

Tipos de enlaces:

Iónico:

- Entre iones de carga opuesta.
- Propiedades:
 - ◆ Elevado punto de fusión y ebullición.
 - ◆ Elevada pureza.
- En estado sólido es mal conductor de electricidad.
- En estado fluido es buen conductor de electricidad.
- Enlace mas frecuente en silicatos junto con el covalente.

Covalente:

- Unión de átomos q comparten pares de e^- .
- Simple, doble o triple.
- Estructuras muy rígidas.
- Elementos nativos y silicatos (no metálicos).
- Propiedades:
 - ◆ No electricidad.
 - ◆ Insolubles.
 - ◆ Elevada dureza.
 - ◆ Brillo vítreo.
 - ◆ Elevado punto de fusión.

Metálico (multicovalente):

- Núcleo de cationes rodeado de nube de electrones.
- Propiedades:
 - ◆ Buen conductor de electricidad y calor.
 - ◆ Dureza baja.
 - ◆ Plásticos y maleables.
 - ◆ Brillo metálico.

Enlace de Van der Wals (residual):

Átomos q no forman combinaciones geoquímicas. Pero se producen fuerzas débiles al enfrentarse 2 dipolos.

- Propiedades:
 - ◆ Muy exfoliable.
 - ◆ Dureza baja.

Concepto de coordinación:

Un ión $+$ tiende a rodearse de iones $-$. El numero de iones $-$ q rodea al ión $+$ se denomina número de coordinación. Depende de la relación entre radios iónicos y cargas eléctricas.

Para cada número de coordinación existe un poliedro de coordinación. Estables cuando aniones y cationes están tangentes y la distancia entre los centros de los aniones no es menor q su diámetro.

La relación entre radios a de cumplir la relación de los radios crítica.

Concepto de poliedro de coordinación.

Concepto químico: la yuxtaposición de poliedros de coordinación da lugar a formas cristalinas.

Redes cristalinas:

Minerales están compuestos x átomos o moléculas ordenados x la red cristalina.

Las partículas se encuentran a distancias conocidas como periodos de identidad o traslaciones. Los puntos materiales se les conocen como nudos.

Estudiando los periodos identidad y los nudos:

- **Línea:** recta definida x 2 nudos dispuestos de tal modo q la distancia entre nudos contiguos sea siempre la misma.
- **Plano reticular:** definido x 2 filas de nudos paralelos o q se cortan, o 3 nudos q no estén en fila.
- **Malla:** porción del plano reticular limitado x 2 pares de filas de nudos q se cortan dando lugar a un paralelogramo.
- **Celdilla:** porción 3d de la red limitada x 6 planos reticulares paralelos 2 a 2.

Constantes cristalográficas.

Ejes cristalográficos: Periodos de identidad unidad:

- $ON=ON'$ $ON=a$
- $OL=OL'$ $OL=b$
- $OM=OM'$ $OM=c$

α, β, γ = ángulos a, b, c = parámetros

Existen multitud de periodos identidad diferentes, pero siempre existe un límite inferior, dado x las distancias interatómicas periodo de identidad unidad (PIU).

Malla cuadrada: Cuando los periodos de identidad son iguales con los ángulos de 90° .

Malla rómbica: ángulos distintos de 90° .

Malla hexagonal: 2 de 60° , y 2 de 120° .

Cuando los periodos de identidad son iguales 2 a 2:

- ángulos de 90° : Rectangular.
- ángulos distintos a 90° : romboidal.

A partir de las mallas unidad, por repetición en las 3d's obtenemos celdillas unidad (7): a, b, c, α, β, γ . De las 7 c.u. obtenemos x compenetración las 14 redes de Bravais.

32 clases de simetría, en los 7 sistemas cristalinos:

- Cúbico.

- Rómbico.
- Triclínico.
- Hexagonal.
- Tetragonal.
- Trigonal.
- Monoclínico.

A las formas cristalinas q presentan todas las simetrías se las llama holodédricas, a las q presentan parte heterodédricas.

Morfología de cristales.

Se estudian desde su aspecto externo sin tener en cuenta el ordenamiento interno de sus átomos.

Elementos de simetría:

Operaciones geométricas necesarias para determinar la repetición de porciones geométricas y físicamente homogéneas. Caras, vértices y aristas (elementos), rotación, reflexión e inversión (operaciones de simetría).

- Rotación: 1 eje de simetría.
- Reflexión: 1 plano de simetría.
- Inversión: centro de simetría.

Los ejes de simetría líneas imaginarias alrededor de las cuales están dispuestos los elementos geométricos de 1 cristal.

Según el nº de elementos ofrecidos en un giro de 360°, pueden ser senarios, cuaternarios, ternarios o binarios.

Planos de simetría: dividen en 2 partes iguales los segmentos q unen elementos equivalentes.

Formas cristalinas.

Sistemas cristalinos (formulas de simetría)

- Cúbico: 3E4(cuaternario), 4E3(ternario), 6E2(binario), 9P(planos), Z(centro).
- Tetragonal: 1E4, 4E2, 5P, Z.
- Hexagonal: 1E6, 6E2, 7P, Z.
- Romboédrico o trigonal: 1E3, 3E2, 4P, Z.
- Rómbico: 3E2, 3P, Z.
- Triclínico: Z.

Características de los minerales.

- Anisotropía: respecto a cualquier propiedad cuando la forma e intensidad con que se manifiesta esa propiedad es diferente según la dirección q se considere.
- Isótopos: cristalizan en el sistema cúbico y minerales amorfos.
- Homogeneidad: no existen iones extraños.
- Simetría.

Propiedades químicas:

Isomorfismo:

Minerales q se pueden sustituir por otros. Algún ión sea sustituido x otro sin modificar su geometría y sus propiedades físicas. Los iones han de tener un radio muy parecido para q el conjunto siga siendo eléctricamente neutro: K–Na analogías químicas, pero no se sustituyen entre sí xq el radio es muy distinto. Ca–Na si se reemplazan (plagioclasas).

La diferencia de carga entre Na–Ca a de compensarse con la sustitución de otros 2 iones (Si–Al).

Plagioclasas	% Na	% Ca
Albita (NaSi ₃ AlO ₃)	100	0
Oligoclase	90–70	10–30
Andesina	70–50	50–30
Labradorita	50–30	50–70
Bytownita	30–10	70–90
Anortita	0	100

Carbonatos:

CO₃Ca Calcita

(CO₃)₂CaMg Dolomita

CO₃Mg Magnesita

CO₃MgFe Anquerita

CO₃Fe Siderita

Polimorfismo:

Cualidad de sust. Química de presentarse en varias formas cristalinas manteniendo la misma composición química. Cuando cambian las condiciones de presión, temperatura y o pH.

Reversible (Calcita–Aragonito)

Irreversible (Marcasita–Pirita pH ácido)(DiamanteGrafito aumenta t°).

Presencia de 1 polimorfo en una roca indica las condiciones de formación de la roca (indicadores geológicos o minerales índice).

Pseudomorfismo:

1 min. se altera de forma q cambia la estructura interna, pero la externa no (Pirita–Limonita).

Propiedades físicas:

Al someterlos a estímulos.

- Propiedades escalares o adireccionales: no dependen de la dirección del mineral densidad, pto de fusión, calor específico.
- Vectoriales o direccionales: dependen de la dirección en los minerales anisótropos.

En función del estímulo, propiedades vectoriales se clasifican en:

- **Mecánicas:**

- ♦ **Elasticidad:** resistencia de un mineral al desplazamiento de sus moléculas, que tienden a recuperar su forma inicial.
- ♦ **Tenacidad:** resistencia a la rotura (flexibles, dúctiles, maleables).
- ♦ **Fractura:** aspecto de las superficies de rotura de 1 mineral cuando no se produce según los planos de exfoliación: concoideas (cuevas, astillosa, escamosa, ganchuda).
- ♦ **Exfoliación:** se divide según superficies determinadas (planos de exfoliación): exfoliación laminar, cúbica, romboédrica,...
- ♦ **Dureza:** resistencia a ser rayado. Escala de Mohs:
 - ◊ Talco laminar
 - ◊ Yeso.
 - ◊ Calcita
 - ◊ Fluorita
 - ◊ Apatito
 - ◊ Ortosa
 - ◊ Cuarzo
 - ◊ Topacio
 - ◊ Corindón
 - ◊ Diamante
 - ◊ **ópticas:**

- **Color:** Modificaciones de la luz blanca q incide sobre los minerales a consecuencia de la reflexión, absorción y otros fenómenos luminosos. **Idiocromáticos:** siempre en el mismo color.
Alocromáticos: cambian de color dependiendo de las impurezas q contengan.
- **Raya:** mineral pulverizado, se ve realmente el color del mineral.
- **Brillo:** depende de la reflexión de la luz: metálico y no metálico. Dentro del no metálico (adamantino, vítreo, céreo, nacarado, sedoso)
- **Birrefringencia:** desdoblan los rayos luminosos en 2: minerales amorfos o isótropos no sufren birrefringencia.
- **Piezoelectricidad:** generación de corriente eléctrica al ser presionado.
- **Piroelectricidad:** generación de corriente eléctrica al ser calentado.
- **Magnetismo:** propiedad de ser atraídos por un imán.
- **Conductividad térmica:** conducción del calor.
- **Conductividad eléctrica.**

Tema 3: Estructura y composición de la Tierra.

Componentes del sistema solar:

Estrella Sol.

Planetas Mercurio, Venus, La Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón.

54 satélites (los planetas exteriores tienen más satélites).

30.000 asteroides, 100.000 meteoritos y 1 billón de cometas.

Clasificación de los cuerpos planetarios.

Según su densidad:

- ♦ **Cuerpos terrestres (planetas interiores):** Sólidos, pequeños, densos, con rocas silicatadas, atmósferas poco extensas y pocos o ningún satélite.
- ♦ **Planetas exteriores:** gaseosos, grandes, menos densos al contener líquidos o gases con pequeño núcleo sólido. atmósferas extensas (H_2 , He, CH_4 , NH_3), muchos satélites.

Según su dinámica y su composición química:

- ♦ **Cuerpos planetarios silicatados:** formación rocosa. 2 grupos:
 - ◊ Con abundante hierro, densidad superior a $5g/cm^3$: Mercurio, Venus y Tierra.
 - ◊ Con poco hierro, densidad inferior a $5g/cm^3$ ($\sim 3g/cm^3$): Marte, la Luna, Asteroides.

Presentan vulcanismo y tectónica.

- ♦ **Cuerpos planetarios con silicatos y hierro:** Hielo de agua y otros volátiles. Densidad entre 1.5 y $3g/cm^3$ (Plutón y satélites de planetas exteriores). Inactivos geológicamente.
- ♦ **Cuerpos planetarios de H y volátiles helados:** gran tamaño y poca densidad. CH_4 , NH_3 , He, H_2 . Sin procesos geológicos detectables, gran actividad meteorológica (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno).

Origen de la Tierra:

El estudio de la formación de estrellas nos dice q estas se forman dentro de las galaxias en zonas donde abunda gas y polvo (nebulosas), de tamaño gigante, presentan zonas de gran densidad q las hace ser inestables, con una tendencia a q ocurra una contracción o colapso gravitatorio, con lo q la materia se condensa.

Este proceso provoca un aumento de t° hasta q en la zona central se inician reacciones termonucleares, q provocan q el polvo de alrededor se evapore, formándose una estrella joven con un gran viento solar, con una nebulosa de forma discoidal alrededor (nebulosa solar primitiva).

La energía de la nebulosa solar hace q esta se enfríe, el vapor se condensa en materiales: 1º los más refractarios (con punto de condensación altos Fe), luego los + volátiles (H_2O , NH_3). En zonas próximas a la estrella solo podrían condensarse los materiales + refractarios, dando origen a los planetas interiores. La formación de estos planetas pequeños y densos se cree q ocurrió según la teoría de los planetesimales. Formándose x acreción de granos y bloques materiales (planetesimales), q se fueron uniendo por choques de baja energía mediante acreción colisional. Durante el proceso de acreción de la Tierra se produjo otro acontecimiento primordial (diferenciación en capas). En los interiores (Tierra), el Fe y los

silicatos deberían condensarse originando masas por acreción homogénea (x puntos de condensación similares).

Parte del hierro y los silicatos se fundieron, y el Fe se hundió, como consecuencia de su mayor densidad. La energía térmica para la fusión pudo provenir del impacto de los planetesimales, por el calor de la desintegración de isótopos radiactivos de vida media-larga, y por el viento solar intenso de la fase inicial.

La diferenciación del núcleo motivo la formación del manto. La corteza se diferencio del manto posteriormente, a partir de silicatos + ligeros, q se acumularían en la superficie como escoria flotante.

En la ultima etapa los propios planetas aceleraron a los cuerpos pequeños q pasaban cerca de ellos, configurando el gran bombardeo meteorítico, originado cráteres de impacto.

La atmósfera.

La protoatmosfera debió formarse por desgasificación del manto, esta tenía carácter reductor al ser rica en nitrógeno, CO₂, vapor de agua, CH₄ y NH₃.

Hace 2500 m.a. la atmósfera comienza a hacerse oxidante, al producirse O₂ en los 1os. organismos de la Tierra.

La hidrosfera.

La hidrosfera primitiva se formo a partir del vapor de H₂O de la protoatmosfera, una vez q la Tierra se hubo enfriado (– de 300°C), el vapor se fue condensando para precipitar.

El H₂O oceánica inundo las partes bajas de la corteza (40°C).

Métodos de estudio del Interior de la Tierra.

♦ Directos:

- ◊ Explotaciones mineras.
- ◊ Prospecciones (12 Km.)
- ◊ Materiales de superficie.
- ◊ Lavas de volcanes.

♦ Indirectos.

- ◊ Flujo térmico.
- ◊ Densidad de la Tierra.
- ◊ Gravedad de la Tierra.
- ◊ Paleomagnetismo.
- ◊ Sísmico.

Flujo térmico:

La energía de la Tierra: del Sol y del interior de la Tierra (geotérmico).

El calor de la Tierra $Q = K \cdot dt/dz = \text{HFU}$ (1,5 HFU)

Gradiente geotérmico: 1°C cada 33m de profundidad.

A los 6370km, la t° de la Tierra llega los 4000°C, la t° no sube debido a la presión. La presión comprime los materiales y elevan la t° de fusión.

Origen del flujo térmico:

- Calor durante la formación de la Tierra, consecuencia del impacto de cuerpos sobre su superficie.
- Por calor liberado por desintegración de elementos radiactivos.
- Movimientos de rotación de la Tierra.

Formas de transmisión del calor en el interior de la Tierra:

- ♦ **Conducción:** Por excitación o vibración de los átomos y/o moléculas de los materiales. En sólidos: litosfera y núcleo sólido.
- ♦ **Convección:** movimientos en masa x la acción de la gravedad x la diferencia de t° y la densidad. En el manto y en el núcleo exterior.

Estudio de la densidad de la Tierra.

Calculo de la densidad de la Tierra: $d = M/v$

La masa la obtenemos x la gravedad: $F = G \cdot (M \cdot m/d^2)$

F: Fuerza de atracción.

G: Cte. De Cavendish: $6.67 \cdot 10^{-11} \text{m}^3/\text{kg seg}^2$

M: Masa Tierra

m: masa cuerpo

d: Radio.

Densidad media del exterior: 2.7 g/cm³

Densidad media del interior: 8.3 g/cm³

El valor más aproximado a la densidad de 8.3 es el hierro (7.8 g/cm³). Para alcanzar el 8.3 en el núcleo tiene que haber una aleación Fe-Ni.

Estudio de la gravedad de la Tierra

Forma de la Tierra:

- ♦ **Elipsoide:** Forma ideal de la Tierra, se correspondería con la

forma del planeta, pulido y con una distribución de masas uniforme.

- ♦ **Geoide:** Superficie equipotencial del campo gravitatorio a nivel del mar.

Sobre los océanos la superficie coincide con la superficie del mar, prolongada esta línea por debajo de las cordilleras.

Otros:

La medida de la aceleración de la gravedad nos permite deducir la estructura de la litosfera y la presencia de yacimientos y recursos. Su valor teórico es de $9,8 \text{ m/s}^2$, q varia dependiendo de la latitud, altitud y presencia de masas de distinta densidad, por lo q es necesario realizar correcciones:

Valor teórico de g para una altura 0 ($9,8 \text{ m/s}^2$), a continuación el valor real, corregido según formulas q cuentan con la altitud, la latitud y la masa.

- ♦ **Corrección de aire libre:** en función de la altura.
- ♦ **Corrección de Bouguer:** introducir en el calculo la masa de los materiales sobre los q se esta realizando la medición.
- ♦ **Corrección topográfica:** elimina la influencia de grandes masas del relieve.

Una vez corregido el valor, pueden darse anomalías residuales de la gravedad (valor teórico – valor real + correcciones " a 0).

Anomalías residuales de la gravedad:

Corteza continental: – Ligera.

– Silicatos.

– Aluminio.

Corteza oceánica: + Densa.

+ Silicatos de Magnesio.

Estas anomalías informan sobre la distribución de masas y densidad, muy importantes para conocer el interior de la Tierra y la existencia de yacimientos minerales, petróleo, etc. La forma y la magnitud de la anomalía nos permiten determinar las dimensiones, la profundidad y la densidad de la masa anómala.

Las anomalías negativas indican presencia en profundidad de cuerpos – densos q las rocas encajantes.

Anomalías positivas presencia de cuerpos más densos.

En los continentes hay anomalías –, mientras q en los océanos +. Pratt y Airy propusieron 2 formas de distribución basándose en el

principio de Dutton (principio de isostasia: condición de equilibrio de la corteza terrestre, si el equilibrio se altera, este tiende a recuperarse). Supone q los excesos o defectos de masa situados x encima o x debajo del nivel del mar están compensados en profundidad (nivel de compensación isostática).

Hipótesis de Pratt (equivocada).

El nivel de compensación esta situado a profundidad cte. el equilibrio se alcanza por variaciones laterales de densidad.

Las montañas se compensan con materiales de baja densidad, los océanos se compensarían con materiales de densidad más alta.

Hipótesis de Airy.

La capa superior y el sustrato tienen densidades diferentes, pero el equilibrio se alcanza por variaciones del espesor de la capa superior, aumentando en las zonas con relieves topográficos positivo (orógeno) y disminuyendo en las cuencas oceánicas.

Método sísmico.

Tipos de ondas:

- ♦ Ondas P: longitudinales.
- ♦ Ondas S: transversales.
- ♦ Ondas L: Superficiales.

Meteorización.

Materiales en órbita entre Marte y Júpiter. Se estudian como un planeta similar a la Tierra. Pudo ser un planeta q explotó, o que no consiguió formarse por acreción. Los principales elementos químicos son Fe, Ni, Cb, Si, Al,... los minerales más frecuentes aleaciones de Fe-Ni.

Tres clases de meteoritos:

- ♦ **Aerolitos:** Piedras meteóricas. Silicatos dominan sobre el Fe (corresponden a la corteza).
- ♦ **Siderolitos:** Fe y Silicatos (olivino). Zona intermedia.
- ♦ **Sideritos** (hierros meteóricos): 98% de aleación de Fe-Ni. El centro del planeta.

Estructura de la Tierra.

Corteza:

Capa más superficial y delgada. 1,6% del volumen de la Tierra.

Espesor muy variable (6-10 Km. en corteza oceánica y 60 a 70km. en corteza continental).

Esta limitada por superficies irregulares:

- ◆ Superior: topográfica.
- ◆ Inferior: Discontinuidad de Mohorovic.

Entre ellas se encuentra la discontinuidad de Conrad, q separa la corteza continental de la oceánica.

Estructura horizontal:

Tenemos 2 superficies:

- ◆ Superficie subaerea (continentes).
- ◆ Superficie submarina (cuencas oceánicas).

Continentes:

Lugares encima del nivel medio del mar.

Continente:

- ◆ **Escudo (cratones):** Unidades rígidas, estables, sin manifestaciones ígneas o sísmicas. Constituidas por rocas metamórficas parcial o totalmente intruidas x rocas ígneas, evidencias de haber sufrido plegamientos y/o fracturación. Estado morfológico actual es de tipo senil o penillanuras. Constituyen los núcleos de los continentes.
- ◆ **Orógeno:** Edificios de porte prismático, grandes espesores de rocas sedimentarias o metamórficas, con evidencias de origen marino. Son zonas inestables. 2 tipos:
 - ◇ **Ercínicos y caledonianos:** más suaves y antiguos.
 - ◇ **Alpinos:** abruptos y recientes.

Están sometidos a movimientos epirogénicos, en la vertical.

Precontinente:

- **Plataforma continental:** pendiente relativamente uniforme, hasta profundidades de 200m. Son zonas de escudo arrasadas y cubiertas por el mar. Son el asiento de una importante sedimentación de origen continental, tanto química como detrítica y bioquímica. Presentan múltiples accidentes: cañones submarinos (barrancos similares a los fluviales).
- **Talud continental:** brusca inflexión, pendiente de la plataforma hasta el 40%. Transmisor de sedimentos entre plataforma y fondos oceánicos mediante corrientes de turbidez de los cañones submarinos. Sedimentación nula y sismicidad alta.
- **Borde continental:** Zona de enlace con llanuras profundas, intensa sedimentación.

Fondos oceánicos:

Llanuras abisales:

Profundidades medias de 5000m, recubrimiento sedimentario q se

adelgaza según nos alejamos del continente.

Sobre los fondos se destacan montes marinos de forma cónica (pitones) y otros con la forma cónica truncada (Guyot).

Dorsales:

Relieves abruptos y gran continuidad longitudinal, forman doble alineación, la fosa central se denomina Rift. Este constituye un foco térmico importante, por la existencia de aportes continuos de material fundido q se consolida en condiciones submarinas.

El eje de la dorsal, con aspecto quebrado x fallas de desgaste horizontal o transformante.

Fosas:

Depresiones de hasta 10.000m con forma alargado.

- ♦ **Fosas de borde precontinental:** amplias acumulaciones de depósitos detríticos de origen continental.
- ♦ **Fosas oceánicas:** presentan asociados a su borde interno islas volcánicas o arcos-islas q se corresponden con el eugeosinclinal.

Estructura vertical de la corteza:

Corteza continental:

- ♦ **Cobertera sedimentaria:** rocas sedimentarias, estratificadas, pueden estar plegadas, falladas, etc. Capa discontinua con densidad media 2,5 g/cm³. Constituida por areniscas, arcillas y rocas carbonatadas.
- ♦ **Capa granítica:** Granito (*plutónica*), esquistos y gneis (*metamórfica*). Densidad de 3,7 a 2,8 g/cm³. Capa discontinua.
- ♦ **Capa basáltica:** inferior, separada de la granítica por discontinuidad de Conrad. 2,8 a 2,9 g/cm³. Capa continua formada por basalto el 1er Km. y medio, y a partir de ahí gabro.

3 subtipos de corteza continental: Escudo, orógeno y plataforma.

Corteza oceánica:

- ♦ **Cobertera sedimentaria:** + espesa cerca de continentes. Discontinua.
- ♦ **Capa basáltica:** entre 6 y 12 Km. de espesor.

Subtipos: Dorsal, llanura abisal y fosa oceánica.

Corteza de Arco-isla:

1 cobertera sedimentaria, núcleo granítico y capa basáltica.

Diferenciación vertical y horizontal de la estructura.

Estructura general de la Tierra.

La corteza se separa del manto por la discontinuidad de Moho.

El manto representa el 69% de la masa de la Tierra. Esta separado del núcleo por la discontinuidad de Gutemberg.

Tb se diferencia un manto inferior, una zona intermedia y un manto superior, donde se localiza una zona de plasticidad.

El núcleo se divide en núcleo interno, denso y un núcleo externo, fluido.

El núcleo.

Pruebas:

- Datos sismológicos: parte de su interior es fluido, pero en profundidad vuelve a tener comportamiento rígido. La separación entre una y otra mediante la discontinuidad de Wiechert–Lehman, en la q se produce un intercambio de material entre ambas capas.
- La presión, entre 1,3–3,5 mill. de atm, supondría una t° entre 4.000 y 6.600 °C.
- El centro de la Tierra ocupado por un elemento metálico (hierro). La t° del manto es adquirida por la energía aportada por el núcleo.

Modelo Sintético:

Un núcleo de composición homogénea de silicatos y metales. La liberación de energía de impactos por los meteoritos se fusiona el hierro, descendiendo al núcleo. Al enfriarse, la liberación de calor provoca el movimiento del núcleo externo, q crearía el campo magnético.

El Manto:

- ♦ **Litosfera:** corteza y parte del manto superior. Interviene en los procesos dinámicos entre placas.
- ♦ **Astenosfera:** carácter fluido. Tiene lugar la fusión del manto peridotítico y se producen los principales movimientos convectivos del manto superior.
- ♦ **Mesosfera:** parte del manto superior y la totalidad del manto inferior. La zona de transición entre manto superior y manto inferior detectada por un gradiente alto de aumento de velocidad de las ondas sísmicas.

Modelos de movimientos por células de convección:

1er modelo: grandes células convectivas para el manto y la corteza (ambas a la vez).

2º modelo: células convectivas para el manto y otras para la litosfera. De menor tamaño q las anteriores.

Tema 4: Atmósfera e Hidrosfera.

El desarrollo del relieve depende de la dinámica de las capas externas del planeta, y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación.

Del análisis de las capas externas y el desarrollo de los procesos externos podemos definir factores q inciden en el relieve y sistemas geomorfológicos q se observan en una zona determinada.

Origen de la atmósfera.

Al aparecer los organismos autótrofos se empieza a crear la capa de ozono (O₃).

Composición y división de la atmósfera:

2 partes (homosfera y heterosfera).

La homosfera llega hasta los 50–60 Km. La superficie de separación es la homopausa.

Esta formada por N₂ (78%), O₂ (21%), Ar (0,9%) y CO₂(0,033%). La cantidad de CO₂ es variable, debido a la actividad humana. Estos cambios producen variaciones en la tª de la Tierra.

El óxido de azufre y óxido de carbono son recientes en la atmósfera por la actividad humana.

La homosfera contiene vapor de H₂O y polvo en suspensión.

Entre los 15 y los 60 Km. de altura el ozono es mucho más abundante q en el resto de la atmósfera (ozonósfera).

En la heterosfera disminuye la proporción de Ar y CO₂ y aumenta la de He y H₂, se mantiene cte. N₂ y O₂.

Estructura:

La atmósfera se divide en capas:

- **Troposfera:** límite superior tropopausa, a 9 Km. en los polos y 17 Km. en el ecuador. La tª disminuye de forma regular hasta los " – 65°C a los 12 Km. Esta capa se caracteriza por su movilidad. Es donde se producen los fenómenos atmosféricos, donde se encuentra el mayor contenido de vapor de agua, polvo y CO₂.
- **Estratosfera:** incremento de tª debido a la absorción de parte de la radiación solar x la ozonósfera. El O₃ es inestable, se descompone en oxígeno molecular (O₂) y oxígeno atómico (O), para volver a

formarse por el efecto de las radiaciones ultravioletas. Esta descomposición es una reacción exotérmica, aumentando la t^a en la estratosfera. Los 10-15 Km. el aumento es moderado (capa isoterma), a partir de los 15 Km. el aumento es mucho mayor, llegando hasta los 80°C en la estratopausa (50-60 Km.). Los movimientos de aire son horizontales.

- **Mesosfera:** la t^a vuelve a disminuir hasta los -80°C. Densidad muy baja. La mesopausa se encuentra sobre los 80-90 Km.
- **Ionosfera (termosfera):** escasísima densidad. La atmósfera es vestigial. Los escasos átomos están frecuentemente ionizados por pérdida o ganancia de e^- , debido a la captación de rayos x y (gamma). Estos componentes ionizados absorben las radiaciones ultravioletas, incrementando la t^a hasta los 1000°C. La termopausa se encuentra entre los 400-500 Km.

Energías de la Tierra.

Balance energético:

Los aportes de energía tienen 2 orígenes: interior de la Tierra (mínima) y energía solar. Esta última tiene gran importancia en fenómenos geológicos externos.

La energía media recibida en la capa superior de la atmósfera cte. solar (2 cal/cm²·min) se denomina cte. de Langley.

Del total del calor recibido, parte se refleja (por litosfera, hidrosfera,...), parte se absorbe y parte se dispersa. Al total de energía reflejada se le denomina albedo (30-40% del total de la energía recibida).

La energía absorbida, parte es reemitida y parte es empleada para calentar el H₂O, el aire y la sup. terrestre.

La mayor parte de la radiación solar posee la longitud de onda de la luz visible, en menor proporción la infrarroja y la ultravioleta, estas radiaciones son absorbidas por la atmósfera:

- Rayos X y (Ionosfera).
- Rayos UVA.
- Radiaciones de longitud de onda visible (CO₂ y vapor de H₂O de la troposfera). Esto provoca el calentamiento de la misma y su reemisión hacia el suelo (efecto invernadero).

Las diferencias en el balance energético entre regiones de distinta latitud son permanentes en el tiempo, para reestablecer el equilibrio se generan en las capas fluidas sendos sistemas de circulación global atmosférica y oceánica.

Presión atmosférica y los vientos:

Las diferencias de presión son las causantes del viento, que a su vez es

un mecanismo compensador de las diferencias de calentamiento.

- ♦ **Efecto de la fuerza de Coriolis:** debido al efecto de la rotación planetaria y el rozamiento en superficie, la circulación de los vientos es más compleja. Por la rotación de la Tierra la fuerza de Coriolis desvía las corrientes de aire hacia la derecha en el hemisferio Norte, y hacia la izquierda en el hemisferio Sur. La fuerza desviadora aumenta conforme aumenta la velocidad del viento. La dirección de los vientos esta controlada por la distribución de las presiones y temperaturas. El rozamiento hace q la velocidad sea menor de la que causaría el gradiente de presión. Esta desviación hacen que le aire circule casi paralelo a las isobaras, con bajas presiones a su izquierda en el hemisferio Norte y a la derecha en el hemisferio Sur.
- ♦ **Circulación general atmosférica:** Hadley en 1735 expuso que había una célula de convección en cada hemisferio, con aire caliente que se eleva en los trópicos y fluye hacia los polos en la troposfera superior, donde desciende y retorna al ecuador con vientos en superficie. Este esquema se complica debido a la fuerza de Coriolis y la presencia de masas montañosas, desiertos , bosques, etc. Que modifican el modelado general.

Hay tres células de convección en cada hemisferio:

- Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), es una zona donde asciende vientos cálidos (alisios). Al ascender se enfrían y producen intensas precipitaciones, generando los grandes bosques ecuatoriales y selvas de Sudamérica, África y Asia.
- El aire ascendido se desplaza hasta los 20 o 30 grados de latitud donde generan un cinturón de altas presiones. Son regiones de cielos despejados y vientos subtropicales. La escasa precipitación da lugar a los grandes desiertos.
- Desde estas zonas de altas presiones subtropicales se generan vientos hacia el NE (westerlies). El aire ha descendido desde la troposfera superior, ha sufrido un calentamiento consecuencia del aumento de presión. Los vientos procedentes de esta zona son relativamente calidos.
- El aire frío y denso de las zonas polares, generan un movimiento descendente y altas presiones. Las áreas polares se producen vientos divergentes que llevan aire frío hacia las latitudes medias.
- Las masas de aire de las zonas polares y anticiclones subtropicales se encuentran en latitudes medias. La diferencia de t° genera un gradiente de t° y otro de presión intensos (frente polar).

Al esquema general de circulación atmosférica hay q añadir el de la acción de otros vientos. Los debidos a la diferencia de comportamiento al calentarse o enfriarse el océano (brisa).

Hidrosfera: Ciclo hidrológico y dinámica de las aguas oceánicas y aguas subterráneas.

El agua procede de la desgasificación de la Tierra.

De las propiedades del agua, la más importante geológicamente es la de expandirse cuando se congela, y la cantidad de energía necesaria para pasarla de sólido a líquido y a vapor.

Agua oceánica:

De los parámetros físicos y químicos q condicionan el comportamiento del agua del océano, destacar la composición química q condiciona la salinidad, la t^a y la densidad. La salinidad y la t^a dependen del clima y la latitud, aunque tb influye el vulcanismo, aportes fluviales, hielo–deshielo.

La gran capacidad de disolución del agua justifica la proporción y variedad de iones disueltos en el H₂O marina.

La t^a sufre variaciones en la vertical como en la horizontal. En superficie, las aguas oceánicas son semejantes a los de las zonas continentales adyacentes, la distribución de t^a es latitudinal (aunque no se manifiesten los contrastes de los continentes).

El cambio en la vertical es semejante en todos los océanos, podemos distinguir un estrato superficial, afectado por la t^a en el exterior, un nivel profundo frío (la variación de la t^a es escasa y una zona intermedia (termoclina, el descenso térmico es muy acusado).

Densidad del océano:

El Valor medio es muy aproximado a 1. Si aumenta la salinidad, aumenta la densidad, si desciende la t^a aumenta la densidad. La profundidad aumenta la densidad. Las diferencias de salinidad y t^a dan lugar a masas de agua con distinta densidad, que al tratarse de un fluido tienden a emigrar en al horizontal y la vertical, distribuyéndose de forma que las mas densas se coloquen debajo de las menos densas

Circulación oceánica:

Circulación marina

El agua de los océanos la afectan numerosas corrientes, cuyo origen último reside en la diferencia de radiación solar, redistribuyendo el calor recibido x la Tierra.

La forma de las corrientes y su desarrollo están supeditadas a los vientos y la densidad del agua, siendo modificada x la topografía, la distribución de los continentes y la fuerza de Coriolis. 2 tipos de corrientes:

- ♦ **Superficiales:** presentan similitud con la circulación general atmosférica. Dependen de la acción de los vientos.

- ◆ **Profundas:** x diferencias de densidad (masas de agua fría y salinas más densas, descienden desde las altas latitudes y avanzan al Ecuador).

Olas

Las olas pueden generarse x diferentes mecanismos, pero realmente resultan de la interacción del agua y el aire. Dicha acción se traduce en un movimiento ondulatorio de las partículas de agua + superficiales. Cada partícula describe un círculo sin que exista prácticamente desplazamiento en horizontal:

- ◆ Cresta de la onda.
- ◆ Longitud de onda.
- ◆ Frecuencia.
- ◆ Velocidad.
- ◆ Altura.
- ◆ Dirección.

El movimiento ondulatorio en profundidad se atenúa. A los pocos m. ya no son perceptibles los movimientos.

Al llegar a la costa, el fondo ejerce una acción de frenado incrementándose el desplazamiento en la horizontal, provocando q la ola rompa. La longitud de onda disminuye, la energía cinética aumenta.

Al llegar a la costa se produce una retirada de las aguas mar adentro (resaca).

Cuando llegan a la costa sufren una refracción (llegan de manera oblicua), fenómeno de gran importancia xq suponiendo q la energía q transporta la ola esta repartida homogéneamente, la inflexión produce una concentración de la energía en los salientes costeros, x el contrario una atenuación en los entrantes.

Consecuencias de ellos se forman corrientes de deriva que desde el promontorio se mueven hacia los lados dando lugar a la deriva de playa.

Mareas

El sistema Tierra-Luna genera mareas con 2 máximos y 2 mínimos diarios, modificados por la atracción del Sol. El giro conjunto Tierra-Luna provoca una fuerza centrífuga, compensada con la atracción entre ambas. A lo largo del día cualquier zona de la Tierra se alinea con la Luna 2 veces, existiendo 2 momentos diarios de máxima elevación del mar (pleamar) y dos mínimos (bajamar).

La atracción del Sol es menor, y solo interviene aumentando las mareas (mareas vivas Sol, Luna y Tierra alineados, mareas muertas están en ángulo recto). Desde el pto de vista de los procesos externos:

- Modifican cíclicamente la línea de costa.
- Originan corrientes de marea que transporta materiales mar adentro o hacia lo ríos.

Ciclo geológico:

Los sucesos geológico ocurren en el espacio, en el tiempo y en un ambiente determinado, dan lugar a fenómenos o procesos geológicos, manifestación de la variación de la energía a lo largo del tiempo. Han ocurrido a lo largo del tiempo de forma análoga.

Ciclo geológico es el conjunto de procesos q se suceden de forma cíclica modelando la superficie terrestre. Responsables agentes geológicos externos e internos.

Estudio:

Ciclo geológico interno:

Ciclo geológico externo:

El clima:

Conjunto de fenómenos meteorológicos q caracterizan el estado medio de la atmósfera en la superficie terrestre (valores medios medidos durante largos periodos de tiempo, + de 10 años).

La clasificación se realiza en función de la latitud, altitud, continentalidad y orientación. Como consecuencia de estos factores son las variaciones de t^a , grado de humedad, viento y vegetación. Debido al carácter estacional del clima como consecuencia de los movimientos de la Tierra se produce un desplazamiento de todos los fenómenos climáticos, siendo la latitud el factor q más condiciona el clima.

A cada clima le corresponde una formación vegetal y un tipo de suelo determinado.

Zona Polar (60 y 90° de latitud)

- ♦ T^a bajas y altas presiones.
- ♦ Precipitaciones débiles y en forma de nieve.
- ♦ **Dominio glaciario:**
 - ◊ Precipitaciones sólidas durante todo el año.
 - ◊ Vegetación nula (– líquenes).
- ♦ **Dominio periglaciario:**
 - ◊ Deshielo durante parte del año.
 - ◊ Tundra (líquenes y musgos).

Zona templada (40 a 60° de latitud)

- ♦ T^a variable ($\pm 10^\circ\text{C}$)
- ♦ Pluviosidad abundante (+1000mm al año).

- ◆ Presiones bajas y estaciones marcadas.
- ◆ **Dominio marítimo:**
 - ◇ Invierno y verano suaves.
 - ◇ 800 mm/año.
 - ◇ Bosques de hoja caducifolia.
- ◆ **Dominio continental:**
 - ◇ Estaciones extremas.
 - ◇ Precipitaciones durante todo el año.
 - ◇ Taiga (coníferas y brezos) y bosque caducifolio (castaño, roble, hayas).
- ◆ **Dominio mediterráneo:**
 - ◇ Veranos muy secos.
 - ◇ Precipitaciones escasas.
 - ◇ Bosque mediterráneo (encina, jara,...).

Zona tropical (20 a 40° de latitud).

- ◆ Altas presiones.
- ◆ Precipitaciones escasas (-250mm/año).
- ◆ **Dominio desértico:**
 - ◇ Precipitaciones escasas (grandes tormentas).
 - ◇ Vegetación escasa (xerófilas).
- ◆ **Dominio subdesértico:**
 - ◇ Vegetación discontinua (xerofilas y esclerófila)
- ◆ **Dominio de estepa:**
 - ◇ Zona de pasto bajo.

Zona ecuatorial (0 a 20° de latitud).

- ◆ Bajas presiones.
- ◆ Muy alta pluviosidad (2000mm/año).
- ◆ Tª elevada ("25°C).
- ◆ **Dominio de sabana:**
 - ◇ Vegetación de tipo herbáceo, continua.
 - ◇ 2 estaciones, seca y lluviosa.
- ◆ **Dominio de selva.**
 - ◇ Vegetación muy densa (arbóreas de gran altura, con plantas epífitas).
 - ◇ Sin estación seca, lluvia cte.
- ◆ **Dominio monzónico:**
 - ◇ Verano lluvioso y invierno seco, debido a la gran masa de agua de alrededor.

La distribución de los continentes y cordilleras modifica localmente los climas.

Acción geológica de la atmósfera.

Meteorización.

La alteración química y mecánica de las rocas cuando están expuestas a la atmósfera se denominan meteorización, se subdividen en:

- ◆ **Mecánicas:** disgregaciones.

♦ **Químicas:** Descomposiciones.

Una vez sufrida esta meteorización, el producto (alterita) puede ser ya erosionado, transportado y sedimentado.

Agentes que afectan a la meteorización:

CLIMA:

- ♦ Sol y temperaturas.
- ♦ Presión y vientos.
- ♦ Precipitaciones.
- ♦ Aire (O₂, CO₂, H₂O,...)
- ♦ Vegetación: cuanta más vegetación menor poder meteorizante.
- ♦ Litológico: depende del tipo de roca así será la meteorización.

Meteorización mecánica (disgregación):

Rotura de las rocas x cambios de presión y tª sin que varíe la composición química.

Crecimiento de cristales extraños.

- ♦ **Por hielo–deshielo:** (gelivación) a grandes alturas y latitudes. Según las rocas, los efectos son distintos. En rocas porosas o arenosas produce molisuelos permanecen congelados hasta grandes profundidades durante gran parte del año. En el deshielo el agua no puede infiltrarse, quedando embarrado todo el terreno. El suelo permanentemente helado se le denomina permafrost.

En rocas diaclasadas, cuando el hielo se funde, las grietas quedan rellenas de arcillas y limos. El resultado de la geliflacción es la formación de grandes acumulaciones de piedras (canchales o pedrizas).

- ♦ **Haloclastia:** por cristales de sal. El proceso de meteorización es similar. Se dan normalmente en rocas diaclasadas en climas desérticos.

Termoclastia

Variaciones bruscas de tª. El enfriamiento y calentamiento diario de las rocas provoca la ruptura de las mismas, debido a que las rocas son buenas conductoras de calor, y tb a las diferencias de absorción de los minerales oscuros que los claros.

Por esto se producen tensiones q provocan la disgregación.

♦ **Climas templados:**

- ◊ **Arenización:** en el granito (paisaje en bolos o berrocales).
- ◊ **Formación de bloques aplanados:** Caliza.
- ◊ **Cantos afacetados:** en granito, formando estructuras

de media naranja.

Meteorización química:

Las rocas ígneas y metamórficas proceden de reacciones endotérmicas llevadas a cabo en el interior de la corteza terrestre durante las cuales se configuran las densas estructuras cristalinas de los minerales que las constituyen. Estos permanecen en estado metaestable durante el descenso de presión y T^a resultante de su acercamiento a la superficie. Una vez que la alcanza y contactan con la atmósfera sufren una serie de reacciones exotérmicas que llevan a la formación de minerales arcillosos con estructuras cristalinas más abiertas y menos densas que las originales. La serie de cristalización de Bowen establece el orden de formación de los minerales estables a distintas presiones y T^a en el interior de un magma que se enfría y solidifica en el interior de la Tierra. Por regla general los minerales formados a altas presiones y T^o en el interior de un magma que se enfría y solidifica en el interior de la Tierra. Por regla general los minerales formados a altas presiones y temperaturas son (según Goldich) los más inestables frente a la meteorización.

Serie de Bowen.

Aparte de que las condiciones de formación del olivino quedan + lejos que las del cuarzo de las condiciones atmosféricas, la razón básica de esta ordenación reside en el tipo de estructura cristalina de los distintos minerales y los distintos tipos de enlaces que unen los iones de dichos minerales.

Los enlaces covalentes son más fuertes que los iónicos, y los primeros de la serie presentan + enlaces iónicos que los últimos explicándose así la mayor resistencia y estabilidad de los últimos frente a la meteorización.

- ♦ **Disolución:** Afecta principalmente a las sales y a las calizas. El agua pura disuelve fácilmente las sales (yeso, sal gema,...), las que son muy solubles se disuelven en el agua subterránea en profundidad. Si la circulación del agua tiene lugar en sentido lateral, provoca el lavado y disolución de las sales existentes. Si la circulación del agua es en sentido vertical, esta puede transportar las sales hacia el fondo o la superficie, dando lugar a la formación de estratos de sal o de cal (caliches). (lavado lixiviación).
- ♦ **Hidrólisis:** en feldespatos. Se debe a la acción del agua disociada, que provoca la destrucción de las redes cristalinas de los feldespatos que se convierten en arcilla ordinaria y caolín. Los granitos se disgregan por este proceso en arenas de cuarzo, mica, feldespatos, arcillas y caolín.
- ♦ **Carbonatación:** en la naturaleza el agua no se encuentra pura. Siempre posee cierto grado de acidez, resultante de la disolución de CO_2 atmosférico, de tal manera que el agua de lluvia, al incidir sobre las rocas, las desmorona, hecho patente en las calizas. La calcita es insoluble en agua pura,

pero el agua acida provoca un ataque que hace que la caliza se disuelva.

♦ **Oxidación:**

$2\text{FeO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ El O del H_2O hace que los minerales sean más deleznales.

– **Hidratación:** el H_2O es capaz de ser absorbida por las capas cristalinas de los minerales arcillosos (montmorillonita), fenómeno que produce un aumento de volumen de estos minerales. A estas se las llama arcillas expansivas, plantean problemas en la construcción al cambiar de volumen dependiendo de las condiciones atmosféricas.