzonificación y su Aplicación al Plancamiento Urbano para Mitigación de Desastres (CISMID, Julio de 1991).
- 4) Determinación Experimental de Periodos de Vibración de Edificios y Suelos de Guayaquil, para estimación de Vulnerabilidad Sísmica. Argudo Jaime, Curso Internacional: Uso de Información de Peligros Naturales en la Preparación de Proyectos de Inversión (CISMID, Octubre de 1992).
- 5) Análisis Espectral de Acelerogramas de Movimientos Fuertes del suelo y estructuras. Villacrés Alex, Tesis de Grado de Ingeniería Civil (Universidad Católica de Guayaquil, Mayo de 1993). Director: Mera Walter.
- 6) Microzonificación Sísmica de Guayaquil. Argudo Jaime y Yela Rommel, Memorias de las VIII Jornadas Nacionales de Ingeniería Estructural, Universidad Central del Ecuador, Mayo de 1994.
- 7) Reducción de la Vulnerabilidad Sísmica de Hospitales y Clínicas de Guayaquil. Memorias del Seminario sobre Seguridad Ambiental y Vulnerabilidad ante Catástrofes, Parlamento Andino, Ambato - Ecuador, Julio de 1994.
- 8) Desastres, Planificación y Desarrollo: Manejo de Amenazas Naturales para Reducir los Daños. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente, OEA 1991.
- 9) Censo de las Edificaciones de un area representativa de la Ciudad de Guayaquil para fines del estudio de Vulnerabilidad Sísmica. Festerling Dieter, et al. Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica, 1991 Director: Alfredo Freire.
- 10) Microzonificación Urbana de Guayaquil para fines de Vulnerabilidad Sísmica. Alvarez Marcio, et al. (Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica, 1992). Director: Alfredo Freire.
- 11) Estudio comparativo entre las Metodologías de Diseño Sismoresistente en el Rango Elástico y una propuesta para Edificios de Hormigón Armado en el Rango Inelástico. Bravo Fausto, Yela Rommel. Tesis de Grado de Ingeniería Civil Universidad Católica de Guayaquil, Mayo de 1993). Director: Jaime Argudo.

CUADRO 1

CLASIFICACION DE HOSPITALES SEGUN SU TAMAÑO, FORMA Y OBSERVACIONES:

NOMBRE DEL HOSPITAL	NUMERO CAMAS	NUMERO EDIFIC.	UNION JUNTAS	OBSERVACIONES
1) LORENZO PONCE	1600	VARIOS	?	NO SE PERMITIO VER EDIFICIOS
2) LUIS VERNAZA	900	VARIOS	SI	ASENTAMIENTOS EN CONSULTA EXTER. VARIAS SUBSTRUCT. DEFINEN EDIFICIO
3) T.MALDONADO (IESS)	422	1	SI	PLANTA BAJA ANEXA CON MAYOR AREA
4) DEL NIÑO GUAYAQUIL	356	1	?	ESTRUCTURAS INDEPENDIENTES
5) A. VALENZUELA (NEUMOLOGICO)	326	19	NO	JUNTAS EN EDIFICIO ANTIGUO DE 2 PISOS
6) MATERNIDAD E. SOTOMAYOR	303	2	SI	ASENTAMIENTOS SOTANO INUNDADO
7) GUAYAQUIL	240	1	PB	REFORZAMIENTO CON PERFILES DE ACERO
8) ALEJANDRO MANN	216	1	NO	ANEXO EN CONSTRUCCION
9) LEON BECERRA	100	1	SI	AREA=14.000 M2
10) ONCOLOGICO NACIONAL(SOLCA)	124	1	?	
11) DANIEL RODRIGUEZ (INFECTOLOGIA)	80	1	NO	ESTRUC. TANQUE AGUA CON GRIETAS ESTRUC.
12) DERMATOLOGICO	55	1	NO	CUBIERTA DE CAPILLA POR EVALUAR
13) INFANTIL DEL GUASMO	40	1	SI	ESTRUCTURA INDEPENDIENTE
HOSPITALES MILITARES Y DE POLICIA:				
1) MILITAR	?	?	?	NO SE DIO INFORMAC.
2) NAVAL	150	1	?	PLANTA BAJA ANEXA CON MAYOR AREA
3) POLICIA NACIONAL # 2	120	1	SI	ACTUALMENTE 50 CAMAS HABILITADAS
CLINICAS PRIVADAS:				
1) KENNEDY	156	2	SI	13.000 M2
2) ALCIVAR	60-75	2	?	EDIFICIOS INDEPEN. 75 CAMAS DURANTE EMERGENCIAS.
3) PANAMERICANA	24	1	NO	EDIFICIO VECINO ADOSADO A CLINICA
4) ALBORADA	17	1	NO	NINGUNA.
5) GUAYAQUIL	?	?	?	NO SE DIO INFORMAC.

CUADRO 2A

CLASIFICACION DE HOSPITALES SEGUN SU IMPORTANCIA:

NOMBRE DEL HOSPITAL	SERVICIO EMERGENCIAS	CUIDADOS INTENSIV.	CIRUGIA QUIROFA.	HELIPUERTO	TIPO
1) LUIS VERNAZA	SI	SI	SI	SI	A
2) T.MALDONADO (IESS)	SI	SI	SI	SI	A
3) GUAYAQUIL	SI	SI	SI	AREA DISPONIBLE	A
4) ONCOLOGICO NACIONAL (SOLCA)	SI	SI	SI	AREA DISPONIBLE	A
5) DEL NIÑO GUAYAQUIL	SI	SI	SI	NO	A
6) MATERNIDAD E.SOTOMAYOR	SI	SI	SI	NO	A
7) INFANTIL DEL GUASMO	SI	SI	SI	SI	A
8) ALEJANDRO MANN	SI	SI	SI	NO	A
9) LEON BECERRA	SI	NO	SI	NO	A
10) A. VALENZUELA (NEUMOLOGICO)	SI	NO	LIMITADO	AREA DISPONIBLE	A
11) LORENZO PONCE	SI	SI	NO	SI	B
12) DANIEL RODRIGUEZ (INFECTOLOGIA)	NO	SI	SI	NO	B
13) DERMATOLOGICO	NO	NO	NO	NO	C
HOSPITALES MILITARES Y DE POLICIA:					
1) MILITAR	?	?	?	?	A
2) NAVAL	SI	SI	SI	SI	A
3) POLICIA NACIONAL # 2	SI	SI	SI	NO	A
CLINICAS PRIVADAS:					
1) KENNEDY	SI	SI	SI	NO	A
2) ALCIVAR	SI	SI	SI	NO	A
3) PANAMERICANA	SI	SI	SI	NO	A
4) ALBORADA	SI	SI	SI	NO	A
5) GUAYAQUIL	?	?	?	?	?

CUADRO 2B

CLASIFICACION DE HOSPITALES SEGUN VETUSTEZ, TIPO PISO, PAREDES Y CUBIERTA.

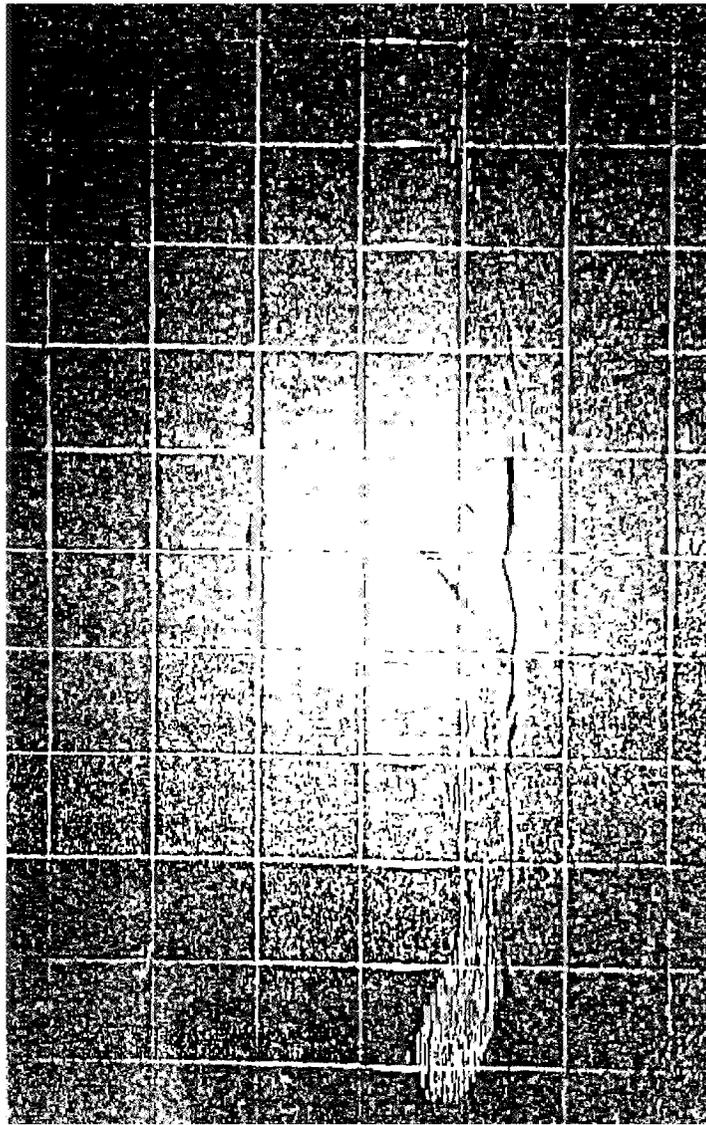
NOMBRE DEL HOSPITAL	VETUSTEZ	TIPO PISO	TIPO PAREDES	TIPO CUBIERTA
1) GUAYAQUIL	4	H.A.	MAMPOSTERIA	H.A.
2) ALEJANDRO MANN	4	MADERA	MAMPOSTERIA	ZINC
3) DANIEL RODRIGUEZ (INFECTOLOGIA)	4	H.A.	MAMPOSTERIA	ETERNIT
4) LUIS VERNAZA	2, 3 Y 4	H.A.	MAMPOSTERIA	H.A.
5) A. VALENZUELA (NEUMOLOGICO)	2, 3 Y 4	H.A.	MAMPOSTERIA	ETERNIT
6) T.MALDONADO (IESS)	3	H.A.	MAMPOSTERIA	H.A.
7) DERMATOLOGICO	3	H.A.	MAMPOSTERIA	ETERNIT
8) INFANTIL DEL GUASMO	3	H.A.	MAMPOSTERIA	H.A.
9) LORENZO PONCE	?	H.A.	MAMPOSTERIA	ETERNIT
10) MATERNIDAD E.SOTOMAYOR	2	H.A.	MAMPOSTERIA	ETERNIT
11) LEON BECERRA	2	H.A.	MAMPOSTERIA MUROS	ETERNIT ZINC
12) DEL NIÑO GUAYAQUIL	1	H.A.	MAMPOSTERIA MUROS	H.A.
13) ONCOLOGICO NACIONAL (SOLCA)	1	H.A.	MAMPOSTERIA MUROS	H.A.
HOSPITALES MILITARES Y DE POLICIA:				
1) MILITAR	?	?	?	?
2) NAVAL	1	?	?	?
3) POLICIA NACIONAL # 2	1	H.A.	MAMPOSTERIA	H.A.
CLINICAS PRIVADAS:				
1) ALBORADA	3	H.A.	MAMPOSTERIA	H.A.
2) KENNEDY	1	H.A.	MAMPOSTERIA	H.A.
3) PANAMERICANA	1	H.A.	MAMPOSTERIA MUROS	H.A.
4) ALCIVAR	1	H.A.	MAMPOSTERIA MUROS	H.A.
5) GUAYAQUIL	?	?	?	ETERNIT ?

CUADRO 3

CLASIFICACION DE HOSPITALES SEGUN SU NUMERO DE PISOS, TIPO DE ESTRUCTURA, DE SUELO Y RIESGO DE RESONANCIA:

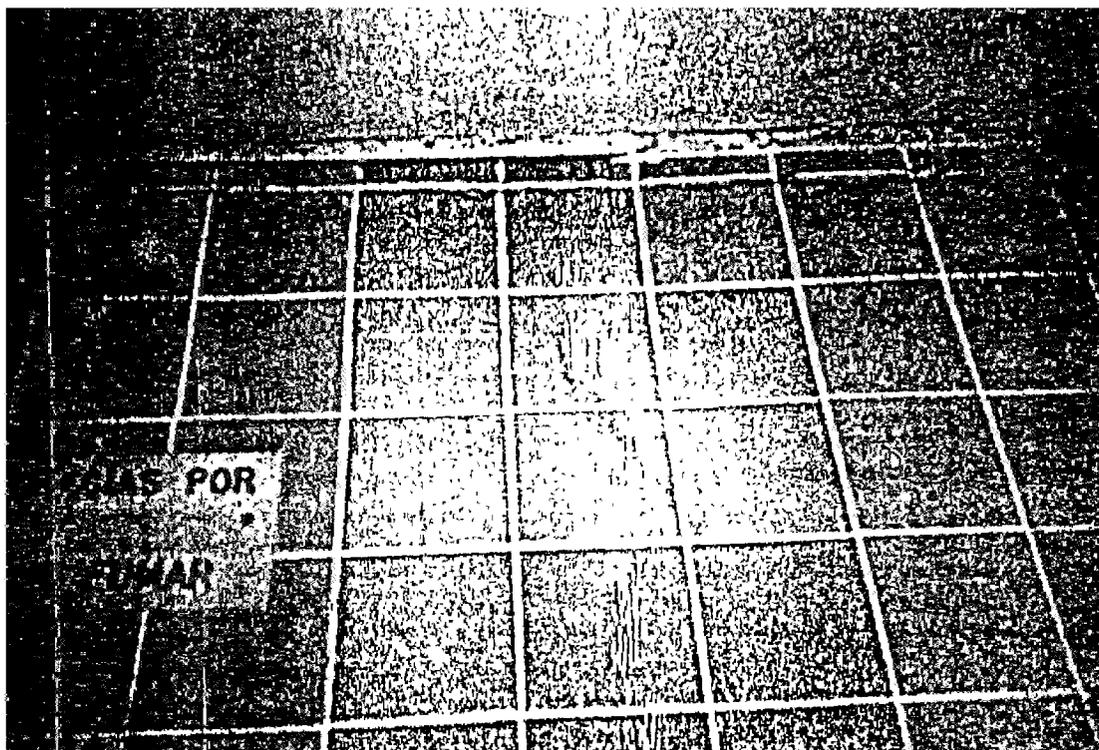
NOMBRE DEL HOSPITAL	NUMERO PISOS	TIPO ESTRUCT.	TIPO SUELO	RIESGO RESONANCIA
1) GUAYAQUIL	8 + SOTANO	H.A.	SUAVE	ALTO
2) LUIS VERNAZA	2, 3 o 4	H.A.	RIGIDO	ALTO
3) ONCOLOGICO NACIONAL (SOLCA)	6	H.A.	SUAVE TRANSICION	ALTO
4) A. VALENZUELA (NEUMOLOGICO)	1 o 2	H.A.	RIGIDO	ALTO
5) DEL NIÑO GUAYAQUIL	6	H.A.	SUAVE	INTERMEDIO
6) T. MALDONADO (IESS)	4	H.A.	SUAVE	INTERMEDIO
7) LORENZO PONCE	1 o 2	H.A.	RIGIDO TRANSICION	INTERMEDIO
8) MATERNIDAD E. SOTOMAYOR	2 o 3	H.A.	SUAVE	BAJO
9) LEON BECERRA	3	H.A.	SUAVE	BAJO
10) ALEJANDRO MANN	2	MADERA REF. ACERO	SUAVE	BAJO
11) DANIEL RODRIGUEZ (INFECTOLOGIA)	1	H.A.	SUAVE TRANSICION	BAJO
12) DERMATOLOGICO	1	H.A.	SUAVE	BAJO
13) INFANTIL DEL GUASMO	1	H.A.	SUAVE TRANSICION	BAJO
HOSPITALES MILITARES Y DE POLICIA:				
1) MILITAR	?	?	SUAVE TRANSICION	?
2) NAVAL	(?) 7 (?) SOTANO	?	SUAVE	ALTO
3) POLICIA	5	H.A.	SUAVE TRANSICION	INTERMEDIO
CLINICAS PRIVADAS:				
1) ALCIVAR	4 o 9 (?) SOTANO	H.A.	SUAVE	INTERMEDIO O ALTO
2) PANAMERICANA	8 + SOTANO	H.A.	SUAVE	ALTO
3) KENNEDY	3 Y 5 + SOTANO	H.A.	SUAVE	INTERMEDIO
4) ALBORADA	3	H.A.	SUAVE	BAJO
5) GUAYAQUIL	?	?	SUAVE	?

HOSPITAL GENERAL LUIS VERNAZA



PABELLON DE CIRUGIA - AGRIETAMIENTO DE LA PARED ANTERIOR - VISTA FRONTAL

HOSPITAL GENERAL LUIS VERNAZA



PABELLON DE CIRUGIA - AGRIETAMIENTO EN LA PARTE SUPERIOR DE LA PARED