

Tectónica de Placas

***Historia y
Fundamentos***



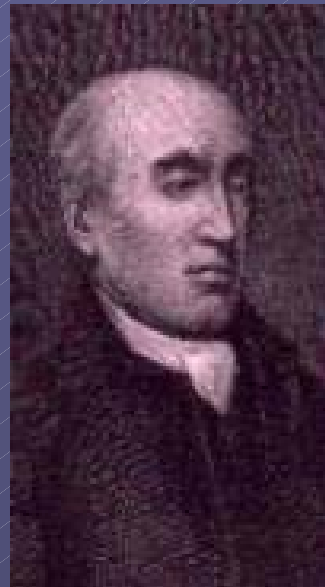
***Posgrado en Ciencias de la Tierra
Instituto de Geofísica, UNAM***

Introducción

- ❖ ¿Cómo se crean y se mantienen las montañas?,
- ❖ ¿Qué causa los terremotos?,
- ❖ ¿A que se debe que nazcan los volcanes?,
- ❖ ¿Cómo es posible que se encuentren fósiles de animales marinos en la cima de las montañas más altas y restos de plantas tropicales en la Antártida?,
- ❖ ¿Por qué algunas especies vegetales y animales son muy parecidas aunque vivan en continentes lejanos?,
- ❖ ¿A qué se debe la existencia de cadenas de islas?, etc.

Primeras observaciones

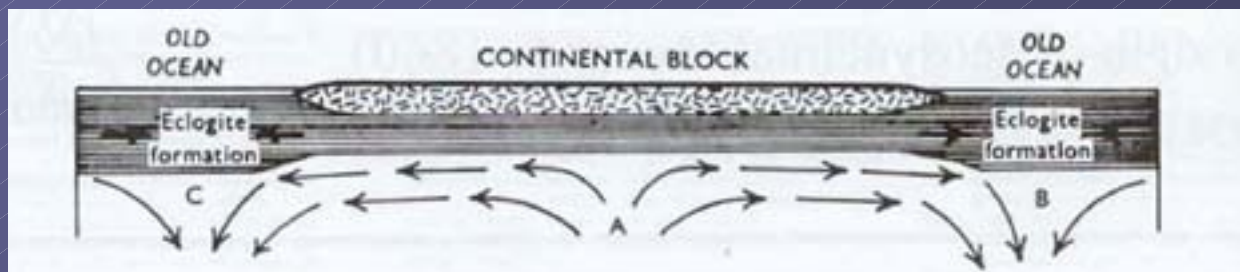
La Tierra es dinámica como lo notaron los primeros observadores de la naturaleza



- Leonardo Da Vinci en 1508, descubrió conchas marinas en lo alto de las montañas italianas
- James Hutton (1726-1797), introduce el ciclo de las rocas, la idea de que al elevarse un terreno estaba sujeto a erosión e intemperismo. Teoría del Uniformitarianismo
- Charles Darwin (1809-1882), en su viaje alrededor del planeta observó, después de un fuerte sismo en la costa chilena, mejillones recién muertos a 3 metros sobre la línea de costa

Primeras Ideas

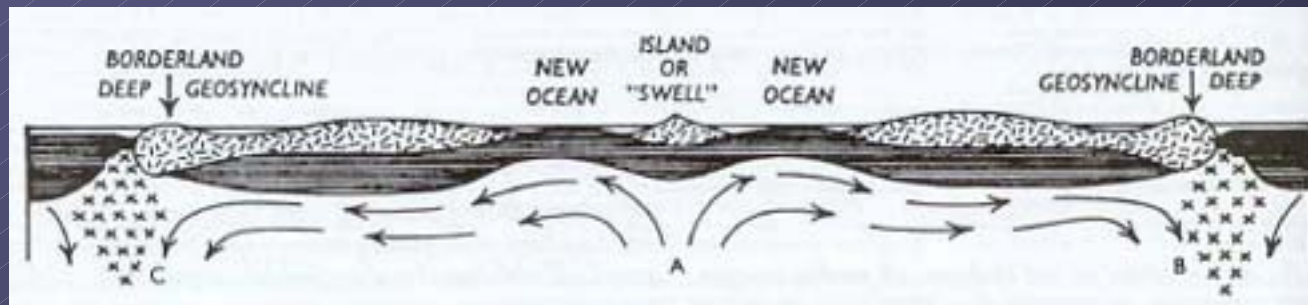
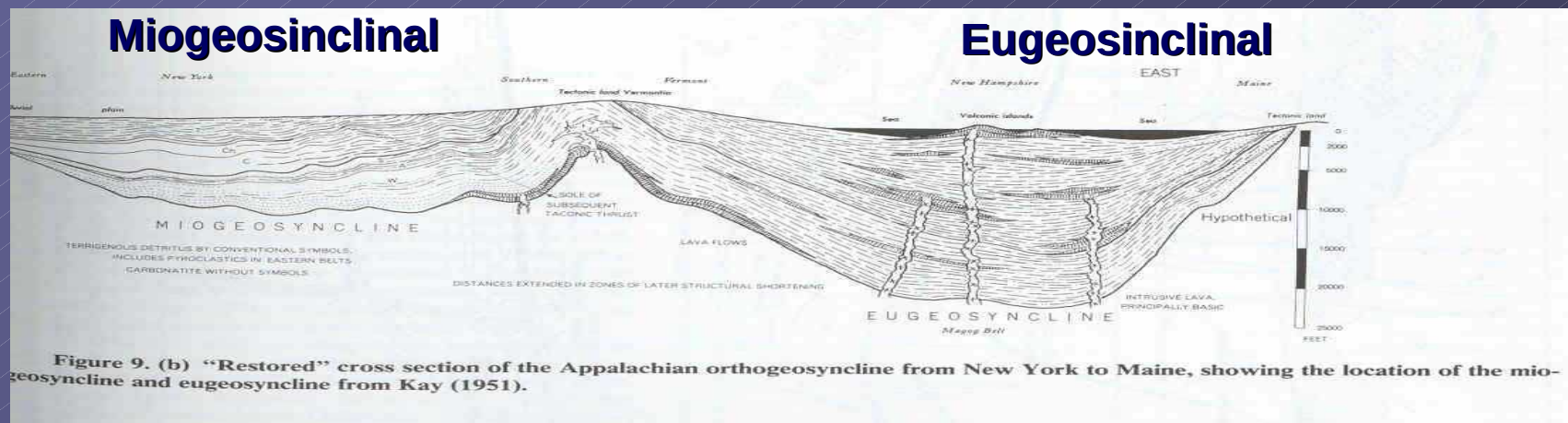
- Las primeras teorías explicaban la formación de los océanos y de las montañas por el efecto del enfriamiento de la capa mas externa de la Tierra, por contracción de la corteza y/o por efecto de una convección al interior de esta.



La formación de las montañas (del depósito y formación de rocas hasta la propia construcción de los edificios montañosos), se explicaba mediante la teoría, ahora en desuso, de los *geosinclinales*.

Los Geosinclinales

Grandes cuencas marinas en las márgenes continentales, receptáculo de grandes espesores de sedimentos, en hundimiento progresivo debido a su propio peso y sujetos a complejos procesos de deformación con la importante acción de la isostasia como generadora de fuerzas que plegaban y elevaban estos sedimentos hasta ser convertidos en cadenas montañosas



Alfred Lothar Wegener (1880-1930)

- @ Astrónomo y meteorólogo alemán, en 1915 publico “Die Entstehung der Kontinente und Ozeane”, *El Origen de los Continentes y los Océanos*.
- @ En su libro estableció el esbozo básico de su hipótesis sobre la Deriva Continental.
- @ Fue criticado porque no proporcionaba un mecanismo que causara la deriva, y porque se pensaba que tal deriva era físicamente imposible.



La Deriva Continental

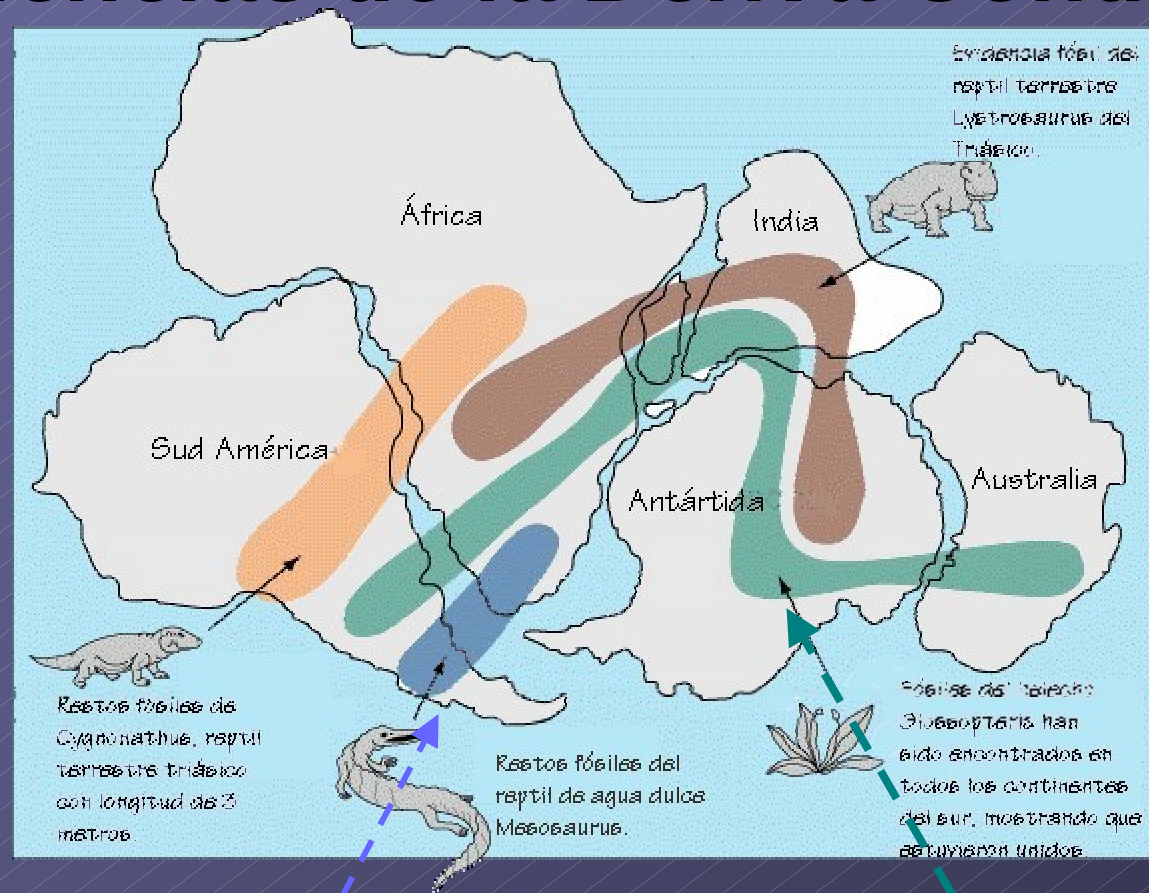
- @ Wegener sugirió que en el pasado geológico, había existido un *supercontinente* único llamado “Pangea” (Toda la Tierra).
- @ Plantea que hace 200 Ma Pangea se fragmenta en continentes más pequeños, que “derivaron” hacia sus posiciones actuales.
- @ Los geofísicos lo criticaban porque los cálculos que habían llevado a cabo sobre los esfuerzos necesarios para desplazar una masa continental a través de las rocas sólidas en los fondos oceánicos resultaban con valores inconcebiblemente altos.
- @ Los geólogos no conocían bien las rocas del hemisferio sur y dudaban de las correlaciones propuestas.

Evidencias de la Deriva Continental

@ El ajuste de los continentes: Sospeché que los continentes podrían haber estado unidos en alguna ocasión al observar las notables semejanzas en las líneas de costa situados a ambos lados del Atlántico Sur.

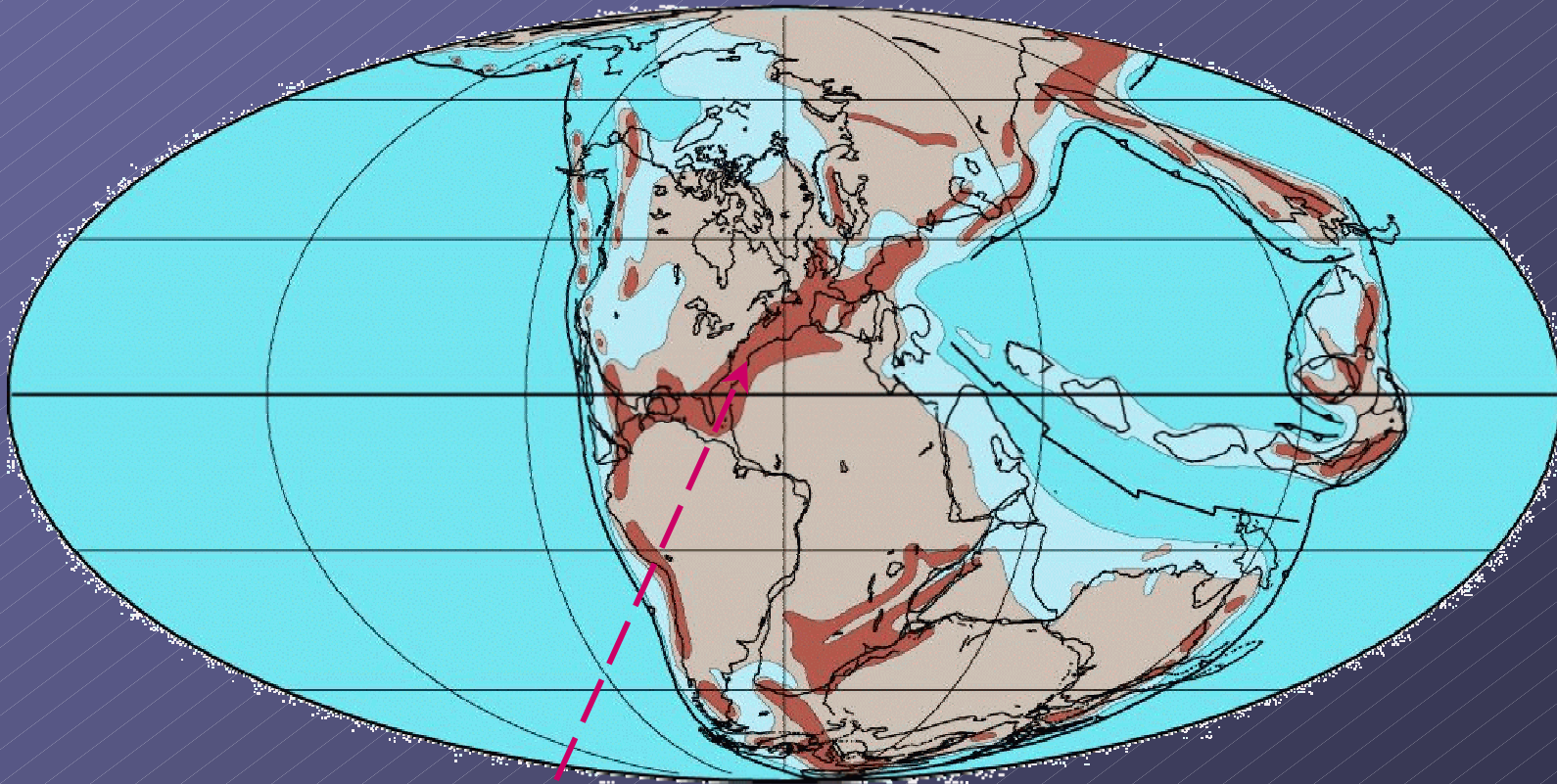


Evidencias de la Deriva Continental

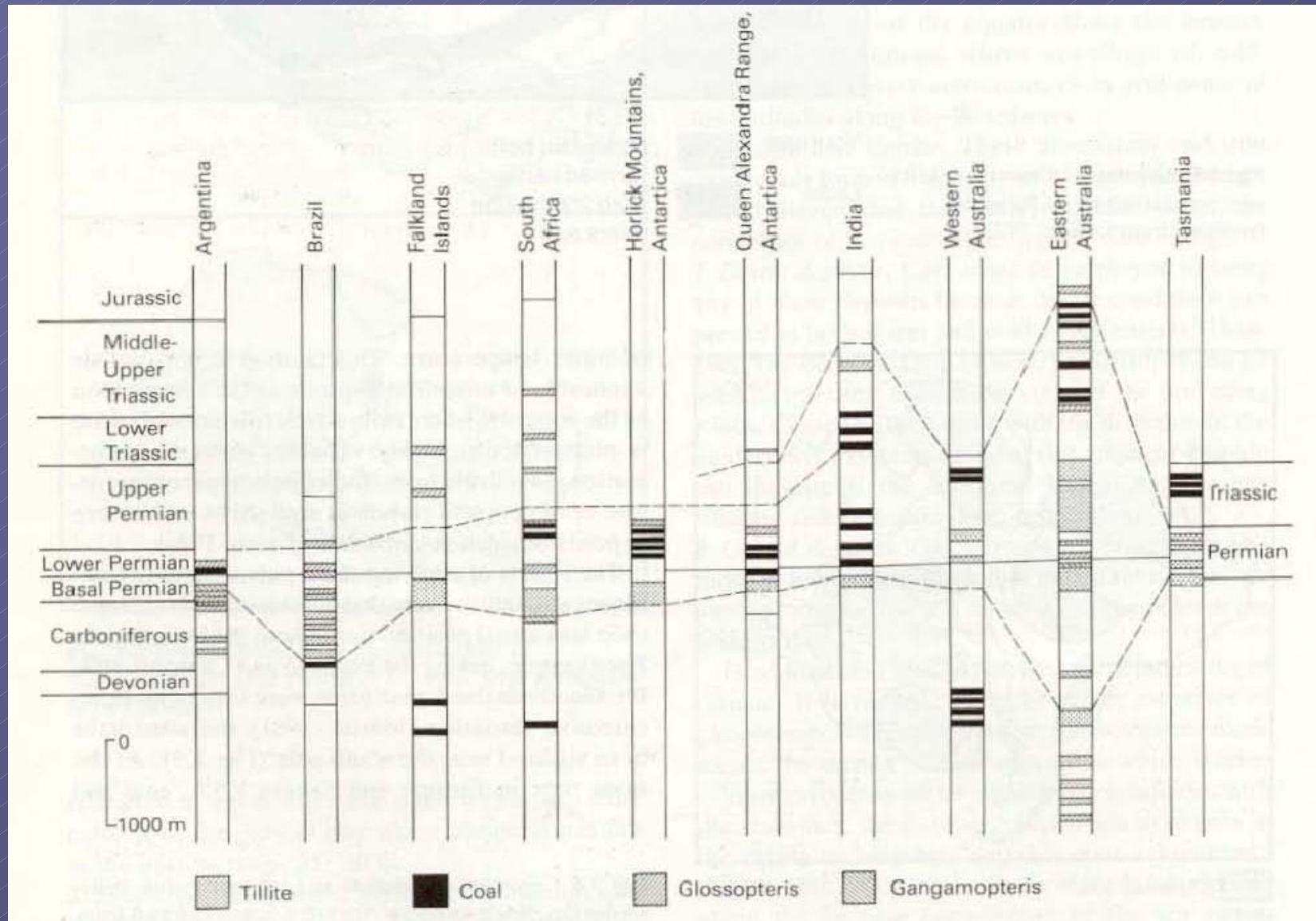


@ **Evidencia Fósil:** La distribución de la **Glossopteris** y el reptil **Mesosaurus**, dadas sus características y la ausencia de especies similares es un fuerte indicio de una continuidad entre estos continentes durante el Pérmico.

Evidencias de la Deriva Continental



@ **Litologías y Estructuras Semejantes:** Las pruebas son los cinturones montañosos que terminan en la costa, para reaparecer al otro lado del océano; por ejemplo, Los **Apalaches**.



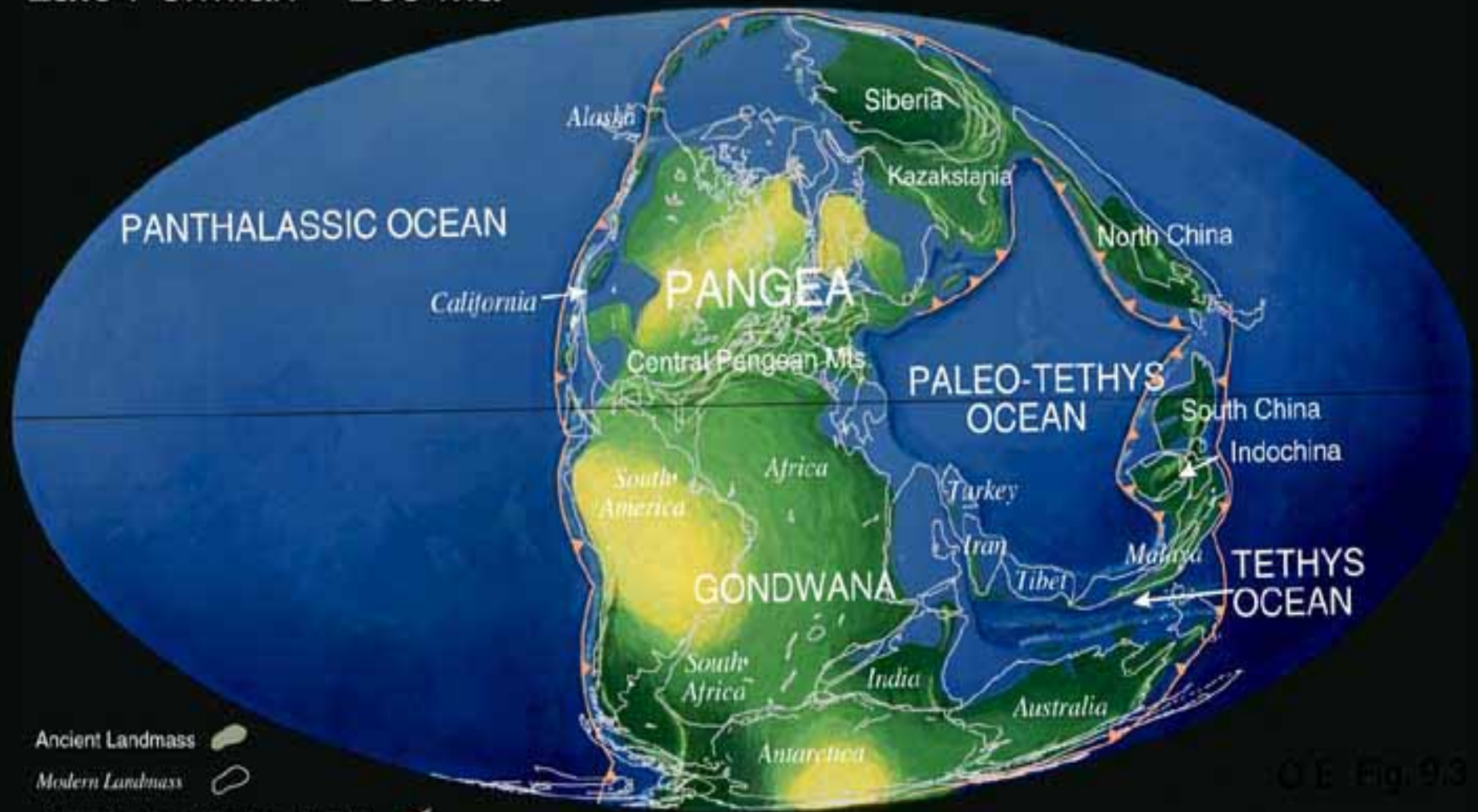
@ Litologías y Estructuras Semejantes: Incluyendo continuidad de provincias y correlaciones de secuencias de rocas.

Evidencias de la Deriva Continental

@Evidencias
Paleoclimáticas: A
partir de depósitos
glaciales antiguos,
dedujo la existencia
de grandes masas
de hielo que cubrían
extensas áreas en el
Hemisferio Sur, a
finales del
Paleozoico (entre
220 y 300 Ma).



Late Permian 255 Ma



Objeciones a la Hipótesis

- @ La principal objeción es su incapacidad para indicar un mecanismo capaz de mover los continentes a través del planeta. Wegener propuso la influencia mareal de la Luna.**
- @ Se suponían a los continentes como fragmentos rígidos “flotando” sobre la corteza oceánica. No había pruebas de que la corteza continental fuera tan rígida o la corteza oceánica lo bastante débil como para permitir el paso de los continentes.**
- @ Wegener escribió en 1929 su cuarta y última edición de su libro, manteniendo su hipótesis básica y añadiendo nuevas pruebas de apoyo.**

Otras aportaciones a favor

Suess, 1885

- Basándose en la distribución de floras fósiles y de sedimentos de origen glacial, el geólogo suizo Suess propuso la existencia de un supercontinente que incluía India, África y Madagascar, posteriormente añadiendo a Australia y a Sudamérica. A este supercontinente le denominó Gondwana.

Otras aportaciones a favor

Alexander Du Toit, 1937

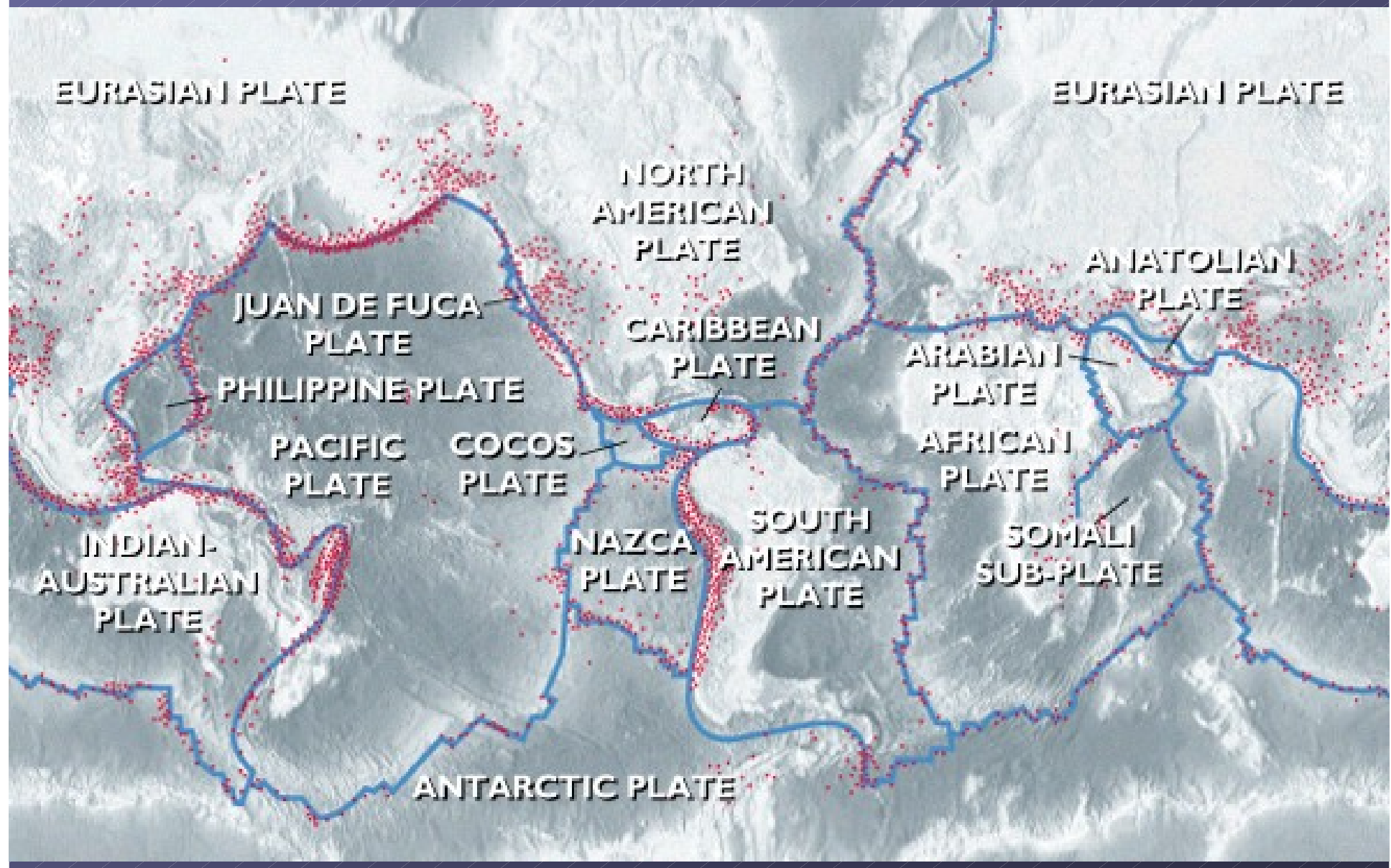
En 1937, el geólogo sudafricano, publicó un artículo donde postulaba la existencia de dos supercontinentes, Laurasia y Gondwana, separados por un océano de nombre Tethys. Du Toit también propuso una reconstrucción de Gondwana basada en el arreglo geométrico de las masas continentales y en correlación geológica.



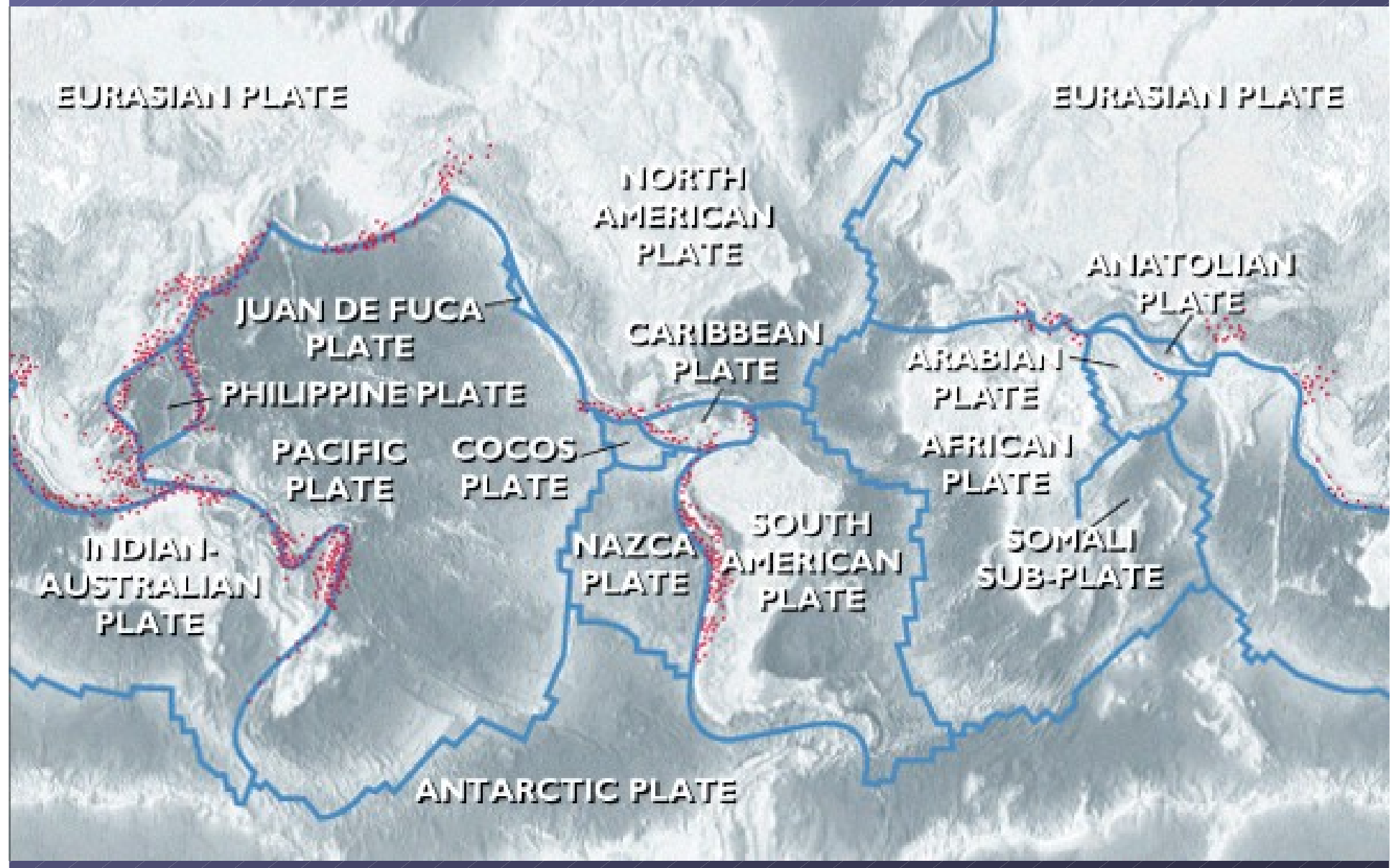
Avances en Sismología

- @ En los años 30 el geofísico japonés Wadati documentó el incremento en la profundidad de los sismos en función de la distancia tierra dentro hacia el continente.
- @ Al mismo tiempo el sismólogo Hugo Benioff documentaba la misma variación y resaltaba el hecho de que las zonas de alta sismicidad no estaban distribuidas de manera uniforme sobre el globo terráqueo, sino que éstas se alojaban en fajas más o menos continuas asociadas a algunos márgenes continentales.

Epicentros Entre 0 y 70 km de Prof.



Epicentros Mayores a 100 km de Prof.

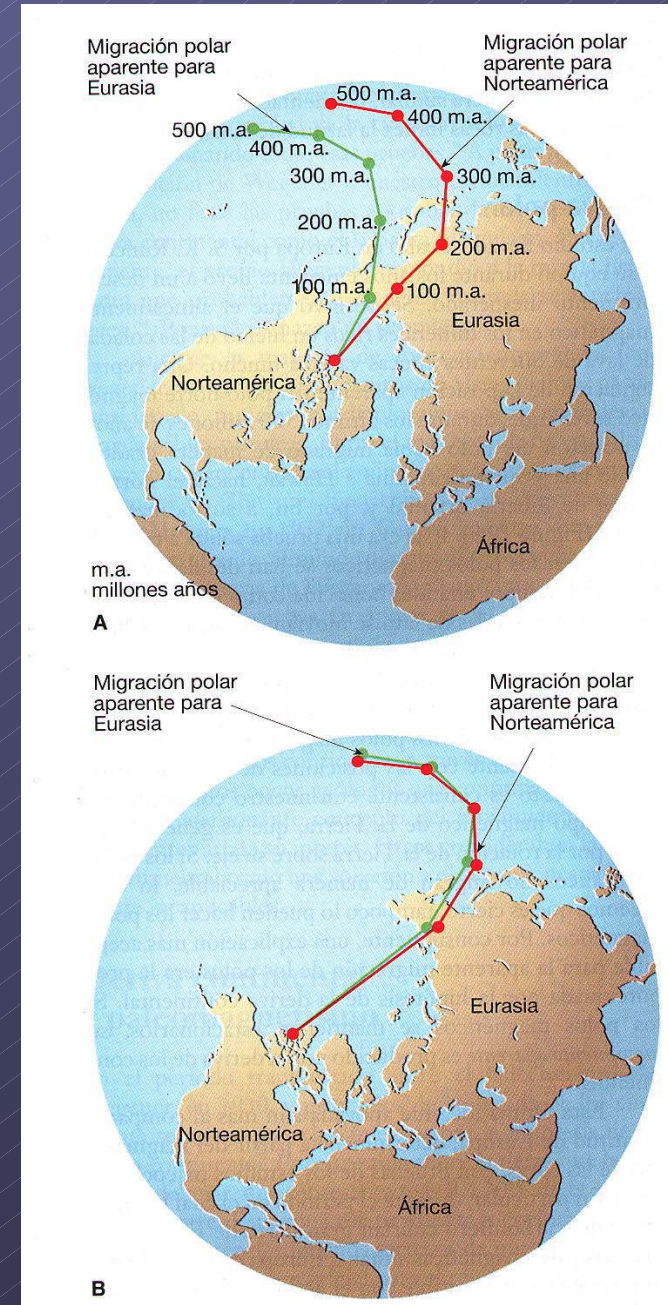


Deriva Polar

@ S. K. Runcorn, durante los 50's, descubrió que durante los últimos 500 Ma, la posición del polo magnético había migrado de manera gradual desde una posición próxima a Hawaii, hacia el norte a través de Siberia, hasta llegar a su posición actual.

@ Esta idea fue apoyada al determinar que para el carbonífero Europa se encontraba cerca del Ecuador.

@ Las curvas de migración polar entre Europa y América tienen trayectorias similares, solo que separadas 24° de longitud.

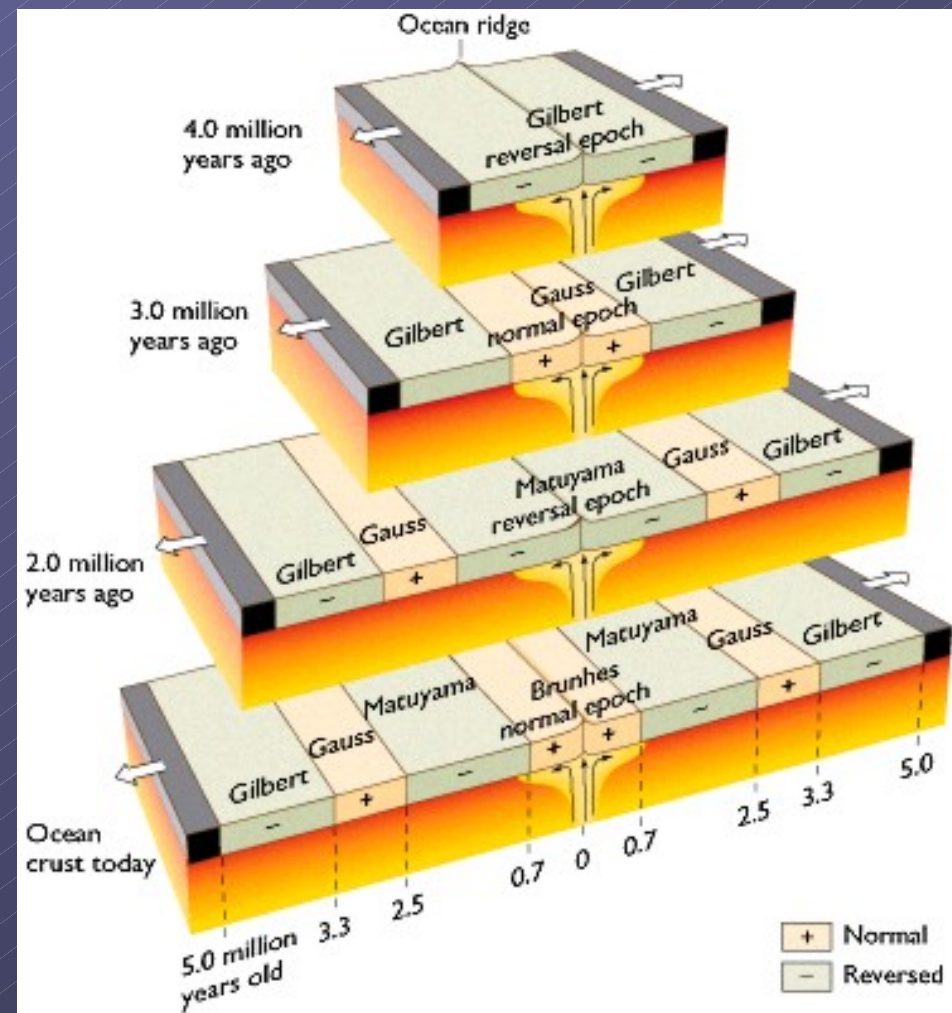
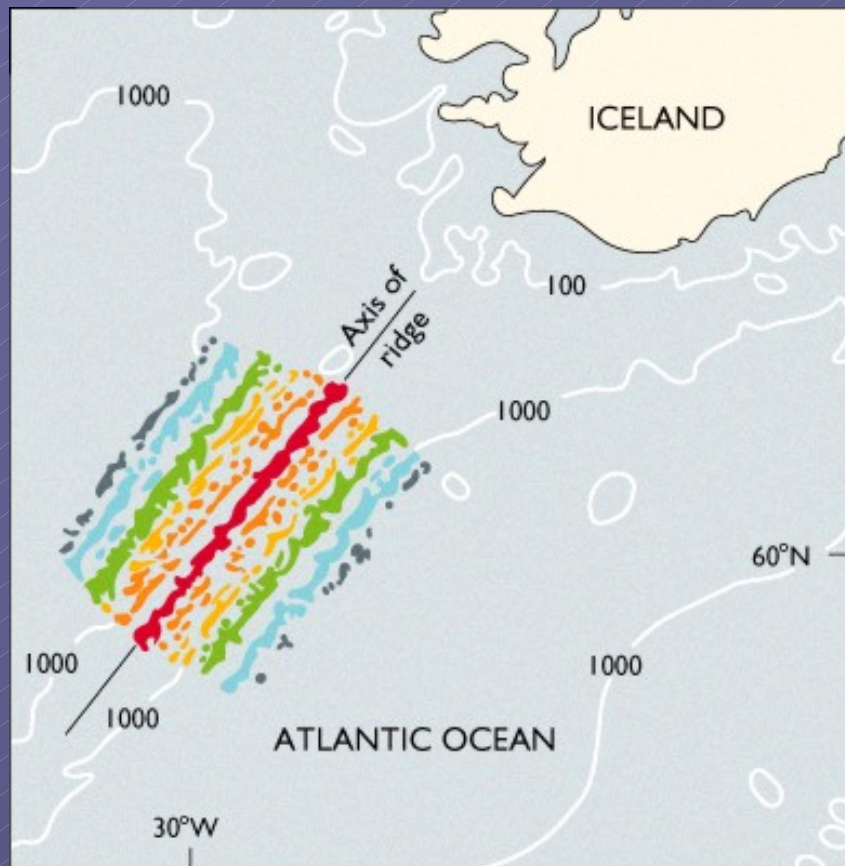


Expansión del Fondo Oceánico

- @ Durante los años 50 los oceanógrafos documentaron la presencia de una enorme cadena montañosa submarina en el medio del Atlántico Norte que se levantaba más de 2,000 m sobre los abismos de aproximadamente 4,000 m de profundidad a cada lado.
- @ Harry H. Hess publicó en 1962 su artículo "History of Ocean Basins", donde propone que las dorsales oceánicas están sobre zonas de acceso en el manto; a medida que el material que asciende desde el manto se expande lateralmente, el suelo oceánico es transportado, alejándose de la dorsal. Además propone a las fosas como zonas en donde es consumida la corteza oceánica.

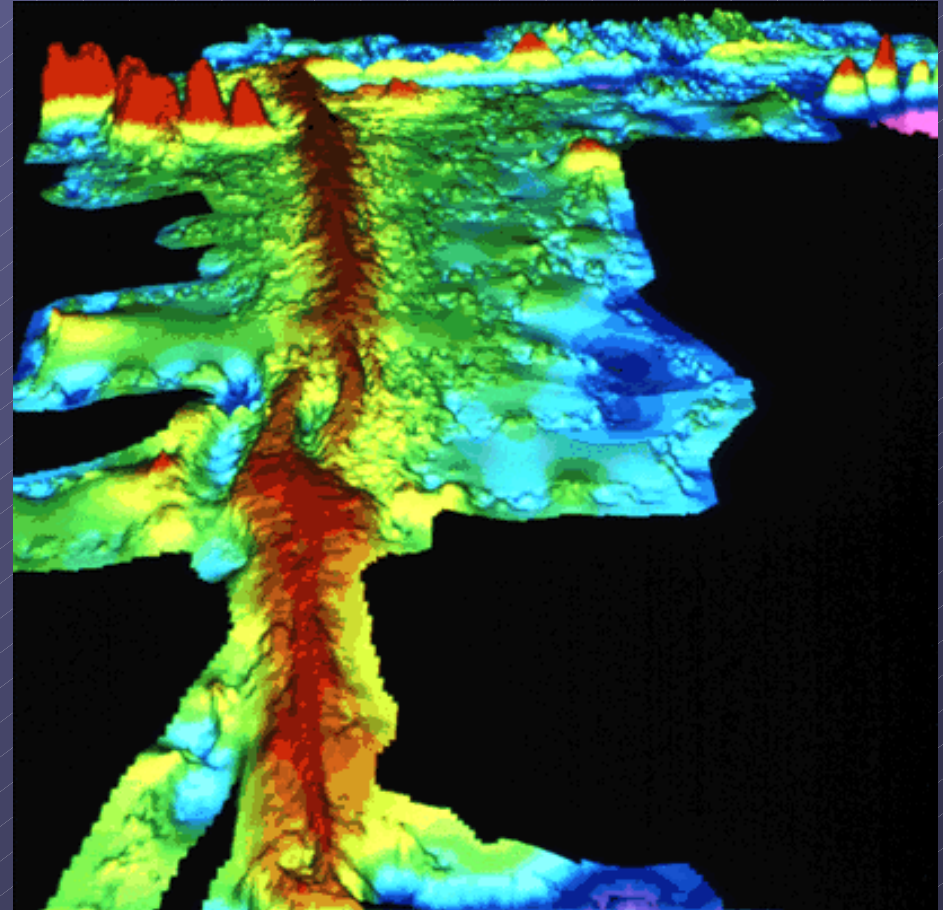
Inversiones Magnéticas

- @ En 1963, los geofísicos ingleses Frederick Vine y Drummond Matthews, publicaron un artículo en la revista Nature donde presentaron datos a favor de la brillante pero especulativa idea de Hess.
- @ Vine y Matthews reportaron mediciones de anomalías magnéticas en los fondos marinos al sur de Islandia, obtenidas mediante un magnetómetro muy sensible remolcado por un buque. Los registros magnetométricos indicaban patrones lineales muy claros de anomalías magnéticas positivas (donde la fuerza magnética era mayor que el promedio) y negativas (donde la fuerza magnética era menor que el promedio).
- @ Las anomalías magnéticas eran también simétricas con respecto al eje de la cadena montañosa del fondo marino.



Inversiones Magnéticas

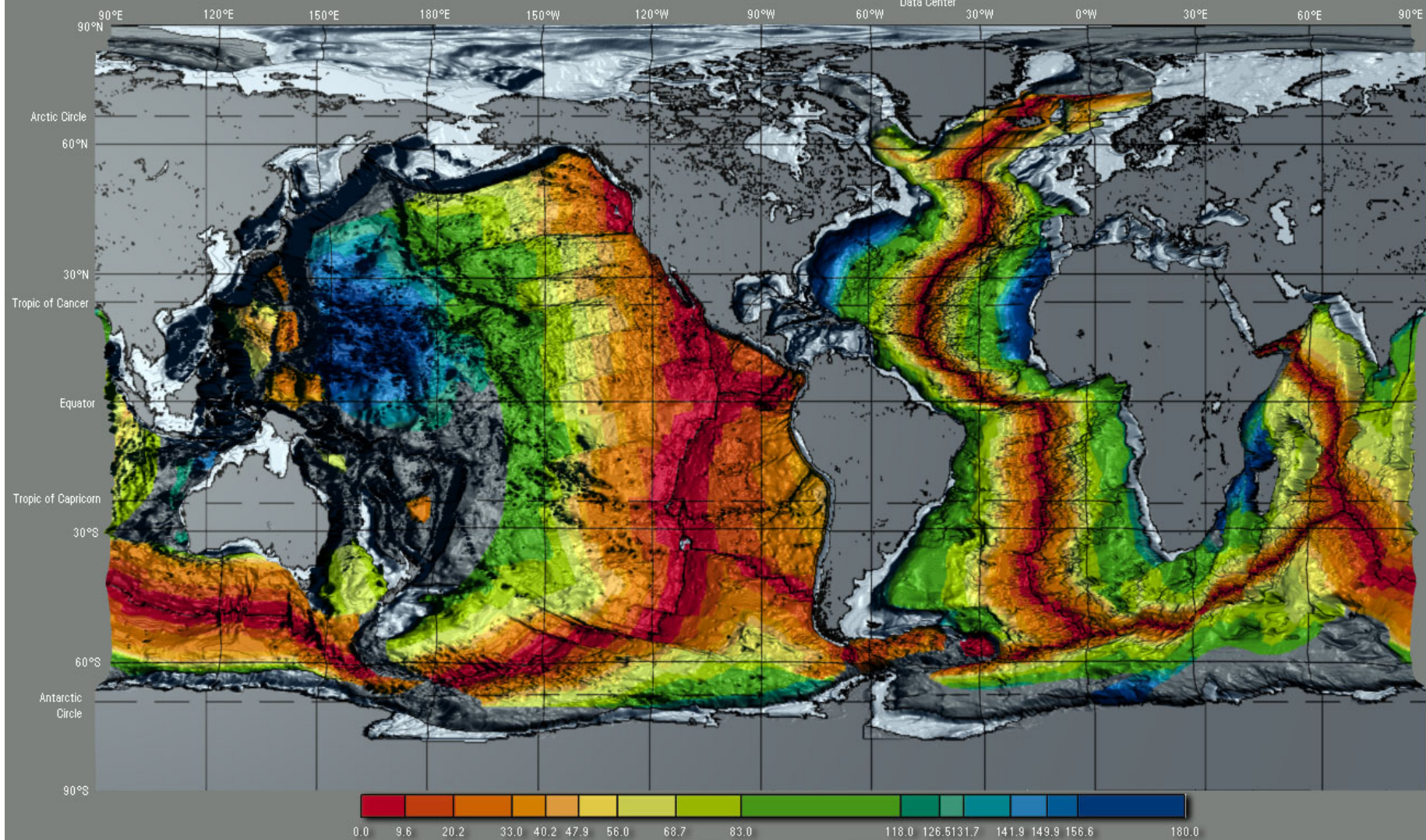
@ Vine y Matthews concluyeron que las rocas volcánicas de los fondos marinos estaban registrando la polaridad del magnetismo terrestre en el momento de su cristalización; conforme se invertía esta polaridad las rocas que se formaban constantemente en las dorsales oceánicas iban registrando los cambios de polaridad.



Crustal Age



National Geophysical
Data Center



Data for the image from "Digital Age Map of the Ocean Floor" by Müller, Roest, Royer, Gahagan, and Schlater, Scripps Institution of Oceanography Ref. Series No. 93-30

For information on this and other images produced by NCDC's Marine Geology and Geophysics Division,
contact Peter Sloss at plsoss@ngdc.noaa.gov

Teoría de la Tectónica de Placas

@J. Tuzo Wilson unifica en 1968 toda una serie de conceptos para llegar a esta teoría:

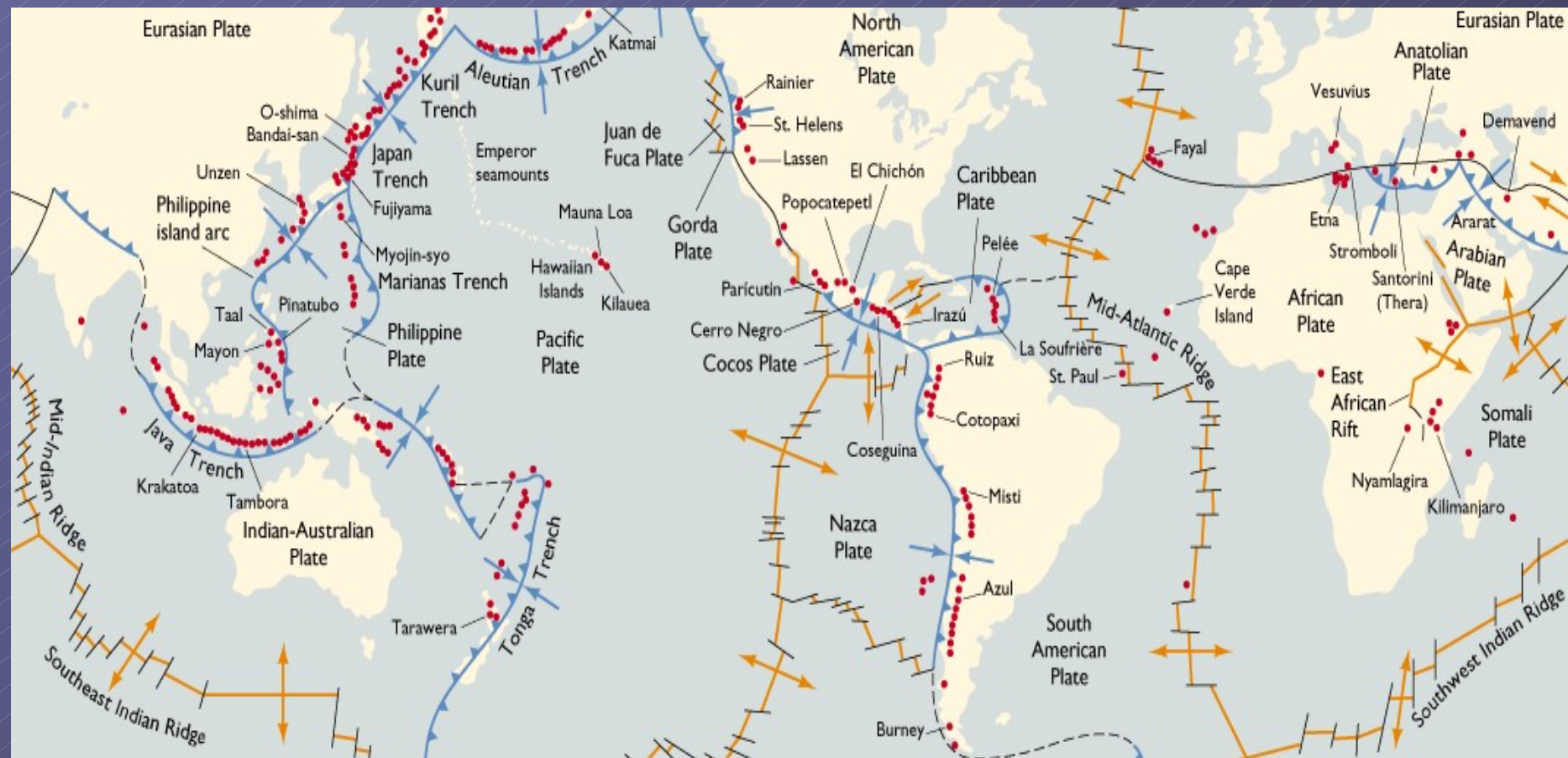
La tectónica de placas debe ser vista como una teoría compuesta por una variedad de ideas que explican el movimiento observado en la litosfera terrestre, por medio de los mecanismos de subducción y expansión del fondo oceánico, que, a su vez, generan los principales rasgos geológicos de la Tierra, entre ellos los continentes y las cuencas oceánicas.

Relieve de la Tierra





Distribución de los Volcanes



Tipo de Volcanes

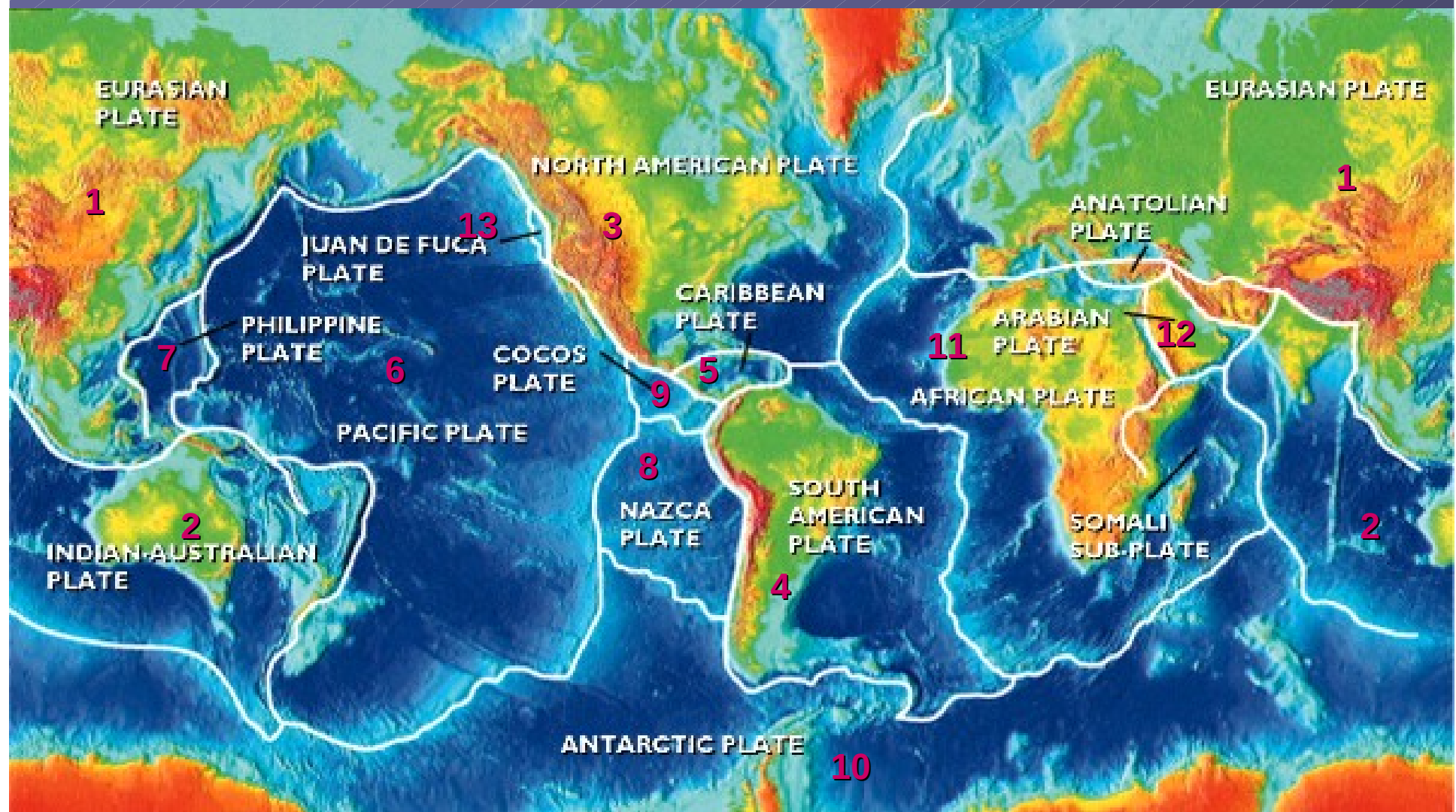


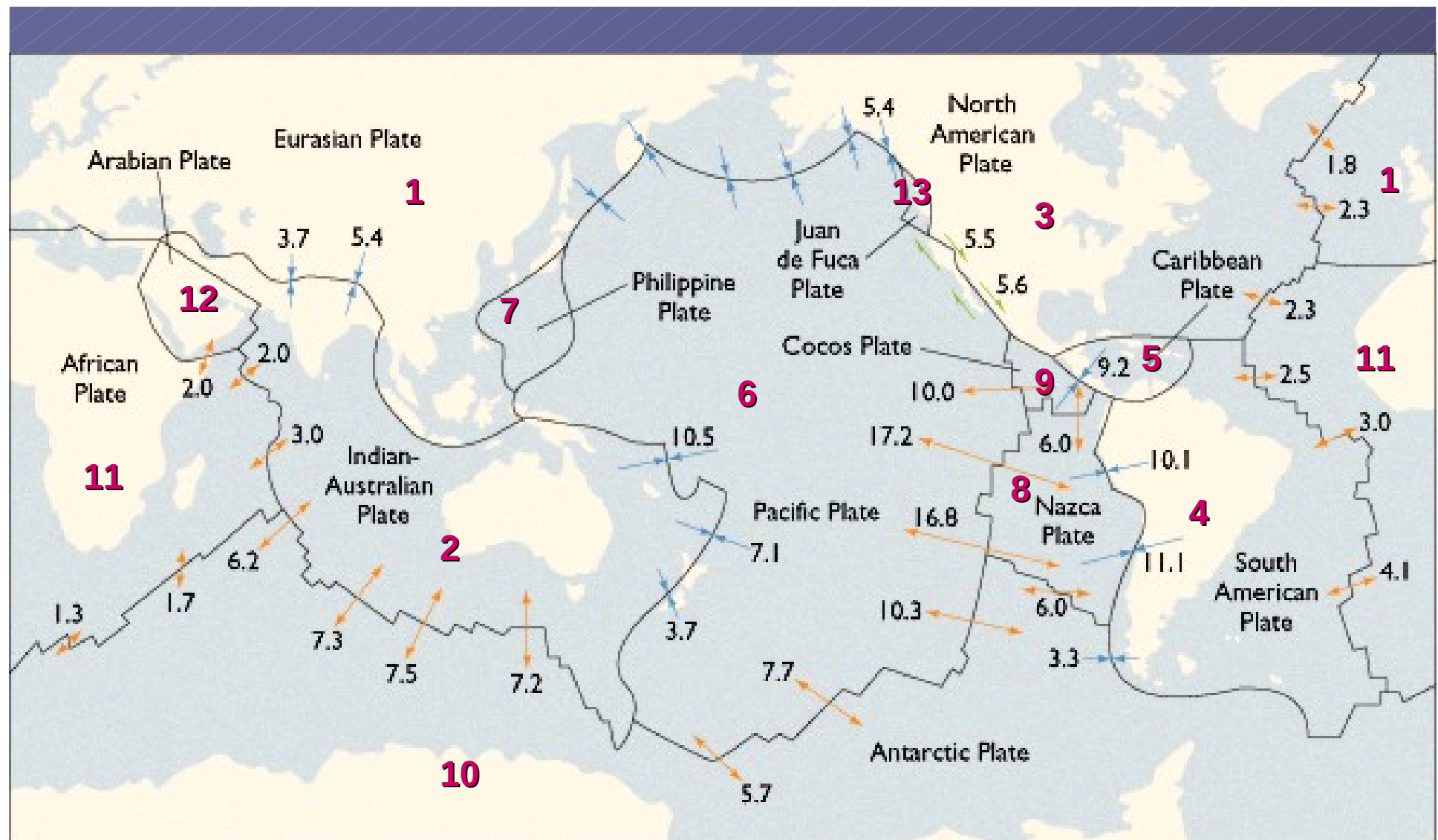
Terremotos



Glosario Básico

- @ **Litósfera**: la capa mas externa y rígida de la Tierra.
- @ **Astenósfera**: la capa fluida que subyace a la litósfera.
- @ **Placa**: bloque rígido de litósfera con un perímetro constituido por uno de los siguientes tipos de márgenes:
 - @ **Cresta / Rift**. Margen donde dos placas divergen. El magma que proviene de la astenósfera va rellenando las fracturas y forma nueva litósfera de manera simétrica.
 - @ **Fosa / Trinchera**. Margen donde dos placas convergen. Una placa se hunde por debajo de la otra y desciende en el manto.
 - @ **Falla transformante**. Margen donde dos placas se mueven paralelamente una con respecto a la otra.
 - @ **Dorsal / Cordillera Meso-oceánica**. Forma del relieve submarino en cuya parte central está la cresta o rift, conformada principalmente por rocas basálticas provenientes del manto





Desplazamientos relativos entre la diferentes placas.