

DERIVA CONTINENTAL

Fue el astrónomo y meteorólogo alemán **Alfred Wegener**, quien en 1915 publicó el libro "*El origen de los continentes y océanos*", en donde hace la primera exposición general de la teoría de la "*Deriva Continental*", según la cual los continentes se mueven a través de la corteza del fondo oceánico, más delgada, al igual que un iceberg abriéndose paso por el mar.

La hipótesis de Wegener se basaba en un gran número de observaciones y estudios geológicos, geofísicos, geodésicos, litológicos, paleontológicos y paleoclimáticos.

Uno de los argumentos usados para demostrar la veracidad de su teoría, fue haber hallado evidencias en la distribución geográfica de ciertos fósiles de animales y plantas que presentaban patrones de coincidencias (ilustrados por bandas de colores en **Figura 1**), en continentes diferentes muy separados geográficamente. Esto a su vez fue reforzado por la morfología en que parecían encajar los continentes a cada lado del Océano Atlántico, como África y Sudamérica, lo cual le hizo conjeturar que el conjunto de los continentes actuales estuvieron unidos en un pasado remoto de la Tierra, formando un supercontinente, que llamó *Pangea*, que significa "*toda la tierra*".

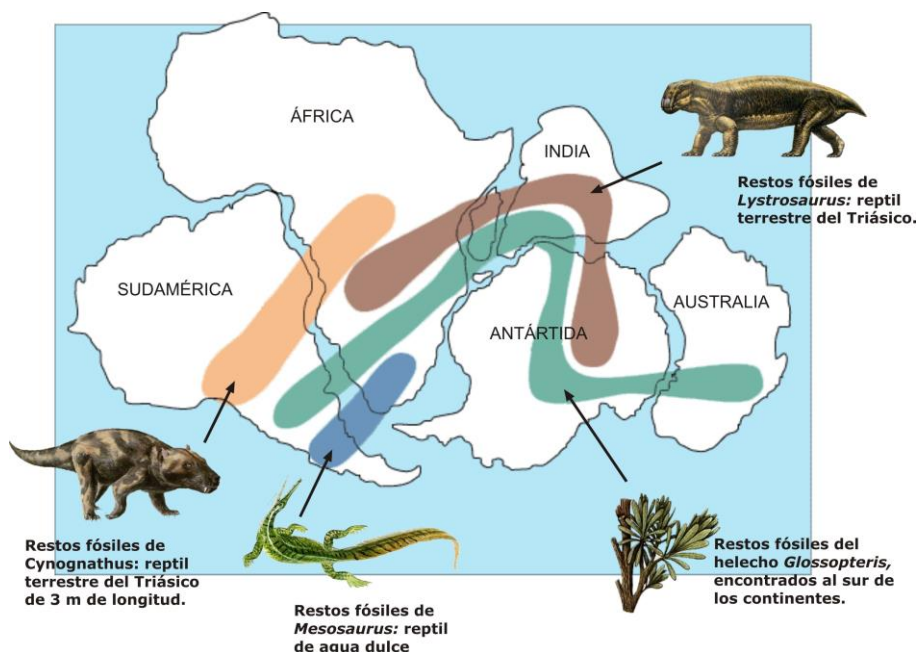


Figura 1: Evidencias encontradas por Wegener en la distribución de fósiles de animales y plantas.

La *Deriva Continental* de ese supercontinente Pangea, comenzó hace aproximadamente 230 millones de años, iniciando un proceso de fragmentación que derivó en *placas*

continentales que se desplazaban unas con respecto a otras, hasta llegar a la disposición actual de los continentes y masa oceánicas, **Figura 2.**

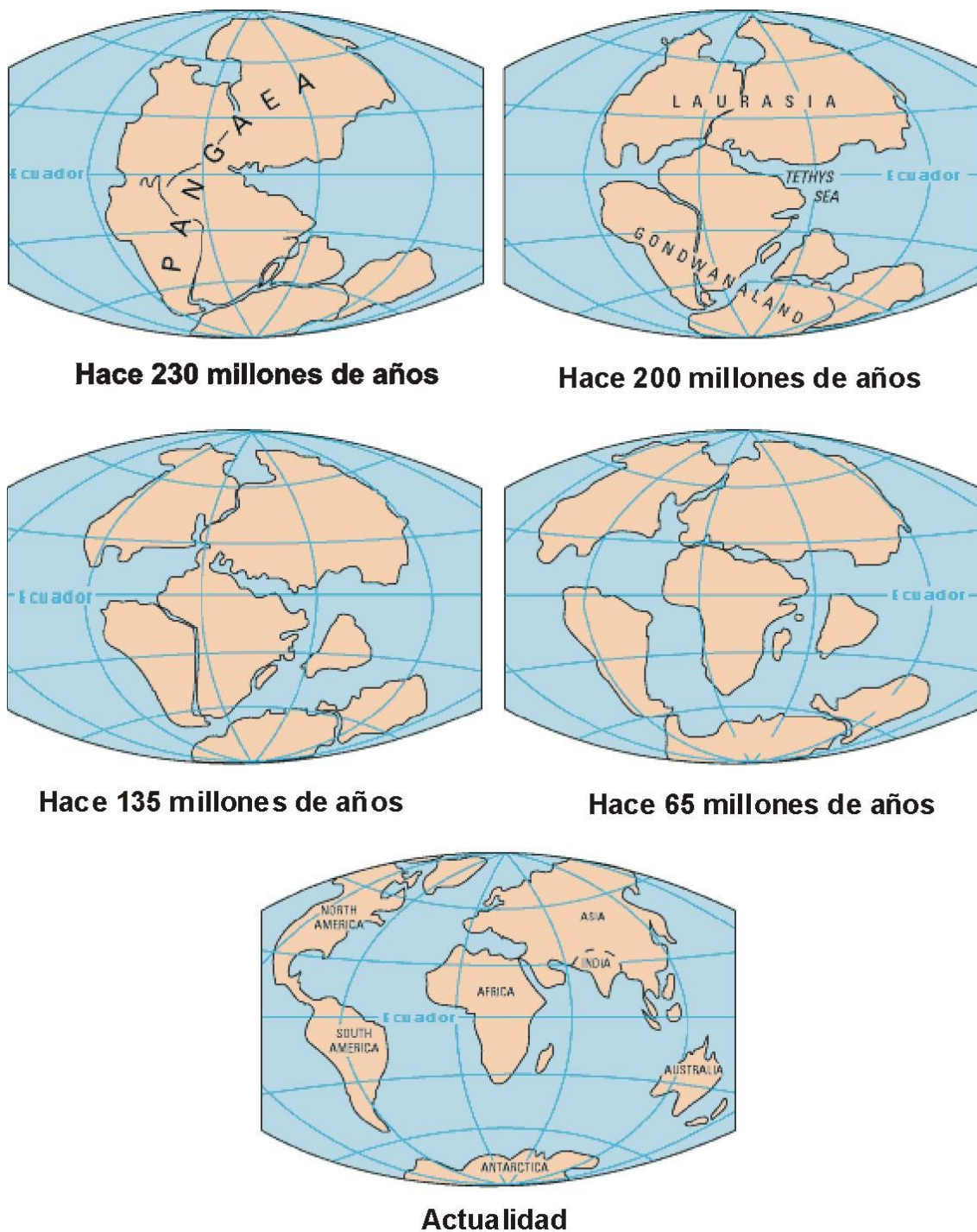


Figura 2: Evolución del desplazamiento de las *Placas Tectónicas*, desde hace 230 millones de años hasta la actualidad.

Dorsales centro-oceánicas

A partir de 1945 los océanos (Atlántico, Índico, Ártico y Pacífico) fueron intensamente estudiados de manera sistemática con el empleo de sonares, llevando a cabo una investigación profunda del fondo oceánico.

Es así que en 1959 el geofísico y geólogo marino **Maurice Ewing**, en colaboración con otros científicos, de la Universidad de Columbia (EEUU), publican el primer mapa detallado del fondo marino, demostrando que debajo de los océanos, a profundidades del orden de 4.000 m, se encuentran las denominadas *Cordilleras o Dorsales Centro-Oceánicas*.



Figura 3: Topografía del fondo marino, donde se puede apreciar la *Cordillera Centro-Oceánica del Atlántico*.

La **Figura 3** ilustra la topografía del fondo marino en donde se puede apreciar la orografía de la cordillera centro-oceánica del Atlántico

Posteriormente, a partir del estudio de los resultados obtenidos por **Ewing**, el geólogo **Harry Hess**, de la Universidad de Princeton, elabora en 1962 la teoría de la "*expansión del fondo oceánico*", en la cual proponía que el material del manto surgía de la zona de la dorsal oceánica, acumulándose, presionando y desplazando las placas en direcciones opuestas. Su idea fue inmediatamente aceptada y no ha cambiado en la actualidad.

Esta teoría permitió demostrar de manera concluyente la *deriva de los continentes*, descubriendo la existencia de corrientes de convección en el interior del manto las cuales fragmentan a la litósfera, dando origen a las placas tectónicas (**Figura 6**).

Las corrientes de convección son patrones circulatorios que se presentan en fluidos que se calientan en su base. Al calentarse el fluido en su parte inferior, se dilata, y por lo tanto emerge y hace que el fluido ascienda. Al alcanzar la superficie se enfría (aumentando su densidad), por lo tanto desciende y se vuelve a calentar, estableciéndose un movimiento circular auto-organizado.

La litósfera terrestre, con un espesor promedio de 100 km incluye la corteza (ya sea continental u oceánica) y la parte superior y más rígida del manto (**Figura 4**), se encuentra fragmentada formando las *Placas Tectónicas* terrestres.

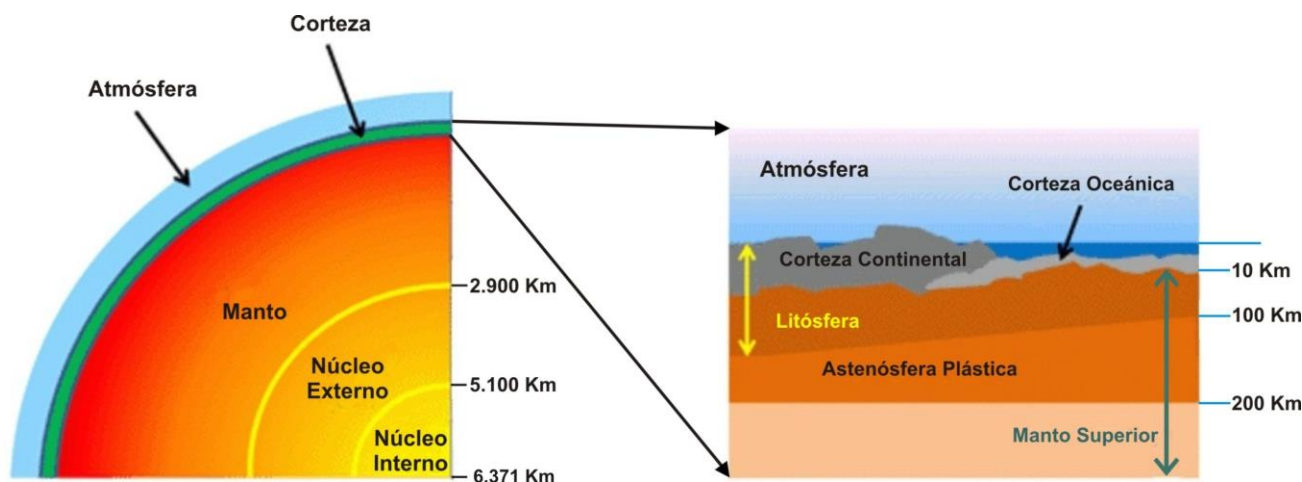


Figura 4: Corte de la Tierra.

En las Cordilleras o Dorsales Centro-Oceánicas, se produce un intenso vulcanismo no explosivo. Como consecuencia de este proceso, el material incandescente, que asciende desde el manto superior, aflora en la superficie del fondo oceánico en la cima de dichas cordilleras, a través de una depresión central, **Figura 5**.

El material magmático se dispersa sobre el piso oceánico donde se enfría y solidifica, empujando a la litósfera hacia ambos lados de la dorsal, a razón de varios centímetros por año. Esto significa que las depresiones centrales de las *Cordilleras Centro-Oceánicas* constituyen los lugares donde comienza la expansión de los fondos oceánicos.

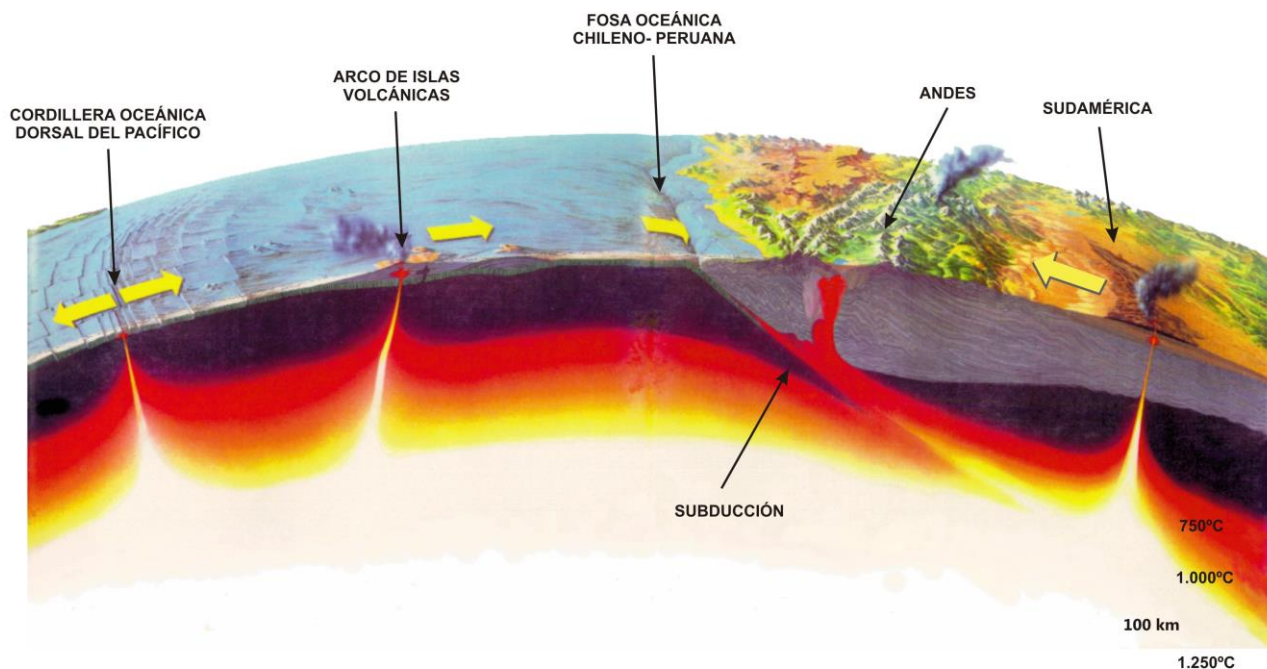


Figura 5: Ilustración del proceso de expansión del suelo oceánico.

Para mantener un equilibrio global es necesario que el aporte del nuevo material ascendente, que forma nueva litósfera, sea compensado con la desaparición por absorción de la misma cantidad de litósfera, en otras zonas.

Esto se produce en las *fosas marinas*, donde la litósfera oceánica se sumerge debajo de la litósfera continental, definiendo una geometría particular, a la que se denomina *Zona de Subducción*. Dicha zona comienza en el contacto de las dos placas y culmina generalmente a grandes profundidades (hasta 700 km), cuando la litósfera oceánica es absorbida por el manto.

Es lo que sucede con la Placa de Nazca, que se desplaza hacia el Este y subduce por debajo de la Placa Sudamericana, que se desplaza hacia el Oeste, con un desplazamiento anual de aproximadamente 46 mm y 32 mm, respectivamente (**Figura 6**). El eje de contacto entre ambas Placas ocurre a lo largo de la *fosa Chileno-Peruana*.

La litósfera queda dividida en una serie de placas (**Figura 6**), siendo las siete más importantes por sus dimensiones la Pacífica, la Norteamericana, la Euro-Asiática, la Indo-Australiana, la Africana, la Antártica y la Sudamericana. Estas placas gigantes se complementan con otras de menores dimensiones, denominadas de Nazca, de Cocos, de las

Filipinas, del Caribe, de Arabia, de Somalia y de Juan de Fuca. Existen placas de dimensiones aún menores, llamadas subplacas o microplacas que en general no se mueven en forma independiente.

Estas Placas rígidas flotan y se mueven en la porción superior del manto llamada Astenósfera, que tiene un comportamiento plástico. Las flechas en el mapa de la **Figura 6** indican la dirección del movimiento de cada una de las placas y el desplazamiento relativo anual, en mm, de cada una.

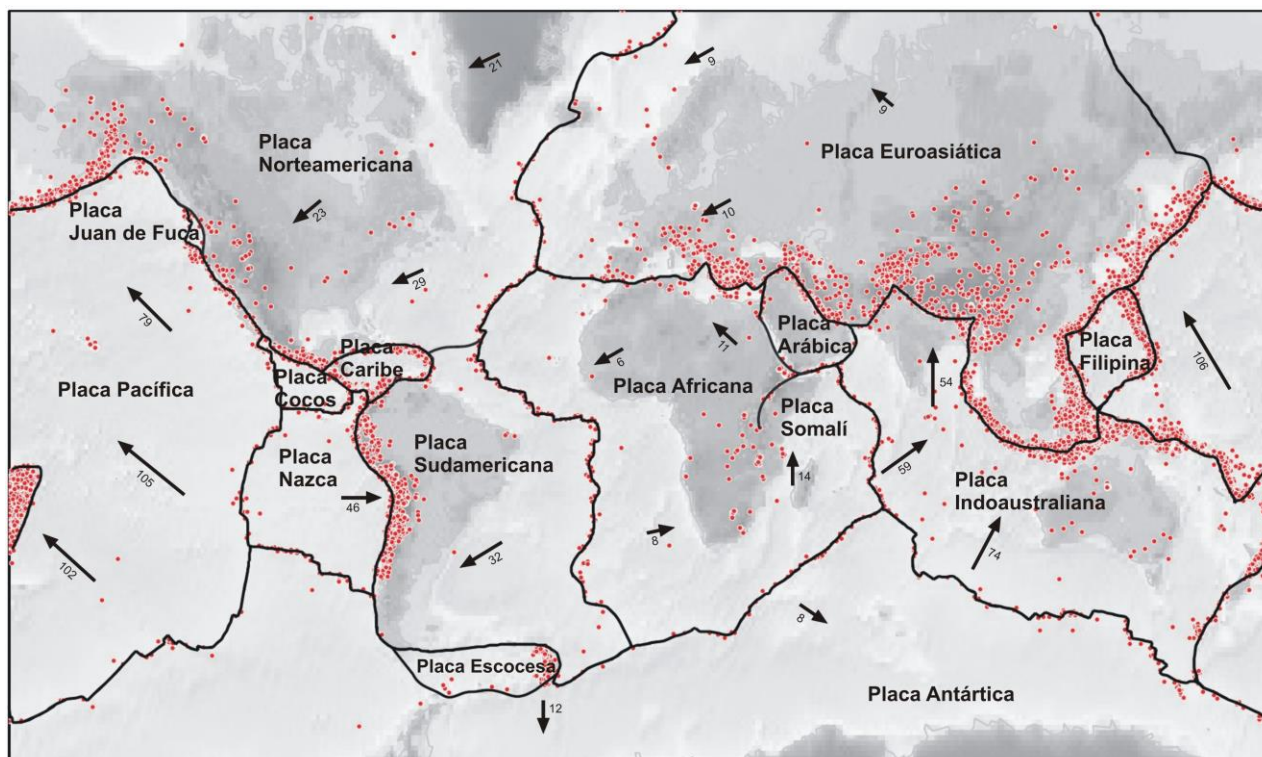


Figura 6: Principales Placas Tectónicas. Las flechas indican la dirección del movimiento de cada Placa y el desplazamiento relativo anual en mm de cada una. En rojo los epicentros de los sismos producidos por el contacto entre las Placas*.

*: **IRIS** (Incorporated Research Institutions for Seismology).

En su continuo desplazamiento estas Placas se montan, subducen, o se deslizan unas con otras, provocando grandes deformaciones. Esto conlleva a que en las zonas de contacto los continentes vayan sufriendo una constante y paulatina acumulación de energía, que al llegar al límite propio de la resistencia elástica de las rocas, produce una fractura en forma brusca y violenta, liberándose súbitamente una gran cantidad de energía, dando lugar a los terremotos. Esa actividad sísmica asociada se puede observar en el mapa de la **Figura 7**, la cual está directamente relacionada a los bordes de contacto entre las Placas que conforman la litósfera terrestre.

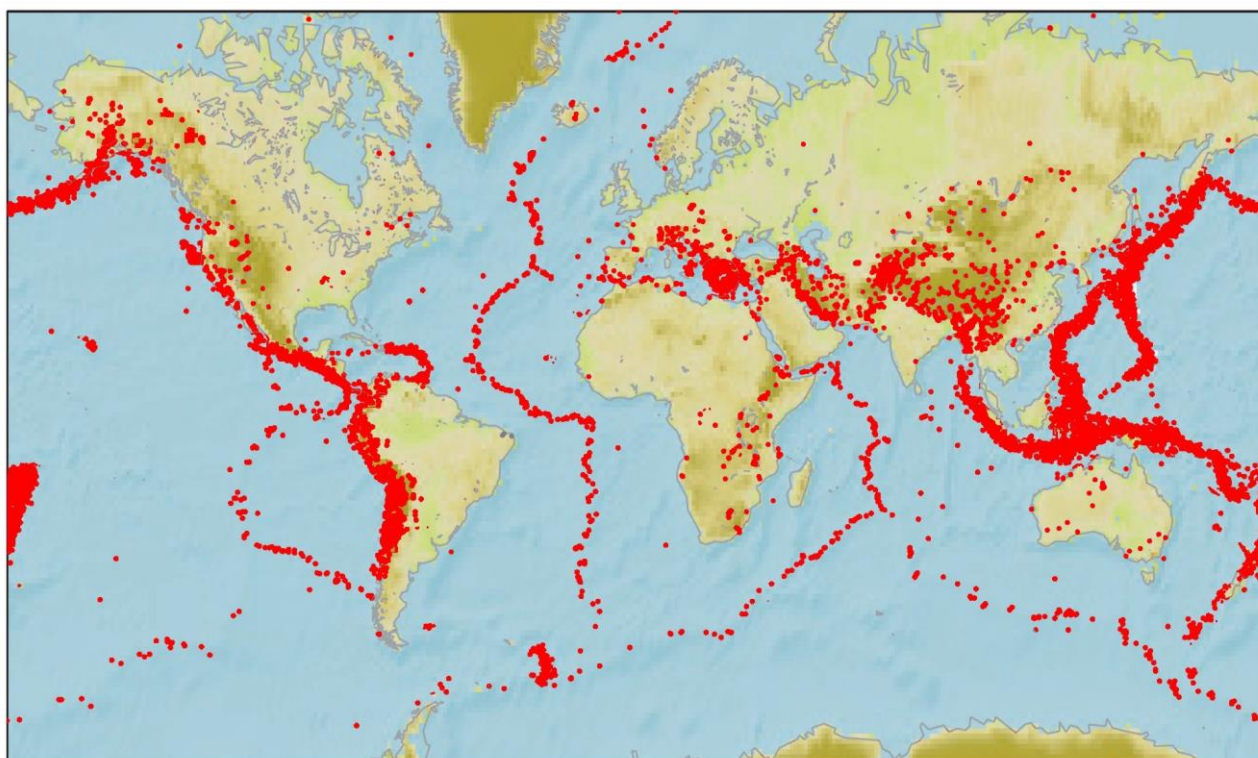


Figura 7: Los círculos rojos indican los epicentros de los sismos con una magnitud ≥ 4 , en un período de cinco años*.

*: **IRIS** (Incorporated Research Institutions for Seismology).

La mayor zona de contacto entre placas en el mundo es la llamada *Cinturón de Fuego del Pacífico* (**Figura 8**), a la que se le puede asociar el 90% de la sismicidad total del planeta. Aquí han tenido lugar los mayores terremotos registrados instrumentalmente en el siglo XX: Chile 1960 (Magnitud: 9,5), Alaska 1964 (Magnitud: 9,2), y en el presente siglo: Sumatra 2004 (Magnitud: 9,1), Japón 2009 (Magnitud: 9,0), Chile 2010 (Magnitud: 8,8). El 10% restante queda comprendido en la zona del Mediterráneo (entre Europa y África), algunas zonas de Asia, en las Dorsales Oceánicas, y una minoría que son intraplaca (aislados).

USGS: http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/10_largest_world.php

La mayor cantidad de sismos ocurre en los bordes o contactos de las placas y en general son los de mayor magnitud. La República Argentina se encuentra afectada por la convergencia de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana. Esta zona de contacto se ubica a lo largo de la costa de Perú y Chile, y es considerada la más larga del mundo. La placa de Nazca se desplaza hacia el este y se sumerge (subduce) bajo la placa Sudamericana, que se desplaza hacia el oeste. La velocidad relativa con que se mueven ambas placas es de aproximadamente entre 7,5 y 8 cm/año.

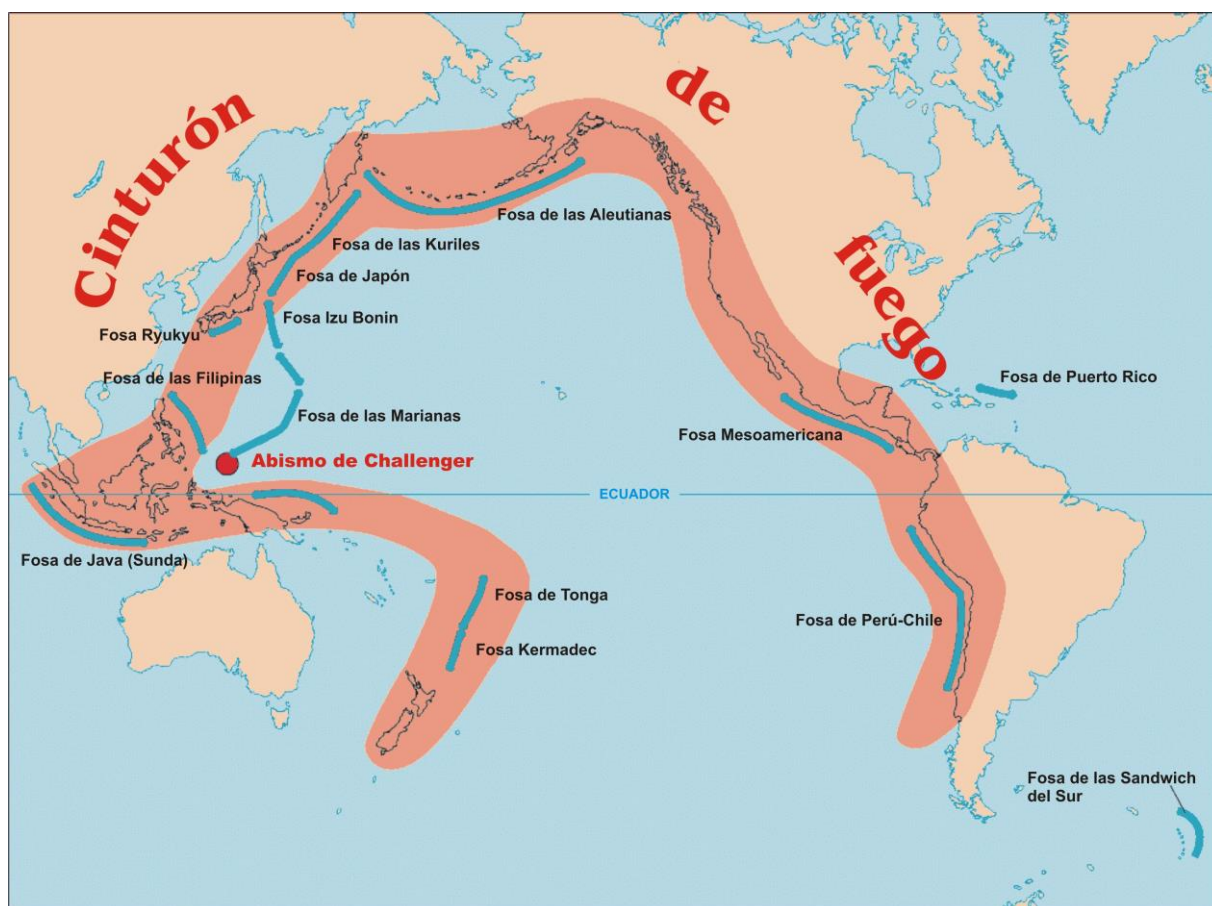


Figura 8: *Cinturón de Fuego del Pacífico*, donde se desarrolla el 90% de la actividad sísmica mundial.

Debido a los grandes esfuerzos compresivos generados en los contactos de placas, también se producen terremotos a distancias considerables de dichos contactos, generalmente asociados a fallas geológicas activas, como ha ocurrido en nuestro país, donde los casos más representativos son los terremotos de Salta (1692, 1844 y 1948), San Juan (1894, 1941, 1944, 1952 y 1977) y Mendoza (1782, 1861 y 1985).

BIBLIOGRAFÍA

BOLT, Bruce: *"Earthquake"*. W. H. Freeman and Company, New York (1993).

GASS I G, SMITH Peter J., WILSON R. C. L.: *"Understanding The Earth: A Reader in the Earth Sciences"*. The MIT Press (April 15, 1971).

SMITH, Peter J: *"Temas de Geofísica"*, Ed. Reverté, S.A., España (1975).

IRIS: <http://www.iris.edu/hq/>

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCIES <http://www.nationalacademies.org/>

NAVARRO, Carlos A.; INPRES: *"Sismicidad Histórica de la R.A."* Argentina (2012).

USGS: <http://earthquake.usgs.gov/>