

MODELOS DEL INTERIOR DE LA TIERRA

Para explicar los datos obtenidos mediante el estudio de las ondas sísmicas y otros métodos indirectos, los geólogos elaboran modelos sobre la naturaleza de las capas que componen el interior terrestre. Los modelos pueden elaborarse en función de dos criterios: la composición química de cada capa (**modelo geoquímico**) o el comportamiento de sus materiales ante las deformaciones (**modelo dinámico**).

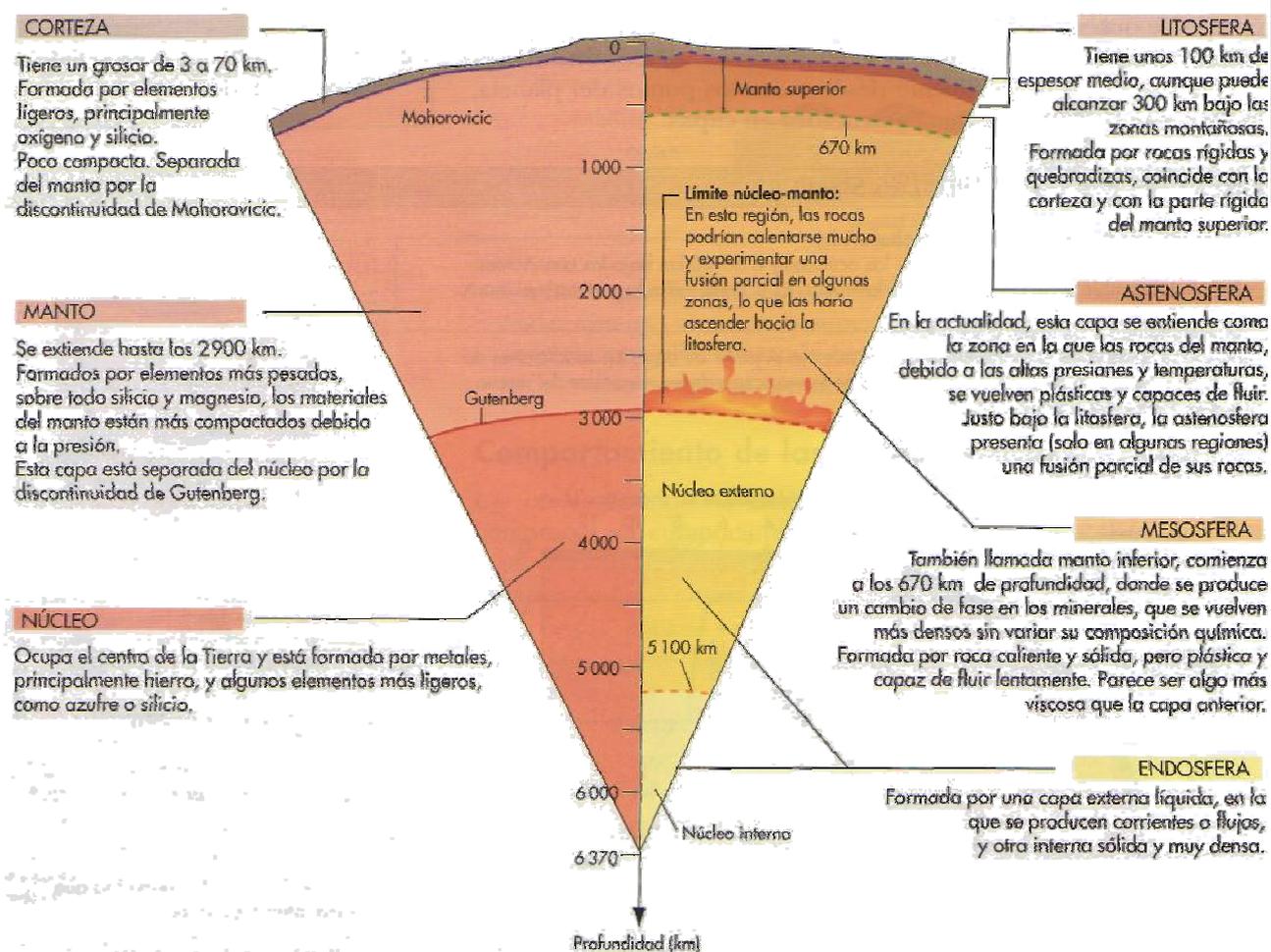
DESCRIPCIÓN DE LOS MODELOS GEOQUÍMICO Y DINÁMICO

El modelo geoquímico

Intenta determinar la composición química del interior terrestre. Así, considera que alrededor del 94% de la masa total de la Tierra está compuesto por un número muy reducido de elementos químicos en las siguientes proporciones respecto de dicha masa total: **hierro (34,6%)**; **oxígeno (29,2%)**; **silicio (15,2%)** y **magnesio (15,2%)**. Estos elementos químicos se combinan formando minerales y se distribuyen en el interior de la Tierra en tres capas: la **corteza**, el **manto** y el **núcleo**.

El modelo dinámico

Tiene en cuenta que la presión y la temperatura afectan mucho al comportamiento mecánico, a la densidad y al estado fisicoquímico de los materiales del interior de la Tierra. Por eso establece unas capas que no coinciden con las capas composicionales y que explican más detalladamente otras discontinuidades que aparecen en los estudios sísmicos. Son la **litosfera**, la **asfenosfera**, la **mesosfera** o manto inferior y la **endosfera**, formada por el núcleo externo y el interno.

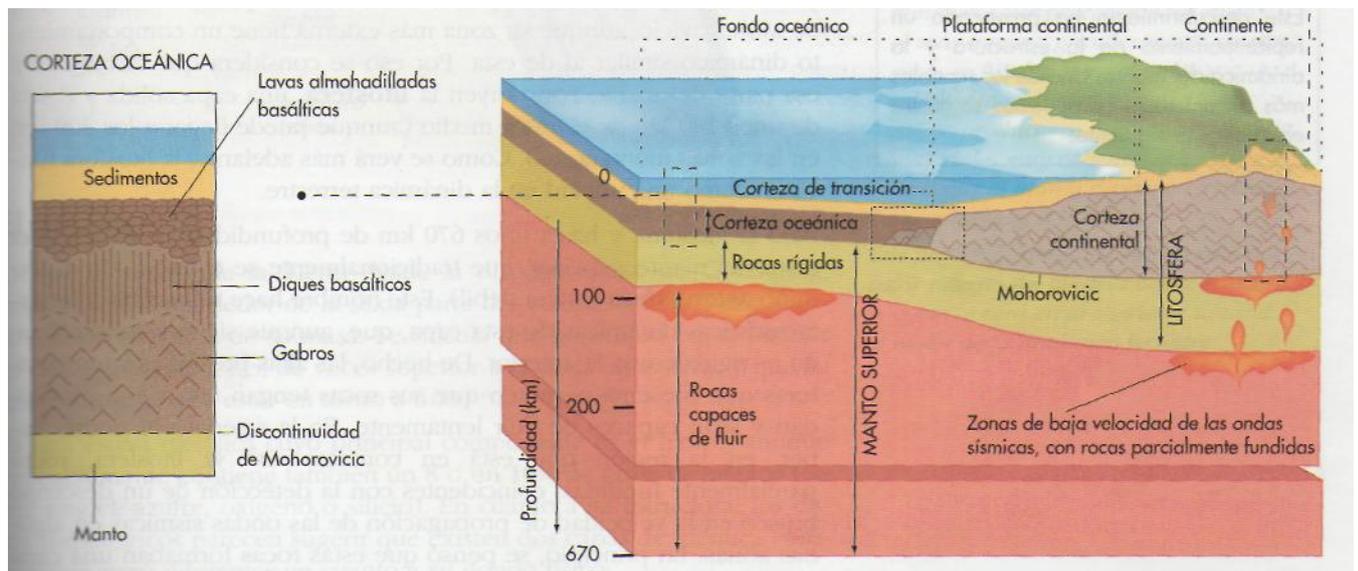
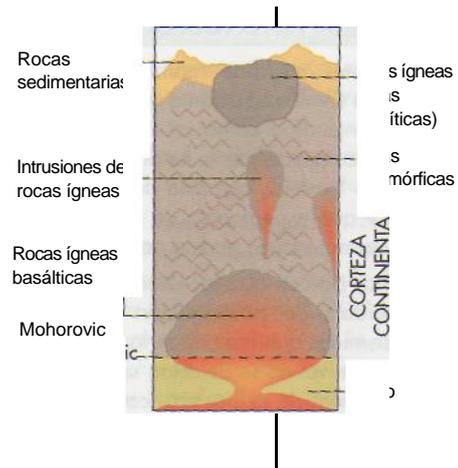


DESCRIPCION DEL INTERIOR DE LA TIERRA

El modelo del interior de la Tierra se revisa constantemente a medida que aparecen nuevos datos y se avanza en las técnicas de estudio. El más completo, detallado y aceptado en la actualidad integra y corrige los modelos geoquímico y dinámico que se han explicado hasta ahora.

La corteza

La corteza es la capa más superficial de la Tierra, y con un espesor medio de 20 km, la más delgada. Es muy heterogénea, y está formada por una gran variedad de rocas de origen diverso que se disponen de manera compleja. De hecho, existen dos tipos de corteza muy diferentes: la **corteza continental** y la **corteza oceánica**.



Corteza continental

Forma los continentes y las **plataformas continentales**, es decir, la parte de estos que está sumergida bajo el océano. Su espesor es de unos 30 km, aunque en las zonas montañosas puede llegar a unos 70 km. Constituyen la parte más estable de la corteza, ya que sus rocas pueden tener hasta 4000 millones de años. Su zona superficial está profundamente alterada por los procesos de erosión, transporte y sedimentación. En esta región abundan las rocas sedimentarias y los afloramientos de rocas metamórficas e **ígneas** (plutónicas y volcánicas) ricas en cuarzo, feldespatos y micas (ácidas). En cambio, en zonas más profundas y cercanas al manto, abundan más las rocas metamórficas e ígneas de composición algo más básica, es decir, basáltica o pobre en cuarzo.

La corteza oceánica

Forma los fondos de los océanos que no son plataformas continentales y es mucho más **delgada** que la corteza continental. Su espesor oscila entre los 3 y los 15 km, y es relativamente uniforme en su composición. Está formada por rocas ígneas de naturaleza basáltica, más densas que los de la plataforma continental y cubiertas por una delgada capa de sedimentos. Las rocas de la corteza oceánica nunca superan los 180 millones de edad.

Estructura y composición de la corteza terrestre.

LA CORTEZA DE TRANSICIÓN

El paso de la corteza oceánica a la continental no es aún muy conocido. La mayoría de los investigadores creen que entre una y otra hay un tercer tipo, denominado **corteza de transición**, que tiene una composición similar a la de la corteza continental, pero que es más delgada y está más fracturada.

LA POLÉMICA ASTENOSFERA

Los recientes estudios realizados por tomografía sísmica apuntan a que la **aste-nosfera**, entendida como un nivel continuo de rocas parcialmente fundidas situado bajo la litosfera, que está despegado de esta y que experimenta un flujo convectivo de materiales, **podría no existir**.

De hecho, parece que los descensos en la velocidad de propagación de las ondas sísmicas que indicaban la presencia de este nivel no se detectan sino bajo zonas aisladas de la litosfera, con vulcanismo o actividad tectónica intensas.

Este descubrimiento ha provocado un replanteamiento de la estructura y la dinámica del manto. Uno de los modelos más recientemente propuestos se ilustra en la página siguiente.

CAMBIOS DE FASE EN EL MANTO

Los incrementos en la presión y en la temperatura que se producen en el interior de la Tierra al aumentar la profundidad hacen que los minerales del manto cambien su estructura sin modificar su composición química. Lo que les ocurre a estos minerales es que reordenan sus moléculas de forma diferente para adaptarse a las nuevas condiciones.

Uno de los cambios de fase más importantes es el que tiene lugar a unos 670 kilómetros, en el inicio del manto inferior. A partir de ese punto, el olivino de las rocas del manto se transforma en espinela (con la misma composición, pero con una estructura más compacta), lo que hace que la roca se vuelva más densa.

El manto

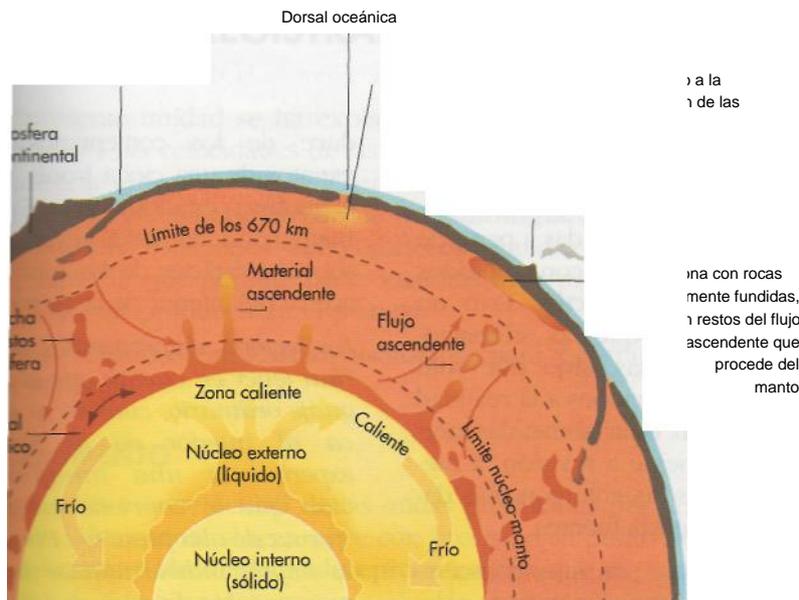
Es la capa más voluminosa de la geosfera, y la que contiene la mayor parte de su masa. Se extiende desde el final de la corteza hasta la discontinuidad de Gutenberg, a 2900 km de profundidad. En su composición parecen abundar más los elementos pesados que en la de la corteza. Así, se cree que está formado por rocas con poco contenido en silicio y oxígeno (cuarzo), pero ricas en minerales del tipo de los silicatos de hierro y magnesio (como el olivino y los piroxenos), con algo de calcio o sodio. Las mezclas de minerales parecen ser más densas a medida que aumenta la profundidad.

En cuanto a su estructura y su dinámica, el manto presenta varias zonas: el manto superior, el manto inferior y el límite núcleo-manto.

- **El manto superior.** Está separado de la corteza por la discontinuidad de Mohorovicic, aunque su zona más externa tiene un comportamiento dinámico similar al de esta. Por eso se considera que la corteza y esa parte del manto constituyen la **litosfera**, una capa sólida y rígida de unos 100 km de espesor medio (aunque puede llegar a los 300 km en las zonas montañosas). Como se verá más adelante, la litosfera funciona como una unidad en la dinámica terrestre.

Bajo la litosfera, y hasta unos 670 km de profundidad, se extiende el resto del manto superior, que tradicionalmente se conoce con el término **astenosfera** (esfera débil). Este nombre hace referencia a las características dinámicas de esta capa, que, aunque sigue siendo sólida, no es rígida como la anterior. De hecho, las altas presiones y temperaturas que presenta permiten que sus rocas tengan una cierta plasticidad y sean capaces de fluir lentamente. En la astenosfera podría haber, en la región que está en contacto con la litosfera, rocas parcialmente fundidas, coincidentes con la detección de un descenso brusco en la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en algunas zonas. En principio, se pensó que estas rocas formaban una capa continua bajo la litosfera. Los estudios más recientes apuntan a que esta fusión parcial de las rocas solo aparece bajo zonas de la litosfera con un vulcanismo o una actividad tectónica intensas.

- **El manto inferior.** A partir de los 670 km de profundidad, el aumento de la presión y de la temperatura hace que los minerales cambien hacia formas de estructura más compacta, haciendo que el resto del manto sea más denso. Esto explica el aumento en la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en esta región. Sin embargo, parece que las altas temperaturas siguen permitiendo un comportamiento plástico de las rocas y un flujo muy lento de materiales entre el límite núcleo-manto y el manto superior.
- **El límite núcleo-manto.** También conocido como capa D, ocupa aproximadamente los 200 últimos kilómetros del manto inferior, justo antes del comienzo del núcleo. En algunas zonas de esta región, las ondas P disminuyen bruscamente su velocidad. Una posible interpretación considera que las rocas de esta capa se encuentran parcialmente fundidas en algunos lugares, coincidiendo con puntos de intenso flujo de calor procedente del núcleo. Estas masas de roca supercaliente y parcialmente fundida podrían ser capaces de ascender a través del manto hasta la litosfera, generando corrientes de material que, como se verá en la siguiente unidad, se consideran el motor de la dinámica del interior terrestre.



Esquema de la dinámica del manto y del núcleo según los estudios más recientes basados en la tomografía sísmica. El modelo considera que todo el manto es sólido pero muy plástico, de manera que permite un lento flujo de materiales a través de sus rocas, en dos direcciones:

- En zonas llamadas de subducción, grandes fragmentos de litosfera oceánica fría se introducen en el manto superior, cambian sus minerales a 670 km y se precipitan lentamente hasta la base del manto, donde se acumulan y se esparcen hasta zonas más calientes.
- En las zonas del límite núcleo-manto, donde el calor procedente del núcleo es más intenso, grandes masas de esas rocas se funden parcialmente y adquieren una cierta flotabilidad. Así, se produce un flujo ascendente de materiales muy calientes que, antes de llegar al manto superior, cambian sus minerales a 670 km.

Este flujo es el resultado del tránsito del calor interno del planeta hacia el exterior y, como se verá en la siguiente unidad, el motor de la dinámica terrestre.

El núcleo

Ocupa el centro de la Tierra desde la discontinuidad de Gutenberg, constituyendo alrededor de la sexta parte del volumen de la Tierra y casi una tercera parte de su masa. Se calcula que la presión en su interior es de 1,3 a 3,5 millones de veces superior a la de la atmósfera, y que su Temperatura puede estar en torno a 6000 °C.

Es una esfera metálica cuyo principal componente es el hierro, aunque posiblemente contiene también un 8 o un 10% de otros elementos (tal vez níquel, azufre, oxígeno o silicio). En cuanto a su estructura, los datos sismológicos parecen sugerir que existen dos capas de idéntica composición pero diferentes en cuanto a su estado físico:

El núcleo externo. Tiene unos 2 270 km de grosor, y, como se deduce de los estudios sísmicos anteriormente explicados, es líquido y bastante fluido. De hecho, permite que en su seno se produzcan corrientes de materiales debidas a diferencias de temperatura y de densidad.

El núcleo interno. Comienza a unos 5100 km de profundidad. Es sólido y muy denso.

La dinámica de estas dos capas parece ser el origen del campo magnético terrestre y de parte del flujo de calor en el manto.

5. LA GEOSFERA EN EL SISTEMA TIERRA

La geosfera (la fuerza de atracción gravitatoria que ejerce, el campo térmico que genera, su calor interno, etc.) influye de forma decisiva en los demás subsistemas terrestres. Por ejemplo:

la gravedad terrestre evita la dispersión de la atmósfera y es la causa de las corrientes de agua superficiales a favor de las pendientes.

El calor de las capas profundas de la geosfera produce una dinámica en el interior de la Tierra que repercute en la superficie y que, por tanto, tiene efectos sobre los otros subsistemas. En la unidad siguiente explicarán en detalle esta dinámica y sus efectos.

CUESTIONES

1. Explica brevemente cómo se puede detectar que una capa del interior terrestre está fundida, empleando ondas sísmicas.
2. ¿Por qué hay dos modelos para explicar el interior terrestre? ¿En qué se diferencian?
3. Diferencia los dos tipos de corteza que existen.
4. Explica cuál podría ser la relación entre el manto y el núcleo.