



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Le rocce e la loro età

Perché si formano le rocce?

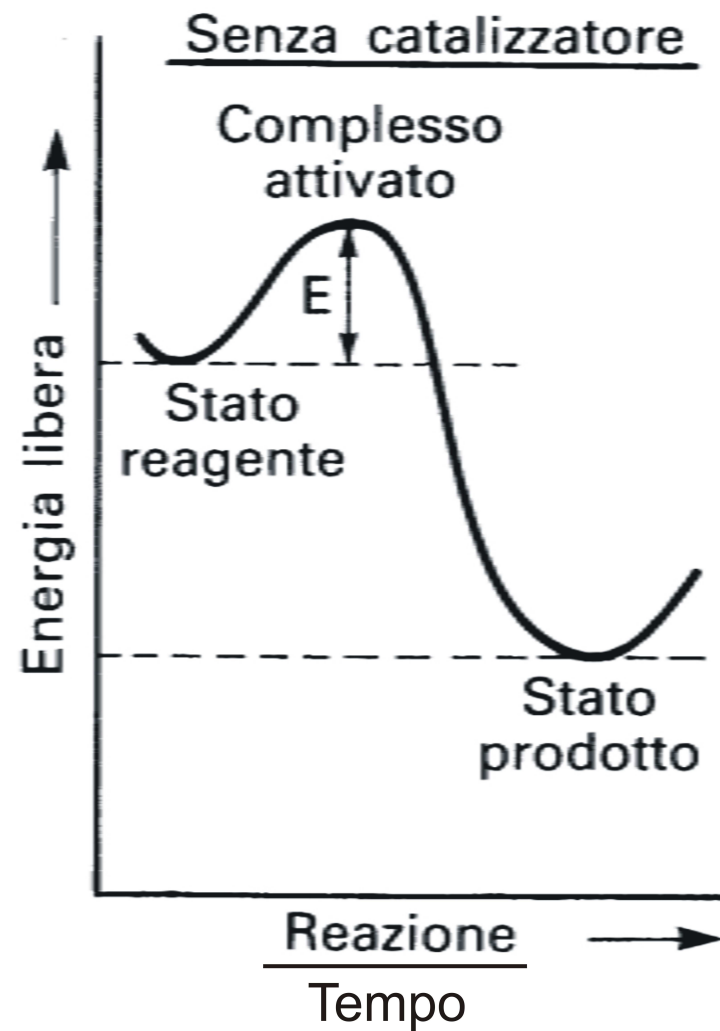
Stato iniziale (T_i, P_i, t_i) → equilibrio
↓
nessuna tendenza a trasformarsi
*energia libera **minima***

Cambiano le condizioni ambientali
↓
aumenta l'energia libera
↓
sorge la tendenza a trasformarsi



Variazioni delle condizioni del sistema

- perturbazioni piccole
- perturbazioni grandi



Genesi di una roccia

a determinate condizioni **fisiche** ambientali
a partire da un determinato sistema **chimico**

varietà di sistemi chimici

varietà di condizioni fisiche ambientali

} varietà di rocce

condizioni fisiche ambientali {
in termini di T, P, ecc.
in termini geologici

Roccia: prodotto di **minima energia libera** di { un dato sistema chimico
in date condizioni ambientali
un dato momento geologico

minima energia { minima tendenza a modificarsi
sistema in "riposo"

equilibrio { stabile
metastabile
instabile



Chi studia le rocce?

Geologia: si occupa della ricostruzione della **storia della Terra** attraverso l'indagine della successione degli eventi fisici, chimici e biologici registrati nelle rocce.

Petrografia: studia e **classifica le rocce** in termini di strutture, tessiture e mineralogia.

Petrologia: studia la **genesì** e le **modalità evolutive** dei tipi di rocce

petrologia del magmatico

petrologia del metamorfico

petrologia del sedimentario

Lo studio delle rocce in geologia

1

osservazioni di
campagna

2

analisi e
classificazion
e delle rocce

3

- principi di Chimica Fisica
- applicazione dei risultati della petrologia sperimentale
- applicazione delle conoscenze sui rapporti fra processi petrogenetici e processi geologici

4

interpretazion
e del
significato
geologico
delle rocce e
delle loro
associazioni

**RILEVAMENTO
GEOLOGICO-
PETROGRAFICO**

PETROGRAFIA

PETROLOGIA

GEOLOGIA

Che età hanno le rocce?



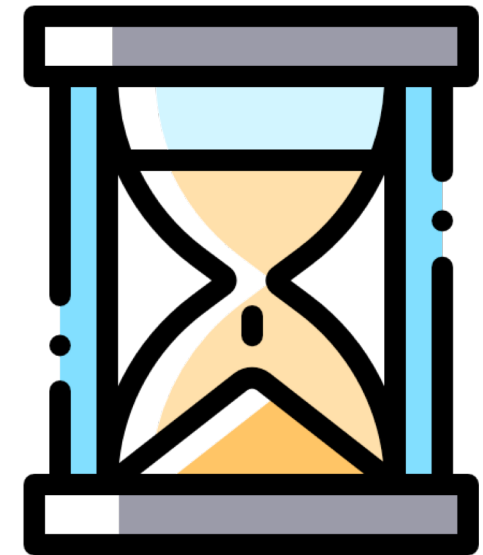
Tempo geologico: tempo intercorso tra la formazione della Terra e il presente; serve per dare un ordine agli eventi geologici.

Tempo geologico: astrazione, mentre la successione degli eventi registrata nelle rocce ne rappresenta la reale manifestazione.

Tempo geologico assoluto: misura in anni del tempo trascorso da un evento geologico fino ad oggi

→ utilizzo delle *datazioni radiometriche*, che si basano su decadimento dei nuclidi di alcuni isotopi instabili di certi elementi

Genitore	Figlio	Tempo di dimezzamento	Intervallo di datazione	Materiali datati
Rb ⁸⁷	Sr ⁸⁷	47 miliardi	10 milioni - 4.6 miliardi	Ignee- Metamorfiche
U ²³⁸	Pb ²⁰⁶	4.5 miliardi	10 milioni - 4.6 miliardi	Ignee- Metamorfiche
U ²³⁵	Pb ²⁰⁸	713 milioni	10 milioni - 4.6 miliardi	Ignee- Metamorfiche
K ⁴⁰	Ar ⁴⁰	1.3 miliardi	100,000 - 4.6 miliardi	Ignee- Metamorfiche
C ¹⁴	N ¹⁴	5730 anni	100 to 100,000	Materiali contenenti C



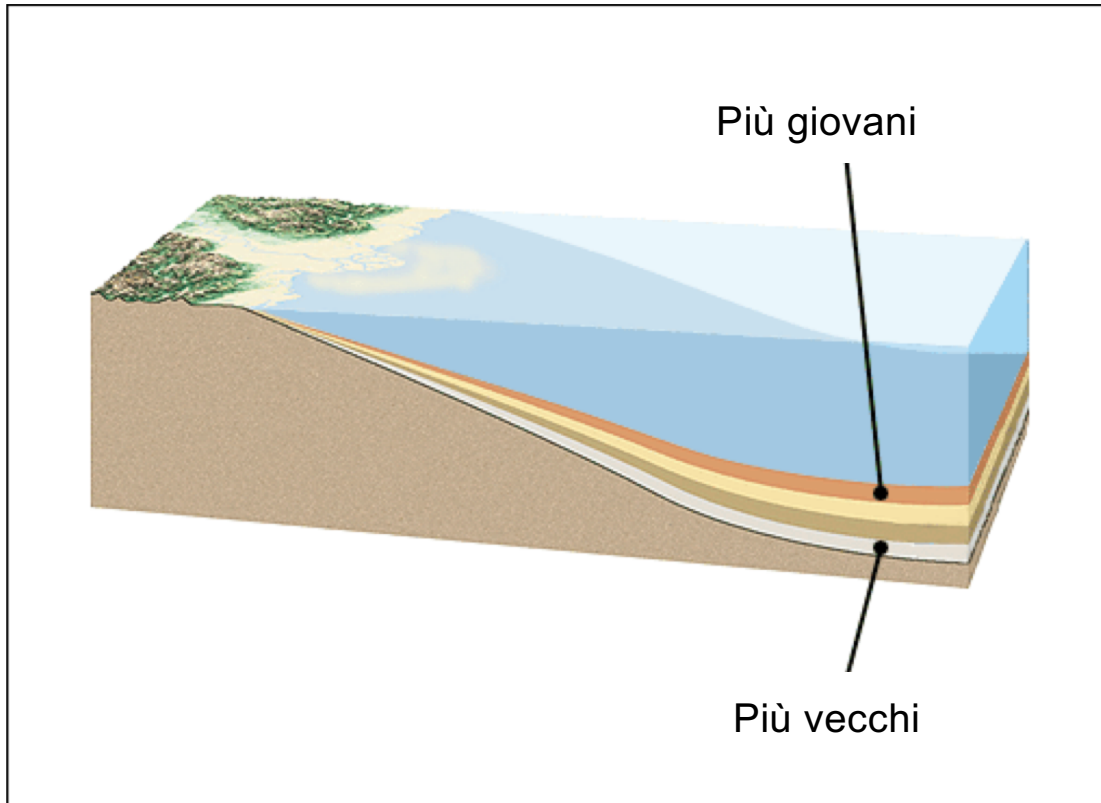
Tempo geologico relativo: successione degli eventi geologici in ordine di tempo

→ si basa sull'osservazione delle relazioni tra le diverse unità di rocce



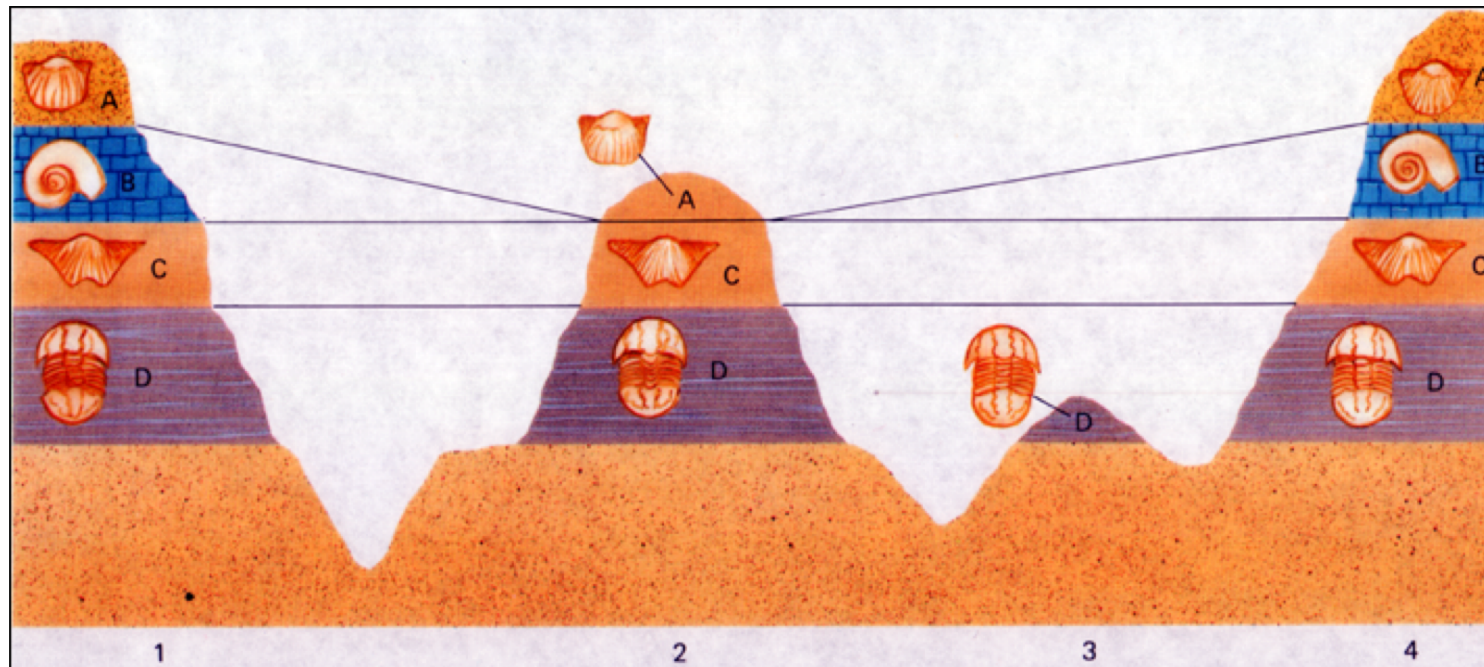
Datazione relativa si basa su principi quali:

- **Uniformitarianismo**: se si vuole ricostruire una situazione del passato di cui oggi vediamo gli effetti bisogna ricomporla tramite le leggi ed i processi che operano attualmente
- **Orizzontalità degli strati**: i sedimenti si depositano in giacitura orizzontale
- **Sovrapposizione**: le rocce più recenti stanno al di sopra di quelle più antiche sottostanti (in assenza di eventi tettonici)
- **Relazioni di intersezione**: lo strato intersecato è più antico di quello che taglia
- **Inclusioni**: l'incluso è più antico delle roccia circostante
- **Successione di organismi fossili**: gli organismi si succedono uno dopo l'altro secondo un pattern temporale
- **Disconformità/Discontinuità**: rappresenta una lacuna temporale nel record fossile



1. Principio di sovrapposizione di Stenone

ricostruisce la successione dei fenomeni in ragione ai loro rapporti di sovrapposizione, per cui lo strato più antico sta alla base, o sotto, e lo strato più giovane sta sopra. Le eccezioni sono dovute da fattori tettonici, quali il sollevamento delle catene montuose.

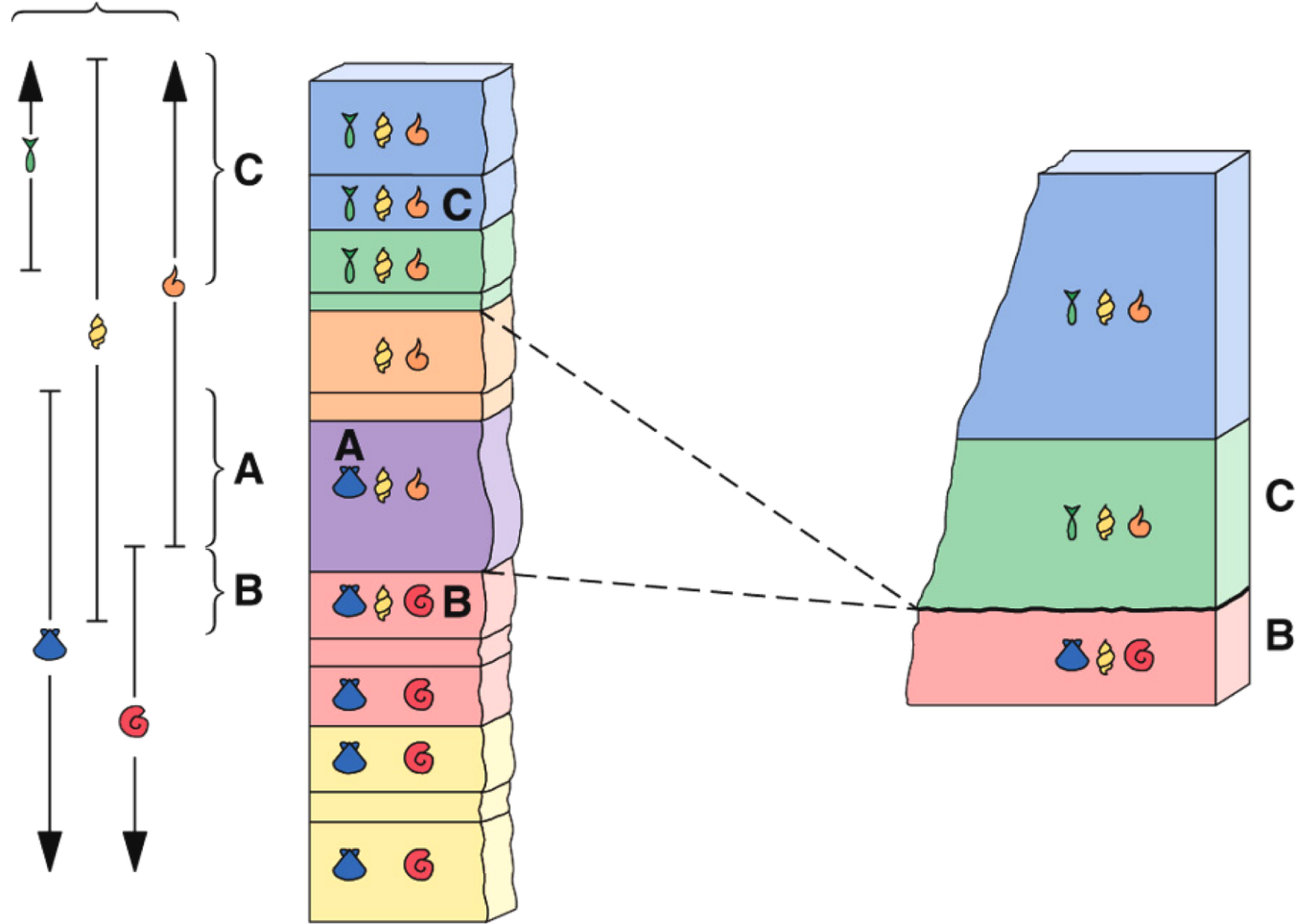


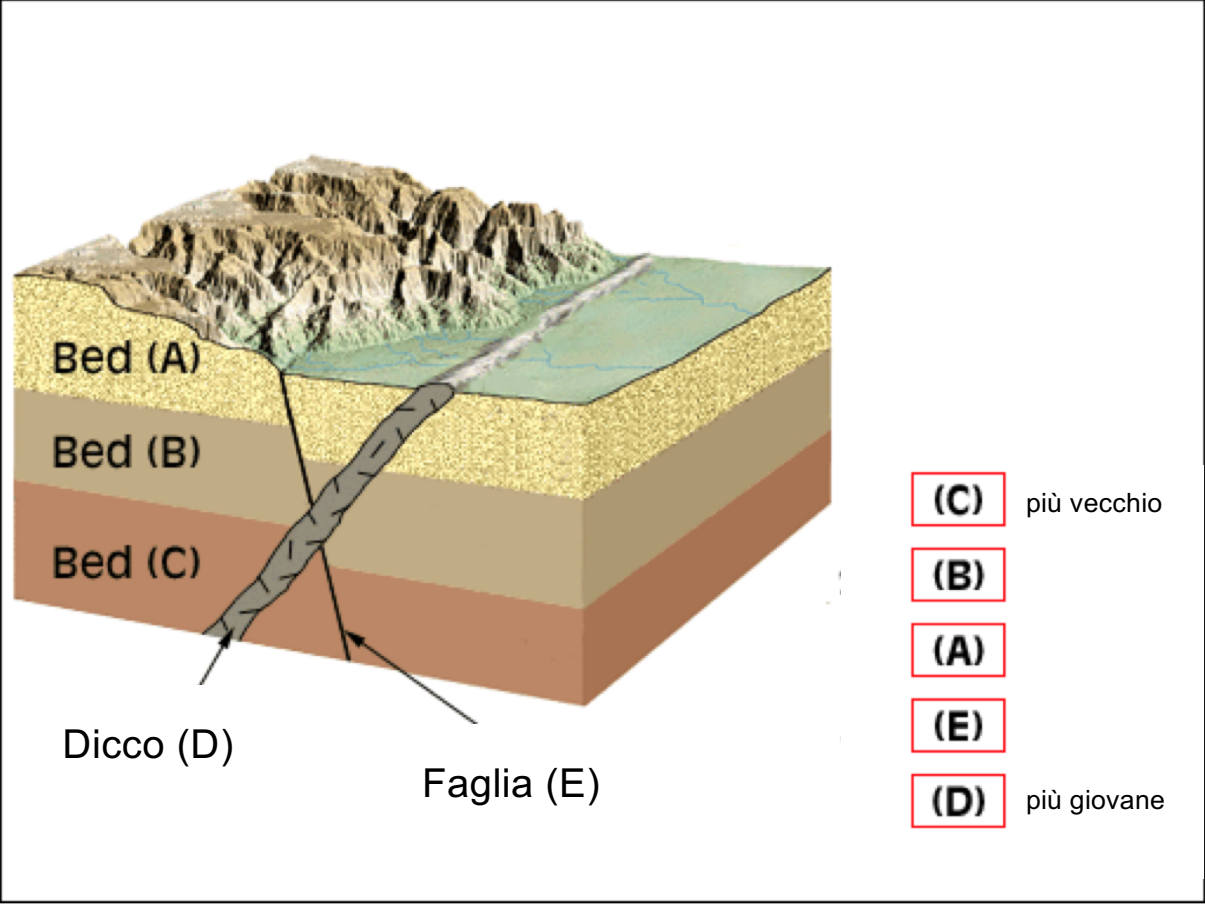
2. **principio di successione faunistica di William Smith**

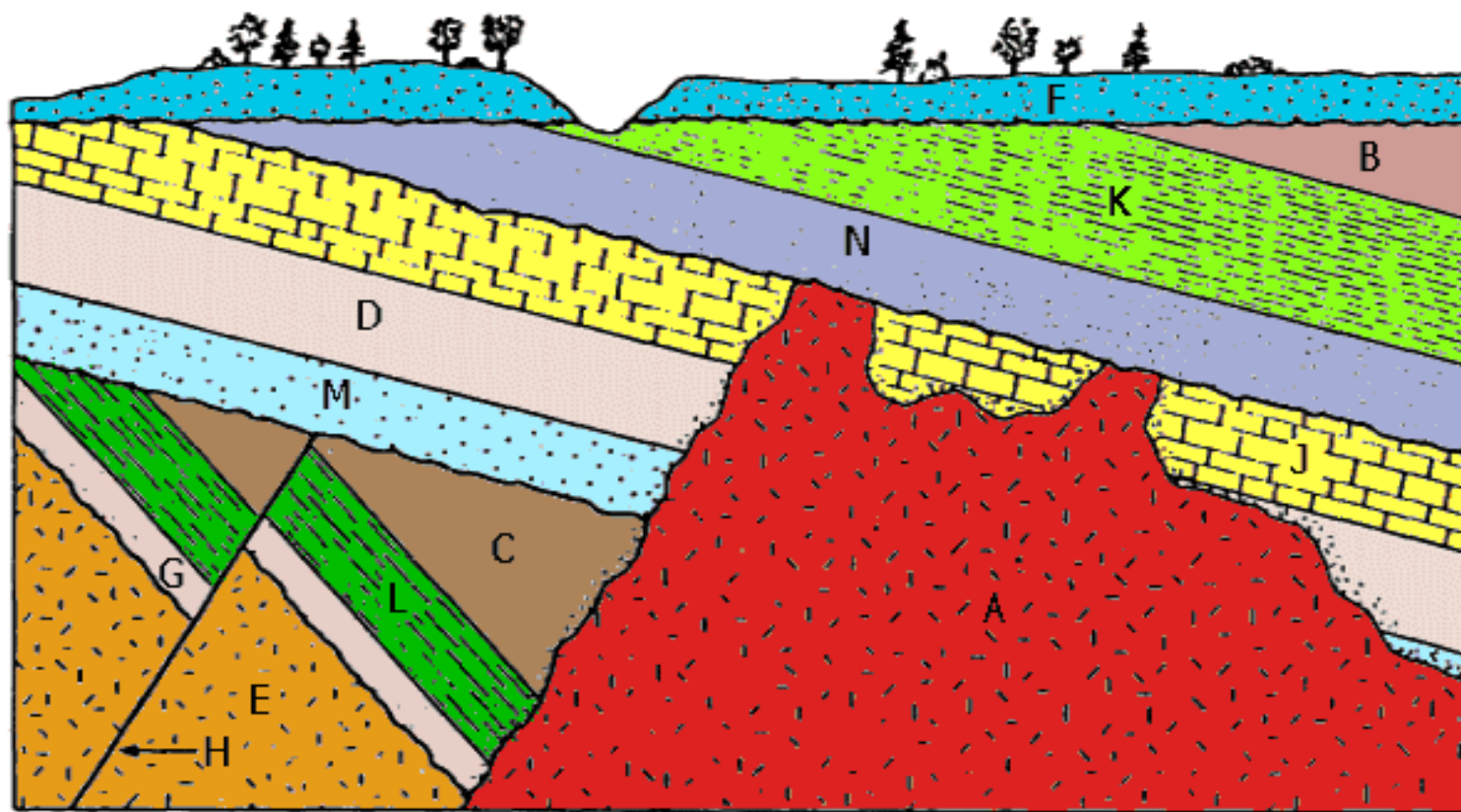
si basa sull'analisi del contenuto fossilifero: strati contenenti fossili uguali, anche se provenienti da regioni diverse, hanno la stessa età, si sono cioè formati contemporaneamente.

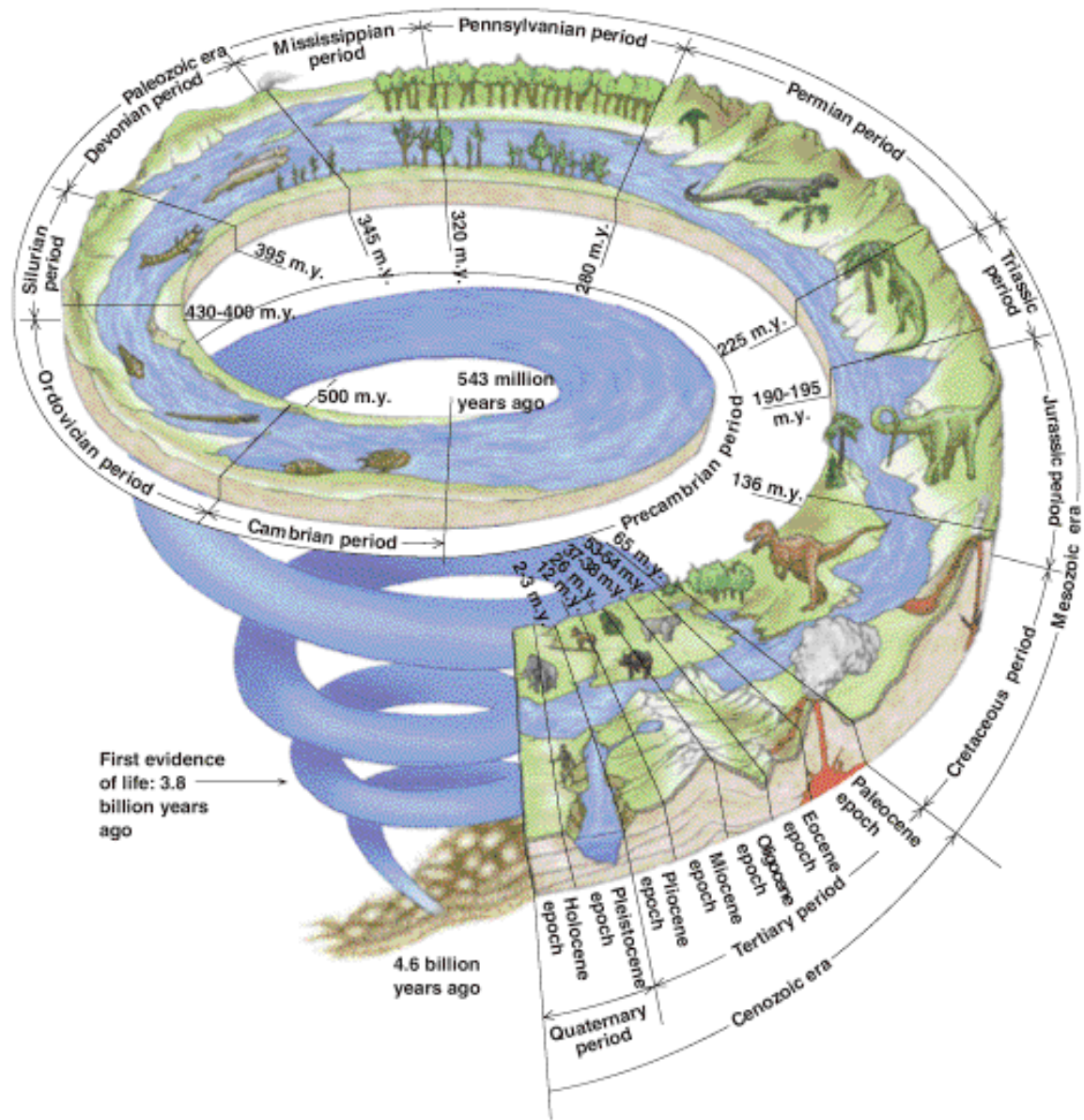
Fossile guida: usati nelle datazioni relative per la loro ampia distribuzione geografica, facilmente rinvenibilità e rapida evoluzione (esistenza molto limitata → elevata precisione nella datazione).

Disconformità/Discontinuità: lacuna temporale del record fossile

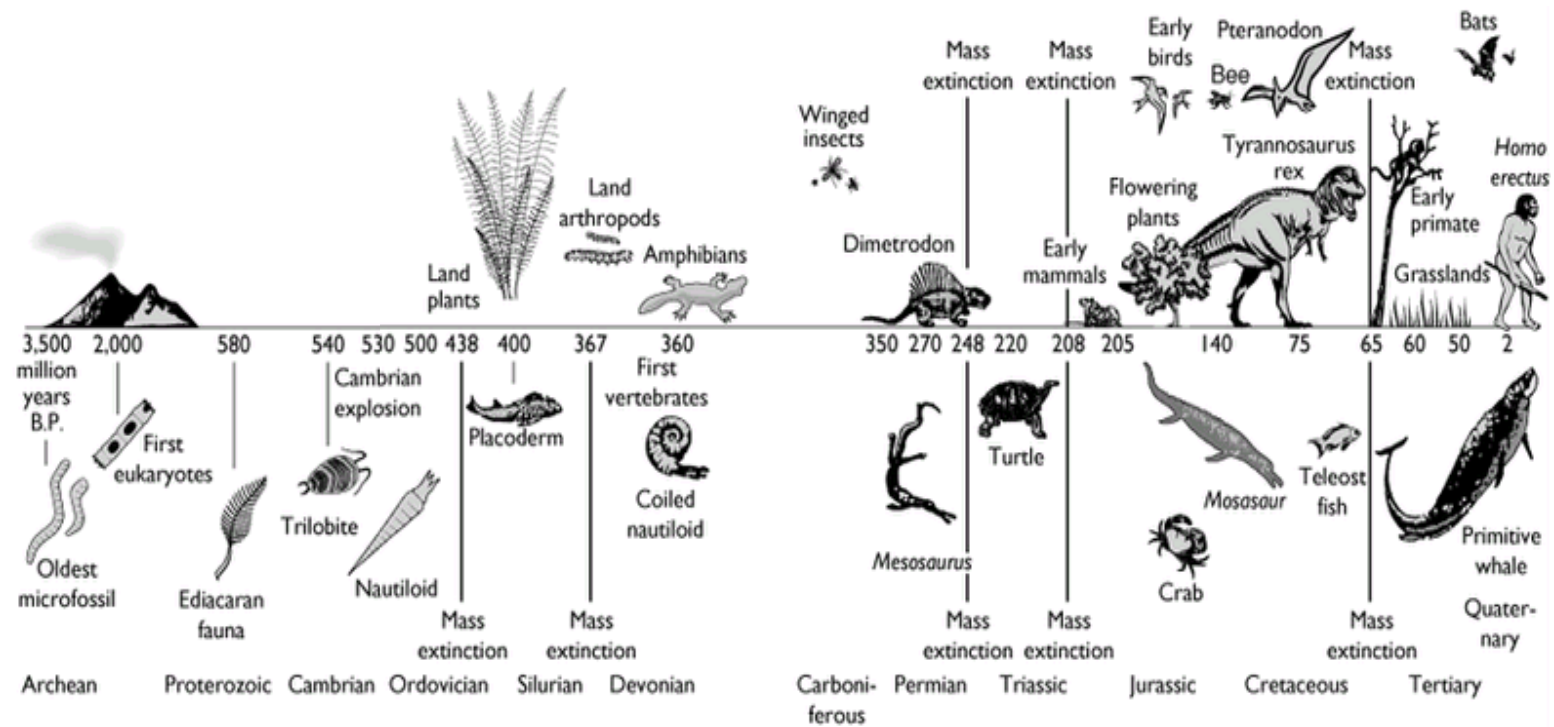








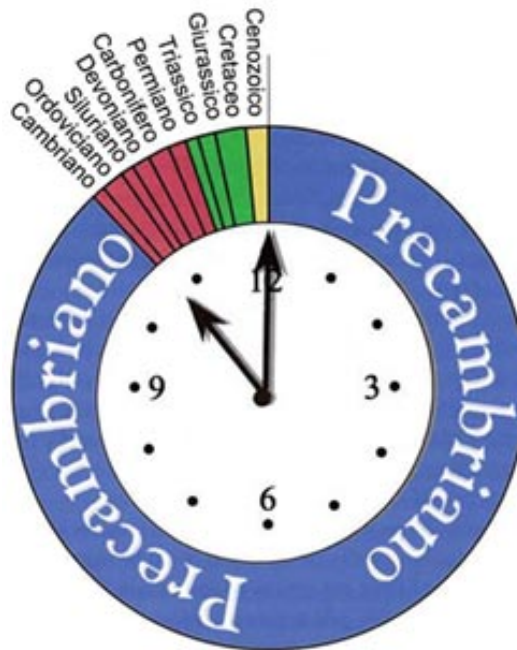
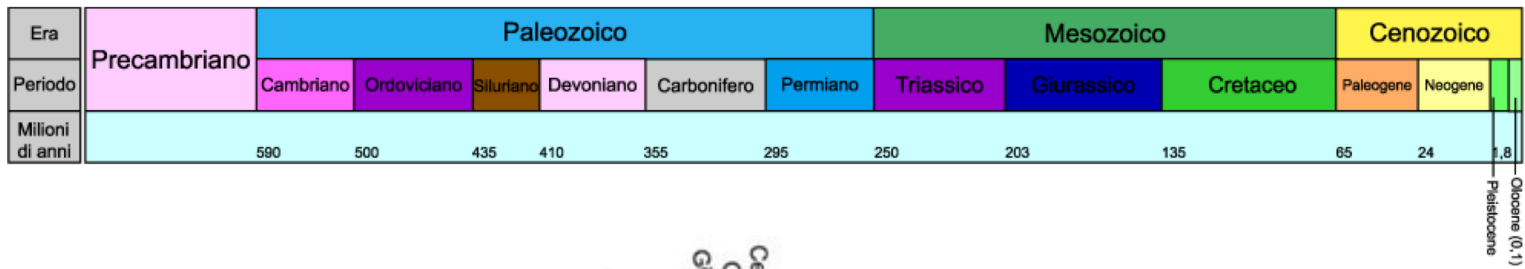
Successione faunistica



Geological Time Scale

RELATIVE GEOLOGIC TIME			Time in millions of years before present	Time of Appearance of different forms of life	
Era	Period	Epoch			
Age of Mammals	Cenozoic	Quaternary	Holocene	0.011	Historic Record in California, ~250 years Post-glacial period
			Pleistocene	1.6	Ice age, evolution of modern man
			Pliocene	5.3	Age of mammoths
		Tertiary	Miocene	23.7	Spread of anthropoid apes
			Oligocene	36.6	Origin of more modern families of mammals, grazing animals
			Eocene	57.8	Origin of many modern families of mammals, giant mammals
			Paleocene	66.4	Origin of most orders of mammals, early horses
			Age of Reptiles	Mesozoic	Cretaceous
Jurassic	208	Appearance of some modern genera of conifers			
Triassic	245	Dominance of mammal-like reptiles			
Age of Invertebrates	Paleozoic	Permian	286	Appearance of modern insect orders	
		Carboniferous	320	Dominance of amphibians and primitive tropical forest	
			Earliest amphibians		
		Devonian	360	Earliest seed plants, rise of bony fishes	
		Silurian	408	Earliest land plants	
		Ordovician	438	Earliest known vertebrates	
		Cambrian	505	Appearance of most phyla of invertebrates	
		Precambrian	570	Origin of algae, worms and other crawlers	
4500	Estimated age of the Earth				

Modified from Geological Society of America, 1963



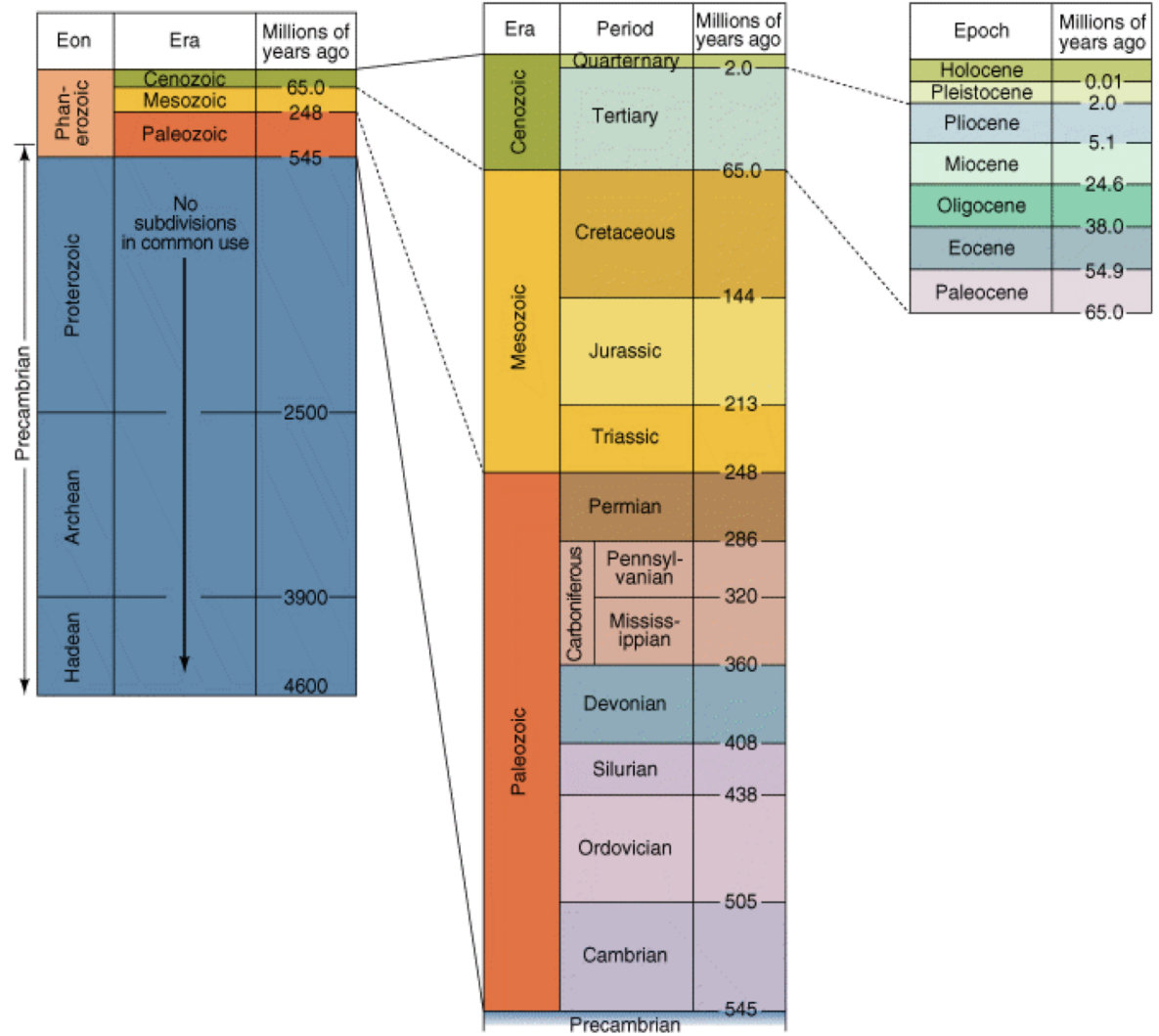
Scala cronostratigrafica – scala geocronologica

Unità cronostratigrafica: spessore di roccia formatasi in un determinato intervallo di tempo

Unità geocronologica: l'intervallo di tempo in cui si sono formate successioni di strati rocciosi

UNITA' CRONOSTRATIGRAFICHE	UNITA' GEOCRONOLOGICHE	esempio
EONOTEMA	EONE	FANEROZOICO
ERATEMA	ERA	CENOZOICO
SISTEMA	PERIODO	NEOGENE
SERIE	EPOCA	MIOCENE
PIANO	ETA'	MESSINIANO

Scala cronostratigrafica



Eoni
Ere
Periodi
Epoche

La suddivisione non è in intervalli di tempo uguali, ma si basa su importanti cambiamenti registrati dalle rocce

Eon	Era	Period	Epoch	My	
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	1.5	
			Pleistocene		
		Tertiary	Pliocene		
			Miocene		
			Oligocene		
			Eocene		
			Paleocene		
	Mesozoic	Cretaceous		65	
		Jurassic			
		Triassic			
	Paleozoic	Permian		250	
		Carboniferous	Pennsylvanian		
			Mississippian		
		Devonian			
Silurian					
Ordovician					
Cambrian					
Precambrian	Proterozoic		540		
	Archean			2500	
				4500	

Eone: unità geocronologica di categoria superiore

Il limite tra un eone e il successivo viene posto in corrispondenza di un cambiamento fondamentale nella storia degli organismi viventi.

Fanerozoico (545 Ma - presente): per lo più rocce sedimentarie e la storia della vita

Precambrian

Proterozoico (tra 2500 e 545 Ma): soprattutto rocce cristalline

Archeano o Criptozoico (tra 3800 e 2500 Ma): le rocce più vecchie

Adeano o Azoico (prima di 3800 Ma): nessun record geologico

Era: nelle ere più recenti, è normalmente compresa tra due estinzioni di massa

Fanerozoico: 3 ere

Cenozoico (vita recente)
65 myBP-present

Mesozoic Era (middle life)
250-65 myBP

Paleozoic Era (ancient life)
544-250 myBP

Eon	Era	Period	Epoch	My
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	1.5
			Pleistocene	
		Tertiary	Pliocene	
			Miocene	
			Oligocene	
			Eocene	
	Paleocene			
	Mesozoic	Cretaceous		65
		Jurassic		
		Triassic		
	Paleozoic	Permian		250
		Carboniferous	Pennsylvanian	
			Mississippian	
		Devonian		
Silurian				
Ordovician				
Cambrian				
Precambrian	Proterozoic		540	
	Archean		2500	
				4500

Periodo: tra un periodo e il successivo si registra un'estinzione in alcuni ordini del regno animale



Eon	Era	Period	Epoch	My	
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	1.5	
			Pleistocene		
		Tertiary	Pliocene		
			Miocene		
			Oligocene		
			Eocene		
	Paleocene				
	Mesozoic	Cretaceous		65	
		Jurassic		250	
		Triassic			
		Permian			
		Paleozoic	Carboniferous	Pennsylvanian	
				Mississippian	
Devonian					
Silurian					
Ordovician					
Cambrian		540			
Precambrian	Proterozoic			2500	
	Archean			4500	

Eon	Era	Period	Epoch	My
Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	1.5 65
			Pleistocene	
		Tertiary	Pliocene	
			Miocene	
			Oligocene	
			Eocene	
			Paleocene	
	Mesozoic	Cretaceous		
		Jurassic		
		Triassic		
	Paleozoic	Permian		250
		Carboniferous	Pennsylvanian	
			Mississippian	
		Devonian		
Silurian				
Ordovician				
Cambrian				
Precambrian	Proterozoic		540	
	Archean		2500 4500	

Epoca: tra le varie epoche si registrano importanti cambiamenti negli organismi superiori

Quaternario { Olocene
Pleistocene

Terziario { Pliocene
Miocene
Oligocene
Eocene
Paleocene

EONOTHEM / ERA		ERA / THEM / EPOCH		SYSTEM / SUBSYSTEM / PERIOD / SUBPERIOD		AGE / DATES OF BOUNDARIES IN MILLIONS OF YEARS (MYA)	
Phanerozoic	Cenozoic (C)	Quaternary (Q)	Holocene			11,477 ±85 yr	
			Pleistocene			1,800 ±0.005	
		Neogene (N)	Pliocene			5,332 ±0.005	
			Miocene				
		Tertiary (T)	Oligocene			23.03 ±0.05	
			Eocene			33.9 ±0.1	
		Paleocene (P)	Eocene			55.9 ±0.2	
			Paleocene			65.5 ±0.3	
		Mesozoic (M)	Cretaceous (K)	Upper / Late			99.6 ±0.9
				Lower / Early			145.5 ±4.0
			Jurassic (J)	Upper / Late			161.2 ±4.0
				Lower / Early			175.6 ±2.0
	Triassic (T)		Upper / Late			199.6 ±0.6	
			Lower / Early			228.0 ±2.0	
	Paleozoic (P)	Carboniferous (C)	Upper / Late			251.0 ±0.4	
			Lower / Early			260.4 ±0.7	
		Permian (P)	Upper / Late			270.6 ±0.7	
			Lower / Early			290.0 ±0.8	
		Mississippian (M)	Upper / Late			306.5 ±1.0	
			Lower / Early			311.7 ±1.1	
		Devonian (D)	Upper / Late			318.1 ±1.3	
			Lower / Early			326.4 ±1.6	
		Silurian (S)	Upper / Late			345.3 ±2.1	
			Lower / Early			359.2 ±2.5	
Cambrian (C)	Upper / Late			385.3 ±2.6			
	Lower / Early			397.5 ±2.7			
Ordovician (O)	Upper / Late			416.0 ±2.8			
	Lower / Early			418.7 ±2.7			
Cambrian (C)	Upper / Late			422.9 ±2.5			
	Lower / Early			428.2 ±2.3			
Cambrian (C)	Upper / Late			443.7 ±1.5			
	Lower / Early			460.9 ±1.6			
Cambrian (C)	Upper / Late			471.8 ±1.6			
	Lower / Early			488.3 ±1.7			
Cambrian (C)	Upper / Late			501.0 ±2.0			
	Lower / Early			513.0 ±2.0			
Cambrian (C)	Upper / Late			542.0 ±1.0			
	Lower / Early						

EONOTHEM / ERA		ERA / THEM / EPOCH		SYSTEM / PERIOD		AGE / DATES OF BOUNDARIES IN MILLIONS OF YEARS (MYA)
Proterozoic (P)	Mesoproterozoic (M)	Neoproterozoic (Z)	Ediacaran			630
			Cryogenian			850
		Tonian			1000	
		Stenian			1200	
		Ectasian			1400	
		Calymnian			1600	
	Paleoproterozoic (K)	Statherian			1800	
		Orosirian			2050	
	Archean (A)	Mesarchean	Rhyacian			2300
			Siderian			2500
	Archean (A)	Neosarchean				2800
						3200
Archean (A)	Paleoarchean				3600	
					4000	
Hadean (pA)						

Figure 1. Divisions of Geologic

ERA	PERIODO	EPOCA	MILIONI di anni fa
CENOZOICO	QUATERNARIO	OLOCENE	0,01
		PLEISTOCENE	1,8
	TERZIARIO	PLIOCENE	5
		MIOCENE	26
		OLIGOCENE	37
		EOCENE	53
		PALEOCENE	65
	MESOZOICO	CRETACEO	144
		GIURASSICO	213
TRIASSICO		260	
PALEOZOICO	PERMIANO	286	
	CARBONIFERO	360	
	DEVONIANO	408	
	SILURIANO	438	
	ORDOVICIANO	505	
	CAMBRIANO	540	
PROTEROZOICO		2500	
ARCHEANO			

Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years

v. 2004 b

