

## *Introducción: sismicidad y sismotectónica de América Central y del Sur*

Agustín UDÍAS

Departamento de Geofísica y Meteorología.  
Universidad Complutense de Madrid

### **SISMICIDAD**

El borde occidental de América Central y del Sur es una de la regiones sísmicas de mayor actividad. En esta zona son frecuentes los terremotos que llegan a alcanzar grandes magnitudes y producen enormes catástrofes con cuantiosas pérdidas de vidas humanas y daños materiales. En esta introducción presentamos un resumen de la sismicidad y sismotectónica de la región que es estudiada en detalle en los trabajos de este volumen.

La distribución de terremotos para 1970 - 1996 con  $M > 5$  esta representada en la figura 1. La mayor concentración de terremotos se encuentra en la costa del Pacífico desde México hasta el sur de Chile. Respecto a su profundidad, los focos sísmicos se extienden desde la superficie hasta 600 km, aumentando desde la costa hacia el interior (Askew and Algermissen, 1985)

La zona sísmicamente activa de México se extiende por la costa del Pacífico desde el estado de Jalisco hasta la frontera con Guatemala. Hacia el interior esta zona está limitada al norte por una línea de terremotos que pasa por Guadalajara, Puebla y Veracruz. Desde principios de siglo, un importante número de grandes terremotos ha tenido lugar en esta región. Entre ellos se pueden destacar los de 1900 y 1932 cerca de Colima y los localizados en la región de Oaxaca, los más recientes en 1931, 1965 y 1978. Terremotos asociados a la zona de subducción en la trinchera del Pacífico alcanzan magnitudes grandes y pueden causar daños apreciables en el interior. El más notable de estos terremotos es el de 1985 que causó más de 30 000 víctimas y gran-

des daños en la Ciudad de México sobre todo en edificios altos. En la costa atlántica la actividad es menos importante aunque han ocurrido algunos sismos notables como el de Veracruz en 1973. La actividad sísmica de México está afectada por la falla del Pacífico que se extiende paralela a la costa desde el cabo Corrientes hasta la frontera con Nicaragua y por otra falla paralela a ésta más al interior.

En Guatemala la actividad del Pacífico se une a la de la falla de Motagua que forma el límite norte de la placa del Caribe, extendiéndose hacia el Este, desde la costa del Pacífico pasando por el Sur de Cuba y el Norte de la Hispaniola hasta el arco de las Pequeñas Antillas. A lo largo de esta falla han sucedido terremotos de gran magnitud. La capital de Guatemala ha sido destruida varias veces por terremotos en su antiguo emplazamiento en 1652 y 1773 y en el nuevo en 1913 y 1972. Todo el litoral Pacífico de Centroamérica ha sido escenario de destrucciones debidas a terremotos en una y otra época de su historia. Por ejemplo Managua, la capital de Nicaragua, fue arrasada en época reciente en 1931 y de nuevo en 1972. En El Salvador, su capital recibió fuertes daños en los terremotos de 1965 y 1986.

Los terremotos en la región del Caribe forman un amplio lazo que parte de Guatemala en dirección este y llega hasta las Pequeñas Antillas donde cambia de dirección hacia el Sur hasta la costa de Venezuela. La sismicidad se extiende por la costa de Venezuela y Colombia hacia el Oeste para unirse con la del Pacífico. Terremotos de gran magnitud suceden en esta región como el de Santo Domingo en 1946 y el más reciente al sudeste de Cuba en 1992. En Venezuela la actividad sísmica ha afectado Cumaná, Caracas y otras localidades. Conviene destacar los terremotos de 1812 y 1967 que produjeron daños considerables en la ciudad de Caracas.

La región Andina desde Colombia a la Tierra de Fuego es sacudida periódicamente por grandes terremotos y contribuye aproximadamente con el 15% del total de la energía sísmica disipada en todo el mundo en cada siglo. Los terremotos son superficiales en la zona costera aumentando su profundidad hacia el interior del continente. Los focos de mayor profundidad, entre 500 y 650 kilómetros, se encuentran localizados en la región limítrofe de Perú, Colombia y Bolivia con Brasil. Entre los terremotos profundos conviene destacar el reciente de Bolivia, el 9 de junio de 1994 de  $M = 8,3$ , a profundidad de 637 km. Éste es uno de los terremotos profundos de mayor magnitud. En la parte norte, en Colombia y Ecuador, los terremotos de mayor magnitud están localizados en la costa o muy cerca de ella. Destacan el terremoto de Ambato, Ecuador en 1949 y el más reciente de Popayan en Colombia en 1983. Perú ha sido afectado en muchas ocasiones por grandes terremotos, la mayoría localizados en la mitad sur de la zona costera. Son importantes los

terremotos de 1940 y 1970 que produjeron daños en los departamentos de Ancash, Lima, Ica y Arequipa. Recientemente la región de Moyobamba ha sido sacudida por terremotos en 1990 y 1991 y la de Nazca en 1996.

Chile es una región continuamente asolada por grandes terremotos que en muchos casos van acompañados de maremotos y actividad volcánica. La actividad sísmica es más intensa en la parte sur donde la ciudad de Concepción ha sido destruida repetidas veces, por ejemplo en 1853 y 1939. En 1960, todo Chile fue sacudido por una serie de terremotos, cuya duración se extendió a más de un año. El terremoto principal fue de magnitud 8,5 y estuvo acompañado de actividad volcánica y un importante maremoto. El área cubierta por la actividad sísmica tuvo una longitud de unos mil kilómetros a lo largo de la costa. En Argentina la parte más afectada por los terremotos se encuentra en el interior, en la provincia de la Rioja y ha afectado a las ciudades de San Juan y Mendoza.

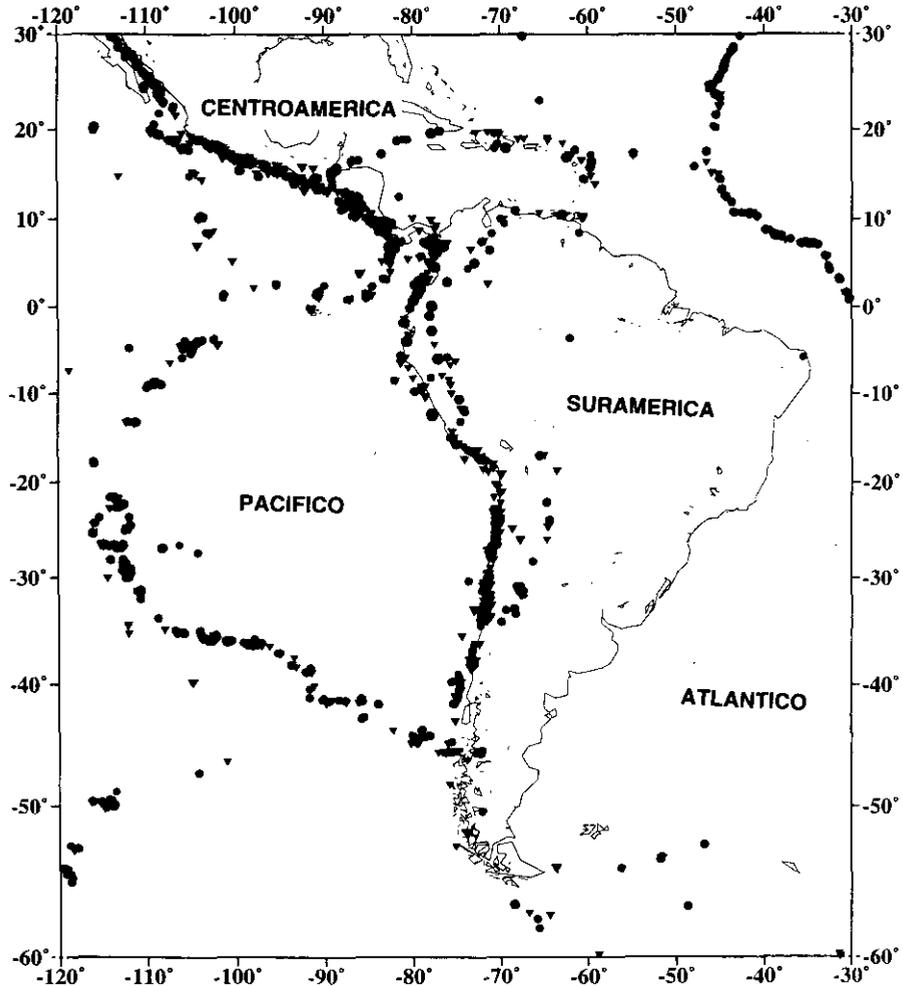
## SISMOTECTÓNICA

El estudio de la distribución de los terremotos y su mecanismo focal ha sido uno de los factores más importantes en el establecimiento de la teoría tectónica de placas. En la región de América Central y del Sur, la situación tectónica se puede explicar por la interacción de 6 placas, representada de forma esquemática en la figura 2. Las cuatro placas principales son las de América, a veces dividida en dos, Norteamérica y Suramérica, Nazca, Pacífico y Antártida, a las que hay que añadir las de Cocos y Caribe. Si se compara la figura 2 con la figura 1, se aprecia que los bordes de las placas están claramente definidos por la sismicidad. Se debe notar que la separación entre las placas de Norteamérica y Suramérica no está justificada por la sismicidad actual. La parte más activa del borde occidental de Suramérica corresponde a la frontera con la placa de Nazca. El borde entre las placas de Suramérica y del Caribe es un poco difuso lo que ha llevado a algunos autores a proponer una pequeña placa intermedia en el norte de Colombia. La interacción de estas placas condiciona la distribución de los terremotos y su mecanismo focal y es responsable de la orogenia y volcanismo de la región (Molnar and Sykes, 1969; Barazangi and Isacks (1976); Ladd, 1976; Chael and Stewart, 1982; Cabré (1983); Chinn and Sykes, 1983; Burbach et al., 1984; Araujo and Suárez, 1994).

El movimiento relativo de las placas está representado en la figura 2. Las velocidades varían entre 1 y 6 cm/año. La mayor velocidad es la correspondiente a la placa de Cocos. La colisión entre esta placa y las de Norteamérica y Caribe es oblicua por lo que las zonas de subducción no son muy profun-

das. La zona de colisión más clara es la que se produce entre la placa de Nazca y la de Suramérica. Esta colisión de una placa oceánica con una continental ha dado lugar a un proceso de subducción de la placa oceánica y a la formación de la cordillera de los Andes.

Según la mayoría de los autores, la situación en el margen entre la placa de Nazca y el borde occidental de la placa de Suramérica es muy compleja.



**Figura 1.** Sismicidad de América Central y del Sur (1970-1995,  $M > 4$ ). Profundidad, círculos  $h < 40$  km, triángulos  $h > 40$  km. (NEIC, U.S. Geological Survey).

En la cordillera de los Andes no se dan fuertes cabalgamientos de los sedimentos, sino que el proceso de subducción de la placa oceánica ha ido formando a lo largo del tiempo una serie de arcos volcánicos en el interior de la placa continental. Estos arcos volcánicos están situados cada vez más al interior, formados por la ascensión del magma desde la placa subducida. Consecuencia de esta ascensión de magma es el progresivo engrosamiento de la cor-

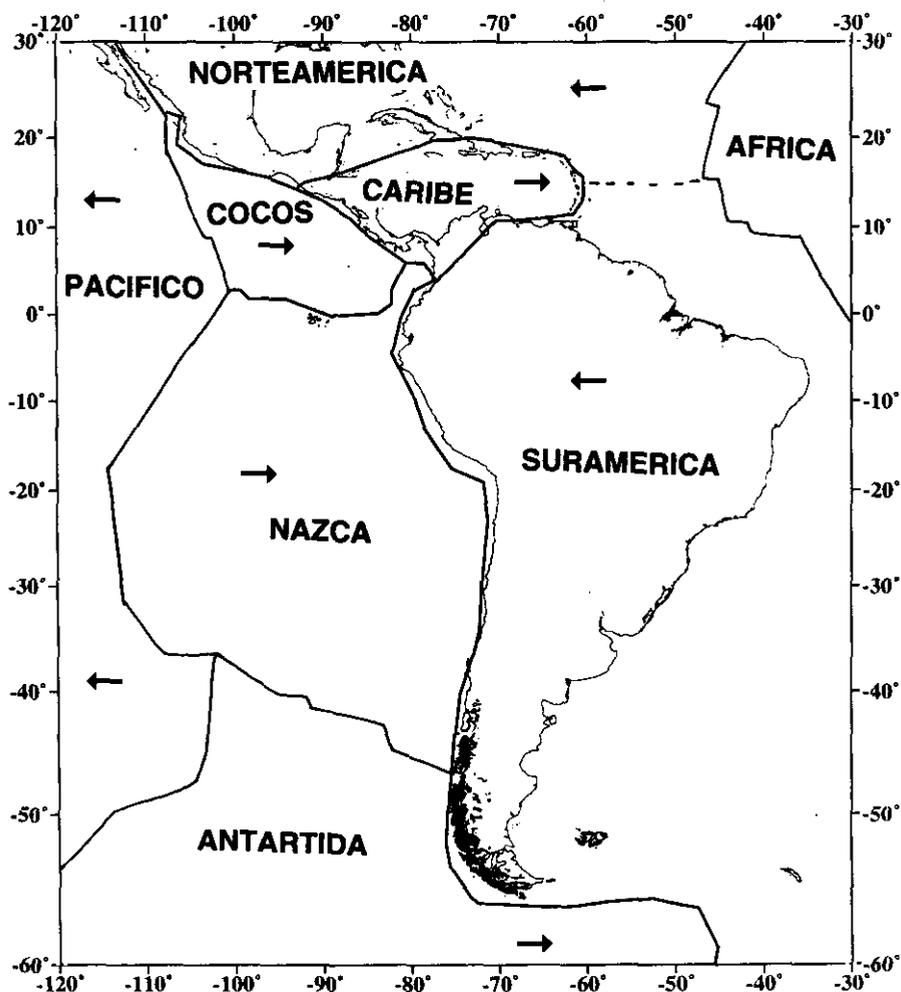


Figura 2. Esquema de las placas litosféricas en la región de América Central y del Sur y su movimiento relativo.

teza que llega a espesores de hasta 70 km con el plegamiento de los sedimentos depositados en la superficie. El resultado final es una ancha franja de cadenas montañosas con volcanismo activo muy intenso paralelas al margen de subducción con un enorme engrosamiento de la corteza. La subducción llega en este margen a grandes profundidades hasta 650 km a distancias de hasta 150 km hacia el interior. La geometría de la placa de subducción varía a lo largo de la zona de Norte a Sur.

En Centroamérica la zona de subducción de la placa de Cocos no es uniforme. Algunos autores sugieren que esta zona se subdivide en varios segmentos en los que la inclinación de la capa buzante varía. La intersección de la dorsal de Cocos con el continente al sur de México muestra un aumento en actividad sísmica. Otro punto de interés es la intersección de la falla de Montagua con la región de subducción a la altura de Guatemala donde se da un incremento en la actividad sísmica. Esta falla se prolonga hasta el arco de las Pequeñas Antillas. Su carácter predominante de desgarre sinistoso adquiere en la zona oriental un componente de falla inversa.

## CONCLUSIÓN

América Central y del Sur constituyen una región de alta sismicidad con frecuentes terremotos de gran magnitud que por su localización cercana a zonas urbanas causan grandes daños materiales y víctimas humanas. La zona más activa corresponde al borde occidental donde la placa litosférica de América colisiona con las del Pacífico, Nazca y Cocos. A lo largo de toda la costa existe una zona de subducción con sismicidad intermedia y profunda. El borde oriental de América del Sur es un borde pasivo y toda la parte continental al este de los Andes es de sismicidad muy baja. En el Caribe se encuentra la placa de su mismo nombre cuyos bordes activos contribuyen a la sismicidad de esta zona.

## BIBLIOGRAFÍA

- ASKEW, B. L. and S.T. ALGERMISSEN (eds.) (1985). Catálogo de terremotos para América del sur. CERESIS, Lima, 14 vols.
- ARAUJO, M. and G. SUÁREZ (1994). Geometry and state of stress of the subducted Nazca plata beneath central Chile and Argentina: Evidence from teleseismic data. *Geophys. J. Int.*, 116, 283-303.
- BARAZANGI, M. and B. ISACKS (1976). Spatial distribution of earthquakes and subduction of the Nazca plata beneath South America. *Geology*, 4, 686-692.

- BURBACH, G.V., C. FROELICH, W.D. PENNINGTON and T. MATUMOTO (1984). Seismicity and tectonics of the subducted Cocos Plate. *J. Geophys. Res.*, 89, 7.719-7.735.
- CABRÉ, R. (ed.) (1983). Geodynamics of the Eastern Pacific region, Caribbean and Scotia arcs. *American Geophysical Union, Geodynamics Series*, 9, 170 págs.
- CHAEI, E.P. and G.S. STEWART (1982). Recent large earthquakes along the Middle American trench and their implications for the subduction process. *J. Geophys. Res.*, 87, 329-338.
- CHINN, D.S. and B.L. SYKES (1983). Accurate source depth and focal mechanism of shallow earthquakes in western South America and the New Hebrid Island arc. *Tectonics*, 2, 529-563.
- LADD, J. W. (1976). Relative motion of South America with respect to North America and Caribbean tectonics. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 87, 969-976.