

# Geologia

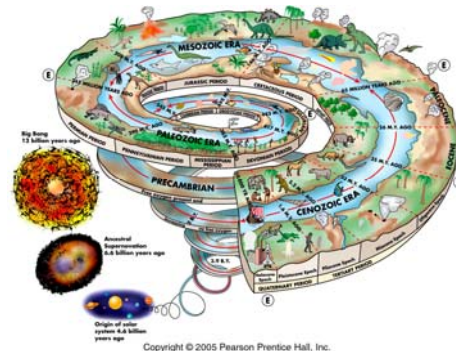
## 1. Iauhilabeteko gaiak:

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

## 2. Denbora geologikoa

## 2. Denbora geologikoa

- Denboraren kontzeptua geologian
- Datazio erlatiboak
- Eskala kronologiko erlatiboa
- Datazio absolutuak
- Eskala kronologiko absolutua








## Denboraren kontzeptua geologian

- Denbora geologikoaren kontzeptuaren bilakaera historikoa:
  - XVIII mende arte: Lurraren adin txikiaren ustea.
  - XVIII eta XIX mendeak (James Hutton eta Charles Lyell): Lurraren adinaren handitasunaren ideia. Baina lurraren adina kalkulatzeko modurik ez.
  - Saiakera ezberdinak lurraren adina kalkulatzeko. Eraitza onik ez.
  - XX mendea: Lurraren adinaren kalkulua desintegrazio erradiaktiboan oinarrituta → 4.500 Mu. Denbora geologikoaren handitasunaren konfirmazioa.
- Arroken datazioa: arroken adina kalkulatzeko.
  - Datazio erlatiboa
  - Datazio absolutua

## Datazio erlatiboak

- Metodoak: Geologiaren oinarrizko printzipioak
- Geruzen gainjarpenaren printzipioa (Steno, 1669):
 

"Deformatu gabeko geruza-segida batean geruza bat beti berriagoa da bere azpian dagoena baino, eta zaharragoa da bere gainean dagoena baino".

Sedimentu geruzen pilaketa	Denbora
	Denbora 5
	Denbora 4
	Denbora 3
	Denbora 2
	Denbora 1



- Jatorrizko horizontaltasunaren printzipioa (Steno, 1669):  
"Geruzak horizontalki metatzen dira".



© 2006 Brooks/Cole - Thomson

Geruzak metatu ondoren okertuak



Geruzak metatu ondoren tolestuak



© 2006 Brooks/Cole - Thomson

- Albo-jarraitasunaren printzipioa (Steno, 1669):  
"Sedimentu geruza bat albora eta norabide guztietan zabaltzen da amaitzen den arte, bai mehetzen delako (desagertu arte) bai erliebe baten aurka amaitzen delako".

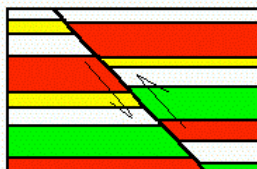


© 2006 Brooks/Cole - Thomson

• Elkar-ebaketan printzipioa (Hutton, 1795) :

"Elkar ebakitzen diren egituretatik, moztan duen egitura berriagoa da moztuta dagoena baino".

Ad.: Geruza failatuak

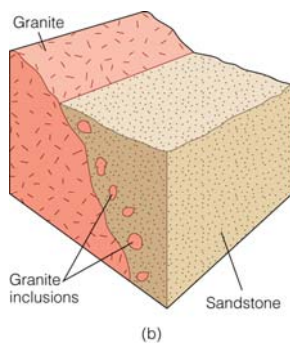


Ad.: Intrusio magmatikoa



• Inklusioen printzipioa (Hutton, 1795) :

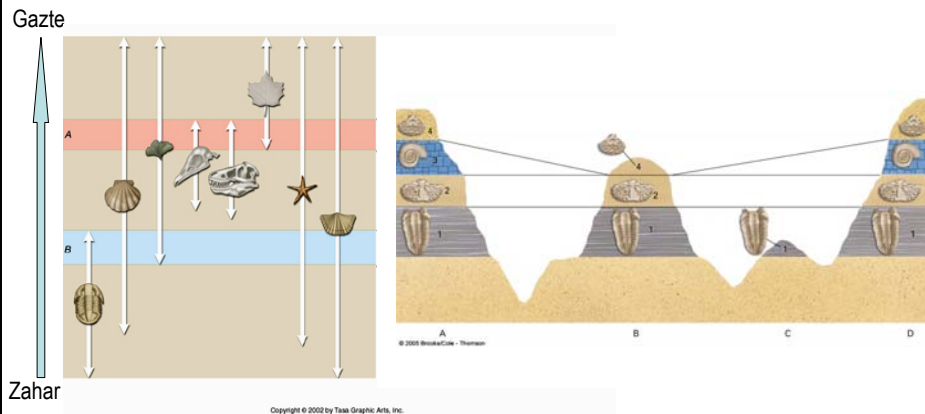
"Arroka-geruza baten baitan beste arroka baten inklusioa (edo zatia) badago, inklusioa zaharragoa da geruza bera baino".



• Segida faunistikoaren printzipioa (Smith, 1796) :

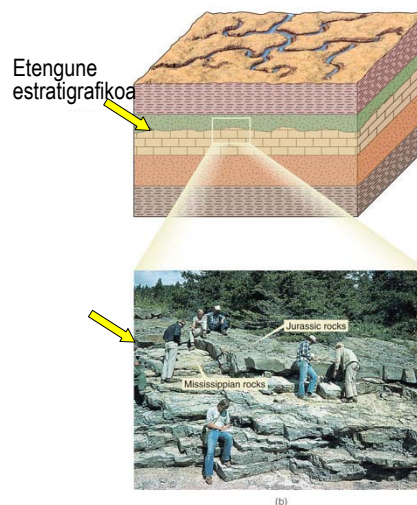
"Fosilen espezieak arroketa orden jakin eta aldaezin batean agertzen dira". Ondorioak:

- Fosil-espezie bakoitza denbora-bitarte jakin batean bizi izan zen.
- Fosil berdinak dituzten arrokak adin berekoak dira (korrelazioa).
- Fosil onenak. Fosil indizeak (edo fosil gidak).



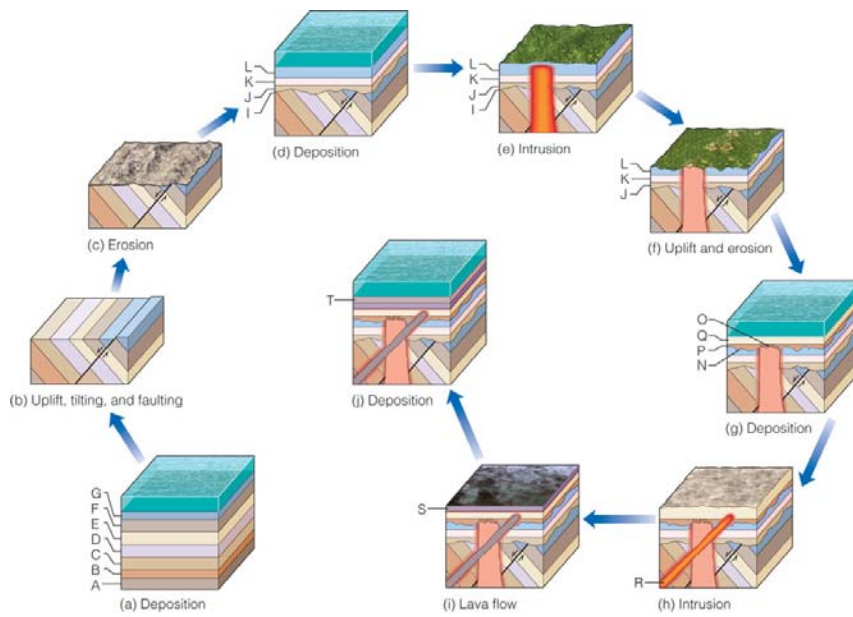
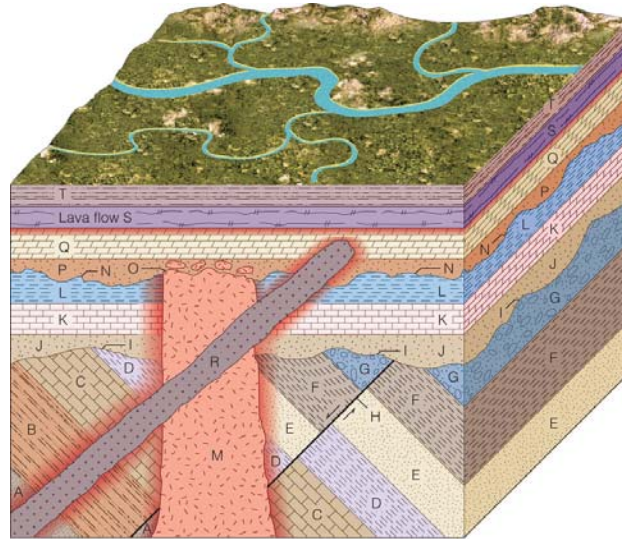
• Etengune estratigrafikoak:

Geruza-segida bat igarotako denboraren erregistroa da, baina batzuetan denbora-tarte handiak gera daitezke erregistratu gabe. Erregistro-hutsune hauei etengune estratigrafikoak deritze. (Sakonkiago 6. gaian)





- Datazio erlatiboen printzipioen erabilera.

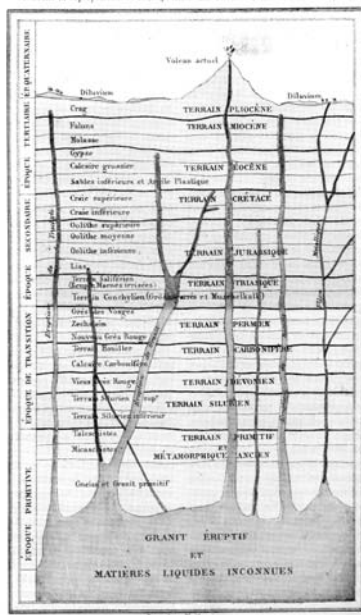


## Denbora erlatiboaren eskala

- Eskualde txiki batean arroken adin erlatiboa ezarri ahal da datazio erlatiboaren zenbait printzipioak erabiliz (arroken erlazio espazial eta geometrikoetan oinarrituriko printzipioak: geruzen gainjarpena, elkar-ebaketak, albo-jarraitasuna, inklusioak, e.a.).
- Aldiz, oso urrunak diren azaleramenduetako (adibidez, kontinente ezberdineko) arroken arteko adin erlatiboak ezartzeko fosilak eta segida faunistikoaren printzipioa erabiltzen dira.
- XVIII-XIX mendetan, datazio erlatiboaren printzipioetan oinarriturik, ezarri zen adin erlatiboaren arabera lurreko arroken ordenamendua (zutabe konposatua). Mugak arroketako fosilek (biziak) izandako aldaketa nabarmenetan ezarri ziren. Adin erlatiboaren arabera arroken ordenamenduak denbora erlatiboaren eskala islatzen du.
- Denbora erlatiboaren eskala ez da funtsean aldatu, baina gero eta zehatzagoa da.
- Eskala honetan ez dakigu garai baten iraupena zein izan den, ez eta orain dela zenbat urte izan den, solik zein ordenan eman den beste garaiekiko.

### XIX mendeko denbora erlatiboaren eskala

COUPE IDÉALE DE L'ÉCORCE SOLIDE DU GLOBE TERRESTRE.  
Montrant la superposition et la disposition des terrains sédimentaires et éruptifs.



### 2. Denbora geologikoa

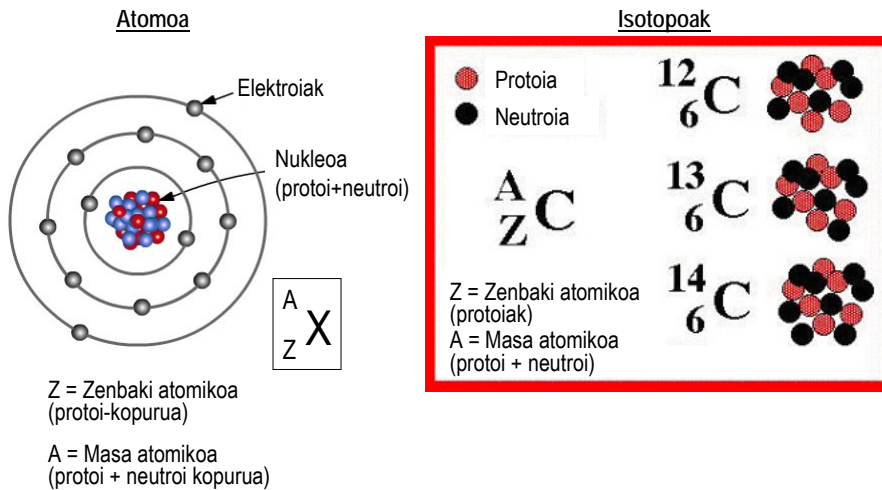
#### Eguneko denbora erlatiboaren eskala (sinplifik.)

Eon	Era	Period	Epoch	Major Geologic and Biological Events
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Recent or Holocene	Ice Age ends
			Pleistocene	Ice Age begins
	Tertiary	Neogene	Pliocene	Earliest humans
			Miocene	
		Paleogene	Oligocene	
			Eocene	Formation of Himalayas
	Mesozoic	Cretaceous	Paleocene	Formation of Alps
		Jurassic		Extinction of dinosaurs
		Triassic		Formation of Tethys Sea
Paleozoic	Carboniferous	Permian		Formation of Pangaea
		Pennsylvanian		Formation of Appalachians
	Mississippian			Abundant coal-forming swamps
	Devonian			First reptiles
				First amphibians
Precambrian	Proterozoic	Silurian		
		Ordovician		First land plants
	Archaean	Cambrian		First fish
Hadaean	Proterozoic			Earliest eukaryotic animals
				Earliest fossil record of life

© 2006 Brooks/Cole - Thomson

## Datazio absolutuak

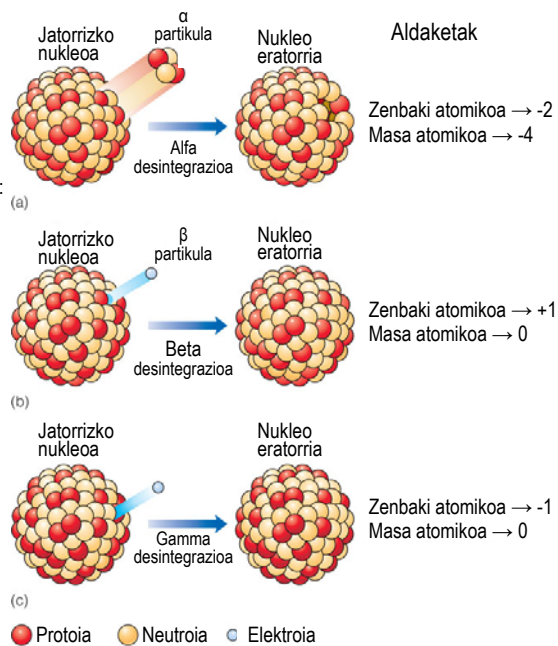
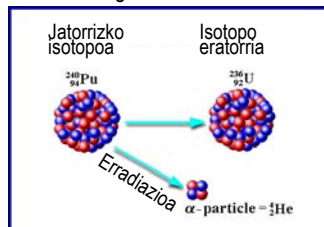
- Metodoa: zenbait mineralen erradiaktibitatean oinarrituta (datazio erradiometrikoa).
- Atomoaren egitura eta partikulak: elementu kimikoa, isotopoak.



### • Erradiaktibitatea:

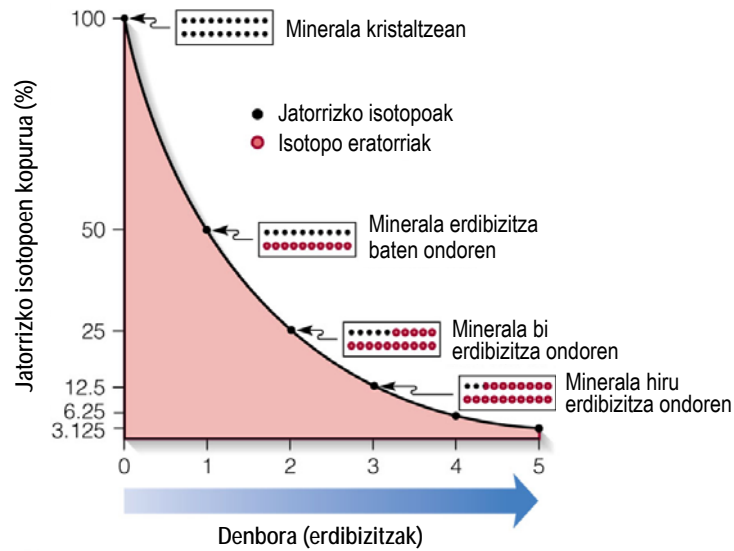
- Isotopo egonkorak eta isotopo ezegonkorak (edo erradiaktiboak).
- Isotopo ezegonkorren desintegrazio erradiaktiboa: jatorrizko isotopoak eta isotopo eratorriak.
- Hiru desintegrazio erradioaktibo mota: alfa, beta eta gamma

### Desintegrazio erradiaktiboa



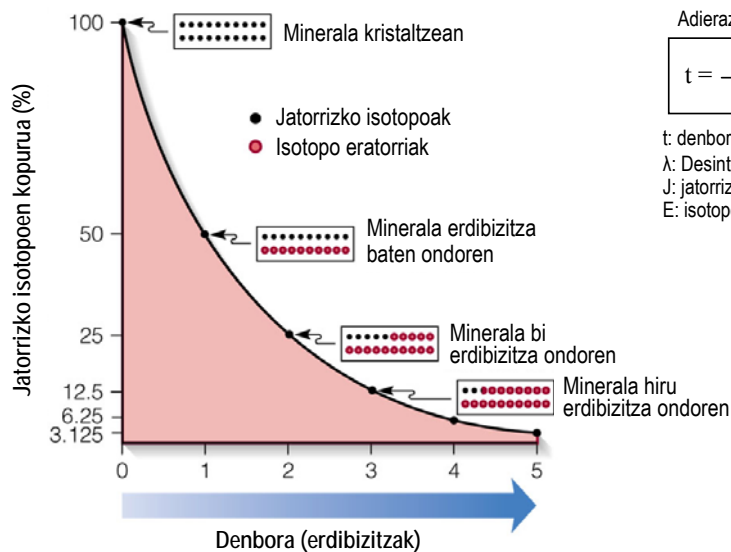


- Isotopo erradiaktiboen desintegrazio-abiadura: erdibizitza



• Datazio erradiometrikoa:

- Funtza: Jatorrizko isotopo baten desintegrazio-abiadura (erdibizitza) ezagututa, mineral edo arroka bateko jatorrizko isotopo eta isotopo eratorrien kopurua neurtuta jakin dezakegu orain dela zenbat urte sortu zen (bere adina).



Adierazpen matematikoa:

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

t: denbora

$\lambda$ : Desintegrazio-konstantea

J: jatorrizko isotopoen kopurua

E: isotopo eratorrien kopurua

- Isotopo erradioaktibo erabilienak: kasu bakoitzean

Jatorrizko isotopoa	Isotopo eratorria	Jatorrizko isotopoaren erdibizitza	Datazio efektiboaren tartea	Datagarriak diren mineralak eta materialak
Uranio-238	Beruna-206	4.500 M.u.	10 M.u.-4.600 M.u.	Zirkoa, Uranitita
Potasio-40	Argon-40	1.300 M.u.	50.000 u.-4.600 M.u.	Moskobita, biotita, hornblenda, arroka bolkaniko osoa
Rubidio-87	Estrontzio-87	47.000 M.u.	10 M.u.-4.600 M.u.	Moskobita, biotita, K-feldespatoa, arroka igneo eta metamorfiko osoak
Karbono-14	Nitrogeno-14	5.730 u.	100 u.-70.000 u.	Egurra, zohikatza, hezurra, ehuna, bibalbioak eta kare-oskolak.

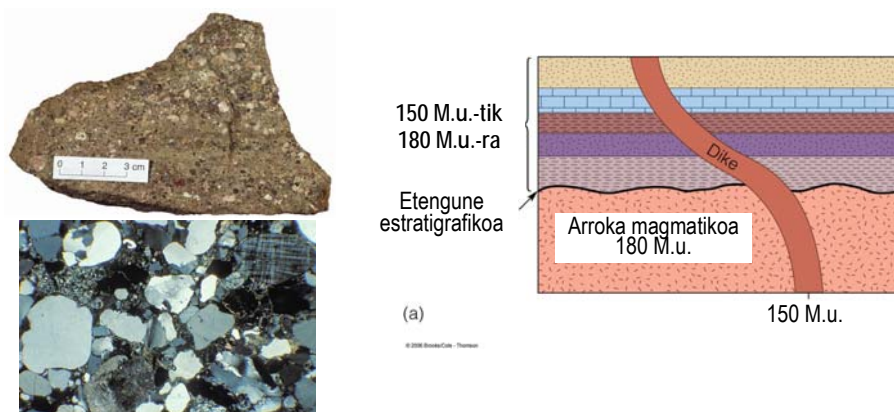
• Datazio erradiometrikotako suposizioak:

- Minerala sortzean isotopo guztiak jatorrizkoak izatea eta ez egotea isotopo eratorririk.
  - Minerala sortu denetik gaur egun arte ez izatea isotopoen ihesirik ezta ere sarrerarik (sistema itxia).
- Saihestu arroka meteorizatuak.

• Datazio erradiometrikoak eta arroka-motak:

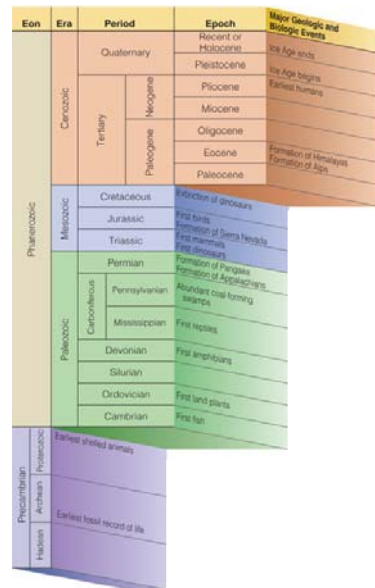
- Arroka magmatiko eta metamorfikoak: Mineral erradioaktibo ugari (egokia).
- Arroka sedimentarioak: Sedimentuarekin batera sortutako mineral erradioaktiborik ez (edo oso urriak). Arroka sedimentario baten pikorra hartuta, bere datazio erradiometrikoak emango lukeen adina ez zen arroka sedimentarioarena izango, baizik eta pikor hori eratorri izan den arrokarena.

Dena den, eta zeharka bada ere, arroka sedimentarioen adin absolutuak jakin daitezke beraiekin erlazionaturiko arroka magmatikoen datazio erradiometrikoak eginez. Adibidez:



## 2. Denbora geologikoa

- Denbora erlatiboaren eskalak mugetako arroketan datazio erradiometrikoak eginez, XX mendean gehitu egin ziren adin absolutuak eskala horri, denbora absolutuaren eskala eraikiz.

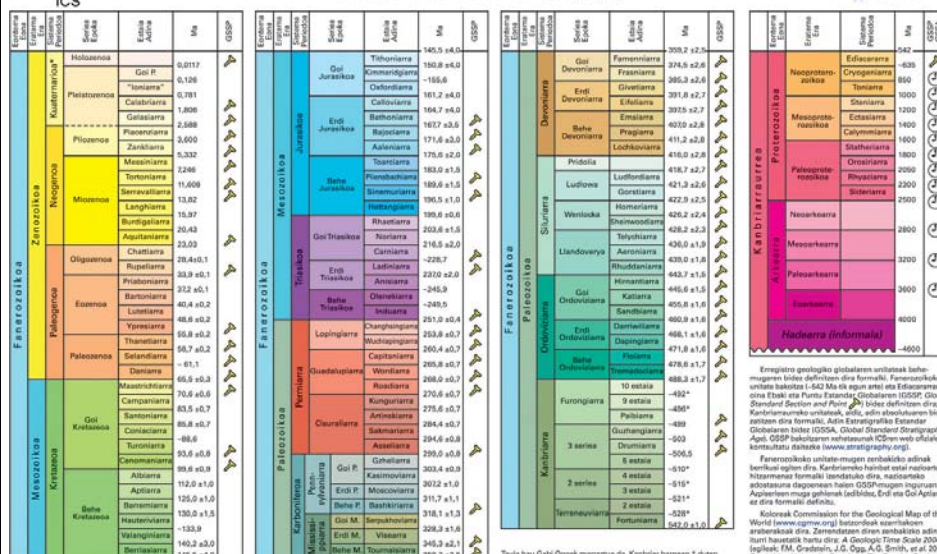


© 2006 Brooks/Cole - Thomson

- Egungo denbora absolutuaren eskala:

## 2. Denbora geologikoa

## International Commission on Stratigraphy



\* Kuaternarioaren definizioa eta Pleistozenoaren barrikuspena eztabaldapen daude. Pleistozenoaren oina 1,81 Ma da (Calabriararen oina), baina 2,59 Ma arte hedatu daiteke (Gelasiarren oina). "Tertziario" historikoak Paleogenoa eta Neogenoa hartzen ditu, eta ez du

© 2004 Blackwell Publishing Ltd *Journal of Internal Medicine* 255: 103–110