

1.Gaia

Geologia: Lurra ikertzen duen zientzia da, lurra osatzen duten materialak eta bertan gertatzen diren prozesuak aztertzen ditu, lurraren jatorria eta eboluzioarekin batera. Zientzia bat denez, metodo zientifikoa erabiltzen du.

Geologiak 2 arazo ditu.

- **Espazioa:** Lurrazala soilik aztertu daiteke zuzeneko metodoak erabili.
- **Denbora:** Lurra zaharra da eta bertako prozesu geologikoak oso motelak dira, horregatik denbora geologikoa milioi urte da (Mu).

Lur sistema: Lurreko azpisisistemek osatzen duten sistema nagusia beraien elkareraginanen bidez.

Azpisisistemak/Osagarriak: Atmosfera, hidrosfera, litosfera, biosfera, mantua eta nukleoa.

Ondorioz, materia eta energia azpisisistema batetik bestera igarotzen dira, askotan ziklikoak diren prozesuak betez.

Lurraren energia iturriak: Barne beroa eta eguzkia.

- **Eguzkia:** Hidrosfera, litosfera eta atmosferako prozesua aktibatzen ditu.
- **Barne beroa:** Lur barneko prozesuak ahalbidetzen ditu.

Gizakiarekin harremanak: Geologiak eta gizakien egunerokotasunak askotan egiten dute topo.

- **Arrisku naturalak:** Sumendiak, lurrikarak, luiziak, uholdeak,...
- **Ingurunea:** Negutegi efektua, euri azidoa, kutsadura,...
- **Baliabideak:** Ura, mineralak, petrolioa, gasak, arroak, ...
- **Ezagutza akademikoak:** Lurra ulertzea da helburua.

Metodo zientifikoa: Zientziaren helburua unibertsoa ulertzea da. Gero ezagutza horrekin iragarri daiteke baldintza batzuetan zer prozesu gertatu daitezkeen.

- **Hipotesia:** Datuen azalpen logikoa emateko eginiko proposamena.
- **Teoria:** Moldaketak jasandako hipotesia, honek behaketa eta esperimendu ugari ugaritan oinarritzen da.
- **Paradigma:** Naturan elkarlotuta gertatzen diren prozesu askoren azalpenak ematen dituen fidagarritasun handiko teoria.

Plaken tektonika

Lurra era globalean ulertzea baimentzen duen paradigma da. Lurrean gertatzen diren hainbat prozesu azaltzen ditu.

Geologiaren aurrekariak eta garapen historikoa

- **XVII.mendea:** Geruzen gainjarpen printzipioa
- **XVII. mendea:** Katatstrofismoa, uniformismoaren printzipioa, neptunismoa eta plutonismoa. Denbora geologikoaren nagusitasuna defendatzen zuen Huttonek.
- **XIX. mendea:** Metodo zientifikoaren erabilpena hasi zen. Arroken sailkapena adinare arabera egin zuten lehenengoz. Darwinek eboluzioari buruzko bere teoria azaldu zuen.

- **XX.mendea:** Kontinenteen jitoaren teoria eta plaken tektonikaren paradigma azaldu ziren.

GEOLOGIAREN OINARRIZKO PRINTZIOAK

- **Aktualismoa/ uniformismoa:** Gaur egun gertatzen diren prozesu eta legeak iraganean ere gertatzen ziren, intentsitate eta maiztasun ezberdinekin. Lehenenago hauek iraganeko maiztasun eta intentsitate berarekin gertatzen zirela uste zen baina hori jada baztertuta dago.
- **Parsimoniaren printzipioa:** Posible diren hipotesien artean sinpleena da hoberena.
- **Geruzen gainjarpenaren printzipioa (Steno, 1669)**
- **Jatorrizko horizontaltasunaren printzipioa (Steno, 1669)**
- **Geruzen albo-jarraitasunaren printzipioa (Steno, 1669)**
- **Segida faunistikoaren printzipioa (Smith, 1790)**
- **Elkar-ebaketen printzipioa**
- **Inklusioen printzipioa**

2. gaia: DENBORA GEOLOGIKOA

Lurra sortu zenetik gaur eguneraino igarotako denbora da. Arazo bat zen lurraren adina zehaztea, XVIII. mendera arte lurraren adina oso txikia zela uste zen. XX. mendean lehenengoz lurraren adina kalkulatu ahal izan zuten arroken adina kalkulatu. Horretarako arroketan dagoen erradioaktibitatea baliatu zuten.

Arroken datazioa: Arroken adina kalkulatzeko egiten diren kalkuluak dira.

- **Erlatiboa:** Zenbait arroken arteko adina da, zein arroka den gazteagoa eta zaharragoa adieraziz.
- **Absolutua:** Arroken adin zehatza esatean datza.

DATAZIO ERLATIBOA

Geologiaren oinarriko printzipioetan oinarritzen da:

Geruzen gainjarpen printzipioa: Geruza segida batean geruza bat beti da berriagoa azpikoa baino eta gainekoa baino zaharragoa.

Jatorrizko horizontaltasunaren printzipioa: Geruzak horizontalki metatzen dira. Honek ondoren deformatu egin daitezke.

Albo jarraitasunaren printzipioa: Sedimentu geruza bat albora eta norabide guztietan zabaltzen da amaitu arte. Hauek, mehetzen joatean edo erliebe baten aurka jotzen direlako amaitzen dira.

Elkar ebaketa printzipioa: Elkar ebakitzen diren egituretatik mozten duena berriagoa da moztuta dagoena baino.

Inklusioen printzipioa: Arroka geruza batean beste arroka baten zatiak badaude, zatiak geruzak baino zaharragoak dira.

Segida faunistikoaren printzipioa: Fosilen espezieak arroketan orden jakin batean eta aldaezin batean agertzen dira. Espezie bakoitza denboraren une jakin batean agertu eta desagertu direlako espezieak. Honela korrelazioak egin daitezke arroka ezberdinen artean.

Etengune estatigrafikoak: Geruza-segida bat igarotako denboraren erregistroa da, baina batzuetan denbora tarte handiak gera daitezke erregistratu gabe. Erregistro-hutsune hauei etengune estatigrafikoak deritze.

Eskala kronoestatigrafikoa: Arroka adinaren arabera ordenatzen dituen eskala grafikoa.

DATAZIO ABSOLUTUAK

Zenbat mineralen erradioaktibitatean oinarritzen da. Hauek, desintegratzen joaten direnez, horretan oinarrituta mineralen adina eta beraz arroka ere kalkulatu daiteke. Isotopo erradioaktiboek erradiazioa askatuz beraien konfigurazioa aldatzen dute elementu berriak sortuz. Isotopo hauek desintegratzeko abiadura jakin bat dute. Isotopo hauek desintegratzean atomo eratorriak sortzen dira. Jatorrizko isotopo kopurua erdira jeisteko behar den denborari erdibizitza deritzo.

Adierazpen matematikoa:

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left(\frac{E}{J} + 1 \right)$$

t: denbora

λ : Desintegrazio-konstantea ($\lambda = 0,693/\text{erdibizitza}$)

J: jatorrizko isotopoen kopurua

E: isotopo eratorrien kopurua

Metodo hori aurrera eramateko bi baldintza bete behar dira.

1. Minerala sortzean isotopo denak jatorrizkoak izan behar dira.
2. Minerala sortu denetik isotopoen ihesik eta sarrerarik ez izatea.

Datazio erradiometrikorako arroka motak

Igneoak eta metamorfikoak: Mineral erradioaktibo ugari daude. Oso aproposak dira datazio horretarako.

Sedimentarioak: Mineral erradioaktibo gutxi daude, gainera horietako asko beste arroka batzuegandik eskuratuta daude. Beste arroken zatiekin osatuta daudelako. Hauen adina zeharka kalkulatu da. Adin absolutuaren zati bat edo tarte bat emanez.

3.Gaia: Lurraren egitura

EGUZKI SISTEMAREN SORRERA

Unibertsoa duela 15 000 Mu sortu zen. Big Bang-aren ondorioz. Bertan energia eta materia osoa puntu batean bilduta zegoen. Puntu horretan leherketa bat izan zen energia eta materia hedatuz. Materia horrek galaxiak sortu zituen.

Ebidentziak daude teoria hori baieztatzen dutenak, unibertsoko materia hedatzen hari da. Gainera hondoko erradiazioa geratzen da oraindik, izan ere, erradiazio gabeko espazioko tenperatura 0°C beharko luke, baina gaur egun 2°C inguruko tenperatura egiten du espazioan. Hori erradiazio eta energiaren adierazle dira.

Eguzki sistema duela 4600Mu inguru sortu zen.

Esne bideko nebulosa bat erakurpen indarren ondorioz pilatzen joan ziren. Materia gehiena erdigunean pilatu zen, hau uzurtzean errotazio azelerazioa azaldu zen, horrek nebulosak forma diskoidalak hartzea ekarri zuen. Materialak pilatzen jarraitu zuen, eta proto-eguzkia sortu zen. Proto-eguzkiaren inguruan sortutako material eraztunetan planetesimalak sortu ziren. Proto-eguzkiak uzurtzen jarraitu zuen, honek bere dentsitatea altutu zuen eta horrekin batera bertako tenperatura ere igo zen. Tenperatura horrek 1×10^6 °C iristean fusio nuklearrak hasi ziren, honek energia askatzen du eta honela eguzkia sortu zen.

Bitartean, planetesimal txikiak elkartuz gero eta handiagoak egin ziren gaur egungo planetak sortu ziren.

LURRAREN SORRERA

Duela 4600 Mu sortu zen Lur planeta. Planetesimal bakoitzak material nahiko zuen planeta bat sortzeko. Hasiera batean lurra hotza zen eta dentsitate uniformekoa. Baina, lurra berotze prozesu bat jasan zuen, honek hiru arrazoi izan zituen. Kontzentrazio grabitatorioa, meteoritoen talkak eta desintegrazio erradiaktiboa.

Berotzeak materialen fusioa eragin zuen. Fusio horren ondorioz materialak dentsitatearen arabera antolatu ziren, geruzak sortuz planetaren barnean. Material arinenak kanpoaldean garatu ziren, atmosfera, hidrosfera eta litosfera sortuz.

PLANETAREN EZAUGARRI FISIKOAK

Lur planeta oso dinamikoa da. Lurraren azaleko prozesu geologiko nagusiak lurraren barneko prozesuen bitartez gobernatuta daude. Barne egiturak prozesu geologikoak bultzatzen ditu, lurraren barne beroak aktibatzen ditu prozesu horiek.

Lurraren barne beroa: Barne beroak hainbat iturri ditu.

- **Barne beroa:** Lurraren hasierako presioaren handitzeak eta meteoritoen talka ugariak eragindako beroa.
- **Desintegrazio erradiaktiboa:** Isotopo ez egonkorren fisioan askatzen den beroa.
- **Nukleoko burdin likidoaren kristaltzea:** Nukleoan presioaren ondorioz bertako burdinak kristal egoerara pasatzean askatzen duen beroa.

Gradiente geotermikoa: Sakoneraren arabera tenperatura aldatzen da, baina aldakortasun hori ez da uniformea. Hasierako lehen 100km etan sekulako igoera dago, kilometroko 30°C igotzen da. Kilometro horretatik aurrera kilometroko gradu bat soilik igotzen da.

Bulkanismoa: Barne beroaren kanpoko adierazpena da. Astenosferako arroak partzialki urtuta daude magma likidua sortuz. Magma hori zartaduretatik igo eta azaleratzea da bulkanismoa. Honek kanporatutako materiala hoztean arroka bolkanikoak sortzen ditu.

Lurrikarak: Lurraren astindu edo dardara da. Lurraren barneko arroak deformatu egiten dira era motel eta jarraian, baina puntu baten apurkorrak bilakatzen dira. Lur barneko indarrek arroak deformatu egiten dituzte, horren ondorioz berta energia pilatzen da. Momentu batean deformazio hori arroken erresistentzia baino altuagoa izaten da eta hauek haustu eta desplazatu egiten dira, energia hori askatuz. Energia horrek sortzen du lurrikara, honen ostean arrokek hasierako forma berreskuratze dute.

- **Uhin sismikoak:** Askatutako energiaren bidez hedatzen diren uhinak dira. Norabide guztietan zabaltzen dira hipozentrotik. Hipozentrotik gertuen dagoen lurrazaleko puntuari epizentroa deritzo.
 - *Gorputz uhinak:* Gorputzaren zehar lur barnetik eratzen diren uhinak dira.
 - Uhin primarioak (p uhinak): Materialen higidura uhinen norabide berean izaten da. Solido eta likidoetan barreiatzen direnak dira eta gainera azkarrenak ere badira.
 - Uhin sekundarioak (s uhinak): Materialen higidura elkartuta da uhinen norabidearekin. Solidoetatik soilik barreiatzen dira eta motelagoak dira.
 - *Gainazal uhinak:* Rayleigh eta Love uhinak dira. Guztietan suntsikorrenak dira anplitude handia dutelako. Denetatik motelenak dira.
- **Uhin sismikoen neurketa:** Sismografoaren bitartez neurtzen dira uhin sismikoak. Bertan bildutako datuekin kalkulatu daiteke hipozentroa zenbat distantziatarago dagoen, eta hainbat sismografo erabilia nun kokatu den hipozentroa.

Lurrikarak ez dira edozein lekutan gertatzen, plaken arteko mugetan gertatzen dira. Plaken higidurak deformatu egiten dituelako arroak.

LURRAREN MAGNETISMOA

Lurraren kanpo nukleoak iman erraldoi batek bezala funtzionatzen du. Indar magnetiko horiek ezkutu gisa jokatzen dute. Kanpo nukleoa burdin likidoz osatuta dago, burdina egoera horretan oso eroale ona da, eta gainera bertako berotasunak konbekzio korranteak sortzen dizkio. Mugimendu horrek sortarazten du eremu magnetikoa.

Lurraren eremu magnetikoa aspalditik existitzen da eta aldatzen joan da urteetan zehar. Gaur egun, indar magnetikoa iparretik sartzten eta hegoaldetik irteten da, polo magnetikoak ez datoz bat polo geografikoarekin, bien arteko angelua 11°-koa delarik.

Arroak sortzerakoan bertako mineral ferromagnetikoak momentuko indar magnetikoen arabera kokatzen dira eta orientazio hori arrocketan gordetzen da. Beraz, arroako mineral horiek aztertuta jakin daiteke zein zen arroka sortu zeneko eremu magnetikoa. Horregatik adin berdineko arrokek polaritate bera dute.

LURRAREN EGITURA ETA KONPOSIZIOA

Lurraren barneko ezagutza bertatik igarotzen diren uhin sismikoen arabera da. Uhin sismikoen norabidean edota abiaduran aldaketa bat dagoenean arroken konposizioan edota egoeran aldaketa bat dagoelako da.

Lurrean konposizio aldetik hiru geruza bereizten dira, lurrazala mantua eta nukleoa. Geruza hauen artean etenguneak daude.

- **Mohorovičić etengunea:** Lurrazala eta mantuaren artean kokatzen den etengunea da 6-30 km inguruko sakoneran dago.
- **Mantu-nukleo muga:** 2900 kmko sakoneran kokatzen den etengunea da.

Lurrazala

Azalaren dagoen geruza da, bi motatakoa izan daiteke.

- **Lurrazal kontinental:** 15-70 km bitarteko lodiera du, bere konposizioaren arabera bi zatitan banatu daiteke.
 - *Goi lurrazala:* Batez besteko granitikoa.
 - *Behe lurrazala:* Batez besteko basaltikoa.
- **Lurrazal ozeanikoa:** 6-10 km bitarteko lodiera du, batez besteko basaltiko eta grabroz osatuta dago

Mantua

Lurraren bolumenaren %80a da eta masaren %60a. Dentsitate altuko gunea da, geruza homogenea da eta perioditaz osatuta dago. Bertan, materiala mugitzen solido moldakorrez osatuta dagoelako konbekzio korranteak sortuz.

Nukleoa

Lurraren bolumenaren %16a eta masaren %30a da. Konposizioaren arabera bi alderdi bereizten dira:

- **Kanpo nukleoa:** Geruza likidua da, bertan batez ere burdin funditua dago. Bertan konbekzio korrontean daude, hauek sortzen lurraren indar magnetismoaren aldaketak.
- **Barne nukleoa:** Egoera solidoan dagoen geruza da, bertan tenperatura eta presioa altuagoak. Burdinez eta nikelaz osatutako geruza da, izaera mekaniko eta fisiko desberdinak ditu kanpo nukleoarekin alderatuta.

LURRAREN ERREOLOGIA

Izaera fisiko eta mekanikoen arabera sailkatzen dira geruzak.

Litosfera

Portaera solidoa du, hau da, egoeran solidoan dagoen geruza bat da. Lurrazala eta mantuko alde gorena hartzen ditun geruza da. Geruza hau plaka litosferikoetan zatituta dago.

Astenosfera

Portaera solido likatsua duen geruza da. Geruza biguna, ez zurruna eta plastikoa da, horregatik portaera ezberdina du litosferarekiko. Bertan kristal batzuk eta berain artean magma aurkitzen dugu, horrela lortzen du likatasun hori. Geruza honen egoera oso garrantzitsua da prozesu geologiko gehienak azaltzeko.

4. Gaia: Plaken tektonika

AURREKARIAK

Teoria honek aurrekariak izan ditu historian zehar.

XVI.mendetik aurrera: Mende honetan jabetu ziren Afrikak eta Hego Amerikako lurraldeak osagarriak zirela. Gainera Ipar Amerika eta Europaren lurraldeekin gauza bera gertatzen zela ere jabetu ziren. Behin horretaz jabetuta, argi dago lehen masa bakarra osatzen zutela eta denborarekin masa hori apurtu eta banatu egin dela.

Wegener-en teoria, kontinenteen jitoaren teoria:

Antartidako glaziarren mugimenduan oinarrituta kontinenteen jitoaren teoria plazaratu zuen. Bertan esaten zuen, duela 200 Mu. kontinente guztiak masa kontinental bakarrean zeudela eta denborarekin banatzen joan direla. Hori frogatzeko hainbat frogak aurkeztu zituen.

- **Kontinenteen eite osagarria:** XVI.mendean ikusi zen bezala atlantikoko bi aldeetako kontinenteen itxurak bat egiten zuen, puzzle ateko piezek bezala.
- **Kontinenteen arroka-segiden antzekotasuna:** Segida estratigrafiko antzekoak daude kontinente ezberdinetan, baldintza berdintsuetan eta adin berdinean sortutako arroak.
- **Jarraipen estrukturala:**
- **Glaziarren banaketa:** Paleozoiko garaiko glaziazioan sortutako glaziarrek lurrazalean marra batzuk utzi zituzten. Marra horiek aztertzean garai hartako izotzaren nondik norakoak ikusi daitezke, kontuan izanik glaziarretako izotzek joera jakin bat dutela mugitzeko orduan. Hauek, glaziarren ertzetara higitzen dira, ondorioz garai hartan izotz masa bakar batek estaltzen zuen gaur egungo kontinenteen hegoaldea.
- **Datu paleontologikoak:** Genero bereko eta fosil berak kontinente ezberdinetan aurkitzen dira, gaur egun kontinente horiek oso urruti daude, eta ezinezkoa izango litzateke hauetan espezie berak aurkitzea. Beraz, fosil berak kokatuta dauden eremuak noizbait oso gertu egon zirela ondorioztatu daiteke.

Teoria hau ez zen onartu kontinenteen mugimendua azaltzeko mekanismoa ez zelako argitu. Wegenerrek, kontinenteek lurrazal kontinentalaren gainean flotatzen ari zela esan zuen, lurrazal horren dentsitatea handiagoa zela esanez. Mugimendua berriz lurraren errotazioaren eta merea indarren ondorio zela esan zuen.

KONTINENTEEN JITOAREN ONARTZEA

1970ko hamarkadan onartu zen Wegenerrek aurkeztutako teoria, ikerketa berriek ukaezinezko frogak ekarri zituztelako:

- **Litosfera eta astenosfera:** Litosferak izaera zurruna duen geruza izanik, bertan kokatzen dira plaka litosferikoak, eta hauek astenosferaren gainean daude kokatuta. Astenosferak izaera likatsua duenez, esan daiteke litosferako plaka bere gainean "flotatzen" dutela.
- **Paleomagnetismoa:**

- *Polo magnetikoen bidaia:* Arrokek solidotzean momentu horretako indar magnetikoa gordetzen dute. Indar hori aztertuz eta arroken latitudea kontuan izanik garai horretako polo magnetikoa arroka horiekiko ze puntutan zegoen kalkulatu daiteke. Adin bereko bi arrokek indar magnetiko bera izan beharko lukete eta biek beraien polo magnetikoa nun zegoen esango dute. Beraz, polo magnetikoarekiko kokapenak aztertuz une horretan Kontinenteek zeukaten kokapena ondorioztatu daiteke.
- *Hondo ozeanikoaren anomalia magnetikoak:* Hondo ozeanikoko arrokek magnetizatuta daude, bertan polaritate arrunta (gaur egungoa) eta alderantzizkoa txandakatzen dira. Gainera, txandakatze gandor ozeanikoarekiko simetrikoki daude kokatuta.

PLAKA TEKTONIKOAK ETA BERAIEN ERTZAK

Prozesu geologiko ugari plaka tektonikoen mugimenduak eragiten ditu. Paradigma honek kontinenteen jitoa eta beste hainbat prozesu batzen ditu, mendikateen sorrera, lurrikarak, etab.

Litosfera ez da geruza jarrai bat, honek zazpi zati handi eta dozena bat zati txiki ditu. Gainera, plaka hauek mugimenduan daude, bakoitza noranzko ezberdin batean.

Plaka hauek hiru motatakoak izan daitezke bertako litosferaren arabera.

- **Plaka ozeaniko:** Litosfera ozeanikoaz soilik osatuta dagoen plaka da. Ozeano bareko plaka da mota honetako plaka litosferiko bakarra.
- **Plaka mistoak:** Litosfera ozeanikoz zein kontinentalez osatutako plakak dira. Gainontzeko plaka litosferiko guztiak mota honetakoak dira.
- **Plaka kontinentalak:** Litosfera ozeanikoz soilik osatuta dagoen plaka da. Gaur egun ez dago mota honetako plaka litosferikorik.

Plaka litosferikoak etengabe mugitzen ari dira, horrek beraien arteko ertzei jarduera geologiko handia ematen die. Gainera ertz hauek hiru motatakoak izan daitezke plakek bertan duten joeraren arabera.

Plaka litosferikoen ertzak

- **Muga edo ertz dibergenteak:** Ertz eraikitzaileak ere esaten zaie. Bertan, bi plaka litosferiko urruntzeko joera dute gune horretan hutsune bat sortuz. Hutsune hori astenosferako magmarekin betetzen da eta hura hoztean arroka bolkanikoak sortzen dira. Arroka horiek litosferara atxikitzen dira litosfera berria sortuz. Prozesu honen bidez ozeanoak zabaldu egiten dira.
 - Zabaltze abiadura ezberdinak izan daitezke gunearen arabera (2-20cm/urteko).
 - Muga hauetan gandor ozeanikoak sortzen dira, egitura oso luzeak dira (80.000 km).
 - Litosfera ozeanikoa gandorretik urrundu ahala gero eta zaharragoa eta sakonago kokatzen da. Gandor inguruko arrokek tenperatuta handiagoa dutenez dentsitate txikiagoa dutelako.

Ozeanoak ez dira oso zaharrak, izan ere litosfera ozeaniko zaharrenak 180 Mu inguru ditu, hauek ertz konbergenteetan desagertzen direlako.

- **Muga konbergenteak:** Ertz suntsitzaileak ere esaten zaie. Urbiltzeko joera duten plaken ertzetan sortzen diren mugak dira. Bertan, plaka bat beste baten azpian sartzen da subdukzioa sortuz. Orduan, plaka mantura iristean berotu eta suntsitu egiten da. Urbiltzen diren plaken konposizioaren arabera hiru motatakoak izan daitezke.
 - *Ozeaniko-ozeaniko:* Litosfera ozeanikoa beste litosfera ozeaniko baten azpian sartzen da.
 - *Ozeaniko-kontinental:* Litosfera ozeanikoa kontinentalaren azpian sartzen da. Litosfera ozeanikoak dentsitate handiagoa duenez bera izango da subdukzituko dena arinagoaren azpian.
 - *Kontinental-kontinental:* Ez da erraza plaka kontinental bat beste baten azpian sartzea, bertan subdukzioa oso txikia izaten da, beraz, litosferak tolestu egiten dira orogenia sortuz.

Uraren presentzian arroken fusio tenperatura jaitsi egiten da, magma sortuz. Horrek magmatismoa eragiten du ingurune horretan eta sumendiak sortzen dira. Horregatik litosfera ozeanikoa subdukzitzen den gunetan sumendiak sortzen dira.

Itsas inguruan litosfera ozeanikoa subdukzitzean fosa ozeanikoak ere sortzen dira, Hauek oso luzeak eta sakonak izaten diren egiturak dira. Gainera lur azaleko leku deprimitu eta sakonenak dira (11.022m).
- **Muga transformatzaileak:** Plaka litosferikoak paraleloki higitzen dira baina aurkako noranzkoetan. Bertan ez da litosfera suntsitzen ezta sortzen. Horrelako egitura gehienak gandor ozeanikoetan kokatzen dira. Baina litosfera ozeaniko zein kontinentalean gertatzen dira.

WILSON-EN ZIKLOA

Honek azaltzen du, ozeanoen ireki, zabaldu eta itxi egiten direla era ziklikoan. Zikloa bost urratsetan gertatzen dela esan daiteke eta urrats horiek bi fasetan banatu daitezke.

- **Irekitze fasea:**
 - Plaka kontinentalaren azpitik astenosferako luma bero bat igotzen hasten da. Luma horrek inguruko litosfera berotzean, litosfera konkortu egiten da. Horrek litosfera failatzea eta mehetzea eragiten du. Prozesu horrek depresio bat sortzen du eta gainera astenosferako lumak failak aprobetxa ditzake sumendiak sortzeko.
 - Momentu batean plaka bakarra zena bi plaka litosferikotan banatzen da. Banatze puntu horretan litosfera ozeanikoaren sorrera hasten da eta horrek gandor ozeanikoa sortzen du.
 - Gandor horretatik ozeanoa zabaltzen joango da, bana momentu batean hurbiltze prozesua hasiko da.
- **Ixte fasea:**
 - Hurbiltze horrekin subdukzio gune bat sortuko da, honela ozeanoaren zabalera txikitzen joango da. Behin bertako litosfera ozeaniko dena desagertu denean bi plaka litosferiko parez pare geratuko dira.
 - Arro ozeanikoa ixtean talka kontinental gertatzen da bi plaka kontinental horien artean. Honek subdukzio eremu oso txikia eta orogenia sortzen du eta bi plaka litosferiko horiek berriz masa kontinental bakarra eratuko dute.

PLAKA-TEKTONIKAREN MOTOR ERAGILEA

Plaka litosferikoen mugimendua lurraren barne beroaren eta plaketako indarren ondorioak dira.

- **Lurraren barne beroa:** konbekzio korranteak sortzen ditu eta hauek sortutako korranteek plaka litosferikoak mugitzen dituzte. Gandor ozeanikoetan konbekzio korranteek gora egiten dute eta subdukzio eremuetan behera. Plaka litosferiko bakoitzaren azpian korrante bat aurkitzen da.
Batzuen esanetan konbekzio korranteak astenosfera soilik gertatzen dira. Beste batzuek aldiz uste dute konbekzio korranteak mantu osoan gertatzen direla, hauek P uhinekin eginiko frogak aurkeztu dituzte, baina ez dago ezer argi.
- **Plaketako indarra:** Maila txikiago batean bada ere, plaketan bertan dauden indarrek ere plaken mugimenduan eragina daukate. Adib. Gandorreko bultzada indarrak eta plakako tirada indarrak.

5.Gaia: Plaka tektonika eta bere inplikazioak

Plaka tektonikak izugarritzko eragina dauka inguruko prozesuetan, bai geologiko bai beste eremu batzuetakoetan.

HONDO OZEANIKOEN ZABALKUNTZA

Ozeanoen litosfera zabaltzean, ozeanoak zabaltzen dira. Bertako dortsaletan magma azaleratzen da eta hori hoztean arroka magmatikoak sortzen dira. Arroka horiek atxikitu egiten dira litosfera ozeanikora. Gainera arroka horiek magnetizatu egiten dira momentu horretako eremu magnetikoaren arabera, prozesu hau etengabeko prozesua denez, litosfera ozeanikoan etengabe aldatzen da bertako arroken magnetismoa.

Gandor ozeanikotik urrundu ahala arroak zahartu egiten dira, eta gazteenak sortu berriak gandor ozeanikoetan kokatzen dira.

Gandor ozeanikora hurbiltzean eta mozketa bat egiten gero, litosfera oso mehea ikusiko genuke (2km) eta gandorrean bertan oraindik meheagoa da (1km). Gandorrek hurbiltasun horren ondorioz oso bero daude. Gainera gandorreko faila eta zirrikituetatik ura sartzen da eta ur honek bertako mineralak disolbatzen ditu. Ur hori barneratzean eta berotzean gora jotzeko joera hartuko du. Beraz, ur bero hori gandor ozeanikotik oso bero irteten da. Horrek erretzaileak sortzen ditu, tximinia antzeko batzuk dira, bertatik ur beroa eta lehenago hartutako materialak edo mineralak kanporatzen dira. Tenperaturaren arabera bi sailkatzen dira.

- **Erretzaile beltzak:** Beroenak dira.
- **Erretzaile zuriak:** Apur bat hotzagoak dira baina 300°C ingurukoak.

Oso toxikoak dira ia bizidun denentzako bertan askatze diren mineralen ondorioz. Bertan, bakterio kimiosintetiko horiek bertako energia baliatzen dute beraien mekanismoa eta egiturak sortzeko. Bakterio horiekin sinbiosian bizi diren makro izaki bizidunak ere aurkitzen dira leku horietan. Leku hauek bizitzaren oasiak dira, inguruan oso izaki bizidun gutxi daude eta bertan sekulako biomasak aurkitzen dira.

DEFORMAZIOA ETA OROGENESIA

Muga konbergenteetan gertatzen dira batez ere, zonalde horietako konpresio indarren ondorioz. Konpresioa jasaten duen litosfera altxatu egiten da bertako arroak deformatu egiten dira. Gune horietako presio eta tenperatura handitze horiek metamorfismoa ekartzen dute, bertan dauden arroak eraldatuz. Gainera magmatismoa ere azaldu daiteke:

- **Barnean gelditzen bada:** Arroka magmatiko plutonikoak sortuz, hau da, intrusio plutonikoak sortuz.
- **Kanporatzen baldin bada:** Arroka magmatiko bolkanikoak sortzen dira, hau da, sumendiak sortzen dira.

Orogenietan hainbat prozesu ere gertatzen dira bertako arroekin:

- **Tolesteak:** Deformatutako arroek hartzen duten itxura da, bertan konpresio indarren ondorioz geruzak tolestu egiten dira

- **Failatzea:** deformatutako arroka hauek, haustura bat jasaten dute bertako konpresio indarrek eraginda.

Deformazio horiek plaka litosferikoetan zehar zabaldu daitezke gerriko baten antzera. Horren adibide da Alpetar Himalaia gerrikoa. Hau da azken gerriko orogenikoa da, historian zehar beste hainbat egon dira.

LURRIKARAK

Plaken mugimenduak eragindako prozesuak dira, bertan marruskadurak energia biltzen du eta hori askatzean gertatzen dira. Hauek, batez ere muga konbergenteetan gertatzen dira. Baina, gandar ozeanikoetan ere gertatzen dira, Leku horietan hainbat lurrikara pilatzen dira.

- **Muga konbergenteen lurrikarak:** Hipozentroa oso sakonak izan daiteke (0-700km). Hipozentroak definituz ikusi daiteke plano batean kokatzen direla. Plano hori, Beniof-en plano, plano okertu bat da, izan ere, plano hori bi plaken arteko muga da. Bertan gertatzen da marruskadura eta horren ondorioz arruntena da bertako arroak deformatzea eta haustea. Gainera plano horretan dentsitatea handiagoa da bertako materialen tenperatura baxuagoa delako, ondorioz bertatik P uhinak azkarrago higitzen dira. Muga horien ondorioz zonalde horietan tsunami ugari gertatzen dira.
- **Muga dibergenteetako lurrikarak:** Askoz ere urriagoak dira eta hipozentroa azalerago egon ohi da. Bertan sortzen diren hausturetan askatzen den energia askoz txikiagoa denez, magnitude txikiagoko lurrikarak gertatzen dira.
- **Muga transformatzaileen lurrikarak:** Sakonera txikiko hipozentroak egoten dira. Bertan denetariko magnitudeko lurrikarak gertatu daitezke.

TSUNAMIAK

Muga konbergenteetan sortzen dira normalean. Muga horietako plakek ezin dutenez irrista egin eta horren ondorioz bertako arroak deformatu egingo dira. Baina ez dago mugimendurik ukipen horretan. Momentu batan indar horiek arroken erresistentzia baino handiagoa denean failak sortzen dira. Mugimendu bizkor horrek gaineko ur masa goraka bultzatzen du. Honela sortzen dira olatu erraldoiak. Olatu hori noranzko denetan zabaltzen da abiadura oso bizian.

Kostara iristean, bere eragin kaltegarriak oso suntsikorrak dira. Inoiz gertatutako tsunamirik handiena Chileko kostan gertatutako lurrikara baten ondorioa izan zen. Gune hori subdukzio gunea dena da, bertako lurrikara horrek sekulako olatua sortu zuen, ozeano Bare dena zeharkatu zuen. Gainera ozeanoak sekulako abiaduran zeharkatzen ditu, Chileko tsunamiak 17 ordu behar izan zituen Asiako kostaldera iristeko.

SUMENDIAK ETA MAGMATISMOA

Hiru muga motetan ematen dira, baina nagusiki muga dibergente eta konbergenteetan agertzen dira. Gainera, hauek plaka baten barnean ere azaldu daitezke. Gaur egun, askoz sumendi gehiago daude ur azpian gainazalean baino, izan ere gandar ozeanikoak sumendiz josita daude.

- **Muga dibergenteetako sumendiak:** Litosfera oso mehea denez, astenosfera oso gertu dago. Bertako, magma litosferako zartadura eta failetatik magma sartu egiten

da, magma hori azaleratzen bada sumendiak sortzen dira. Gainontzekoek intrusio magmatikoak sortzen dituzte litosferan, gehienak dikeak dira.

- *Arroka estrusiboak*: Lurrazalean sortzen diren arroka magmatikoak.
- *Arroka intrusiboak*: Litosferaren barnean hozten den magmak sortutako arroka magmatikoak dira.

Hauetan magma basikoa edo mafikoak azaltzen da, eta hauek sortutako arrokek kolore iluna izan ohi dute. Hau bere konposizioaren ondorioa da. Arroka hauek kuxin itxura hartzen dute askotan hoztean.

Beste gune batzuetan gandor ozeaniko hori azaleratuta dago Islandiako kasuan bezala, hau, erupzio baten ondorioz materiala pilatzean uharte bolkaniko bat sortu daiteke.

- **Muga konbergenteetako sumendiak**: Litosfera ozeanikoa subdukzitzean bertan ura ere sartzen da eta horrek arroken urtze puntua jaisten du. Horrek magma sortzen du eta horrek dentsitate txikiagokoa denez gora egiteko joera izango du. Magma horrek zartaduretatik eta failetatik igotzean batzuetan azaleratu egiten da eta sumendiak sortzen ditu. Bertako magma berriz, azidoa edo feltsikoa da, aurreko magmaren konposizio ezberdina dutelako. Horregatik bertan sortzen diren arroken kolorea argiagoa da.
- **Plaka barneko sumendiak**: Sumendi hauek luma bero baten ondorio dira. Hauek astenosferatik igotzen den oso masa beroa dago. Luma bero hori magmaz dago osatuta eta zutabe bat eratzen du. Luma hori azaleratzean sumendiak sortzen dira eta beste gune batzuetan intrusioak soilik gertatzen dira.

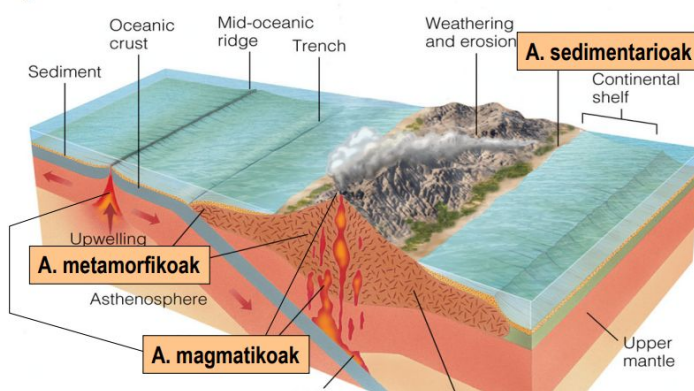
Kasu hauek berezitasun bat dute. Luma leku berean kokatzen da beti, baina gaineko plaka litosferikoa mugitzen ari da. Horregatik, luma horrek sumendi ezberdinak sortuko ditu plaka berean. Beraz, lumatik urrundu ahala gero eta arroka zaharragoak aurkituko ditugu eta aktiboak ez diren sumendiak.

Hawaii uhartean adibidea da garbiena. Gaur egun Hawaii uhartean dago luma hori kokatuta baina gainontzeko uharte denak luma berak sortutako uharte bolkanikoak dira. Bertako magma basikoa da eta horrek arroka ilunak sortzen ditu.

ARROKEN ZIKLOA

Plaken tektonika oso aktiboa da arroken zikloan.

- Arrokak sailkatzen dira eraketa-prozesuaren arabera: magmatismoa (arroka magmatiko edo igneoak), metamorfismoa (arroka metamorfikoak) eta sedimentazioa (arroka sedimentarioak).
- Prozesu hauek eta arrokak ziklo batean (arroken zikloa) biltzen dira, plaka-tektonikak gobernatua.



ITSAMAILAREN ALDAKETAK

Plaken tektonikak lokalki eta globalki aldatu dezake itsasmaila. izan ere, geologikoki itsasmaila beti dabil mugimenduan gora eta behera.

- **Hedakuntza azkarra:** Hondo ozeanikoaren hedakuntzan sortutako gandorrek hazkuntza handia baldin badaukate, hau da, bertako aktibitatea oso handia denean hau hazi egiten da eta urak leku gutxiago izango du gunee horretan. Ondorioz, ura gora egingo du kostaldean.
- **Hedakuntza motela:** Hondo ozeanikoetako gandorrean aktibitatea gutxitzen bada, hau txikitu egingo da eta bertako materialek behera egingo dute. Ondorioz, itsasmailak behera egingo du urak leku gehiago izango duelako inguru horretan.

BIOGEOGRAFIA ETA EBOLUZIOA

Plaken aldaketek izaki bizidunetan ere aldaketak eragiten dituzte. Gaur egun izaki bizidunek banaketa geografiko zehatz bat dute. Izan ere, izaki bizidunek barrera batzuk dituzte beraien bizitza aurrera eramateko. Barrera horiek geografikoak, klimatikoak, etab. izan daitezke. Horregatik antolatzen dira probintzia biotikoetan.

Plaken tektonikak barrera klimatiko eta geografikoak kontrolatzen ditu. Izaki bizidunen dibertsitatea handiagoa da probintzia biotiko asko daudenean. Espezie gehiago egoten dira probintzia biotiko asko badaude.

Kontinenteak banatzean, barrera berriak sortzen dira eta barrera horiek dibertsitatea dakarte. Baina kontinenteak elkartzean barrerak gutxiago daude eta horregatik dibertsitate biologikoa txikiagoa da.

6.Gaia: Lurraren materialak

LURRAREN OSAERA ELEMENTALA

Lur planeta materiaz dago osatuta, eta materia hori elementu kimikoz osatuta dago. Gaur egun 94 elementu ezagutzen dira naturan agertzen dira. Baldintza oso berezietan laborategian sortutako elementu batzuk ere badaude. Elementu bakoitza atomoz dago osatuta, hori da materiaren unitate oinarritzkoena. Elementu deak ez dira proportzio berean azaltzen lurrian. Lurrazalaren osaera.

- Oxigenoa
- Silizioa
- Aluminioa
- Burdina
- Sodio
- Potasio

Gainontzeko elementuak oso urriak dira lurrazalean, baina horiek oso garrantzitsuak izan daitezke gizakiarentzat.

Lurraren zati solidoko materia gehiena mineralez osatuta dago.

MINERALAK

Zer da mineral bat? Solido natural homogenea, prozesu ez-organikoz eratua, konposizio definitua eta antolamendu atomiko ordenatua dituena.

Mineral bat beti solidoa izan behar da, likido edo gas egoerako egiturak ez dira mineralak. Naturalki sortu behar dira, hau da, ez da gizakiak artifizialki sortutakoa. Homogenea izan behar da, bere barneko ezaugarriak homogeenak izan behar dira. Prozesu ez organikoz osatuak izan behar dira, baina badaude salbuespenak, eskeletoak, etab. horiek izaki bizidun batek sortutakoak dira baina mineral kontsideratzen dira. Konposizio kimikoa ez da guztiz itxia edo bakarra, oinarritzkoa bai da jakina baina beste elementu batzuk ager daitezke. Egitura atomiko ordenatua izan behar dute, hau da, bere atomo ezberdinek ordenamendua geometrikoa izan behar da. Egitura kristalinoa izan behar du mineral batek.

Mineralen sorrera

Laba hoztean sortzen dira batzuk, laba likidoan dauden atomoak hozten jan ahala elkartzen joaten dira eta horiek egitura kristalinoak eratzen joaten dira. Laba gero eta hotzago egon orduan eta mineral gehiago izango ditugu eta kristal handiagoak sortuko dira. **AMaitu barik**

Lurrazalaren mineralak

Mineralak beraien konposizioaren arabera bi taldetan banatzen dira.

- **Silikatoak (%92):** Ugarietak dira, hauek , silizio eta oxigeno anioiez osatuta daude.
- **Ez- silikatoak (%8):** Gainerako konposizioa duten mineralak dira. Hauetan azpitalde ezberdinak daude:

- *Karbonatoak*: CO₃ anioiak dituzte konposizioko oinarri gisa. Kaltzita eta dolomitak adibidez.
- *Haluroak*: Alogeno baten anioia du oinarri gisa. Halita,
- *Oxidoak*: O²⁻ anioia da oinarria. Bertan oxigenoa metal batekin elkartzen da.
- *Sulfuroak*: S anioia dute oinarria.
- *Sulfatoak*: SO₄ anioia da oinarria.
- *Elementu natiboak*: elementu soila bakarrik azaltzen duten mineralak dira.

Mineralen konposaketa

Mineralek propietate fisiko eta kimikoak dituzte, hauek, ezberdinak dira mineraletik mineralera. Hauetan oinarrituta hainbat gauzetan oinarritzen gara horiek bereizteko.

- **Forma**: Kristal forma dutenen harren hauek ezberdinak dira. Zilindrikoak, piramidalak, etab.
- **Simetria**: Mineralak simetrikoak dira eta simetria mota ezberdinak daude.
- **Distira**: Batzuk oso distiratsuak dira. Batzuk distira metalikoa dute, beraien konposizioan metal bat nagusi bada. Beste batzuk aldiz, distira apalagoa edo zetatsuak izan dezakete.
- **Kolorea**: Mineralek kolore ezberdinak dituzte.
- **Marraren kolorea**: Mineral hori gainazal gogorrago baten aurka igurztean bertan geratzen den hautsaren edo marraren kolorea baliatu dezakete. Horiek ezberdinak dira mineral bakoitzean.
- **Gogortasuna**: Mineral baten gogortasuna adierazteko Mohs-en eskala baliatzen da. Bertan gogortasuna 1etik 10era sailkatzen da, 1 bigunena izanez eta 10 gogorrena.
- **Esfoliazioa**: Mineral batek planoetan zatitzeko daukan joera da. Askotan mineralek planoetan apurtzeko joera izaten dute. Plano horiek adierazten dute atomoek mineral horretan duten egitura. Zenbat plano dauzakan mineral horrek eta plano horien arteko angelua.
- **Apurketa**: Mineral batzuk ez dira planotan apurtzen.
- **Pisu espezifiko**: Mineral baten duen pisua urarekiko.
- **Ezaugarri optikoak**: Mineral batzuk ezaugarri optiko ezberdinak dituzte, adib. kaltzitak.
- **Eferbeszentzia**: Mineral batzuk azidoarekiko erreakzionatzen dute. Oso metodo erabilia da.
- **Magnetismoa**: Mineral batzuk magnetikoak dira, iman bat baliatuz jakin dezakegu ea mineral hori magnetikoa den.

Silikatoak

SiO₄ Hauek, tetraedro itxura hartzen dute eta hainbat modutan jokatu dezakete.

- **Nesosilikatuak**: tetraedroak ez dira beraien artean elkartzen.
- **Inosilikatoak**: tetraedroek kate bat osatzen dute.
- **Filosilikatuak**: egitura honetan xafletan antolatzen dira.
- **Tektosilikatuak**: tetraedroek hiru dimentsioko egiturak osatzen antolatzen dira.

Hauek formula orokor bat daukate: X_mY_n(Z_pO_q)W_r, non,

X= Katioi handiak

Y= Katioi ertainak

Z= Silikatoak

O=Oxigenoa

W= Talde anioiak

Gainera silikatoek beraien konposizioaren arabera bi talde ezberdin dituzte.

- **Silikato ferromagnesiotsuak:** Burdin eta magnesio ugariko mineral ilunak dira.
- **Silikato ez ferromagnesiotsuak:** Hauek burdin eta magnesio gutxiago dutenez, kolore argiko mineralak dira.

ARROKAK

Mineral bat edo gehiagoz osatutako agregatu naturala da. 3 mota bereizi daitezke jatorriaren arabera, magmatikoak, metamorfikoak eta sedimentarioak. Arroka hauetako mineralak ezberdinak dira.

- **Silikatoak**
 - *Ferromagnesiotsuak:* Arroka magmatikoetan eta metamorfikoetan azaltzen dira..
 - *Ez ferromagnesiotsuak:* Denetariko arroketan daude.
- **Ez silikatoak:** Arroka sedimentarioetan agertzen dira nagusiki.

7. Gaia: Petrologiarako sarrera

ARROKA IGNEOAK

Magma hoztean sortzen diren arrokek dira, hau da, magma solidifikatzean sortutako arrokek dira. Lurrazalaren masaren eta bolumenaren %80 dira. Beraien mineral denak silikatoak dira. Arroka hauek sortzeko erabiltzen den magma egoera likidoan egoten da barne beroaren ondorioz eta hau hozten den lekuaren arabera bi arroka mota bereizten dira.

- **Plutonikoak edo intrusiboak:** Lurrazalaren barnean hoztutako magmak sortzen dituen harriak.
- **Bolkanikoak edo estrusiboak:** Lurrazalean hozten den labak sortzen dituen harriak.

Magma

Magma ez dago soilik egoera likidoan dauden materialez osatuta, izan ere, materia lurrinkorrak (gasak) eta material solidoak ere baditu. Horien artean kristal sortu berriak eta inguruko arroken (hostalarien) zatiak ditu.

Arroka magmatikoen konposizio kimiko ezberdinak dituzte, baina denak magma berdinetik etortzen dira. Honek badu bere azalpena, mineralek fusio eta kristaltze tenperatura ezberdinak dituzte, horregatik magmaren tenperatura jaisten doan heinean mineral ezberdinak sortzen joaten dira. Beraz, mineral bat solidotzean magmako bere konposatuak erabiltzen ditu eta magma elementu horiek gabe geratzen da. Orduan magmaren konposizioa aldatzen joaten da tenperatura aldatzean eta mineralak sortzen edo desagertzen joatean. Prozesu honi desberdintzapen magmatikoa deritzo, eta honen ondorioa da magma ezberdinak eta arroka magmatiko ezberdinak egotea.

Ehundura: Arroka bat osatzen duten mineralen arteko erlazioa da, ehundura oso ezberdina da arroka plutoniko eta bolkanikoetan. Hozte prozesuak erabakitzen du mineralak nolakoak izango diren.

- **Ehundura afanitikoa:** Arroka bolkanikoetan azaltzen den ehundura da. Hozte oso azkarra da, eta laba hori hoztean ez dago denborarik mineralek kristalak eratzeko edo hauen tamaina handitzeko. beraz, bertako kristalak oso txikiak dira. Batzuk beira ere badute, hau da, antolamendu atomikoa ez duten materia, honek ez duelako atomoak antolatze denborarik izan.
- **Ehundura faneritikoa:** Arroka plutonikoetako ehundura da. Bertan laba motel hozten da eta ondorioz mineralek kristal handiagoak eratzen dituzte, begi bistaz ezberdintzeko bezalakoak. Gainera bertan ez da beirarik azaltzen.

Horregatik konposizio bereko mineral ezberdinak agertu daitezke beraien kristal tamainak ezberdintzen dituenak hau da, ehundura ezberdina duten magma beraren arrokek.

ARROKA METAMORFIKOAK

Aldaketa bat jasaten duten arrokak dira, aldaketa hauek egoera solidoan gertatzen dira presio edota tenperatura igoeren menpean. Aldaketa horiek mineralen konposizioan eta ehunduran eragiten dituzte. Bi metamorfismo mota nagusi daude.

- Ukipen metamorfismoa: Magma intrusio bat sartu egiten bada arroka hostalarian, magma hori oso bero egoen da eta bero hori arroketan hedatzen da. Orduan, inguruko arrokek tenperatura igoera bat jasaten dute aldaketak eraginez. Aldaketa handienak intrusiotik gertuen dauden arrokek jasaten dute, eta urruntzen joan ala aldaketak urriagoak dira. Bertan tenperatura da igotzen den bakarra.
- Eskualde metamorfismoa: Metamorfismo honetan tenperatura eta presioek jasaten dute igoera. Ertz konbergenteetan gertatzen da, bertan azalera handi bati edo orogeno bati eragiten zaio metamorfismoa. Bertan presioak arroka foliatuak edo eskistositateak sortzen ditu, hau da, konpresio indar baten ondorioz mineralak orientatu egiten dira paraleloki kokatuz.

Metamorfismoa ez da era uniformearen ematen, degradazio bat jasaten du prozesuak. Presio eta tenperatura handitzen joan heinean, metamorfismoa handiagoa izango da, baina hauek ez dira berdin handitzen leku guztietan. Metamorfismo mailaren arabera mineral metamorfiko ezberdinak sortzen dira.

Gradu baxuko arroka metamorfikoak, foliatuak dira, baina bertako kristalak oso txikiak dira eta metamorfismo maila handitu ahala kristalen tamaina handitzen joaten da. Baina puntu batean mineral batzuk funditzen hasten dira, migmatita sortuz, hau magmaren hasiera izango litzateke.

Arroka metamorfikoak bi multzotan banatzen dira:

- **Foliatuak:** Foliazia erakusten duten arrokak dira, eskualde metamorfismoan sortzen diren arrokak dira. Adib. Arbelak, Eskistoa, Gneisa.
- **Ez foliatuak:** Foliaziorik erakuste ez duten arroka metamorfikoak dira, ukipen metamorfismoan eratutako arrokak dira. Adib. Marmola eta Kuartzita.

ARROKA SEDIMENTARIOAK

Sedimentuak pilatzean eta hauek litifikatzean sortzen diren arrokak dira, beraz hauen oinarria sedimentua da.

Sedimentugenesia: Airepean dauden ingurunean arrokek higadura jasaten dute eta meteorizatzen joaten dira. Ereku horretan arroken zatiak sortzen dira, eta urak mineral horien ioiak eskuratzen du. Airepeko eremu horri jatorri eskualdea deritzen.

Sedimentu horiek garraiatu egiten dira, maldan bera, ibaien bitartez etab. Baldintza egokiko guneetan sedimentu horiek pausatuta egiten dira, arro sedimentarioak alegia. uretako ioiak berriz aintzira edo itsaso batera helduko dira eta hauek hauspeatzean mineral berriak sortuko dira. Beraz, bi motatako mineralak dauzkagu, zaharrak edo beste arroka batzuetatik datozenak eta berriak, hauspeatzean sortzen direnak.

Arro sedimentarioetan sedimentuak pilatzen dira eta ioiak hauspeatzen dira. Honela sedimentu berriak sortzen dira. Sedimentu horiek hainbat taldetan sailkatu daitezke jatorriaren arabera.

- **Arro kanpokoak:** Arro sedimentarioaren kanpoan sortutako sedimentuak dira.

- *Detritikoak*: Meteorizazio fisiko nahiz kimikoak sortzen dituen sedimentuak dira.
- *Piroklastikoak*: Sumendiek kanporatutako materialak sortzen dituen sedimentuak dira.
- **Arro barnekoak**: Arro sedimentario barruan sortzen diren sedimentuak dira, bertan hauspeatutako sedimentuak dira. Uraren asetasun mailara heltzean ioi horiek hauspeatzen hasten dira. Baina, horiek hauspearazi egin daitezke izaki bizidunen esker. Honela kanpo eskeletoak sortzen dituzte.

Diagenesia

Sedimentu bat pilatzen den momentutik aurrera gertatzen diren prozesu multzoak dira. Sedimentu horien gainean beste sedimentu batzuk pilatzen joaten dira eta lehenengo sedimentu horiek lurperatu egingo dira. Behin lur azpian egonda bertan prozesuak gertatzen dira sedimentu hori litifikatzeko.

- **Fisikoak**: Sedimentuak pisuaren azpian sedimentuak konpaktatu egiten dira, estutuz leku gutxiago okupatuz. Gainera hauen arteko tarteak betetzen joango dira presioaren ondorioz.
- **Kimikoak**:
 - *Zementatzea*: Sedimentuen arteko poroetan ura badago bertako minealak hauspeatzen hasiko dira eta mineral horiek sedimentuaren poroak betetzen dituzte.
- **Biologikoak**: Sedimentatu berri den sedimentuetan izaki bizidunek eragina dute. Horiek beraien bizitza aurrera eramatean sedimentu horretan aldaketak sortzen dituzte. Sedimentuaren oinarriko ezaugarriak aldatzen dituzte.

Ziklo sedimentarioa

Sedimentuak ziklo bat betetzen dutela esan daiteke, izan ere hauek airepean geratzean meteorizazioa jasan dezakete, eta orduan sedimentuak sortuko irateke hauetatik eta berriro ere pilatuko dira eta ondoren diagenesia jasango dute, berriz ere arroka izatera pasaraziz. Ziklo honek milioika urte ditu.

Gainera arroka horiek metamorfismoa jasan dezakete arroka metamorfiko burutuz eta asko lurperatzen badira magma bihurtu al dira eta ondoren horrekin arroka magmatikoak sortuz.

Arroka detritikoak

Sedimentu detritikoa: Airepeko arrokek bi meteorizazio mota jasan ditzake.

- **Meteorizazio fisikoa**:
 - *Gelifrakzioa*: Arroken zirrikuetan ura badago eta hau izoztean zirrikitu horiek gero eta handiagoak egingo dira. Ondorioz arroka apurtu daitezke.
 - *Termoklastia*: Tenperatura aldaketa handiek arroka dilatatu eta uzkuratzen dituzte, horietako batean arroka horiek apurtu egingo dira aldaketa horien ondorioz.

- *Deskonresioa*: Lur azpiko arrokek presio handia jasaten dute, baina hauek azalera presio hori desagertzen da eta aldaketa horiek arrokek apurtzen dituzte.

Apurtutako arroka horiek gero eta txikiagoak egingo dira, hauek sedimentu detritikoa osatzen dute, sedimentu hauen koloreari ez zaio kasu handiegirik egin behar kasu honetan. Hauetako gehienak hiru motatako zatiak izaten dira, bi mineralak dira eta besteak arroken zatiak. Kuartzoa (minerala), feldespatoa (minerala) eta litoklastoak (arroken zatiak). Hiru sedimentu horiek aztertzean hauen proportzioak ikusi daitezke. Honela sedimentu detritiko baten konposizioa zehazten da.

Gainera konposizioa horrek heldutasun mineralogikoa ere adierazten du, hau da, hauetako bakoitzak gogortasun ezberdina dute eta eta garraioan zehar bigunenak deuseztatzen joaten dira. Beraz, sedimentua helduagoa izango da partikula gogorrenak (kuartzoa) azaltzen baditu proportzio handiengan.

- **Meteorizazio kimikoa:**

- *Disoluzioa*: Mineral ezberdinak uretan disolbatu egiten dira. Hauek, ioi moduan uretan disolbatzen dira eta era honetan garraiatzen dira hauspeatzen diren lekuraino.
- *Hidrolisia*: Mineralek uretako erradikalekin errazionatzean mineral berriak sortzen dira.

Sedimentu detritikoak ehunduraren arabera ere sailkatu daitezke.

- **Pikor tamaina**: Pikorrek tamaina ezberdinak izan ditzakete. Hiru kategoria bereizten dira.

- *Legarrak*: 2mm baino handiagoak diren partikulez osatutako sedimentuak. Hauek konglomeratuak eta bretxak eraten dituzte.
- *Harea*: 2-0,064mm bitarteko pikor tamainaz osatutako sedimentuak. Honek, hareharria sortzen du.
- *Basa*: Harea baino pikor txikiagoak dituzten sedimentuak. Basek lutitak sortzen dituzte.
 - Loia: Pikor handiagoak dituzte.
 - Buztina: Loia baino pikor txikiagoko sedimentuak dira.

Pikor tamainak ingurune energia mekanikoaren arabera dira, beraz hauek aztertuz ingurune energia sailkatu daitezke. Gero eta pikor handiagoak garraiatzeko energia handiagoa baliatzen da.

- **Hautespena**: Sedimentuko pikorren arteko tamaina ezberdintasuna adierazten du, hautespena ona izango da tamaina berdintsuko pikorrek badaukagu sedimentuan. Honek garraioarekin ere zer ikusia du, garraioa bortitza edo luzea bada hautespen ona ematen da, gainontzeko sedimentuak bidean geratuko direlako. Baina garraioa leuna edo motza izan bada, hautespena txarra izango da.

- **Paketatzea**: Partikulak kokatuta dauden modua da, hau da, trama eta basa kantitatearen arabera partikula ezberdinak modu ezberdinean kokatuko dira.

- *Trama*: Legar edo harea tamainaz osatutako partikula da.
- *Matrizea*: Basa tamainako partikula da.

Basa urria denez, arroka asko elkar ukitzen dauden partikulez osatuta, hauek tramako partikulak dituzte ugari. Baina beste ingurune batzuetan basa ugariagoa denean, ez dira elkar ukituko tramako partikula horiek.

- **Gradazioa**: Partikulak beraien tamainaren arabera kokatzen dira.

- *Gradazio normala*: Gehienetan handienak azpian kokatzen dira, eta gradualki partikulen tamaina txikitzen joaten da. Korronteak pikor tamaina ezberdineko aleak kokatzen ditu bere ahultze prozesuan.
- *Alderantzizko gradazioa*: Pikor txikiak azpian kokatzen dira eta larrienak goian, bahetze zinetikoak eragiten du gradazio hau. Bertan pikor txikiak handien arteko zirrikituetatik barnertzen dira eta haen azpian kokatzen dira.
- **Pikorren esferizitatea eta biribiltasuna**: Esferizitateak pikorrak esfera batekiko zenbateko antzekotasuna duen neurtzen du, hau da, ze pikorrek duen esfera forma gehien. Biribiltasunak berriz, pikorraren ertzak nolakoak diren adierazten du, ertzak leunak badira oso ondo borobilduta daudela esaten da, baina horiek angeluarrak badira ez dira oso biribilduak izango.
Hauek garraioarekin zer ikusia ere badu, izan ere gero eta biribilagoa eta esferikoa izan orduan eta garraia luzeagoa edo bortitzagoa jasan du pikorrak.
- **Fabrika**: Arroka baten pikorrek ze geometria edo horientazioa duten aztertzen du.
 - *Pikor lerrokatua*: Sedimentuak lerroka antolatzen dira, eta hauekin batera pikorrak.
 - Ibai ertzetan adarrak korrontearekiko paralelo orientatuta egoten dira.
 - Hondartzetako adarrek berriz perpendikularki kokatzen edo orientatzen dira olatuen eraginarekiko.
 - *Teilakapena*: Pikor luzeak bata bestearen gainean kokatzen dira teila gisa. Korronteak pikorren goiko aldean egiten du indarra eta pikor horiek irauli egingo dira. Honela pikor horiek modu aerodinamiko eta hidrodinamiko hobean kokatzen dira.
 - *Zutikako*: Ingurune glaziarretan klastoak batzuetan zutik ikusten dira izotzaren ondorioz.
- **Ehundura heldutasuna**: Ehundurak kontuan hartua pikor batek jasan duen garraioaren adierazle dira. Hiru ezaugarri dira esanguratsuenak.
 - Basa kantitatea:
 - Hautespena:
 - Biribiltasuna:

Basa garraiatzean energia gutxi behar dira, eta ondorioz sedimentutik lehenengo urruntzen dena da. Horrela hautespena gertatzen da, zati handienak eta txikiak banatuz. Ondoren pikor handienak bata bestearen aurka higitzen dira garraiatzean eta biribildu egingo dira.

Sailkapena

Arroka detritikoak bereizteko lehen ezaugarria pikor tamaina da, paketamentua ondoren,

- Honen erradioaren arabera sailkatzen dira sedimentuak. Sedimentuak berriak badira eta ez badaude litifikatuak, legarrak, hareak eta basa bereizten ditugu. Hauek litifikatzean, konglomeratuak edo bretxa, harearriak eta lutitak sortzen dira hurrenez hurren.

Konglomeratuak

- Paketamentuaren arabera ere sailkatzen dira arrokek eta ondorioz orto eta para arrokek sailkatzen dira.
 - Orto: Matrizea urria da eta tramako pikorrak elkar ukitzen dira.

- Para: Matricea ugaria bada eta tramako pikorrak ez dira elkar ukitzen.

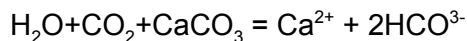
Harearriak

- **Arenitak:** Basa urria da (%15). Beraz, tramako zatiak beraien artean ukitzen dira eta hareharriak dira. Bere konposizioaren arabera sailkatzen dira.
 - Litikoa: Bertako sedimntuak batez ere arroka zatiez osatuta daude.
 - Arkosa: Feldespatoa da hauen tramaren zati nagusia.
 - Kuartzodunak: Bertako konposizioaren gehiengoa kuartzoz dago osatuta.
- **Greywackek:** Basa ez da horren urria

Piroklastikaok

Arroka sedimentario eta magmatikoen arteko elkarbidean dauden arrokkak dira, bertan sumendietatik kanporatutako arroka edo errautsak sedimentatzean sortzen diren arrokkak dira, hauek kristalak beirak eta litoklastoez osatuta daude. Pikorren tamainaren arabera bona/ bloke, lapili eta errautsak ezberdintzen dira.

Karbonatozkoak



Arro sedimentarioetan sortzen edo jaiotzen diren arrokkak dira, bertan, uretan dauden ioiak baldintza egokietan sortu eta hauspeatzen direnean sortzen diren mineralez osatutakoak dira. Hauek sortzeko erreakzio kimikoa askotan izaki bizidunek bultzatzen dute, beraz arroka biokimikoak dira. Bizidunen eskeletoa karbonatoz osatuta dagoelako, beharrezkoak dira arroka hauek sortzeko. Mineral hauek nahiz eta konposizio bera izan kristal ezberdinak dituzte.

- **Aragonita:** CaCO_3 ortorronbikoa
- **Kaltzita:** CaCO_3 trigonala. Hauen sarretan Mg molekulak azaltzen dira.
- **Dolomita:** Ca, MgCO_3 , Bertan kaltzio eta magnesio kontzentrazioa berdina izaten da.

Karbonatozko sedimentuak

Sedimentu hauek ezaugarri eta baldintza batzuk bete behar dituzte.

- **Arro kanpokoak:** Arro sedimentarioaren kanpotik ez sartzea sedimentu detritiko ugari, beraz, euri gutxi egiten duen eremuak dira egokienak.
- **Arro barnekoak:** Karbonatoak sortzeko ura egotea, bertan ioiak hauspeatzeko.

Sedimentu hauen pikorrak eskeleto zatiak edo osoak dira, beraz bere tamaina ez da energiaren adierazlea. Gainera eskeleto horiek korrontearekiko orientatzen dira joera hidrobikoa hartuz.

Karbonatoa hauspeatzeko baldintza jakin batzuk eman behar dira.

- **Uraren gazitasuna:** Karbonatoa hauspeatzeko urak gazitasun handia izan behar da. Bertan kaltzio eta H_2CO kontzentrazioa altua izango da, beraz hauspeakin hau itsasoan sortu ohi da.

- **Uraren pHa:** CO₂ak urarekin erreakzionatzean protoiak askatzen dira eta honek azidotasa handitzen du, baina karbonatoa ez da ingurune azidoetan sortzen bertako CO₂arekin disolbatu egiten delako.
 - *Argitasuna:* Uretan sakonera handitu ahala argitasuna txikitu egiten da. Fotosintesia burutzen duten izakiek argia behar dute eta beraz gunee fotikoan bizi dira eta bertako CO₂ kontzentrazioa jaisten dute, beraz bertan karbonatoa hauspeatuko da. Baina gunee fotikotik kanpo CO₂ kontzentrazioa igoko da eta ondorioz ez da karbonatu ugari hauspeatuko.
 - *Temperatura:* Ur hotzetan CO₂a hobeto disolbatzen da, beraz azidoagoak dira. Ondorioz ur epeletan karbonato gehiago ekoizten da.
 - *Latitudea:* Latitude baxuetan, zona tropikaletan temperatura altuagoa da, orduan bertan karbonatua hauspeatuko da.
 - *Sakonera:* Sakonera gero eta handiagoa izan orduan eta temperatura baxuagoa eta presio altuagoa izango da. Bertan CO₂a disolbatzeko gaitasuna handiagoa da ondorioz ura azidoagoa da, beraz sakonera jakin batetik aurrera karbonato oro disolbatzen da.
 - *Mugimendua:* Korrante eta olatu askoko inguruneak atmosferarekin elkartrukea handiagoa da. Beraz, CO₂a atmosferara pasatzen da eta ondorioz karbonato gehiago hauspeatuko da.

Sedimenturen osagaiak

- **Bioklastoak:** Izaki bizidunen eskeleto zatiak dira.
- **Coideak eta pisoideak:** Esferikoak diren kaltzio karbonatozko egiturak dira. Kipularen antzeko egitura dute, prozesu kimikoek sortutako sedimentuak dira.
- **Orkoideak eta erradolitoak:** Alga kolonia ezberdinek sortutako egiturak dira. Hauek egitura ezberdinak estaltzen dituzte ondoren kaltzio karbonatoak algak estaltzen ditu eta hauek hil egiten dira. Prozesu hau errepikatzean geruzak sortzen dira egitura bereziak sortuz.
- **Mitrita:** Pikor oso fineko sedimntuk dira, basaren parekoak.
 - *Peloideak.* Kapsula itxurako pikorrak dira, izaki bizidunen gorotzek osatzen dituzte.
- **Zementu karetsua:** Aurreko sedimentuen tarteko poroak geratzen direnean hauek urez beteko dira eta bertan kaltzio karbonatuak hauspeatzen da, kristalak eratuz. Honek elkarren artean lotzen ditu ondoan dauden sedimentuak.

Sedimentuen sailkapena



Ebaporitak

Beste arroka sedimentarioekin azaltzen dira, hauek uraren lurrunketaren ondorioz sortutako sedimentu eta arroka dira. Beraz, kristal handiz osatutako mineral eta arroka dira. Hauek, klima lehorreko lekuetan gertatzen diren lurrunketaren ondorioz sortzen dira batez ere. Ura lurruntzean bertako gatzaren kontzentrazioa handitzen da eta ondorioz hauspeatu egiten dira horiek.

Lurrunketa edozein lur masetan gertatu daiteke itsasoetan, ibaietan eta aintziretan. Sakonera gutxiko itsasoetan gertatzen da, arabiar penintsularen iguruko itsasoetan gertatzen ari da.

Itsasoa aislatuta gertatzen bada ozeanoetatik bertan ere ur galera handia izango duen ingurunea da. Duela 30 Mu-ko mediterraneoan gertatu zen, bertan ondorioz gaur egun sekulako ebaporitak daude garai hartako erakusle gisa.

Itsas gorria sakonera handiko itsasoa da, bertako urek sekulako gazitasun dute eta bertan ebaporitak sortzen dira eta sakonean pilatzen dira.

Ur bolumena galtzen joatean ebaporita ezberdinak sortzen dira.

- **%50 galduta:** Kaltzio karbonatoa hauspeatzen da.
- **%80 galduta:** Kaltzio sulfatoa (igeltsua) hauspeatzen da.
- **%90 galduta:** Sodio kloruroa (halita) hauspeatzen da.
- **%95 galduta:** Potasio kloruro gatzak (karnalita) hauspeatzen dira.

Aurreko segida itsasoko uretatik abiatuta eginda dago, izan ere aintzira bakoitzak bere konposizio propioa du. Aurkitzen ditugun ebaporiten arabera galdutako ur kopurua zein zen ikusi dezakegu eta garai artako klima zein zen ondorioztatu daiteke.

Bestelakoak

Beste arroka sedimentarioekin batera azaltzen dira.

- **Silex:** Silizioz osatutakoa arroka da, izaki planktoniko eta izaki urtar batzuk silizezko oskolak edo eskeletoak dituzte. Hauek hiltzean, beraien oskola pilatzen joango dira, nahiz eta beraien material organikoa usteldu.
- **Burdin harria:** Burdin ugari duten arroak dira. Burdin hori prozesu kimikoen bitartez hauspeatzen da, hauspeatze horren baldintzen arabera konposizio ezberdineko arrokak sortuko dira. Oxigenoaren arabera sailkatzen dira.
 - Burdin oxidoa: Oxigeno ugari duten arrokak dira. Kolore gorriko arrokak dira.
 - Burdin hidroxidoa:
 - Pirita: Oxigeno oso gutxiko arrokak dira, kolore beltza dute.
- **Forforita:** Fosfatoetan aberatsak diren arrokak dira. Izaki bizidunek osatutako sedimentuek sortutako arrokak dira. Adibidez, hegaztien gorotzen pilaketaren ondorioz sortutako sedimentuak dira. Ornodunen hezur eta hortzen pilaketen ondorioz ere sortzen dira, hauek fosfato ugari dute eta hauek osatzen dituten sedimentuetan sortuko dira.
- **Karbonatsua:** Oxigeno gutxiko eremuetan hildako animalia eta landareen sedimentuek sortutako arrokak dira. Landareak hiltzean hauek sortutako sedimentuei zohikatza deritza eta oso aberatsa da nutriente aldetik. Sedimentu hori lurperatzean ikatza sortzen da. Beste batzuk izaki planktonikoen ondorioz sortuko sedimentua lurperatu eta bertan hidrokarburoak sortzen dira.

EGITURA SEDIMENTARIOAK

Sedimentuek dituzte egitura ezberdinak dira, begi bistaz sedimentuaren baitan ikusten diren egiturak dira. Prozesu sedimentarioen bidez sortzen diren egiturak dira. Egitura hauetako bakoitzak momentu hartako baldintzen berri ematen digu.

- **Higadurazkoak:** Higadurak sortutako egiturak dira, adibidez ibai baten korrontek sortutako egiturak edo arroka batek bere hondotan mugitzen zen arroka batek sortutako arrastoa.
- **Pilaketaren ondoriozkoak:**
 - *Ohe-formak:* Jario bat badugu, korronte bat, Harea tamainako partikuletan uhinak ematen dira korronte horren arabera. Uhin horietan bi gune ezberdintzen dira, haizaldea eta haizebea. Haizaldeak aldapa txikiena du eta zati luzeena da. Haizebea berriz, motzena da eta aldapa handiena duen zatia da.
Honelako egituraren ondoren xaflak sortzen dira, hauek 30° baino gutxiago duten angeluak sortzen dituzte. Hauek tamainaren arabera dunak eta rippleak bereizten dira. hauek, gogortzean geruza horizontalak sortzen dira, eta geruzapen gurutzatuak sortzen dituzte.
Horiek gainera korrontearen alde berera okertzen dira. Hori ikusita korrontearen noranzkoa argitu dezakegu. Baina batzuetan korrontek ez dira alde bakarrera jotzen (adib: olatuak), horiek sortzen dituzten egiturak ezberdinak dira eta olatu rippleak deritze.

- *Deformaziozkoak*: Sedimentuak pilatu eta gero edozein prozesuren bitartez jasotako deformazioak dira.
 - Ikto fosilak: Horietako adibide dira izaki bizidunen eragina, zuloak eginez, sedimentuak mugitu nahastu eta abar.
 - Idortze arraildurak: urpeko sedimentuei gertatzen zaie, ura lurruntzean, sedimentuaren bolumena txikitzen da eta sedimentu hori arrakalez betetzen da, sedimentua aldatuz.

8.Gaia: Estratigrafia

Geologiaren adar bat bat da, honek, lurrazalean dauden arroka antolatu ditu, arroka gorputzak sortuz. Gainera, horiek deskribatu, nolakotasunak adierazi, espazioan kokatu eta denborarekiko ordenamendua ezartzen du. Lurraren historia zehaztea da helburua.

Honela lurraren historia berreraikitzen da, ikergaiak arroka izanik. Arroka denak sartzen dira honen lanean baina, arroka sedimentuek denboraren adierazle hobeak dira. Gainera baliabide geologiko gehienak arroka sedimentarioetan aurkitzen dira.

Ingurune sedimentarioak eta prozesuak

Sedimentuak lurrazalean pilatzen dira, baina bere sedimentazioan aurkitzen diren ezaugarri biologiko, kimiko eta fisikoek ingurune sedimentarioak osatzen dituzte. Baldintza horiek ezberdinak dira ingurune sedimentarioak aldatzen direnean.

Hru multzotan banatzen dira:

- **Kontinentalak:**
 - *Glaziarrek:* Izotzarekin ukipenan dauden eremuak dira. Horrek baldintza bereziak ematen dizkio.
 - *Kono alubiala:* Leku menditsu eta aldapatsuetan aurkitzen diren sedimentu multzoak dira.
 - *Aintzirak:* Kontinentetako ur putzu handiak dira.
 - *Ibaiak:* Kontinenteetan sortzen den sedimentu gehiena garraiatzen dute, baina hauen korronteen indarra txikitzean sedimentuak pilatu egiten dira.
 - *Basamortuak:*
- **Itsastarrak:**
 - *Plataformak:* 10 eta 200 km -ko sakonera duen ingurunea, bertan pilatzen dira sedimentu ugari.
 - *Ezponda:* Plataforma eta itsas sakonaren artean dagoen aldapa da, honek inklinazio eta sakonera handia du.
 - *Itsas sakona:* Litosfera ozeanikoa da, bertan ezpondatik behera garraiatutako sedimentuak pilatzen dira.
- **Kostaldeoak:** Kostaldean trantsizioan aurkitzen diren inguruneak dira.
 - *Deltak:* Ibaiak itsasoratzen diren gunek dira, bertan ibaiko sedimentu ugari sedimentatzen dira.
 - *Hondartzak:* Itsasoko sedimentuek sortzen duten gunea da.
 - *Marea lautada:* Marea jaistean sortzen diren lautadak dira.
 - *Padura:* Kostaldeko eremu zingiratsua da.

Ingurune sedimentario bakoitzak bertako sedimentuei eragiten diete, honela horiek ezaugarri batzuk izango dituzte. Honela, ingurune informatioak sedimentuetan islatuta geratuko dira eta ondorioz arroka sedimentarioetan. Horrela, aktualismoaren printzipioa erabiliz, jakin dezakegu arroka sedimentarioen jatorria.

Geruza eta geruzapenak

Arroka sedimentarioz edo sedimentuz osatuta dagoen gorputz taulakara da, geruza bere barnean dagoen materia nahiko homogenoa da. Baina, geruzak batetik bestera aldaketak dituzte, arroka mota ezberdinak sortuz, aldaketa horiek dauden lekuan hasi edo amaitzen da geruza hori. Geruza baten beheko ukipenari oina deritzo eta bere gainekoari gaina.

Geruzak aldaketarik ez badu jasan oina eta gaina bere horretan jarraituko dute, baina aldaketa edo deformazio ezberdinen ondorioz horiek aldatu daitezke, adib tolesturak.

Lodiera: Geruzaren oinetik gainera dagoen distantzia, hori oinarekiko perpendikularki neurtutako du.

Geruza horiek ez dira infinituak izaten, momentu batean amaitu egiten dira, horretarako geruza mehetzen joango da.

Gainera geruza horiek ez dira taula perfektu gisa sedimentatzen, horregatik formaren arabera sailkatu daitezke.

- **Uhinkorra:** Olatuen arrastoaren ondorioz sortutakoak.
- **Tabularrak:** Honek bai dira taula itxurako geruza perfektuak.
- **Ezpalkara:** Hauetan lodiera mehatzen joaten da.
- **Leiaarkarak:** Lente itxurako geruzak dira, hauek oina eta gainaren arabera sailkatzen dira.
 - *Ahur- plano:* Ibai hondoetan sortutako sedimentuak.
 - *Plano-ganbila:* Arrezifeen sedimentuak dira, bioeraikinek sortutakoak.
 - *Ahur-ganbila:*

Sedimentuen formak zer esan handia du hauek sedimentatzean zeuden baldintzen erakusle delako.

Geruza segidetan betetzen diren printzipioak geologiaren printzipioak dira, izan ere, geologiaren printzipio gehienak estratigrafiaren printzipioak dira.

Geruzen oin eta gainean forma edo sedimentu ezberdinak azaltzen dira eta horien arabera geruza batek deformazioak jasan arren jakin dezakegu zein den oina eta zein gaina.

ZUTABE ESTRATIGRAFIKOA

Ehunka geruza egon daitezke pilatuta gorputz batean, horien deskribapena egiteko erabiltzen da. Horretarako geruzen irudi bat egiten da, zaharretik berrienera adierazten dira geruzak. Zutabeak baliatuz leku berean adierazi daitezke geruzak eta horien deskribapena. Zutabe batek beti erakusten ditu geruzak horizontalki, nahiz eta errealitatean okertuta egon geruzak.

Zutabearen ondoan eskala adierazten da metrotan. Zutabeak ikusiz geruzen datazio erlatiboa argi ikusi daiteke.

Geruza bakoitza denbora aldi propioa du eta lodiera ez dago erlazionatuta geruzak sedimentatzeko behar izan duen denborarekin.

UNITATE ESTRATIGRAFIKOA

Aztertzen diren arrokkak geruzez osatuta dagoen gorputzei unitate estratigrafiko deritze. Horiek bereizteko hiru irizpide erabiltzen dira. Irizpide horiek ezin dira denak batera erabili, beraz hiru unitate mota ezberdin daude.

- **Unitate litoestratigrafikoa:** Litologiaren arabera da, unitate batean beraz, ezaugarri berdinak dituzten arrokkak batzen dira. Unitate horiek maila ezberdinetakoak izan daitezke, oinarritzkoena formazioa da, baina horren barnean sailkapenak ere egin daitezke. Gainera formazioak batu egiten dira taldeak sortuz.
- **Unitate bioestratigrafikoa:** Arrokek dituzten fosilen arabera sailkatzen dira unitate hauek. Beraz, fosil berak dituzten arrokek unitate bioestratigrafiko bat osatuko dute, unitate horiei biozona ere deritze.
- **Unitate kronoestratigrafikoa:** Arroken adinaren arabera sailkatzen dira. Mundu osoko arrokkak irizpide honen bitartez sailkatuta daude. Sailkapen horretan datazioaren muga ezberdinak biziak jasandako aldaketek ezartzen dituzte. Adib. estintsioak, krisiak, ...

Unitate kronoestratigrafikoak bere arroka unitatearen denboraren arabera sailkatu daitezke. Hauek handienetik txikienera sailkatzen dira.

- **Eontema**
 - *Eratema*
 - Sistema
 - Seriea
 - Estaia

Unitate geokronologikoak ere badaude, hauek denbora unitateak dira, hauek unitate kronoestratigrafikoak eratzeko behar den denbora tartea deritze.

- **Eona**
 - *Era*
 - Periodoa
 - Epoka
 - Adina

Bi unitate hauek lotuta daude, izan ere eontema bat eratzeko behar den denborari eona deritza eta honela gainerako unitateekin. Hauek, nazioarteko taulan kronoestratigrafikoan daude adierazita.

- **FANEROZOIKOA (541 M.u - 0 M.u)**
 - *ZENOZOIKOA (66 M.u-0 M.u)*
 - Kuaternarioa
 - Neogenoa
 - Paleogenoa
 - *MESOZOIKOA (252.17 Mu-66 Mu)*
 - Kretazeoa
 - Jurasikoa
 - Triasikoa
 - *PALEOZOIKOA (541 Mu-252.17 Mu)*
 - Permiar
 - Karboniferoa

- Devoniar
 - Siluriar
 - Ordoviziar
 - Kanbriar
- **KANBRIARRAURRE (4600 M.u- 541 M.u)**
 - *PROTEROZOIKO (2500 Mu-541 Mu)*
 - Neoproterozoiko
 - Mesoproterozoiko
 - Paleoproterozoiko
 - *ARKEAR (4600 Mu- 2500Mu)*
 - Neoarkear
 - Mesoarkear
 - Paleoarkear

ETENGUNE ESTRATIGRAFIKOAK

Geruza segida bat badugu eta honen izaera bertikalak denborazko segidak adierazten ditu. Mundu ideal batean, sedimentuetan denbora oro erregistratuta geratuko litzateke, beraz, denboraren erregistro jarraitasuna izan dezakegu. Baina errealitatean askotan gertatzen da denbora baten faltak gertatzen dira, hau da, ez daude garai jakin bateko sedimenturik gure geruzetan. Dauden arrokak igarotako denboraren tarte batzuetan soilik sortzen dira. Holako kasu gehienetan falta diren arrokak dauden arrokak baino gehiago dira. Geruzen arteko hutsune horiei etengune estratigrafiko bat deritze.

Etengune horiek lau kategoria ezberdin daude.

- **Diskordantzia angeluarra:** Higadurazko gainazal bat da, bertan azpiko geruzek angelu bat jasaten dute gaineko geruzarekiko. Hau da, azpiko geruzak deformazioa jasan du eta gainekoak ez du deformazio hori jasan. Beraz etengune hau sortzeko indar tektonikoak edo deformazio tektoniko bat beharrezkoa da.
- **Diskonformitatea:** Higadurazko gainazal garrantzitsu bat da, bere azpiko eta gaineko geruzak berain artean paraleloki ezarrita daude. Gainazal hori irregularra izan oi da. Honelako etenguneek higadura garrantzitsu bat behar dute.
- **Parakonformitatea:** Etengune gainazal hori ez da higadurazkoa eta azpiko eta gaineko geruzak beraien artean paraleloak dira. Baina bertan etengune falta dago, bertan denbora tarte luze batean ez delako ezer sedimentatu. Hau antzematea zaila da ez dagoelako higadurarik. Baina ezaugarri berezi batzuk izan ditzake azpiko geruzak. Gainazal horrek izaki bizidunek aldaketak eraginten dituzte geruza horretan
- **Inkonformitatea:** Higadurazko gainazal bat da baina, bertako azpiko geruza arroka magmatiko plutonikoak dira eta gainekoak arroka sedimentarioak.
 1. Eten hau sortzeko intrusio magmatiko bat behar da
 2. Intrusio horren gaineko arrokak higatu egingo dira
 3. Intrusioa airepetu eta higatu egingo da.
 4. Gainean sedimentuak pilatu eta arroka sedimentarioak sortuko dira.

KORRELAZIO ESTRATIGRAFIKOA

Guk egiten dugun ariketa bat da, honela garaikideak diren arrokak elkartzen ditugu, nahiz eta hauek elkarrengandik urrun egon. Horretarako irizpide batzuk jarraitzen dira arrokak datatzeko eta honela demostratu daiteke garaikideak direla. Behin hori eginda korrelazioa ezarriko genuke. Garaikidetasuna frogatzeko hainbat metodo daude.

- **Jarraitasun fisikoa:** Azaleramenduak hurbil badaude, hauen jarraitasuna arazorik gabe ikusi daiteke eta ondorioz garaikideak direla argi dago. Geruza baten adina leku guztietan bera da une berean sedimentatutako sedimentuz osatuta dagoelako.
- **Antzekotasun litologikoak:** Jarraitasun fisikoa ez badago, baina arrokak edo geruzak hurbil badaude antzekotasun litologikoak ikusi daitezke. Arrokek litologia berdintsua badute hurbil egonik bata bestearen jarraipena direla pentsatu behar dugu. Ondorioz, geruza bera izango lirarteke eta garaikideak.
- **Fosilez korrelazionatu:** Elkarren hurrun dauden arroken korrelazioa egiteko arroketan aurkitzen diren fosilak erabiltzen dira. Fauna segiden printzipioa erabiliz, izan ere, fosil berak dituzten arrokak garaikideak direla. Fosilak denboraren adierazleak dira, espezieak denbora jakin batean sortu eta desagertzen direlako. Fosil denak ez dira onak korrelazioak egiteko. Fosil onenak denbora gutxi bizi izandako espezieen fosilak dira. Izan ere, fosil horiekin arroken adina asko zehaztu daiteke. Beraz, bereizmen handiko korrelazioa ekartzen dute fosil horiek. Gainera fosil horiek eremu handietan eta ugari agertu behar dira korrelazioa guztiz ona izateko. Fosil gida honenak hurrengoak dira.
 - **Graptoliteak:** Paleozoikoan
 - **Ammoniteak:** Mesozoikoan bizi ziren, gainera hauetako espezie batzuk 200 mila urte soilik bizi izan ziren.
 - **Foramiferoak:** Tertiarioan eta kretazeoan bizi ziren. Plaktonen antzeko izakiak dira, mikroskopikoak dira.
 - **Polena:** Zenoikoan aurkitzen da batez eta, bina soilik kontinentean platutako sedimentuetan.
 - **Kokolitoak:**

Gainera fosil ezberdinak aurkitzen badira arroka berean, honen korrelazioa hobea izango da, izan ere, fosil horiek ez ziren batera denbora asko bizi. Honela taxona ezberdin horiek garaikidetasuna askoz zehatzago emango dute.

9.Gaia. Arro sedimentarioak

Arro sedimentuetan pilatzen dira sedimentuak. Arroka sedimentarioak ez dute lurraren bolumen handia hartzen baina azaleraren %75a hartzen dute. Gainera 600m-ko lodiera dute.

Arroka sedimentarioek garrantzia handia dute, izan ere lurrazalaren gehiengoa estaltzen dute. Gainera lurraren historiaren erregistroa dira, bertan erregistratuta geratzen dira historiaren gertakariak. Baliabide geologiko gehienak ere arroka sedimentarioetan aurkitzen dira, adibidez, ikatza, petrolioa etab.

ARRO SEDIMENTARIOAK ETA ITURRI ESKUALDEAK

Iturri eskualdeak: Gune azaleratuak dira, hauek meteorizazioa jasaten dute eta ondorioz galerak. Eskualde hauetan sortzen dira sedimentuak eta garraiatu egiten dira arro sedimentarioetara iritsi arte. Gune hauetako sedimentuak zaharrak dira, hau da, arroka sedimentarioak dira.

Arro sedimentarioak: Eskualde deprimitua da, eskualde hori lurraren hondorapenaren, subsidentziaren, menpe dago. Ondorioz, gune hori milioika urtetan zehar deprimituta egongo da. Depresioaren iraupenak sedimentu lodiera izugarriak pilatzen ditu.

Meteorizazioa da sedimentuen sortzailea baina hau ez da berdina leku guztietan, izan ere hainbat faktoreren menpe dago.

- **Garaiera:** Garaiera altuetan meteorizazio fisikoa da nagusi; honek partikula detritikoak sortzen ditu, hau da, arroka zatiak.
- **Klima:** Hezetasun handiko guneetan meteorizazio kimiko gehiago ematen da, baina klima idorretan meteorizazio fisikoa da nagusi.

Azken urteetan meteorizazio gehiena gizakiak eragindakoa da eskualde batzuetan.

Behin meteorizatutako produktuak bide ezberdinak hartu ditzakete arro sedimentarioetara joaterakoan. Hauek beraien egoeraren arabera bide ezberdinak hartuko dituzte.

- **Produktu disolbatuak:** Urak bideratzen ditu arro sedimentarioetara.
- **Produktu solidoak:** Hauek bide ezberdinak hartu ditakete, batzuk iturri eskualdean gelditzen dira bertako lurzorua sortuz, gainontzekoak garraiatu egiten dira.

Produktu gehienak ibaien bitartez garraiatzen dira, bai solidoak bai disolbatutakoak. Gainontzekoak glaziarren eta airearen bitartez garraiatzen dira. Garraioaren bitartez sedimentuak arro sedimentarioetara iristen dira. Sedimentu gehienak itsasoko arroetara joaten dira, oso sedimentu gutxi geratzen dira kontinenteetako arroetan. Baina kontinenteetan geratzen diren sedimentu gehienak ibaietan eta aintziretan geratzen dira. Disolbatutako produktuak berriz, ibaietan zehar garraiatu ondoren baldintza egokiak ematen direnean hauspeatuko dira.

Itsasoko arroak kontinentearen gertu kokatzen dira, horietan kontinenteetako sedimentuak heltzen dira eta hauetaz betetzen dira.

ARRO SEDIMENTARIOEN EZAUGARRIAK

- **Forma:** Askotarikoak daude, baina forma hori plaken tektonikak eragiten du gehienetan.
- **Dimentsioa:** Eskualde oso handiak izan ohi dira.
- **Sedimentu-betekinen lodiera:** Sedimentuak kilometroetako lodierako geruzak osatzen dituzte.
- **Iraupena:** Arro sedimentarioek milioka urte izatera hel daitezke.
- **Kokapena:** Subsidentziak litosferaren deformazioak ematen dira, eta bertan kokatzen dira. Zona deformatu horiek plaken mugetan kokatzen dira normalean.
- **Egoera:**
 - *Aktiboak:* Arro sedimentario hauek, hondoratzen eta sedimentuak jasotzen dauden arroak dira. hauetan sedimentuak pilatzen dira gaur egun. Itsaso beltza gaur egungo arro sedimentarioa da, bertan sedimentu ugari daude. Itsaso hila ere bada arro sedimentario bat, gainera honek berezitasun bat du, depresio gune oso sakona da, gaur egun itsas mailatik 400m behera dagoelako alegia.
 - *Inaktiboak:* Hauetan subsidentziak jarraitzen du baina ez dira sedimentuak metatzen.
 - *Alderantzukoak:* Garai batean arro sedimentarioak ziren guneak dira, eta gaur egun eremu horiek goratuak izan dira, eta ondorioz jatorri eskualde gisa jokatzen dute. Gune hauek jada ez dute subsidentzia jasaten eta ondorioz ez daukate jada depresio indarririk. Horren adibidea da Euskoantauriar arroa, 200 Mu urtetan izan zen aktibo mesozoikotik tertzioaren garai arte. Urte horietan 12 km-ko arro sedimentu lodiera pilatu zen.

ARRO SEDIMENTARIOEN KONTROLAK

Arro sedimentarioak oso ezberdinak dira beraien artea eta hori lau eragileen menpe dago.

- **Subsidentzia:** Kontrol garrantzitsuena da, honek ezaugarri asko ezartzen dituelako. Arro sedimentario bat sortzeko eta egoteko beharrezkoa den ezaugarria da. Subsidentziak hainbat mekanismo ditu.
 - *Lurrazalaren estentsioa:* Lurraren banaketa indarren ondorioz, lurrazala mehetu eta luzatzen da. Astenosfera igo egiten da. Ondorioz, bertako inguruneak Rift prozesua jasango du eta ondorioz depresioa gertatuko da.
 - *Lurrazalaren hoztea:* Astenosferaren gertutasunaren ondorioz, bertako arroak beroago egongo dira. Luzatzen jarraitzen bada, sedimentuak astenosferaren puntu berotik urrunduko dira eta ondorioz hoztu egingo dira. Hozte horren ondorioz beraien dentsitatea igo egiten da eta lurrazala hondoratu egingo da.
 - *Sedimentu zama:* Sedimentuak pilatzean horrek pisua hartzen du eta ondorioz inguru edo eremu hori hondoratu egingo da.Aurreko mekanismoen ondorioz gertatzen da subsidentzia.
- **Klima:** Klimak sedimentuen nolakotasuna kontrolatzen ditu. Klimak jatorri eskualdean jasango diren meteorizazioak kontrolatzen ditu, ondorioz sortuko diren

sedimentuen konposizio eta mota bereiztuko du. Klima motaren arabera sedimentu ezberdinak izango ditugu.

- **Izaki bizidunak:** Izaki bizidunen partaidetza beharrezkoa da sedimentu jakin batzuk sortzeko. Adibidez karbonatoak sortzeko beharrezkoak dira, izan ere, beraien eskeletoen zatiekin osatzen direlako karbonato gehienak. Kontrol honek klimarekin ere zer ikusia izango du, klimak izaki bizidunak ere baldintzatzen zituelako. Gainera hasiera batean gorputz biguneko izakiak ziren nagusi eta ondorioz karbonato oso gutxi ekoizten zen. Ondorioz garai hartako arrokek ez dute karbonato ugari izango.
- **Itsas maila:** Itsastarrak diren arro sedimentarioetan dute eragin handiena. Arro horiek lurrazal kontinentalaren ertz pasiboetan kokatzen dira. Bertan sedimentatzen ari diren sedimentu piloak itsas mailaren kokapenaren arabera izango da. Bertan sedimentatuko diren sedimentuen ezaugarriak itsas mailak ezartzen dituelako. Itsas maila ez da konstante mantendu historian zehar, itsas mailak gora behera ugari izan ditu. Itsas maila ez da konstante mantentzen. Itsas mailak sedimentuak nun pilatuko diren eta zer sedimentatuko den zehaztuko du.
 - *Itsas mailaren aldaketa erlatiboa:* Lurrazalaren erreferentziatzko maila eta ur azalaren bitartean dagoen distantziaren aldaketa da. Hau hainbat modutan eman daiteke:
 - Aldaketa lokala: Lurrazalaren egoera edo sakonera aldatzen da, hori modu lokalean ematen da.
 - Tektonikaren ondorioz, deformazioak gertatuko dira. Beraz, aldaketa deformazioa gertatu den tokian soilik gertatuko da itsas mailaren aldaketa.
 - Isostasiak ere badu zer ikusia horrelako egoeretan, lurrazalak orekan dagoenean posizio jakin bat du, baina zati bati karga aldatzen bazaio honek oreka galduko du eta berria aurkitu beharko du. Oreka aldaketa horiek itsas mailaren aldaketa ekarri dezake.
 - Aldaketa globala: Itsas mailak jasaten ditu aldaketak, hau da, ur kantitatea edo ur horren kokapena aldatzen bada gertatzen da. Honi aldaketa eustatikoa ere deritzo, izan ere, mundu mailan eragiten dituen aldaketak direlako.
 - Glaziazioak: Glaziazioak eta denbora epelak txandakatu egiten dira, glaziazioan prezipitazio gehiago daude leku garaietan. Prezipitatutako elur hori klima hotzaren ondorioz ez da desagertzen eta pilatzen joaten da. Ondorioz, itsasotik lurruntzen den ura ez da bertara itzultzen eta honen mailak behera egiten du. Hori ozeano guztietan geratzen da aldi berean. Glaziazioa bukatzean pilatutako izotza urtzen joaten da, ondorioz ur hori itsasora itzuliko da, itsas maila igoz.
 - Gandor ozeanikoak: Itsas ondoan kokatzen den mendikate erraldoi hauen bolumena aldatzen bada, itsasmailan aldaketak jasan ditzake.

- Gandor ozeanikoaren bolumenak gora egiten bada, bertako plakak azkarrago zabalduko dira. Eta litosfera ozeaniko gehiago sortuko da. Orduan, itsas mailak gora egingo du.
- Itsas mailak behera egiteko gandor ozeanikoaren bolumenak behera egin behar du.
- **Transgresioa eta erregresioa:** Arro sedimentario itsastarretara iristen diren sedimentu kantitatea eta hauen ezaugarriak itsas mailaren sakonera aldaketek kontrolatzen dute.

- *Egokitze espazioa:* Sedimentuz bete daitekeen espazioa da, itsas maila eta itsas hondorearen arteko espazioa da, hau da, ur sakonera.

- Erregresioa: Ur sakonera murrizten bada, itsas bazterra mugituko da, beheraka igatuko da.
- Transgresioa: Ur sakonera handitzen bada berriz, itsas bazterra kontinente aldera mugituko da.

Ur sakoneraren aldaketak hainbat arrazoik aldatu daitezke.

- Sedimentazioa: Sedimentuak pilatzen badira ur sakonera murriztu egiten da.
- Itsas mailaren aldaketak: Itsas mailaren igoera erlatiboa gertatzen bada, transgresioa gertatuko da, eta itsas mailaren beherapenak erregresioa gertatuko da.

Bi faktore horiek batera jokatu dezakete. Ondorioz,

- Itsas mailak behera egiten bada, beti erregresioa gertatuko da.
- Itsas mailaren igoera erlatiboa, baina hauetan sedimentazioak zer egingo duen ikusi behar da.
 - Sedimentazioa itsas maila baino txikiagoa bada; transgresioa
 - Itsas mailaren igoera sedimentazioa baino txikiagoa bada; erregresioa
 - Biak orekan baldin badaude, itsas bazterra bere horretan mantenduko da.

- *Sekuentzia deposizionala:* Itsas maila luraren historian zehar ez da geldirik egon eskala geologikoan. Itsas mailaren zikloak igoera eta hurrengo jaitsiera hartzen ditu. Ziklo horiek iraupen ezberdinekoak izan daitezke (40 M.u). Fanerozoikoan horrelako bi ziklo soilik gertatu dira. Ziklo handi baten barnean gora beherak gertatu dira, ondorioz eskala bat era daiteke.

- 1. ordena (+50 Mu)
 - 2. ordena (50 - 3 Mu)
 - 3. ordena (3-0.5 Mu)
 - 4. ordena (-0.5 Mu)

Itsas mailaren ziklo bakoitzak irauten duen bitartean sedimentatzen den sedimentuei sekuentzia deritzo. Arro sedimentario batean, zatitu daitezke sekuentziatan. Horiek orden ezberdinekoak izan daitezke. Oinarritzkoenak 3. ordenakoak dira garrantzitsuenak eta horregatik deritze sekuentzia deposizionala. Sekuentzi horiek aztertuz jakin dezakegu zenbateko sakoneran pilatu ziren, ondorioz jakin daitezke itsas mailaren zikloak.

- Sekuentzia deposizionalen ezaugarriak: Hauen mugak etengune estratigrafikoak dira, izan ere, hauek sedimentatu ondoren itsas mailaren jaitsiera bat ematen da, ondorioz sedimentu horiek higituak izango dira eta ez dira sedimentatuko. Ondorioz erregistro falta bat izango dugu. Itsas mailaren joerak aztertuz eta arroken adina zehaztuta dugunean itsas mailaren gora beherak ondorioztatu daitezke.