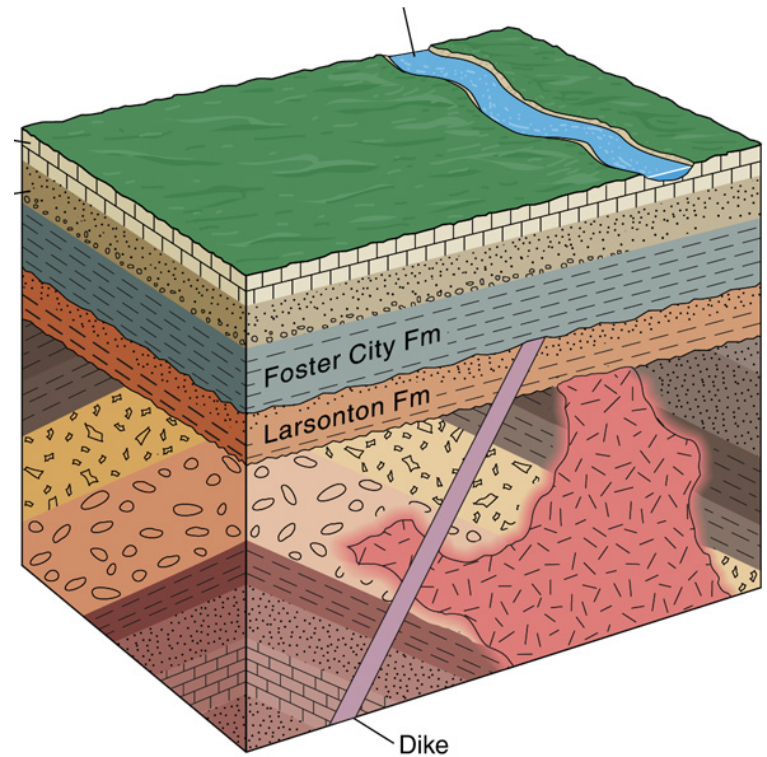
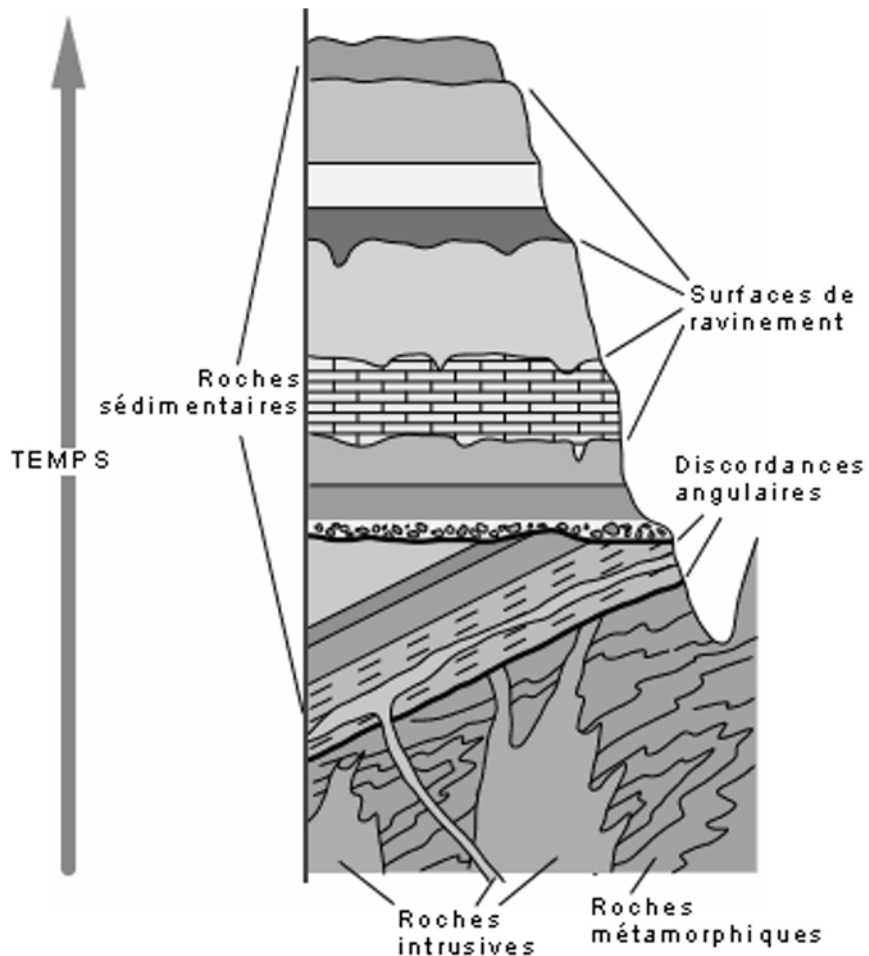


Il tempo geologico

In geologia, il tempo è di solito indicato da una sequenza rocce, come illustrato schematicamente da una colonna stratigrafica (sinistra) o da un blocco diagramma (destra)



Datazioni

1. Metodi fisici (datazione relativa)
2. Metodi paleontologici (datazione calibrata)
3. Metodi radiometrici (datazione assoluta)

Metodi fisici di datazione relativa

Stenone (1669) definisce due principi apparentemente semplici ma fondamentali: gli strati sedimentari si sono depositi inizialmente in maniera orizzontale

(principio dell'orizzontalità primaria)

Gli strati si sono sovrapposti gli uni sugli altri e quindi quelli sotto sono più vecchi di quelli sopra

(principio di sovrapposizione)

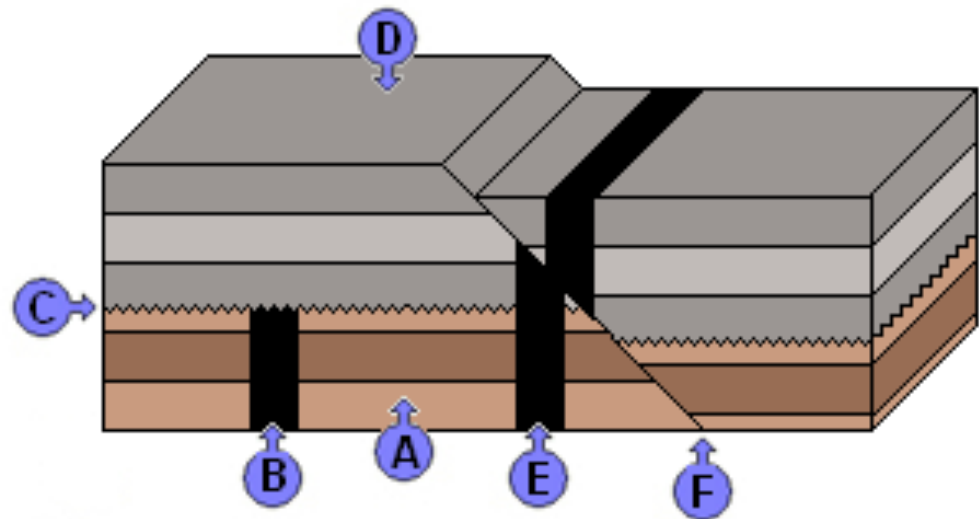
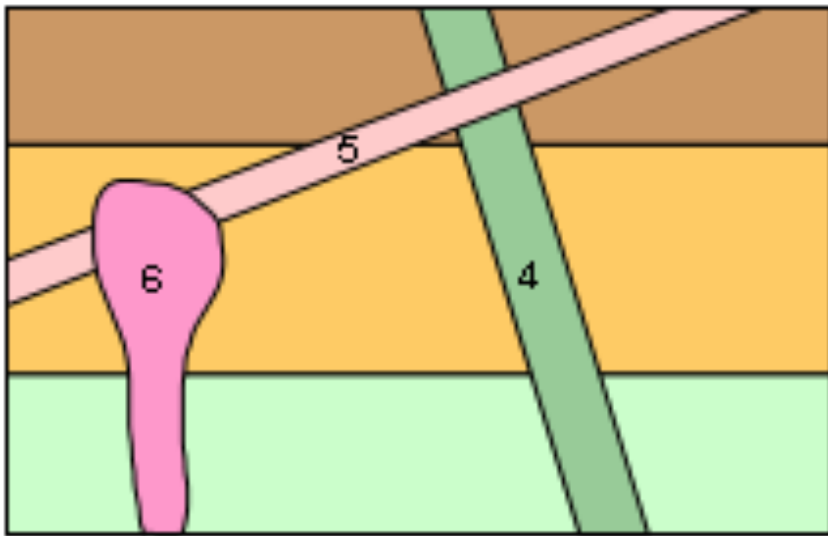


principio dell'orizzontalità primaria

principio di sovrapposizione

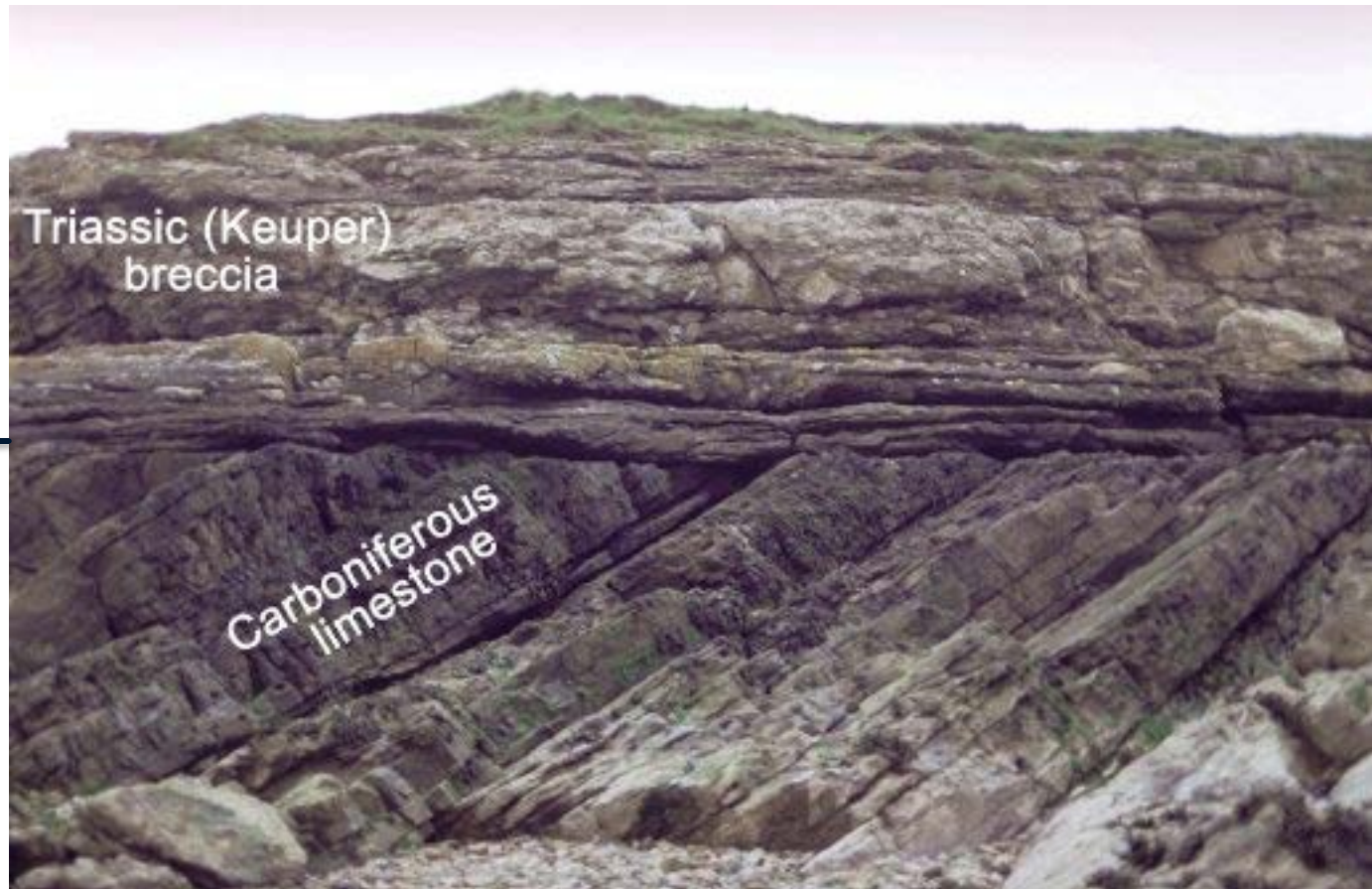
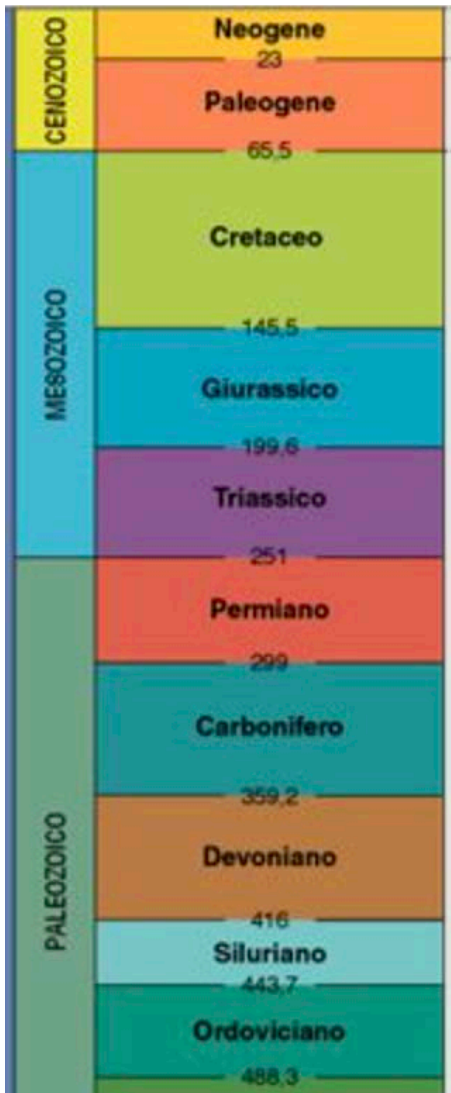
Metodi fisici di datazione relativa

- Principio di intesezione: un corpo roccioso che interseca un altro è necessariamente più giovane di quello che taglia.

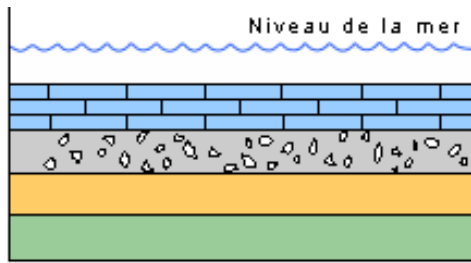


Metodi fisici di datazione relativa

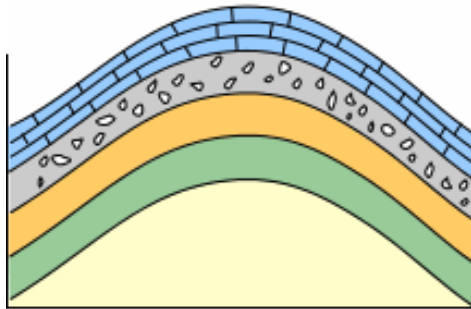
la discordanza erosiva rappresenta del tempo geologico, ma del tempo in cui non c'è stata deposizione ma anzi erosione



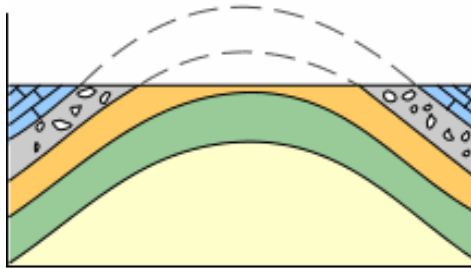
Deposito



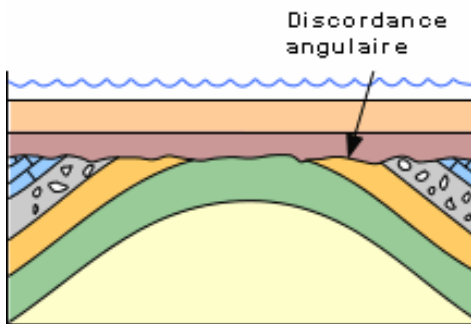
Piegamento



Erosione



Nuovo deposito

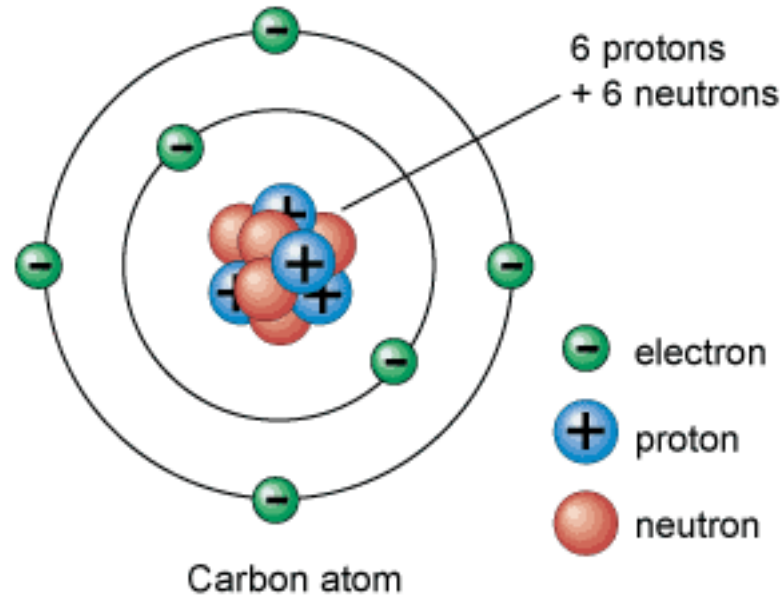


Metodi radiometrici (datazioni assolute)

- Il metodo di datazione relativa, principalmente tramite fossili, non dà informazioni sul tempo reale
- Le datazioni radiometriche utilizzano la proprietà che hanno alcuni elementi chimici di disintegrarsi radioattivamente
- Calcolando il tempo che una certa porzione di un elemento contenuto in un minerale a disintegrarsi, si ottiene l'età di formazione di quel minerale

Cos'è la radioattività?

6	12.011
4197 3827	2.5
C	
[He]2s ² 2p ²	
2.25	2,±4



Numero atomico = numero di protoni (\pm)

Massa atomica = nucleo = numero di protoni (+) + numero neutroni (-)

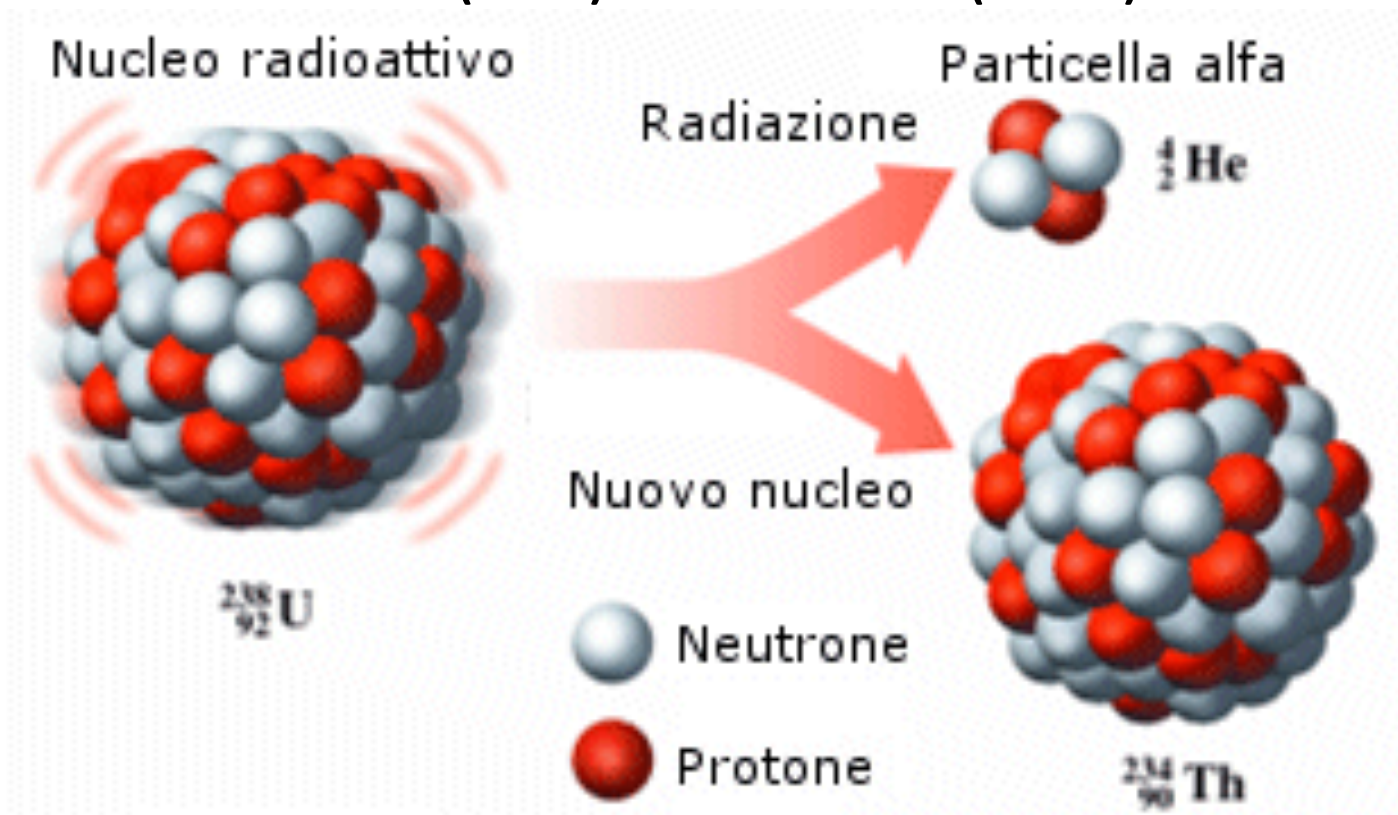
La radioattività è dovuta all'instabilità del nucleo che decade con emissione di energia, in due forme principali:

particelle α = 2 protoni (+) + 2 neutroni (\pm);

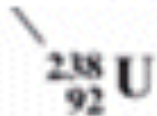
particelle β = 1 elettroni (-):

ESEMPIO:

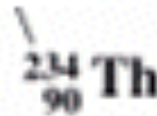
Decadimento dell'uranio 238 (^{238}U) in Torio 234 (^{234}Th) e Particella alfa (^4_2He)



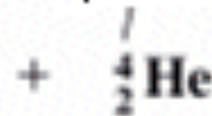
146 neutroni
92 protoni



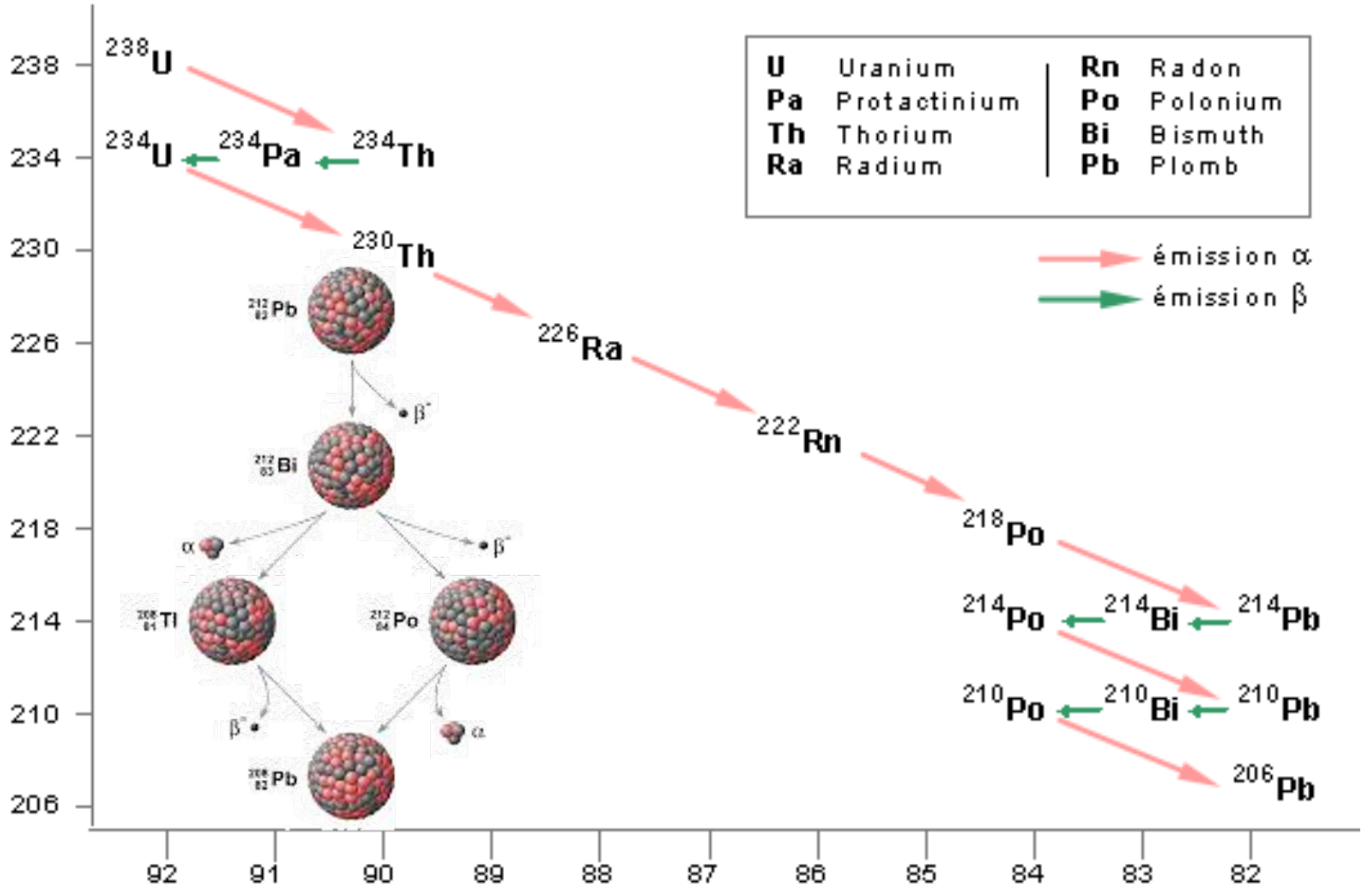
144 neutroni
90 protoni





2 neutroni
2 protoni



Masse atomique

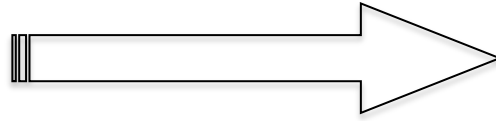


U	Uranium	Rn	Radon
Pa	Protactinium	Po	Polonium
Th	Thorium	Bi	Bismuth
Ra	Radium	Pb	Plomb

 émission α
 émission β

Numéro atomique

isotopo genitore

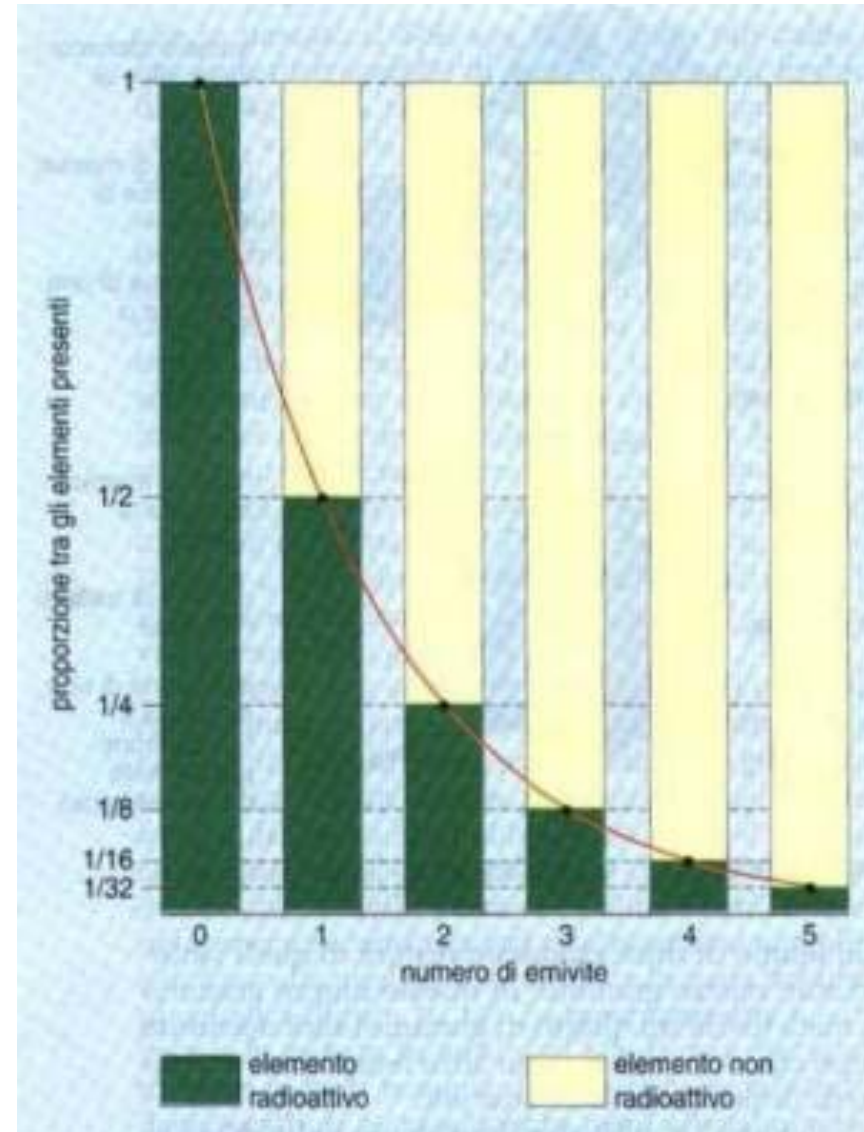


isotopo figlio

Il rapporto figlio/genitore mano a mano aumenta in funzione del **tempo di dimezzamento**

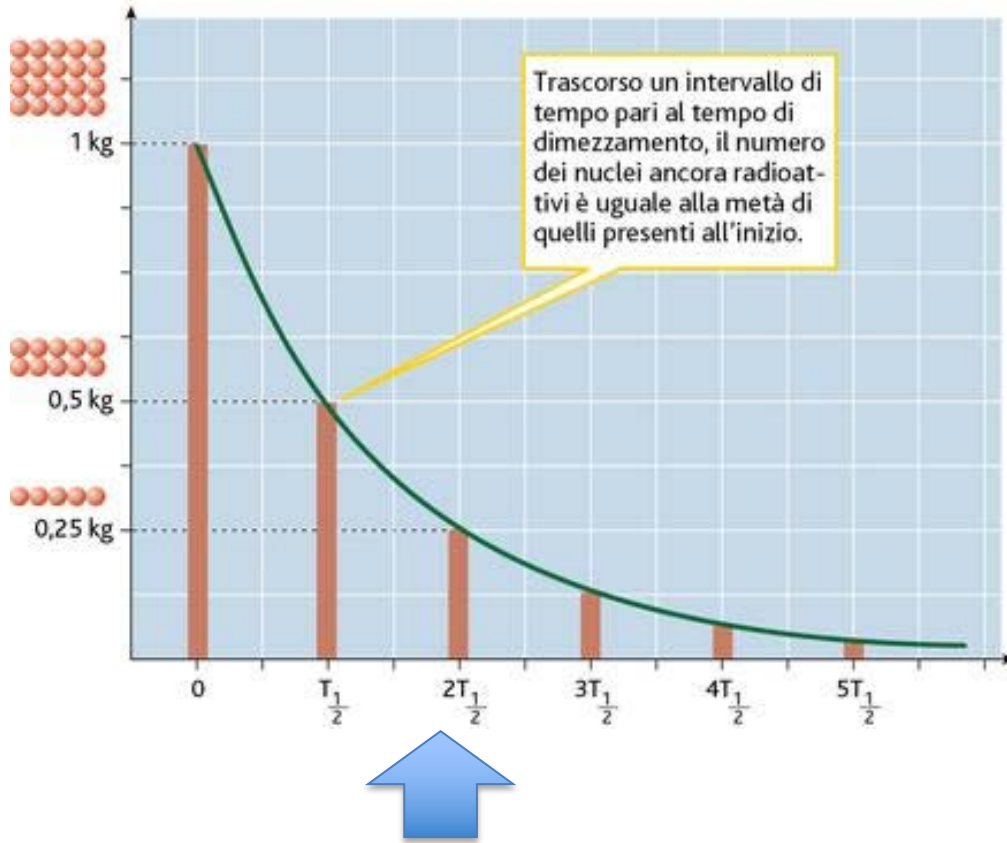
La velocità di disintegrazione è molto diversa da un elemento all'altro, ma sempre la stessa per un dato isotopo

Se si conosce il tempo di dimezzamento per un dato isotopo, si è in grado di calcolare il tempo (età) in base al valore del rapporto figlio/genitore



**Diversi
elementi
hanno diversi
tempi di
decadimento**

Isotopo radioattivo	Tipo di decadimento	Tempo di dimezzamento
${}^{212}_{84}\text{Po}$	α	$9 \cdot 10^{-7}$ secondi
${}^{211}_{84}\text{Po}$	α	0,5 secondi
${}^{210}_{81}\text{Tl}$	β	1,3 minuti
${}^{231}_{90}\text{Th}$	β	25 ore
${}^{210}_{84}\text{Bi}$	β	5 giorni
${}^{210}_{84}\text{Po}$	α	138 giorni
${}^{228}_{88}\text{Ra}$	β	6,7 anni
${}^{226}_{88}\text{Ra}$	α	$1,62 \cdot 10^3$ anni
${}^{231}_{91}\text{Pa}$	α	$3,4 \cdot 10^4$ anni
${}^{238}_{92}\text{U}$	α	$4,5 \cdot 10^9$ anni



Nel minerale "zirconio" ($ZrSiO_4$), una certa quantità di zirconio può essere sostituita da uranio, rendendo il minerale utile per la datazione assoluta

L'uranio sin dall'inizio si disintegra radioattivamente trasformandosi in piombo

Determinando il rapporto piombo su uranio (figlio/genitore) mediante uno spettrometro di massa su uno zirconio contenuto in un granito, si può calcolare da quanto tempo sta avvenendo la disintegrazione radioattiva ovvero da quanto tempo è passato da quando lo zirconio (e il granito che lo contiene) si è formato

Ad es.

^{206}Pb 75%

^{238}U = 25%

Età $4,5 + 2,25 = 6,75 \times 10^9$ anni

La datazione al radiocarbonio (^{14}C)

è un metodo molto utile per la datazione alcuni materiali geologici e archeologici

Il metodo utilizza la disintegrazione radioattiva del carbonio-14 in azoto-14



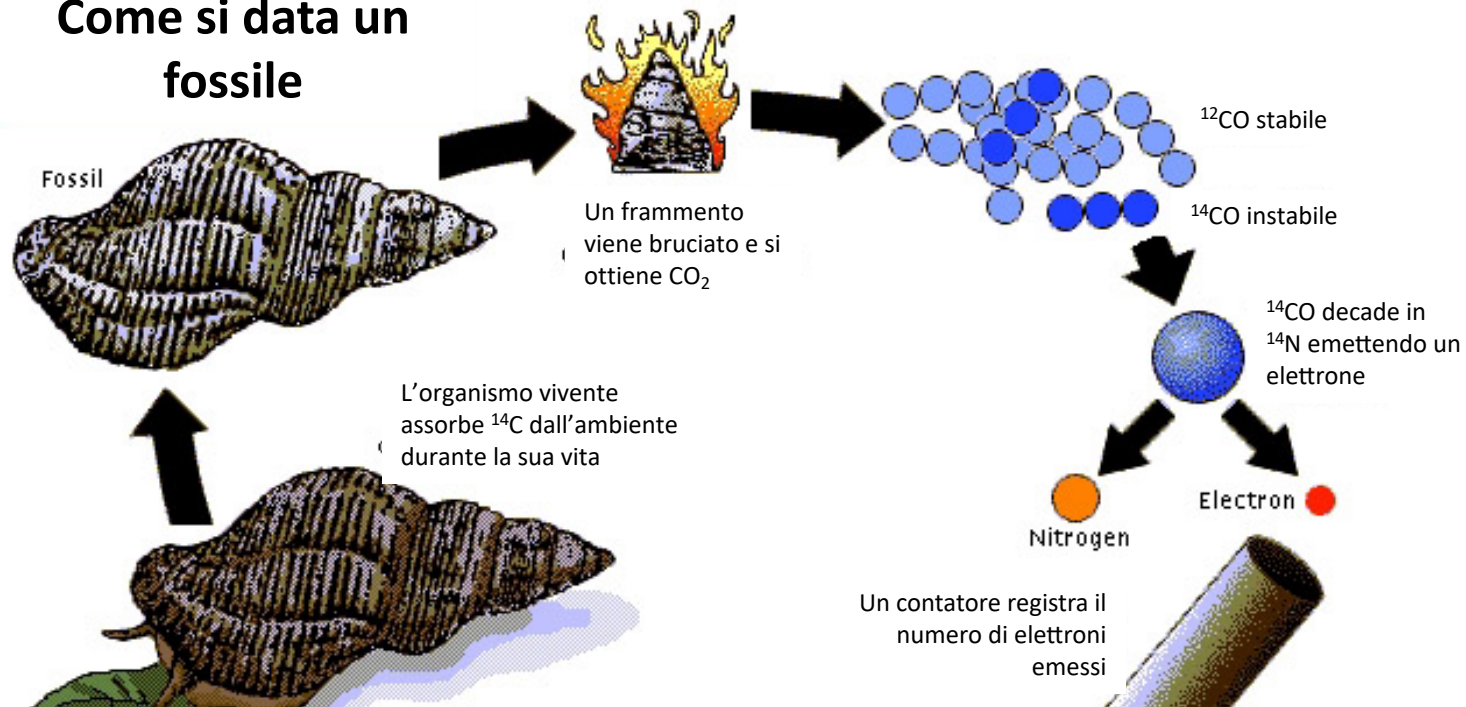
Il ^{14}C ha un'emivita di 5.730 anni. Il metodo è utilizzato per depositi con meno di 75.000 anni

Questo metodo si applica solo a materiali che sono stati viventi ed hanno scambiato con l'atmosfera come legno, conchiglie, torba, tessuti di lino, cotone, lana , ecc

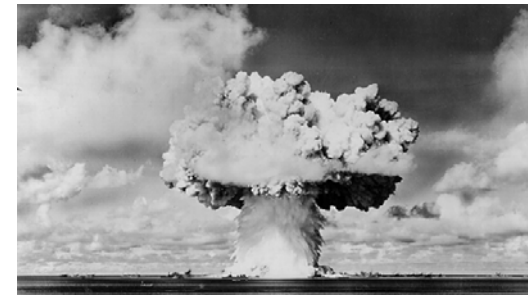
L'età che si ottiene con il ^{14}C è l'età della morte del corpo

La proporzione $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$ è cambiata nel tempo per cui bisogna apportare correzioni

Come si data un fossile

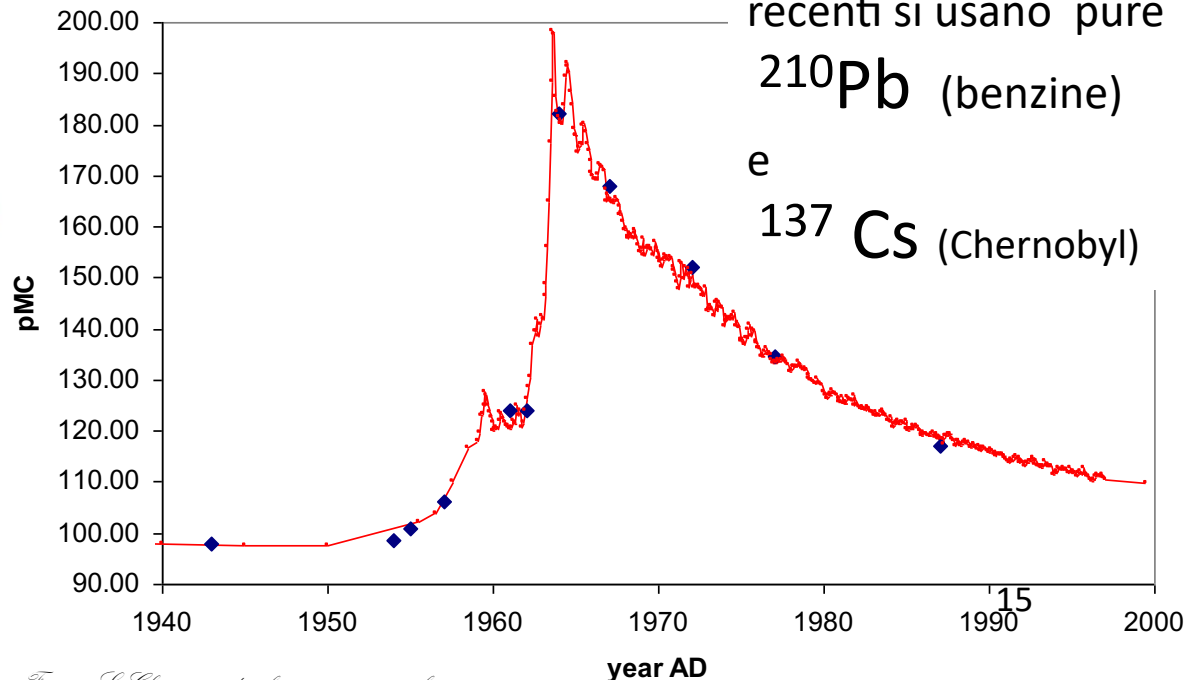
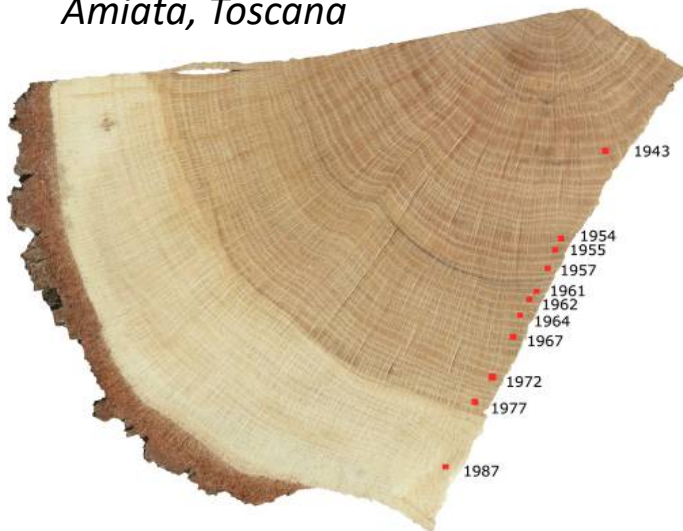


Bomb peak per test nucleari in atmosfera (prima del trattato di non proliferazione del 1968)



enorme aumento dei flussi di neutroni in atmosfera, e quindi anche del tasso di produzione di ^{14}C con influenza sensibile sulla concentrazione globale [^{14}C] (fino al +100 %). Successivamente, il tasso di ^{14}C in atmosfera è diminuito, a causa della progressiva “diluizione” nell’enorme serbatoio delle acque terrestri, riavvicinandosi ai valori pre-esplosioni nucleari.

*Dendrocronologia e ^{14}C da un albero
abbattuto nella zona del monte
Amiata, Toscana*

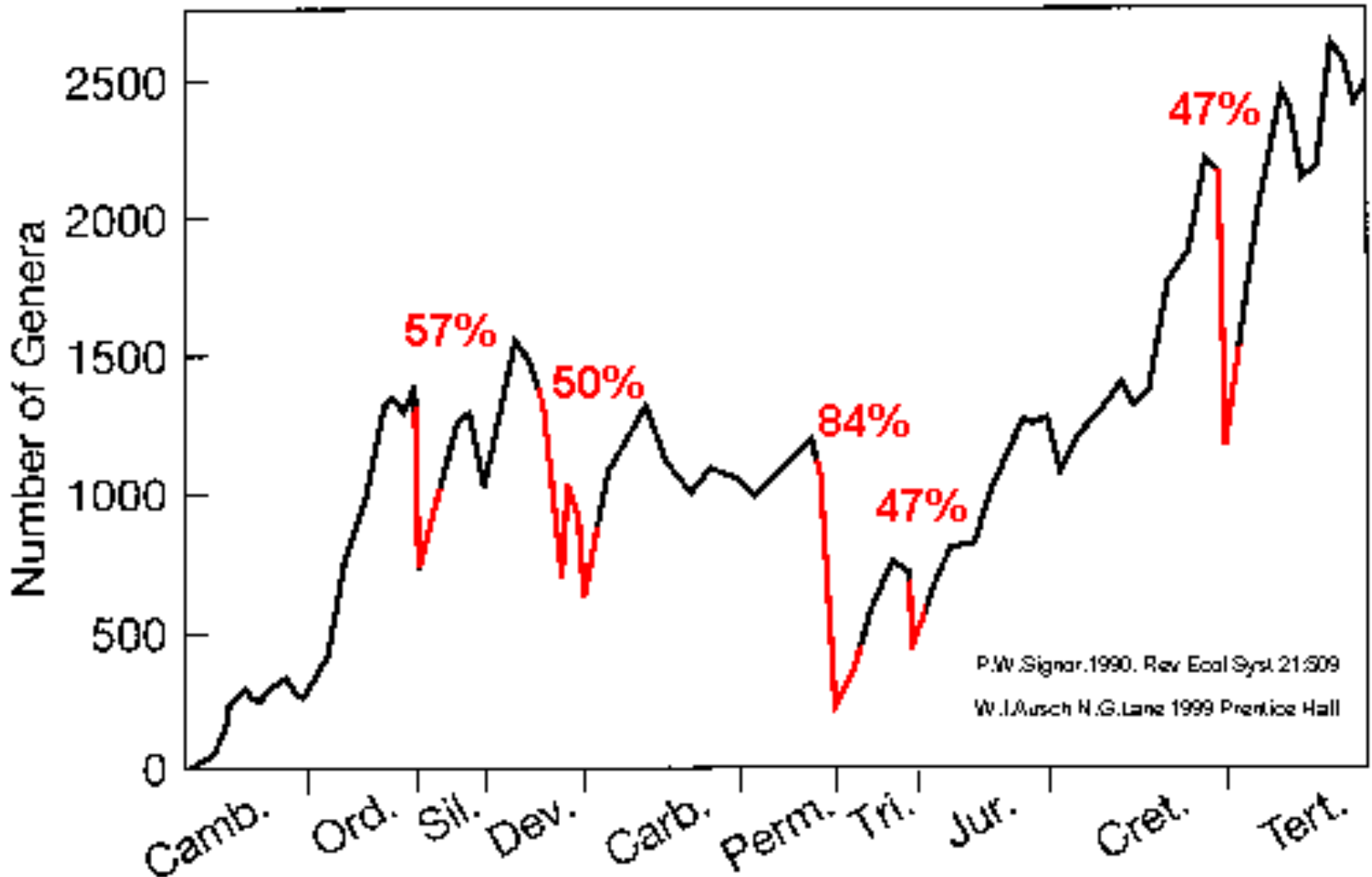


Metodi paleontologici di datazione relativa calibrata

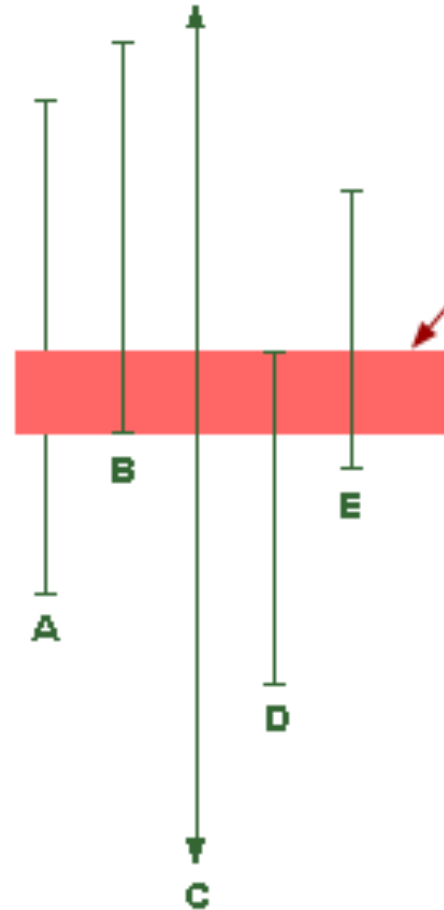
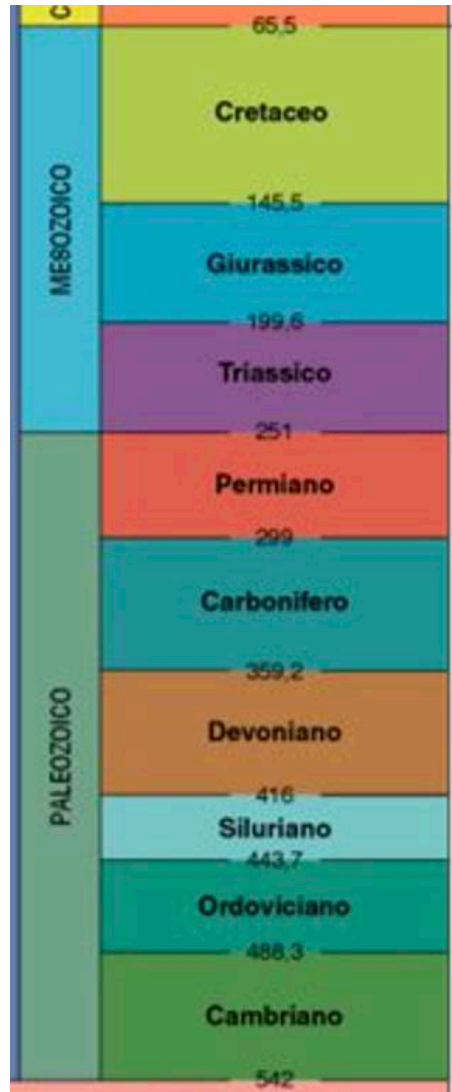
Ogni tempo geologico è stato caratterizzato da un proprio assemblaggio faunistico

Due strati hanno la stessa età se hanno lo stesso assemblaggio di fossili.

Metodi paleontologici di datazione



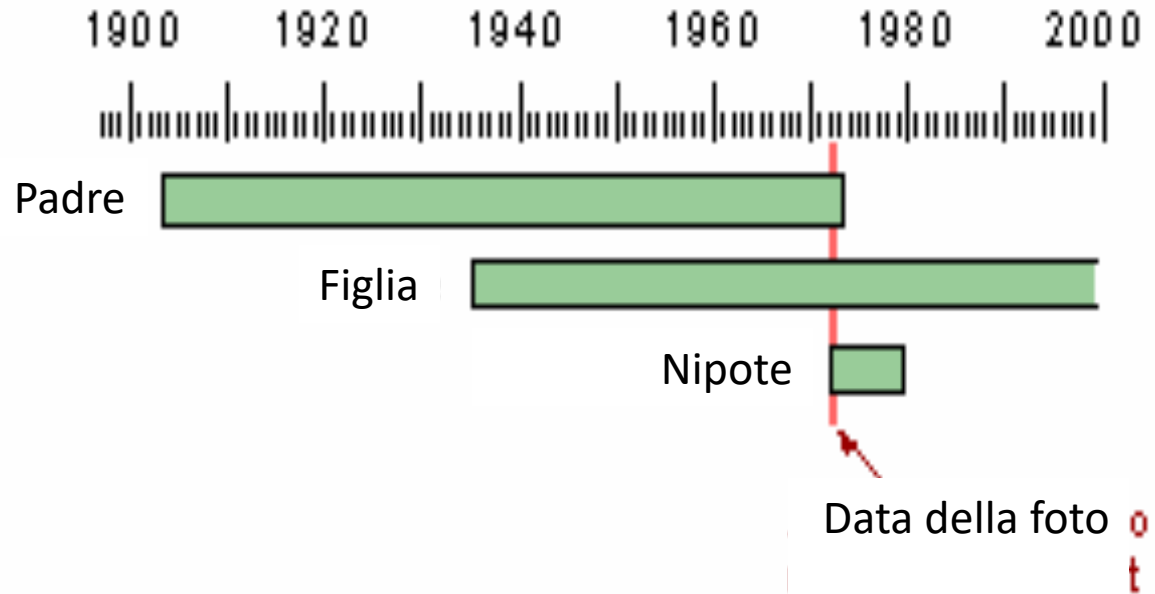
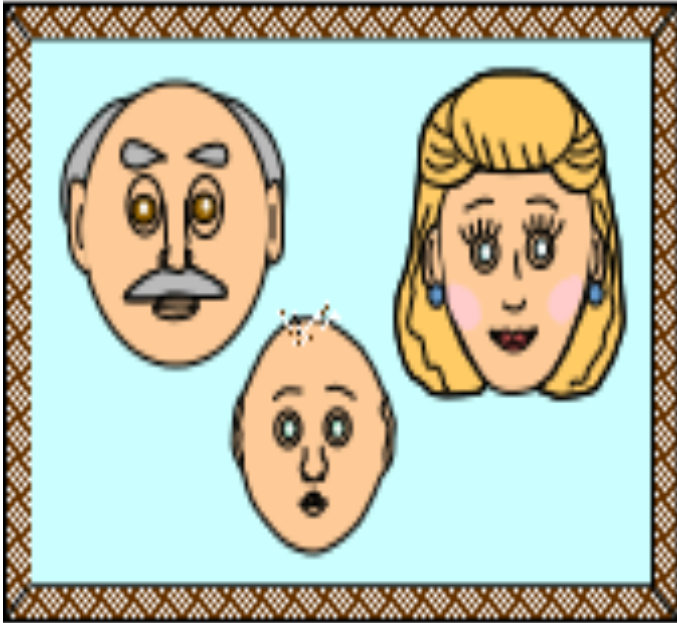
Dato un gruppo fossili (A, B, C, D ed E) che è si trova in uno stesso strato si ottiene un'età relativa dello strato



Età dell'assemblaggio di fossili = età dello strato

Metodi paleontologici di datazione

Foto di famiglia



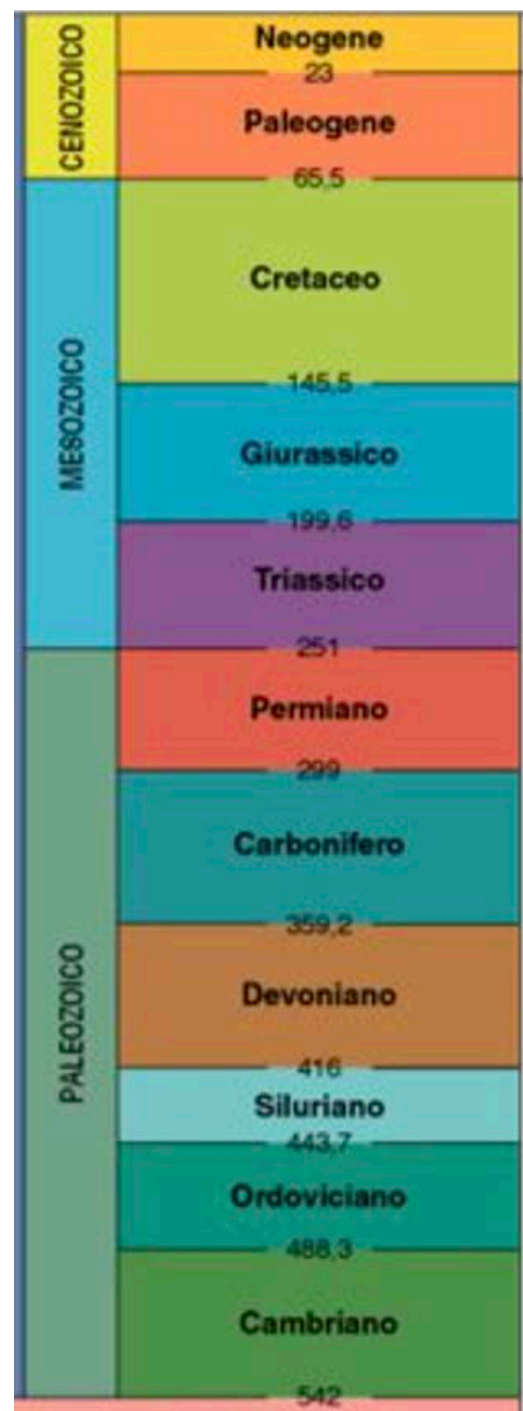
Metodi paleontologici di datazione

Non c'è un tempo assoluto espresso in numero di anni

I limiti tra le unità sono stabiliti principalmente su importanti cambiamenti della fauna

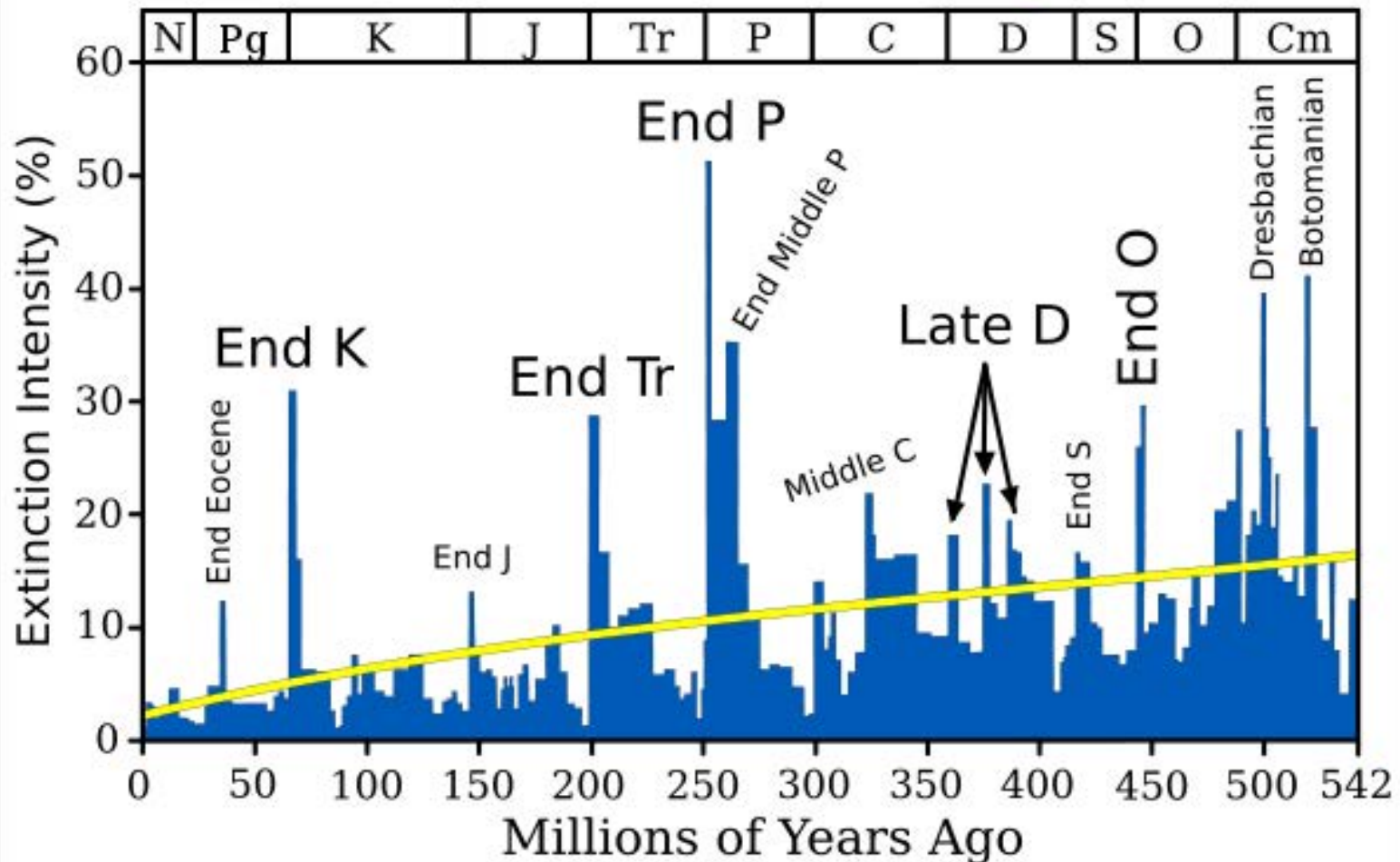
I limiti tra le ere geologiche coincidono con la scomparsa di molti gruppi gruppi

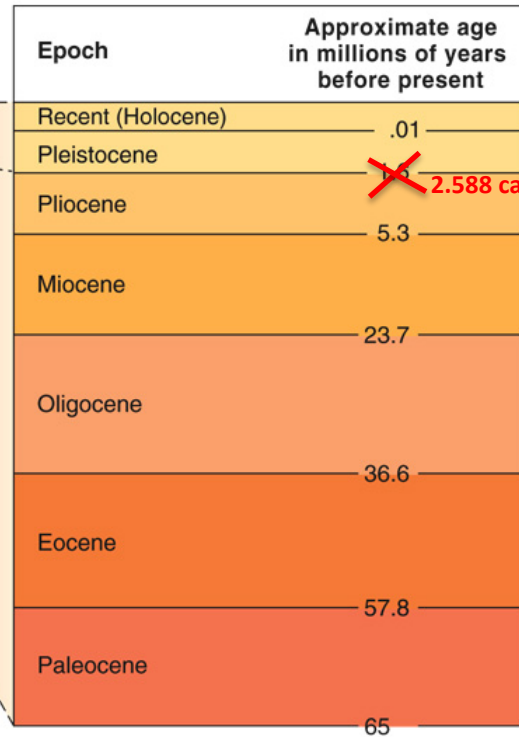
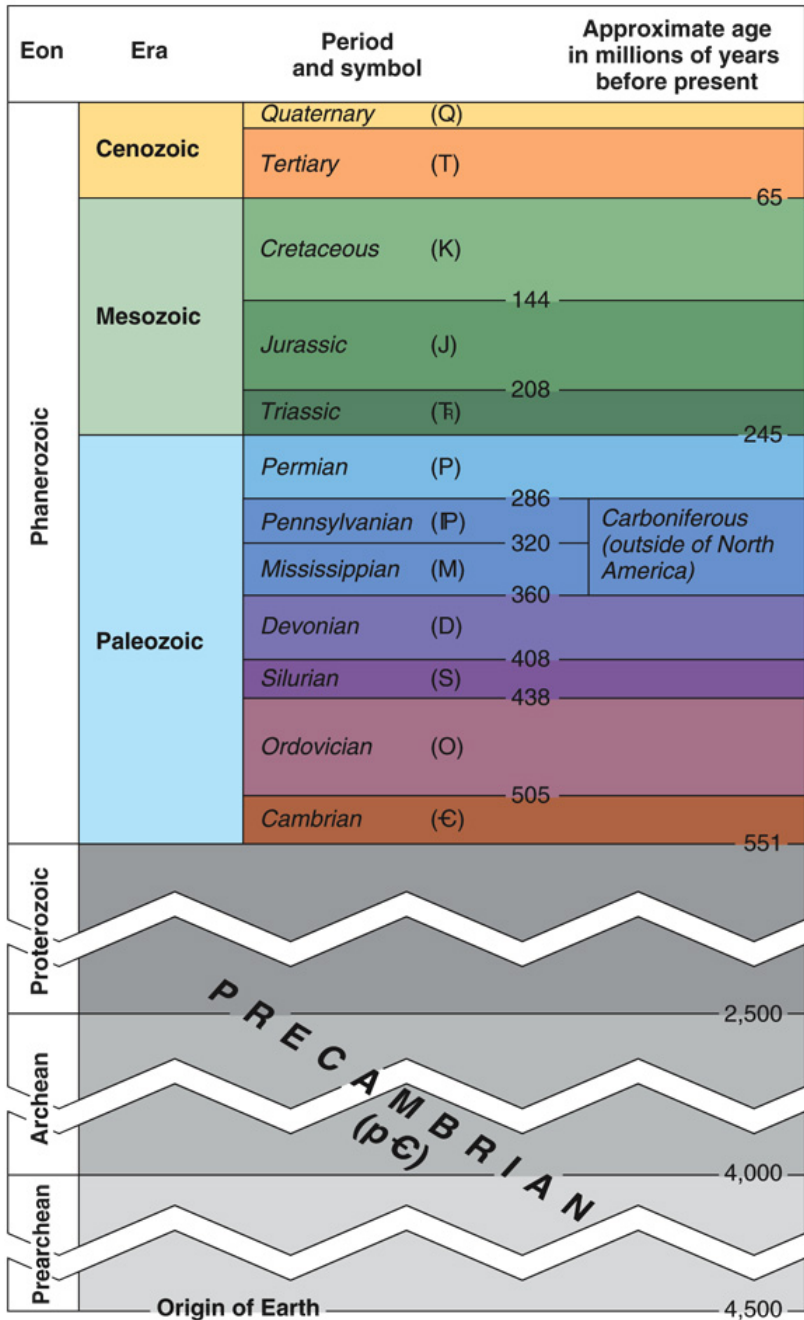
Ogni periodo geologico ha un nome che è stato dato nel 19 ° secolo da geologi inglesi ed europei: il Cambriano (Cambria, il nome romano del Galles), Ordoviciano e Siluriano (dal nome delle tribù degli Ordovici e dei Siluri che vivevano nel Galles durante la conquista romana), il Devoniano (da Devonshire regione inglese, dove queste rocce sono state studiate per la prima volta), il Carbonifero (rocce ricche di carbone), Permiano (dalla provincia di Perm, in Russia, dove queste rocce sono state studiate per la prima volta), il Triassico (rocce che sono divise in tre unità in Europa), Giurassico (dal nome Jura in Francia e in Svizzera, dove le rocce di questa età sono state studiate per la prima volta), il Cretaceo (Creta, latino per gesso, applicato per la prima volta alle bianche scogliere lungo il Canale della Manica).



Essendo stati definiti su base biostratigrafica,
i limiti cronologici coincidono con le estinzioni di massa

Marine Genus Biodiversity: Extinction Intensity





2.588 cambiato di recente

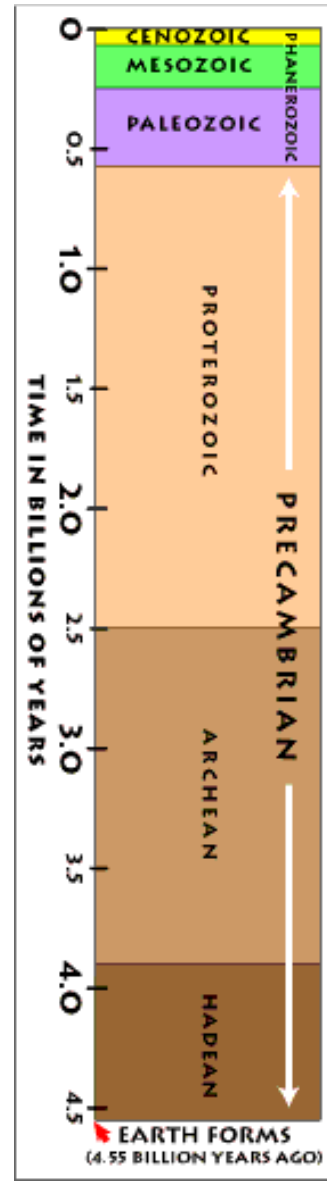
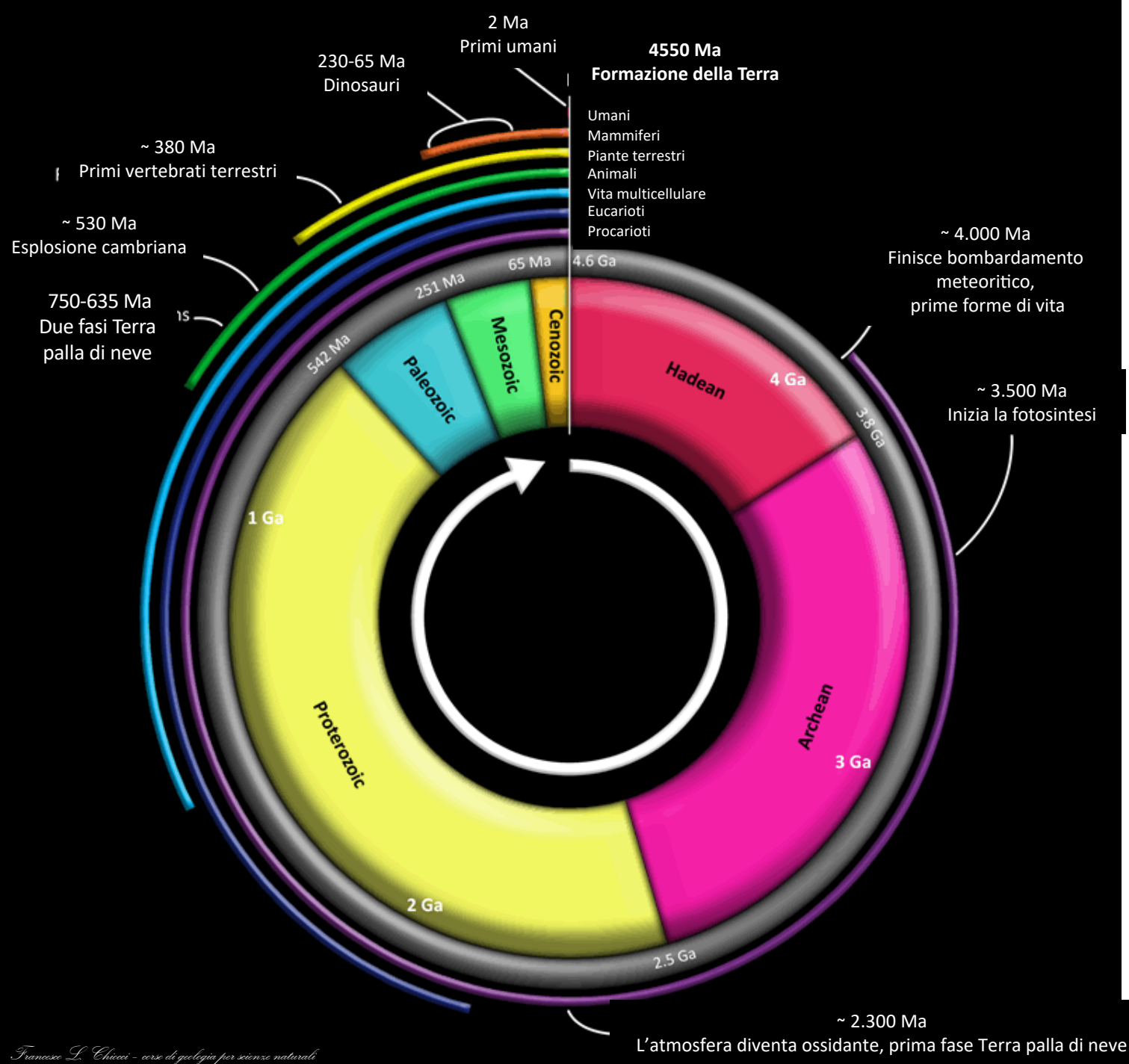
Scala del tempo geologico

eoni, ere, periodi, epoche
(Mld) (100M) (10M) (M)

(Not drawn to scale)

← Rocce più antiche: gneiss groenlandesi

← Frammenti di roccia: clasti di zircone W. Australia



Eoni:

- Adeano
- Artcheano
- Proterozoico (Precambriano)
- Fanerozoico

Ere:

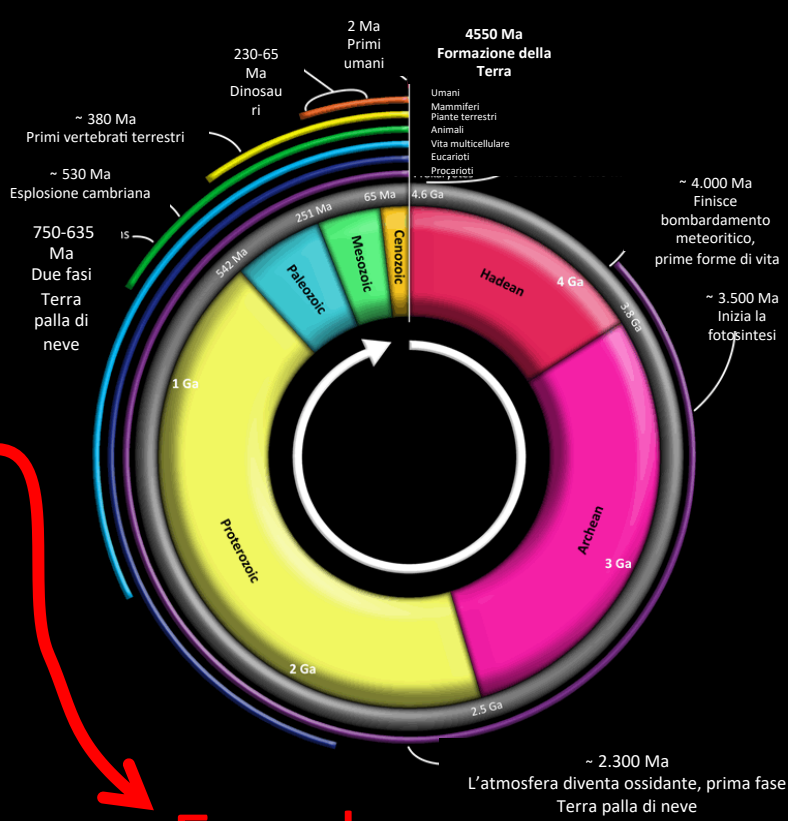
- Paleozoico
- Mesozoico
- Cenozoico

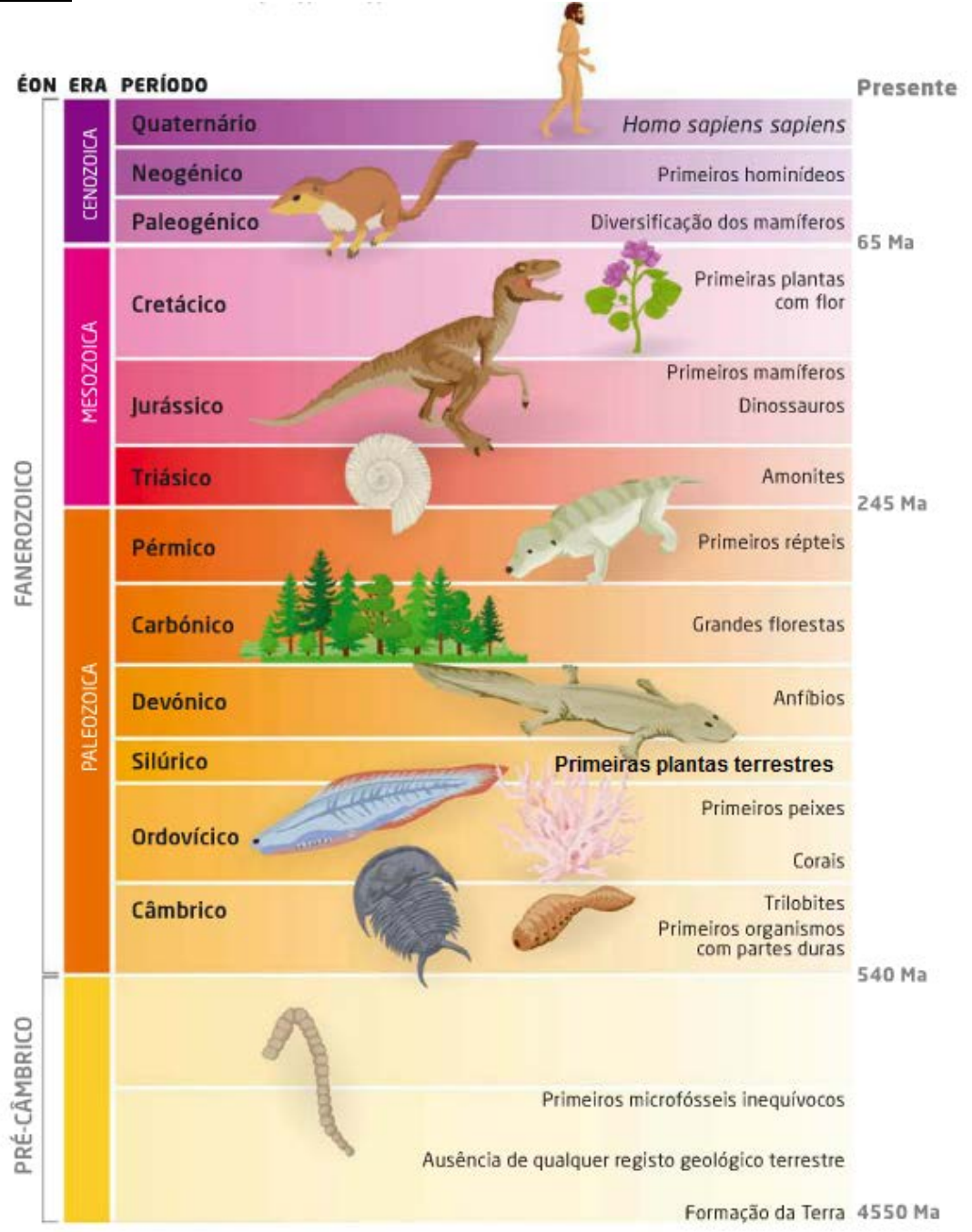
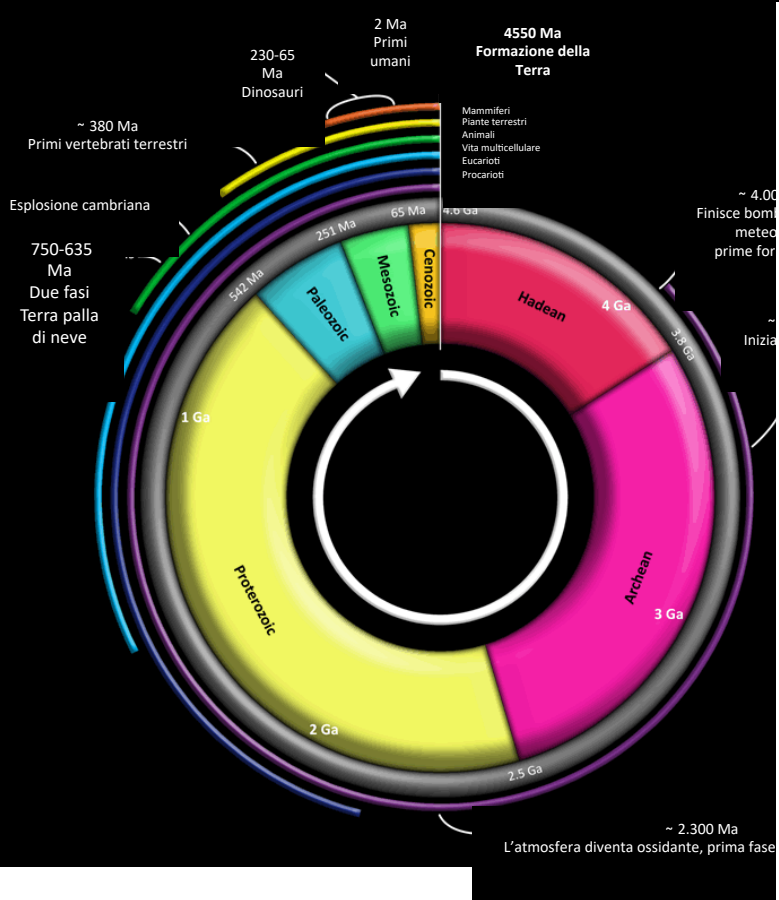
Periodi:

- Cambriano
 - Ordoviciano
 - Siluriano
 - Devoniano
 - Carbonifero
 - Permiano
 - Triassico
 - Giurassico
 - Cretacico
 - Paleogene
 - Neogene
 - Quaternario
- Paleozoico "Era degli invertebrati"
- Mesozoico "Era dei rettili"
- Cenozoico "Era dei mammiferi"

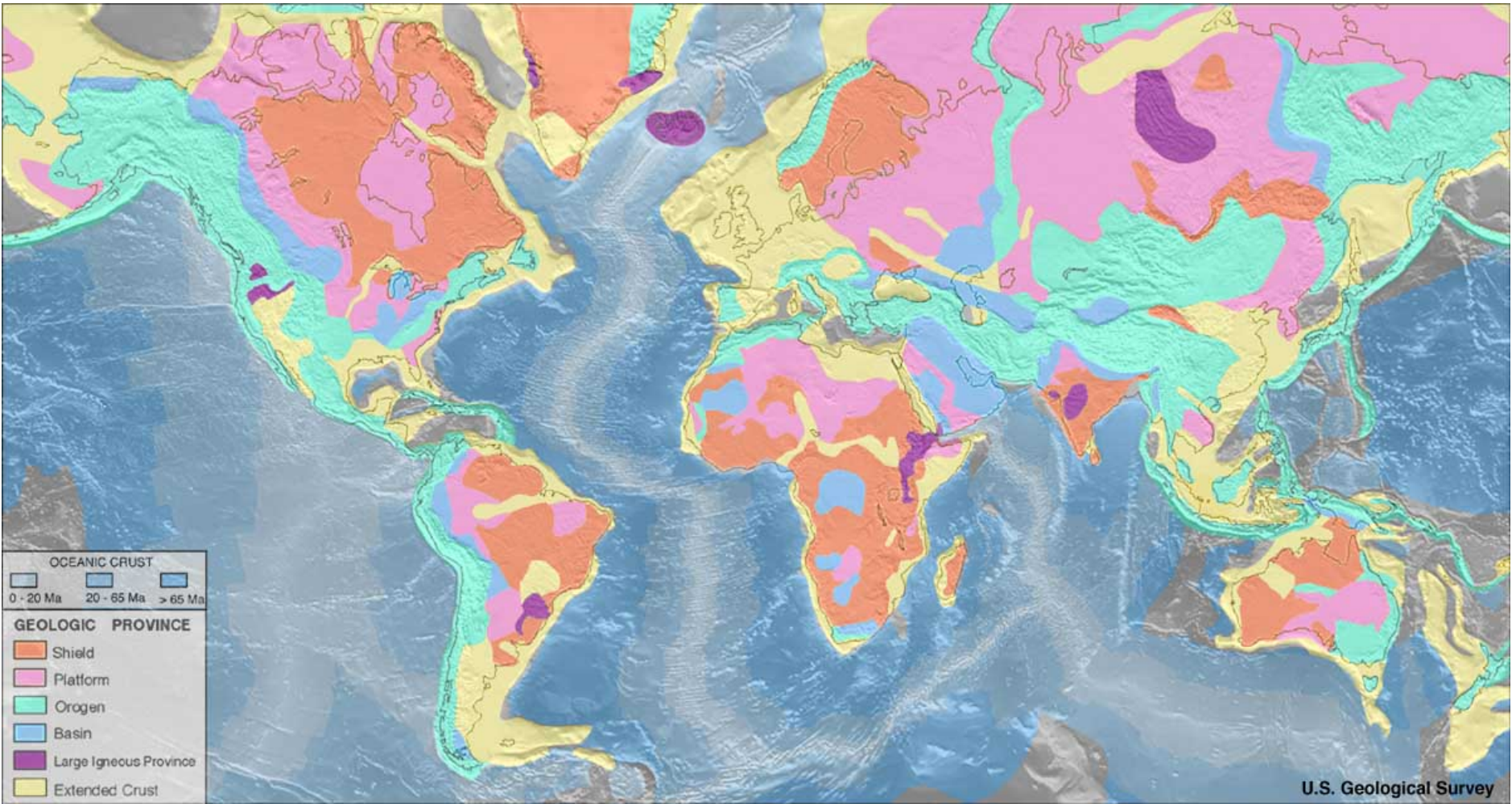
Epoche:

- Paleocene
- Eocene
- Oligocene
- Miocene
- Pliocene
- Pleistocene
- Olocene

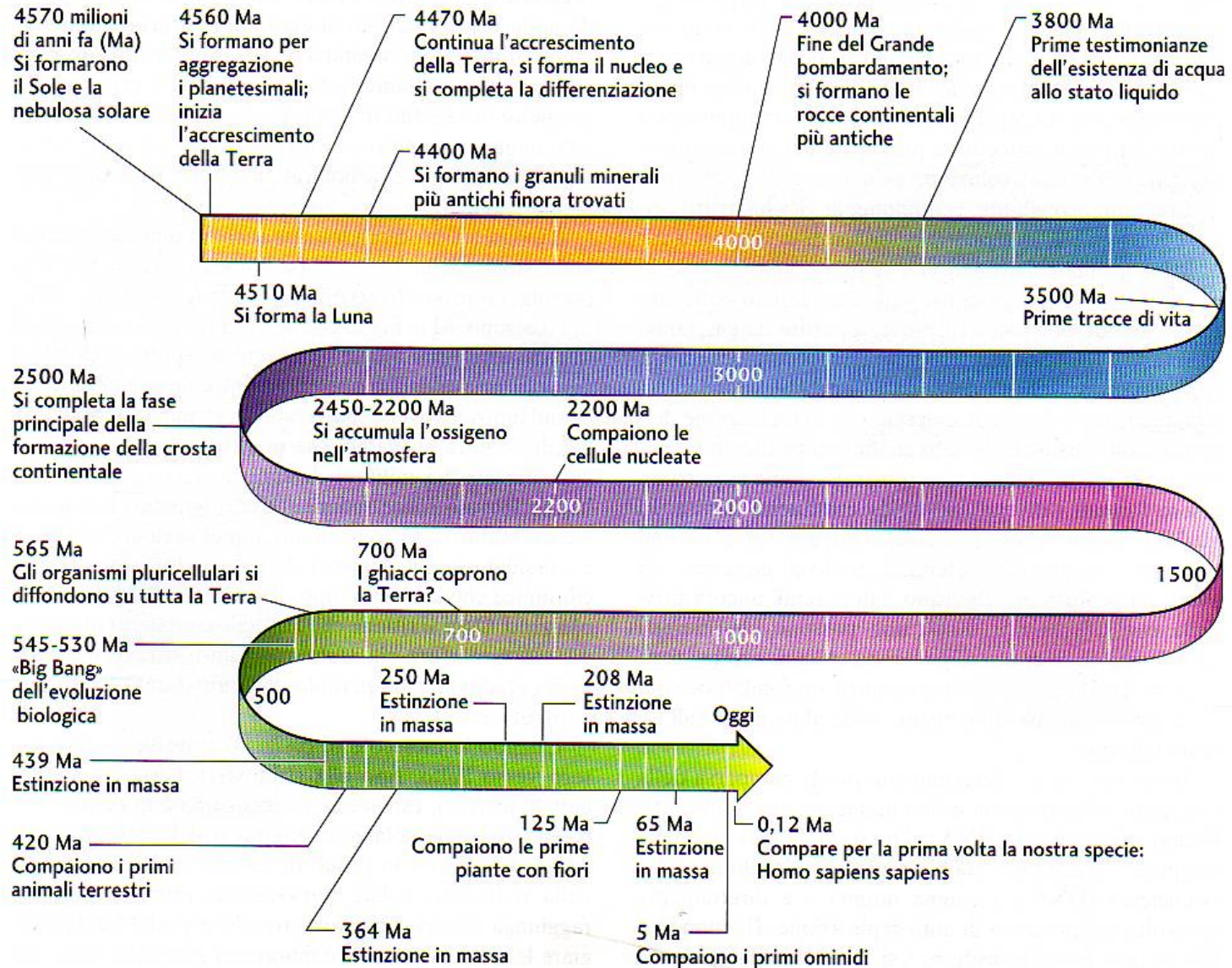




Il tempo geologico

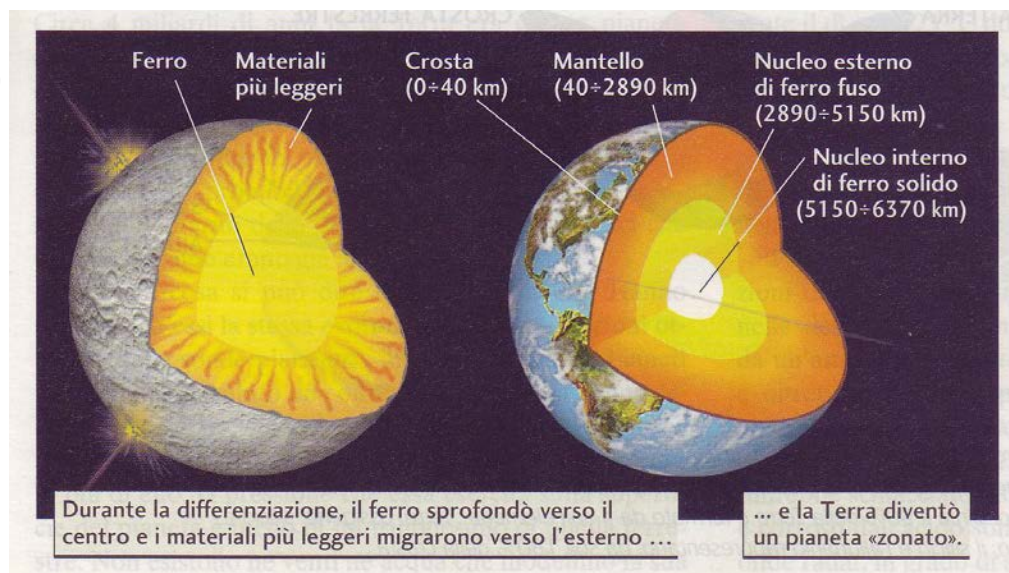
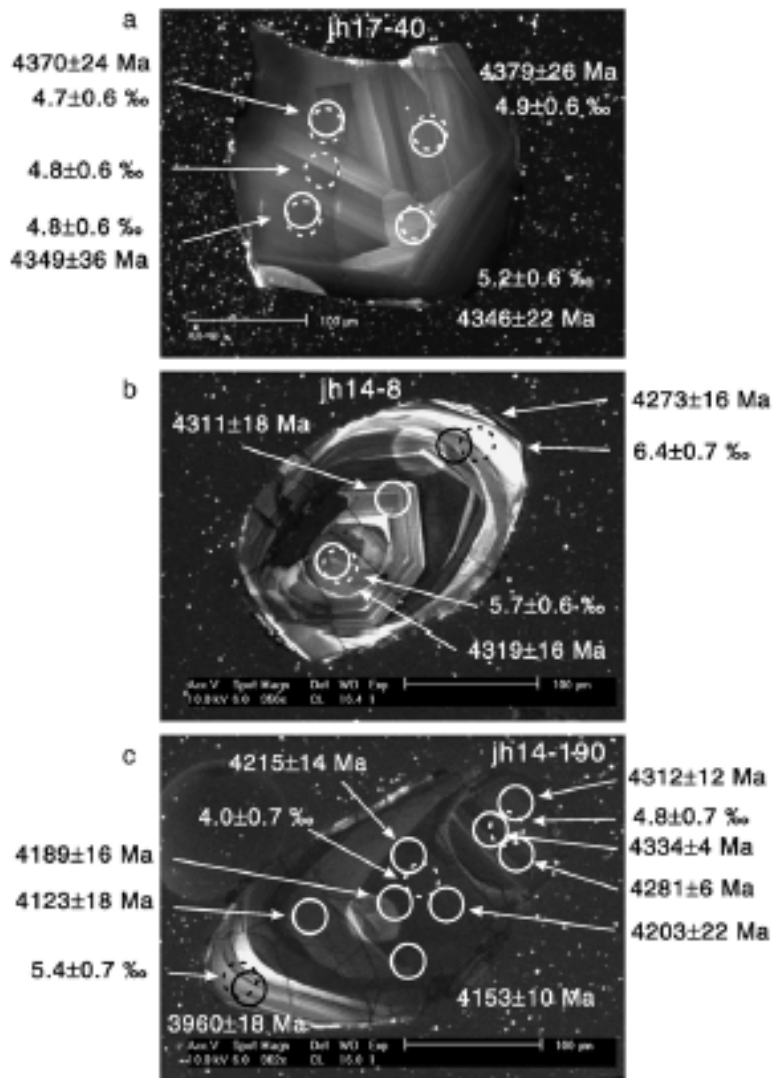


Il tempo geologico



Adeano (4.5-3.8 miliardi di anni fa)

Più vecchio minerale della Terra è uno zircone - 4.4 Ga.

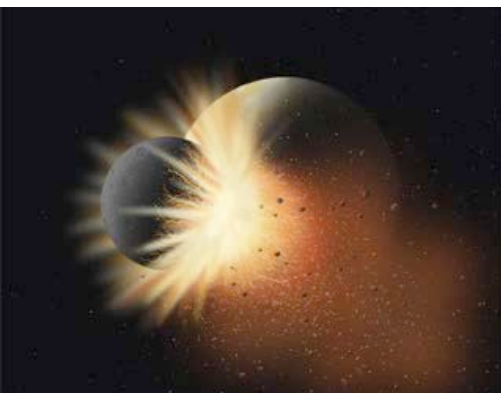


Accrescimento della Terra, differenziazione nucleo, mantello, crosta

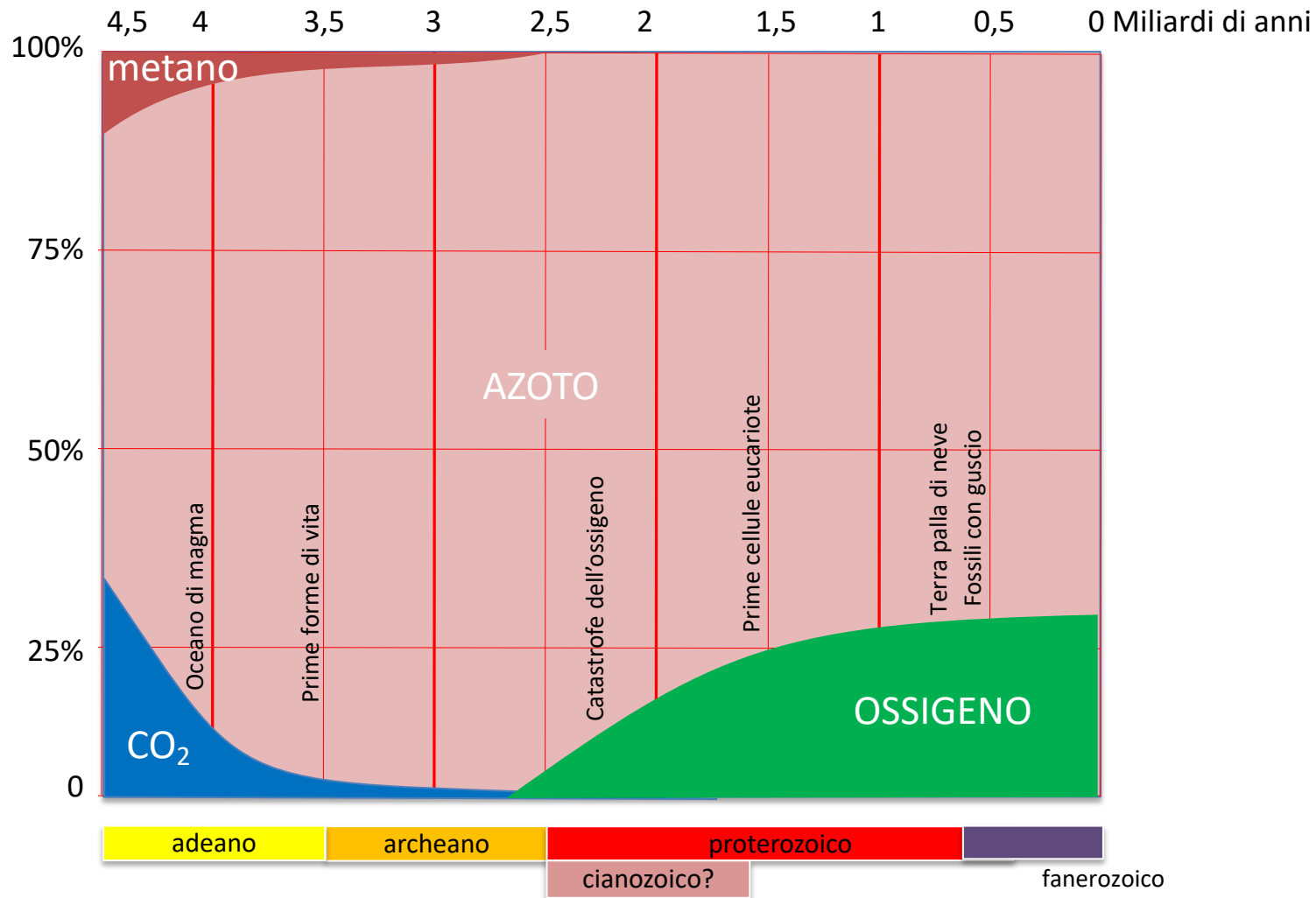
Nemchin et al., 2005

Nei primi 700
Ma intense
bomabardamen
to meteoritico,
differenziazione
e formazione
della luna per
impatto con
grande
asteroide.

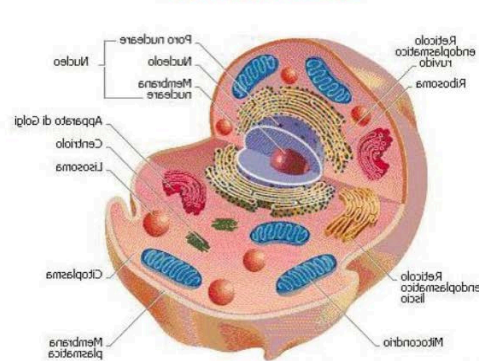
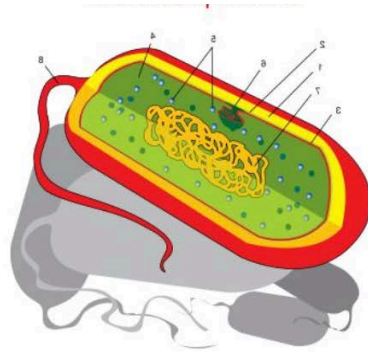
**Fase di
«Oceano di
Magma»**



ATMOSFERA TERRESTRE

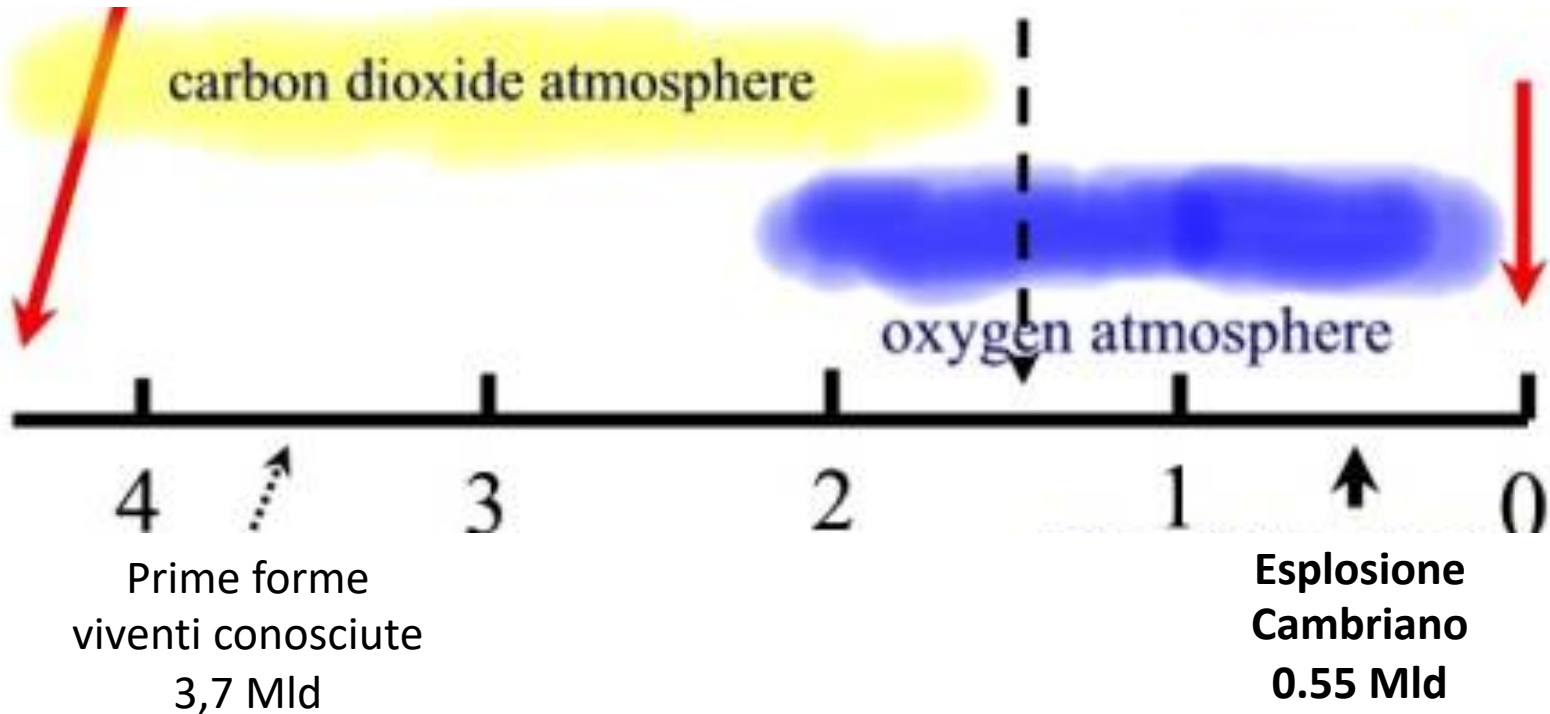


Archeano (3,8-2,5 miliardi di anni fa)



**Formazione della Terra
4,55 Miliardi di anni**

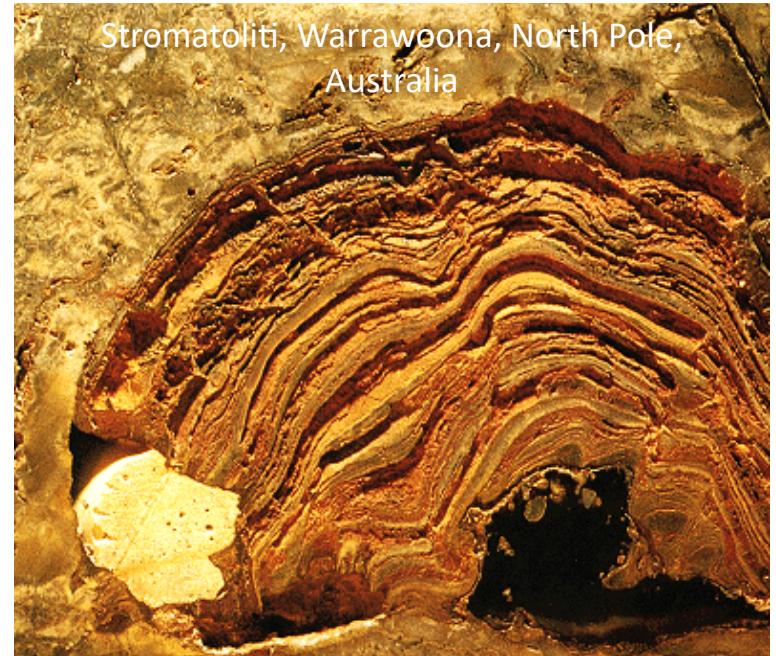
**Prime
cellule
eucariote**



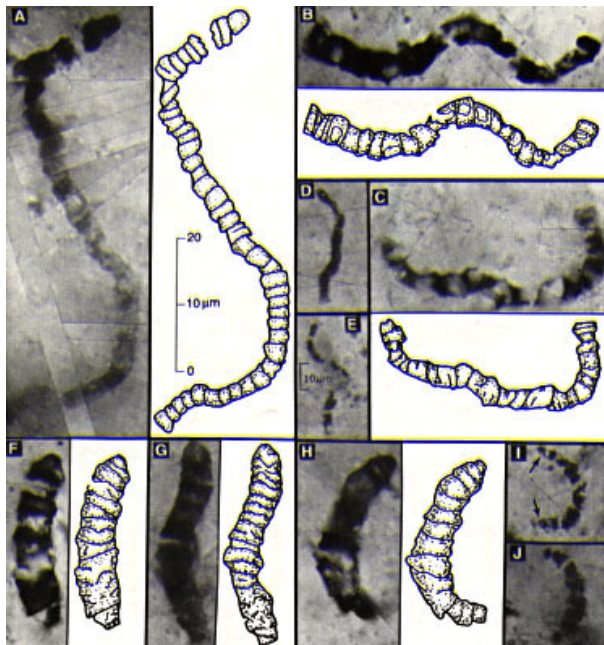
Archeano (3,8-2,5 miliardi di anni fa)



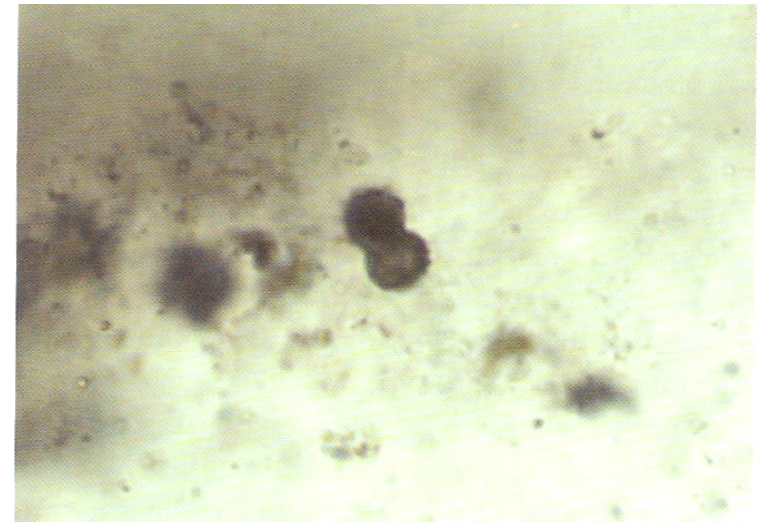
Stromatoliti attuali, Shark Bay, Australia



Stromatoliti, Warrawoona, North Pole, Australia



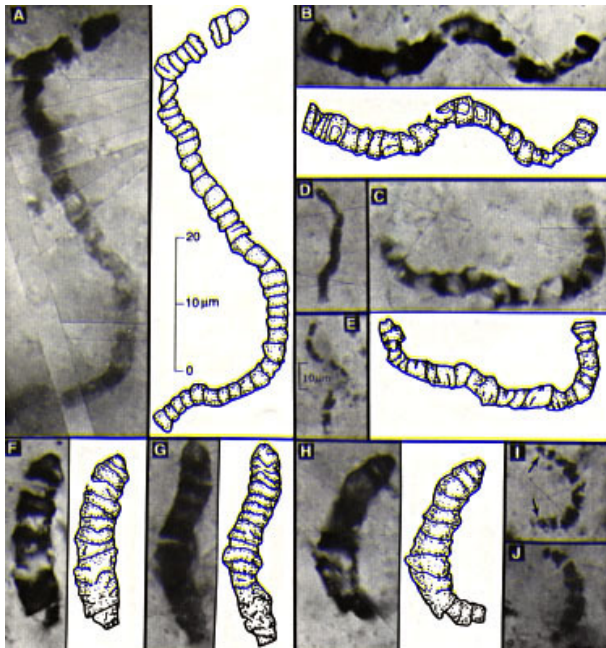
Cianobatteri,
Apex Chert,
North Pole, Australia



Sferoide di materiale carbonaceo di 3500 Ma

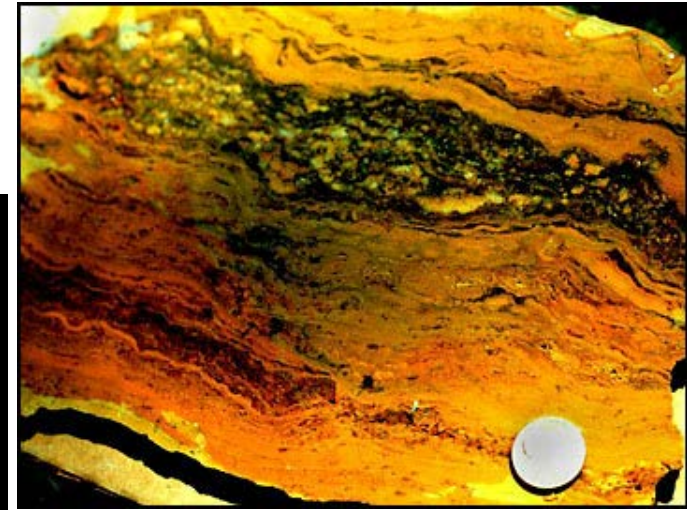
Archeano (3,8-2,5 miliardi di anni fa)

cyanobatteri: organismi unicellulari primitivi trovati in Australia, datati a 3,7 miliardi di anni



Cianobatteri, Apex Chert, Australia

STROMATOLITI



Equivalenti moderni
Shark's Bay, Australia



Hamelin Pool Stromatolites - short film of the 'living fossils' living in Shark Bay W Australia



Schermo intero non disponibile. [Ulteriori informazioni](#)

Video player controls including a progress bar at 0:00 / 0:51, a volume icon, a play button, a settings gear icon, an HD logo, a full screen icon, and a share icon.

Proterozoico (2,5-0,54 miliardi di anni fa)



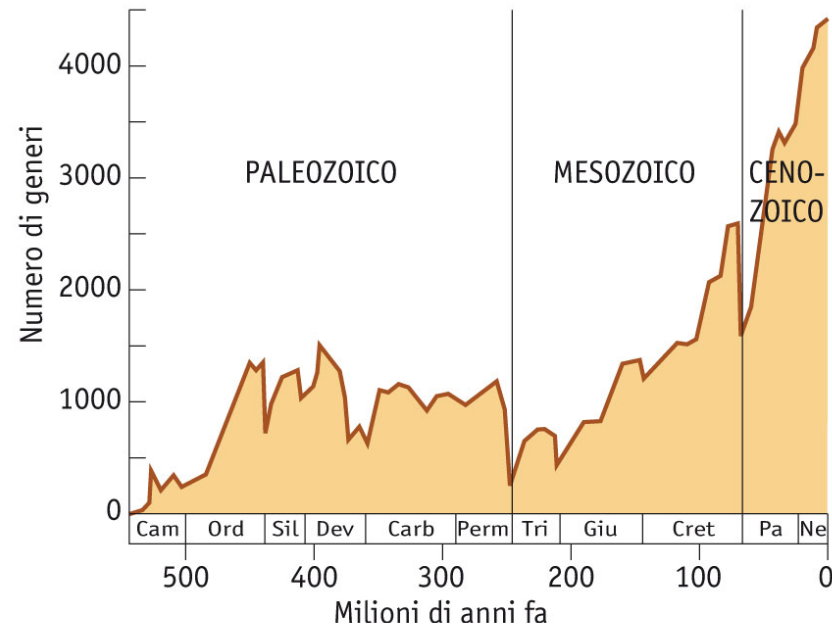
Tribrachidium heraldicum

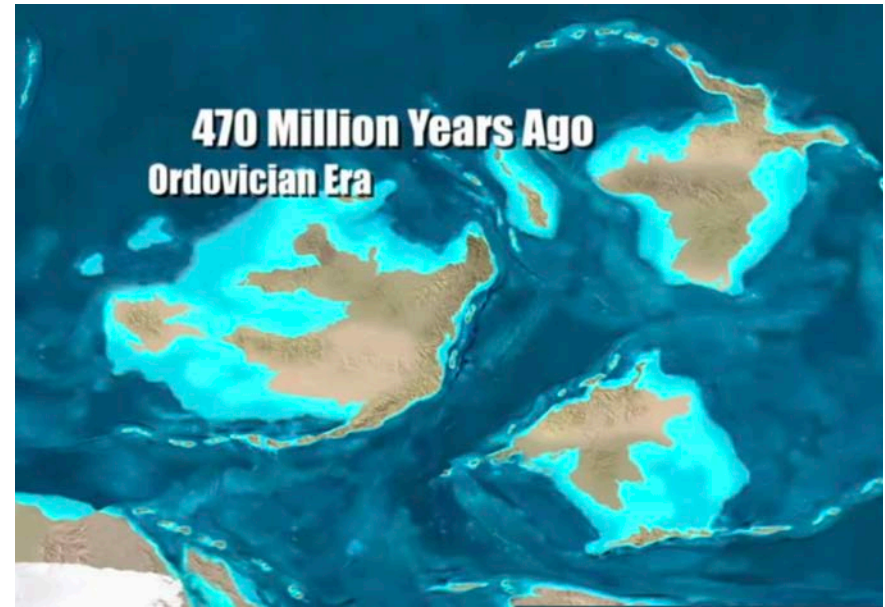
Paleozoico (540-250 milioni di anni fa)

La conquista dei continenti



Verso la fine dell'era Paleozoica si ha una importante crisi biologica, con la scomparsa dell'85% delle forme viventi.

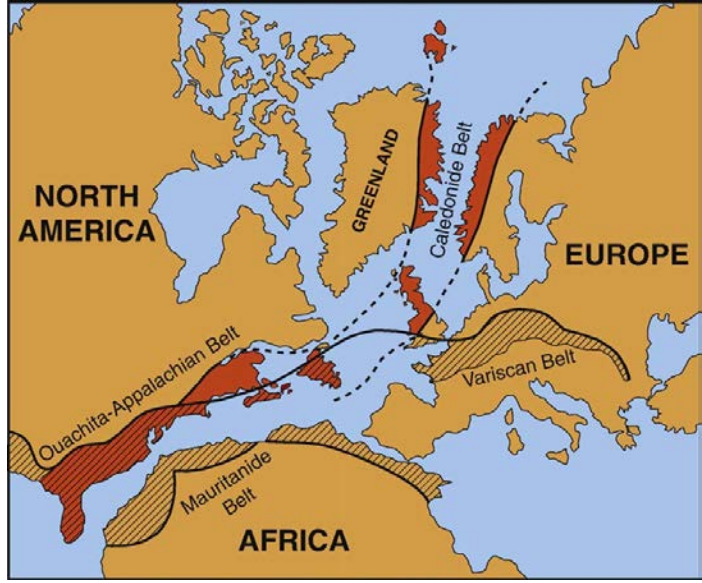
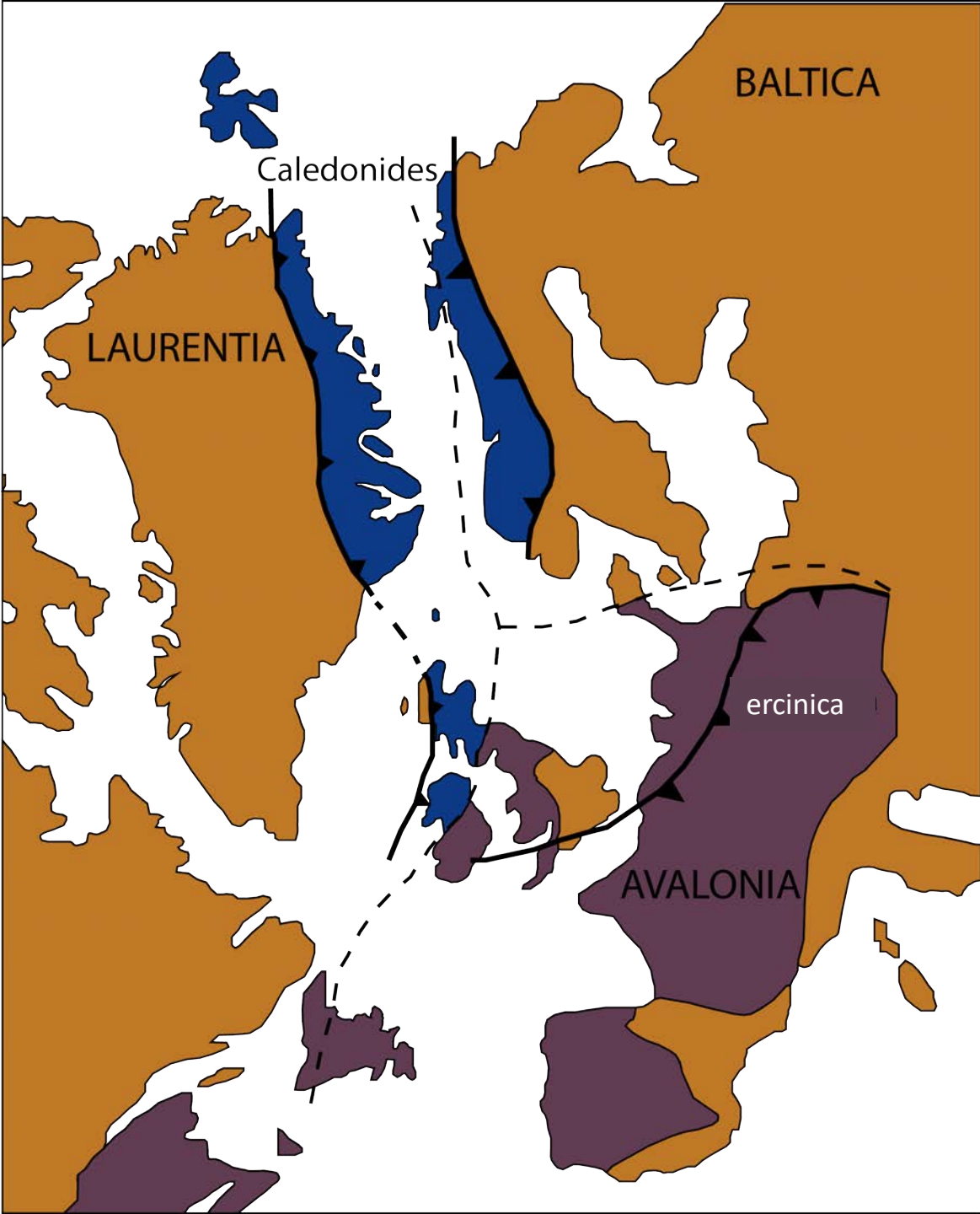




Orogenesi caledoniana



Orogenesi ercinica (si forma la Pangea)



Mesozoico (250-65 milioni di anni fa)

L'era dei rettili e dinosauri, l'avvento dei mammiferi, compaiono le prime piante con fiori



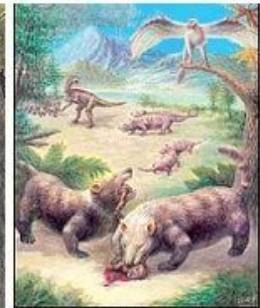
Mammiferi mesozoici



Castorocauda



Volaticotherium



Repenomamus



Fruitafossor



Sinodelphys



Eomaia



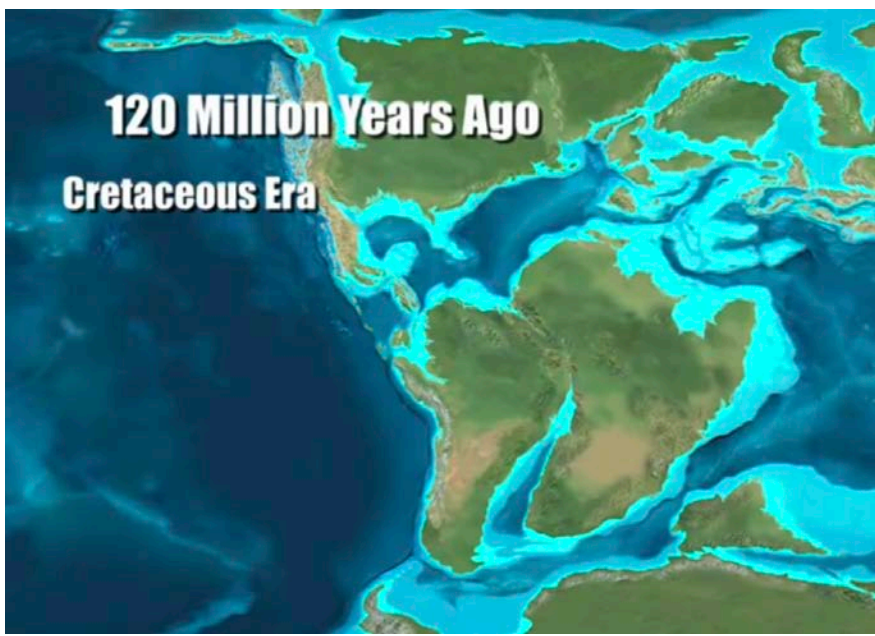
240 Million Years Ago
Triassic Era

Inizia ad aprirsi la Tetide smembrando la Pangea



200 Million Years Ago
Jurassic Era

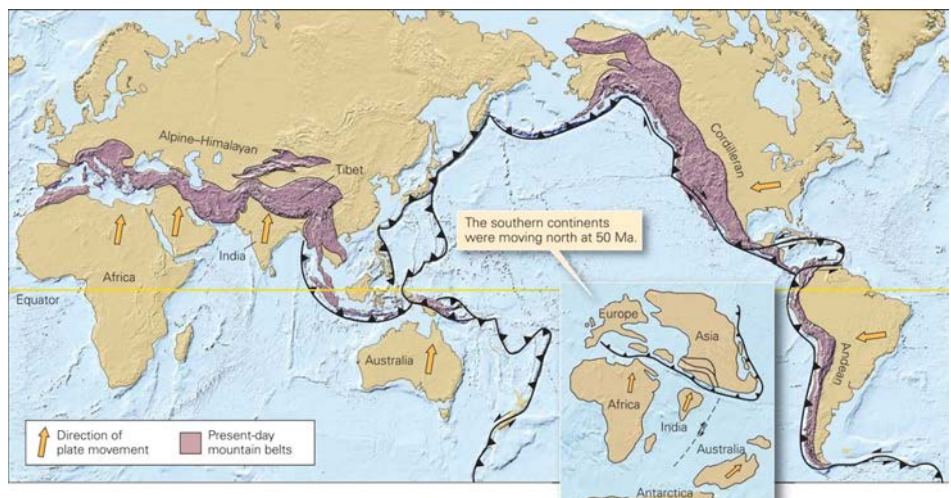
Tetide massima apertura, inizia ad aprirsi N. Atlantico



120 Million Years Ago
Cretaceous Era

Inizia ad aprirsi N. Atlantico, Gondwana inverte movimento

Nel Mesozoico (e parte del Cenozoico) sui margini continentali dell'oceano Tetide si formano le rocce che poi daranno origine all'orogenesi alpino-himalaiana



Cenozoico (65 milioni di anni fa-attuale)



Mammiferi Cenozoici



Inizia orogenesi alpino himalaiana (in Italia iniziano le Alpi)



Faune Mio-Plioceniche



Alpi e Appennini completamente formati, Gibilterra si chiude



http://www.digilands.it/natura-illustrata/scienzacultura/tempo_geologico/index.html

Quaternario (parte del Cenozoico - 2,58 milioni di anni fa-attuale)

Fauna pleistocenica



Massimo ultimo glaciale



Fine della deglaciazione



Pleistocene terminale ~15.000 anni fa

