

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DEL HOSPITAL

DR. ANTONIO PATRICIO ALCALA

CUMANA, EDO SUCRE

ELABORADO POR:

Ing. José Grases

Ing. Alfonso Malaver

Geol. Carlos Giraldo, Asesor

Caracas, Mayo 1994

INDICE

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	i
1.- ANTECEDENTES	1
2.- INTRODUCCION	2
3.- UBICACION	4
4.- EVALUACION DE LAS AMENAZAS NATURALES EN EL AREA DEL HOSPITAL	4
4.1.- Terremotos	6
4.2.- Maremotos	13
4.3.- Huracanes	14
4.4.- Inundaciones	15
4.5.- Otras Amenazas	15
5.- AREA DE INFLUENCIA DEL HOSPITAL	16
6.- DESCRIPCION GENERAL DEL HOSPITAL	16
6.1.- Identificación	17
6.2.- Descripción del Hospital	18
7.- ORGANIZACION, PERSONAL ACTIVO DEL HOSPITAL Y NUMERO DE PACIENTES	23
7.1.- Organización	23
7.2.- Personal Activo del Hospital	24
7.3.- Número de Pacientes	26
8.- SITIO, SERVICIOS Y RIESGOS LOCALES	26
8.1.- Sitio	26
8.2.- Servicios	26
8.3.- Riesgos Locales	27

9.- SERVICIOS ELECTRICOS, MECANICOS Y SUMINISTROS	28
9.1.- Servicios Eléctricos	28
9.2.- Servicios Mecánicos	28
9.3.- Servicios de Suministros	29
10.- ESTRUCTURA DE LAS EDIFICACIONES	30
10.1.- Edificio Principal	30
10.2.- Edificios Anexos	33
10.3.- Edificio Unidad de Oncología	34
11.- RIESGO DE INCENDIO Y MEDIDAS PREVENTIVAS	35
12.- RUTAS DE EVACUACION O ESCAPE	35
13.- PREVISIONES PARA CASOS DE EMERGENCIA	36
14.- RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD	36
15.- REFERENCIAS	41
FOTOS	42
APENDICES	56

RESUMEN EJECUTIVO

En este Informe se presentan los resultados de la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad funcional y estructural del Hospital Dr. Antonio Patricio Alcalá a las amenazas naturales, con énfasis en los terremotos.

La zona correspondiente a la falla de El Pilar se encuentra en las inmediaciones del Edificio Principal. Los estudios de campo efectuados deben ser complementados con perfiles sísmicos a fin de ubicar con precisión la traza de la falla principal.

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 el Código Sísmico vigente en Venezuela. A tal fin se recomienda la ejecución de un conjunto de medidas, las cuales se indican en la Sección 14 de este Informe. Entre los aspectos que requieren verificación analítica, así como medidas prácticas de muy bajo costo/beneficio, destacan las siguientes:

- i. Análisis de la confiabilidad estructural del Edificio Principal para determinar si es necesario reforzarlo para adecuarlo a las exigencias prescritas en las Normas Sísmicas vigentes.

- ii. Evaluación de los planos, cálculos y estudio de suelos del Edificio de la Unidad de Oncología para determinar las causas del agrietamiento actual y las acciones correspondientes.
- iii. Evaluación cuantitativa de la seguridad a sismos de las demás edificaciones del Hospital para determinar su grado de vulnerabilidad ante los sismos.
- iv. Elaboración de planes de contingencia e instalación de los correspondientes sistemas de apoyo para situaciones de emergencia.

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DEL HOSPITAL**DR. ANTONIO PATRICIO ALCALA, CUMANÁ****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 del 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 25 años han afectado un total cercano a las 120 instalaciones hospitalarias y/o centros de salud en 9 países diferentes, una quinta parte de los cuales colapsaron o sufrieron daños irreparables, con una pérdida total estimada en exceso de 10.000 camas hospitalarias; esto es consecuencia de la vulnerabilidad de algunas de esas instalaciones a las acciones sísmicas. La experiencia en sismos pasados ha demostrado que las acciones preventivas pueden reducir sustancialmente los daños en esas instalaciones, 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.

De acuerdo al mapa de distribución mundial de amenazas naturales, la región nororiental del país, donde está ubicada la ciudad de Cumaná, es susceptible de ser afectada por diversos fenómenos de origen geológico y meteorológico.

2.- INTRODUCCION

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

La evaluación cualitativa de la vulnerabilidad arroja información sobre acciones que, de modo general, pueden agruparse en la forma siguiente: (i) acciones de muy bajo costo/beneficio, las cuales usualmente permiten reducir sustancialmente la vulnerabilidad funcional (por ejemplo colocando un dispositivo de fijación a las bombonas de gas que se muestran en la Foto 1); (ii) acciones relacionadas a eventuales intervenciones en el sistema estructural portante, cuya decisión generalmente requiere estudios adicionales.

El primer grupo de acciones tiene por finalidad asegurar la operatividad, particularmente para eventos de pequeña a moderada intensidad; su costo y planificación, puede incorporarse a las acciones preventivas propias del Servicio de Mantenimiento.

El segundo grupo está esencialmente condicionado por la información disponible: la ausencia de planos estructurales y memoria de cálculo - lo cual es frecuente-, así como la falta de estudios geotécnicos y de peligrosidad de las amenazas naturales, constituye un serio limitante para emitir un veredicto razonablemente riguroso sobre la confiabilidad estructural, que es el complemento de la probabilidad de falla. En el caso particular de los sismos y en ausencia de toda o de parte de la información anterior, la evaluación de la seguridad reposa fundamentalmente en criterios más generales, entre los cuales destacan los siguientes:

- (a) El eventual riesgo de inestabilidad del subsuelo bajo las acciones sísmicas previsibles, en particular la probabilidad condicional de falla por licuefacción; si esta probabilidad excede valores del orden del 10% al 20% bajo los sismos de diseño, el sistema de fundación pasa a tener una importancia predominante.
- (b) El esfuerzo medio en los elementos estructurales portantes bajo las cargas permanentes; es decir, el cociente entre el peso total de la edificación y el área de los elementos portantes.
- (c) El desempeño constatado durante sismos intensos de edificaciones con sistemas portantes similares, de geometría y esbelteces comparables, diseñados con criterios semejantes; por esta razón resulta importante

conocer la fecha y las hipótesis adoptadas en el proyecto original.

De lo anterior queda claro que, en ausencia de información adecuada, la incertidumbre en el pronóstico sobre el desempeño estructural es mayor.

3.- UBICACION

El Hospital Dr. Antonio Patricio Alcalá está ubicado en la Calle Bolívar, 7a. transversal, de Cumaná (Edo. Sucre). La distancia del hospital a la línea de costa del Barrio Caigüire Abajo es de unos 800 metros. En la Figura 1 se presenta la ubicación relativa del hospital.

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

La ciudad de Cumaná está ubicada a los $10,47^{\circ}$ N de latitud y $64,20^{\circ}$ W de longitud geográfica, al noreste de Venezuela. La región se encuentra en un área susceptible de ser afectada por diversos fenómenos de origen geológico y meteorológico. En este estudio se consideran fundamentalmente las tres siguientes: terremotos, maremotos y huracanes. Las incertidumbres en el pronóstico sobre la frecuencia e intensidad de estos fenómenos naturales, es un hecho reconocido y, de aquí, el nombre de amenazas naturales.

4.1.- Terremotos

4.1.1.- Geología de Fallas Activas

4.1.1.1.- General

En este Capítulo se presentan los resultados de la inspección geológica en el área donde está construido el Hospital Dr. Antonio Patricio Alcalá. El objetivo primordial de dicha inspección fué el de identificar, previo análisis de fotografías aéreas, evidencias de actividad reciente de fallas como es el caso de la falla activa dextral de El Pilar (Figura 2).

La falla de El Pilar ha sido considerada por diversos autores (Schubert, 1979; Soulas, 1986; Beltrán y Giraldo, 1988), como el límite principal entre las placas del Caribe y de América del Sur, las cuales se desplazarían a una velocidad promedio de 1 a 2 cm/año. A manera de comparación, se puede mencionar como referencia que la velocidad de la falla de San Andrés en California (U.S.A.), en promedio es del orden de 3 a 5 cm/año.

La falla de El Pilar se continúa hacia el oeste, a lo largo de la falla de San Sebastián, mientras que hacia el este se conecta con el sistema de Los Bajos-El Soldado (Beltran, 1993; ver Figura 2).

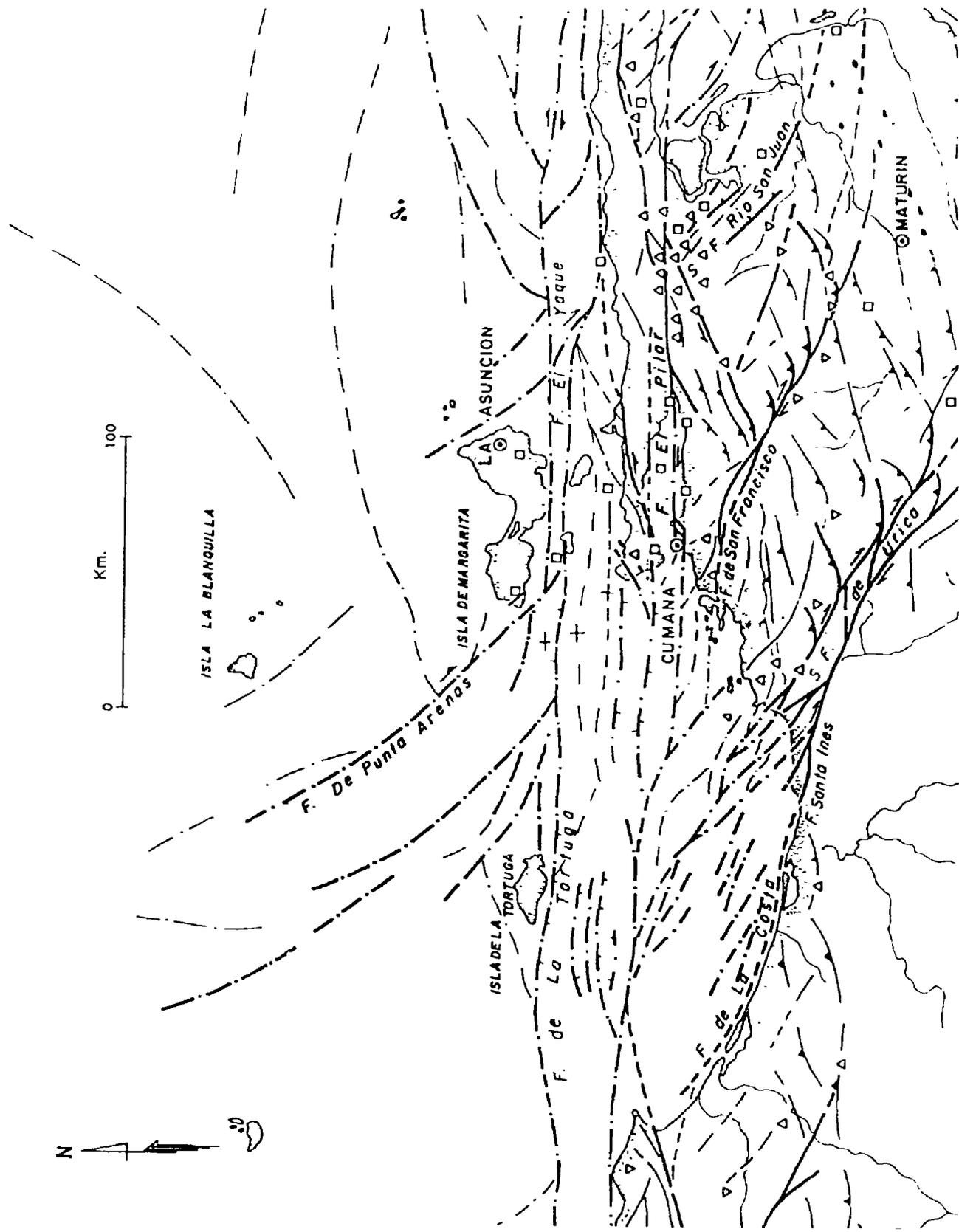


FIGURA 2 REGION ORIENTAL, MAPA NEOTECTONICO DE VENEZUELA

4.1.1.2.- Consideraciones Locales

Los Cerros de Caigüire son un clásico ejemplo de estructura transpresiva, localizada entre dos fallas dextrales, de orientación este-oeste, y activas durante el cuaternario (últimos 2 Millones de años). Dichas fallas dextrales, pertenecen al sistema de fallas de El Pilar, el cual sería entonces responsable del levantamiento, como lo son las formaciones Caigüire y Cumaná. ambas pertenecientes al Pleistoceno.

El ramal más septentrional de la zona de fallas de El Pilar, se estudió en el campo y su cartografía se muestra en la Figura 3, en la cual su traza se indica con un margen de error de unos ± 70 m. Tal como se indica en dicha figura, este ramal se sigue desde el borde norte de la "Terraza" de Corporiente, hasta el cementerio de Caigüire. De esta forma, este ramal afectaría el área ubicada inmediatamente al sur del Edificio Principal (Fotos 2 y 3).

Sin embargo, el alto grado de urbanismo no ha permitido detectar evidencias concluyente de fallamiento reciente en este sector, por lo cual se recomienda:

- i) Realizar un vuelo en helicóptero, con el fin de observar en vista oblicua el área de interés, y;

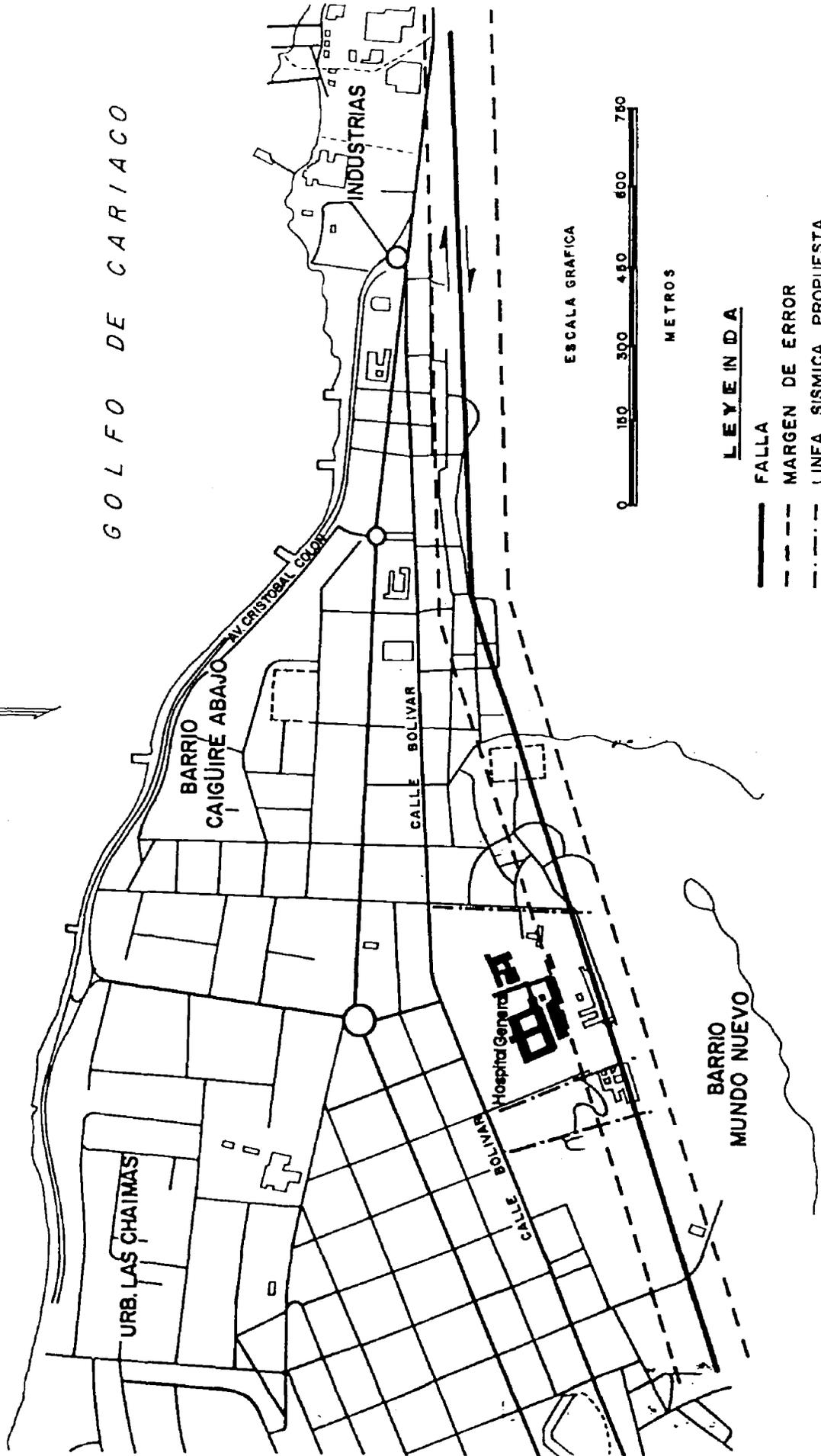
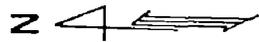


FIG. 3 ZONA DE FALLAS DE EL PILAR

ii) Realizar un levantamiento sísmico de refracción, tal como se muestra en la Figura 3 y Foto 2; de esta manera, se puede concluir con mayor precisión acerca de la existencia de fallamiento activo en las inmediaciones del Edificio Principal.

4.1.1.3.- Consideraciones Sismotectónicas

El segmento de la falla de El Pilar comprendido entre Corporiente y el Cementerio de Caigüire, parece ser parte de una terminación en "cola de caballo" (Figura 4), lo cual implicaría:

- Una disminución de la velocidad del desplazamiento;
- Un aumento de la componente inversa, y;
- La probabilidad de que dicho segmento se comporte a manera de un "Blind Thrust" (cabalgamiento ciego), lo cual significaría que el fallamiento no se propague hasta la superficie; en dicho caso, a nivel superficial sólo se esperaría una flexión, con el bloque levantado al sur y el deprimido al norte (Figura 4), con un desnivel no mayor que un metro.

La ejecución de un estudio de refracción sísmica permitirá confirmar o no, el comportamiento tipo "Blind Thrust" de este segmento de la falla de El Pilar.

Por último, si se admite que el terreno de 1929 estuvo asociado al ramal de la falla de El Pilar que se extiende desde el flanco norte de los cerros de

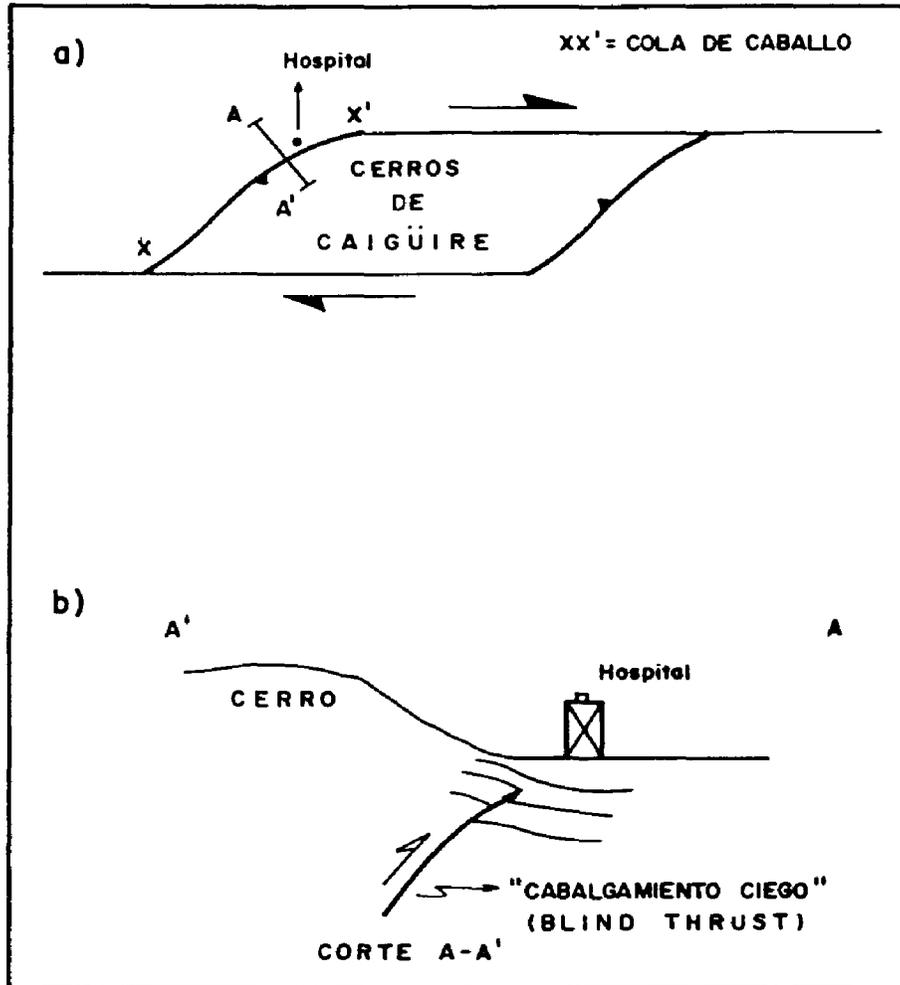


FIG. 4 ESQUEMA DONDE SE MUESTRA LA TERMINACION EN "COLA DE CABALLO" (a) Y EL COMPORTAMIENTO TIPO "BLIND THRUST" (b)

Caigüire hasta Casanay, entonces la probabilidad de que el próximo sismo de magnitud similar ocurra en el segmento que proviene desde Cabo Córdoba, o en el que se localiza al este de Casanay, es mayor.

4.1.2.- Peligro Sísmico

En tiempos históricos el área de Cumaná ha sido afectada por sismos destructores, entre los cuales destacan los cinco que se anotan en la Tabla 1 (Singer et al. 1983).

TABLA 1

SISMOS DESTRUCTORES QUE HAN AFECTADO EL AREA DE CUMANA

FECHA	MAGNITUD RICHTER (*)	EFFECTOS
1530-09-01	(> 6,1)	Destrucción del fuerte de Cumaná; maremotos.
1684-05-04	--	Daños importantes y ruina de edificaciones.
1766-10-21	(7,9)	Sentido en un área muy extensa. Réplicas durante un año.
1853-07-15	(6,8)	Destrucción en Cumaná; maremoto.
1929-01-17	6,9	Destrucción y víctimas en Cumaná; maremoto.

(*) Magnitud () inferidas de Intensidades de Mercalli

De acuerdo a los estudios de peligrosidad sísmica, el oriente de Venezuela es la zona más amenazada del país, con aceleraciones máximas del terreno en el rango de 0,30 a 0,37 g con períodos de retorno del orden de 4 a 5 siglos (COVENIN, 1982).

4.2.- Maremotos

La existencia de fallas geológicas submarinas activas en la costa oriental de Venezuela, ha sido inferida a partir de la ubicación instrumental de focos sísmicos y de consideraciones sobre el tectonismo activo en áreas secas adyacentes. Tal presencia, así como eventuales deslizamientos submarinos generados por sismos con epicentro cercano, puede dar lugar a meremotos o tsunamies. De hecho, la descripción más antigua conocida de un maremoto en América corresponde al sismo que afectó Nueva Córdoba (hoy Cumaná), el primero de Septiembre de 1530 (Tabla 1).

Es sabido que la intensidad de estos fenómenos está influenciada por la topografía submarina cercana a la costa y por la configuración de esta última.

De acuerdo a la interpretación del registro histórico conocido, en el oriente venezolano cabe esperar perturbaciones tsunamigénicas con alturas medias de ola, en la línea de costa, del orden de 1,5 a 2 m cada 60 años, y alturas triples cada 2 a 3 siglos aproximadamente.

Las instalaciones del hospital aquí analizado se encuentran suficientemente alejadas de la línea de costa, razón por la cual el riesgo de que sean afectadas por un maremoto local se considera remoto.

4.3.- Huracanes

Aparte de la tormenta que en Febrero de 1943, cerca de las Azores, amenazó el exitoso retorno del primer viaje de Colón al nuevo continente, durante su segundo viaje, el descubridor sufrió los efectos de por lo menos dos tormentas tropicales en el Caribe en Julio de 1494 y en Octubre de 1495.

En su gran mayoría las trayectorias de tales tormentas se desplazan por latitudes más norteañas que las de las costas venezolanas. No obstante, ocasionalmente han afectado estas costas, tal como se indica en la Tabla 2.

TABLA 2

HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES QUE HAN AFECTADO O PASADO CERCA DEL ORIENTE DE VENEZUELA (1531-1974)

FECHA	BREVE DESCRIPCION DE EFECTOS
- 1541	Destrucción de Cubagua por vientos huracanados.
Octubre 1892	Daños en costa norte de Margarita y norte de Paraguaná por tormenta tropical
Junio 1933	Huracán destructor en los Estados Sucre y Nueva Esparta, daños en localidades del Estado Monagas y en Margarita.
Agosto 1974	Tormenta tropical que cruzó los Golfos de Paria y Cariaco; siguió en dirección oeste hasta la Barra de Maracaibo.

No se dispone de suficiente información como para establecer recurrencias medias de huracanes en el área de Cumaná. Conservadoramente, pueden suponerse de 8 a 10 tormentas tropicales por siglo; una de cada 4 ó 5 de ellas con intensidades de viento huracanados ($v > 118$ km/hora).

4.4.- Inundaciones

No se poseen estadísticas sobre el riesgo de inundaciones en el área. Por la topografía local, éstas no parecen representar una amenaza mayor para el Edificio Principal del Hospital.

4.5.- Otras Amenazas

Deslizamientos

El Hospital está ubicado en una zona plana con la presencia de una colina al sur; por su separación ésta no parece representar una amenaza por inestabilidad de sus laderas. No obstante, se tiene conocimiento de deslizamientos en el flanco norte del Cerro Caigüire, a raíz del terremoto de 1929 y por causas no relacionadas a terremotos en 1978 (Singer, Rojas y Lugo, 1983).

Volcanes

El oriente de Venezuela no es zona volcánica.