

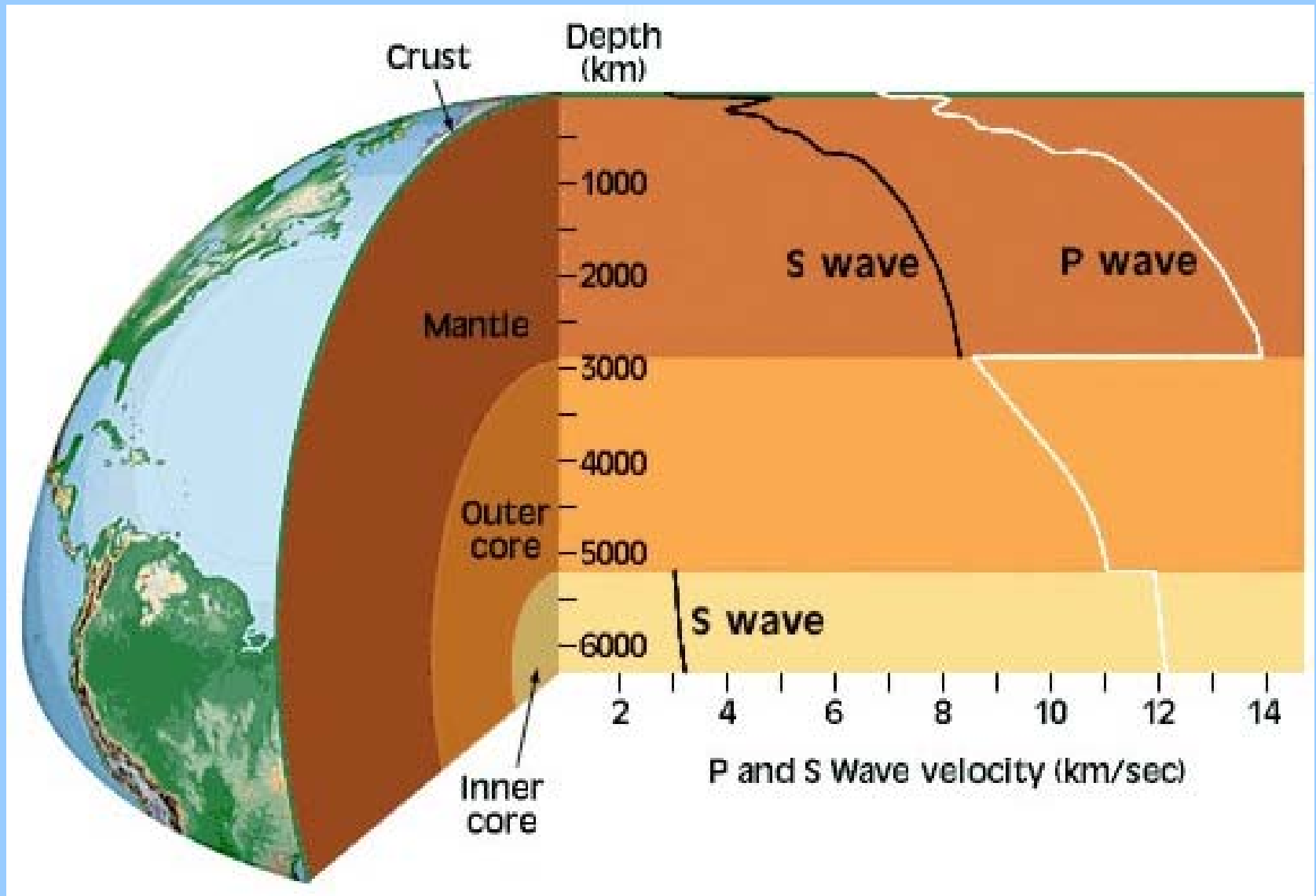
Geología: dinámica interna

Beatriz Ortega
I. Geofísica, UNAM

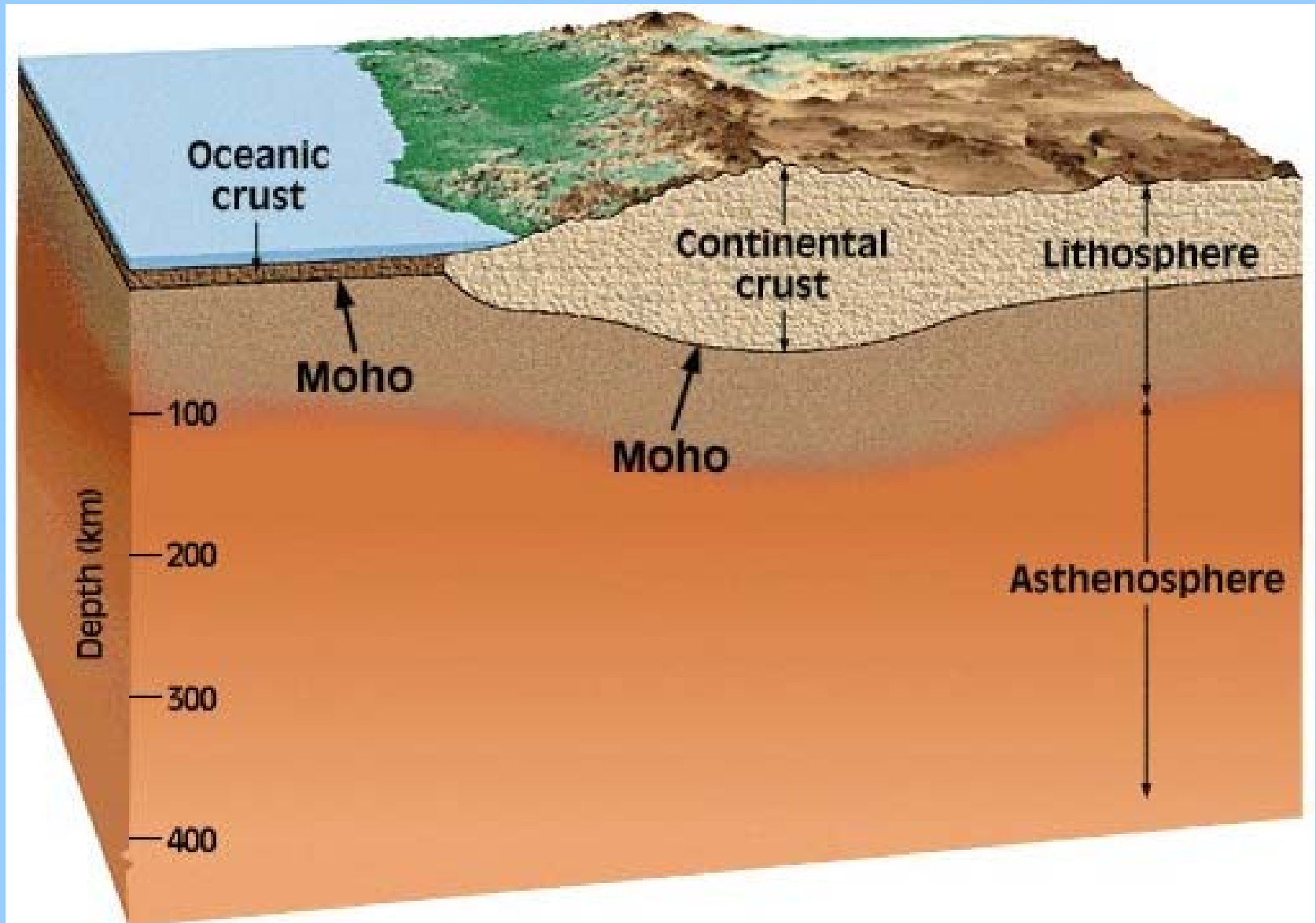
Esta sección del curso se propone de presentar los elementos clásicos y básicos de la tectónica de placas, así como los avances mas importantes del conocimiento en este campo.

Se prestará particular atención a la tectónica asociados a los limites de placas y al interior de las placas oceánicas.

Estructura interna de la Tierra



Estructura interna de la Tierra: astenósfera, litósfera y corteza



Geología: dinámica interna

Breve introducción histórica a la teoría de la tectónica de placas

Deriva continental:

- evidencias geológicas
- evidencias paleontológicas
- evidencias paleoclimáticas

Magnetismo:

- campo magnético terrestre
- magnetismo de rocas

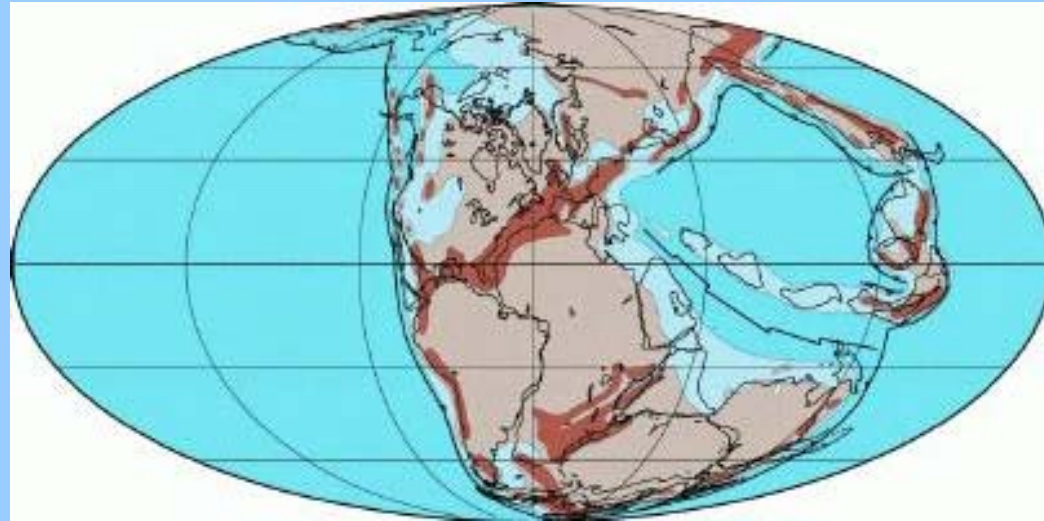
Paleomagnetismo

- inversiones del campo magnético
- curvas de deriva polar
- reconstrucción de desplazamiento de terrenos

Como se llegó a la Tectónica de Placas

- En 1885 y 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.
- En 1915, el astrónomo y meteorólogo alemán **Alfred Wegener** (1880-1930) propuso que los continentes en el pasado geológico estuvieron unidos en un supercontinente de nombre Pangea, que posteriormente se habría disgregado por deriva continental. Su libro "La Formación de los Continentes y Océanos" fue criticado porque no proporcionaba un mecanismo que causara la deriva, y porque se pensaba que tal deriva era físicamente imposible.
- Los principales críticos de Wegener eran los geofísicos y geólogos de los Estados Unidos y de Europa. 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 por el científico alemán.

Como se llegó a la Tectónica de Placas

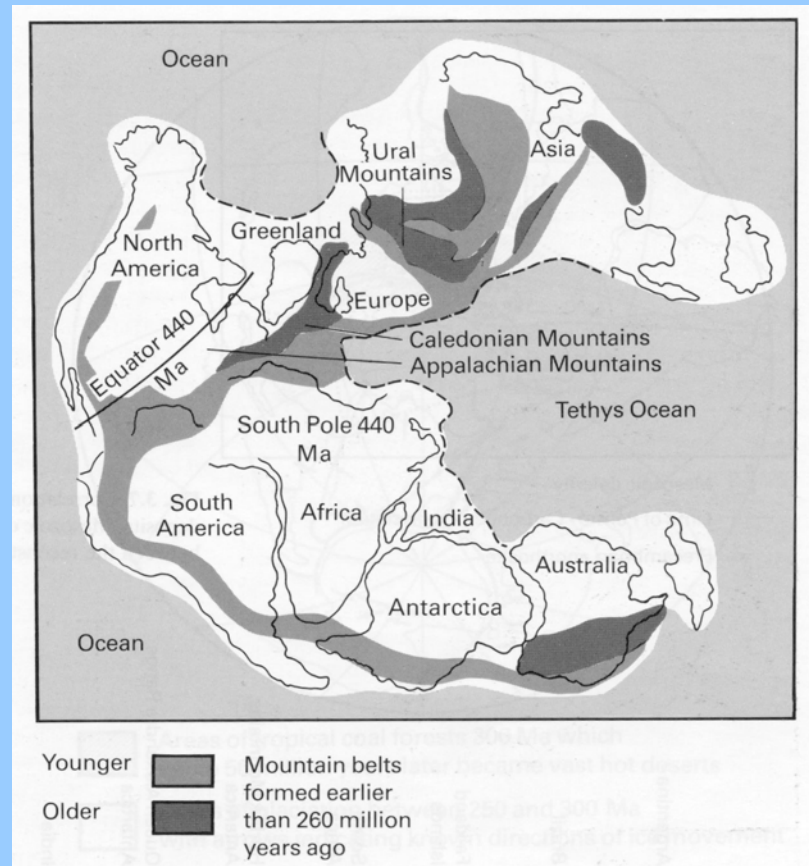


En 1937, el geólogo sudafricano **Alexander Du Toit** publicó un artículo donde postulaba la existencia de dos supercontinentes, **Laurasia** y **Gondwana**, separados por un océano de nombre **Tethys**.

Du Toit propuso una reconstrucción de Gondwana basada en el arreglo geométrico de las masas continentales y en correlación geológica.

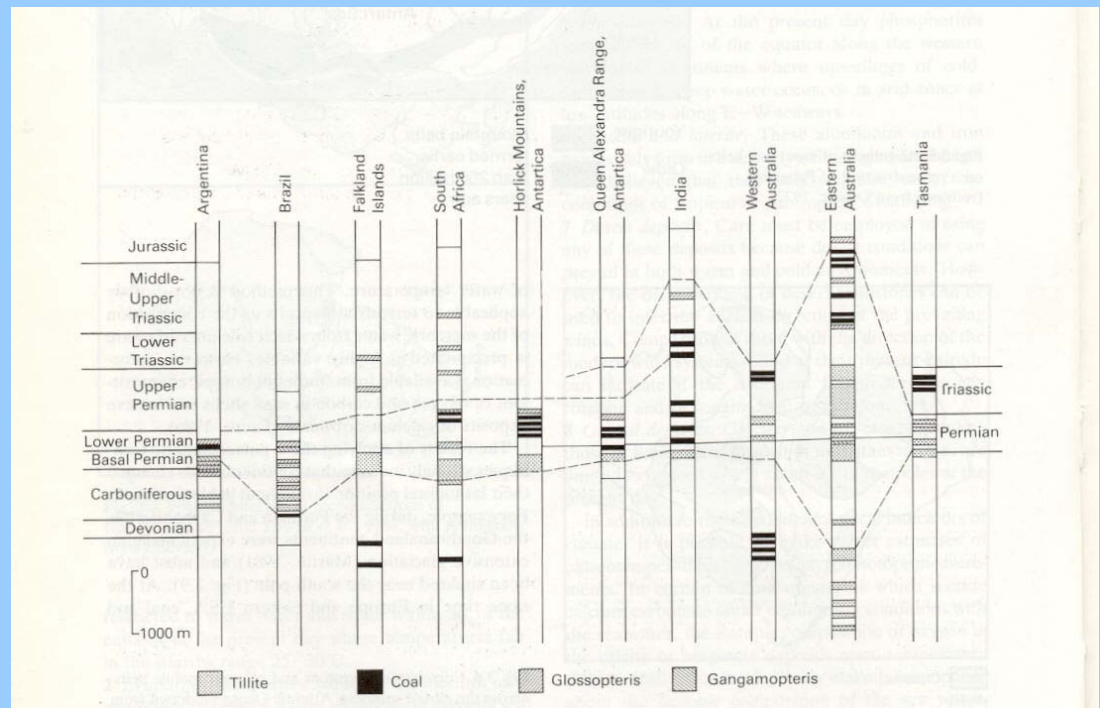
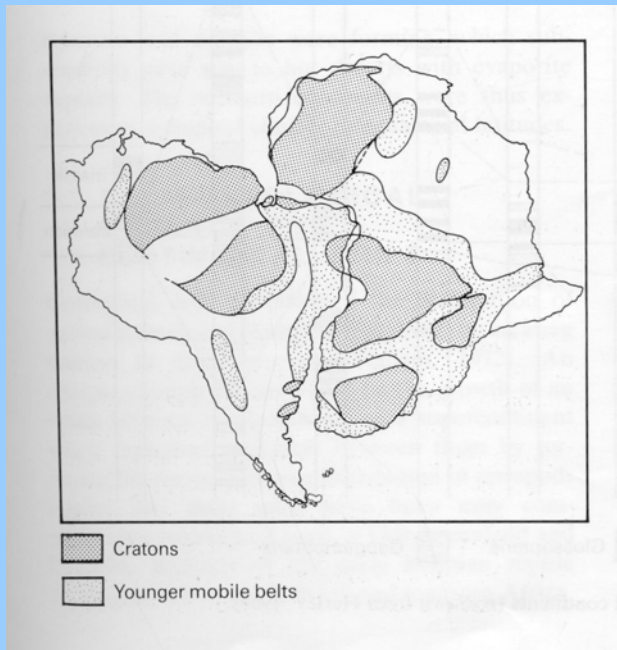
Evidencias geológicas de la deriva de los continentes

Continuidad de las cinturones orogénicos (cadenas montañosas) a través de masas continentales actualmente separadas.

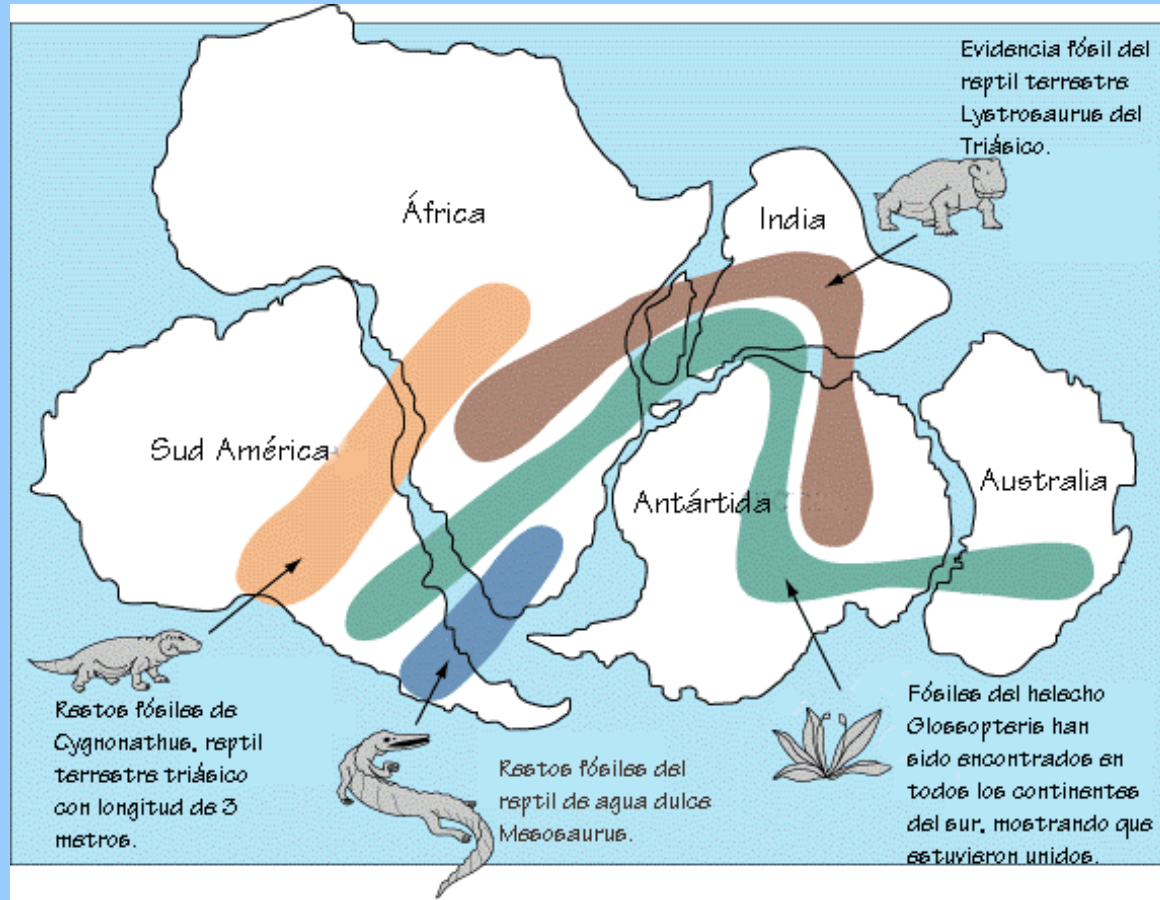


Evidencias geológicas de la deriva de los continentes

Edad de provincias geológicas y correlación de secuencias sedimentarias a través de masas continentales actualmente separadas.



Evidencias paleontológicas de la deriva de los continentes



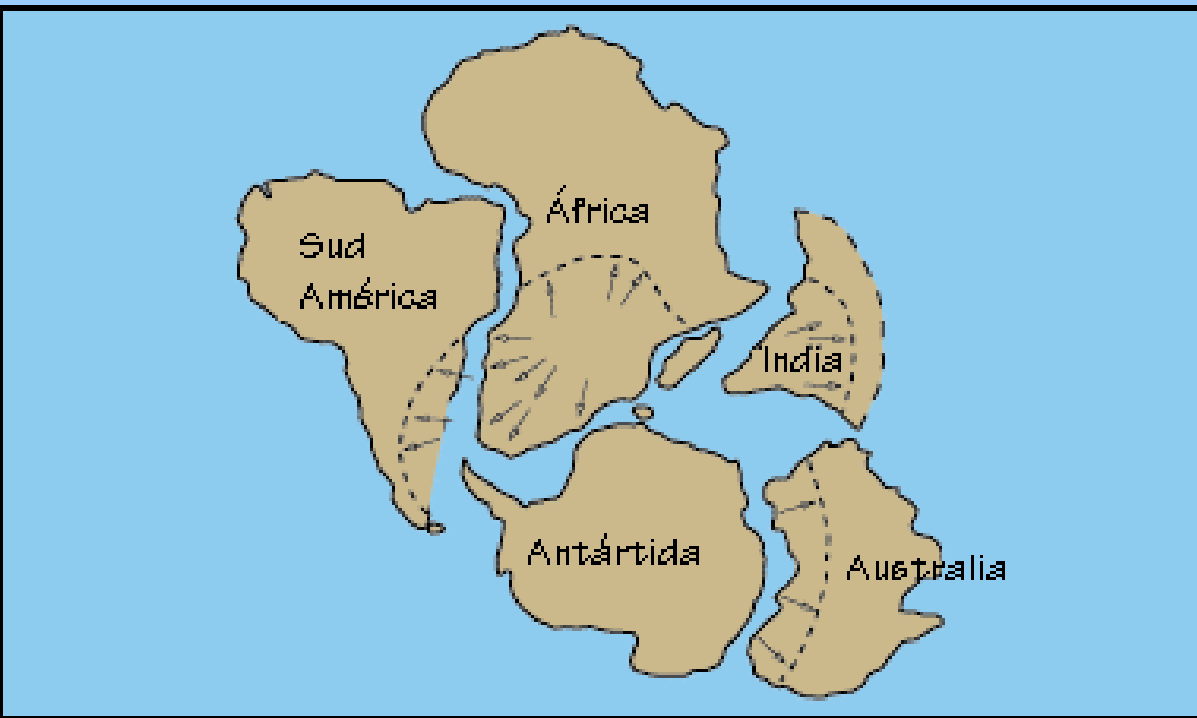
Estudios de la distribución de plantas fósiles sugieren la existencia de Pangea. La **distribución de fósiles de vertebrados** terrestres también apoya esta interpretación. En particular la distribución del reptil fósil *Mesosaurus* en África y Sudamérica, dadas sus características tan distintivas y la ausencia de especies similares en otras regiones es un fuerte indicio de una continuidad entre estos continentes durante el Pérmico.

Evidencias paleoclimáticas de la deriva de los continentes



Otra evidencia sobre la reunión de los continentes en una única masa en el pasado son los rasgos geológicos relacionados con las **Glaciaciones** (depósitos de material acarreado por el hielo, marcas de abrasión en rocas que estuvieron en contacto con las masas de hielo durante su desplazamiento).

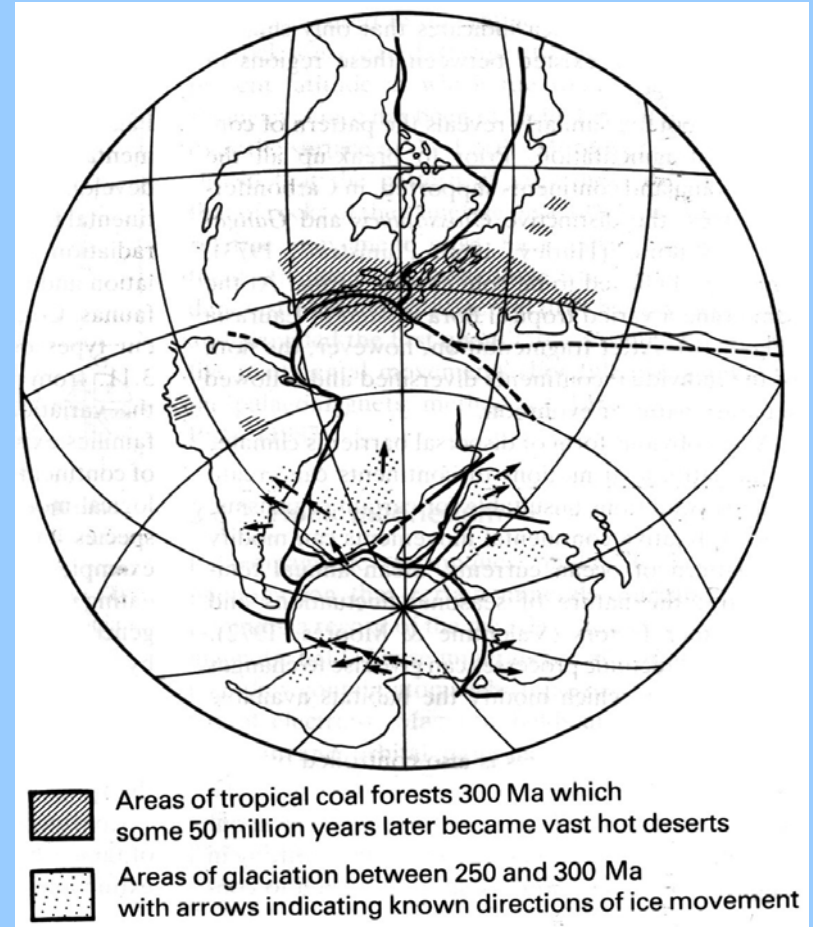
Ambos de estos tipos de evidencia de un evento glacial pérmico (hace 280 millones de años) han sido reportados en Sudamérica, África, India, Australia y Antártida.



Evidencias paleoclimáticas de la deriva de los continentes

La existencia de los siguientes depósitos, fuera de sus ambientes de formación:

- Carbonatos y arrecifes: están restringidos a aguas cálidas, cuyas temperaturas oscilan entre 25-30 °C y en latitudes menores a 30°

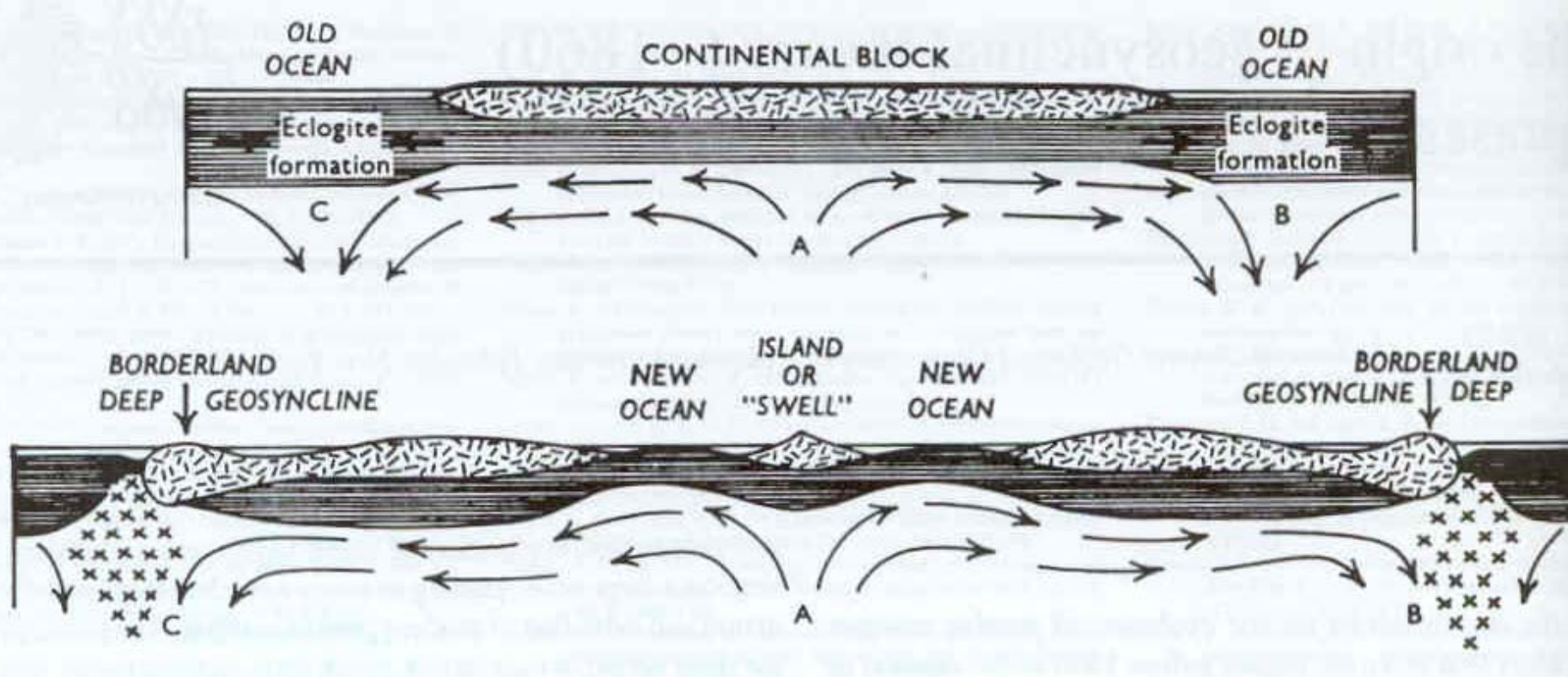


Evidencias paleoclimáticas de la deriva de los continentes

La existencia de los siguientes depósitos, fuera de sus ambientes de formación:

- Evaporitas:
requieren climas áridos y cálidos
- Lechos rojos: ambientes tropicales
- Carbón y petróleo: acumulación y degradación de abundante materia orgánica
- Fosforitas: 45° latitud máxima, en bordes W de continentes.

Antes de la teoría de la deriva continental y la tectónica de placas



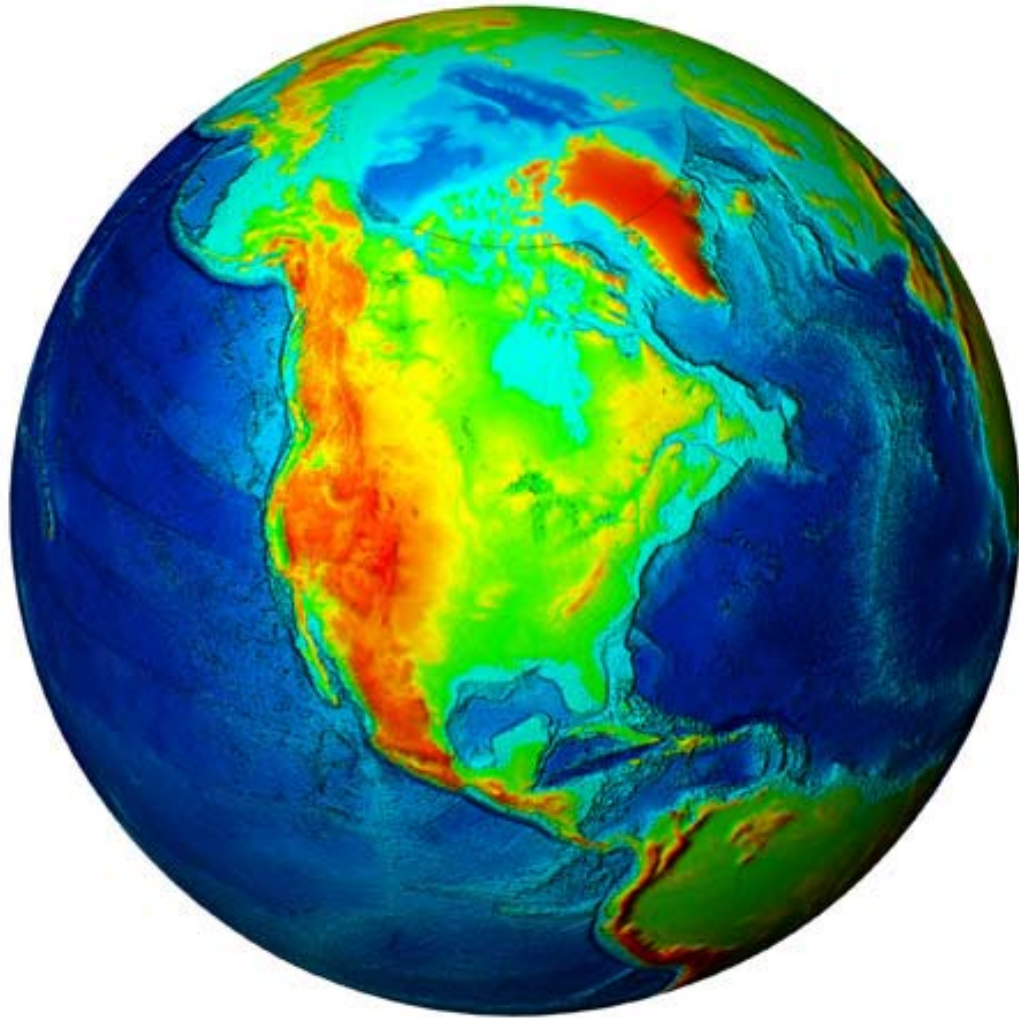
La teoría antigua explicaba la formación de los océanos y de las montañas por el efecto del enfriamiento de la capa mas externa de la Tierra, por contracción de la corteza y/o por efecto de una convección al interior de la Tierra.

Sin embargo.....

Según estos modelos, las cuencas oceánicas serían muy antiguas, de edad probablemente precámbrica (más de 600 millones de años).

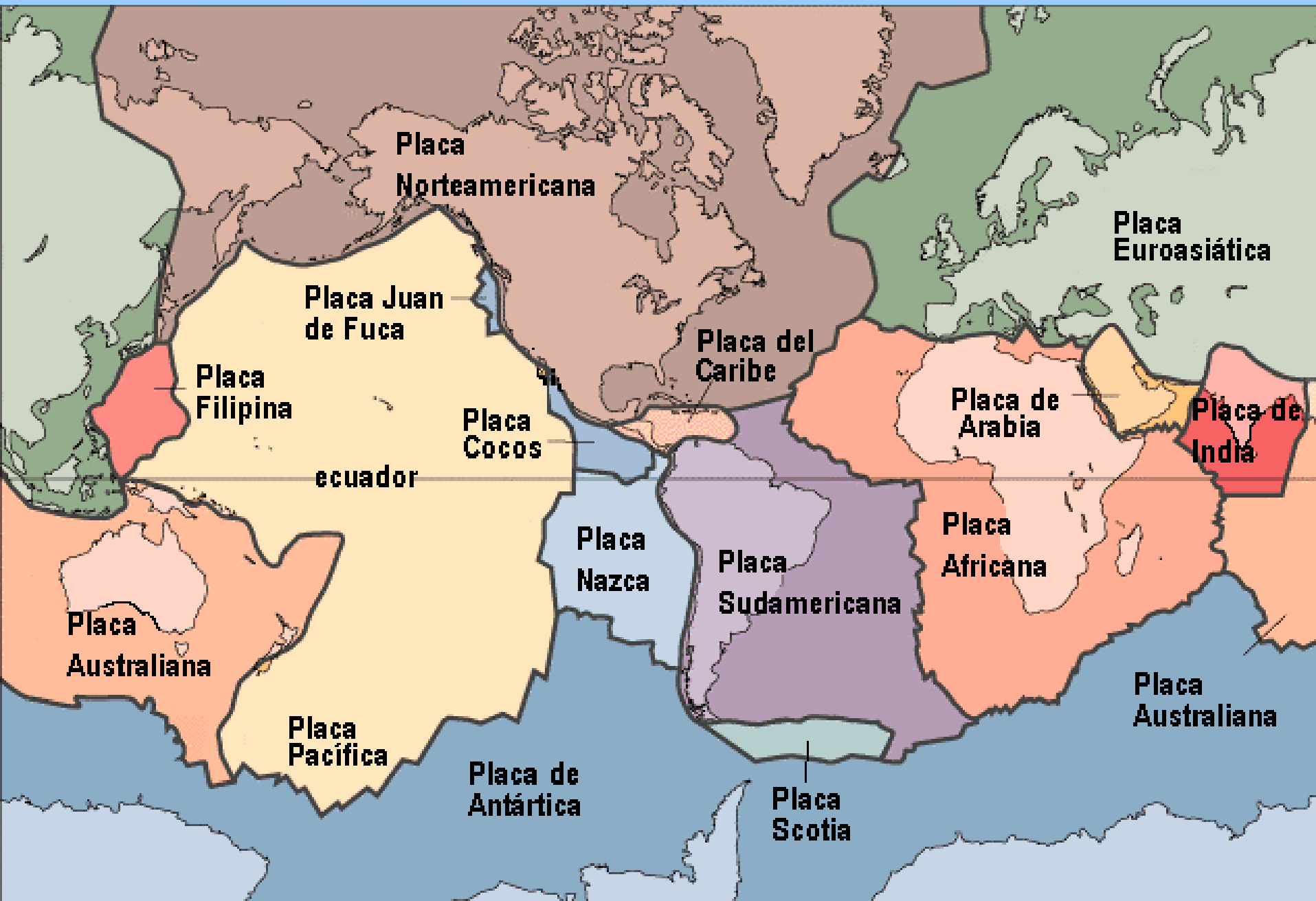
La edad de la corteza oceánica más antigua tiene 180 millones de años

Estas ideas no explicaban satisfactoriamente la existencia de cordilleras en los océanos

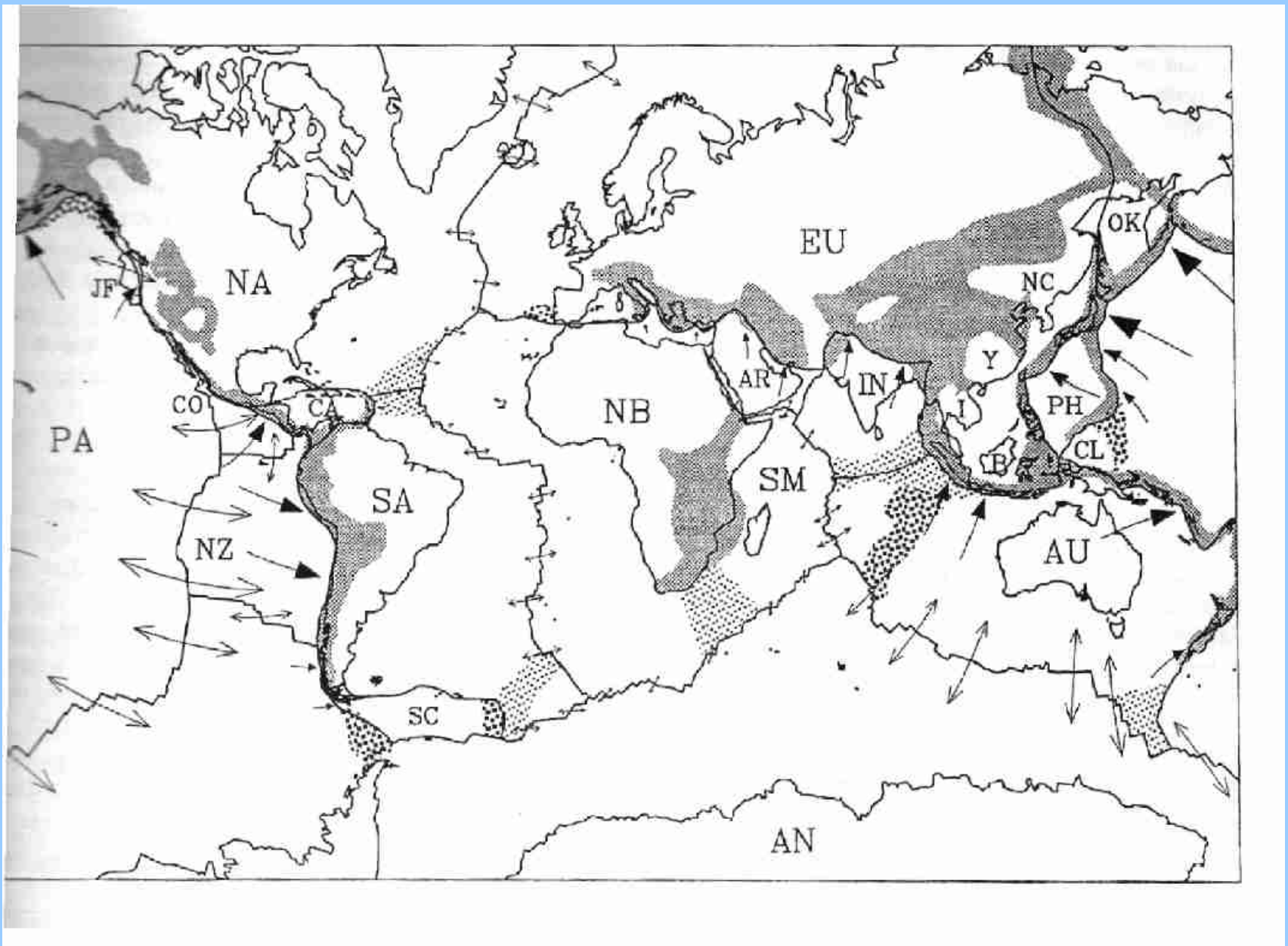


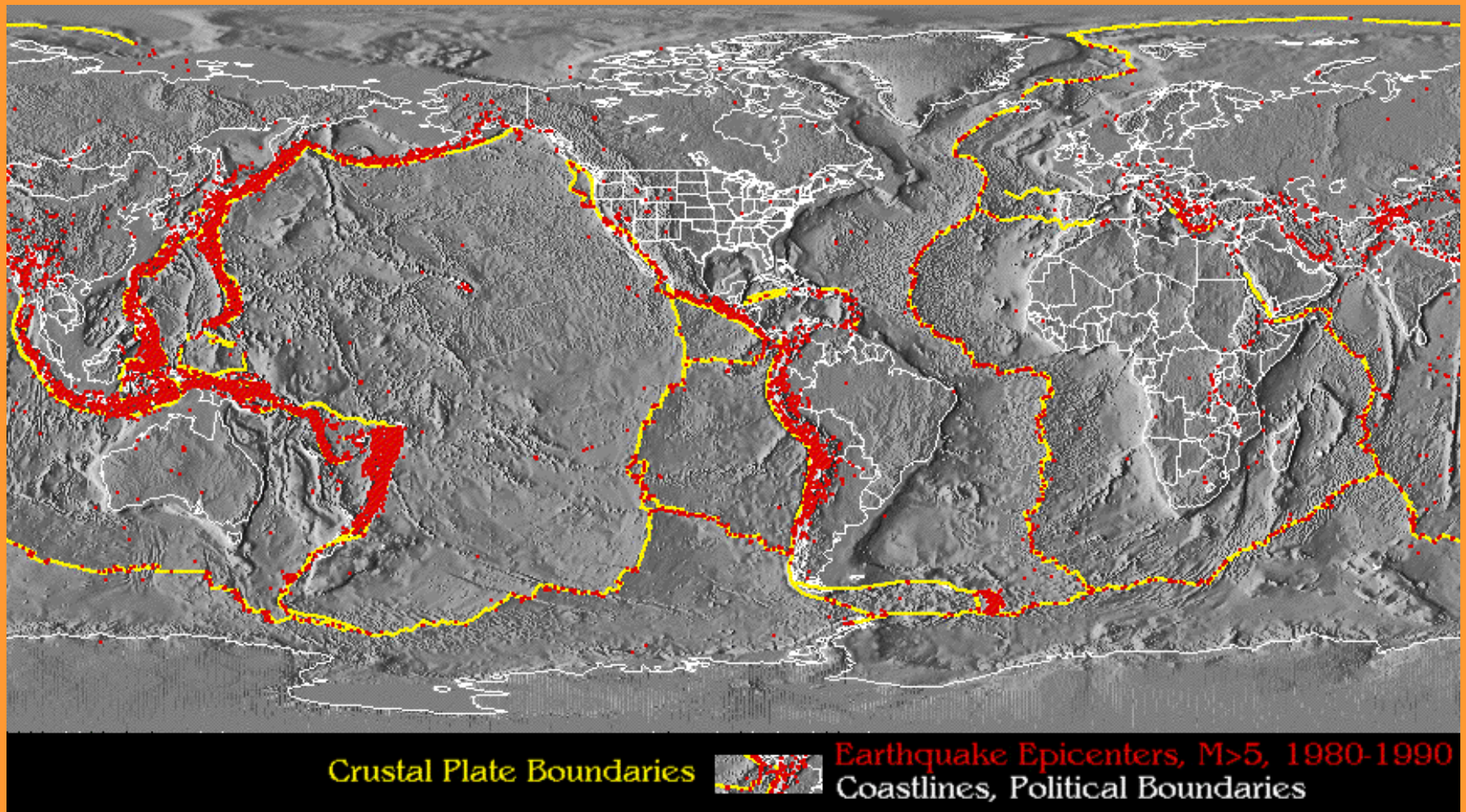
- Mientras que Wegener pensaba que los continentes “navegaban” a través del manto, la Tectónica de Placas postula que las placas litosféricas están constituídas tanto por continentes como océanos y que las placas “escurren” sobre la Astenósfera.

Las placas actuales

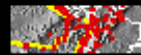


Movimientos de las placas actuales



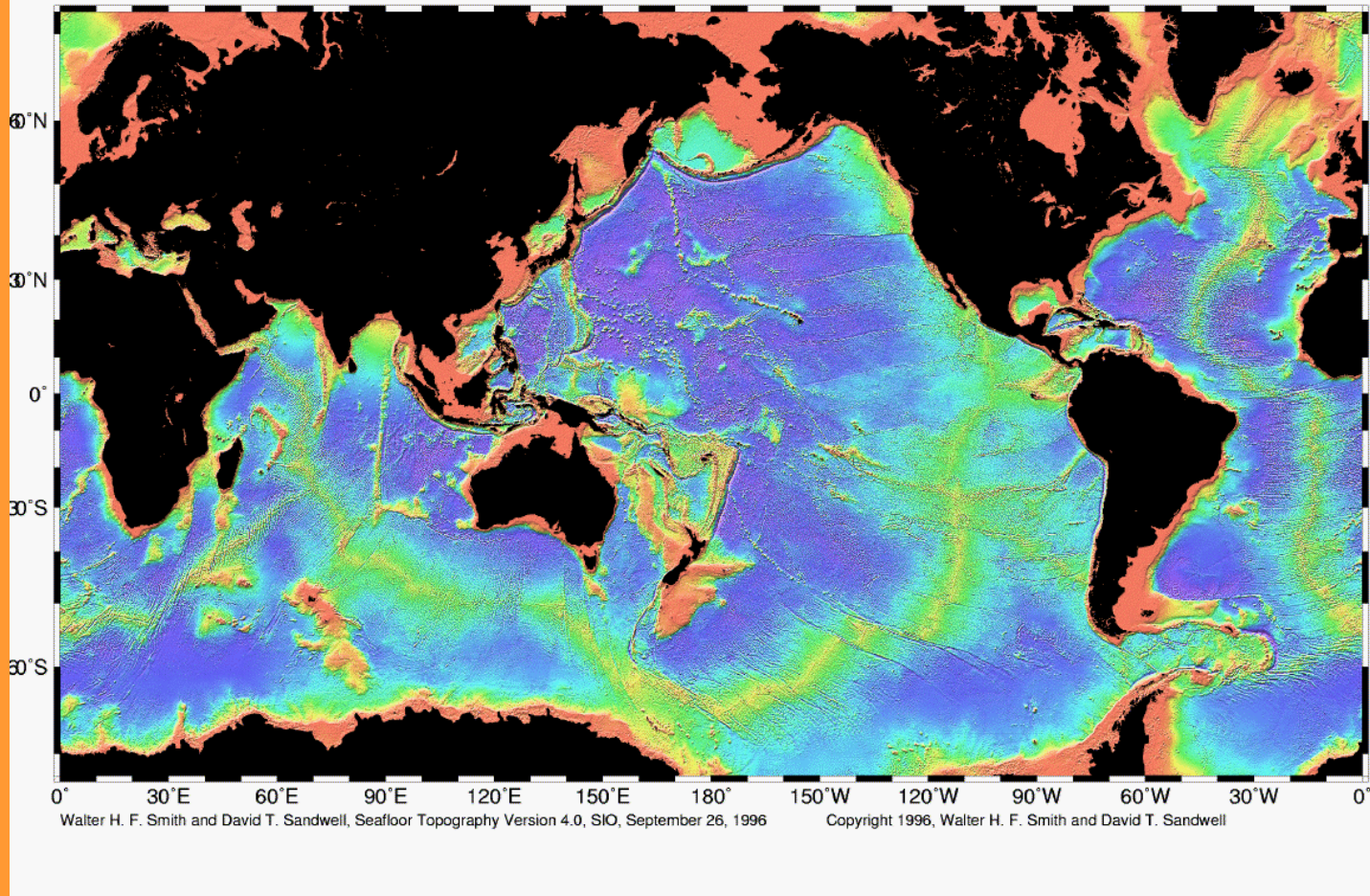


Crustal Plate Boundaries



Earthquake Epicenters, M>5, 1980-1990
Coastlines, Political Boundaries

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 algunas márgenes continentales.



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. A principios de los años 60 el geofísico **H.H. Hess** sugirió que las rocas de los fondos marinos estaban firmemente ancladas al manto que les subyacía. Conforme se apartaban dos enormes masas de manto, acarreaban pasivamente el fondo oceánico y surgía de las profundidades terrestres material fundido que formaba una cadena volcánica y que rellenaba el vacío formado por la separación de los fondos oceánicos.