

AMENAZAS

9. Amenaza sísmica.

9.1 Antecedentes.

La región del noroccidente colombiano ha sido afectada históricamente por sismos fuertes procedentes de diversas fuentes sismológicas. En el Anexo 4, el catálogo macrosísmico, se incluyen los reportes de los eventos documentados a partir de 1730 y 1741, con sismos que afectaron a Medellín y que muy probablemente estuvieron asociados a fuentes en la región, por que produjeron daños en Santafé de Antioquia, la población más cercana en ese entonces al Atrato Medio. En esta época, además de incomunicado, el Atrato Medio y la región de Urabá, eran prácticamente despoblados, y sólo se conservan relatos orales de la tradición mitológica de los Emberá y de los Cuna referentes a terremotos, pero sin ninguna precisión de fechas. Luego, en marzo de 1883 ocurrió un fuerte terremoto con efectos similares a los de 1992. En diciembre de 1903 y enero de 1904 ocurrió una serie de sismos superficiales que generaron deslizamientos y éxodo de pobladores de Frontino. Para estos sismos no se tiene información sobre efectos en el Atrato, razón por la cual la región epicentral no se puede confinar adecuadamente. Aún cuando a lo largo de este siglo ocurrieron otros, es a partir de la década de 1960, con el establecimiento de la Red sísmica estándar mundial (NEIC) y de la operación de estaciones colombianas por parte del Instituto geofísico de los Andes (U. Javeriana), cuando la distribución de la sismicidad empieza a ser comprendida. Tanto los terremotos de Bahía Solano en 1970 como

el de 1974 en la frontera con Panamá, produjeron deslizamientos y palizadas, en ésta población y en Salaquí, respectivamente.

9.2 Distribución de la sismicidad.

La [Figura 9.1](#), que muestra gráficamente el catálogo sísmico instrumental (detallado en el Anexo 5), permite identificar las principales fuentes sismogénicas. En primer, lugar eventos a lo largo del Litoral sobre el borde occidental del Bloque Chocó y eventos en un alineamiento difuso NE a lo largo de la Serranía de Los Saltos (frontera con Panamá) en la zona de interacción entre el Bloque Panamá y el Bloque Chocó. En segundo lugar, y de manera menos confinada, sismicidad asociable al contacto o sutura del Bloque Chocó con la Cordillera Occidental, así como sismos intrabloque como el del 17 de octubre de 1992. Sobre la Placa Caribe la sismicidad es mucho más dispersa e incomprensible, aún cuando allí han ocurrido sismos como aquel que afectó a la isla de San Andrés en 1995.

La caracterización y confinación de las diversas fuentes sísmicas no ha podido realizarse de manera unívoca en razón del poco periodo de observación a través de la red mundial, por un lado, y por el otro por la poca cobertura azimutal de estaciones en los cuadrantes NE (Caribe) y SW (Pacífico). Esto podrá solucionarse parcialmente con el establecimiento de estaciones sismológicas en las serranías del Baudó, Los Saltos y en la Cordillera Occidental, sin que por ello se pueda garantizar plenamente la adecuada caracterización e identificación de las diversas fuentes, como las que se han documentado, con incertidumbres, en el Capítulo 6.

Los mayores sismos, localizados instrumentalmente se indican en la Tabla siguiente. Se ha excluido el sismo de agosto 19 de 1995, con magnitud 6.2 y profundidad de 119 km, el cual se localizó en el departamento de Risaralda, en área cubierta por la Fig. 9.1, pero que no es relevante para el Atrato Medio. Tampoco se incluyó el sismo del 30 de agosto de 1977, localizado al N de la

Cordillera Occidental, el cual produjo daños y licuefacción en Apartadó y Turbo (Cline, 1978). De los 10 sismos de la Tabla no se tiene reporte de efectos para 3, incluido el más reciente, de 1996. Sin embargo, por su tamaño y escasa profundidad es casi seguro que hayan inducido fenómenos secundarios, como deslizamientos, por lo menos en el área epicentral. En la década de 1980 la sismicidad regional tuvo menores magnitudes destacándose los eventos de 1981 (m = 5.0), 1984 (m = 5.1), 1986 (m = 5.3) y 1987 (m = 5.3); este último produjo deslizamientos en la Cordillera Occidental entre las latitudes del río Ocaidó y Dabeiba (Arias y Tejada, 1987).

Tabla 9.1. Sismos mayores en el NW de Colombia.

Año:Mes:Día	Lat. y Long.	h	m	Efectos
1970:09:26	6.212, -77.594	8	6.6	D, P, L.
1970:09:27	6.432, -77.407	8	6.5	D, P, L.
1974:07:13	7.747, -77.688	12	6.4	D, P, L.
1975:01:25	7.218, -77.773	36	6.1	?
1976:07:11	7.337, -78.470	22	6.3	D, P.
1976:07:11	7.409, -78.127	3	6.2	D, ?
1991:04:04	7.017, -78.153	32	6.1	?
1992:10:17	6.845, -76.806	14	6.2	D.
1992:10:18	7.075, -76.862	10	7.2	D, P, L.
1996:11:04	7.306, -77.393	14	6.0	?

Fuentes: NEIC, Ramírez (1975), Archivo macrosísmico OSSO.

Lat. y Long. = Latitud Norte y Longitud Oeste.

h = Profundidad (km).

m = Magnitud.

D, P, L: Deslizamientos, palizadas, licuefacción.

Similar a la ocurrencia de dos grandes eventos en 1992, es peculiar de la sismicidad de la región la ocurrencia de múltiples o complejos eventos, poco profundos, con largas series de réplicas durante los primeros días. Keilis-Borok et al (1982) consideró que el fuerte sismo de 1976 podría ser una réplica del cercano doble evento de 1974. La deformación dominante en esta región está caracterizada por la creación de nuevos sitios cercanos de dislocación en los siguientes 2 - 3 años y por la generación de excepcionales secuencias largas de sismos (Toral et al, 1997). Entre estas secuencias se encuentran, además de los terremotos de 1970, 1976 y 1992 (Tabla 9.1), otras en 1882-1883 (septiembre y marzo), 1903-1904 (diciembre y enero), 1924-1925 (junio, julio y marzo, julio) y 1952 (febrero, mayo).

Obsérvese que en la [Figura 9.1](#) los dos sismos de octubre de 1992 se localizan en dirección NNW, según el Catálogo NEIC, mientras que Toral et al (1997), los localizan en dirección NE ([Figura 6.7](#)). Esto se debe a que el último autor relocalizó los eventos y, además, consideró el de octubre 18 como un evento múltiple, también apoyado en Li & Toksöz (1993), quienes encontraron que la dirección de ruptura del sismo del 17 y del mayor del 18 ocurrió de SW a NNE con componente de desplazamiento siniestrolateral.

9.3 Tipologías de la amenaza sísmica.

La amenaza sísmica se expresa, primordialmente, por los efectos directos de las vibraciones que actúan sobre la superficie y afectan las construcciones y modifican momentáneamente el equilibrio del suelo y subsuelo. Ellas producen efectos de segundo orden, también llamados fenómenos secundarios o inducidos, entre los cuales destacan, por su importancia en la región, los deslizamientos y posteriores palizadas (Cap. 11) y la licuefacción de los suelos granulares saturados de agua (Cap. 7).

9.3.1 Vibraciones, licuefacción y deslizamientos.

Debido a que la mayoría de las fuentes sísmicas son superficiales (profundidades menores a 33 km) los sismos de magnitud intermedia (del orden de 5 a 6.5 grados, como los de 1970 en Bahía Solano y los grandes, de 7 o más grados, como el del 18 de octubre de 1992 con magnitud 7.2^o) generan fuertes vibraciones en las regiones epicentrales. Éstas afectan principalmente a las estructuras rígidas construidas con materiales como ladrillo y hormigón armado; por su flexibilidad las estructuras en madera, bien diseñadas y construidas generalmente no sufren mayores efectos. Sin embargo en regiones como el Atrato Medio y debido a que la oferta ambiental para los poblados está confinada a suelos granulares saturados y recientes (diques), las estructuras de cualquier tipo son severamente afectadas por fenómenos de agrietamientos y licuefacción de los terrenos, como lo ilustran las Figuras [9.4](#) a [9.6](#). El potencial de amenaza por licuefacción, como se ha deriva de los datos geotécnicos (Cap. 7) y de la evidencia empírica (efectos de los terremotos de 1992, Cap. 4), es, en principio, similar para las diferentes unidades geológicas superficiales: muy bajo o nulo en las colinas del Terciario, moderado en los conos aluviales y alto en los depósitos aluviales de la llanura de inundación y en los diques del Atrato y sus afluentes. Esto se considera en la Sección IV.2 “Amenazas”, y se representa en los Radarmapas 27.1 y 27.2, “Zonificación Regional de Amenazas”.

Por su parte la sobresaturación de humedad de las vertientes, de las serranías y de la Cordillera Occidental, la cual disminuye la resistencia al corte de los suelos, implica que éstos de manera permanente son susceptibles a los deslizamientos. Cuando las ocasionales vibraciones sísmicas actúan sobre los terrenos actuando como disparadores de ellos, pueden comprometer extensas áreas de las montañas y colinas (Martínez el al, 1994), como se ha documentado en 7 de los 10 sismos mayores de los últimos 30 años (Tabla 9.1) y como se ilustra para el caso de los terremotos de 1992, en las Figuras [9.7](#) a [9.9](#).

9.3.2 Vulcanismo de lodo.

El territorio de los municipios del Atrato Medio no está afectados por las presencia de volcanes de lodo, como los que fueron activados por los terremotos de 1883 y 1992 (Anexo 4), aún cuando autores como Barlow (1981) y Duque-Caro (1989) sugieren que al norte en el municipio de Río Sucio, podrían existir bajo los sedimentos recientes. En todo caso esta amenaza puede considerarse como de baja potencialidad de ocurrencia en el área.

9.4 Aceleraciones sísmicas esperables.

La reciente legislación sobre construcción sismorresistente (Ley 400/97), para cuya formulación se contó con el estudio y actualización del potencial de aceleraciones sísmicas en Colombia, determina que en el área de este proyecto las aceleraciones sísmicas que pueden ocurrir están entre las más altas en todo Colombia, con valores entre el 25 y el 40% de la gravedad ([Figura 9.2](#)), lo cual condujo a que la norma, que entra en vigencia en febrero de 1998, estableciera que toda el área esté dentro de la zona de mayor amenaza sísmica ([Figura 9.3](#)).

Figura 9.1 Sismicidad en la región del Chocó - Panamá

Figura 9.2 Aceleraciones esperables en Colombia

Figura 9.3 Zonas de amenaza sísmica en Colombia

Figura 9.4 Vista de efectos de licuación en Murindó (octubre, 1992)

Figura 9.5 Licuación Murindó (octubre de 1992)

**Figura 9.6 Agrietamientos y licuación en la carretera a Lomas Aisladas
(octubre de 1992)**

Figura 9.7 Panorámica de deslizamientos inducidos (terremotos de 1992)
Cordillera Occidental al E de Murindó

Figura 9.8 Deslizamientos inducidos (terremotos de 1992) cuenca del río Murindó

**Figura 9.9 Deslizamientos inducidos por los terremotos de octubre de 1992,
Cordillera Occidental al E de Murindó**