

TEMA 2

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA TIERRA:

El sol está compuesto por hidrogeno (70%), helio (27%) y otras sustancias restantes (3%). Tiene un movimiento de rotación, produce la energía solar, que son reacciones termonucleares que se emiten al espacio.

Los planetas tienen órbitas helípticas. Cuando están más cerca del sol van más rápido, a esto se le llama perihelio. Cuando están más lejos se le llama afelio.

Giran alrededor del sol en un mismo plano (algunos se salen algo, como Plutón que se sale con un ángulo de 17°), todos giran mientras rotan, unos en un sentido y otros en otro distinto.

Exista una clasificación de planetas:

Terrestre o interiores:

Sólidos, densos y pequeños. Mercurio, Venus

Atmósferas poco extensas. Tierra y Marte.

Rotación lenta.

Gigantes o exteriores:

Muy grandes y muy densos.

Gaseosos o líquidos. Saturno, Urano

Pequeño núcleo sólido. Neptuno y Plutón.

Atmósferas con gran cantidad de hidrogeno, helio.

Rotación rápida.

Muchos satélites.

La tierra tiene un movimiento de translación, otro de rotación, otro de precesión (eje de rotación) y, por último, otro de notación (rotación de la rotación del eje, se superpone al movimiento de precesión). El radio de la tierra es de 6378 kilómetros y un radio polar de 6356 kms.. la densidad es de 5.5 cm³, 3/4 partes están cubiertas por agua. La altura media de los continentes es de 825 metros y la de los océanos es de -3800 metros.

La luna tiene un periodo de rotación igual al de translación. Tiene gran cantidad de cráteres producidos por meteoritos o por origen volcánico. En la tierra no hay tantos cráteres porque la tierra se regenera debido a la erosión superficial.

Los asteroides se encuentran entre Marte y Júpiter, hay aproximadamente unos 3.000 asteroides.

Los cometas son bolas de hielo sucio, material helado con partículas del sistema solar. La cola no indica la

dirección porque se desplazan siempre de espaldas al sol.

Teorías de formación del sistema solar:

Existen varias teorías, la que se refiere al campo magnético es la más importante.

La mayor parte suponen que el sol y los planetas se formaron a la vez, hace unos 4.600 millones de años.

La nebulosa solar gira alrededor del sol en un disco.

Se produce un frenado magnetohidrodinámico del sol, es decir, se frena la parte central del sol.

Hay una formación de núcleos de condensación en el disco, se produce lo que se llama la creación de planetas. Se forman: Planetesimales (mm–cm), Planetoides (kms.) y Planetas.

Se forman los planetas y satélites del sistema solar, luego tiene lugar una fase cataclísmica, tiene lugar la creación de los planetas, se producen capturas, fragmentaciones y evasiones de satélites.

Se produce un barrido del sistema solar por parte del viento solar. Entre un 1% y un 5% de la nebulosa inicial es lo que forma hoy el sistema solar.

El núcleo se forma por: acreción homogénea y por acreción heterogénea.

Inicialmente en la corteza tendría que haber una temperatura muy alta y unas celdas conectivas. al principio la corteza era más activa que hoy.

Formación de la atmósfera y de la hidrosfera:

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea la tierra.

Su origen es común:

El hidrógeno y el helio inicial se perdió por ser un planeta que no retenía esos gases por tener poca gravedad.

El origen es a partir de la desgasificación de la tierra, esto es producido por erupciones volcánicas que expulsaban gases, son procesos muy rápidos.

La hidrosfera se forma por la condensación de ese vapor de agua.

Esta desgasificación inicial explica la formación de una atmósfera sin oxígeno libre, había nitrógeno, dióxido de carbono, hidrógeno y vapor de agua pero sin oxígeno.

Al principio era una atmósfera reductora. Las plantas producen el oxígeno o a partir de la fotosíntesis y de la fotodisociación por la luz ultra violeta del vapor de agua, se libera H₂ y O.

La atmósfera reductora pasa a ser oxidante cuando la cantidad de oxígeno es importante, se forma la ozonósfera y a partir de aquí la vida en la superficie.

Se produce la retención de CO₂ para la formación de carbonatos dando, lugar a una atmósfera equivalente a la actual. Este proceso se produjo hace unos 1.500 millones de años.

La atmósfera: estructura y composición. Fenómenos atmosféricos:

La agitación que hay en la atmósfera provoca que los gases no estén estratificados por densidades.

En la parte inferior, que es la homosfera, se mantienen estas proporciones pero en las capas superiores, a unos 80 kms., empieza la heterosfera, que tiene una composición distinta a la de la atmósfera en general (más helio y menos oxígeno y vapor de agua).

La división en capas se basa con la variación de la temperatura del aire con los fenómenos físicos.

- **Troposfera:** es la capa más baja, está en contacto con el suelo. La presión atmosférica disminuye mucho al principio y luego menos (la presión se mide en milibares). Es la capa más densa, tiene mucho CO₂, vapor de agua y polvo.

El 80% de la atmósfera estaría en la troposfera. Hay movilidad debido a los fenómenos meteorológicos. La temperatura del aire disminuye con la altura de manera gradual, dentro de la troposfera se distingue la capa geográfica, en la que los movimientos del aire están condicionados por la geografía y la capa sucia, que es la que está contaminada.

El espesor medio se encuentra en el ecuador debido a la fuerza centrífuga.

El límite superior se llama tropopausa, la temperatura se invierte y comienza a descender.

- **Estratosfera:** la densidad del aire es muy baja, el aire se mueve tendiendo a la horizontal. El oxígeno se transforma en ozono, este filtra las radiaciones ultravioleta. El ozono se destruye y se crea constantemente por reacciones exotérmicas y aumenta la temperatura. La temperatura sube de manera lenta formando una capa isoterma y a partir de los 25 kms. Estaría la capa cálida, aproximadamente en la mitad de la estratosfera. La capa más alta se llama estratopausa.
- **Mesosfera:** esta capa llega hasta los 90 kms., la temperatura baja gradualmente. La densidad es muy baja pero se mantienen las cantidades constantes de la homosfera. El límite superior se llama mesopausa.
- **Ionosfera:** esta capa se llama también termosfera. La atmósfera es vertigial, como si no hubiera atmósfera. Hay pocos átomos y los que hay están ionizados porque se transforman en iones ya que captan la energía de onda corta (x o 8). En esta capa se forman las auroras boreales.
- **Exosfera:** es la región del espacio fuera de la atmósfera. hay poquísimas partículas.

Fenómenos atmosféricos: radiación solar.

La radiación solar es el equilibrio entre la energía que emite la tierra y la que absorbe del sol.

La tierra emite energía en infrarrojos y el sol emite energía en infrarrojos, luz visible y ultravioleta.

La energía que recibimos es igual a la energía que expulsamos.

La energía que refleja un planeta se llama albedo.

La energía absorbida, es absorbida por la litosfera, la atmósfera y por la hidrosfera, luego es reemitida o gastada en calentar la atmósfera.

El equilibrio que se produce mediante las energías se llama radiante.

Circulación general atmosférica:

La rotación de la tierra provoca una desviación lateral de los fluidos, esto se llama desviación de Coriolis. La aceleración, que provoca la desviación de Coriolis, es mínima en los polos y máxima en el ecuador. La desviación provoca la existencia de tres celdas convectivas por hemisferio:

Directas: Polares y Acuatoriales.

Inversa: Latitudes medias.

Existen cinturones de altas y bajas presiones. Entre los cinturones hay una serie de vientos:

Levantes polares:

Westerlienses:

Alisios:

Zona de convergencia intertropical.

Los vientos no van de A a B en línea recta de las bajas a las altas presiones sino que se producen desviaciones de Coriolis.

El viento es un desplazamiento del aire provocado por distintas presiones atmosféricas, se desplaza de zonas de alta a baja presión. Debería ir perpendicular a las isobaras pero por la desviación de Coriolis se desplaza paralelo.

Formación de nubosidad y precipitaciones:

Las nubes son pequeñas gotas de agua en suspensión en el seno de la atmósfera, están en continuo movimiento y el aire las aguanta para que no caigan, chocan unas con otras y cuando aumentan de volumen, por el peso, caen al suelo.

La niebla son nubes próximas al suelo.

El rocío es una película de agua que rodea los objetos.

La escarcha es una película de agua que rodea los objetos pero a una temperatura por debajo de cero.

Para formar nubes es necesario un ascenso del aire en zonas de bajas presiones, hay convergencia abajo y divergencia arriba. Las bajas presiones están relacionadas con tiempos nubosos y posibles precipitaciones.

Los anticlinales expulsan siempre el aire a zonas de más baja presión produciendo divergencia abajo y convergencia arriba, cielos despejados y buen tiempo.

Mecanismos de ascenso de aires, formación de nubes y precipitaciones:

- **Nubosidad y precipitación frontal:** dos masas de aire con distintas temperaturas chocan frontalmente. Forman frentes cálidos o fríos.

AC AF AC AF

- **Nubosidad y precipitación de origen orográfico:** una masa de aire choca con una cadena montañosa y se produce la lluvia.
- **Nubosidad y precipitación convectiva:** el aire recalentado próximo al suelo sube, llega a una zona de temperatura baja y se forman precipitaciones.

Hidrosfera, ciclo hidrológico y dinámica de las aguas oceánicas:

La hidrosfera es la capa superficial de agua que se encuentra en forma de líquido, sólido o vapor. La génesis de la hidrosfera es producida por la desgasificación del planeta, se formó de manera instantánea.

El ciclo hidrológico es el desplazamiento del agua desde la superficie de la tierra a la atmósfera y viceversa. La energía para el ciclo hidrológico procede de la radiación solar. La cantidad de agua que interviene es constante.

Existen aportes, al ciclo hidrológico, por el vapor de agua procedente de procesos volcánicos y hay pérdidas por moléculas de agua disociadas en la atmósfera. Son valores equilibrados pero despreciables, muy pequeños.

Es responsable de muchos procesos externos (erosión de laderas, glaciares, etc.). Como recurso es utilizable por sus acciones.

El agua de los océanos se comporta según unos parámetros físicos y químicos que son la salinidad, la temperatura y la densidad.

La salinidad media en los océanos es del 3.5%. Cuando se produce una fusión en los glaciares se produce un gran aporte de agua dulce a los océanos por lo que la salinidad disminuye. En una glaciación la salinidad aumenta.

La temperatura del agua de los océanos varía en

la vertical y en la horizontal. En la horizontal

(latitud) está relacionada con la temperatura

ambiente. En la vertical cuanto más abajo más

baja es la temperatura.

La densidad tiene un valor próximo a la del agua pura, alrededor de 1 y está muy relacionado con la salinidad y la temperatura.

Tienen una densidad alta el agua con alta salinidad y el agua muy fría.

En función de las densidades se produce la estratificación de las masas de agua, circulando las agua más

densas por encima de las menos densas. Esto condiciona las corrientes marinas.

La circulación oceánica superficial está muy relacionada con los vientos y la densidad de agua, también la topografía del fondo, la distribución de los continentes y la fuerza de Coriolis.

Su misión es redistribuir el calor recibido por el sol. Hay corrientes superficiales y profundas.

Las mareas son unos movimientos periódicos de ascenso y descenso del nivel del mar debido a la acción gravitatoria de la luna y el sol.

Tipos de mareas:

Hay dos tipos de mareas:

Vivas: son mareas muy altas.

Muertas: son mareas muy bajas.

Las olas se generan por causa del viento, cuanto más viento hay más oleaje.

Cuando el oleaje no llega paralelo a la costa se forma una corriente longitudinal costera.

Hay dos tipos de olas:

Oscilación: se producen mar adentro y tienen un movimiento circular y elíptico.

Translación: se producen en la zona de rompiente.

Métodos de estudio del interior de la tierra: Para estudiar la tierra se recurre a métodos directos e indirectos: **Directos:** estudiar las rocas del interior situadas en la corteza inferior o en el manto superior y los meteoritos. **Indirectos:** sísmico, magnético, gravimétrico, densidad de la tierra y de la temperatura.

- **Método sísmico:** se basa en el estudio de las ondas sísmicas, se generan por movimientos sísmicos (terremotos) y también mediante explosiones subterráneas artificiales. Todos los terremotos generan tres tipos de ondas: p, s y l. Los terremotos se generan por la teoría del rebote elástico, entre dos bloques se acumula tensión y esta se libera de manera brusca. Se detectan mediante sismógrafos, los cuales detectan las vibraciones del terreno y las recogen en un papel llamado sismograma. Este sismograma detecta las ondas p, s y l. Para estudiar el interior de la tierra sólo interesan las ondas p y s. Las ondas p son semejantes a las ondas sonoras, se transmiten por sólidos, gases y líquidos, también se llaman ondas longitudinales. Las ondas s son más lentas y sólo se transmiten en sólidos, también se llaman ondas transversales. El lugar donde se genera un terremoto se llama hipocentro y el punto situado en la vertical en la superficie es el epicentro. El movimiento de las ondas por el interior y sobre todo las variaciones en la velocidad de las ondas y el cambio en la dirección de propagación van a reflejar cambios en el interior de la tierra (los cambios bruscos no sólo se explican con un cambio en la estructura sino con cambios en la composición, cuando los cambios son leves se explican al revés).

Discontinuidades principales:

- **Gutenberg:** se sitúa a unos 2.900 kms., las ondas p disminuyen mucho y las s no se transmiten, el núcleo debe ser un fluido ya que se comporta como tal. Se determinó

mediante las zonas de sombra.

- **Mohorovicic:** separa la corteza del manto, no tiene una altura determinada. A partir de estudios de terremotos superficiales se descubrió la existencia de esta discontinuidad. Todo el estudio fue por reflexiones (rebote) y refracciones (cambio). Se encuentra a los 54 kms. aproximadamente.

Discontinuidades secundarias:

1. **Conrad:** separa la corteza superior de la inferior (granítica –basáltica). Las

ondas aumentan de velocidad de una capa a otra.

No es general, sólo en zonas de corteza continental.

2. **Zona de baja velocidad en el manto:** es lo que se llama astenosfera, es

una zona fundida, entre un 2% y un 3%, donde se asientan las placas, está

muy relacionada con la tectónica de placas.

- **Zona de aumento de velocidad:** las ondas aumentan su velocidad en el manto debido a cambios estructurales.

4. **Zona entre los 1.200 y los 1.900:** esta es una zona de baja velocidad.

- **Repeti:** se sitúa alrededor de los 700 kms. separa el manto superior del inferior.

6. **Entre el núcleo interno y el externo:** en esta zona hay otra

discontinuidad que es la de Wiechert, es una zona de transición.

Método gravimétrico: la forma de la tierra es consecuencia de la fuerza de la gravedad, el planeta tiene un radio ecuatorial mayor que el polar por consecuencia de la rotación. Los valores gravitatorios son iguales en todos los sitios aproximadamente.

Como el valor de la gravedad es igual, se ha de suponer que la tierra está compuesta por capas concéntricas.

Para estudiar la tierra por este método se usan anomalías gravitatorias.

Dependiendo del lugar para medir la gravedad, miraremos:

En la montaña → el valor de las rocas.

En el océano → el valor del agua

Según la masa se puede sacar un valor determinado. Para calcular el valor teórico de la gravedad se tiene en cuenta la altura, el relieve, la profundidad del agua y la latitud (radio). El valor teórico se compara con el valor real.

Estas correcciones son correcciones de latitud, de relieve, de altura (aire libre) y de Bouger (profundidad del mar).

Comparando ésta valor teórico con el valor real (gravimétrico) podemos ver que hay anomalías gravitatorias(si no coincide), si el valor real es mayor que el teórico la anomalía es positiva, si el valor real es menor que el teórico es negativo.

Estas interpretaciones pueden ser:

Positiva -> rocas más densas.

Negativa -> rocas poco densas.

ISOSTASIA: todas las anomalías gravitatorias más o menos se deben a heterogeneidades en las rocas situadas por encima del nivel de compensación isostática.

De los modelos propuestos el más

aceptado fue el primero.

Toda anomalía gravitatoria indica que

el terreno no se encuentra en un estado

de estabilidad gravitatoria. Si un lugar

presenta una anomalía negativa sé

responde con un movimiento isostático

hacia arriba para compensarla. Cuando es positiva responde bajando.

Siempre los movimientos isostáticos son verticales hacia arriba o hacia abajo

Los agentes geológicos externos siempre perturban el equilibrio isostático.

SUBSIDENCIA: es cuando se hunde un terreno.

Método magnético: el campo magnético terrestre es bipolar en un 90%, es máximo en los polos y mínimo en el ecuador. Tiene su génesis en el núcleo, el cual debe ser de un material magnético y denso.

La teoría de la dinamo explica la formación del campo magnético.

Las líneas de fuerza salen y

entran por los polos.

De vez en cuando se invierte el campo magnético pero siempre en los polos.

Se encuentra en él cierto movimiento sobre las zonas de rotación de los ejes del campo magnético.

Los materiales magnéticos se orientan hacia el norte, pero con una determinada inclinación que será máxima en los polos y mínima en el ecuador.

Las inversiones son procesos muy rápidos (geológicamente), unas decenas de miles de años.

Paleomagnetismo: existen minerales magnéticos, como la magnetita, que quedan magnetizados en el momento de su formación.

Todas las rocas con minerales magnéticos quedan magnetizados hasta que alcanzan la temperatura Curie y su orientación no cambia más, esta temperatura se encuentra entre los 300° y los 600°.

Dependiendo de las direcciones de las lavas, por el paleomagnetismo, se ha podido saber los cambios magnéticos.

Otros métodos de estudio del interior:

Método geotérmico:

El calor del planeta tiene dos fuentes:

El calor de formación del planeta

Las series de desintegración de materiales radiactivos

El calor se transmite del interior al exterior mediante radiación y convección.

El gradiente geotérmico es el aumento de la temperatura con la profundidad (1°/33metros), pero no es igual en todos los sitios, en zonas volcánicas es más alto y en zonas antiguas más bajo. Las dorsales tienen gradiente alto.

El gradiente es válido sólo para los primeros kilómetros, luego aumenta más lentamente.

Estudio de los meteoritos:

Un meteorito es un trozo de asteroide que cae sobre la tierra, tiene la misma composición que la del interior de la tierra.

Estructura vertical y horizontal de la corteza:

HORIZONTAL:

Tiene variaciones de la estructura y de la composición, la corteza continental es más gruesa y compleja que la oceánica que es más delgada y simple.

Continentes: tenemos dos unidades:

Cratones o escudos: son regiones más antiguas, alrededor están las cordilleras, (son rocas más jóvenes), sobre ellos puede haber cubiertas sedimentarias de poco espesor aunque pueden ser de hasta más de 10.000 metros.

Formados por rocas metamórficas e ígneas de antes del Cámbrico.

Son regiones que han sufrido varias fases tectónicas (plegamientos y fracturas).

Son penillanuras.

Son antiguas cordilleras erosionadas.

Son el núcleo de los continentes. Ej: escudo báltico y parte noroccidental de la Península Ibérica.

Cordilleras o regiones orogénicas: tienen un espesor de unos 70 kilómetros.

Formadas por rocas metamórficas y sedimentarias, sobre todo marinas en grandes extensiones de rocas sedimentarias.

Hay estructuras de plegamiento (cabalgamientos o mantos).

Hay intrusiones de rocas ígneas.

Siempre existe primero una cuenca de sedimentación con subsidencia que permite la sedimentación de varios miles de metros de sedimentos y luego la zona se comprime y se eleva formando la cordillera. El material se erosiona y va a parar a las zonas sedimentarias, que pueden formar nuevas cordilleras.

Precontinentales: es de un desarrollo variable, puede estar muy bien hecho o puede faltar. Tiene tres partes:

Plataforma: es una zona de sismicidad baja, empieza desde el límite superior de las mareas hasta mar adentro (50 kms.) y unos 200 metros de profundidad. Tiene una pendiente del 2%.

Tiene sedimentación clástica (granos), de dos tipos:

Terígenos : granos de color oscuro (Galicia).

Carbonatos: granos de color blanco (Caribe).

Atravesados por cañones submarinos que llegan hasta el talud, se forman por erosión y por ellos circula material desde la plataforma hasta el talud.

Talud: tiene una pendiente del 40%, comunica la plataforma con las depresiones oceánicas.

Pasan los sedimentos desde la plataforma hasta los fondos mediante corrientes de turbidez.

Es una zona de sismicidad elevada debido al movimiento de los materiales.

Borde: tiene una pendiente del 10%, esta zona enlaza con las llanuras abisales.

Es una zona de depósito por el cambio de pendiente de los materiales que vienen de la plataforma, a este material se le llama turbiditas, que son alternancias de arenas y arcillas las cuales pueden acumularse en grandes espesores.

Oceánicos: fondos marinos formado sobre corteza oceánica.

Llanuras abisales: tiene una pendiente al 1·1000%, están situadas a una profundidad media de 500 metros.

Están cubiertas por una fina capa de sedimentos muy finos, hay mayor cantidad de sedimentos cuanto más próximo se está al continente.

Hay muchos restos plactónicos compuestos por sílice, sobre todo organismos con el caparazón de sílice, los que lo tienen de Calcita no pueden porque este se disuelve en el agua. Por debajo de los sedimentos hay material volcánico, sobre todo basaltos. En algunas zonas entre los basaltos hay fracturas donde hay rocas como Peridotitas y Serpentinatas, estas rocas representan unidades del manto superior.

Dorsales: es la zona media de las llanuras abisales (Atlántico) pero no siempre es así (Pacífico).

Son zonas con un relieve muy importante, tienen una continuidad longitudinal y están formadas por una doble alineación simétrica.

La anchura del rift central es de

entre 25 – 50 kms. de ancho.

Por debajo hay un foco térmico,

de ellas sale material al exterior

permanentemente y son basaltos.

Todas las dorsales están cortadas

por fallas transformantes.

La altura media es de entre

5.000–6. 000 metros por encima

de la llanura abisal.

En algunos casos, como Islandia,

la dorsal emerge por encima del nivel del mar.

Hay dos tipos de dorsales:

Dorsal Atlántica:

Dorsal Pacífica:

La dorsal Pacífica tiene mayor velocidad de expansión, eso puede explicar su forma.

Fosas oceánicas: son grandes depresiones de más de 10.000 metros de profundidad y tienen una gran continuidad lateral.

Hay dos tipos:

- **Borde precontinental:** en ellas se encuentran bastante sedimentos y están próximas a los continentes (Chile).
- **Oceánicas en sentido estricto:** se forman en zonas de subducción de litosfera oceánica bajo litosfera oceánica, donde se van a formar arcos peninsulares (Tonga).

Las zonas relacionadas con las fosas

son zonas con alta sismicidad y vulcanismo.

VERTICAL:

Corteza continental: entre los 40 – 50 kms.

Es una estructura formada por tres capas:

- **Sedimentaria (superior):** es de unos 1'8 kms., formada por rocas arcillosas (42%), areniscas (20%), volcánicas (19%) y carbonáticas (18%). Composición distinta a la de la capa granítica porque tiene mayor cantidad de Calcio, Potasio y la relación Fe_2O_3/FeO .
- **Granítica:** tiene un espesor medio de unos 20 kms., formada fundamentalmente por granitoides y rocas metamórficas ácidas (alta proporción de Sílice). Hay un 15% de rocas ácidas o ultrabásicas.

La composición química de la capa granítica es Cuarzo, Feldespato, Mica y Anfíbolos.

- **Basálticas:** está separada de la granítica por la discontinuidad de Conrad. Aparece en zonas de corteza oceánica y continental, aunque son distintas.

Formadas por rocas básicas y tiene una variedad entre rocas como Eclogitas,

Granulitas o Anfíbolitas (básicas – baja proporción de Sílice).

Corteza oceánica: es más delgada, sería parecida a la capa basáltica pero se pueden distinguir tres niveles:

- **Capa 1:** sedimentos no consolidados, son de distinta composición; calcáreas (41%), arcillosas (31%), silíceas (17%) y volcánicas (3%). El espesor es de 0'4 kms.
- **Capa 2:** basaltos, rocas básicas formadas en la dorsal, se distinguen lavas almohadilladas (pillowlavas). El espesor es de 1'5 kms.
- **Capa 3:** rocas básicas emplazadas en esa zona por procesos tectónicos, formadas por Peridotitas, Gabros y Serpentinatas, la composición es básica. El espesor es de 5 kms.

Estas tres capas se distinguen por la velocidad de propagación de las ondas sísmicas.

El espesor medio de la corteza oceánica es de unos 7 kms.

Manto: es el 84% del volumen total del planeta y el 69% de la masa total.

Se inicia con la discontinuidad de Mohorovicic y termina con la de Gutenberg (2.900 kms.)

Se distinguen tres zonas:

- **Manto superior:** tiene la capa de baja velocidad (astenosfera). La velocidad disminuye pero luego aumenta. Llega hasta los 200–400 kms.
- **Zona de transición:** de los 200–400 kms. hasta los 900–1.000 kms. Las ondas P y S aumentan de velocidad según unos cambios polimórficos que provocan que se desplacen cada vez más rápido.
- **Manto inferior:** de los 1.000 kms. hasta los 1.900 kms. La velocidad de las ondas va aumentando.

Dentro del manto hay importantes variaciones laterales en la velocidad de las ondas P y S debido a cambios estructurales y composicionales.

Se puede saber su composición por método geofísicos, meteoritos y por rocas procedentes del manto.

Los criterios geofísicos son las ondas P y S, se duda entre dos rocas (peridotitas y eclogitas) y por densidad.

La roca más adecuada es la Peridotita.

La composición es peridotítica, que es una roca formada por Olivino y Piroxenos, es una roca ultrabásica–básica.

Se llega a que el manto está formado por Peridotitas, pero hay grandes cantidades de Eclogitas, que son granates y piroxenos, es básica–ultrabásica.

Las Candritas son los meteoritos con composición similar a la del manto.

Las rocas procedentes del manto son los criterios petrológicos y consisten en estudiar las rocas del manto superior.

Se estudian dos casos:

- **Complejos ofiolíticos:** son rocas procedentes

del manto superior que por procesos tectónicos

están emplazadas en la corteza. Predominan los

basaltos, Gabros, Peridotitas y Eclogitas.

Son todas rocas básicas y ultrabásicas.

- **Intrusiones básicas y ultrabásicas:** son magmas que vienen del manto superior que se emplazan en la corteza y están compuestos peridotiticamente.

Núcleo: se inicia a partir de la discontinuidad de Gutenberg hasta el centro, es el 16% del volumen y el 31% de la masa. Sólo se transmiten las ondas P, las ondas S no se transmiten por el núcleo externo.

Está compuesto por:

- **Núcleo externo:** es líquido o se comporta como tal porque no se transmiten las ondas S. Hay corrientes convectivas helicoidales y es donde se genera el campo magnético de la tierra, lo que se tiene que deber a materiales metálicos a altas temperaturas en movimiento.
- **Zona de transición:** la velocidad de las ondas aumenta rápidamente.
- **Núcleo interno:** la velocidad de la onda P aumenta rápido.

La composición del núcleo se interpreta por métodos geofísicos (ondas y densidad) y por el estudio de meteoritos con una composición y estructura igual a la del núcleo.

Está formado por hierro y níquel en un 80% y en silicio y carbono en un 20%.