

ESTRUCTURA I COMPOSICIÓ DE LA TERRA. MÈTODES D'ESTUDI.

• ELS TERRATRÈMOLS: ORIGEN I DETECCIÓ

Els terratrèmols són vibracions de la Terra causades pel desplaçament sobtat de grans masses rocoses situades en zones de fractura o falles.

L'energia alliberada viatja en forma d'ones.

Focus: és la zona on s'origina el terratrèmol.

Epicentre: és el punt de la superfície situat en la vertical del focus.

Sismògraf: és un aparell que serveix per detectar i registrar les ones sísmiques.

• ONES SÍSMIQUES

Ones primàries o P: són les ones més ràpides, les primeres que arriben a la superfície. Viatgen a una velocitat de 5'6 a 13'6 Km/s. Es propaguen a través dels sòlids i dels líquids. (longitudinals)

Ones secundàries o S: són les segones en registrar-se, tenen una velocitat de 3'4 a 7'3 Km/s. Només es propaguen pels sòlids. (Transversals).

Les ones superficials o L: es propaguen per la superfície. Són més lentes. Són les causants dels efectes destructors dels terratrèmols. (Transversals, moviment semblant al d'una serp).

• ELS TERRATRÈMOLS I L'ESTRUCTURA DE LA TERRA

La Geofísica s'encarrega d'estudiar l'interior de la Terra, emprant diversos mètodes (la gravetat, la densitat, el magnetisme, la temperatura, i el més important el comportament de les ones sísmiques).

Cinturó d'ombra: és la posició sobre la superfície on les ones P i les S deixen de rebre's. Està situat entre 103° i 143° a partir del focus. Després dels 143° les ones P tornen a rebre's, però no les S.

L'explicació del cinturó d'ombra és deu a què en un punt de l'interior de la Terra les ones S es detenen i les P canvien la seua velocitat i són refractades. Per la grandària del cinturó d'ombra es calcula que a 2900Km de profunditat s'hi troba un cos fluid, aquesta discontinuïtat s'anomena **discontinuitat de Gutenberg**, en honor al seu descobridor. Es troba entre el mantell i el nucli.

A partir de les dades arreplegades per les estacions sismogràfiques repartides arreu del món, s'ha pogut fer un esquema de com és més o menys l'estructura interna de la Terra. (fig. 6.)

• PRINCIPALS CAPES I DISCONTINUÏTATS

L'escorça: és la capa més externa i prima. Hi ha de dos tipus: oceànica i continental.

Escorça oceànica: té una grossària de 6 a 18 Km. Està constituïda per una capa superior formada per sediments, una d'intermèdia, de 2 Km de grossària formada per basalts encoixinats (pillow-lava), i una altra d'inferior, més grossa, constituïda per roques plutòniques bàsiques (gabres i peridotites). Les roques més antigues que s'han determinat són d'uns 180 milions d'anys.

Escorça continental: té una grossària entre 25 i 70 Km. Es distingeixen:

- Una regió superior: constituïda per roques sedimentàries (roques amb granit i gran concentració de SiO₂).
- Una zona intermèdia: formada per roques molt alterades per la pressió, la temperatura i els fluids. (roques amb contingut mitjà de SiO₂).
- Una zona profunda amb moltes classes diferents de roques, alterades per la pressió i la temperatura (baix contingut de SiO₂, roques bàsiques)

Les roques més antigues que es troben daten d'uns 4000 milions d'anys.

El mantell

Està separat de l'escorça per la discontinuïtat de Mohorovicic. Es divideix en mantell superior i inferior.

Litosfera: està formada per l'escorça i els primers Km del mantell superior. És una estructura rígida i sòlida capaç d'experimentar deformacions. Hi ha dos tipus: continental (d'uns 125 Km aprox.) i litosfera oceànica (d'uns 50 Km aprox.)

L'astenosfera: està situada cap als 350 Km de profunditat aprox. És una capa blana, amb certa fluïdesa, que es troba pròxima al punt de fusió.

El nucli

Està separat del mantell per la discontinuïtat de Gutenberg. Segons el comportament de les ones sísmiques, presenta una **part externa**, fluida, i una altra d'**interna**, sòlida.

- **ALTRES MÈTODES GEOFÍSICS**

La gravetat terrestre

Com a conseqüència del camp gravitatori terrestre, el nostre planeta exercix una força d'atracció sobre els cossos del seu entorn. El seu valor aproximat és de 9'8 m/s².

Gravímetre: és un aparell que serveix per mesurar la gravetat en cada punt del planeta.

En cada punt de la Terra la gravetat és diferent, així, podem observar que on els materials siguen més densos la gravetat serà major, perquè $m = V \cdot d$.

Densitat de la Terra

Sabent el valor de g, mitjançant la fórmula de la gravitació universal de Newton, podem esbrinar la massa de la Terra.

Magnetisme terrestre

El magnetisme terrestre s'explica mitjançant els moviments de convecció produïts en l'exterior del nucli.

L'estudi de magnetites ens ha permés saber que en el passat el camp magnètic havia estat en una altra orientació, concretament a l'invers, i que aquest procés d'inversió del camp magnètic s'ha produït successives vegades.

Temperatura a l'interior de la Terra

Gradient geotèrmic: és l'augment de la temperatura a mida que penetres cap a l'interior de la Terra. No és uniforme. El gradient geotèrmic és major als primers Km de la Terra, i arriba un moment en què disminueix el seu augment. (fig.12). Pot tenir dos orígens: durant el període de formació de la Terra pels xocs de planetessimals i meteorits, o també, a l'existència d'elements radioactius en el mantell i el nucli.

Comparació amb els meteorits

És raonable pensar que l'interior de la Terra tinga una composició semblant a la dels meteorits, ja que es formaren en la mateixa època.

Els meteorits es classifiquen en tres classes segons la seua composició.

- Siderits: Metà·lics, amb un 90% de ferro i un 8'5% de níquel.
- Aeròlits: petris, constituïts per silicats, principalment de magnesi en forma d'olivina i de piroxè.
- Sideròlits: intermedis, formats per aliatge de ferro i níquel i per silicats.

S'atribuix al nucli terrestre una composició semblant a la dels siderits, i al mantell a la dels aeròlits.

• IDEES ACTUALS SOBRE L'ESTRUCTURA DE LA TERRA

Fig.14. p.259

16- DINÀMICA DE LA LITOSFERA

• DINÀMICA DE LA LITOSFERA. TEORIES ANTIGUES.

Podem observar que la superfície terrestre s'ha mogut i modificat al llarg del temps, i fins i tot està canviant.

Georges Cuvier: "teoria dels grans cataclismes". Explica els canvis a la litosfera mitjançant cataclismes, és a dir, tota una sèrie de grans catàstrofes anaren modificant, tant el relleu, com l'existència d'uns éssers vius o uns altres. Aquesta teoria no ens podia demostrar el moviment de la litosfera i els canvis en aquesta, però té certa raó en l'extinció d'èssers vius al llarg del temps, ja que la desaparició dels dinosaures i molts altres organismes en eixa època s'explica per una gran catàstrofe. No es troben proves d'aquests cataclismes.

Charles Lyell: exposà la **teoria de l'uniformitarisme**. Aquesta es basa en dos principis: 1- principi de l'actualisme, segons el qual els processos d'altres èpoques van ser molt semblants als que es desenvolupen actualment. 2- Principi del gradualisme: els processos antics s'han produït al mateix ritme que els actuals. Aquesta teoria no pot explicar els canvis bruscos.

• CONCEPTE DE LITOSFERA ISOSTÀTICA.

Litosfera: conjunt rígid de l'escorça i una part del mantell superior. Ocupa tota la superfície terrestre i descansa sobre l'astenosfera o capa plàstica del mantell.

Els blocs continentals, enfonsats en el mantell, es comporten com sòlids que suren. El mantell no és líquid, però té una part, l'astenosfera, que reacciona plàsticament i es pot deformar amb lentitud, com un fluid viscos.

ISOSTÀSIA: l'equilibri hidrostàtic existent entre la litosfera i l'astenosfera. Per tant per a què s'equilibre hi haurà una descompensació de masses continentals les quals poden tardar centenars de milers d'anys en compensar-se, o mai no es compensen, ja que sempre hi ha una erosió i una sedimentació de materials, la

qual cosa fa que la superfície s'incline cap a una part o cap a l'altra. Els moviments d'enfonsament i elevació que es produeixen degut a la sedimentació i erosió de materials s'anomenen **moviments epirogènics**. (fig. 2)

- MOVIMENTS HORITZONTALS: DERIVA CONTINENTAL

Alfred Wegener va exposar la **teoria de la deriva continental**, la qual explica que inicialment només hi havia un continent que anà separant-se fins arribar a l'actual situació. Per recolzar la seua teoria va aportar nombroses proves de diverses classes:

- Geogràfiques: la coincidència entre els contorns de continents actualment distants.
- Geològiques: les alineacions muntanyoses antigues, es continuen a una i altra banda de l'oceà, amb les mateixes estructures, i sèries de roques.
- Paleontològiques: entre els fòssils antics, es troben moltes espècies iguals en continents que en l'actualitat estan separats. I la distribució de les espècies actuals, només s'explica si admetem que en temps passats alguns continents estigueren units.
- Paleoclimàtiques: l'existència de sediments d'origen glacial en regions de clima actual tropical, i d'origen tropical en regions fredes, demostra que no estagueren al mateix lloc els continents.

No fou acceptada, perquè Wegener no sabia explicar quina energia movia els continents.

- RELLEU DEL FONS OCEÀNIC

Crató: litosfera continental erosionada.

Mar interior: està tancat i prop del continent.

Arc insular: un grup d'illes volcàniques en forma d'arc.

Fossa: una zona de màxima profunditat. Es troben en les zones destructives.

Pitons: Volcans submarins amb forma cònica.

Cuyots: Volcans submarins amb la punta plana.

Plana abissal: fons oceànic pla.

Dorsal: vora constructiva.

Talús continental: pendent que hi ha a l'acabar l'escorça continental i on comença l'escorça oceànica.

Rift: és la vall que separa en dos parts iguals la dorsal. Té de 2 a 3 Km de profunditat per uns 50 Km d'amplària.

Les dorsals estan fragmentades per nombroses falles horitzontals dites **falles transformadores**.

- EXPANSIÓ DEL FONS OCEÀNIC

Vine i **Mathews** diuen que els oceans creixen a partir de les dorsals, per injecció constant de materials magmàtics procedents de l'astenosfera. Així els materials nous que van aparegut espanten els vells.

- ZONES DE SUBDUCCIÓ

Les zones de subducció es troben als marges actius, en els quals l'escorça oceànica quan xoca amb la continental, a més d'espantar el continent subdueix per baix d'aquest.

- ELS CORRENTS DE CONVECCIÓ

A més de l'aport continu de material magmàtic per les dorsals, el moviment de la litosfera, tant l'eixamplament com la destrucció d'escorça oceànica, es deuen també a l'energia procedent de la calor interna de la Terra, causant dels corrents de convecció, els quals han arrossegat els continents en el seus desplaçaments. (Fig.15)

17- TECTÒNICA GLOBAL

- TEORIES DE LES PLAQUES LITOSFÈRIQUES

En 1968 els geòlegs Le Pichon i Morgan van exposar que la litosfera estava fragmentada en plaques litosfèriques.

Plaques litosfèriques: són regions litosfèriques estables limitades per franges inestables, de gran activitat sísmica i volcànica.

Vores constructives: són les dorsals, que estan aportant material a la litosfera.

Vores destructives: són les zones de subducció, desapareixen materials.

Vores conservatives: és on no hi ha ni aport ni desapareix material. Estan determinades per grans falles horitzontals del tipus de les falles transformadores.

- PRINCIPALS PLAQUES DE LA TERRA

Les vuit plaques principals són: l'**Euroasiàtica**, la **Nord-americana**, la **Sud-americana**, l'**Africana**, la **Indoaustraliana**, l'**Antàrtida**, la **Pacífica** i la de **Nazca**. I les subplaques: la del Carib, la de Cocos, Filipina, Aràbiga i la Ibèrica. (Fig.2 p.283)

- ZONES D'EXPANSIÓ. RIFT OCEÀNIC I CONTINENTAL

En les vores constructives de les plaques, les forces que actuen són divergents, i es creen unes valls anomenades rift.

Davall de les dorsals la propagació de les ones mostra un gran amortiment, a causa de l'existència d'una cambra magmàtica a una profunditat entre 10 i 15 Km.

El magma que està en contacte amb l'aigua, solidifica ràpidament en basalts encoixinats o pillow-lava. La part inferior es refreda més lentament, cristal·litza i forma roques plutòniques (gabres i peridotites).

Rift Continental: és la vall que es produeix en mig d'un continent a cause de les forces de distensió de la dorsal. Aquest és l'origen del què a poc a poc anirà creant-se un oceà. Un exemple és el Rift Valley a Àfrica.

- ZONES DE COMPRESSIÓ: FOSSES OCEÀNIQUES

Fosses oceàniques: es troben a les vores destructives de les plaques. Estan causades per la subducció de litosfera cap a l'astenosfera.

En les vores destructives les forces que actuen són convergents; es tracta de zones de compressió. Conseqüències:

- Es produeixen moviments sísmics, ja que la subducció no és constant, solament es produeix en moments puntuals i provoquen avanços sobtats.
- La fricció entre dues plaques litosfèriques produïda per la subducció, genera un augment de la temperatura que en certes zones arriba a fusionar les roques, formant focus magmàtics. Una part d'aquest magma és expulsat a l'exterior a través de les erupcions volcàniques.
- Quan són comprimides les masses de sediments, es pleguen, arriben a emergir i formen serralades litorals; es produeixen els denominats moviments orogènics.
- SISMICITAT

Gran part dels focus sísmics estan relacionats amb els límits de les plaques litosfèriques. Així trobem sismes freqüents en les zones d'expansió (dorsal i rift continental), com trobem sismes molt freqüents i d'intensitats màximes a les zones de compressió (zones de subducció i orògens recents). En les zones de translació (vores conservatives) els moviments sísmics poden assolir grans intensitats, a causa del fort fregament, s'activa la falla transformant.

En les zones de subducció la profunditat del focus és proporcional a la distància de l'epicentre a la fossa. Així com més a l'interior del continent és el sisme, major és la seua profunditat.

- MAGMATISME. VULCANISME

La situació de la major part dels volcans a la Terra, coincideixen amb els límits de les plaques litosfèriques.

Per una banda trobem l'eixida de magma procedent de l'astenosfera, a les vores constructives. Una part d'aquest magma vessa en forma de laves basàltiques, mentre que a les cambres magmàtiques es refreda lentament i cristal·litza formant roques plutòniques bàsiques (peridotites i gabres). Per l'altra banda trobem volcans a les vores destructives. Les cambres magmàtiques d'aquests volcans s'originen per la subducció de litosfera oceànica amb grans masses de sediments i d'aigua. La temperatura que s'assoleix d'aquest fregament pot ser tan gran, que en casos puntuals pot fer que alguns materials de la litosfera es fonguen i produeixen cambres magmàtiques. Després si aquest pot eixir a la superfície en forma de la va o bé solidifica al voltant del cràter donant lloc a roques volcàniques del tipus andesites. Per altra banda el magma es pot refredar en la cambra magmàtica, aleshores donarà lloc a roques plutòniques àcides, com el granit.

- METAMORFISME.

Diferents tipus de metamorfisme:

- **Dinamometamorfisme o metamorfisme dinàmic:** es produeix a zones d'alta pressió i baixa temperatura, com ara les zones de compressió. També es diu **cataclàstic** perquè una de les manifestacions és la tritració dels materials, origina unes roques anomenades milonites. Un altre efecte és l'**esquistositat**, que orienta els minerals en plànols perpendiculars a la pressió dirigida.
- **Termometamorfisme o metamorfisme tèrmic:** de baixa pressió i alta temperatura, deguda a la proximitat

de magmes. Es produïx en les vores constructives i en les vores destructives en els llocs puntuals on s'hi formen cambres magmàtiques. També rep el nom de **metamorfisme de contacte**.

- **Metamorfisme termodinàmic o regional:** d'alta pressió i alta temperatura, es produeix a les zones de subducció, especialment quan es produeix la col·lisió entre dues àrees continentals.
- OROGÈNESI

Orogènesi de vores actives: el plegament es produïx per la convergència d'una placa continental, l'antepaís, amb una altra d'oceànica que subduïx davall d'aquesta.

Orogen de col·lisió: es produeix pel xoc de dues plaques continentals, a causa de la subducció de tota la litosfera oceànica de la vora activa d'una de les plaques sota el continent de l'altra.

Obducció: el xoc de les dues plaques causa el trencament i alçament de les darreres restes de l'escorça oceànica. Les restes que queden es diuen **ofiolites**.

- CICLE DE WILSON
- Aparició d'un rift continental en una zona de distensió.
- Separació dels blocs continentals i formació entre ells d'una dorsal oceànica.
- Expansió del nou oceà, amb separació dels continents que el limiten.
- Subducció sota un dels continents, amb formació d'una fossa oceànica.
- El creixement de la litosfera oceànica es fa més lent que la subducció i els continents s'aproximen. Es formen arcs d'illes i serralades litorals.
- Obducció entre dues plaques, amb desaparició de la litosfera oceànica, col·lisió dels continents i formació d'una serralada entre l'un i l'altre.

(Fig. 20 p.291)