

## 15. Tectónica de placas. Deriva continental. Márgenes de placas: características y fenómenos asociados. Mecanismos del movimiento de placa. Medida de los desplazamientos relativos de las placas. Distribución espacial y temporal de terremotos. Su relación con la tectónica y sus características según los diferentes regímenes de borde de placa.

### 15.1. Tectónica de placas. Deriva continental.

La **deriva continental** es el desplazamiento de las masas continentales unas respecto a otras. Esta hipótesis fue desarrollada en 1912 por el meteorólogo alemán Alfred Wegener, quien conjeturó que el conjunto de los continentes actuales estuvieron unidos en el pasado remoto de la Tierra, formando un supercontinente, denominado *Pangea* (en griego, "toda la Tierra"), que comenzó su fragmentación en el Jurásico hasta dar lugar a la configuración actual.

La teoría de Wegener se basaba en observaciones empírico-razonales, tales como la gran similitud entre la forma de las costas de los continentes sudamericano y africano (aún mayor si se tienen en cuenta los límites de las plataformas continentales), cordilleras con la misma edad y misma clase de rocas en distintos continentes y la existencia de fósiles de las mismas especies en diferentes continentes separados por océanos.

La teoría de la deriva continental, junto con la de la expansión del fondo oceánico quedaron incluidas en la teoría de la **tectónica de placas**. Se trata de una teoría geológica que explica la forma en que está estructurada la litosfera (porción externa más fría y rígida de la Tierra). La teoría da una explicación a las placas tectónicas que forman la superficie de la Tierra y a los desplazamientos que se observan entre ellas en su movimiento sobre el manto terrestre fluido, sus direcciones e interacciones. Dado que se desplazan sobre la superficie finita de la Tierra, las placas interaccionan unas con otras a lo largo de sus fronteras o límites provocando intensas deformaciones en la corteza y litosfera de la Tierra. El contacto por fricción entre los bordes de las placas es responsable de la mayor parte de los terremotos.

Las placas tectónicas se desplazan debido a la menor densidad de esta con respecto a la astenósfera, que es la capa que se encuentra inmediatamente inferior a la corteza. Las variaciones de densidad laterales resultan en las corrientes de convección del manto.

Las 15 placas tectónicas mayores se muestran en la Figura 17, y son: Norteamericana, euroasiática, africana, arábiga, india, australiana, filipinas, pacífica, nazca, caribe, sudamericana, antártica, escocesa, cocos y Juan de Fuca.

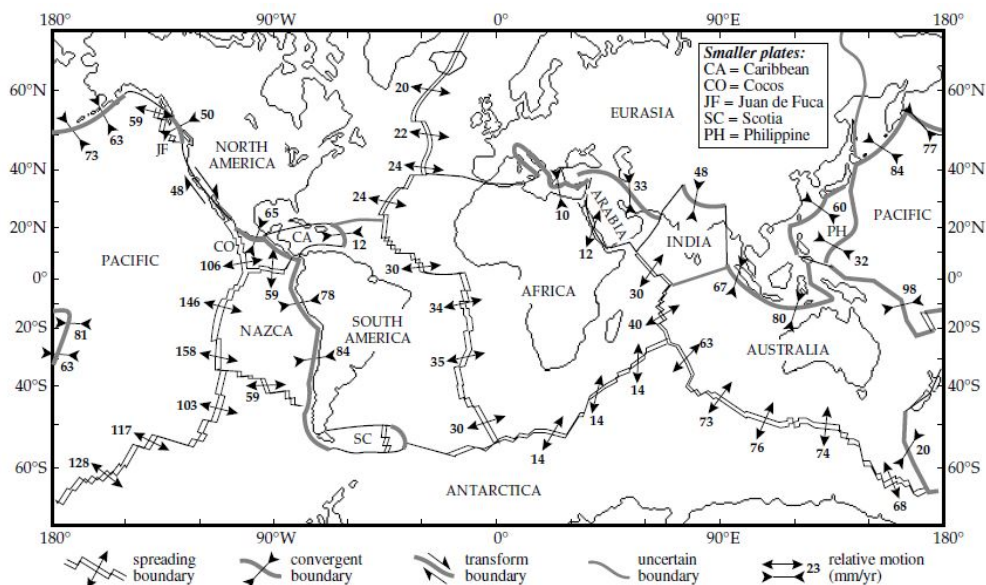


Figura 17: Las 15 principales placas tectónicas y los tipos de márgenes. Fuente: Lowrie.

## 15.2. Márgenes de placas: características y fenómenos asociados. Mecanismos del movimiento de placa.

Las placas limitan entre sí por tres tipos de situaciones:

**Márgenes divergentes:** Son zonas de extensión, de creación de litosfera. Corresponden al medio oceánico que, de manera discontinua, se extiende a lo largo del eje de las **dorsales oceánicas**, por donde sale el magma procedente del manto. Topográficamente, la parte central de la dorsal está constituida por una cadena montañosa, con o sin valle de Rift, por donde sale el magma y provoca actividad volcánica lenta y constante. Cuando el vulcanismo es muy intenso, las dorsales afloran, como en el caso de Islandia.

**Márgenes convergentes:** Pueden ocurrir varios casos:

- **Subducción:** una de las placas se pliega un ángulo pequeño, hacia el interior de la Tierra, y se introduce bajo la otra. El límite está marcado por una fosa oceánica o fosa abisal (zona de Benioff-Wadati), una estrecha zanja, cuyos flancos pertenecen a una placa distinta. Hay dos variantes, según la naturaleza de la litosfera en la placa que recibe la subducción:
  - **Convergencia placa oceánica-continental**, como ocurre en la subducción de la placa de Nazca con respecto a la cordillera de los Andes.
  - **Convergencia placa oceánica-oceánica**, subduciendo una por debajo de la otra y desarrollándose volcanes en arcos insulares. Las fosas oceánicas y los límites que marcan son curvilíneos, de gran amplitud, como los archipiélagos del Pacífico (Japón, Islas Kuriles, Islas Aleutianas, Fiji, etc.)
- **Colisión:** se origina por la convergencia de dos placas continentales. Al final las dos masas chocan, los materiales continentales de la placa que subduce tienden a ascender sobre la otra placa, y se produce una orogénesis. Así se originaron cordilleras mayores, como el Himalaya y los Alpes.

**Márgenes transcurrentes:** Generan fallas de transformación, conectando zonas de extensión y subducción entre sí o unas con otras. El movimiento horizontal se transforma en los extremos, bien en movimientos de expansión o de subducción, de ahí el nombre. Este borde de placa es el presente en la falla de San Andrés (conecta dos bordes extensivos), Caribe (conecta dos bordes de subducción) y Anatolia. También se observan en las dorsales.

## 15.3. Medida de los desplazamientos relativos de las placas.

Los desplazamientos relativos entre placas tectónicas pueden ser monitorizados de manera directa mediante técnicas geodésicas espaciales, ya que los movimientos de las placas son de escala global. Tomando medidas precisas mediante GNSS de manera periódica sobre una serie de puntos cuidadosamente elegidos de la superficie de la Tierra separados cientos o miles de kms, se puede determinar tras filtrado a lo largo de varios años, la variación en el vector que une dos estaciones, infiriendo por lo tanto el desplazamiento relativo entre dos placas y la velocidad a la que se produce.

Lo que se obtiene del GNSS es la medida de la velocidad en las componentes este, norte y vertical, combinándose para obtener información de la localización tridimensional.

## 15.4. Distribución espacial y temporal de terremotos. Su relación con la tectónica y sus características según los diferentes regímenes de borde de placa.

Desde la antigüedad se sabe que unas zonas son mucho más propensas a sufrir terremotos que otras, lo que permite separar entre zonas sísmicamente activas de otras que no lo son. Una de las características más importantes de la distribución de terremotos es que éstos están concentrados en franjas relativamente estrechas, que forman una red que divide a la superficie de la Tierra en una serie de áreas cuyo interior es prácticamente asísmico. De estas franjas o alineaciones de terremotos, unas ocupan los márgenes de los continentes y otras están situadas en el interior de los océanos, coincidiendo con las dorsales. No en todos

los márgenes de los continentes se producen terremotos, lo que permite separarlos en activos y pasivos; por ejemplo, el margen occidental de América es activo, mientras que el oriental no lo es, el margen norte de Eurasia es pasivo, y el sur y este activos; todos los márgenes en África son pasivos.

La distribución geográfica global de los terremotos puede resumirse esquemáticamente en la Figura ??.

- Zonas activas: La primera, el cinturón circum-Pacífico, que rodea este océano, formado en su parte oriental por los terremotos de Alaska, California y Nevada, México, América Central y cordillera Andina, desde Colombia hasta el sur de Chile. En esta zona se han producido grandes terremotos que han ocasionado frecuentes catástrofes a lo largo de los años. En América del Sur, los terremotos son superficiales en las zonas costeras y más profundos hacia el interior del continente. En su parte occidental, la costa del Pacífico está orlada de una serie de arcos de islas, desde el más septentrional de las islas Aleutianas hasta el de Fiji y Honda en el sur, en los que se dan terremotos superficiales y profundos de gran magnitud.
- La segunda región sísmica es la llamada «Mediterráneo-Himalaya», que se extiende desde las islas Azores hasta la costa del continente asiático. A esta región pertenecen los terremotos del sur de España, norte de África, Italia, Grecia, Turquía, Persia, Himalaya, norte de la India y China.
- La tercera la constituye el complejo sistema de cordilleras submarinas que se extienden en los océanos. Entre éstas hay que destacar la centro-Atlántica, que divide de norte a sur este océano en dos partes, las del Índico y las del Pacífico frente a la costa oriental de América del Sur. Los terremotos de estas zonas son superficiales y de magnitud media.

La distribución de terremotos en Europa se extiende de oeste a este desde las islas Azores hasta el Cáucaso. La zona más activa es la del arco Helénico, seguida por la península Itálica y el arco de Sicilia-Calabria, y el sur de la península Ibérica y el norte de África. La mayoría de los terremotos son superficiales con focos de mayor profundidad (intermedios y profundos) en los arcos Helénico, Sicilia-Calabria, Cárpatos y Bético-Rif.

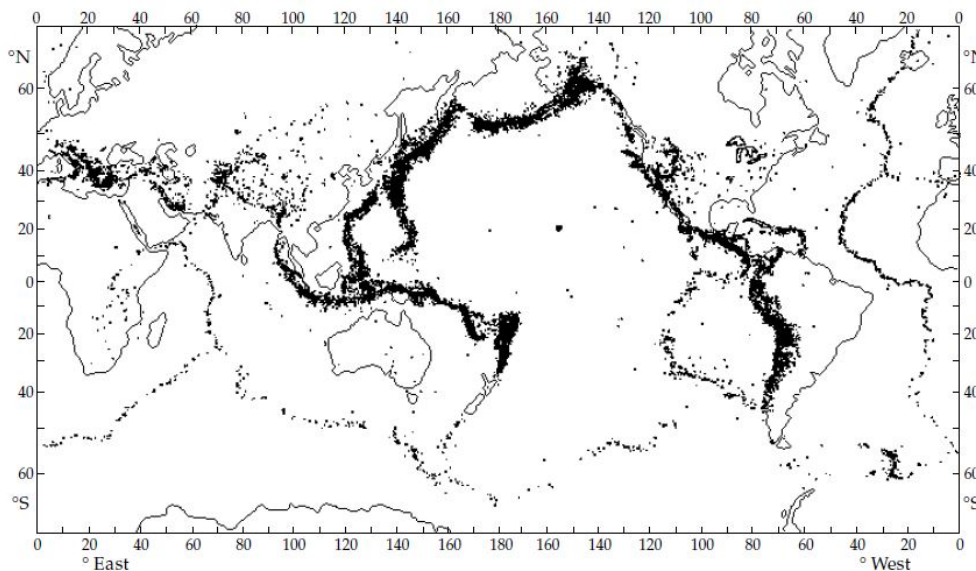


Figura 18: Distribución de terremotos . Fuente: Lowrie.

Desde el punto de vista de la sismicidad, las zonas de extensión tienen actividad superficial y de moderada magnitud. En las de convergencia, los terremotos son tanto superficiales como profundos, y pueden alcanzar magnitudes muy altas. En las fallas de desgarre, los terremotos son superficiales y su magnitud puede ser también muy grande. Aunque hemos dicho que los terremotos se dan preferentemente en los bordes de las placas, con menor frecuencia se dan también en algunas zonas de su interior. Esta circunstancia ha llevado a dividir los terremotos en interplacas e intraplacas. A veces, los terremotos intraplacas pueden ser de gran magnitud, como los acaecidos en el interior de China y en el centro y costa oriental de América del Norte.