

MAPA CONCEPTUAL CON LAS PLACAS TERRESTRES Y SÍNTESIS DE LA TEORÍA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS

Contenido: Placas terrestres y síntesis de la teoría de la tectónica de placas

Fuente:

<http://geologia.igeolcu.unam.mx/academia/Temas/Tectonica/Tectonica.htm>

➔ SINTESIS DE LA TEORÍA DE LA TECTÓNICA DE PLACAS

Con la autorización de:

Gustavo Tolson
Departamento de Geología Regional
Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma de México

Antecedentes históricos

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 estos tiempos, considerando las dificultades que tendrían las plantas para poblar continentes separados por miles de kilómetros de mar abierto, los geólogos creían que los continentes habrían estado unidos por puentes terrestres hoy sumergidos. El astrónomo y meteorólogo alemán Alfred Wegener (1880-1930) fue quien 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 *Entstehung der Kontinente und Ozeane* (La Formación de los Continentes y Océanos; 1915) tuvo poco reconocimiento y fue criticado por falta de evidencia a favor de la deriva, por la ausencia de un mecanismo que la causara, 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. A pesar del apoyo de sus colaboradores cercanos y de

su reconocida capacidad como docente, Wegener no consiguió una plaza definitiva en Alemania y se trasladó a Graz, en Austria, donde fue más ampliamente reconocido.

En 1937, el geólogo sudafricano Alexander Du Toit publicó una lista de diez líneas de evidencia a favor de la existencia de dos supercontinentes, Laurasia y Gondwana, separados por un océano de nombre Tethys el cual dificultaría la migración de floras entre los dos supercontinentes. Du Toit también propuso una reconstrucción de Gondwana basada en el arreglo geométrico de las masas continentales y en correlación geológica. Hoy en día el ensamble de los continentes se hace con computadoras digitales capaces de almacenar y manipular enormes bases de datos para evaluar posibles configuraciones geométricas. Sigue habiendo cierto desacuerdo en cuanto a la posición de los distintos continentes actuales en Gondwana.

MAPA 1



Mapa original de Du Toit mostrando su reconstrucción de Gondwana separada de Laurasia por el Tethys.

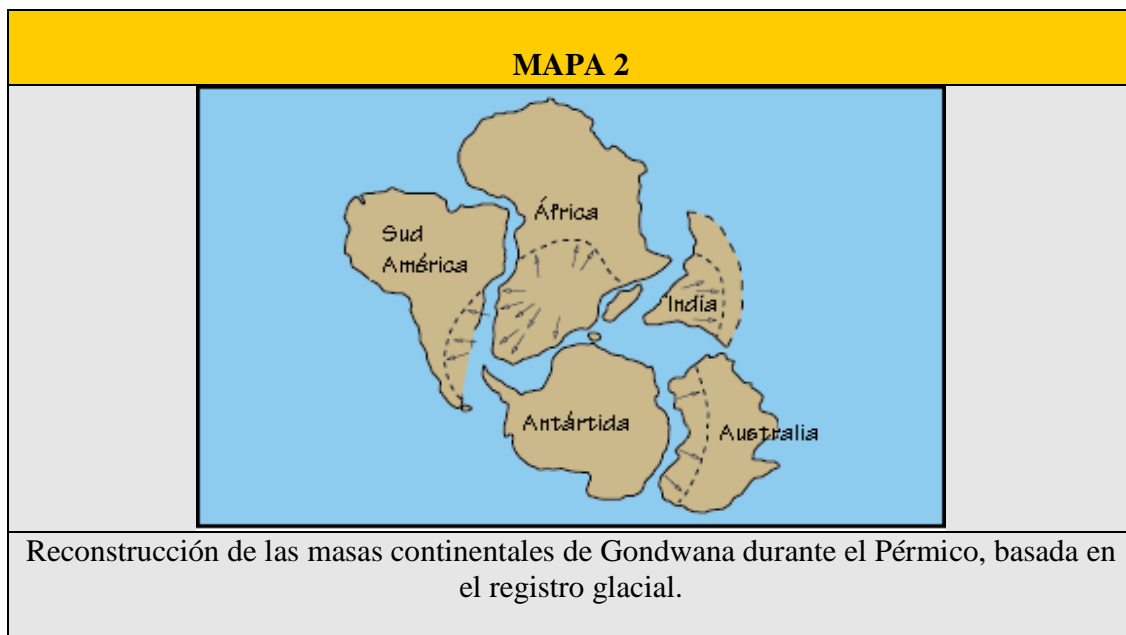
Los datos a favor de un supercontinente

La glaciación de Gondwana

La expansión de los casquetes polares durante las glaciaciones deja huellas en el registro geológico como lo son depósitos de material acarreado por el hielo y marcas de abrasión en rocas que estuvieron en contacto con las masas de hielo durante su

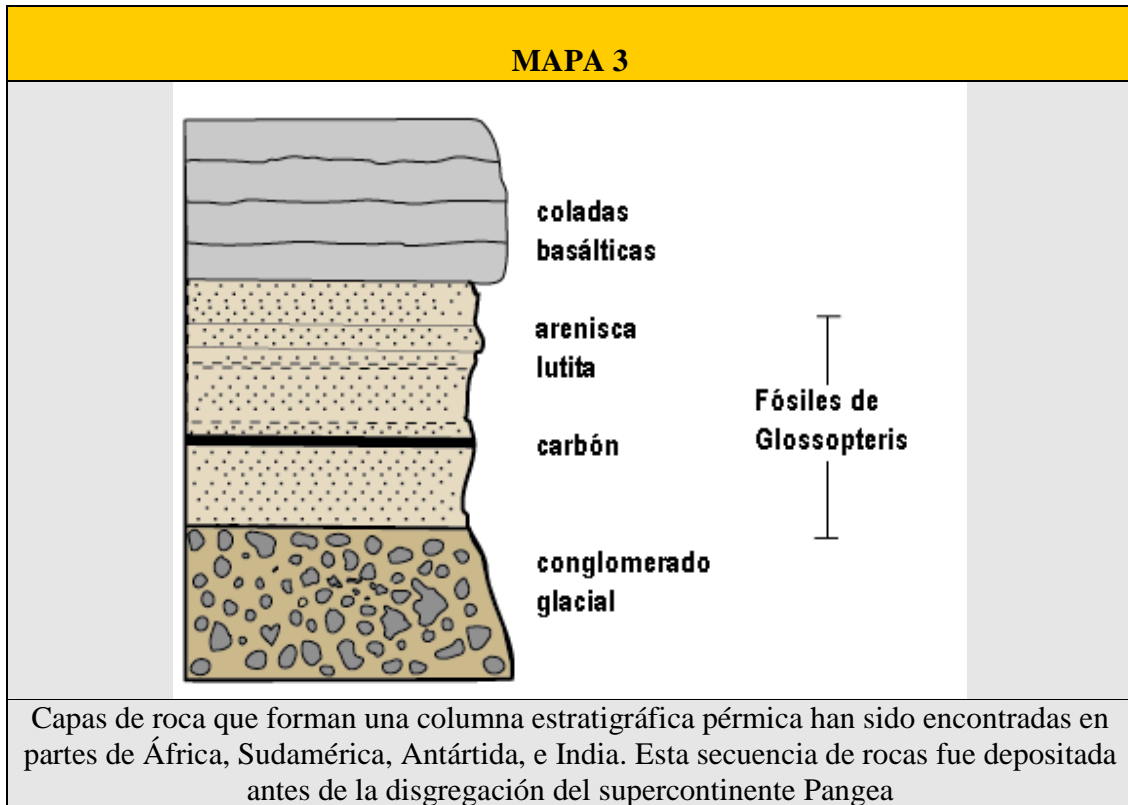
desplazamiento. Ambos de estos tipos de evidencia de un evento glacial pérmico (hace 280 millones de años) han sido reportados en Sudamérica, África, India, Australia y Antártida. En las reconstrucciones de Gondwana, las áreas afectadas por la glaciación son contiguas a pesar de ocupar lo que hoy en día son distintos continentes. Inclusive las direcciones de flujo del hielo, obtenidas a partir de las marcas de abrasión, son continuas de África occidental a Brazil y Argentina así como lo son de Antártida a India.

El flujo de hielo sobre las rocas deja huellas de abrasión cuya orientación indica la dirección del flujo. Aquí se muestra la orientación y extensión de estas huellas donde han sido halladas en rocas de edad pérmica.



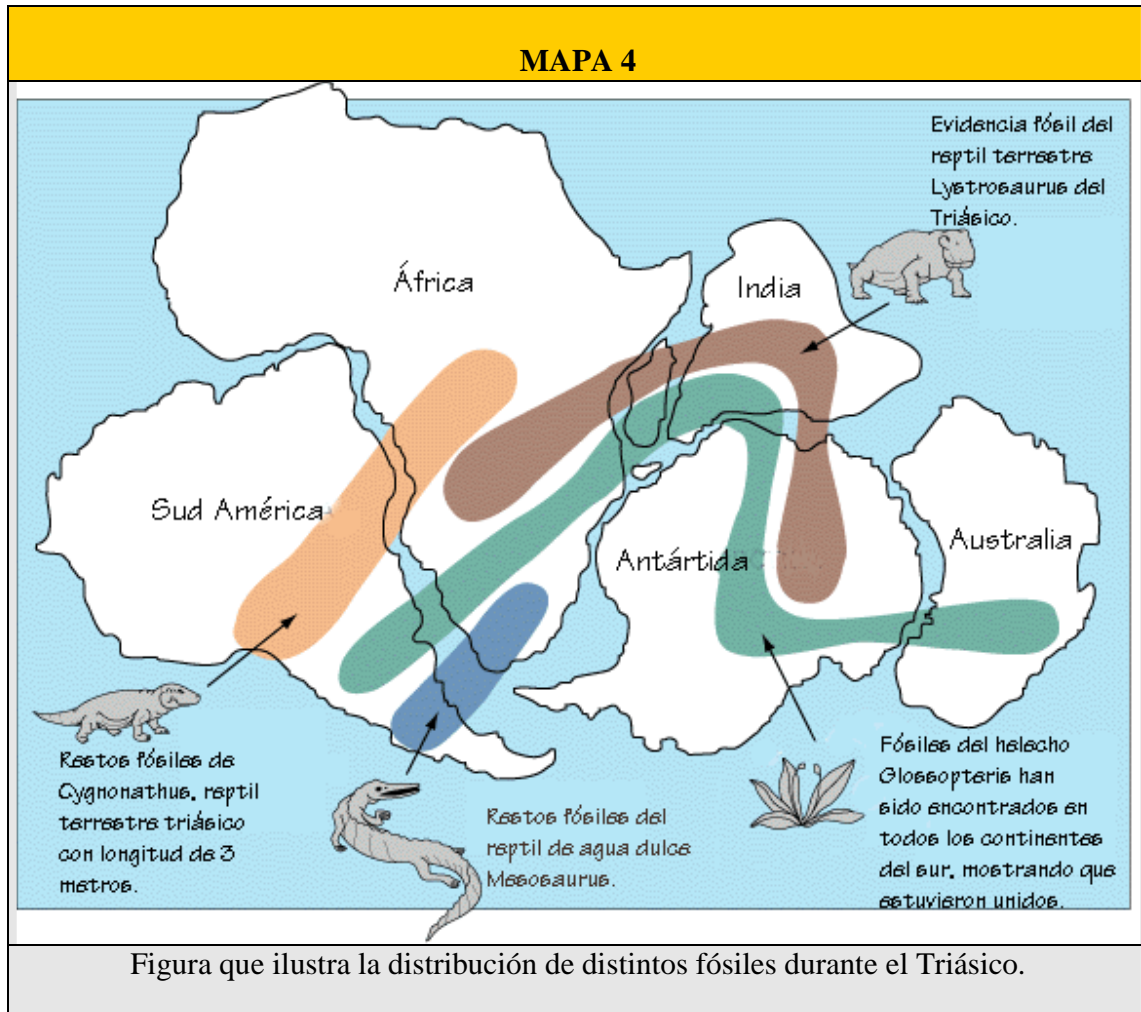
Datos litológicos y estructurales

Las distribuciones de rocas cristalinas, rocas sedimentarias y yacimientos minerales forman patrones que continúan ininterrumpidos en ambos continentes cuando Sudamérica y África son restituidos cerrando el océano Atlántico. Por ejemplo, las cadenas montañosas orientadas E-W que atraviesan Sudáfrica continúan cerca de Buenos Aires, Argentina. Los estratos sedimentarios tan característicos de sistema Karoo en Sudáfrica, que consisten en capas de arenisca y lutita con mantos de carbón, son idénticos a los del sistema Santa Catarina en Brasil.



Datos paleontológicos

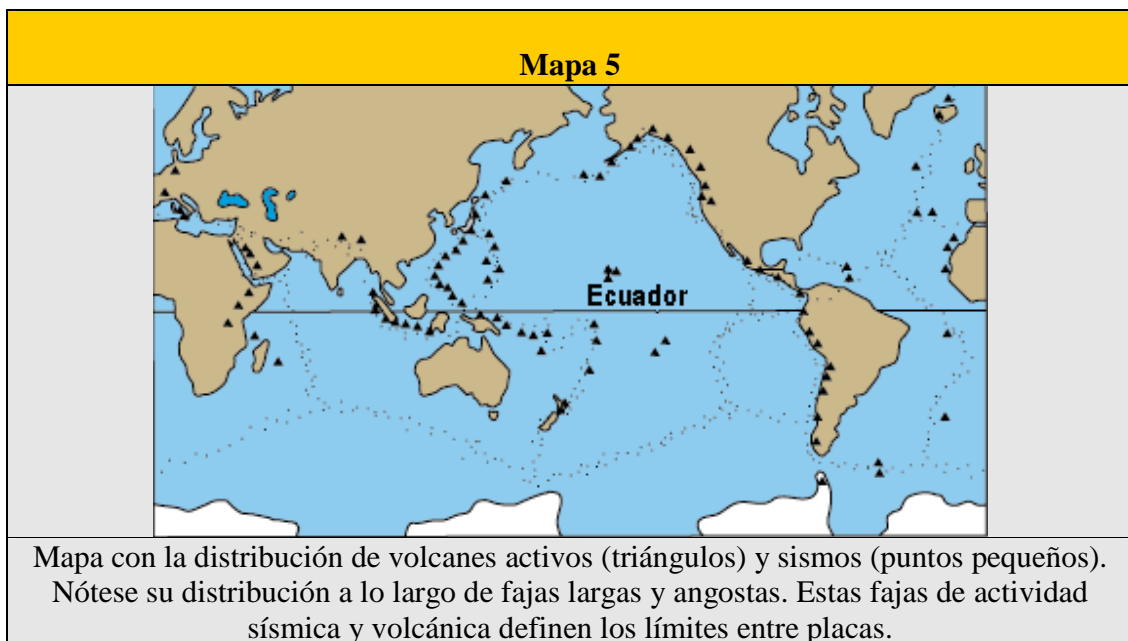
Estudios de la distribución de plantas y animales fósiles también sugieren la existencia de Pangea. Impresiones de hojas de un helecho, *Glossopteris*, están ampliamente distribuidas en rocas de África, Sudamérica, India y Australia. La reconstrucción de Gondwana restringe el área de influencia de *Glossopteris* a una región contigua del supercontinente. La distribución de fósiles de vertebrados terrestres también apoya esta interpretación. La existencia de tetrapodos en todos los continentes durante el Triásico es una indicación de que había conexiones terrestres entre las masas continentales. 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.

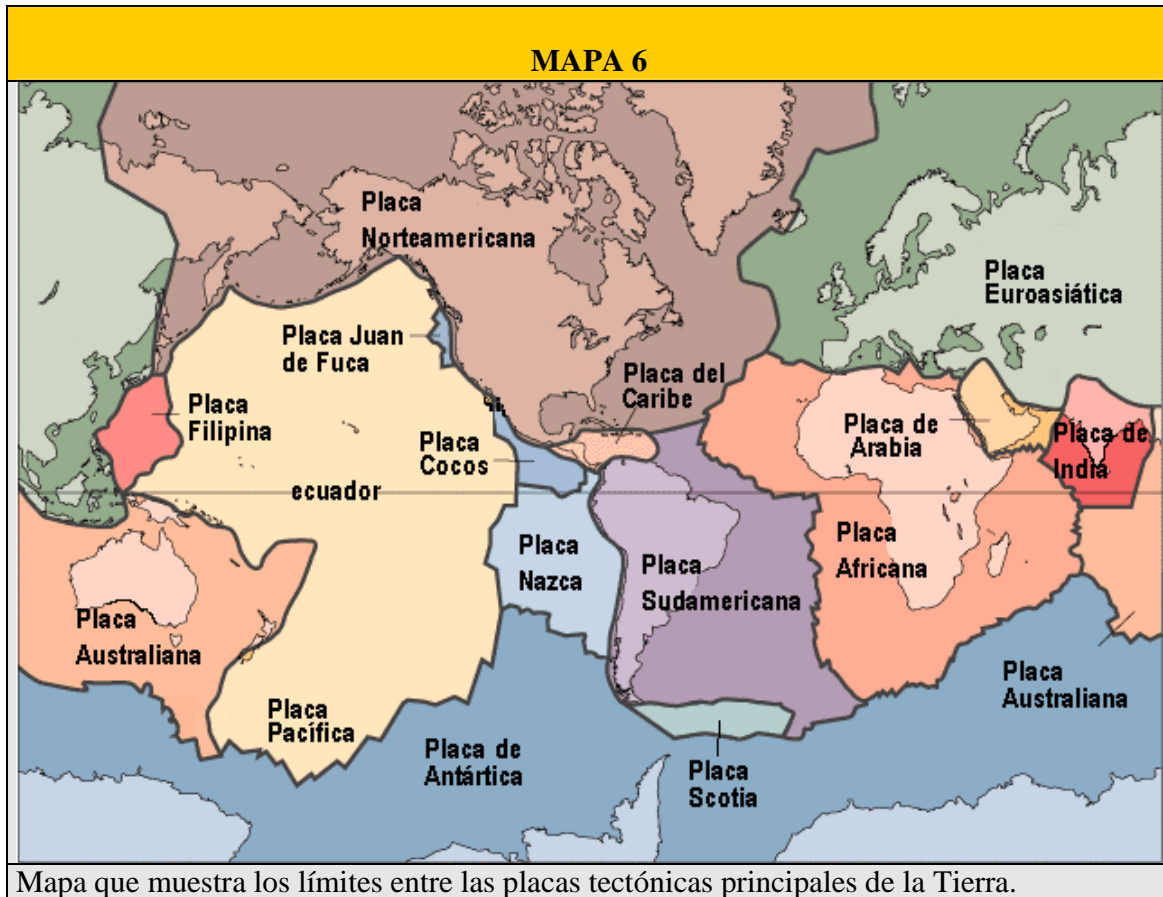


Hoy en día la idea de que los continentes actuales estuvieron unidos formando Pangea en el Permo-Triásico, y que empezaron a disgregarse a partir del Jurásico, es aceptada con pocas reservas. Examinaremos ahora los mecanismos para la deriva continental.

El rompecabezas de placas tectónicas

Después de que los geofísicos habían sido los más asiduos críticos de la hipótesis de deriva continental, es curioso que la evidencia más contundente que finalmente se acumuló a favor de la hipótesis haya sido precisamente de índole geofísica. 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.

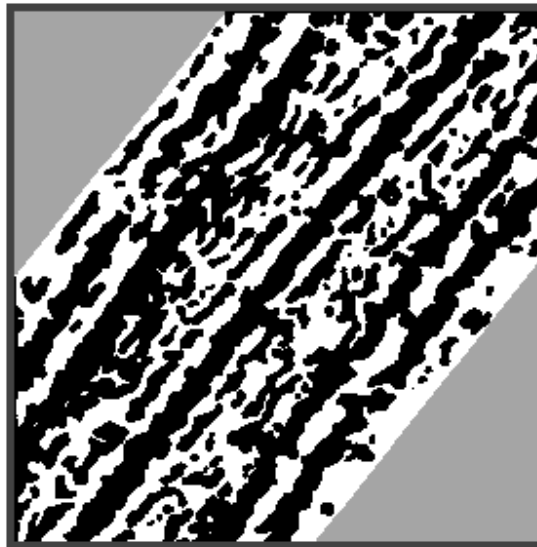




Después de la Segunda Guerra Mundial, y en gran medida por razones militares, se desarrolló la nueva ciencia de la oceanografía, durante los años 50. Los oceanógrafos documentaron la presencia de una enorme cadena montañosa submarina en el medio del Atlántico Norte que se levantaba más de 2,000 m sobre los abismos de aproximadamente 4,000 m de profundidad a cada lado. A principios de los años 60 el geofísico H.H. Hess sugirió un mecanismo que podría explicar la deriva continental, basándose en las variaciones topográficas de los océanos. Hess propuso 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. Si esto fuera cierto, razonó Hess, para evitar un crecimiento indefinido de la Tierra era necesario que en alguna parte de ella fuera consumido material cortical. Propuso entonces que los sitios donde esto ocurría eran las profundas fosas oceánicas que bordeaban algunos continentes y arcos de islas.

En 1963, los geofísicos ingleses Frederick Vine y Drummond Matthews, de la Universidad de Cambridge, publicaron un artículo en la revista Nature donde presentaron datos a favor de la brillante pero especulativa idea de Hess. En este artículo, 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.

MAPA 7



Mapa con las anomalías magnéticas del fondo marino publicado por Vine y Matthews. Las anomalías positivas (polaridad normal) se muestran en negro. Nótese la simetría de las franjas con respecto a la franja central.

Esta observación encajaba con la del francés Bernard Bruhnes, quien en 1906 había propuesto que el campo magnético terrestre se invertía más o menos cada medio millón de años. 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 cada 500,000 años, las rocas que se formaban constantemente en las dorsales oceánicas iban registrando los cambios de polaridad. De esta manera propusieron que la anchura de las franjas magnéticas debería ser igual a la

velocidad de separación de las placas, multiplicada por la duración del intervalo de tiempo entre inversiones de polaridad.

