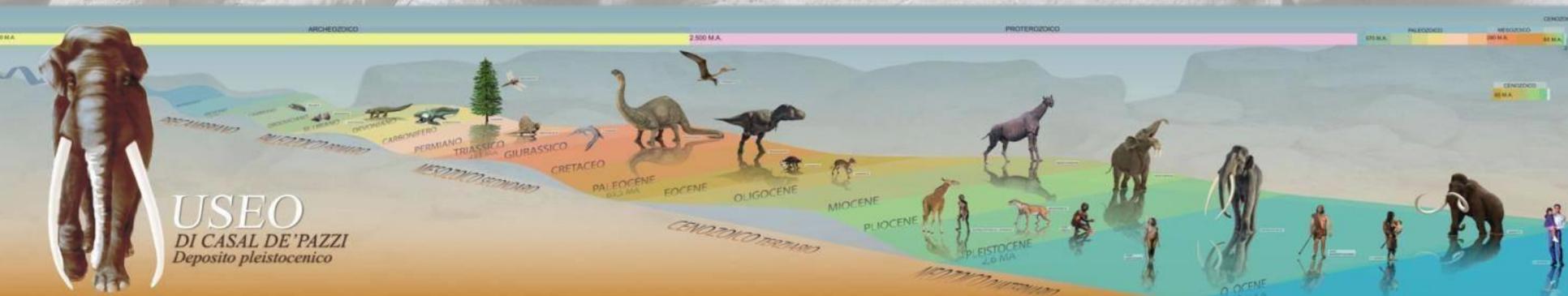


PROCESSI DI FOSSILIZZAZIONE ED APPROFONDIMENTO SUL SITO DI CASAL DE' PAZZI



LA FOSSILIZZAZIONE

La fossilizzazione è un lungo e lento processo di **trasformazione fisica e chimica** dei tessuti di un qualsiasi organismo, che permette la sua conservazione

Dal processo...

...al prodotto



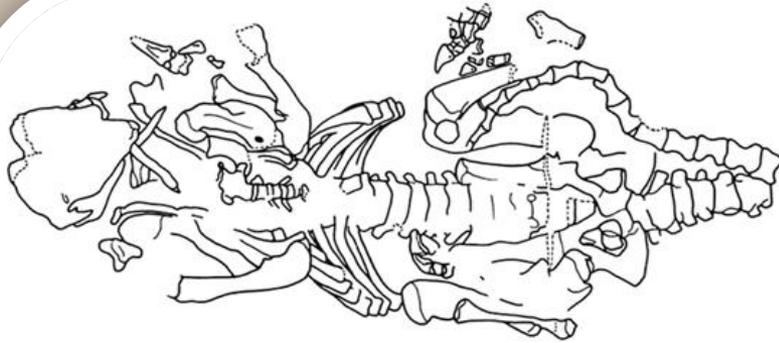
I **FOSSILI** sono i resti di organismi animali o vegetali, vissuti sulla terra in epoche geologiche precedenti l'attuale

Rappresentano una **minima parte** della vita del passato, sono molto meno abbondanti del numero di organismi effettivamente vissuti

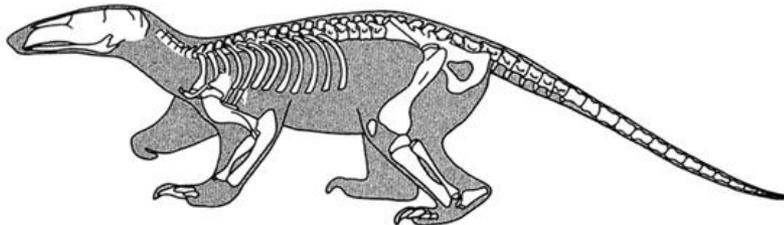
Il termine deriva dal latino «fodere» che vuol dire scavare...
«che si ottiene scavando».

IL PALEONTOLOGO

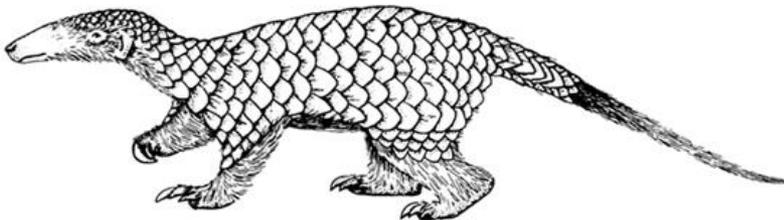
Scienziato che studia la vita del passato



Reperto fossile



Struttura ossea



Aspetto esteriore

Partendo da un reperto fossile, si ricostruisce la struttura interna e l'aspetto esteriore degli organismi





- **Paleontologia dei vertebrati** - lo studio degli animali "superiori": rettili, uccelli, mammiferi, anfibi e pesci.
- **Paleontologia degli invertebrati**
- **Paleobotanica** - lo studio delle piante fossili.
- **Palinologia** - lo studio dei microfossili, particolarmente dei pollini e delle spore organiche.
- **Paleoecologia** - lo studio degli ambienti antichi e degli organismi che li abitavano.
- **Micropaleontologia** - lo studio dei fossili microscopici, spesso molto importanti per la ricerca del petrolio ed alle industrie estrattive.
- **Tafonomia** – studia come un organismo si è fossilizzato.





La **TAFONOMIA** studia la storia degli organismi dalla morte al loro ritrovamento come fossili



trasferimento di materia dalla biosfera alla litosfera.

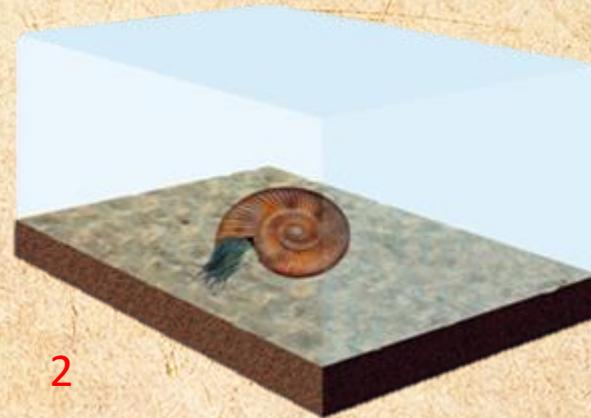
AMMONITI



Phylum:
Molluschi
Classe:
Cefalopodi

1. MORTE DELL'ORGANISMO

Rappresenta l'inizio della loro storia come fossili potenziali



Condizioni legate all'organismo:

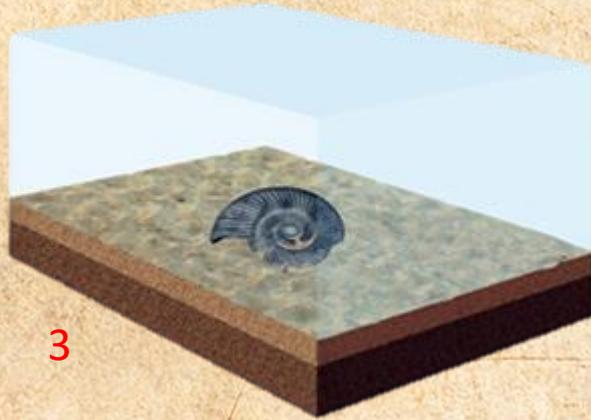
- Predazione/competizione ecologica
- Morte prematura

Variazioni ambientali:

- Apporti sedimentari istantanei (frane)
- Variazione repentine del livello del mare

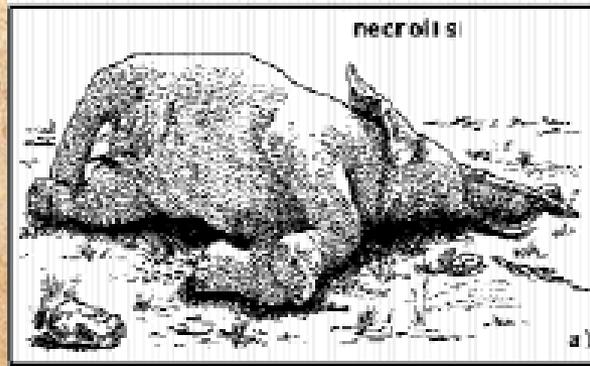
2. PROCESSI BIOSTRATINOMICI

Avvengono tra la morte di un organismo ed il suo seppellimento definitivo

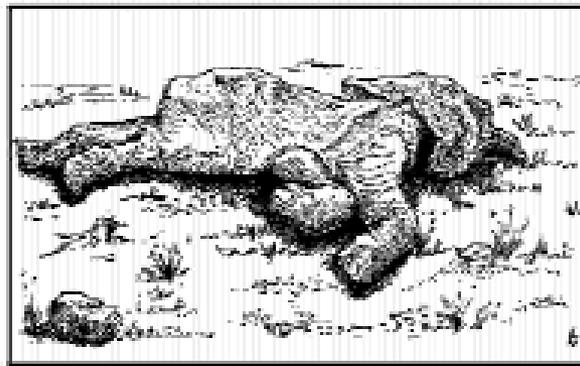


Necrolisi

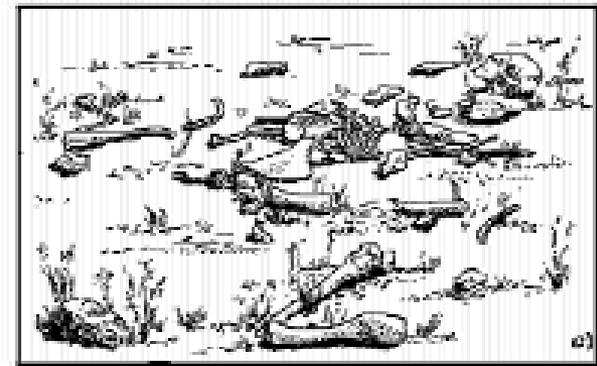
decomposizione e smembramento



Tre giorni

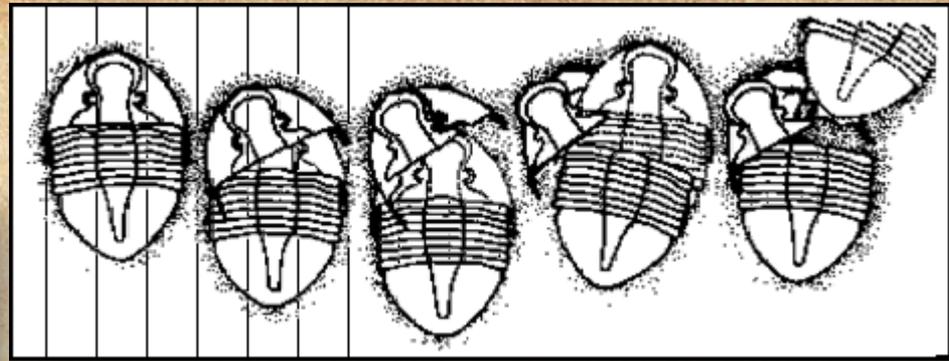
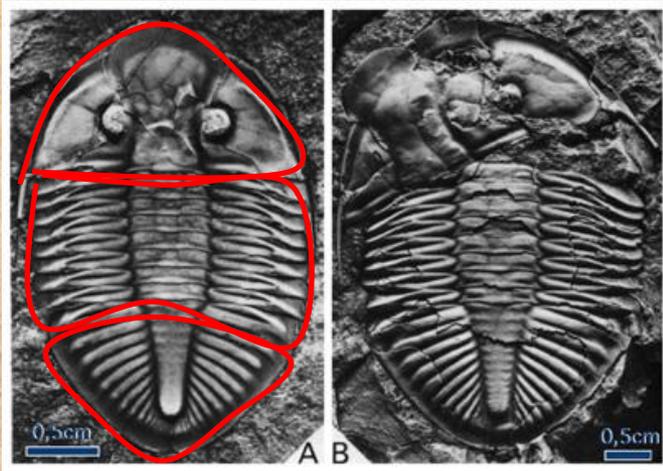


Tre settimane



Un anno

Disarticolazione



Pseudogygites latimarginatus

Ordoviciano superiore (circa 450 Ma)
Ontario, Canada

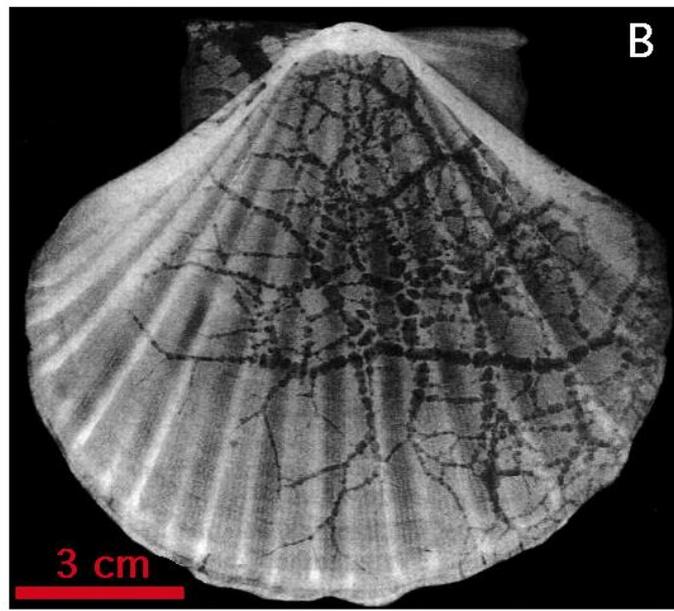
Predazione post-mortem





Strombus coronatus

Micro gallerie prodotte da organismi perforanti su conchiglia di gasteropode

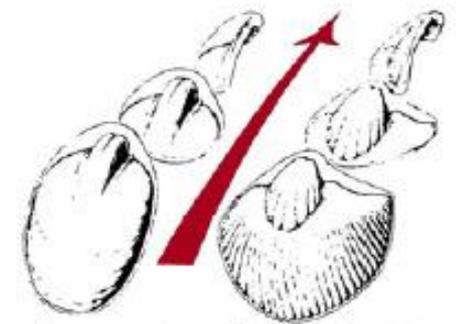
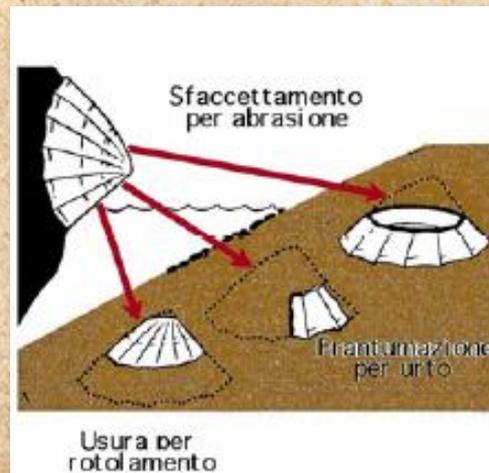


Pecten maximus

Perforazioni prodotte da una spugna all'interno del guscio di un bivalve

Bioerosione

Trasporto



Rotolamento in ambiente abrasivo - distruzione delle parti più deboli e sporgenti

3. SEPPELLIMENTO

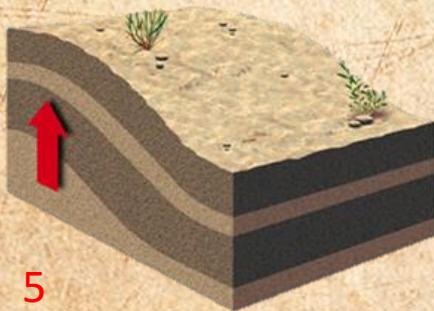
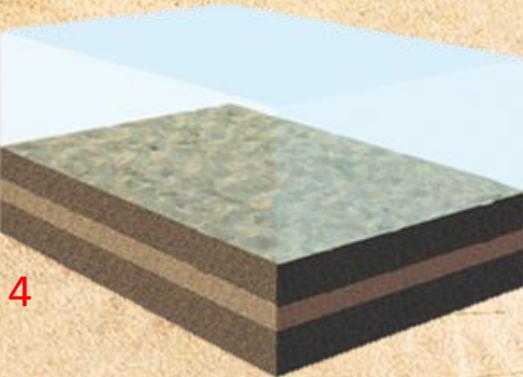
A seconda del contesto (tipo di sedimento e condizioni ambientali circostanti) avverrà un tipo di seppellimento e di conseguenza uno specifico processo di fossilizzazione

FONDAMENTALE:

- L'organismo deve essere **rapidamente** inumato da sedimenti (marini, fluviali, lacustri, frane, alluvioni, ecc...)
- L'organismo deve avere **parti dure** (denti, placche dermiche, chitina, ossa, gusci, ecc..)



DIAGENESI E FOSSILIZZAZIONE



4. PROCESSI DI FOSSILIZZAZIONE

Mineralizzazione

L'acqua che circola all'interno del sedimento, discioglie le parti dure dell'organismo, sostituendole con sostanze minerali in essa contenute (calcio/silice/pirite)

SOSTITUZIONE DELL'ORIGINARIA COMPONENTE MINERALE DELLO SCHELETRO CON MINERALI DI
NEO FORMAZIONE

Calcite CaCO_3

Dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_2)$

Silice SiO_2

Pirite FeS_2





Ambiente di palude con acque prive di O₂, ricche di ferrobatteri produttori di ferro (Fe), che combinato con lo zolfo (S) della decomposizione organica genera Pirite (FeS₂)

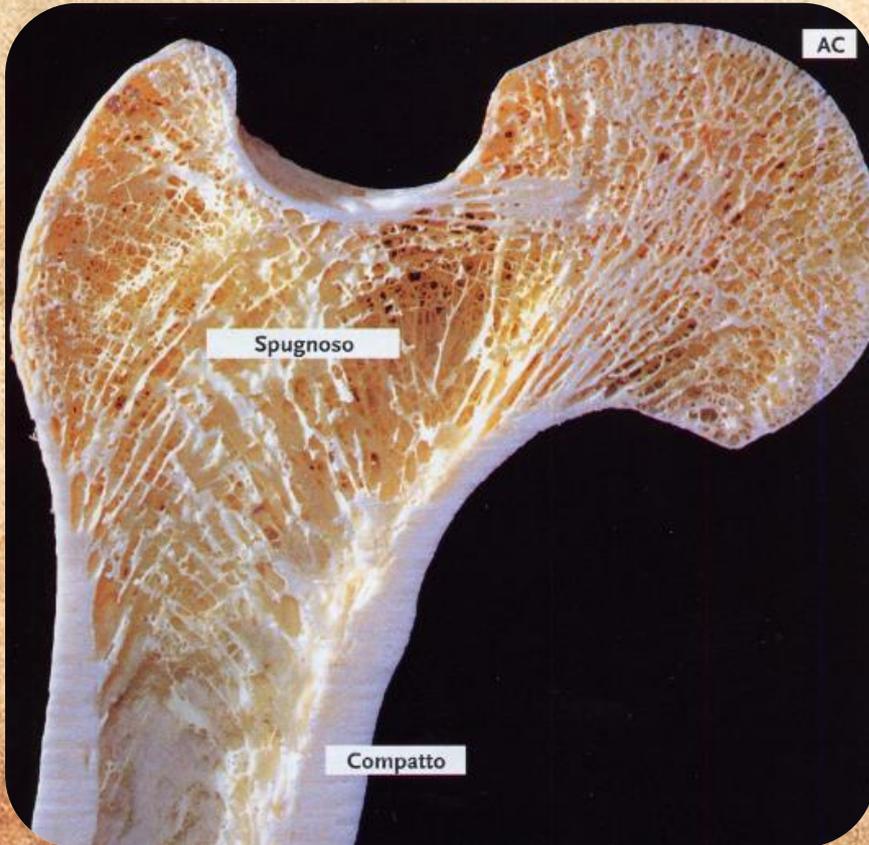
**AMMONITI
PIRITIZZATE**



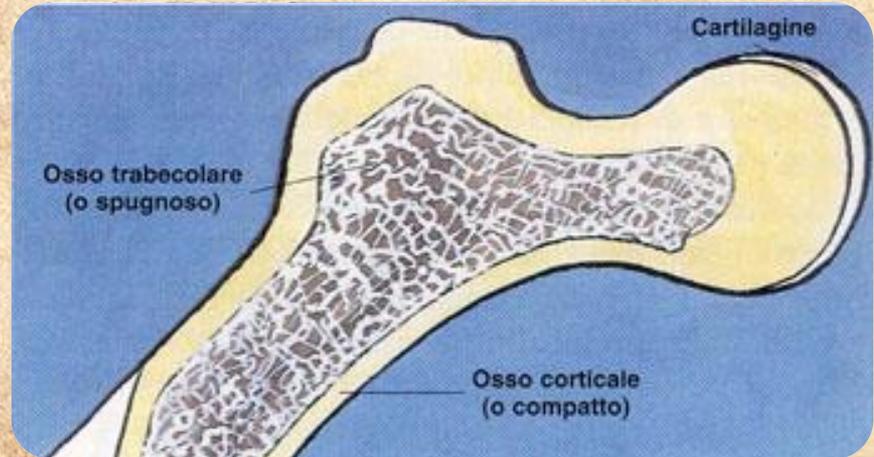
Mineralizzazione per impregnazione

E' il processo più comune nella fossilizzazione della parti scheletriche di vertebrati, tipica dei tessuti spugnosi

La sostanza organica contenuta nelle parti dure mineralizzate si decompone, lasciando delle cavità entro le quali si depositano i sali circolanti nei sedimenti.



Ossa solide e resistenti, più pesanti di prima



Spinosaurus aegyptiacus, Marocco
97 milioni di anni (Cretacico superiore)



***Homo neanderthalensis*, Crani di Saccopastore
(Roma - Italia), Circa 125.000 Ma**



Incrostazione (ambiente subaereo)



Avviene in presenza di acque ricche in Carbonato di Calcio (CaCO_3)



Ambienti dove c'è liberazione repentina di anidride carbonica (CO_2)

(acque idrotermali, sorgenti, cascate)

L'acqua deposita i suoi sali su resti organici vegetali → morte dell'organismo e dissolvimento sostanza biologica



IMPRONTA ESTERNA
(parte mineralizzata
incrostante)



TRAVERTINO

Rocchia
sedimentaria
derivante da
questo processo

Carbonificazione

Tipica dei vegetali, avviene in ambiente privo di ossigeno



I batteri, tramite il processo di fermentazione, estraggono dalla materia organica elementi volatili come idrogeno, ossigeno ed azoto, arricchendola così in carbonio.

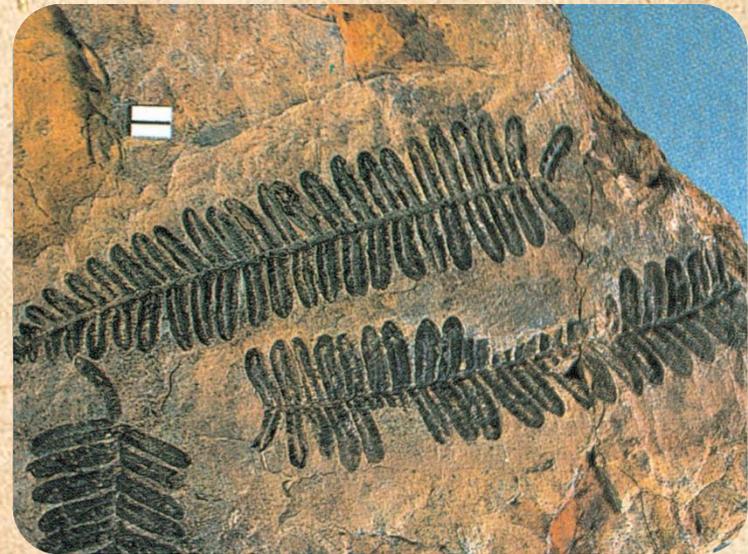
- **TORBA** carbonificazione di vegetali tipici di ambiente palustre
- **LIGNITE** carbonificazione di piante ad alto fusto



Torba



Lignite
(carbonificazione più
avanzata)



Foglie fossili di oltre 350 milioni di
anni, Carbonifero (Alpi Carniche)

Inglobamento in fluidi

Conservazione di un organismo in un **fluido viscoso**

Vengono rispettate perfettamente le forme esterne dell'organismo intrappolato, mentre l'interno resta vuoto.



- Insetti
- Aracnidi
- Resti vegetali

1. AMBRA (resina vegetale)

Ambra del Baltico (Oligocene-30 milioni di anni) prodotta dalla conifera *Pinus succinifera*



2. IDROCARBURO BITUMINOSO

Si rinvengono vertebrati anche di considerevoli dimensioni (laghi con risalite di idrocarburi, paludi e sabbie mobili). Le condizioni permettono un'accurata ricostruzione del paesaggio e della catena trofica.

Rancho La Brea (Pleistocene, Usa)



Mammuthus columbi

Smilodon fatalis

Paramylodon harlani

Mummificazione

Avviene per **disidratazione** dell'organismo, che ne impedisce la putrefazione e permette la conservazione di parti molto delicate

Es.: Uomo di Similaun (Oetzi) vissuto fra il 3350 e il 3100 a.C.

- Si è conservato perfettamente, con tanto di vestiario ed equipaggiamento completo
- Il corpo deve essere stato ricoperto di neve e poi di ghiaccio subito dopo la morte; ciò ha impedito che venisse mangiato dagli animali o si decomponesse.



Originali condizioni di conservazione:
– 6°C e 98% di umidità relativa





Crioconservazione:

Mammut

di 30/35 giorni,
Penisola Jamal (Siberia nord-occidentale)
circa 41.800 anni fa.

“Mummia Trachodon” Edmontosauro (USA)

recuperate alcune tracce
di pelle, il contorno dei muscoli, gli
anelli sclerotici dell'orbita oculare, il
rivestimento in cheratina
del «becco d'anatra».



UN PO' DI GEOLOGIA...

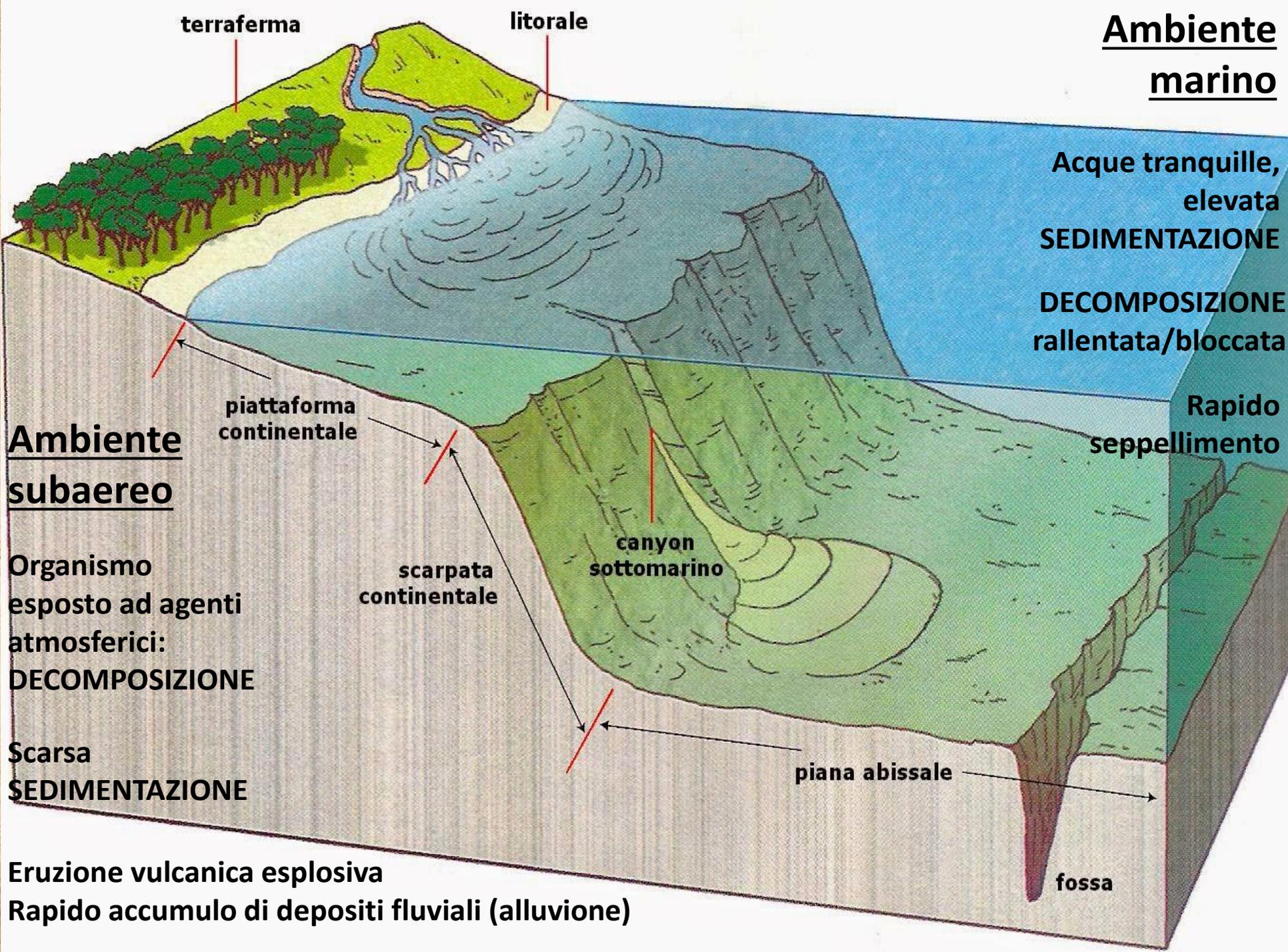
FOSSILIZZAZIONE = AMBIENTE

PROCESSI:

Erosione e sedimentazione

Sedimentazione più veloce
della decomposizione

Ambiente marino



Ambiente subaereo

**Organismo
esposto ad agenti
atmosferici:
DECOMPOSIZIONE**

**Scarsa
SEDIMENTAZIONE**

Eruzione vulcanica esplosiva
Rapido accumulo di depositi fluviali (alluvione)

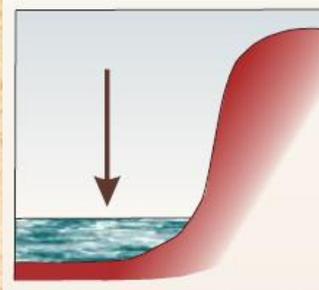
Quindi...

- In ambiente acquatico la probabilità che si verifichi la fossilizzazione è maggiore, perché maggiore è la velocità di sedimentazione
- I fossili di organismi terrestri hanno minori possibilità di conservarsi, perché in ambiente subaereo l'erosione prevale spesso sulla sedimentazione (Es.: **AMBIENTE FLUVIALE**)

LA FOSSILIZZAZIONE A CASAL DE PAZZI

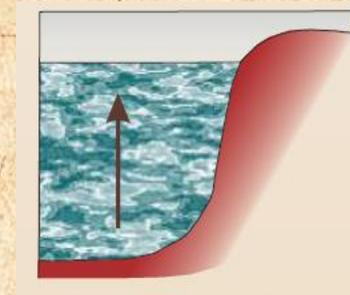


Fattori climatici...a grande scala (2.5 Ma – Pleistocene)



PERIODO GLACIALE , MARE BASSO:
EROSIONE

Creazione di ponti, vie di comunicazione



PERIODO INTERGLACIALE, MARE ALTO:
SEDIMENTAZIONE

Difficoltà di migrazione



- **Oscillazioni del livello del mare**, fino a 120 m più basso delle attuali rive durante il periodo glaciale
- Sollevamento «regionale» connesso alla formazione della catena Appenninica, con **innalzamento della crosta terrestre**

...a piccola scala

- Presenza di due corsi d'acqua: Paleo Tevere e Paleo Aniene
- Due distretti vulcanici attivi nel Pleistocene, con eruzioni esplosive: Sabatino (N-O) e Colli Albani (S-E)

Facciamo un salto in avanti fino a...

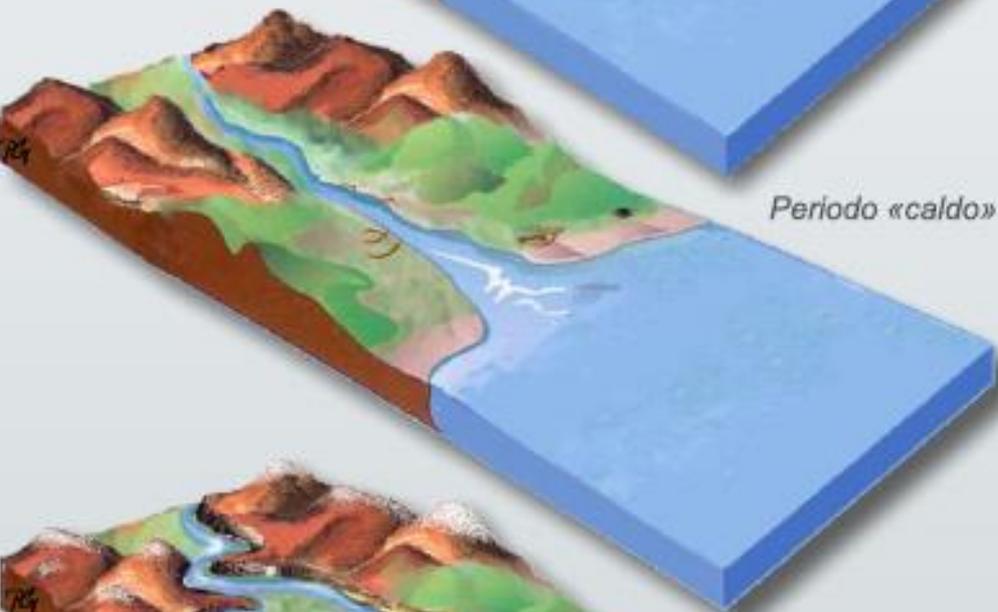
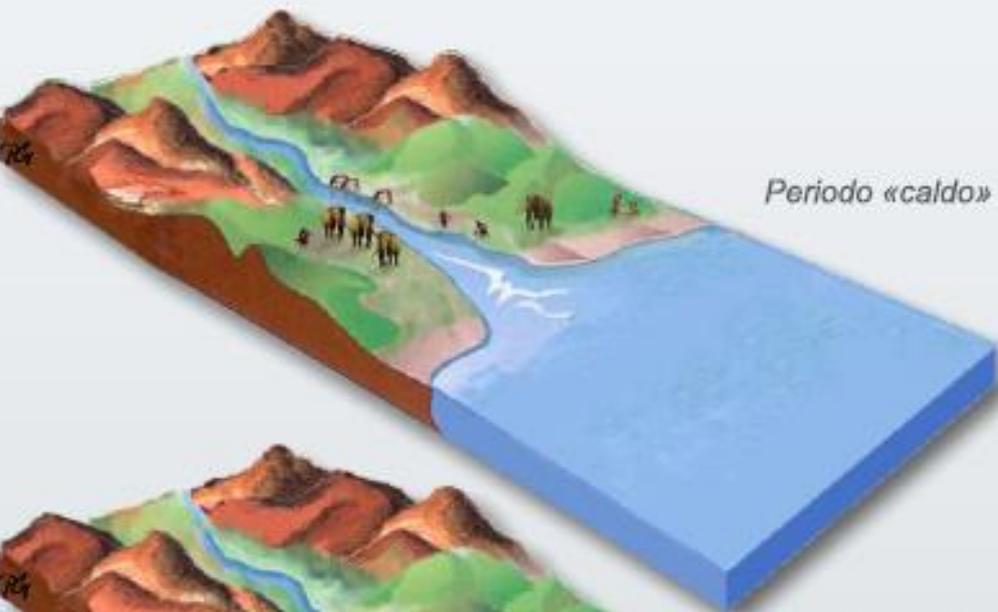


1) Eruzione del vulcano laziale
(tra 357.000 e 338.000 Ma):
nube di gas e particelle di
roccia che, spinte dal vento, si
depositano

TUFO LITOIDE LIONATO

**COLMA LE VALLI E LIVELLA IL
PAESAGGIO**

2) Il sistema di corsi d'acqua si reimposta scavando man mano il tufo lionato e depositando al suo interno sedimenti come ghiaie, sabbie, limi ed argille (a seconda della sua «potenza»)



Periodo interglaciale (300.000 Ma, MIS 9): il fiume deposita sedimenti alluvionali (ghiaie, sabbie, limi ed argille).

Periodo interglaciale (200.000 Ma, MIS 7): forte sollevamento tettonico; accumulo dei resti di faune nei pressi del fiume: **si forma il deposito di CDP.**

Periodo glaciale (80.000-18.000 Ma, MIS 4 e 2): il livello del mare scende; il fiume scava ed incide un percorso differente, non toccando CDP.



Oca lombardella

Zelkova

pterocarya

Elephas

cercis

Olivo

Elafo

corbezzolo



Rinoceronte



Ippopotamo

Erica

Cisto

Caprifoglio



Canapiglia

Palma nana



lena

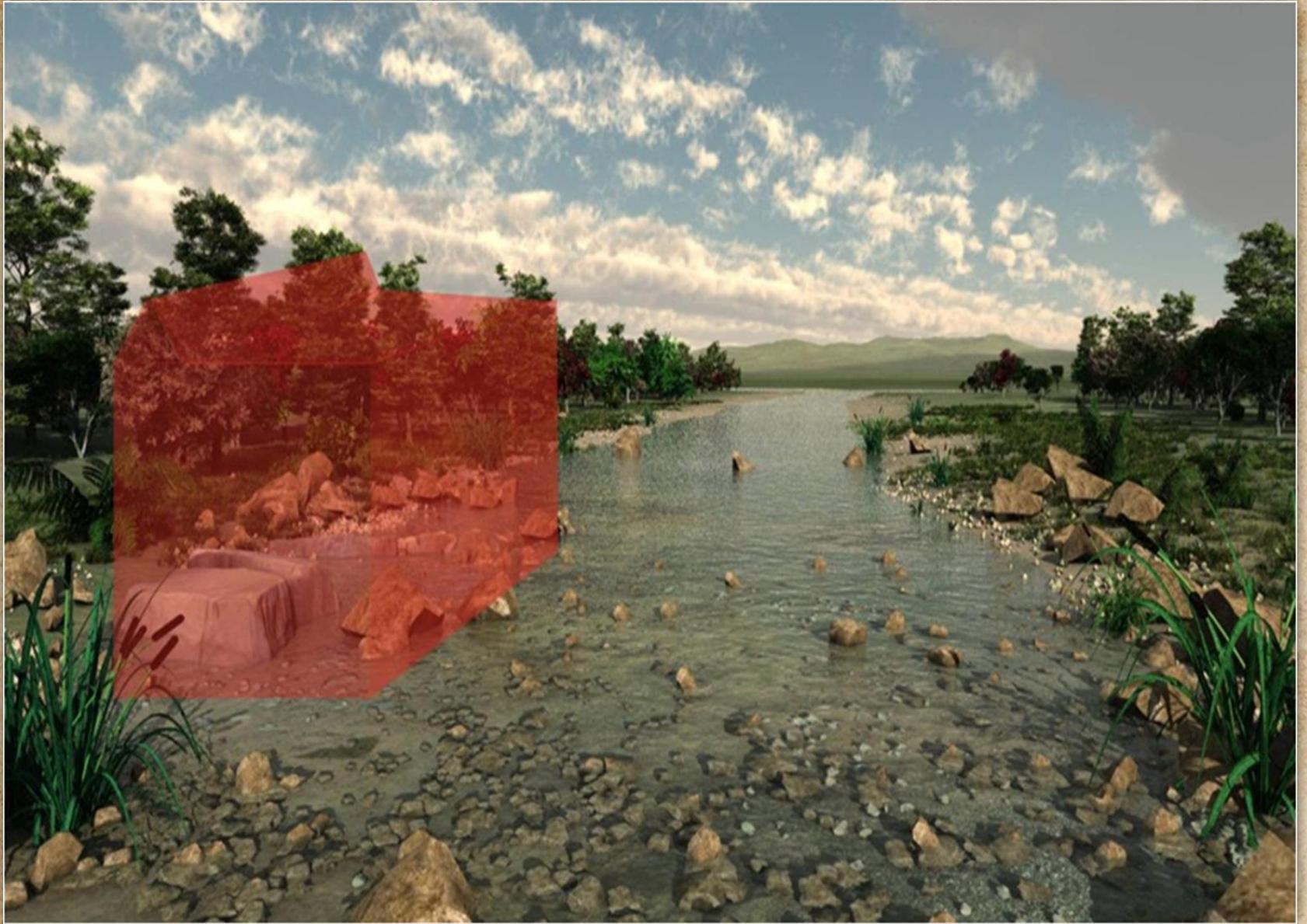


Fischione



Alzavola

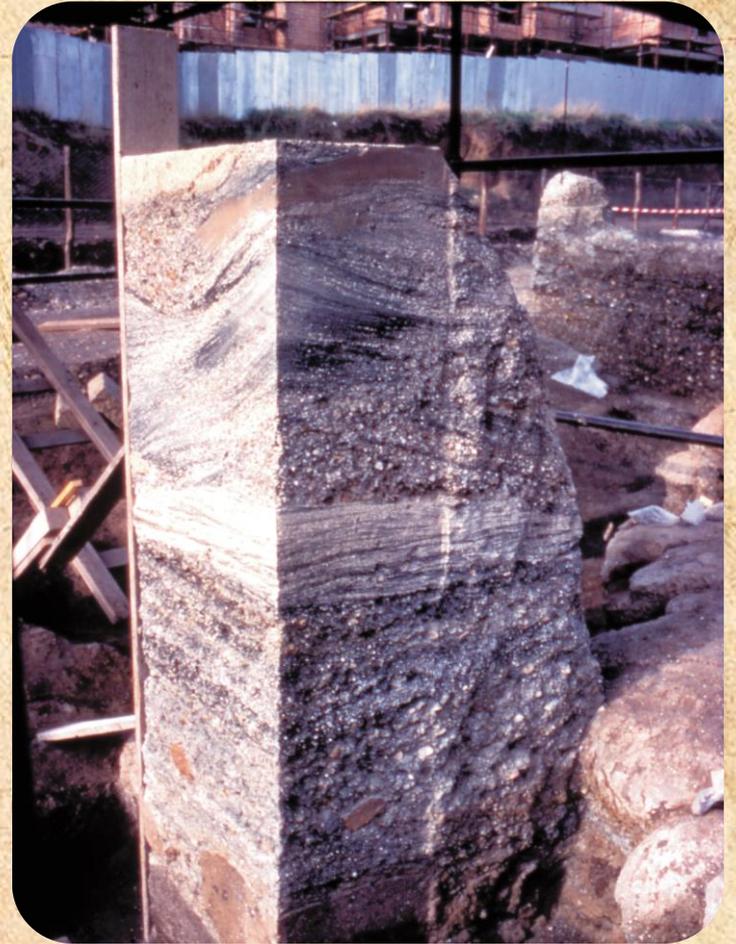




Periodo interglaciale (18.000-oggi, MIS 1) : il livello del mare si stabilizza, arrivando allo stato attuale. Il fiume deposita materiale all'interno della valli scavate nel tufo

Nelle stesse zone depresse, insieme ai sedimenti alluvionali si sono accumulati i resti delle faune vissute nei pressi del fiume.

**Inizia il processo di
fossilizzazione**



QUELLO CHE RESTA DELL'ANTICO FIUME

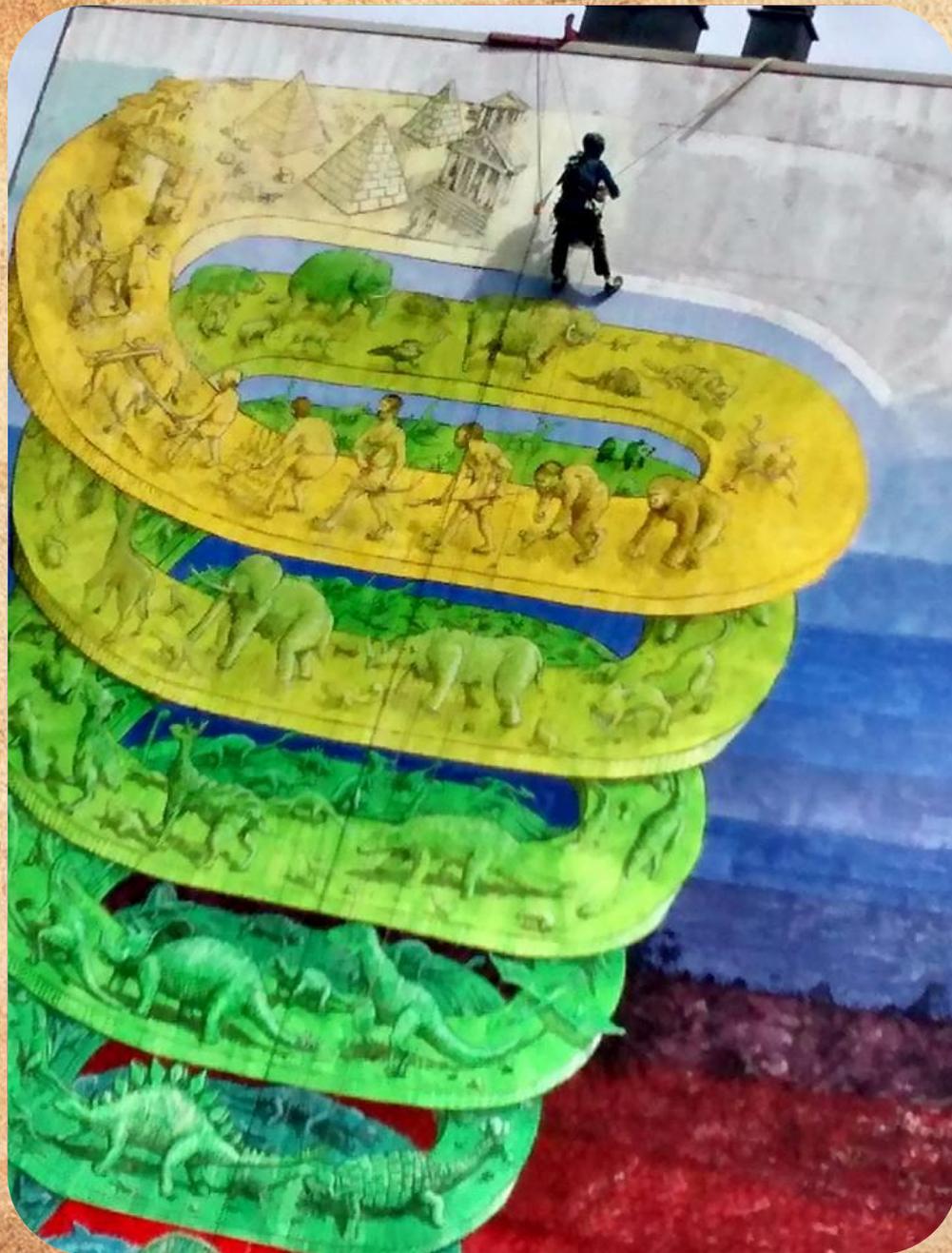
Il fondo del fiume, cioè il suo letto, fatto di grandi massi di tufo.



Scoperto nel 1981, ha restituito oltre 2.000 ossa fossili di varie specie animali e più di 1.500 strumenti di pietra scheggiati dall'uomo preistorico, la cui presenza è testimoniata anche dal ritrovamento di un frammento di cranio umano.

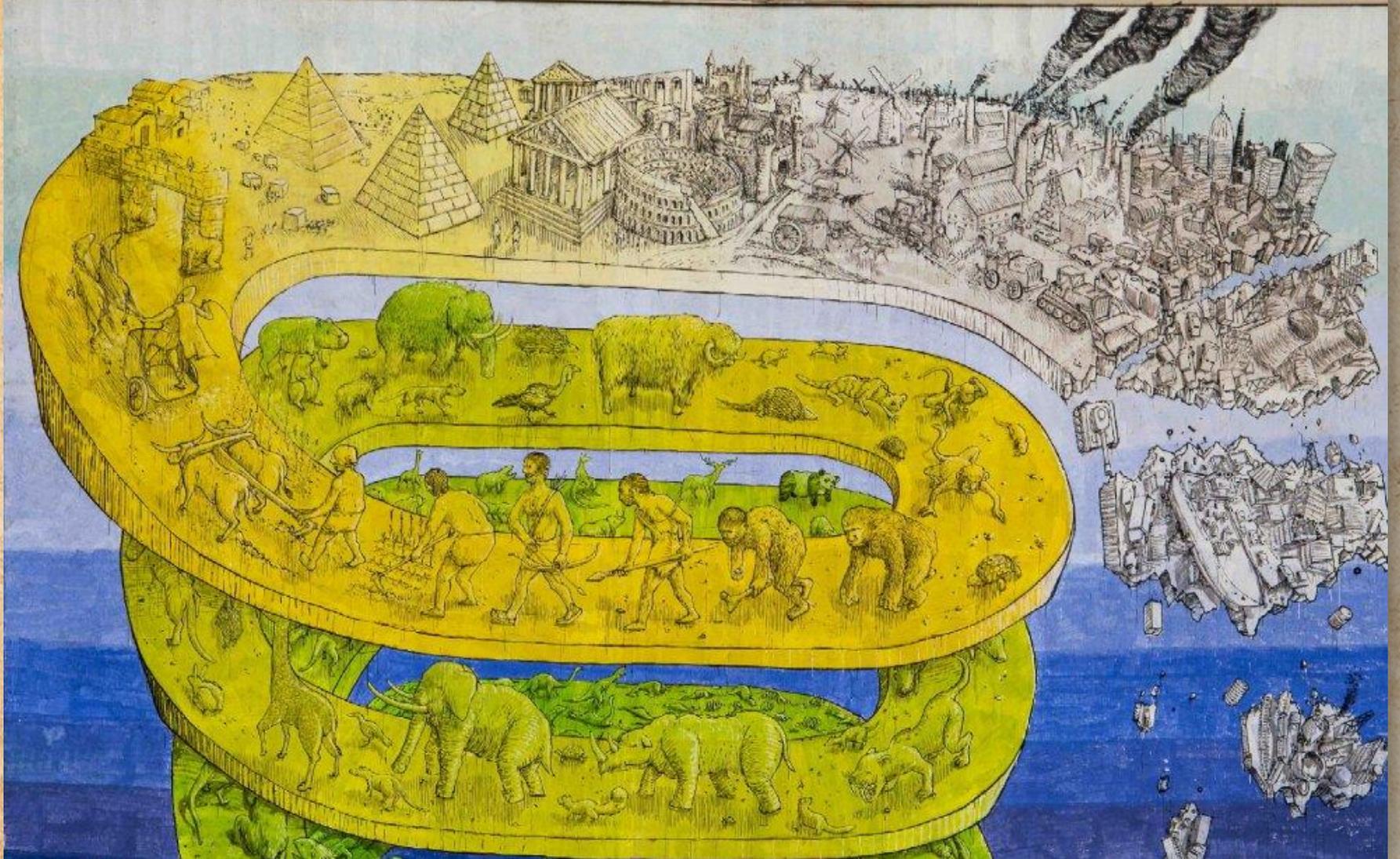
PERCHE' E' IMPORTANTE QUESTO LUOGO?

- **E' l'unico sito paleolitico, tra i tanti che caratterizzavano il corso del fiume, ad essersi conservato fino ad oggi (condizioni adatte alla fossilizzazione ed alla conservazione)**
 - **Ci permette di ricostruire il paesaggio antico e di conoscere le specie animali che lo popolavano**
 - **Pur essendo così antico si è eccezionalmente conservato dentro la città in continua espansione**
 - **Attesta la presenza dell'uomo in questo territorio già in epoche molto antiche e dà l'idea delle attività da lui svolte**



LA SCIENZA SUI MURI

© Meloni, Bergamo





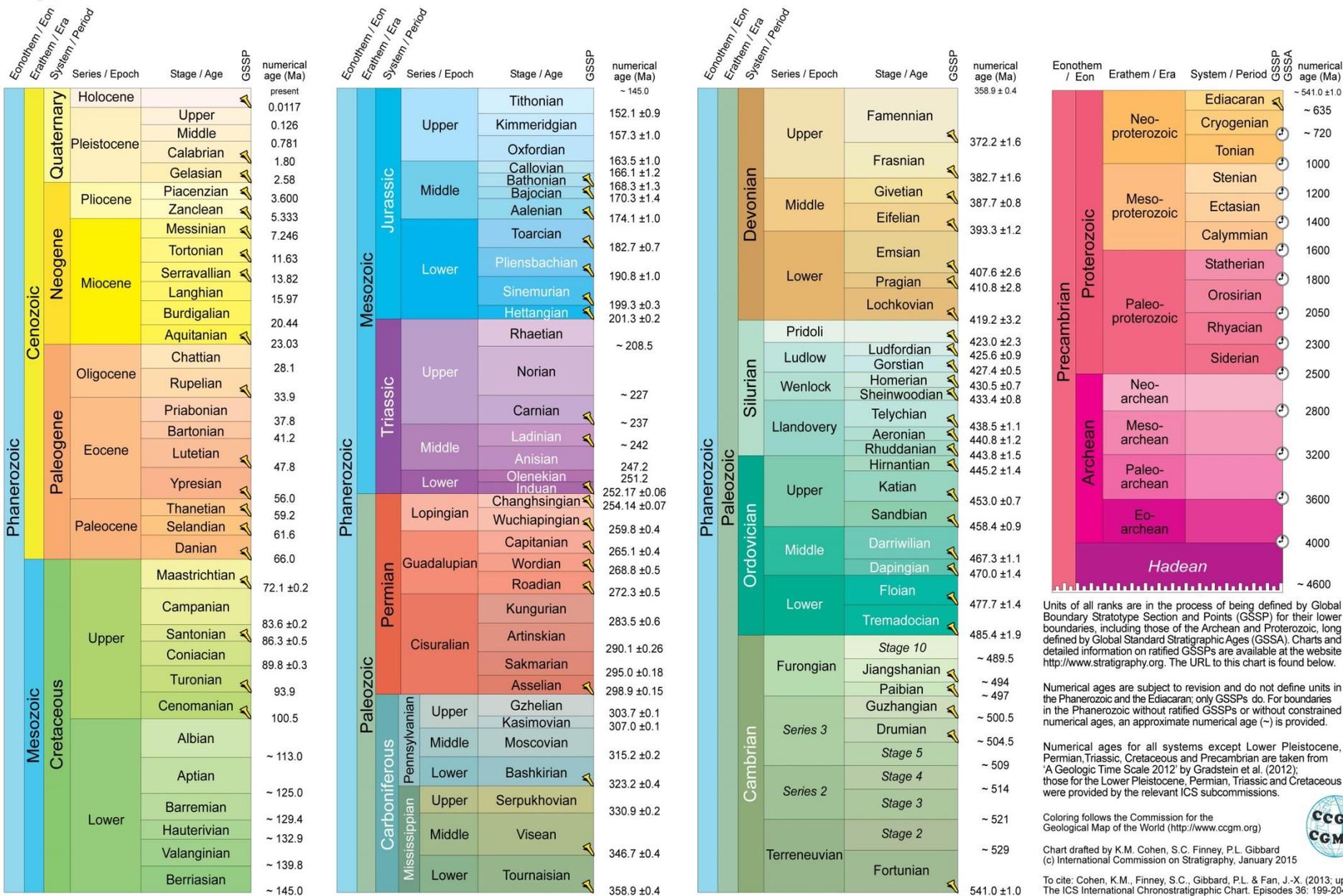
INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

IUGS

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2015/01



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (–) is provided.

Numerical ages for all systems except Lower Pleistocene, Permian, Triassic, Cretaceous and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012); those for the Lower Pleistocene, Permian, Triassic and Cretaceous were provided by the relevant ICS subcommissions.

Coloring follows the Commission for the Geological Map of the World (<http://www.ccgm.org>)

Chart drafted by K.M. Cohen, S.C. Finney, P.L. Gibbard (c) International Commission on Stratigraphy, January 2015

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013), updated. The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

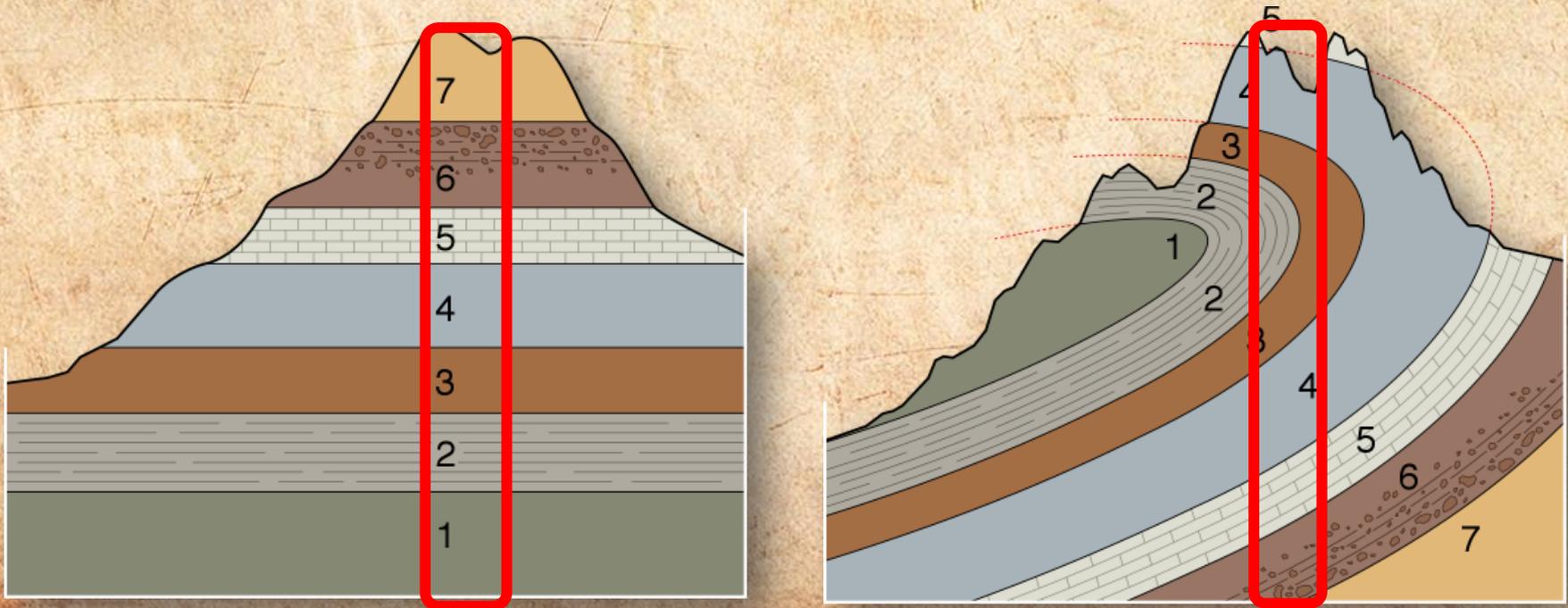
URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2015-01.pdf>



LA MISURA DEL TEMPO GELOGICO...

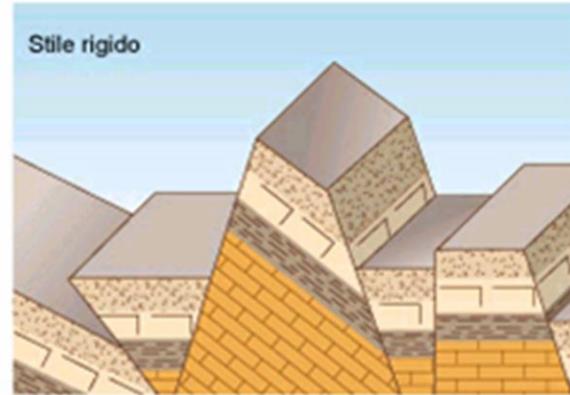
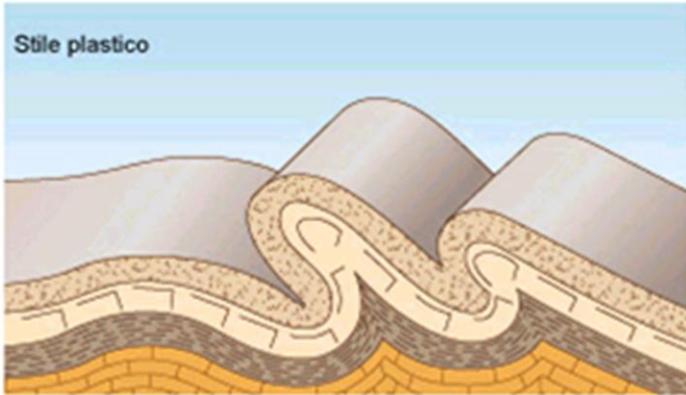
...L'IMPORTANZA DEI FOSSILI

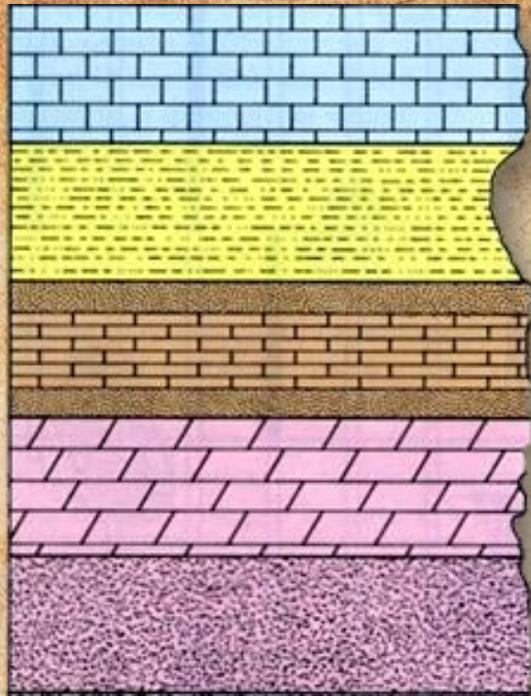
La datazione (relativa) delle rocce si fonda sul principio di sovrapposizione: lo strato che si trova più in basso è il più antico, quello che in alto è il più recente





1600 metri = 250 milioni di anni





Le caratteristiche litologiche degli strati non sono influenzate dal tempo

I fenomeni geologici del passato sono gli stessi che si verificano ancora oggi, con le stesse modalità.

I fossili contenuti nelle rocce sono attribuibili ad un unico momento dell'evoluzione

Una determinata specie può esistere soltanto in un determinato periodo di tempo e quindi solo nelle rocce di quel periodo



Poiché l'età di un fossile è la stessa della roccia in cui si è formato, si può affermare che strati rocciosi contenenti gli stessi fossili hanno la stessa età

I fossili consentono di correlare strati appartenenti a formazioni diverse, separate anche da grandi distanze

CORRELAZIONI STRATIGRAFICHE

stabilire relazioni cronologiche tra strati di affioramenti diversi

***Nelle due colonne stratigrafiche qui rappresentate vi sono lacune.
Dalla correlazione degli strati si può però ottenere una colonna stratigrafica ideale più completa, che colma le lacune e abbraccia un arco di tempo maggiore rispetto a ciascuna delle due colonne prese singolarmente.***





Molto utili per la
datazione relativa delle
rocce sono i
fossili guida

organismi vissuti in un periodo
geologico ristretto e che si
rinvencono in aree molto vaste





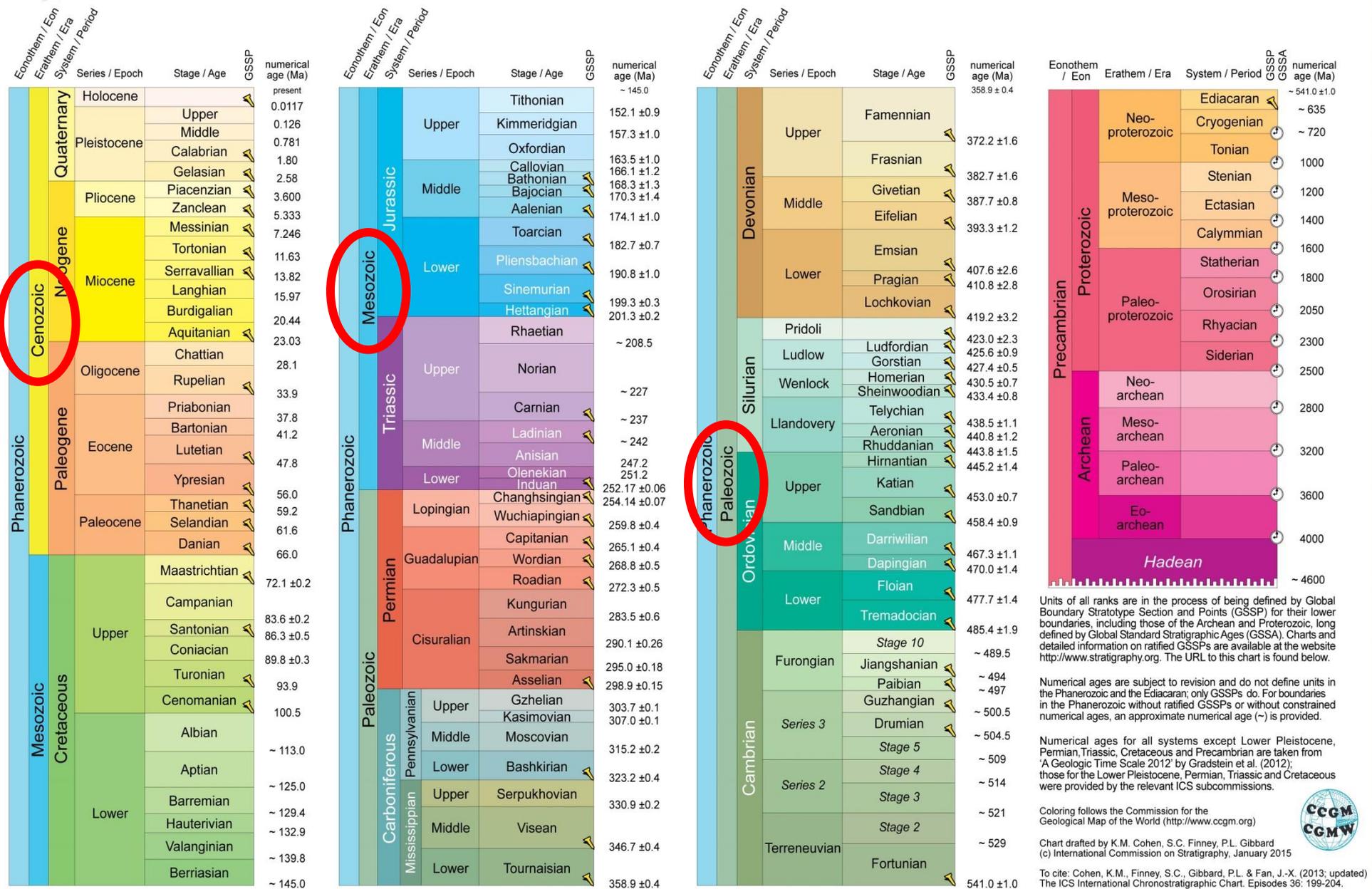
IUGS

INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2015/01



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (-) is provided.

Numerical ages for all systems except Lower Pleistocene, Permian, Triassic, Cretaceous and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012); those for the Lower Pleistocene, Permian, Triassic and Cretaceous were provided by the relevant ICS subcommissions.

Coloring follows the Commission for the Geological Map of the World (<http://www.ccgw.org>)



Chart drafted by K.M. Cohen, S.C. Finney, P.L. Gibbard (c) International Commission on Stratigraphy, January 2015

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013), updated The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2015-01.pdf>

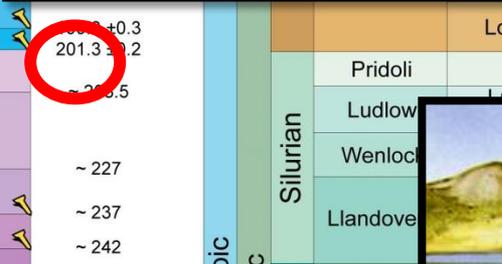


numerical age (Ma)
 present
 0.0117
 0.126
 0.781
 1.80
 2.58
 3.600
 5.333
 7.246
 11.63

Eonothem / Eon
 Erathem / Era
 System / Period
 Series / Epoch
 Stage / Age
 GSSP

Jurassic
 Upper
 Middle
 Tithonian
 Kimmeridgian
 Oxfordian
 Callovian
 Bathonian
 Bajocian
 Aalenian
 Toarcian
 Pliensbachian

numerical age (Ma)
 358.9 ± 0.4
 372.2 ± 1.6
 382.7 ± 1.6
 387.7 ± 0.8
 393.3 ± 1.2
 407.6 ± 2.6
 410.8 ± 2.8
 419.2 ± 3.2
 428.0 ± 2.3



Eonothem / Eon
 Erathem / Era
 System / Period
 Series / Epoch
 Stage / Age
 GSSP

Permian
 Lower
 Upper
 Middle
 Lower
 Furongian
 Series 3
 Series 2
 Terreneuvian
 Fortunanian

numerical age (Ma)
 201.3 ± 0.2
 ~ 227
 ~ 237
 ~ 242
 247.2
 251.2
 252.7 ± 0.06
 254.4 ± 0.07
 259.8 ± 0.4
 265.1 ± 0.4
 467.3 ± 1.1
 470.0 ± 1.4
 477.7 ± 1.4
 485.4 ± 1.9
 541.0 ± 1.0



201.3 ± 0.2



Permian

Lower
 Lopingian
 Guadalupian
 Cisuralian

252.7 ± 0.06
 254.4 ± 0.07
 259.8 ± 0.4
 265.1 ± 0.4



Upper
 Middle
 Lower
 Furongian

467.3 ± 1.1
 470.0 ± 1.4
 477.7 ± 1.4
 485.4 ± 1.9



~ 145.0

Carboniferous
 Pennsylvanian
 Mississippian

Upper
 Middle
 Lower
 Upper
 Middle
 Lower
 Bashkirian
 Serpukhovian
 Visean
 Tournaisian

315.2 ± 0.2
 323.2 ± 0.4
 330.9 ± 0.2
 346.7 ± 0.4
 358.9 ± 0.4



Fortunanian

541.0 ± 1.0

Phanerozoic

Paleogene

Oligocene
 Rupelian
 Priabonian
 Bartonian
 Eocene
 Lutetian

Phanerozoic

Paleozoic

Silurian
 Ludlow
 Wenlock
 Llandovery
 Devonian
 Upper
 Middle
 Lower

Carboniferous

Dapingian
 Floian
 Tremadocian
 Stage 10

467.3 ± 1.1
 470.0 ± 1.4
 477.7 ± 1.4
 485.4 ± 1.9

Bermianian

~ 145.0

541.0 ± 1.0

IL FOSSILE PIU' ANTICO....

NATURE | LETTER



Rapid emergence of life shown by discovery of 3,700-million-year-old microbial structures

Allen P. Nutman, Vickie C. Bennett, Clark R. L. Friend, Martin J. Van Kranendonk & Allan R. Chivas

[Affiliations](#) | [Contributions](#) | [Corresponding author](#)

Nature (2016) | doi:10.1038/nature19355

Received 11 October 2015 | Accepted 11 August 2016 | Published online 31 August 2016

IL FOSSILE PIU' ANTICO....

Un gruppo di ricercatori australiani ha scoperto in Groenlandia quello che potrebbe essere il più antico **reperito di vita fossilizzato**, con un'età stimata di **3,7 miliardi di anni** (i ghiacci si sono ritirati in seguito a una primavera eccezionalmente calda)

Si tratta di una comunità di **batteri** che vivevano su un antico fondale marino



Una roccia con stromatoliti, piccole strutture a strati che risalgono a 3,7 miliardi di anni fa. Sono i resti di una comunità di batteri

Le stromatoliti sono strutture microscopiche prodotte da comunità di batteri che possono formare strati di alcuni centimetri di spessore. Nel caso groenlandese erano spessi da 1 a 4 centimetri. «Solitamente le stromatoliti non contengono i fossili dei batteri costruttori, ma è come se avessimo le loro case»

IL MAMMUTH

REBIBBIA È IL QUARTIERE DEL CARCERE,
E IL CAROLINEA DELLA METRO B.

È DIFFICILE CHE QUESTE DUE
CARATTERISTICHE FACCIANO
COLPO SU UNA RAGAZZA -

MA ANCHE NOI ABBIAMO IL
NOSTRO FIORE ALL'OCCHIELLO.



ADUZZI

30 LUGLIO 20



MARILIA

GRAZIE
PER
L'ATTENZIONE