

Geologia

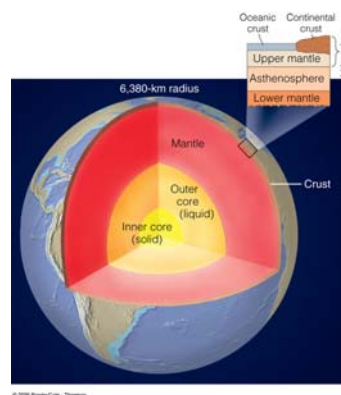
1. Iauhilabeteko gaiak:

1. Geologiarako sarrera
2. Denbora geologikoa
3. Lurraren egitura
4. Plaka-tektonika
5. Plaka-tektonika eta bere inplikazioak
6. Lurraren materialak
7. Petrologiarako sarrera
8. Estratigrafia
9. Arro sedimentarioak

3. Lurraren egitura

3. Lurraren egitura

- Eguzki-sistemaren jatorria.
- Planetaren ezaugarri fisikoak.
- Lurraren magnetismoa.
- Lurraren egitura eta osaera.



Eguzki-sistemaren jatorria

- Unibertsoa orain dela ~ 15.000 M.u. sortu zen (Big Bang gertakaria).

Energia osoa puntu bakar batean kontzentratuta \rightarrow Leherketa imajinaezina (Big Bang) \rightarrow materiaren kanporaketa \rightarrow Materia lehenengo izar eta galaxietan biltzen da (gure Esne Bidea, adibidez)

Big Bang-aren ebidentziak:

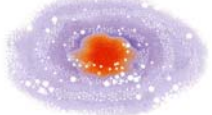
- Unibertsoaren materiaren hedatzea.
- Hondoko erradiazioa ($2,7$ gradu 0 absolutuaren gainetik)



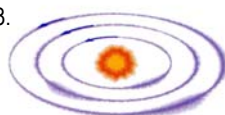
1.



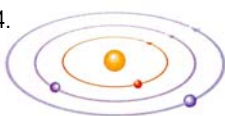
2.



3.

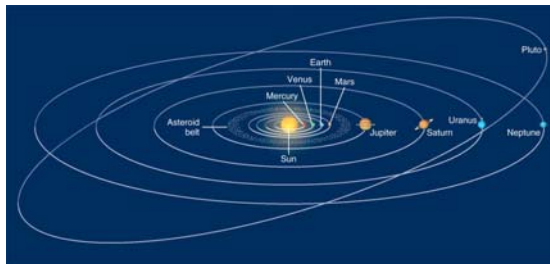


4.



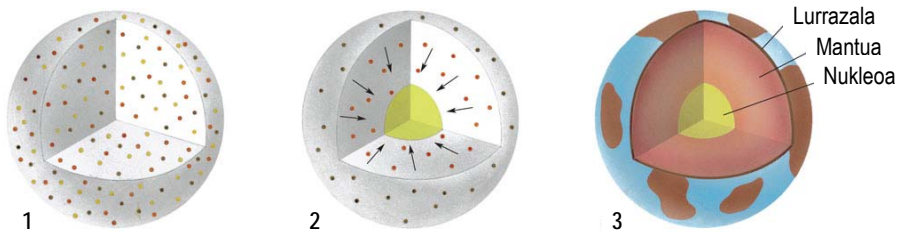
- Eguzki-sistemaren sorrera: 4.600 M.u. Urratsak:

1. Esne Bidea galaxiako adar bateko nebulosa esferikoa (H, He gasez eta hautsez osatua).
2. Nebulosako materialaren grabitatearen indarrek \rightarrow materia-zati handiek zati txikien erakarpena, haiek handituz \rightarrow nebulosaren uzkuartzea, materiaren kontzentrazioa erdian \rightarrow errotazioaren azelerazioa \rightarrow nebulosaren forma diskoidala.
3. Uzkuartzeak jarraitzen du, proto-eguzkia sortzen da eta inguruan materialazko eratzunak biran, bertan planetesimalak.
4. Proto-eguzkia gero eta uzkuartuago, dentsuago eta beroago (presioagatik). Proto-eguzkiaren tenperatura $1.000.000^{\circ}\text{C}$ -ra iristen da \rightarrow fusio nuklearra ($\text{H}+\text{He}=\text{energia}$; $E=mc^2$) \rightarrow Eguzkia sortzen da. Bitartean, planetesimal handienek txikiak bereganatuz gero eta handiagoak bihurtzen dira \rightarrow 9 planetak. Egungo egoera.



3. Lurraren egitura

- Lurraren sorrera: 4.600 M.u. Urratsak:
 1. Planetesimal bakoitzak materia nahikoa 9 planetak eratzeko, Lur planeta barne.
Lur planeta hotza eta osaera eta dentsitate uniformekoa zen (silikatoak, Fe eta Mg oxidoak, eta beste osagaietatik kantitate txikiagoak).
 2. Lur planetaren berotzea (burdinaren fusio-tenperaturatik gora), 3 arrazoiengatik: kontzentrazio grabitatorioa, meteoritoen talkak eta desintegrazio erradiaktiboa.
Materiaren fusioa. Ondorioak: 1) Burdin funditua (dentsoagoa) hondoratu zen burdinazko nukleoa eratzeko zentroan. 2) Beste substantzia batzuk (dentsitate txikiagoak) gorantz jo zuten, bertan hoztu eta lurrazala primitiboa eratu.
 3. **Planeta diferentziatua**, osaera ezberdineko geruza zentrokideak:
 - Nukleoa, zentroan, burdin dentsoz osatua.
 - Lurrazala, gainazalean, arroka arinagoez osatua.
 - Mantua, aurreko bien artean, tarteko dentsitateko arrokez osatua.
 Materia arinena (gasak) kanporatua bolkanismoaren bitartez: atmosfera eta hidrosfera.
Diferentziazioa Lurraren historiaren gertakari garrantzitsua izan da.



Planetaren ezaugarri fisikoak

3. Lurraren egitura

- Lurraren azaleko prozesu geologiko nagusiak (kontinenteen higidura, lurrikarak eta mendikateen goratzea) Lurraren barneko prozesuen bitartez gobernatuta daude, eta horiek ulertzeko gure planetaren ezaugarri fisikoak ezagutu behar dira (Geofisika).

- Lurraren barne-prozesuak aktibatzen dituen energia barne-tenperatura handia da.

- Lurraren barne-beroa:

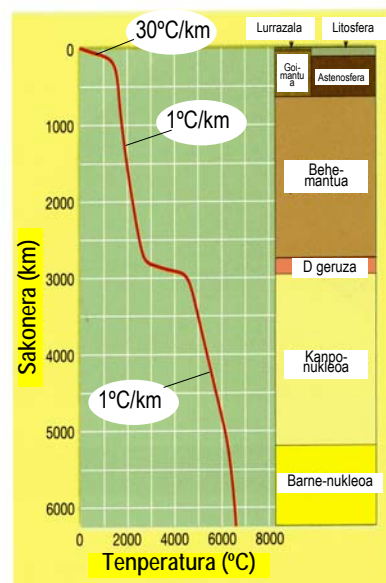
Ebidentziak: bolkanismoa, iturri beroak eta meategietako eta zundaketa-zuloetako beroa.

Jatorria:

- Bero primordiala: Lurraren hasierako presio handitzeak eta meteoritoen talka ugariak eragina.
- Desintegrazio erradiaktiboa (U, Th, K isotopo erradiaktiboak).
- Nukleo likidoko burdinaren kristaltzea.

Gradiente geotermikoa:

- Azal solidoan (100 km lodi, litosfera): 30°C/km.
Aldakortasuna
- Sakonera handiagoan: 1°C/km (D geruza salbu).



3. Lurraren egitura

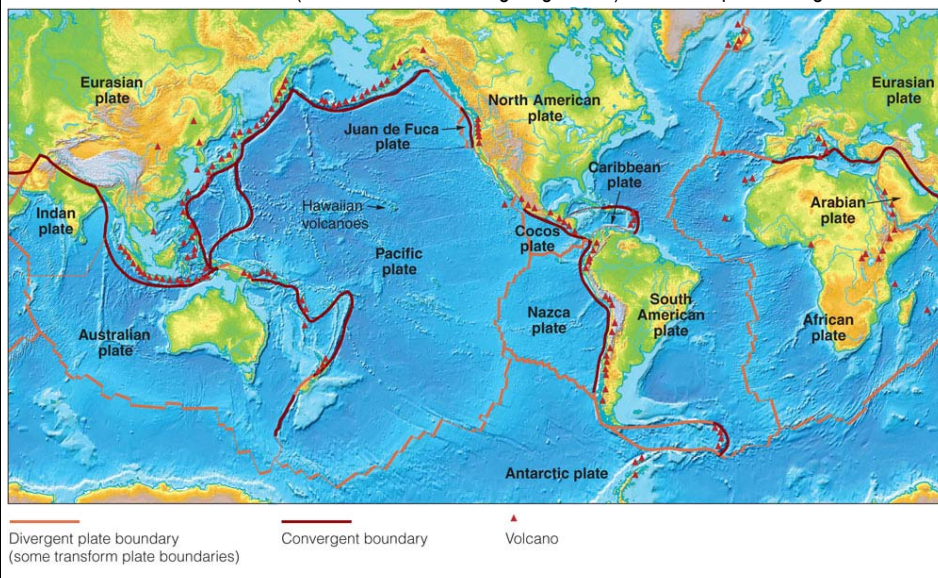
- **Bolkanismoa:**

Barne-beroaren kanpoko adierazpen bat da. Litosferaren azpiko astenosferan (100-350 km-ko sakonera-bitartea) arroak partzialki fundituta daude magma likidoa emanez. Magma (laba) gaineko zartadura handietatik igo eta azaleratzen da (bolkanismoa), eta laba hoztean arroka bolkanikoak sortzen dira.



3. Lurraren egitura

Lurreko sumendien banaketa (sumendi bakoitza triangelu gorri bat): Gehienak plaken mugetan.



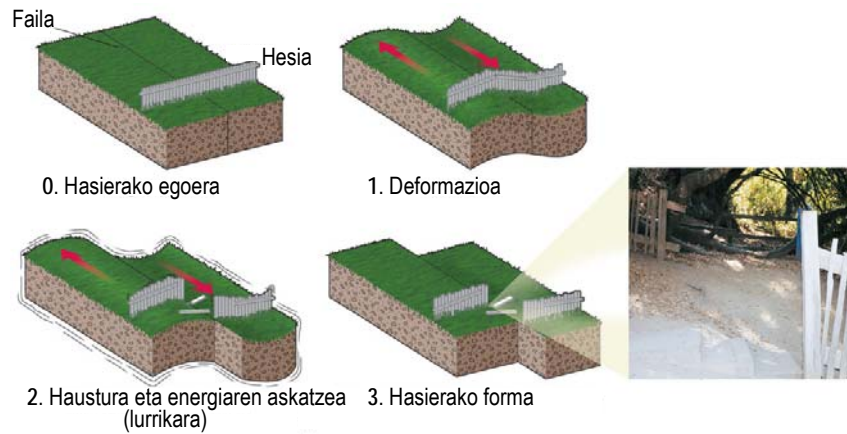
3. Lurraren egitura

• **Lurrikarak:** Lurrikara lurraren astindu edo dardara da.

- Lurraren barneko arrokak deformatu daitezke: era motel eta jarraian, edo modu puntual eta hauskorrean (lurrikarak).

- Errebote elastikoaren teoria: Lurrikaren mekanismoa azaltzen du. Urratsak:

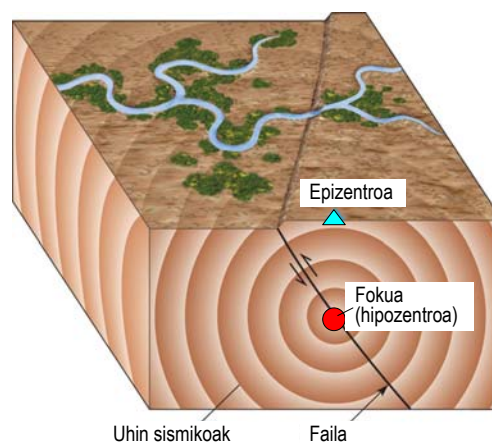
1. Lur-barneko indarrek arrokak deformatu egiten dituzte eta energia mekanikoa pilatu → 2. Arroken erresistentzia gaindituta hauek hausten eta desplazatzen (edo failatzen) dira, eta pilatutako energia askatzen da (lurrikara), → 3. Arrokek hasierako forma (deformatugabea) berreskuratzen dute.



3. Lurraren egitura

- Lurrikaretan askatutako energia uhin sismikoen bitartez hedatzen da norabide guztietan, era zentrukide batean. Haustura hasten den puntuari foku (edo hipozentroa) deritza, eta bere gainean dagoen gainazaleko puntuari epizentroa.

- Lurrikara gehienak <100 km-ko sakoneran.



3. Lurraren egitura

- Uhin sismikoak:

Gorputz-uhinak:

Uhin primarioak (P uhinak):

Materiaren higidura uhinaren norabide berean.

Azkarrenak dira (5 km/h).

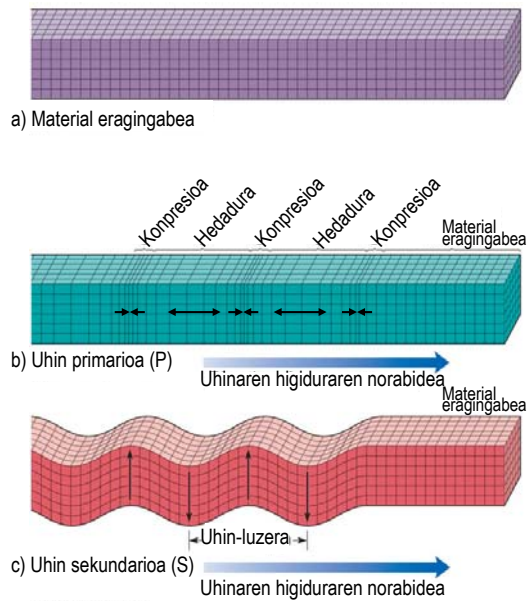
Solido eta likidoetatik barreiatzen dira

Uhin sekundarioak (S uhinak):

Materiaren higidura elkarzuta uhinaren norabidearekiko.

Motelenak dira (2,5 km/h)

Solidoetatik barreiatzen da soilik.



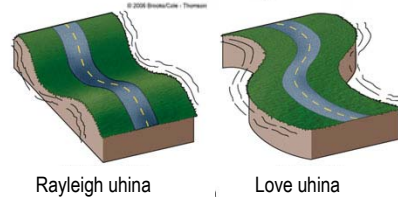
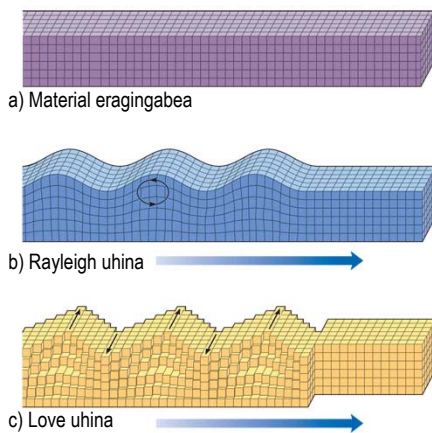
3. Lurraren egitura

- Uhin sismikoak:

Gainazal-uhinak: Rayleigh eta Love uhinak.

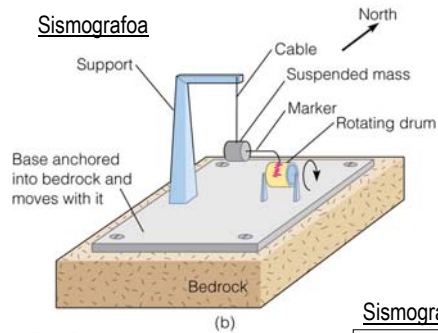
Uhin guztietatik suntsikorrenak (anplitude handia dutelako).

P eta S uhinak baino motelagoak.

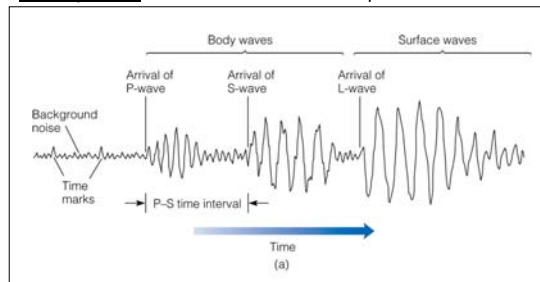


- Uhin sismikoen neurketa: Sismografoa eta sismograma

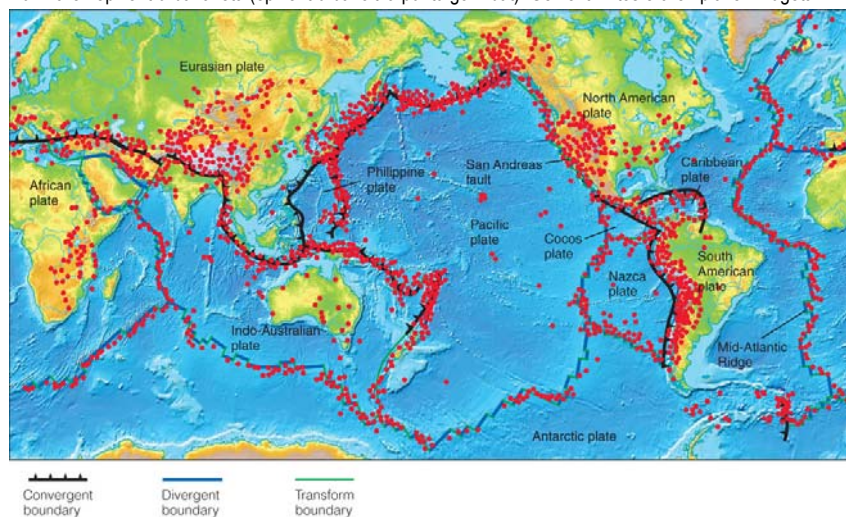
Sismografoa



Sismograma. P-S denbora tartea eta anplitudea.



Lurrikaren epizentru-banaketa (epizentru bakoitza puntu gorri bat): Gehienak litosferaren plaken mugetan.



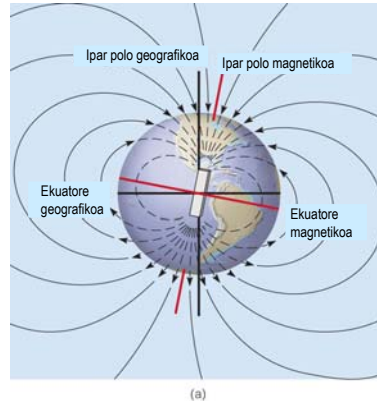
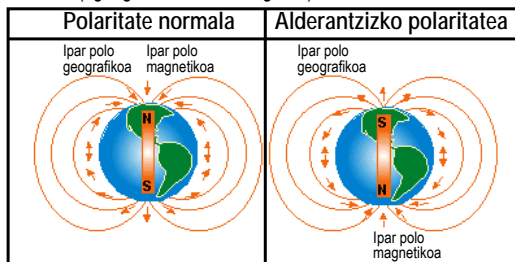
Irakurketa: Nola kalkulatzen da lurrikara baten epizentroaren kokapen zehatza?

Arturo Apraiz (2005). Plaka-tekonika: Lurraren funtzionamendua ulertzeko teoria. Udako Euskal Unibertsitatea, 425 or. Irakurri 19-20 orrialdeak.

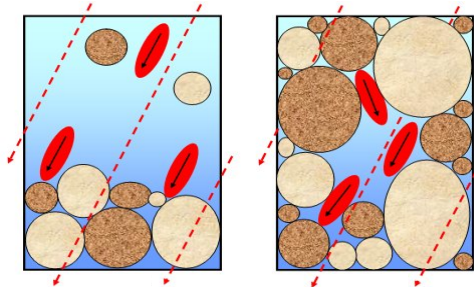
Lurraren magnetismoa

- Lurraren kanpo-nukleoak iman erraldoi bat bezala funtzionatzen du, eta bere eremu magnetikoak (eremu geomagnetikoa) Lur osoari eragiten dio. Dinamo baten gisan funtzionatzen du (Geodinamo):
 - Kanpo-nukleo oso beroa da (desintegrazio erradiaktiboari esker), burdin likidoz osatuta dago, eta korrante konbektiboz zeharkatuta dago.
 - Burdin likidoa oso eroale elektriko ona da, eta bere mugimenduak eremu magnetikoa sortarazten du.
- Eremu geomagnetikoaren egungo ezaugarriak:
 - Bere Ipar-Hego ardatza 11° aldentuta dago Ipar-Hego geografikotik (Lurraren biraketa-ardatza).
 - Bere indar magnetikoen lerroak Ipar magnetikotik sartu eta Hego polo magnetikotik irteten dira.
- Eremu geomagnetikoaren polaritateak:

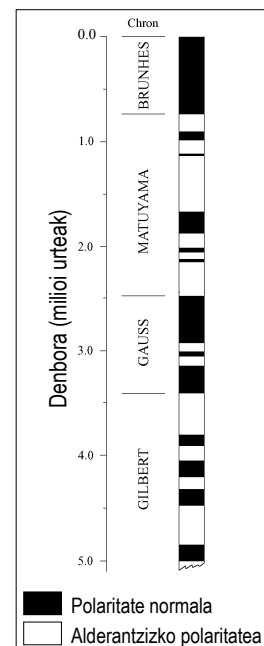
Polaritate normala (egungo egoera) eta alderantzizkoa (egungoaren kontrako egoera).



- Eremu geomagnetikoa eta arroak:
 - Arroak eratzerakoan, mineral ferromagnetikoak garaiko eremu magnetikoaren arabera (paraleloki) orientatzen dira, eta orientazioa arroketan gordeta geratzen da (hondar-magnetismoa), baldin tenperatura handitan egon ez bada (Curie puntua, $300-500^\circ\text{C}$).



- Beraz, arroka baten hondar-magnetismoa neurtuta, jakin daiteke arroka eratu zeneko eremu magnetikoa zein izan zen.
- Adin bereko arrokek polaritate magnetiko bera dute.
- Arroak datatuz eta beren polaritate magnetikoa zehaztuz eraiki da polaritate magnetikoen denbora-eskala (ikus azken 5 M.u.ko zatia).



Lurraren egitura eta konposizioa

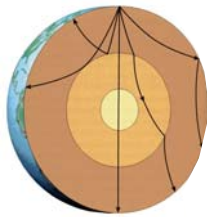
• Lurraren barneko ezagutza bertatik barreiatzen diren uhin sismikoen portaeran eta abiaduran oinarrituta dago.

- Uhin sismikoen norabidean edota abiaduran aldaketa bat dagoenean → arroken konposizio-aldaketan edota arroken portaera-aldaketan seinale (etenguneak).

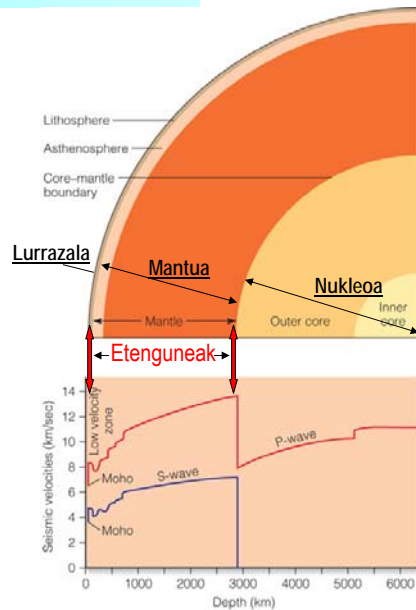
Planeta homogeneoa



Planeta heterogeneoa

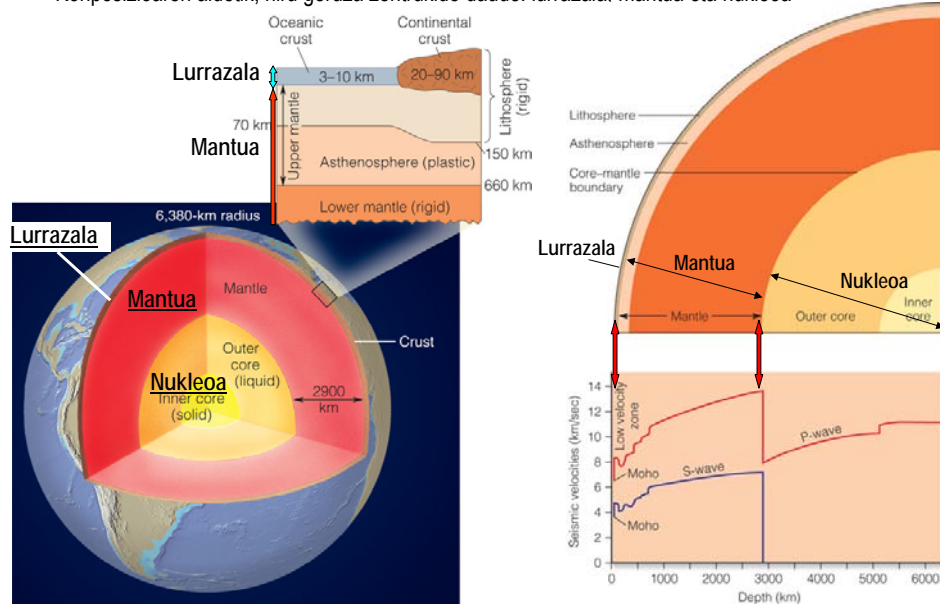


Uhinaren islapena eta errefrakzioa



© 2006 Brooks/Cole - Thomson

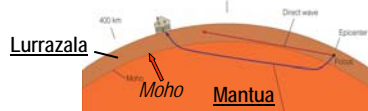
• Konposizioaren aldetik, hiru geruza zentrukide daude: lurrazala, mantua eta nukleoa



© 2006 Brooks/Cole - Thomson

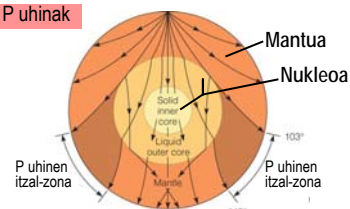
Etengune nagusiak:

Lurrazal-mantu muga (Mohorovičić etengunea, *Moho*): 6-30 km sakon.

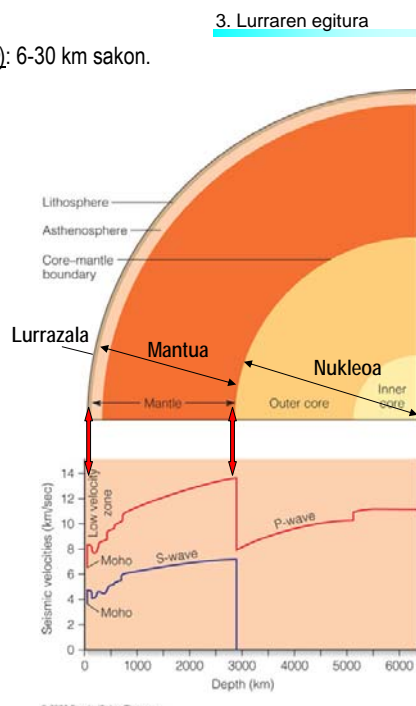
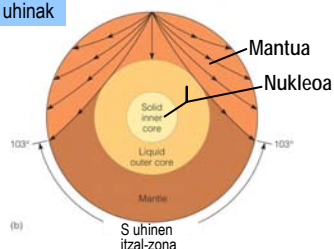


Mantu-nukleo muga: 2.900 km sakon.

P uhinak



S uhinak



• Lurrazala:

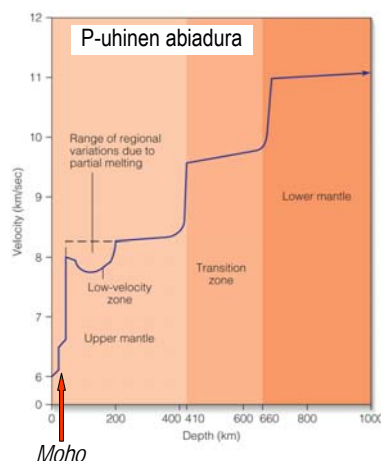
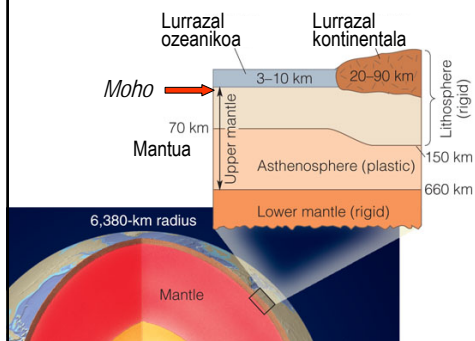
Beheko muga: Mohorovičić etengunea (edo *Moho*), 6-30 km sakon.

Lurrazal kontinental:

- Lodiera: 15-20 km-tik 70 km-ra.
- Konposizioa:
 - Goi-lurrazala: batez besteko granitiko (2,7 g/cm³).
 - Behe-lurrazala: batez besteko basaltiko (3,0 g/cm³)

Lurrazal ozeanikoa:

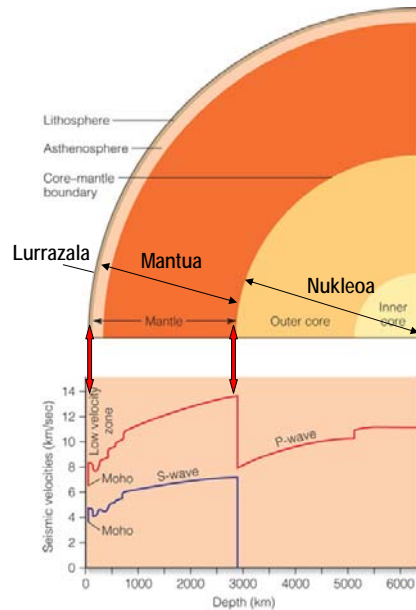
- Lodiera: 6-10 km.
- Konposizioa: batez besteko basaltiko eta gabroa (3,0 g/cm³)



3. Lurraren egitura

• Mantua:

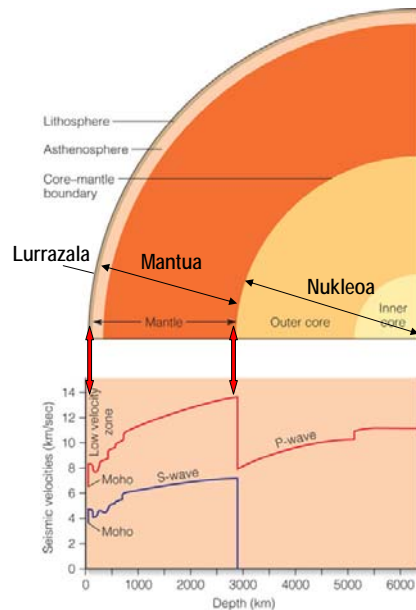
- Lurraren bolumenaren %80a, eta masaren %69a.
- Dentsitatea: $3,3-5,7 \text{ g/cm}^3$
- Beheko muga: Mantu-nukleo muga (2.900 km sakon)
- Portaera: solido moldakorra (konbekzio-korronteak).
- Konposizio kimikoa: homogeneoa (peridotita), baina mineral ezberdinak (uhin-abiadura ezberdinak).
- Astenosfera (abiadura txikiko zona).



3. Lurraren egitura

• Nukleoa:

- Lurraren bolumenaren %16a, eta masaren %30a.
- Kanpo-nukleoa:
Dentsitatea: $9,9-12,2 \text{ g/cm}^3$.
Egoera: likidoa, konbekzio-korronteak (geodinamoa).
Konposizioa: Fe, S, Si, Ni, K.
- Barne nukleoa:
Dentsitatea: $>12 \text{ g/cm}^3$.
Egoera: solidoa
Konposizioa: Fe, Ni.



3. Lurraren egitura

- Lurraren erreologia. Litosfera eta astenosfera:

Arroken portaera mekanikoan oinarrituta.

Litosfera:

- Portaera: solido zurruna.
- Osaera: lurrazala + mantuko alde gorena.
- Oina: 100-150 km (lit. kont.), 70-80 km (lit. oze.).
- Plaketan zatitua (plaka litosferikoak).

Astenosfera:

- Portaera: solido likatsua (ez zurruna).
- Osaera: solido + fusio partzialeko magma (abiadura baxuko zona).
- Oina: 660 km.

