

Biología y Geología: Tema 2:

Estructura horizontal de la corteza y dinámica cortical y tectónica global.

- Estructura horizontal de la corteza.
 - ◆ Relieve de las zonas emergidas.
 - ◇ Cordilleras u orógenos.
 - ◇ Escudos precámbricos o zonas cratogénicas emergidas.
 - Relieve de las zonas sumergidas.
 - ◆ La plataforma continental.
 - ◆ El margen continental.
 - ◇ El talud continental.
 - ◇ El glacis continental.
 - ◇ Arcos de islas volcánicas y fosas oceánicas, zonas de Benioff.
 - El fondo oceánico.
 - ◇ El fondo de la cuenca oceánica.
 - ◇ Las dorsales oceánicas.
 - Dinámica de la corteza y tectónica global.
 - Expansión del fondo oceánico.
 - Las corrientes de convección.
 - Teoría de la tectónica de placas.
 - Resumen de la tectónica global.
 - ◆ Bordes constructivos: Zonas de distensión.
 - ◆ Bordes destructivos: Zonas de compresión.
 - ◇ Sismicidad.
 - ◇ Metamorfismo.
 - ◇ Magmatismo.
 - Formación de cordilleras.
 - El ciclo de Wilson.
-
- Estructura horizontal de la corteza. Hasta el siglo XX el conocimiento del fondo marino (relieve) era nulo. Se pensaba que era llano y cóncavo. Desde la segunda Guerra Mundial se crearon aparatos para medir la distancia desde la superficie marina y el fondo del mar. Estos aparatos eran los SONAR. Se enviaba una onda que rebotaba en el fondo marino y dependiendo del tiempo y sabiendo la velocidad de la onda se podía calcular fácilmente la altura. Hay se sabe que en el fondo hay mucho relieve, cordilleras, elevaciones Se vio que había zonas de gran profundidad (fosas oceánicas), volcanes submarinos Y se vio que en vez de cóncavo, el fondo marino era convexo. Hoy se conoce la misma cantidad de relieve emergido como el sumergido. Los continentes son el 29% del planta en cuanto a vista aérea. Y el océano el 71% aunque la plataforma continental es de los continentes. Los continentes desde el punto de vista geológico son el 40% y el océano el 60%. Los continentes terminan al final del talud continental.

- ◆ Relieve de las zonas emergidas.
 - ◇ Cordilleras u orógenos. Son cadenas de montañas posteriores al precámbrico, es decir, tienen menos de 600.106 años. Se distinguen *caledonianas* y *hercinianas* y *Alpinos*. Se originan por dos causas:
 - Por fuerzas de compresión que actúan en la horizontal.
 - Movimientos verticales de ascenso y que afectan a zonas muy amplias y que se producen como consecuencia de ajustes isostásicos. Estos movimientos se llaman epirogénicos. Las cordilleras son las zonas inestables de la litosfera emergida y cuanto más modernas son, más inestables.
 - ◇ Escudos precámbricos o zonas cratogénicas emergidas. Un cratón es una zona de la litosfera continental estable y que es la que antes fueron cordilleras que han quedado arrasadas y tienen más de 600.106 años. Y se han convertido en una penillanura. Hay dos tipos de cratones, la plataforma continental y los cratones emergidos que son zonas amplias de rocas antiguas que están frecuentemente plegadas. Los escudos suelen rodearse de cordilleras que a su vez se separan de ellos por zonas de llanura llamadas surco alancógeno que está sobre el propio escudo y relleno de sedimentos no plegados.
- Relieve de las zonas sumergidas. Algunas partes son del continente:
 - ◆ La plataforma continental. Es un escudo sumergido, estable, que pertenece estructuralmente al continente y es la zona más rica del océano.
 - ◆ El margen continental. Frontera entre continente y océano. Pone en contacto la plataforma continental con el fondo oceánico puramente dicho. Es una zona de mucho interés geológico porque ahí se alojan los geosinclinales si los hay. Un geosinclinal es una cuenca alargada paralela al continente, de poca profundidad y fondo débil que almacena grandes espesores de sedimentos y que al evolucionar producirá un erógeno (cordillera). Los hay de 2 tipos:
- Pasivos: Zonas estables geológicas sin vulcanismos, ni nada. Está en una placa. Pone en contacto la plataforma continental y el fondo oceánico sin que haya ningún accidente. Sus estructuras típicas son el Talud y el Glacis.
- Activos: Zonas de clara inestabilidad geológica. Están en el límite entre 2 placas que chocan, en lo que se llaman zonas de Benioff. En estos límites hay 3 tipos de procesos:
 - ◆ Fricciones que provocan temperaturas muy altas, vulcanismo y metamorfismo.
 - ◆ Que se localicen hipocentros.
 - ◆ Que están en fosas oceánicas, justo al final del Talud.

A veces la fosa con los arcos de islas pueden sustituir a la plataforma continental. Sus estructuras típicas son las fosas oceánicas y los arcos de islas.

- ◇ El talud continental. Zona de mucha pendiente. En él no hay muchos sedimentos. Arranca en la plataforma continental y acaba donde se inicia el fondo de la cuenca oceánica, a unos 3800Km. Es frecuente, que esté surcado por surcos perpendiculares de paredes muy verticales que son los cañones submarinos de origen discutido pero que podrían deberse a la acción erosiva de corrientes de fango llamadas corrientes de turbidez que proceden del extremo de la plataforma y que se originan cuando se desprenden sedimentos no consolidados que proceden de la plataforma continental cuando hay temporales, terremotos
- ◇ El glacis continental. Zona de acumulación de sedimentos procedentes de la plataforma continental y que se sitúa a continuación del talud formando un resalte topográfico.
- ◇ Arcos de islas volcánicas y fosas oceánicas, zonas de Benioff. En ellos chocan 2

placas litosféricas y ahí la más densa es tragada bajo la más ligera que es la continental, en el proceso de subducción. Van ligadas a las llamadas zonas de Benioff que se descubrieron cuando se estudió la distribución de los focos sísmicos profundos en las islas del pacífico. Se apreció que estaban a lo largo de un plano que estaba inclinado hacia el continente y se le llamó Plano de Benioff. Esa zona activa es la zona de Benioff. La subducción de una placa respecto la otra forma fosas oceánicas que se llenan de sedimentos procedentes del continente o de arcos de isla próximos.

A veces, los arcos de islas están tan próximos a la costa que desaparece el talud continental. La subducción de una placa oceánica bajo la continental provoca la compresión y plegamiento de sedimentos depositados en la fosas como la superficie del fondo oceánico formando el llamado prisma de acreción en cuya base se producen fenómenos de metamorfismo e incluso de magmatismo. Si la subducción continua el prisma de acreción dará lugar a arcos de islas y después a una cordillera perioceánica. Por otra parte por el empuje responsable de la subducción se levantan los arcos de islas localizados entre el continente y la fosa. Separados ambos por un mar marginal. Estas islas frecuentemente son volcánicas como la del Japón.

- El fondo oceánico. Vamos a distinguir 2 partes:

- ◊ El fondo de la cuenca oceánica: Las llanuras abisales.
- ◊ Las dorsales oceánicas. Son cordilleras submarinas. Las rocas que las componen son lavas basálticas y por mezcla de lavas basálticas con sedimentos marinos. La principal característica es que en su eje presentan una hendidura que es el llamado Rift. A lo largo del cual sale material magmático de la astenosfera que se pega a las paredes de la grieta y se incorpora así al fondo oceánico, desplazando hacia los lados a la anterior pared de la grieta. Actúa como una cuña que provocará la expansión del fondo oceánico. Por tanto, los fondos oceánicos crecen por las dorsales donde se van produciendo rocas nuevas.

El eje de las dorsales está cortado transversalmente por fallas transformantes que hacen que el eje tenga un trazado quebrado. La primera dorsal estudiada es la del Atlántico que lo recorre de norte a sur. Y está localizada más o menos en el centro del océano. Se la llamó dorsal medio-oceánica.

El fondo es llano, con una profundidad inferior a 5500m. Suelen estar cubiertas de sedimentos aunque con poco espesor y que pueden estar consolidados o no y esa capa va disminuyendo a medida que nos alejamos del continente. Los accidentes son los llamados Montes marinos (elevaciones cónicas como volcanes), los Guyot que son elevaciones. El origen de ambos no está claro, pero pueden ser volcanes que no han aflorado en la superficie.

- Tectónica global. Teoría de la tectónica: Intenta explicar y relacionar fenómenos tales como la distribución de los volcanes, de los terremotos, cordilleras, la aparición de rocas sedimentarias en las montañas así como

fósiles Son fenómenos diversos. No es simplemente una teoría orogénica. Esta amplía otras teorías anteriores y se basa en los 3 teorías siguientes:

- Expansión del fondo oceánico. En 1962 y 1963 Matthews y Vine estaban estudiando las rocas del fondo oceánico mediante magnetometría. Vieron que las rocas estaban en bandas paralelas unas a otras y al eje de las dorsales. También que en esas bandas el paleomagnetismo iba alternando y que la disposición de las bandas según su paleomagnetismo es simétrico respecto del eje de la dorsal. La edad de las rocas de cada banda era la misma y la edad de las rocas de las diferentes bandas aumenta al alejarnos del eje de la dorsal. La distribución de las rocas según su edad también es simétrica respecto del eje de la dorsal.

Todo esto lo explicaron en la Teoría de la expansión del fondo oceánico según la cual el fondo crece a consecuencia de la incorporación constante de materiales procedentes de la astenosfera que son inyectados por el eje de la dorsal y quedan pegado a las paredes del eje. La llegada de nuevos materiales forma una nueva banda que desplaza la banda preexistente actuando como una cuña. Si durante su incorporación cambia la polaridad del campo magnético terrestre esto se verá en sus componentes metálicos, es decir, en su paleomagnetismo. Por tanto, las dorsales son zonas de creación de fondo oceánico.

- Las corrientes de convección. El hecho de que en las dorsales se cree fondo oceánico supone que en otras zonas se destruya litosfera, estas son las zonas de subducción. Resulta que en las dorsales se encuentran fuerzas ascendentes mientras que en las zonas de subducción hay fuerzas descendentes. Además en la superficie hay fuerzas horizontales que van de las dorsales a las zonas de subducción que son compensadas por otras iguales pero de sentido contrario. Aproximadamente en 1960 se intuía que la astenosfera sucedía esto y movería las placas que tiene por encima y serían las responsables de la expansión del fondo oceánico. Las corrientes se producen por diferencias de temperatura en la astenosfera. Esos movimientos serían los responsables de las placas suprayacentes. Más tarde se corroboró esta teoría de las corrientes de convección.
- Teoría de la tectónica de placas. Morgan y Le Pichot en 1968. Esta teoría supone que la superficie terrestre no es continua sino que está en bloques de distinto tamaño llamados placas litosféricas. Porque son regiones litosféricas estables de miles de Km² de extensión limitados por zonas inestables de gran actividad sísmica y volcánica. Las placas encajan como un rompecabezas y separan sobre una capa llamada astenosfera que permite que las placas se muevan. Morgan y Le Pichot propusieron 6 placas pero esto no es estable. Depende de qué consideremos placa. Estas 6 serían:

- Placa africana: Comprende toda África y Madagascar. Además la mitad este del Atlántico sur y la parte occidental del Índico. Por tanto, tiene una parte de litosfera continental y otra oceánica. Está limitada por una zona de subducción en el Mediterráneo y por dorsales en el resto. Por eso el Mediterráneo presenta inestabilidad sísmica y volcánica.
- Placa euroasiática: comprende toda Eurasia menos La India. Además la parte oriental del Atlántico norte y parte del Océano glacial Ártico. Tiene también parte continental y oceánica y está limitada al oeste por dorsales y al este y al sur por zonas de subducción.

- Placa americana: Comprende el continente americano y el fondo del Atlántico occidental. Por lo general, se suele dividir en 2 subplacas, la norteamericana y la sudamericana. Está limitado por dorsales al este, y por zonas de subducción y fallas transformantes al oeste.
- Placa antártica: Comprende el continente antártico y la mayor parte del océano antártico.
- Placa pacífica: Exclusivamente litosfera oceánica. Todo el fondo del océano Pacífico. Frecuentemente se divide en 2 subplacas, la del pacífico norte y la de Nazca, que contacta con América del Sur.
- Placa Indo-australiana: Comprende el noreste del océano Índico, Australia y La India. Tiene parte continental y parte oceánica. Está limitada por zonas de subducción al norte y al este y por dorsales al sur y al oeste.

Todas estas placas están divididas en subplacas. Nosotras estamos en la subplaca Ibérica. Le Pichot llegó a indicar no solo la dirección y sentido de los movimientos sino también dio una velocidad. Con esto se puede ver qué zonas son estables, de riesgo sísmico, volcánico. Hoy se sabe que la sismicidad y el vulcanismo son consecuencia de los movimientos entre Placas.

- Resumen de la tectónica global.
- Los continentes y los fondos oceánicos tienen distinta estructura y distinta composición.
- La litosfera oceánica se está creando en las dorsales oceánicas por lo que se les llama zonas de Acreción. Mientras que se destruye en las zonas de Benioff o zonas de subducción.
- Los hipocentros se localizan en las dorsales oceánicas, en las fallas transformantes y sobre todo en las zonas de subducción, o sea, en los límites de placas. Estos se clasifican en constructivos (se crea litosfera), destructivos (se destruye litosfera) y pasivos o neutros (ni una cosa, ni otra).
- La superficie terrestre está en bloques llamadas placas y reposan en la astenosfera y tienen el espesor de la litosfera. De ahí que se llamen placas litosféricas.
- Las placas litosféricas se comportan como bloques estables rígidos que se mueven entre sí por las corrientes de convección.
- La creación constante o periódica de litosfera oceánica mediante la intrusión de magmas procedentes de la astenosfera provoca la expansión del fondo oceánico a uno y otro lado de la dorsal y ello produce un desplazamiento de los continentes.
- La deriva continental hace que en sus bordes se den fenómenos de sismicidad, vulcanismo y orogenia.
- Los tipos de geosinclinales y su desarrollo hasta dar lugar a cordilleras de diferentes tipos pueden explicarse según varios modelos de interacción entre placas litosféricas.
- Las deformaciones de la corteza que provocan los grandes conjuntos morfoestructurales se pueden explicar por procesos de compresión y distensión entre placas o dentro de una misma placa.
- Toda la dinámica cortical se explica como una consecuencia de la dinámica que se está produciendo en el manto, siendo, las deformaciones de la corteza o de la litosfera en su conjunto una respuesta al enorme trasiego de materia y energía que se está produciendo en el interior de la Tierra.

Bordes constructivos: Zonas de distensión. Son zonas en las que coinciden fuerzas divergentes provocando distensión y fosas que se llaman Rift. En esas fosas se van incorporando magmas desde la astenosfera. El aporte de magma provoca una elevación del

conjunto. Cuando esas elevaciones ocurren en el fondo oceánico las llamamos dorsales. La parte externa el magma entra en contacto con el agua. En esos casos en los que el magma entra en contacto con el magma solidifica rápidamente y forma lavas almohadilladas. El magma de las zonas más profundas solidifica más despacio y dará lugar a rocas filonianas y plutónicas.

En el centro este de África hay dos fosas tectónicas:

- ♦ Centroafricana: Va desde la bahía de Sópala hasta el valle del Nilo medio.
- ♦ Sirio africana: Se inicia al oeste del Kilimanjaro y continúa hacia el norte en el Mar Rojo y el Mar Muerto.

Estas fosas rodean el Lago Victoria y originan a su vez lagos como el Tanganita, el Kivu, el Malavi, el Eduardo, el Alberto y el Rodolfo y valles fluviales como el Omo. Y además origina volcanes como el Kilimanjaro y el monte Kenia. En esa zona forma un valle en forma de y con más de 3000km de largo y 70km de ancho. Se considera que es una prolongación de los Rift continentales que provocaron la formación del Mar Rojo hace 10000 millones de años y del golfo de Adén.

Bordes destructivos. Zonas de compresión. Se caracterizan por la presencia de fosas oceánicas (zonas donde la presión del mar es muy alta y que se originan por la subducción de una placa bajo otra donde concluyen dos zonas concurrentes, zonas que reciben gran cantidad de sedimentos. Las consecuencias de la compresión son:

- ♦ Subducción de la placa litosférica más densa por debajo de la más ligera que es la continental y que es más gruesa. Esa subducción hace que los materiales se vayan incorporando a la astenosfera compensándose así lo que sucede en las dorsales. Como la superficie del fondo oceánico no es lisa, la subducción se produce a golpes. Además la entrada de materiales tiene que vencer la resistencia que ofrecen los materiales de la litosfera. Solo cuando la presión ejercida por la litosfera supera a la resistencia de la astenosfera se producirá el avance de la placa litosférica. El hecho de que esta placa no entre constantemente provoca terremotos cuyos hipocentros se localizan a lo largo del plano de Benioff.
- ♦ El rozamiento entre las dos placas es enorme lo que provoca temperaturas altísimas que llegara a fundir a algunos materiales. Esos materiales a veces solidifican en zonas más o menos profundas dando rocas plutónicas, pero en general tienden a ascender aprovechando fracturas y grietas en las rocas hacia zonas de presión más baja y solidifican en el camino de ascenso o en la superficie formando rocas filonianas y volcánicas respectivamente. A estos magmas además se le añaden otros procedentes de la propia astenosfera que son materiales que funden si encuentran una grieta y disminuye su presión.
- ♦ Los materiales acumulados en el borde del continente, al ser

comprimidos se pliegan, se rompen y se elevan dando lugar a cordilleras submarinas, después a arcos de islas y finalmente a cordilleras litorales explicándose así la presencia en cimas montañosas de fósiles marino y de rocas plegadas y rotas que se originaron horizontales en el fondo del mar. Son los movimientos orogénicos.

- ♦ Las rocas que quedan próximas al magma se verán sometidas a un aumento de temperatura y aunque no lleguen a fundir experimentarán cambios (metamorfismo térmico) transformándose en otras rocas (rocas metamórficas). También la compresión puede provocar cambios en estado sólido en las rocas iniciales es el dinamismo metamorfismo. El metamorfismo regional es provocado por la acción conjunta de presión y temperatura.

* **SISMICIDAD:** En las zonas de dorsal y en los Rift son frecuentes los seísmos de baja intensidad. En las zonas de compresión, los terremotos son más frecuentes y de mayor intensidad. Los hipocentros se sitúan a lo largo del plano de Benioff y por tanto a mayor profundidad más lejos del continente se sitúan.

De los bordes neutros pueden presentarse terremotos de gran intensidad como consecuencia de la fricción lateral de las placas. Cuando la tensión acumulada supera la resistencia del rozamiento se producirá un desplazamiento brusco que sacudirá el terreno, se dice entonces que la falla se ha activado.

* **MAGMATISMO:** La distribución de los volcanes no es uniforme y representándola en el mapa coincide con la de los terremotos. También nos permite dibujar el contorno de las placas.

- ♦ En los bordes constructivos: Se produce el ascenso de magma de la astenofera en los Rift y entonces dará lugar a rocas volcánicas como basaltos. Si solidifica en el camino de ascenso tendremos filodonianas como los lamprófidos o si solidifican en las cámaras tendremos plutónicas como las peridotitas o los garbos. Lo más frecuente es que sean de tipo basáltico, es decir, lavas fluidas y pobres en gases. Esas lavas se extienden por el terreno formando coladas densas y en la erupción son escasos los poroclastos (fragmentos sólidos o gotas de magma).
- ♦ En las zonas de subducción: Los magmas procedentes de la astenosfera se mezclan con sedimentos y entran en contacto con el agua. En las zonas profundas, las temperaturas son altísimas y las rocas encajantes sufren deshidratación y fusión parcial. Se originan así magmas ácidos, espesos, viscosos, ricos en gases que ascienden con dificultad y que suelen solidificar antes de llegar a la superficie formando tapones. La acumulación de gases y de más lava por debajo de esos tapones provoca tapones que acabarán por reventar el cráter produciendo erupciones violentas con lavas espesas que forman coladas de poca extensión pero de bastante grosor con abundantes piroplastos se forman así conos

volcánicos bastante escarpados, con bastante pendiente.

- ♦ Lavas Ácidas: – Graníticas que darán lugar como rocas volcánicas a traquitas y riolitas, y como rocas filoniana a pegmatitas.

* **METAMORFISMO**: Conjunto de cambios en estado sólido que experimentan las rocas y los minerales a consecuencia de cambios en las condiciones ambientales para adaptarse a las nuevas condiciones. Los principales factores del metamorfismo son el aumento de presión, el aumento de temperatura y la presencia de fluidos químicamente activos.

El metamorfismo supone la acumulación fisicoquímica del mineral o de la roca a las condiciones reinantes en la litosfera, a mayor profundidad de la que corresponde la meteorización, sedimentación y biogénesis.

Ante las nuevas condiciones, los minerales evolucionan hacia formas estables ahora, es decir, se originan nuevos minerales y nuevas rocas que solo se forman en estas condiciones de ambiente metamórfico.

* TIPOS DE METAMORFISMO: Hay 3 tipos de metamorfismo según los factores:

1. **DINAMOMETAMORFISMO**. Es consecuencia de un aumento de presión. Se produce a presiones altas y Temp. Relativamente bajas. Se presentará en zonas superficiales de zonas sometidas a compresión. Ej. (Planos de falla se originan más rocas metamórficas que son las melonitas. También en los sinclinales o en los geosinclinales en la fase preorogénica de la evolución.)

Como consecuencia de las fuerzas responsables de la presión, las partículas de las rocas se orientan perpendicularmente a la dirección de la fuerza actuante. Aparecen así los planos de pizarrosidad y esquistosidad. Los minerales de la roca inicial sufren cambios que afectan sobre todo a su estructura cristalina. Los minerales evolucionan hacia zonas de empaquetamiento más densas.

- **METAMORFISMO TÉRMICO**. Es el principal factor del metamorfismo responsable es del aumento de Temp. Los materiales que están en contacto o muy próximos a los magmas y experimentan sobre todo cambios químicos. Hay 2 tipos:

- Piro metamorfismo. Lo experimentan los fragmentos rocosos que quedan englobados por magma y a pesar de que sufren un aumento de temperatura no llegan a fundir.

- Metamorfismo de contacto. Consecuencia del calentamiento que experimentan las rocas que están en contacto con el magma o con sus proximidades. Muy frecuente en los límites de placas. La intensidad del metamorfismo sufrido será directamente proporcional a la proximidad al magma.

3. METAMORFISMO REGIONAL: Es consecuencia del aumento tanto de la Temperatura como de la presión. Se produce en zonas profundas. Su nombre hace referencia a que afecta a regiones enteras. Los minerales y las rocas expuestas a este tipo de metamorfismo, sufren cambios tanto químicos como estructurales.

A partir de una roca inicial según la intensidad por el metamorfismo Regional sufrido, se irán produciendo sucesivamente rocas distintas que se transformaran unas en otras. Cada uno de estos conjuntos de rocas metamórficas ordenadas según su grado de metamorfismo y procedentes de la roca inicial se llama Serie metamórfica. De las S. Metamórficas la más conocida es la S. Pelítica o Arcillosa. Parte de una arcilla que va sufriendo metamorfismo más intenso hasta llegar al ultra metamorfismo o Anatexia estado en el que algunos componentes de la roca comienzan a fundir.

Límite entre el magmatismo y el metamorfismo. A partir de la arcilla por aumento de presión y Temperatura obtenemos la 1ª roca metamórfica de la serie que es una pizarra arcillosa. Si aumentan más la presión y la Temp.. Las pizarras arcillosas se convierten en Esquistos, en éstos ya no se distinguen tan bien las capas. Los esquistos acabarán dando micacitas. Las micacitas darán Gneiss y éstas darán Migmatitas que a su vez darán Granitos de Anatexia.

Formación de las cordilleras: Dos modelos de cordilleras tanto por su posición como por el proceso de su formación:

1) Cordilleras peri oceánicas: La acción de la dorsal provoca la expansión del fondo oceánico pero en las zonas de subducción provocará el plegamiento de los sedimentos del borde continental que da lugar a cordilleras al borde del continente llamadas cordilleras peri oceánicas.

2) Cordilleras intercontinentales:

2.1) Coord. Intercontinentales: Están entre 2 continentes. Son consecuencia de una colisión entre 2 continentes en la llamada abducción que se produce por una abducción continuada con intervención de 2 dorsales de distinta intensidad. La acción de la dorsal más potente provoca la desaparición en una zona de subducción de la litosfera oceánica a un ritmo tal que anula la acción de la dorsal que nos internamos. Se cambia así el desplazamiento entre las 2 dorsales hasta hacerlo chocar contra el borde del otro continente.

2.2) Cordilleras intracontinentales: Se originan por una colisión de 2 placas sin que haya subducción.