

útil de las instalaciones, con el objetivo de desarrollar un nuevo mapa de zonificación sísmica con fines de Ingeniería para Venezuela y sustituir el vigente de la Norma COVENIN 1756-82.

De acuerdo con esta información, ciudades importantes del país se encuentran en la zona de mayor amenaza sísmica (zona 4): Caracas, Barquisimeto, San Cristóbal, Mérida, Cumaná; en zona 3: Puerto La Cruz-Barcelona, Valencia y Maracay. De igual manera, el sistema de autopistas y carreteras más importante del país se desarrolla en la zona norte costera y en la zona de los Andes Venezolanos, coincidiendo con la zona de mayor concentración de riesgos geológicos. Los aeropuertos nacionales e internacionales del país se encuentran ubicados en esta región.

Según información suministrada por profesionales del Departamento de ciencias de la Tierra, en el caso de Venezuela, la zona más vulnerable a las amenazas geológicas, es el área metropolitana de Caracas. Las principales causas son: 1.) La litología, es decir, las características muy particulares de los materiales geológicos que afloran en la ciudad. El material más común, se ha identificado como "roca blanda". 2.) La construcción de estructuras en áreas de pendientes acentuadas 3 ) Las modificaciones inadecuadas de la topografía y la incorporación de grandes espesores de relleno. Esta amenaza se presenta en las zonas de colinas, tanto en las urbanizaciones formales como en las áreas de crecimiento espontáneos o barrios. En las zonas de barrios la situación se agrava por la mala calidad de los drenajes y la alteración de los naturales por superficies pavimentadas; es así como se conforman zonas de concentración de aguas que aumentan la velocidad de la corriente con la cual se activa y aún se agrava el proceso de los deslizamientos.

Se ha identificado claramente, que la época de mayor ocurrencia de deslizamiento y derrumbes coincide con los picos de la época de lluvias. Las estadísticas nacionales muestran un promedio de 25 muertes por año por esta causa; sin embargo, en el año 1993 se registraron más de 130 muertes.

En septiembre de 1993, ocurrió en Caracas el deslizamiento de una calle, en una urbanización de Caracas, una gran masa de tierra se desprendió causando grandes pérdidas al colapsar varias casas, no hubo pérdidas humanas, pero los costos de reparación del talud fueron significativos, el fenómeno se detectó con tiempo suficiente para desalojar. Sin embargo, el acceso principal a la zona se vió afectado por muchos meses. Otras zonas en donde se han identificado graves problemas de derrumbes y deslizamientos han sido en el estado Táchira, al suroeste del país donde un deslizamiento produjo el colapso de la tubería de aducción en el Rio Bobo y rio Queniquea del Acueducto Regional del Táchira, donde el evento destruyó mas del 60% de la infraestructura hídrica del estado Táchira y provocó el desabastecimiento de agua potable en el 70% de la población del Táchira por un lapso aproximado de un

año, también otros eventos de deslizamiento han colocado en emergencia zonas del estado Anzoátegui, en Puerto La Cruz y Barcelona.

## ALERTA DE RIESGOS GEOLOGICOS

En Venezuela, las investigaciones relacionadas con la “predicción tectónica” han sido llevadas a cabo, principalmente por: la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), la Universidad del Zulia (LUZ), la Escuela de Geología de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y el Ministerio de Energía y Minas (MEM). La predicción tectónica, según C. Schubert, (sf): “se ocupa de estudiar la magnitud, el tipo y cualquier otro parámetro tectónico de un terremoto que pueda ocurrir en una región cualquiera”.

## PREDICCIÓN FISICA

“Trata de determinar los tres factores (tiempo, sitio y magnitud) de un terremoto con base en el conocimiento de las leyes físicas que regulan los procesos sísmicos”. La predicción física en Venezuela, la lleva adelante principalmente FUNVISIS. Esta institución, cuenta desde el año 1978, con la Red de Estaciones Sismológicas y la Red de Estaciones Acelerográficas, con el fin de reconocer y estudiar las zonas capaces de generar terremoto en nuestro país, sus características y efectos. En cuanto a deslizamientos, FUNVISIS ha desarrollado e implantado el proyecto “Control Instrumental Preventivo en Deslizamiento de Tierra, a) En sitio poblado: urbanización Nueva Tacagua; y b) En sitio industrial: Planta Cantinas de LAGOVEN, ambos en el Distrito federal”.

## TERREMOTOS O SISMOS

<sup>5</sup> En Venezuela la sismicidad se reparte principalmente a lo largo de una ancha franja de unos 100 km. aproximadamente definida por los sistemas montañosos andinos, centrales y orientales.

Desde el punto de vista geodinámico, los tres sistemas orográficos mencionados corresponden al afrontamiento de dos placas tectónicas diferentes entre sí; éstas son la placa Caribe al norte y la placa de América del Sur al sur. El límite principal entre éstas dos placas tectónicas se efectúa a través del sistema de fallas dextrales de Boconó, San Sebastián y El Pilar. Como consecuencia del funcionamiento

---

<sup>5</sup> Acciones para la Mitigación de la Vulnerabilidad Sísmica de Hospitales en Venezuela. Grases et al. 1995.

dextral de este sistema de fallas, la placa del Caribe se desplaza hacia el oeste con respecto a la placa de América del Sur, generándose en este contacto de placa la mayoría de los sismos que han afectado el territorio venezolano.

La sismicidad de Venezuela está determinada, principalmente por las zonas de fracturamiento debidas a la interacción entre estas dos placas. En la actualidad se considera que el norte de Venezuela es parte del límite entre dichas placas. Según Carlos Schubert, el borde sur de la placa del caribe comprende una zona tectónicamente compleja, de aproximadamente 300 Km. De ancho, caracterizada por una serie de fallas complejas tanto en tipo como en orientación. Las cuatro zonas de fallas que producen la mayor parte de la sismicidad de Venezuela, están localizadas en la región septentrional. En esta región, se encuentran importantes centros industriales, las ciudades mayormente pobladas del país y habita aproximadamente el 80% de la población.

Este sistema de fallas convergentes y divergentes, a lo largo del cual se produce una parte significativa del desplazamiento relativo entre la placa del Caribe y la placa de América del Sur, está conformado por: 1) La falla de Oca, la cual se extiende en dirección este - oeste, desde la Sierra de Perijá, en el estado Zulia, en la región nor-occidental del país. 2) La falla de Boconó, proveniente desde el suroeste del país en la frontera con Colombia, atraviesa diagonalmente a los andes venezolanos en dirección noreste. 3) La falla de Morón, conocida también como falla de San Sebastián, se extiende a lo largo de la zona centro-costera atravesando el Litoral Central en dirección oeste - este. 4) La falla de El Pilar, como continuación de la anterior, se dirige hacia el oriente por entre los Golfos de Cariaco y de Paria hasta Trinidad. Alrededor de este sistema existen otras fallas menores; entre otras, Tácata, El Avila, La Victoria, Tacagua, Valera, Urica y San Francisco.

Caracas la capital de Venezuela está colocada en un extenso valle, formado por la falla de Tacagua, dependiente del sistema de fallas de la Victoria, El Pilar y San Sebastian, con la unión de la placa caribeña y la placa continental suramericana denominada placa del Pilar; incluye una zona de un nivel de peligrosidad elevado, con un 13% del área total del país, que alberga una porcentaje de aproximadamente el 35% de la población venezolana con un total de camas hospitalarias de 57,2% ubicadas en los terrenos de mayor riesgo de la zona metropolitana, en hospitales con deficiencias estructurales, derivados de sus ampliaciones desordenadas e improvisadas, sin las precauciones técnicas respectivas que aumentan la vulnerabilidad de las edificaciones

Su cordón de miseria y enorme explosión demográfica es común al de las demás ciudades de América Latina, la situación plantea riesgos sociales, económicos y culturales, para los residentes, invasores y en su mayoría inmigrantes, con bajo nivel cultural y analfabetismo, emplazamientos ilegales y peligrosos, frente a condiciones abismales de hacinamiento, pobreza extrema, saneamiento ambiental muy deficiente y condiciones mínimas de seguridad; lo cual los hace más vulnerables ante las amenazas potenciales que implican un grado de riesgo alarmante, la situación es inmanejable, los esfuerzos del gobierno no son suficientes, pues se diluyen ante una demanda cada vez mayor de servicios, la falta de criterio de los pobladores y la complacencia de las autoridades para permitir asentamientos en sitios peligrosos, es elocuente a pesar de los daños, las amenazas constantes y los desalojamientos forzosos.

Como en el resto de la América Latina, los peores niveles de pobreza se encuentran predominantemente en zonas áridas y laderas empinadas de las montañas y cerros ecológicamente vulnerables, expuestos a un peligro de sufrir peores calamidades, debido a sus viviendas endebles y otros factores de riesgo social, económico y cultural.

Venezuela está situada entre dos placas de litosfera: la del Caribe y la Suramericana. La sismicidad del país está determinada, principalmente por las zonas de fractura debidas a la interacción entre estas dos placas. El sistema de fallas convergentes y divergentes, a lo largo del cual se produce una parte significativa del desplazamiento relativo entre la placa del Caribe y la placa de América del Sur es el causante de la actividad sísmica del país. Si bien, la sismicidad de Venezuela ha sido catalogada de moderada a alta y ocasionalmente, se han generado terremotos destructores como el del 26 de marzo de 1812, cuya magnitud se cree haya sido de 8 grados en la escala de Richter, el cual ha sido considerado como el más destructivo registrado en la historia de Venezuela en los últimos cinco siglos, sin embargo, no es el riesgo sísmico, el más común o el que más produce daños.

Los riesgos de daños y destrucciones ligados a fenómenos geológicos de inestabilidad de laderas montañosas, de origen gravitacional, y relacionados o no con la actividad sísmica, presentan una gran incidencia socio-económica en Venezuela,

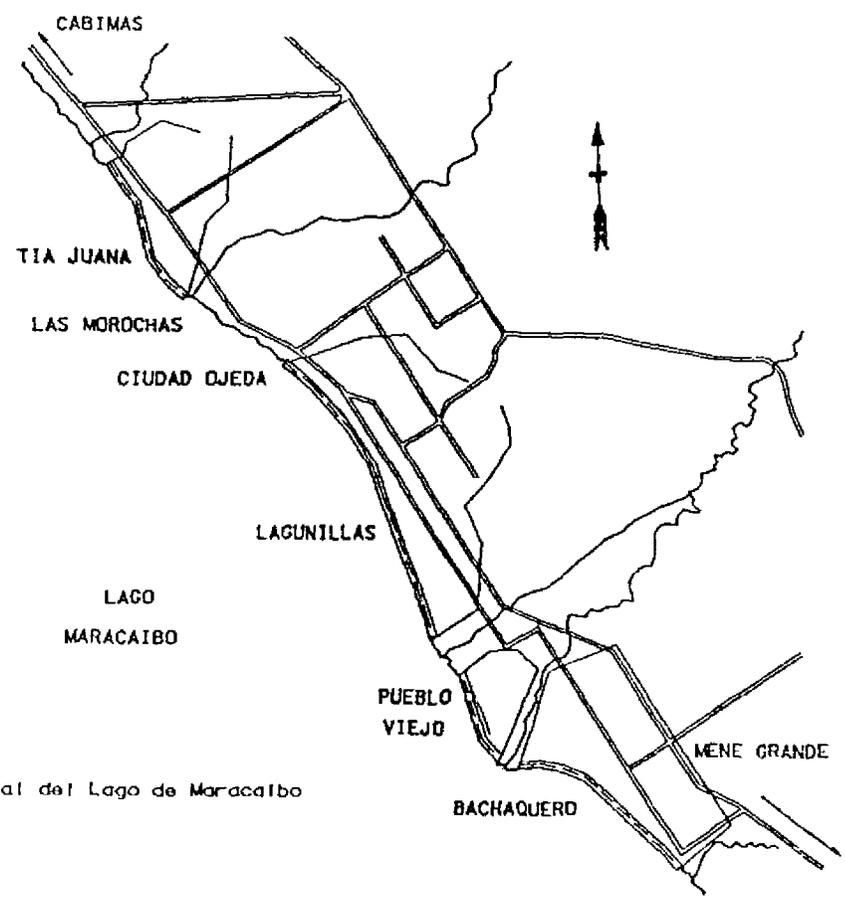
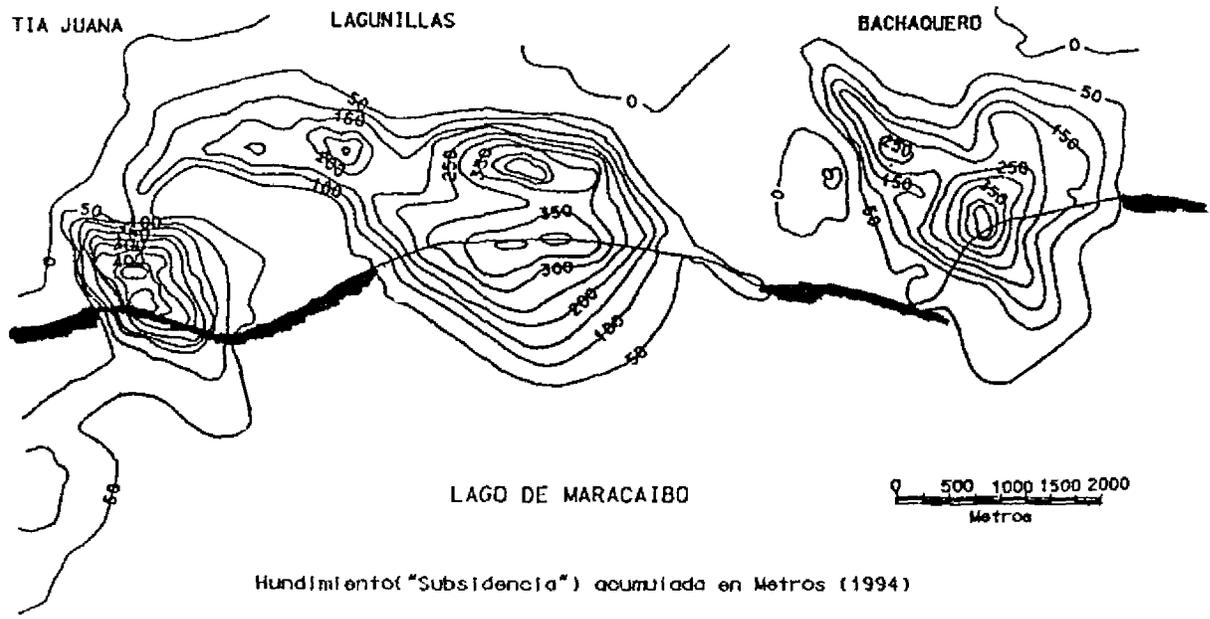
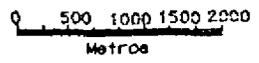


Figura 5. Sistema de Proteccion Costanera de la COLM.



tanto en ambiente natural como en sitios construidos en las principales ciudades del país. Los deslizamientos de tierra y derrumbes de taludes son responsables de la muerte de un promedio de 25 personas/año en las áreas de población marginal de la ciudad de Caracas. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se preve un riesgo aún mayor sobre las ciudades mas pobladas donde han proliferado las construcciones ilegales, sin servicios sanitarios, donde las aguas negras se filtran en esos terrenos inestables componiendo un riesgo mayor en caso de ocurrir un terremoto, ya que los deslizamientos derivados serían de dimensiones catastróficas

#### SUBSIDENCIA (Hundimientos)

Este disturbio de la corteza terrestre ocurre debido a la compactación de depósitos de material granular que como consecuencia produce asentamiento diferencial del terreno y de las construcciones ubicadas sobre él, con el resultado de colapso, hundimiento lento y progresivo produciendo graves daños a edificaciones y obras de ingeniería instaladas en la superficie. En Venezuela, éste fenómeno se presenta en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, desde Cabimas a Mene Grande, donde existe uno de los campos petroleros mas antiguos y productivos del mundo, allí empezó la explotación petrolera en año 1928, el fenómeno de subsidencia ó hundimiento se detectó por primera vez en el año 1929 en Lagunillas y se empezó a monitorizar desde el año 1930. La subsidencia máxima acumulada es de 5,3 mts en Lagunillas con tasas hasta de 21 cms. al año en áreas de intensiva explotación petrolera, tanto en tierra como en el lago, lo cual, en éstas tierras bajas y anegadizas, situadas escasamente sobre el nivel de las aguas lago, trae como consecuencia que extensas áreas de producción, ubicadas en poblaciones como Tia Juana, Lagunillas y Bachaquero, presentan la necesidad de ser protegidas, para evitar que sean inundadas por las aguas del lago o de escurrimiento provenientes de áreas circunvecinas. Utilizando las técnicas más modernas de ingeniería se diseño y construyó un conjunto de diques costaneros, de 47 kms. de diques interiores, 490 kms. de canales de drenaje y 32 estaciones de bombeo, que se ha denominado "Sistema de Protección Costanero de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo". Las empresas comprometidas en el proyecto han determinado que los suelos de fundación de los diques costaneros están en buena parte formados por arenas no consolidadas, saturadas de agua, potencialmente licuables bajo una apropiada excitación dinámica de origen sísmico, lo que podría ocasionar fallas en éstos diques, lo cual, de no ser controlado, ocasionaría la inundación de las áreas que se encuentran bajo el nivel del lago. Esta circunstancia representa un peligro potencial para una región que alberga unos 65 000 habitantes e instalaciones petroleras con un valor de reemplazo que excede los 10 000 millones de dolares, además con una producción de 1 5 millones de barriles diarios, 60% de la producción petrolera nacional.

Dada la importancia del problema las empresas operadoras han establecido un plan de prevención, Plan COLM, con base legal a través de Decreto Presidencial con acciones tendientes a crear mecanismos de alerta temprana y de evacuación en caso de una falla no controlable, además de reducir el impacto social y material de daño probable, las acciones prioritarias de éste plan son:

- Control del crecimiento de la población en las áreas comprometidas.
- Medidas de mitigación para aumentar la resistencia y estabilidad de los diques.
- Preparación de un Plan de Contingencia de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo

## DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos de tierra y los derrumbes ocurren cuando, masas de tierra sin consolidar se desprenden de las laderas, dando lugar a daños extensos que causan grandes pérdidas originados o no por movimientos sísmicos, por lluvias torrenciales o filtraciones del subsuelo

(Tomado de: Singer, A., 1991) Los riesgos de daños y destrucciones ligados a fenómenos geológicos de inestabilidad de laderas montañosas, de origen gravitacional, y relacionados o no con la actividad sísmica, presentan una gran incidencia socio-económica en Venezuela, tanto en ambiente natural como en sitios construidos.

Estos fenómenos (deslizamientos de tierra, aludes torrenciales, coladas de barro, etc.), se encuentran estrechamente vinculados con la repartición de los períodos de lluvia a lo largo del ciclo climático anual y pueden adquirir proporciones catastróficas en caso de caídas de aguas excepcionales y/o en ciertas formaciones geológicas muy deleznable. También pueden ser originados o magnificados por eventos sísmicos de magnitud relativamente moderada, de solamente 4 a 5, tal como se ha comprobado en el Estado Táchira, en San Josesito, en 1981, y en 1981, y en San Rafael de Cordero, en 1989, o por grandes terremotos cuyas aceleraciones verticales y horizontales provocan el derrumbe de faldeos de montaña, así como el consecutivo y peligroso represamiento de los ríos por los materiales deslizados

Fenómenos de represamiento y descarga de tal naturaleza ocurrieron, por ejemplo, en los Andes de Tovar, Estado Mérida, en ocasión del terremoto de 1610, en San Felipe, Estado Yaracuy, en el terremoto de 1812, y probablemente, en el Valle de Caracas en época prehispánica. Por otra parte, los deslizamientos de tierra y derrumbe de taludes son responsables de la muerte de un promedio de 15 personas/año en las áreas de población marginal de la ciudad de Caracas. A título de comparación, esta cifra de anuales, en la capital del país, es equivalente al monto de víctimas ocasionadas cada año, por los mismos fenómenos en toda extensión del territorio de

los Estados Unidos de Norte América (Sangrey, D.A, 1985, *Geology*, Vol 13, N° 5) La importancia socio-económica de los riesgos naturales señalados en Venezuela, explica que FUNVISIS haya dirigido parte de sus esfuerzos hacia la elaboración de un "Inventario Nacional de Riesgos Geológicos" el cual ofrece un catálogo de los sitios del país expuestos a manifestaciones peligrosas de inestabilidad geológica del suelo, y a una visión de los efectos geológicos conocidos por la actividad sísmica.

Por otra parte, el citado documento destaca las zonas del país con mayor concentración de riesgo geológico. El arco montañoso asociado al cinturón neotectónico, es la región de Venezuela donde se han registrado con mayor frecuencia, fenómenos de inestabilidad geológica, inducidos o no por la actividad sísmica, éste hecho, se debe al mayor potencial morfogénico y sismogénico del área señalada.

Esta relación es particularmente evidente en el caso de la Cordillera Andina donde la mayor densidad de eventos conocidos está asociada a la actividad de la falla de Boconó, y también, es necesario precisarlo, a la mayor densidad de centros poblados instalados a lo largo de este eje natural de comunicación. Una concentración llamativa de manifestaciones de riesgo geológico y de víctimas de éste se observa también en los principales centros urbanos del país.

El caso del área metropolitana de Caracas es el más ilustrativo al respecto, y refleja la mayor vulnerabilidad de la población de las áreas marginales al riesgo geológico. Registros históricos señalan que desde hace 150 años vienen ocurriendo deslizamientos en zonas inestables pobladas por barrios de gentes que aunque están concientes del riesgo a que están expuestos se mantienen y aún continúan aumentando sus construcciones en éstas áreas de altísimo riesgo, en toda la franja maginal situada en los márgenes de la quebrada Tacagua que ha provocado debilitamiento de los materiales produciendo derrumbes y deslizamientos, también en otros sectores de la capital en Catia y Antimano.

Concentraciones de riesgo geológico, se encuentran también asociadas con sitios de ciudades establecidos en depresiones aluviales intramontañosas o fluvio-marinas, donde existen rellenos sedimentarios de edad reciente, mal consolidados y generalmente saturados de agua. En la mayoría de los casos conocidos, las manifestaciones de riesgos registrados en tales áreas, se deben al desmejoramiento de la respuesta dinámica de los terrenos ante los movimientos sísmicos, como consecuencia de propiedades geotécnicas desfavorables de los materiales aluviales.

Un ejemplo muy ilustrativo de esta situación es el caso de la ciudad de Cumaná, Estado Sucre, donde se registraron fenómenos repetidos de licuefacción de suelos, en ocasión de terremotos. Casos análogos de respuestas locales defectuosas del suelo, se conocen en las orillas del Orinoco en ocasión del Terremoto Andino de 1894, en Barlovento, Estado Miranda, Barcelona, Estado Anzoátegui, a raíz del

terremoto de 1900, y en la costa sur del Lago de Valencia, Estado Carabobo, en ocasión del terremoto de Caracas de 1967.

Más recientemente, en ocasión de una tormenta sísmica de más de 2000 eventos que afectó al litoral nororiental de Falcón en mayo de 1989, fenómenos de licuefacción fueron registrados en eventos sísmicos de magnitud de solamente 5 y 5.7 en las llanuras fluviodeltáicas de la citada costa, y causaron daños de consideración en varios centros poblados de esta región.

En vista de la oportunidad sin precedentes planteada en tal ocasión para la obtención de un conocimiento detallado de las modalidades de ocurrencia del proceso del licuefacción, un estudio de superficie y de subsuelo de los citados fenómenos fue acometido por iniciativa de la industria petrolera y realizado conjuntamente por FUNVISIS e INTEVEP, con vista a la aplicación de sus resultados a otras zonas del país vulnerables a este tipo de efecto geológico (costa oriental del Lago de Maracaibo, Litoral de Barcelona-Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui, etc).

## EPIDEMIAS

Los efectos de la crisis económica del país se han manifestado en el recrudecimiento de algunas enfermedades características de la pobreza, tales como la gastroenteritis, la tuberculosis y la desnutrición, no obstante, otras afectaciones a la salud se han venido presentando como amenazas potenciales a la salud de la población con características epidémicas, especialmente venidas de países vecinos por los movimientos migratorios de la población, sin embargo, las medidas preventivas han evitado que alcancen características de epidemia que puedan constituir desastres, como el caso de brotes de cólera, desde agosto del año 1992, lo cual afectó a las poblaciones de bajos recursos económicos que no observaron medidas sanitarias preventivas, específicamente con el uso del agua.

Dengue Según el Boletín Epidemiológico (vol 14, N° 4, 1993), de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), durante la década de 1980, hubo un considerable aumento en la magnitud de la epidemia del dengue en el continente americano. Una de las epidemias más importantes ocurrió en Venezuela entre 1989 y 1990. Durante 1991 y 1992 se notificaron casos de dengue hemorrágico, la forma más grave, lo que sugiere que dicha enfermedad se está volviendo endémica en el país. Anteriormente, en 1960, se notificaron casos esporádicos sospechosos de dengue, pero nunca han revestido características de desastre.

Malaria Según el Boletín Epidemiológico (vol 13 N° 4, 1992), de la OPS, desde 1994, ha habido un deterioro creciente en la situación epidemiológica de la

malaria en las Américas, no solamente en las áreas con situación ecológica propicia para la transmisión de la malaria, sino en países o territorios sin evidencia de transmisión, en los que la mayoría de los casos notificados fueron importados, del total de casos de malaria diagnosticados y notificados durante 1991 en distintas áreas de las Américas, el segundo lugar está ocupado por la sub-región Andina. La estimación de riesgo de enfermarse de malaria coloca a esta región en cuarto lugar. La sub-región Andina incluye a Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. La transmisión de la malaria en el Area Andina, se caracteriza tradicionalmente por la concentración de vectores, anofelinos portadores del Plasmodium falciparum en el área de la selva tropical húmeda

En la región de la llanura entre Colombia y Venezuela, la transmisión persiste debido al incremento de la comunicación entre los pobladores de los dos países. En 1991, de los 94.208 casos diagnosticados en la región como P. Falciparum, el 19,1% correspondió a Venezuela, pero igualmente no han alcanzado dimensiones alarmantes, mucho menos con características de desastres.

#### AMENAZAS ANTROPOGENICAS (RIESGOS PROVOCADOS)

De acuerdo con la definición contenida en el volumen 2 Aspectos Administrativos de Salud en la serie "Mitigación de Desastres en las Instalaciones de la Salud" (Organización Panamericana de la Salud. 1993), los desastres de origen Antrópico, "pueden ser originados intencionalmente por el hombre o por una falla de carácter técnico, la cual puede desencadenar una serie de fallas en serie causando un desastre de gran magnitud".

Dentro de las amenazas de origen Antrópogénico se incluyen los incendios. Las principales causas de incendio en Venezuela se pueden identificar por (1) accidentes tecnológicos (derrames de materiales combustibles, escapes de gas, materiales ionizantes, explosiones, contaminación y otros); (2) funcionamiento defectuoso en instalaciones y equipos de servicios (electricidad, gas, agua y otros), (3) Ignición de vegetación y de basuras; y (4) eventos naturales, como sismos y deslizamientos, los cuales pueden dañar las líneas vitales, tales como instalaciones de gas y plantas de energía, generando explosiones e incendios.

En octubre/1.993 cerca de la población de Tejerías-Venezuela, durante los trabajos de colocación de los cables del sistema de fibra óptica de la Compañía Anonima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV) el operador de la máquina que realizaba los trabajos rompió un gasoducto paralelo a la Autopista Regional del Centro, de gran circulación, produciéndose una enorme explosión e incendio lo cual causó numerosas muertes y víctimas con serias quemaduras, ésto representó un

desastre de grandes proporciones para el hospital de la Victoria, donde acudieron en masa gran cantidad de lesionados aunque la mayoría de los afectados murieron calcinados por la explosión y el incendio.

El 19 de diciembre de 1981, se incendió uno de los tanques, de combustible de la empresa termoeléctrica de Tocoa, en la zona del litoral central del país, durante las maniobras de control del incendio, el tanque hizo una explosión de enormes dimensiones que arrasó e incendió las áreas industriales y residencias vecinas, muriendo como consecuencia gran parte del contingente de seguridad y bomberil que actuaba en el control del accidente.

La región central y norte de Venezuela, una de las de mayor densidad poblacional, está cruzada por la falla de San Sebastian y la Victoria, donde está ubicado un plantel industrial muy importante, lo cual reviste un carácter prioritario, que debe materializarse mediante la sensibilización de los niveles de decisión regionales a fin de llevar a cabo un programa de contingencia de la zona que cruza el eje Morón - Puerto Cabello y su consecuente riesgo tecnológico potencial, por el tipo de industrias y cantidad de población involucrada.

En Venezuela, la amenaza antropogénica proviene generalmente de la industria petrolera, por extracción de petróleo y su manejo, relacionado con las altas presiones y temperaturas para la explotación, no obstante, un altísimo índice de seguridad, -por otro lado en las fases operativas (almacenamiento, el transporte y mercadeo) de hidrocarburos por las posibilidades en las fugas y derrames por la industria petroquímica, existen planes para mitigación de daños a la población, ambiente y a la propiedad. La Organización Panamericana de la Salud, ha clasificado a este país como de alto riesgo Antrópogénico.

## ACTIVIDADES DE MITIGACION

La Industria Petrolera, Petroquímica y Carbonífera Nacional (IPPCN) ha venido analizando el efecto de los desastres naturales en sus instalaciones, ha promovido y desarrollado numerosos estudios que le permitan establecer la vulnerabilidad de sus instalaciones, implantando acciones para minimizar el impacto de dichos desastres en la mayoría de las instalaciones ubicadas en zonas con un alto índice de amenaza geológica. En éste sentido ha estructurado un conjunto de Planes de Contingencia con miras a reducir el impacto de daño sobre la población, el ambiente y la infraestructura industrial comprometida.

Dichos planes, algunos implantados, plenamente operativos, otros en etapa de afinamiento y finalmente otros en proceso de preparación son.

- Plan Nacional de Contingencia contra Derrames Masivos de Hidrocarburos en agua (PNC).
- Plan Nacional de Contingencia contra Fugas y Derrames de Sustancias Peligrosas (PCP).
- Plan Internacional de Respuesta a Contingencia de PDV Marina (PIRC).
- Plan de Contingencia de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (Plan COLM).

Las actividades de mitigación en Venezuela en el periodo transcurrido dentro del Decenio, continúan llevándose adelante principalmente como proyectos institucionales dentro de una estrategia integral.

En la actual descentralización del sistema administrativo y la autonomía de las alcaldías de los Municipios Autónomos que se viene desarrollando en el país, se ha logrado realizar actividades locales para la mitigación en casos de desastres naturales y de conservación ambiental. De igual manera, las universidades y los centros de investigación nacionales se han interesado en el tema en este momento se llevan adelante programas que permitirán el desarrollo de proyectos de investigación aplicada y la incorporación de materias en los pensum de estudio de escuelas de educación superior, como en las Escuelas de Medicina, Ingeniería, Arquitectura, Geografía, Geología, para la mitigación de los efectos producidos por los desastres naturales.

La valiosa cooperación y participación de la Organización Panamericana de la Salud, como organismo promotor de áreas de estudio y apoyo financiero, ha permitido llevar adelante una serie de estudios para la evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones hospitalarias.

El número de instalaciones hospitalarias y/o centros de salud existentes en el país para el año 1986 era de 534 (Bacarreza, 1989). Al comparar su número de camas hospitalarias con la zonificación sísmica de la norma COVENIN 1756-82, notamos que el 74,9% de éstas están ubicadas en las zonas de alta y elevada sismicidad.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) inició en 1988 un Programa de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Instalaciones Hospitalarias. Entre 1988 y 1995 se llevaron a cabo trabajos de campo e informes técnicos sobre las siguientes instalaciones hospitalarias:

- Hospital Universitario de Los Andes, Estado Mérida, Mayo 1988
- Ambulatorio Venezuela, Estado Mérida, Mayo 1989
- Hospital General de Santa Bárbara del Zulia, Estado Zulia, Junio 1993.
- Hospital Dr. Enrique Tejera, Valencia, Estado Carabobo, Octubre 1993
- Hospital Dr. Adolfo Prince Lara, Puerto Cabello, Estado Carabobo, Octubre 1993
- Hospital Dr. Antonio Patricio Alcalá, Cumaná, Estado Sucre, Mayo 1994

## APOYO LEGAL

En Venezuela existe un conjunto de leyes, normas y procedimientos vigentes que asignan atribuciones y funciones, la planificación del uso de la tierra, el ordenamiento y crecimiento de las áreas urbanas, la ordenación de las aguas, regulación de actividades durante emergencia y desastres, específicamente la Ley de Seguridad y Defensa Nacional establece las atribuciones de los Ministerios involucrados en ésta actividad.

- 1) Ley Orgánica de la Administración Central
- 2) Ley Orgánica de la Seguridad y Defensa Nacional
- 3) Ley de Sanidad
- 4) Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial
- 5) Ley Orgánica de Ordenamiento Urbanístico
- 6) Ley de Aguas
- 7) Ley Penal del Ambiente

Dentro de las actividades de estudio de riesgos la identificación de las áreas de actividad sísmica y el mapa de Macrozonificación Sísmica están incluidos en la “Norma para Edificaciones Antisísmica, COVENIN 1756-82.”

FUNVISIS conjuntamente con INTEVEP, Filial de Petróleos de Venezuela, S.A., ha realizado un análisis de amenazas sísmica de Venezuela en términos de aceleración máxima esperada con probabilidad de excedencia de 10% para 50 y 100 años de vida útil de las instalaciones, con el objetivo de desarrollar un nuevo mapa de zonificación sísmica con fines de Ingeniería para Venezuela y sustituir el vigente de la Norma COVENIN 1756-82 FUNVISIS conjuntamente con INTEVEP ha compilado información histórica, calculado los tiempos de recurrencia para distintas partes del país y calculado las máximas aceleraciones esperadas de acuerdo con el estado del conocimiento de la geometría y actividad de las fallas en Venezuela

La microzonificación sísmica, considera para una ciudad o región determinada, las condiciones locales del suelo, la topografía y las singularidades geológicas y sismológicas, asimismo los efectos de amplificación, la inestabilidad de taludes y el efecto de la licuefacción (Sauter, F. 1989) Actualmente en Venezuela, existe la microzonificación de Mérida, estado Mérida, actualmente se está trabajando en las de El Vigía, Estado Mérida y Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Estado Zulia; en la de Cumaná, Estado Sucre, y en la del Municipio Chacao, Caracas, Estado Miranda y en la propia capital en el Municipio Libertador.

La importancia socio-económica de los riesgos naturales señalados en Venezuela, explica que FUNVISIS haya dirigido parte de sus esfuerzos hacia la

elaboración de un “Inventario Nacional de Riesgos Geológicos” el cual ofrece un catálogo de los sitios del país expuestos a manifestaciones peligrosas de inestabilidad geológica del suelo, y a una visión de los efectos geológicos conocidos por la actividad sísmica.

Por otra parte, el citado documento destaca las zonas del país con mayor concentración de riesgo geológico. El arco montañoso asociado al cinturón neotectónico, es la región de Venezuela donde se han registrado fenómenos de inestabilidad geológica, inducidos o no por la actividad sísmica, con mayor frecuencia, al hecho, se debe mayor potencial morfogenético y sismogénico del área señalada.

#### PREPARACION, PLANIFICACION, SENSIBILIZACION Y CAPACITACION:

Actualmente existen en el país una serie de instituciones que desarrollan planes para la reducción de los riesgos de desastres naturales. Sin embargo, hace falta un plan nacional de coordinación e información que permitan la interrelación entre ellos para lograr una eficiente respuesta, antes, durante y después de un desastres natural. A continuación se enumeran las instituciones más conocidas en Venezuela en cuanto a atención de desastres. Existen otras organizaciones especializas que se pueden haber escapado de este listado

- ◆ La Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, FUNVISIS.
- ◆ Dirección de Defensa Civil del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social.
- ◆ Dirección de Defensa Civil Nacional y sus dependencias Regionales.
- ◆ Comité Nac. de Preparación para casos de Desastres . Colegio Nac.de Bomberos
- ◆ Fundación para Prevención del Riesgo Sísmico FUNDAPRIS - Mérida y la homóloga del Estado Sucre, FUNDAPRIS - Sucre
- ◆ Fundación Pablo Miliani, Proyecto Sísmológico del Estado Trujillo.
- ◆ Federación Venezolana de Rescate FEVESAR
- ◆ Centro de Estudios Ambientales de la Universidad Central de Venezuela.
- ◆ Corporación Venezolana de Guayana, Proyecto CAM (Comité de Auxilio Mutuo).

## REALIZACIONES

La información que se presenta a continuación constituye un listado de proyectos que se han realizado dentro del espíritu del Decenio.

### PROYECTOS PROMOVIDOS Y FINANCIADOS POR LA ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD.

- Evaluación de la Vulnerabilidad a Sismos de Instalaciones Hospitalarias. Aplicación al Hospital General de Santa Barbara del Zulia Ing José Grases Junio de 1993
- Evaluación Primaria del Hospital Universitario "Los Andes". Ing José Grase, Junio de 1988.
- Evaluación Primaria del Ambulatorio "Venezuela" Comisión Especial de Asesoría para la Prevención de Riesgo Sísmico (CEAPRIS). Mérida, Mayo 1989.
- Estudio de Vulnerabilidad del Hospital "Dr. Enrique Tejera". Valencia Estado Carabobo. Ing. José Grases. Ing. Alfonso Malaver Ing. Julio Manzanares. Octubre 1993.

Estudio de Vulnerabilidad del Hospital "Dr. Adolfo Prince Lara" Puerto Cabello, Estado Carabobo Ing. José Grase. Ing. Alfonso Malver, Ing. Julio Manzanres. Octubre 1993

Estudio de Vulnerabilidad, Hospital Antonio Patricio de Alcalá, Cumaná, Estado Sucre, mayo 1994

## INFORME GLOBAL Y PLANES FUTUROS

Las actividades desarrolladas por la Dirección de Defensa Civil del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social incluye acciones siguiendo el presente esquema:

- 1.- NORMATIVAS
- 2.- EDUCATIVAS
- 3 - PROMOCION
- 4.- COORDINACION
- 5 - OPERATIVAS

Las actividades normativas, tienen relación directa con la preparación de los Planes Hospitalarios para Desastres en todos los hospitales del país, ejerciendo énfasis especial en los hospitales situados en los sitios de mayor riesgo sísmico del país, donde se realizan actividades educativas y de sensibilización tendientes a preparar el terreno para el establecimiento de los planes y la organización hospitalaria para desastres, Comité de Desastres, en fin todas las acciones conducentes a la preparación del personal del centro de atención como complemento obligatorio a las derivadas de la evaluación estructural y no estructural del centro y de la introducción de las medidas correctivas y las de tipo preventivas.

Las actividades de promoción se realizan a través de los organismos relacionados y contactos institucionales, para llevar a los niveles de decisión la inquietud sobre la problemática existente y las soluciones disponibles.

Las actividades del año 1996 están enmarcadas en las reuniones de motivación e implementación de los planes hospitalarios de preparativos para desastres, incluyendo reuniones regionales, como la que se realizará en el mes de marzo en la ciudad de Valera - Estado Trujillo, donde en coordinación con la Fundación Pablo Miliani, del Colegio de Ingenieros realizará la Conferencia sobre Planificación Hospitalaria para Desastres, reuniendo técnicos profesionales, ingenieros y médicos de la región de los andes y de la región occidental. En coordinación con las Direcciones Regionales de Salud se llevará a cabo éste año las visitas a los hospitales para la realización de la planificación hospitalaria de todos los hospitales del país, el cual se espera alcanzar en un 60% durante éste año.

Con la Cooperación de la Organización Panamericana de la Salud, se llevará a cabo el programa anual previsto además de la realización de proyectos como los de Autoprotección Comunitaria y otro proyecto de motivación para la autoprotección a través del Ministerio de Educación, programa realizado con éxito en otros países.

## **II - INSTALACIONES DE SALUD/HOSPITALES**

Los efectos de las amenazas naturales de origen geológico o hidrometeorológicos, como los terremotos, huracanes, inundaciones y deslizamientos han afectado extensas áreas de los países latinoamericanos, donde se estima que seis de cada diez habitantes habitan en áreas susceptibles de ser afectadas por terremotos potencialmente destructores, excluyendo Brasil, por sus características particulares de población y de extensión territorial, a fin de poder introducir medidas preventivas en éstas instalaciones, es preciso evaluar la vulnerabilidad particular de cada edificación.

Un porcentaje importante de las instalaciones hospitalarias y centros de atención médica en Venezuela reúnen características particulares que pudieran

identificar una elevada vulnerabilidad a sismos, a la luz de las normas técnicas actuales y los mapas de zonificación sísmica (Norma Covenin 1756-82).

<sup>6</sup>En Venezuela entre 1530 y 1990 han ocurrido más de 150 eventos sísmicos que han causado algún tipo de daños en localidades venezolanas. Paradojicamente como en el resto del mundo, más del 75% de su población y su plantel industrial están localizados en las zonas de mayor riesgo sísmico, las instalaciones hospitalarias no pueden ser una excepción. <sup>7</sup>El número de instalaciones hospitalarias y/o centros de salud existentes en el país para el año 1986 era de 534, si ubicamos éstas instalaciones en los mapas de zonificación sísmica (Norma Covenin 1756-82) vemos que también el 75% están en las zonas de mayor peligro.

| DISTRIBUCIÓN DE CAMAS HOSPITALARIAS SEGUN LA ZONIFICACIÓN SISMICA DE LA NORMA COVENIN 1756-82 |                       |                         |                         |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| ZONA SISMICA  | NIVEL DE PELIGROSIDAD | AREA TOTAL DEL PAIS (%) | CAMAS HOSPITALARIAS (%) |
| 0   | DESPRECIABLE          | 44                      | -0-                     |
| 1   | BAJA                  | 12                      | 8,3                     |
| 2   | MODERADA              | 15                      | 16,8                    |
| 3   | ALTA                  | 16                      | 17,7                    |
| 4   | ELEVADA               | 13                      | 57,2                    |

TABLA I

La zona sísmica con calificación 0, corresponde al área al sur del río Orinoco, donde no se requiere tomar en cuenta la consideración sísmica, pero tampoco se tiene datos disponibles sobre las camas de hospitalización. Los datos expuestos en la tabla sugieren que el 75% de las instalaciones hospitalarias deben ser evaluadas de acuerdo a la normativa vigente para determinar su grado de vulnerabilidad a sismos, evaluación cualitativa y cuantitativa que permita indicar recomendaciones sobre medidas de adecuación de dichas instalaciones, que garanticen un comportamiento seguro ante los eventos sísmicos que han de ocurrir inexorablemente en las zonas respectivas

Incluimos en el capítulo de Anexos, el trabajo Acciones para la Mitigación de la Vulnerabilidad Sísmica de Hospitales en Venezuela de J. Grases et al, feb.1995. En éste trabajo se incluye la metodología aplicada en la evaluación de los hospitales con índice elevado de riesgo sísmico, con apego a las normas del Consejo Venezolano de la Industria (COVENIN) normas por las cuales se rige también la construcción de obras civiles en Venezuela, además de las normas para Proyectos Hospitalarios del

<sup>6</sup> Malaver 1994.

<sup>7</sup> Bacarreza, 1989.

Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, sin embargo, éstas normas no existían en su mayoría cuando fué construido el mayor número de hospitales del país, además es importante tener en cuenta que han sido violentadas muchas de ellas en innumerables centros, donde dadas las exigencias en la demanda se han hecho ampliaciones peligrosas que comprometen la seguridad de las instalaciones hospitalarias.

Vale la pena mencionar que las normas existentes deben ser aplicadas, sin embargo, la construcción de nuevas edificaciones ha disminuido enormemente por la situación de crisis que se vive, pero si deben ser aplicadas en lo concerniente a mantenimiento y ampliaciones con las limitaciones ya mencionadas anteriormente.

La institución encargada de ésta normatización es el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, a través de la Dirección General Sectorial de Infraestructura Física y Equipos, la cual está encargada de la planificación, normatización, supervisión, desarrollo y construcción de las edificaciones para hospitales y centros de atención médica en el país.

### **III - ESTADO ACTUAL DE LOS HOSPITALES EN REFERENCIA A LA MITIGACION DE DESASTRES**

#### **EVALUACION PRIMARIA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE LOS ANDES**

En el mes de junio de 1987, La Sub-Comisión de Construcción y Desarrollo Urbano dependiente de la Comisión Especial de Asesoría para la Prevención del Riesgo Sísmico (CEAPRIS), a través del Grupo de Evaluación Sísmica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, se realizó la evaluación preliminar del Hospital Universitario de Mérida, centro de alto nivel de resolución, docente universitario con un área de influencia de unos 600 000 habitantes, estructura cuyo diseño y cálculo data de hace más de 25 años, cuando las normas de construcción y de diseño no eran muy exigentes. Se realizó una revisión de los planos estructurales de la edificación, determinandose que dicha edificación es muy susceptible de sufrir daños por un sismo fuerte, dada la gravedad de los datos obtenidos que indican falla generalizada de varios sectores se hicieron las recomendaciones respectivas en cuanto a llevar a cabo estudios más detallados, a fin de realizar reforzamiento de la estructura, cuya torre central se declaró en situación de emergencia.

## EVALUACION PRIMARIA DEL AMBULATORIO VENEZUELA

En el mes de mayo de 1989, la Comisión Especial de Asesoría para la Prevención del Riesgo Sísmico (CEAPRIS), teniendo en cuenta las condiciones especiales del Ambulatorio Venezuela en Mérida - Estado Mérida, Originalmente creado para atención de pacientes crónicos, fué reformulado para la atención de medicina curativa, cirugía, hospitalización y emergencia, con un área de influencia de unos 100.000 habitantes y único centro de atención médica alterno ante la incomunicación del Hospital Universitario de Mérida por el colapso de los dos viaductos que atraviesan el río Albarregas, por un evento sísmico fuerte y las condiciones actuales del sistema estructural y el grado de vulnerabilidad. En la Evaluación Primaria del Ambulatorio Venezuela se recomendó llevar a cabo una evaluación detallada de los tres bloques principales a fin de tomar a tiempo las medidas preventivas de restauración y reforzamiento que impidan el colapso de su estructura integrada por sus tres bloques, tanto bajo cargas sísmicas verticales como horizontales

En el capítulo de anexos se incluye igualmente la separata Proyecto de Mitigación de la Vulnerabilidad Sísmica de Hospitales en Venezuela. También el trabajo del Ing. J. Grases y col. Acciones para la Mitigación de la Vulnerabilidad Sísmica de Hospitales en Venezuela, el cual recoge la metodología que se sigue en los estudios realizados en el país, con los casos estudiados actualmente.

Igualmente como documento adicional, se incluye el trabajo del Arquitecto Miguel Salvatierra, Arquitectura para la Reducción de Daños por Terremotos en Edificaciones Esenciales Urbanas, que incluye también recomendaciones para la reducción de las condiciones vulnerables en hospitales ya existentes, de gran utilidad en el momento de la mitigación de la vulnerabilidad de los centros de atención médica.

## **ANEXOS**

- 1.- PROYECTO MITIGACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE HOSPITALES EN VENEZUELA**
- 2.- ACCIONES PARA LA MITIGACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE HOSPITALES EN VENEZUELA**
- 3.- ESTUDIO DE LOS RIESGOS NATURALES Y TECNOLOGICOS DE VENEZUELA. SITUACION ACTUAL DE LA SEGURIDAD AMBIENTAL**
- 4.- ARQUITECTURA PARA LA REDUCCION DE DAÑOS POR TERREMOTOS EN EDIFICACIONES ESENCIALES URBANAS**
- 5.- INFORME SOBRE EL ESTUDIO “EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA MEDICO- ASISTENCIAL Y EDUCACIONAL EN LAS PARROQUIAS LA CANDELARIA, SAN BERNARDINO Y SAN JOSE DEL MUNICIPIO LIBERTADOR, CARACAS”**

## INDICE

### Capitulo I

|  |    |
|--|----|
| Presentación   | 1  |
| Marco Histórico  | 3  |
| Marco conceptual, Organización Política                    | 5  |
| División Administrativa                                    | 6  |
| Población  | 6  |
| Aspectos Geográficos                                       | 7  |
| Relieve  | 7  |
| Hidrografia  | 7  |
| Clima  | 8  |
| Vias de Comunicación                                       | 8  |
| Vialidad marítima y fluvial                                | 9  |
| Tráfico aéreo  | 9  |
| Vialidad férrea  | 9  |
| Aspectos económicos y financieros                          | 10 |
| Antecedentes sismológicos                                  | 10 |
| Evaluación de la vulnerabilidad                            | 11 |
| Amenazas hidrometeorológicas                               | 13 |
| Alerta hidrometeorológica                                  | 15 |
| Amenazas geológicas  | 15 |
| Determinación Riesgo Geológico                             | 16 |
| Alerta de Riesgos Geológicos                               | 18 |
| Predicción física  | 18 |
| Terremotos o sismos  | 18 |
| Subsidencia (hundimientos)                                 | 21 |
| Derrumbes y deslizamientos                                 | 22 |
| Epidemias  | 24 |
| Amenazas antropogénicas                                    | 25 |
| Actividades de Mitigación                                  | 26 |
| Apoyo Legal  | 28 |
| Preparación, planificación, sensibilización y capacitación | 29 |
| Realizaciones  | 30 |
| Informe global y planes futuros                            | 30 |

## CAPITULO II

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| INSTALACIONES DE SALUD/HOSPITALES | 31 |
|-----------------------------------|----|

## CAPITULO III

|  |    |
|--|----|
| Estado actual de los hospitales en referencia a la mitigación de desastres | 33 |
| Evaluación primaria del ambulatorio Venezuela                              | 34 |

## ANEXOS

- 1.- **PROYECTO MITIGACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE HOSPITALES EN VENEZUELA**
- 2.- **ACCIONES PARA LA MITIGACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE HOSPITALES EN VENEZUELA**
- 3.- **ESTUDIO DE LOS RIESGOS NATURALES Y TECNOLOGICOS DE VENEZUELA. SITUACION ACTUAL DE LA SEGURIDAD AMBIENTAL**
- 4.- **ARQUITECTURA PARA LA REDUCCION DE DAÑOS POR TERREMOTOS EN EDIFICACIONES ESENCIALES URBANAS**
- 5.- **INFORME SOBRE EL ESTUDIO “EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LA INFRAESTRUCTURA MEDICO- ASISTENCIAL Y EDUCACIONAL EN LAS PARROQUIAS LA CANDELARIA, SAN BERNARDINO Y SAN JOSE DEL MUNICIPIO LIBERTADOR, CARACAS”**

## BIBLIOGRAFIA

- 1.) Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo (1978) Segunda Fase del Estudio del Sismo Ocurrido en Caracas en julio 29/1967. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), Ministerio de Obras Públicas, Caracas-Venezuela
- 2.) Organización Panamericana de la Salud (1993). Aspectos Administrativos en Salud, Volúmen 2, serie "Mitigación de Desastres en las Instalaciones de Salud. Washington, D.C.
- 3.) Organización Panamericana de la Salud (1993) Aspectos de Ingeniería, Vol. 4 Serie Mitigación de Desastres en las Instalaciones de Salud.
- 4.) Quijada, P., E Gajardo, et al. (1993) Análisis de Amenaza Sísmica de Venezuela para el Nuevo Mapa de Zonificación con fines de Ingeniería. Memorias del VIII Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-resistente, pp.S-92 - S - 101 Mérida-Venezuela.
- 5.) Sauter, F. (1989) Introducción a la Sismología. Fundamentos de Ingeniería I. Editorial Tecnológica de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- 6.) Los Terremotos en Venezuela y su Origen, Cuadernos Lagoven. Departamento de Relaciones Públicas. Caracas-Venezuela.
- 7.) Singer, A. (1991) Zonas de Amenaza natural Asociados a los Grandes Sistemas de Fallas Activas y a los Efectos Geológicos de la Actividad Sísmica en "Enfoques de Vivienda 1991". Gerencia de Investigación, Consejo Nacional de la Vivienda. Caracas-Venezuela.