

Placas Tectónicas - Relación con terremotos y volcanes

Campo magnético Terrestre

La prueba reina de la teoría de placas tectónicas

- convección del núcleo externo (metálico) genera el campo magnético terrestre
- se comporta aproximadamente como un imán, con un polo norte y uno sur
- cuando la roca se solidifica en las dorsales queda *grabado* la orientación del campo magnético
- las corrientes del núcleo cambian con el tiempo
- el campo magnético se INVIERTE con el tiempo
- capas de rocas de diferente edad, *registran* esta campo magnético terrestre y sus variaciones.

Deriva Continental y Expansión oceánica

El científico Alfred Wegener primero cayó en cuenta como las formas de los continentes encajaban, como si se tratara de un rompecabezas. Pero había otras observaciones que sugerían que los continentes habían estado unidos en algún momento.

El formuló la teoría de la *deriva continental*. Sin embargo, Wegener no pudo explicar el mecanismo de como los continentes podían moverse.

El investigador Henry Hess encontró por primera vez las dorsales meso-oceánicas. Con este descubrimiento, surgió la idea que nueva litósfera es formada a lo largo de estas dorsales, y que este nuevo material empujaba las placas tectónicas.

La prueba absoluta fue el descubrimiento de las *bandas magnéticas* en el fondo oceánico: las rocas oceánicas registraron las inversiones del campo magnético de la Tierra con el tiempo. Al patrón de las bandas es simétrico con respecto a las dorsales, dando soporte a la idea de la expansión.

Sin embargo, gracias a otras observaciones geofísicas, sabemos que la tierra no se esta expandiendo, por lo cual la litósfera tiene que ser consumida en algún otro lugar.

La idea de las zonas de subducción aparecio cuando los pozos de agua profundas (deep sea drilling project) no encontraron rocas más antiguas a los 200 Millones de años.

Con las *placas tectónicas* tenemos una teoría que explica las observaciones de Wegener y como la litósfera se puede generar y consumir de tal forma que la tierra no este cambiando su tamaño (expandiendose o encongiendose).

Observaciones iniciales - Deriva Continental

- primero postulado por Alfred Wegener en 1915
- los continentes casan como partes de un rompecabezas.
- registros fósiles concuerdan en dos continentes separados por un oceano.
- depósitos glaciares, carbón y otras unidades geológicas concuerdan en dos continentes separados
- las curvas de *desplazamiento polar aparente* no concuerdan entre continentes

Curvas de desplazamiento polar aparente

- muestra la posición aparente del norte magnético con el tiempo
- se calcula la inclinación y declinación en capas geológicas (estratos) aledaños en un perfil geológico en un lugar
- se determine la edad de las capas (comparando fósiles o con métodos radioactivos de datación)
- construir la curva de desplazamiento polar para este lugar
- construir curvas para diferentes continentes
- intentar que las curvas cuadren
- si las curvas cuadran, entonces los continentes se encontraban juntos en ese momento
- si las curvas para todos los continentes cuadran, entonces todos los continentes forman un supercontinente (Pangea). Las curvas muestran el desplazamiento polar real (como cambio el polo norte magnético con el tiempo)

Para tener en cuenta cuando se usa un compas

- el polo magnético real cambia dramáticamente con el tiempo debido a cambios en el campo magnético de la tierra
- el desplazamiento polar aparente muestra una combinación/superposición del movimiento de los continentes y desplazamiento del polo norte.
- los científicos estudian esto e intentan separar los dos efectos
- en el año 2000, el polo magnético norte se encontraba en 81.5 deg N, 111.4 deg W.
- el polo magnético norte se mueve alrededor de 15 km por año.

- los equipos de GPS tienen como referencia el polo norte geográfico. Recibe la señal de al menos 4 satélites en órbita. 4 son necesarios para triangular la posición geográfica y la altitud.

Expansion del fondo oceánico

- este es el [link](#) necesario para explicar porqué se mueven los continentes
- Postulado por Harry Hess en los 50's
- Él observó que el fondo oceánico se profundiza al alejarse de las dorsales mesoocéánicas (MORs - mid-ocean ridge) → el fondo oceánico se *asienta* con el tiempo?
item los sedimentos se ponen más gruesos al alejarse de MOR → MOR mas jóvenes?
- flujo de calor es mayor en MOR que al alejarse → MORs dejan salir el calor?
- dragando el fondo del oceano se observa que las rocas oceánicas son distantes a las continentales.
- se observan terremotos a lo largo del MOR → fracturas oceánicas jóvenes?

la idea entonces es que nueva roca oceánica es formada en los MOR, la cual se va moviendo (y alejando) del MOR, e igualmente se va enfriando

Prueba que el fondo oceánico se expande

- anomalías magnéticas se pueden mapear en el fondo oceánico
 - El campo magnético terrestre sufre inversión con el paso del tiempo
 - cuando las rocas oceánicas se enfrían debajo de la Temperatura de Curie (~ 500 °C) los dominios ferromagnéticos de la roca retienen la dirección de magnetización.
 - instrumentos en barcos (magnetómetros) registran esta magnetización remanente
 - las bandas son simétricas con respecto al eje del MOR

La conclusión: nueva corteza formada en MOR, que posteriormente se aleja a la vez que se enfría y se vuelve más *vieja*

- Perforación del mar profundo
 - se perforan rocas en el corteza oceánica y se determina la edad de la roca basamento
 - se relacionan la edad y las inversiones magnéticas

- la corteza oceánica es mas vieja al alejarse del MOR
- no se encuentra roca oceánica mas antigua que 200M años. (las más viejas rocas continentales tienen hasta 4 Billones de años).

Conclusion: rocas oceánicas tienen que ser consumidas en alguna parte

Placas Tectónicas

- litósfera partida en una serie de placas (12 principales) que se mueven
- nueva corteza es formada en MOR
- corteza vieja es consumida en las zonas de subducción
- ambos procesos se encuentran acompañados de terremotos y vulcanismo
- en general: los terremotos y volcanes marcan los límites entre placas; es decir que las placas interactúan en sus límites, poco donde de ellas
- globalmente, nueva corteza es formada y vieja corteza es consumida en cantidades similares
- es decir, la tierra no se está expandiendo

La tectónica de placas es una "gran teoría unificadora de las geociencias que explica"

- el movimiento de los continentes
- terremotos
- vulcanismo
- la gran mayoría de rasgos en la superficie de la Tierra
- formación de nueva litósfera
- consumo de vieja litósfera

Producción y consumo de litósfera

- Nueva litósfera es formada en las dorsales oceánicas
- el nuevo material empuja las dos placas (separándolas) → expansión del fondo oceánico
- cerca de dorsal, la nueva litósfera es caliente, baja densidad y tiene flotabilidad (bouyant)
- la litósfera se va enfriando y la densidad aumenta. El material además se engruesa (crece por debajo)

- a medida que se vuelve vieja, eventualmente se vuelve tan densa que no puede flotar sobre astenósfera
- la placa empieza a subducir (hundirse)
- no hay litósfera oceánica mas antigua de 200 M años
- solo la litósfera oceánica subduce
- la parte subducida de la placa tambien se le llama *slab*
- un aplaca usualmente comprende litósfera continental y oceánica
- cuando dos placas con litósfera oceánica se encuentran, la más densa es forzada a subducir
- litósfera continental posee alta flotabilidad (baja densidad) y no tiende a subducir
- Caso de los Himalayas: Esta es una colisión cont-cont y a lo largo de este límite de placas convergente, no se presenta subducción. Al contrario, se presenta formación de grandes cadenas montañosas.

Las 2 fuerzas que impulsan el movimiento de placas

- la convección del manto impulsa el movimiento en el interior, pero no es el mecanismo principal para mover las placas
- slap pull (jalón de placa): la fuerza más dominante, la placa densa que subduce jala toda la placa
- ridge push (empuje de dorsal): fuerza menos dominante, el magma menos denso (flotabilidad) sube en la dorsal y empuja para separar las placas

Terremotos y Volcanes

- gran mayoría de terremotos (EQ) y volcanes se encuentran en los límites entre placas
- EQ profundo solo detrás de fosas ocenicas
- cerca de fosas oceánicas, EQ se encuentran en la banda que limita la placa que se está hundiendo (Zona de Wadati-Benioff)
- EQ profundos ocurren a profundidades máximas de 670 km

Conclusión: La corteza es consumida en las fosas oceánicas o zonas de subducción; h cierta profundidad las placas ya no se comportan de forma frágil

Límite entre placas

Divergente

- rifting (hendiduras)
- dorsales mesoocéánicas (MOR)
- rifting continental también presente en algunos lugares
- EQ superficiales, usualmente más pequeños
- usualmente se presenta vulcanismo benigno, especialmente cuando se trata de placas oceánicas

Convergente

- subducción oceánica-oceánica (ej. Islas Aleutian, Japón, Tonga-Fiji, partes de Indonesia)
- subducción oceánica-continental (ej. Nazca/Suramérica, Juan de Fuca/Norteamérica, Centroamérica, Nueva Zelanda)
- Colisión continente-continente, no hay subducción (ej Himalayas, Alpes)
- EQ grandes, algunos profundos
- EQ bajo océanos puede causar tsunamis
- vulcanismo violento

De Transformación

- placas de deslizan lado a lado (ej. Falla de San Andres, Falla del Mar Muerto, Falla de Anatolia Norte)
- EQ moderas y grandes
- no hay vulcanismo
- PD Un límite de Transformación es llamado así porque conecta un tipo de límite con otro tipo (ej. conecta un dorsal mesoocéánica (divergente) con una zona de subducción)

Límite entre placas sobre un mapa

- Una zona de subducción se marca con una línea con triángulos o flechas (como dientes). La dirección de las flechas muestra la dirección de subducción

- Un centro de expansión o dorsal se marca con una doble línea y flechas marcando la dirección de separación entre las placas
- Un límite de transformación se marca simplemente con un alínea. A veces se muestran dos flechas paralelas a la falla que muestran la dirección con la que se mueven las dos placas

Hot Spots o plumas del manto

La idea básica es que hay un conducto que se mantiene fijo (pluma) mientras que las placas se mueven encima

- explica la presencia de volcanes intraplaca (ej. Hawaii, Yellowstone)
- Forma volcanes nuevos cuando la placa se mueve sobre la pluma
- forma lineamientos de hotspot, paralelos a la dirección de movimiento de la placa
- puede ser usado para estudiar el movimiento pasado de las placas