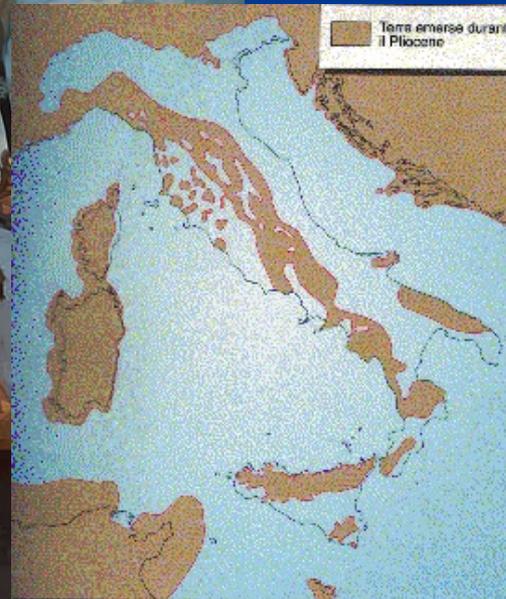
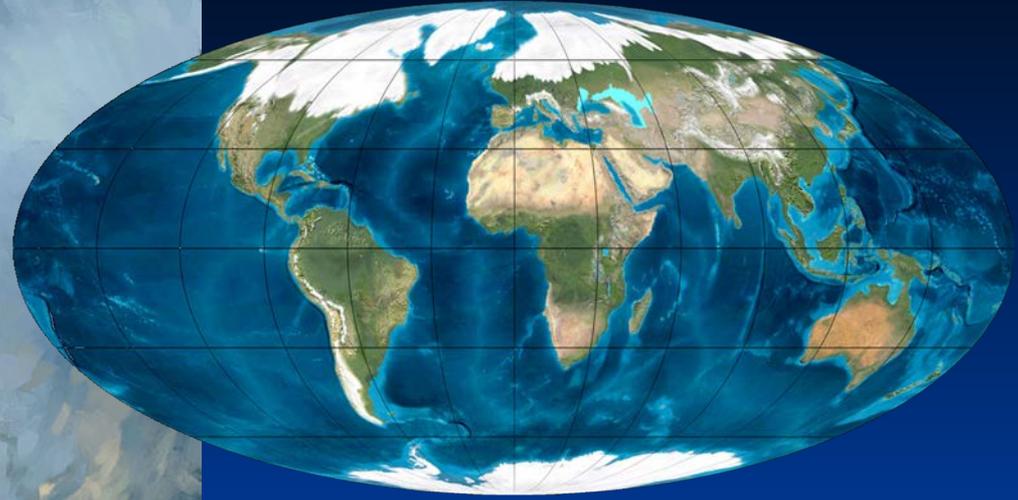
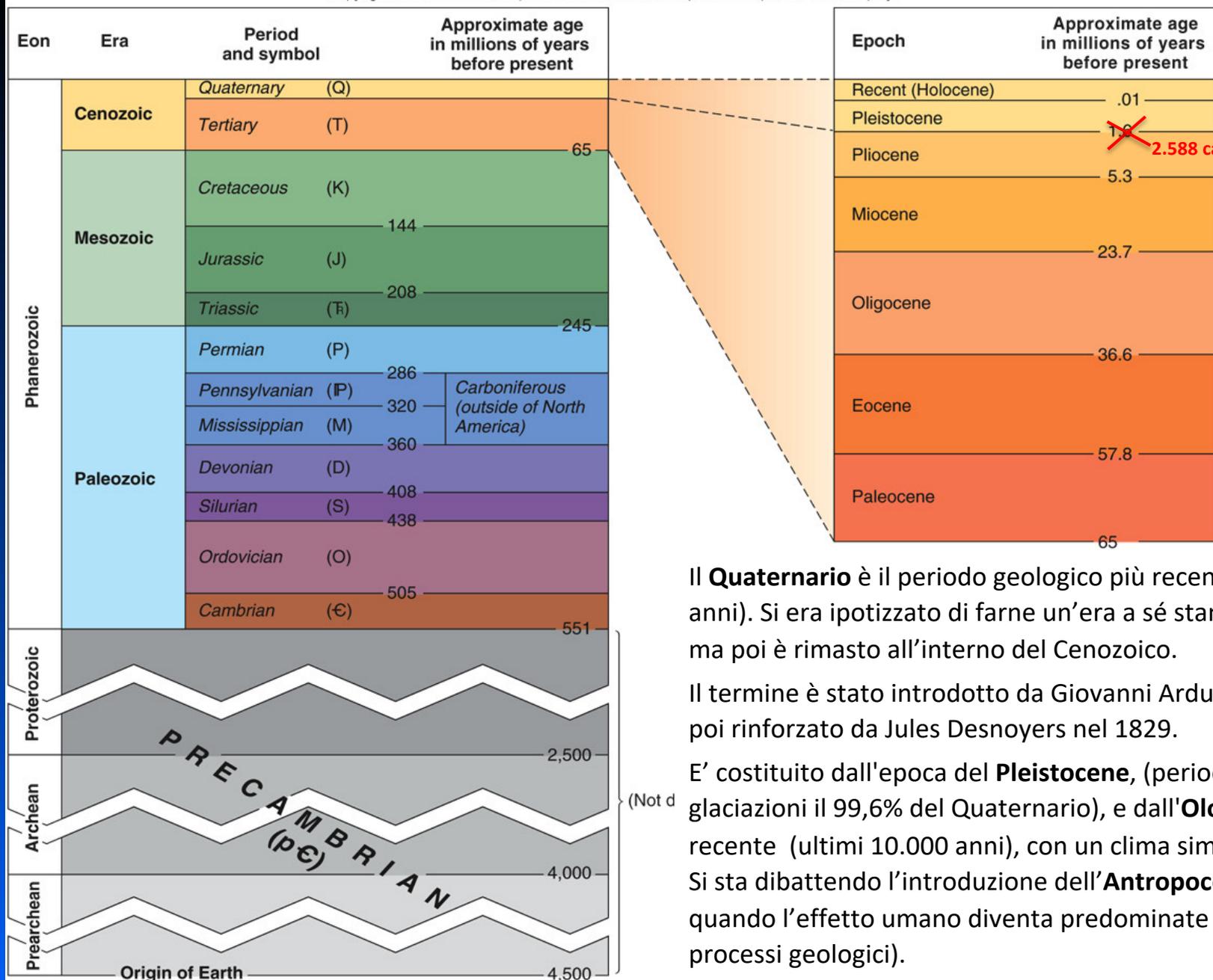


Quaternario: Glaciazioni ed Homo sapiens



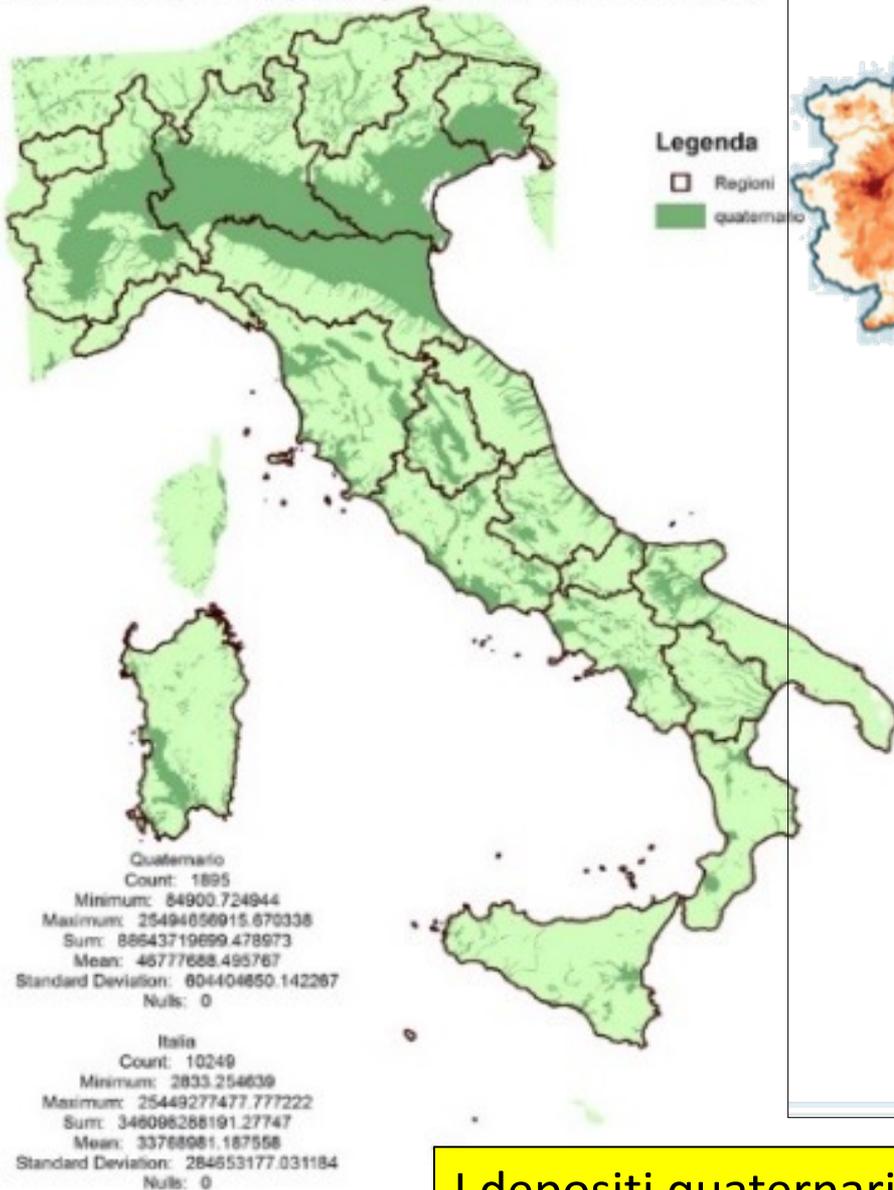


Il **Quaternario** è il periodo geologico più recente (2,5 milioni anni). Si era ipotizzato di farne un'era a sé stante (Neozoico) ma poi è rimasto all'interno del Cenozoico.

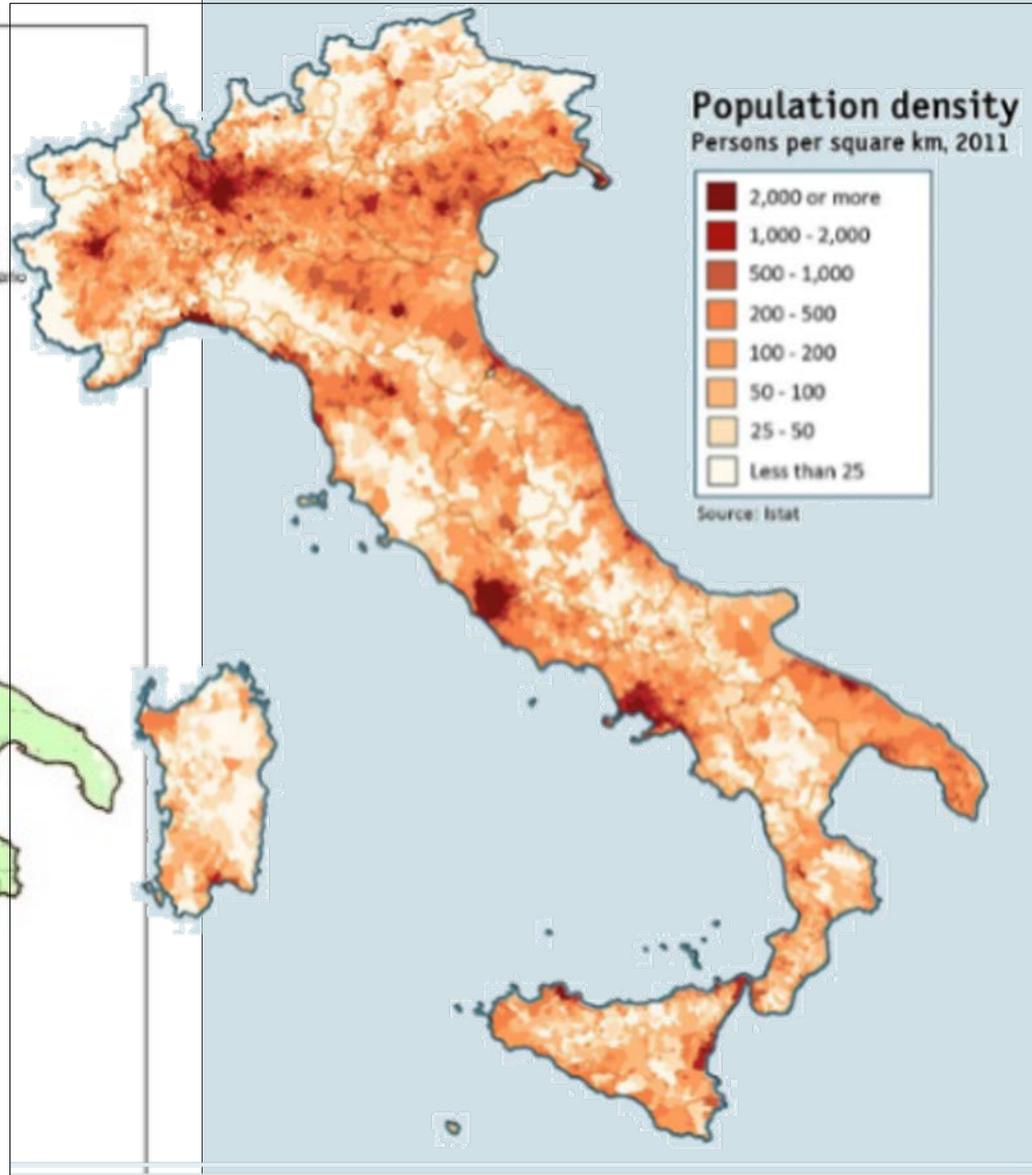
Il termine è stato introdotto da Giovanni Arduino nel 1760 e poi rinforzato da Jules Desnoyers nel 1829.

E' costituito dall'epoca del **Pleistocene**, (periodo delle glaciazioni il 99,6% del Quaternario), e dall'**Olocene** o epoca recente (ultimi 10.000 anni), con un clima simile all'attuale. Si sta dibattendo l'introduzione dell'**Antropocene** (da quando l'effetto umano diventa predominante anche sui processi geologici).

Distribuzione del quaternario (da Carta geologica d'Italia alla scala 1:1.000.000)

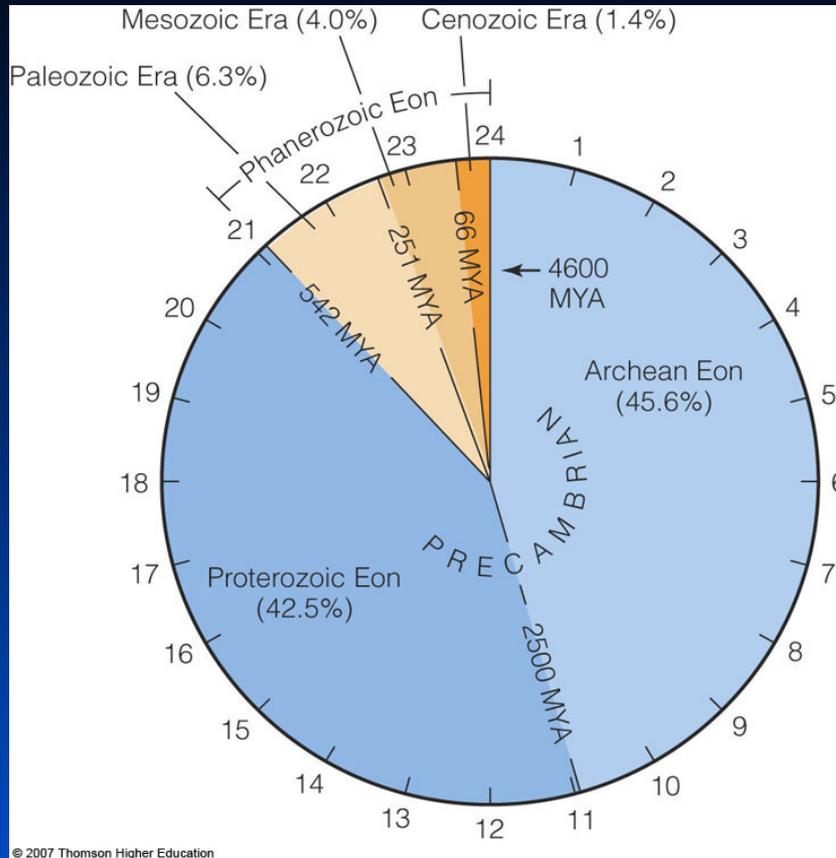


Percentuale quaternario
25.61%



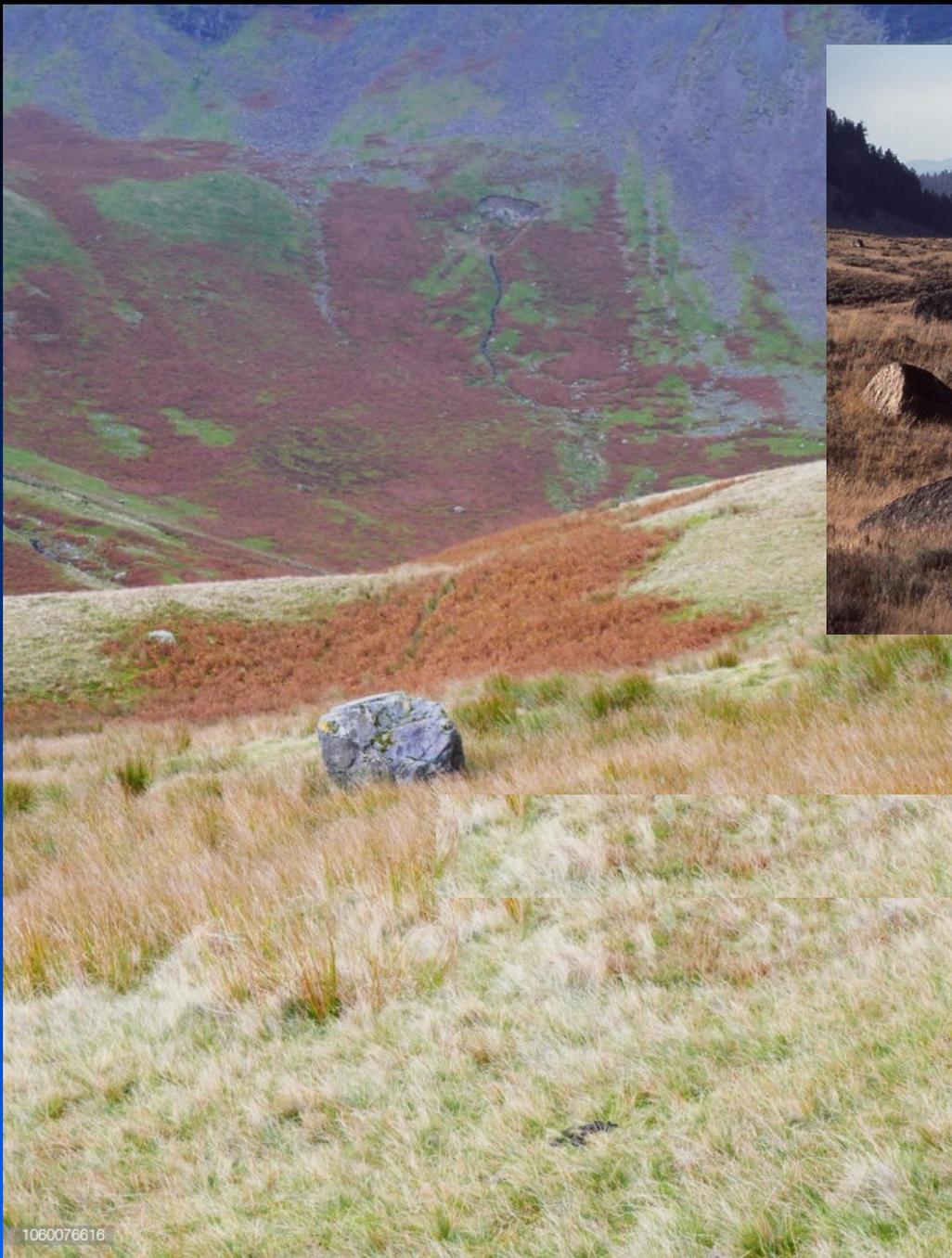
I depositi quaternari coprono circa un quarto del territorio nazionale e quasi la metà di quello densamente abitato

Quaternario: 40 Secondi di storia della Terra



Se il tempo geologico fosse rappresentato da un orologio di 24 ore, il Quaternario durerebbe solo gli ultimi 40 secondi prima di mezzanotte, ma sarebbero certamente secondi importanti, perché durante questo periodo la nostra specie si è evoluta in *Homo sapiens* e il paesaggio è diventato quello che oggi.

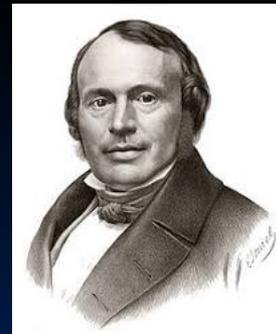
Il carattere determinante del Quaternario è che è una delle poche volte nella storia della Terra i cui si sono avute estese glaciazioni.



Da sempre alcune evidenze, come i massi erratici lontani decine di km dalle loro zone di origine, erano difficilmente spiegabili, se non rimandando al diluvio universale o ad altri eventi catastrofici.

Era (ed è) uno dei limiti dell'attualismo.

Louis Agassiz



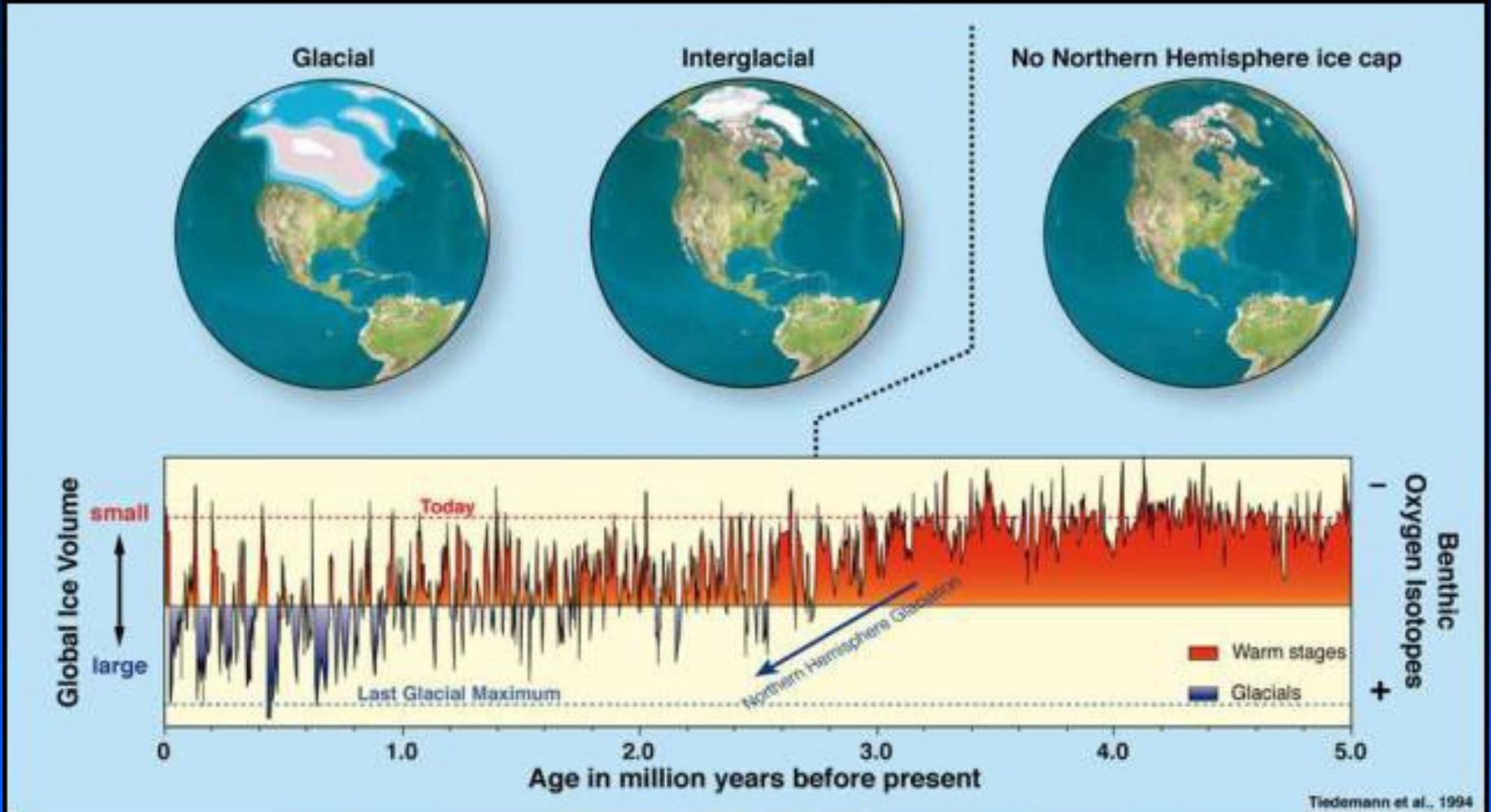
Nel 1837, il naturalista svizzero Louis Agassiz sostenne in modo convincente che i grandi massi erratici, così come le rocce striate (montonate) e le valli a forma di U che si trovano nelle Alpi erano state provocate da enormi ghiacciai che si erano sviluppati in un recente passato geologico

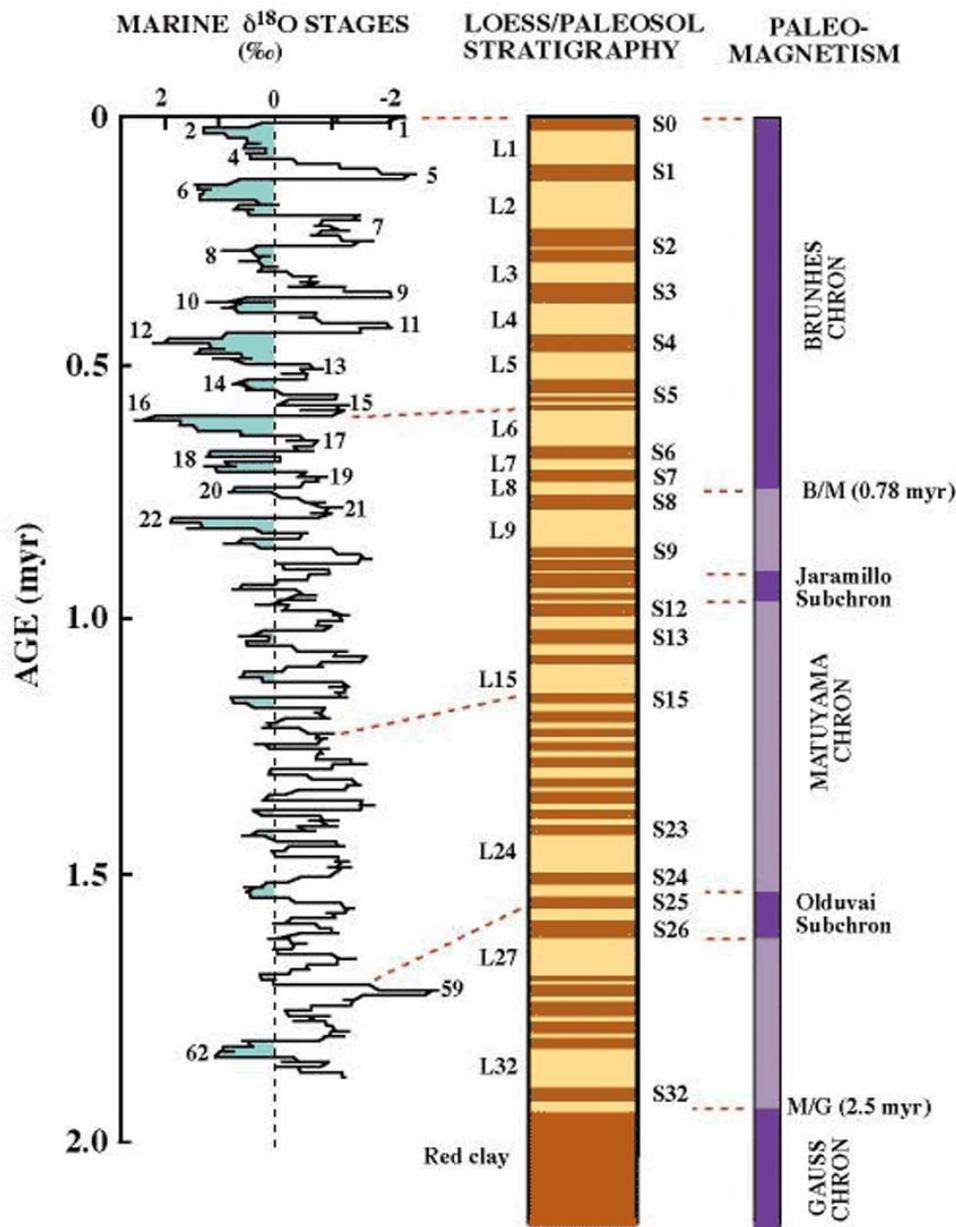


In base alle evidenze nelle Alpi, vennero definite 4 glaciazioni (*Günz, Mindel, Riss e Würm*).
L'ultima glaciazione würmiana, sarebbe terminata 10.000 anni fa.

Effettivamente il Quaternario è stato un periodo di enormi cambiamenti climatici ad altissima frequenza, come poche volte era successo nella storia della Terra.

Fino al 30% delle terre emerse fu coperto da ghiacci!





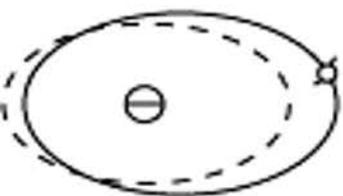
Gauss (2,5M) Matuyama (800.000) Brunhes

In realtà dallo studio delle **carote di sedimento oceanico**, confermato dai **pollini** e dal **loess**, il record climatico nell'ultimo milione anni mostra almeno 10 grandi cicli glaciali-interglaciali.

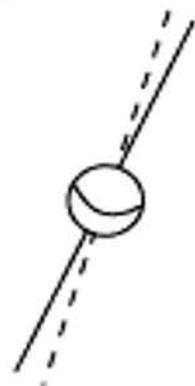
Il **paleomagnetismo** mostra inversioni magnetiche importanti (una è il nuovo limite Pleistocene/Pliocene)

L'indicatore migliore è il **rapporto tra gli isotopi 16 e 18 dell'ossigeno** ($\delta^{18}\text{O}$) nei gusci dei foraminiferi; per questo si parla di MIS (marine isotope stages). I pari sono i minimi glaciali e i dispari sono i massimi interglaciali. L'ultima glaciazione è il MIS2, l'ultimo interglaciale il MIS5 (MIS 3 e 4 sono pulsazioni minori).

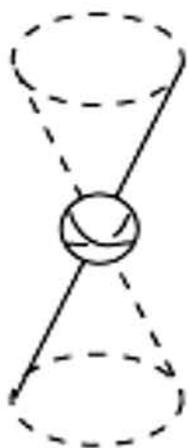
La causa della ciclicità è la variazione dei parametri orbitali (cicli di Milankovitch)



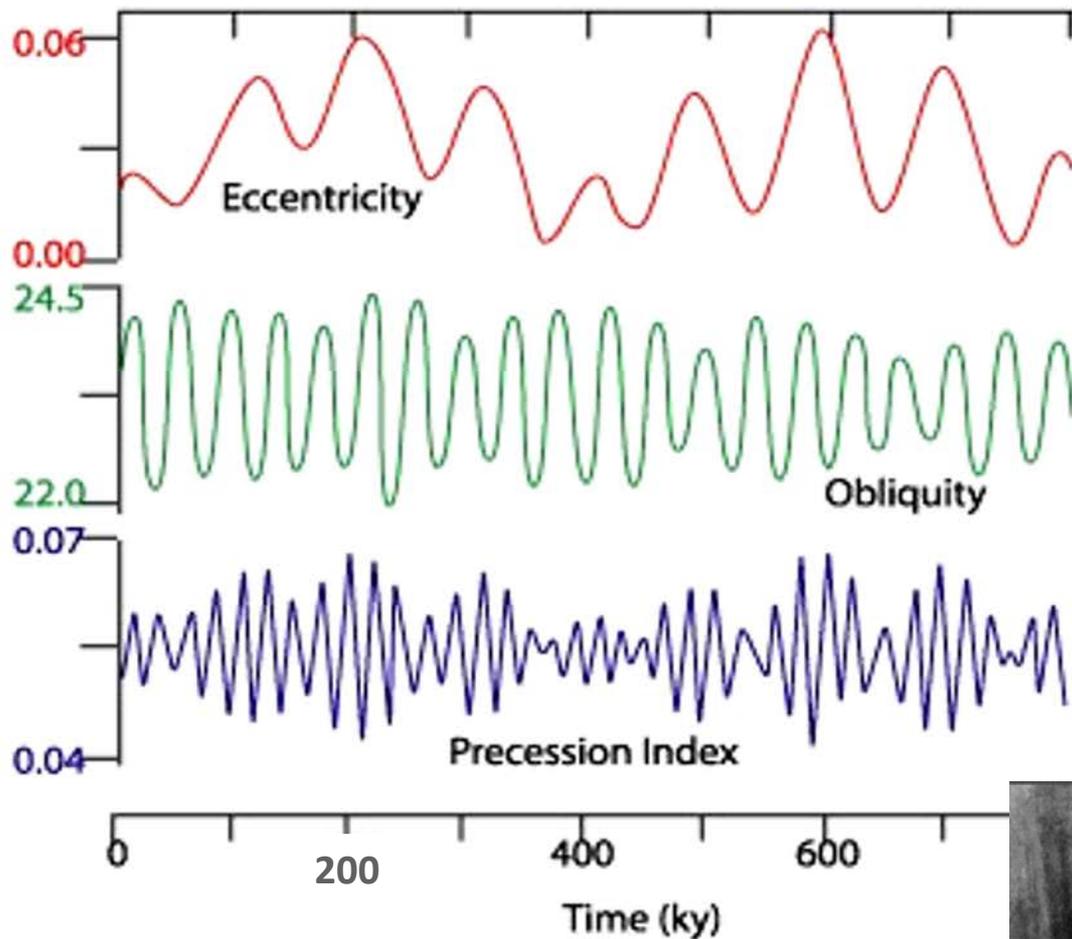
Eccentricity



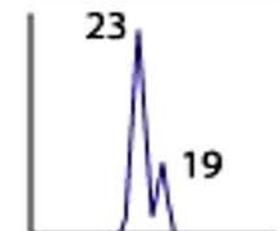
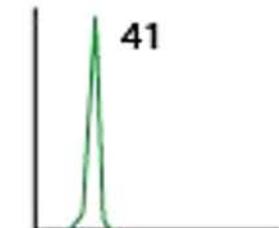
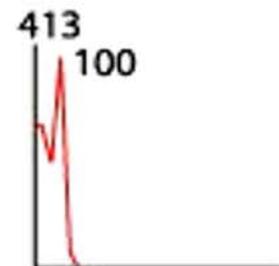
Obliquity



Precession



Representative
Frequencies (ky)

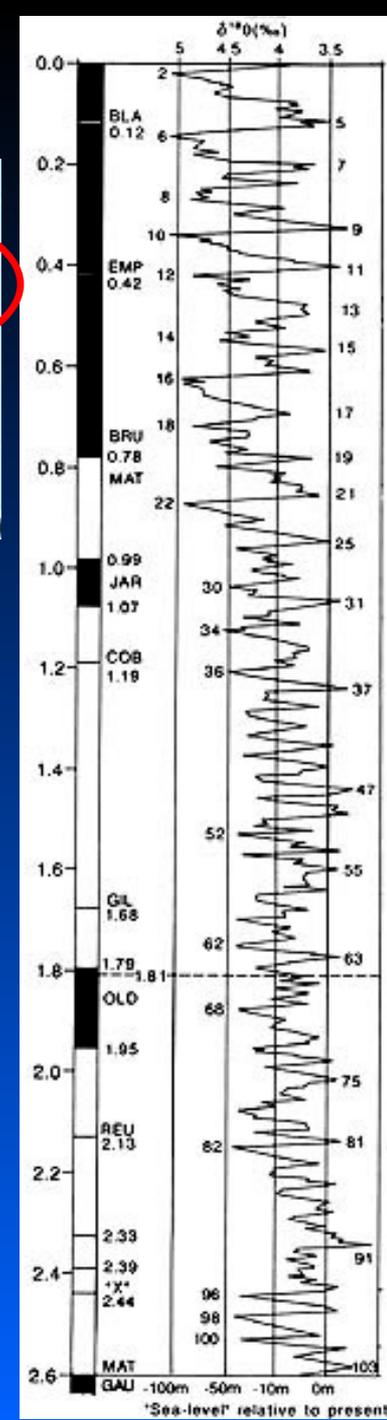
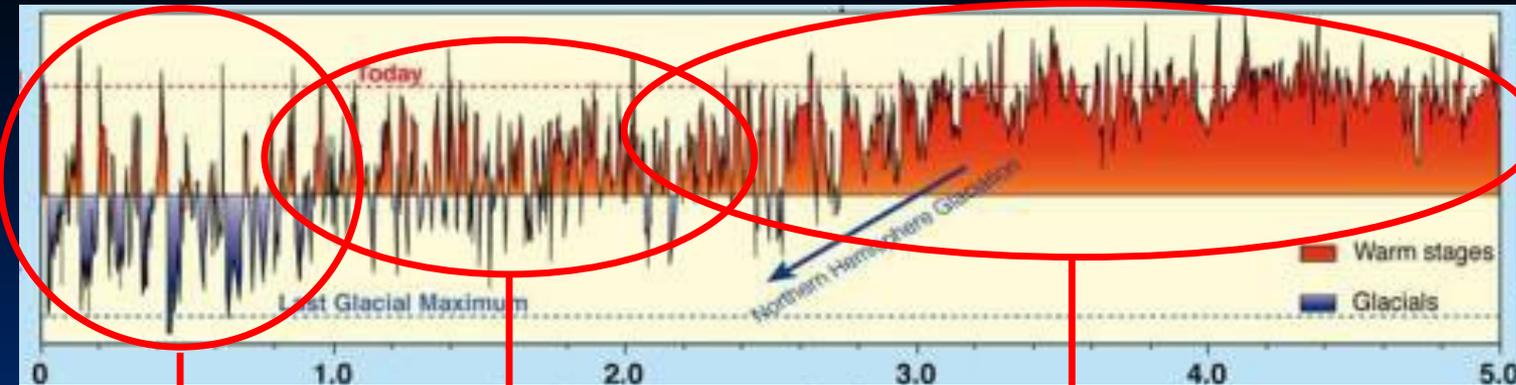


Milankovitch Frequencies (from SEPM # 40)

L'insolazione dipende dalla variazione dei parametri orbitali



Milutin Milankovitch (1879-1958)

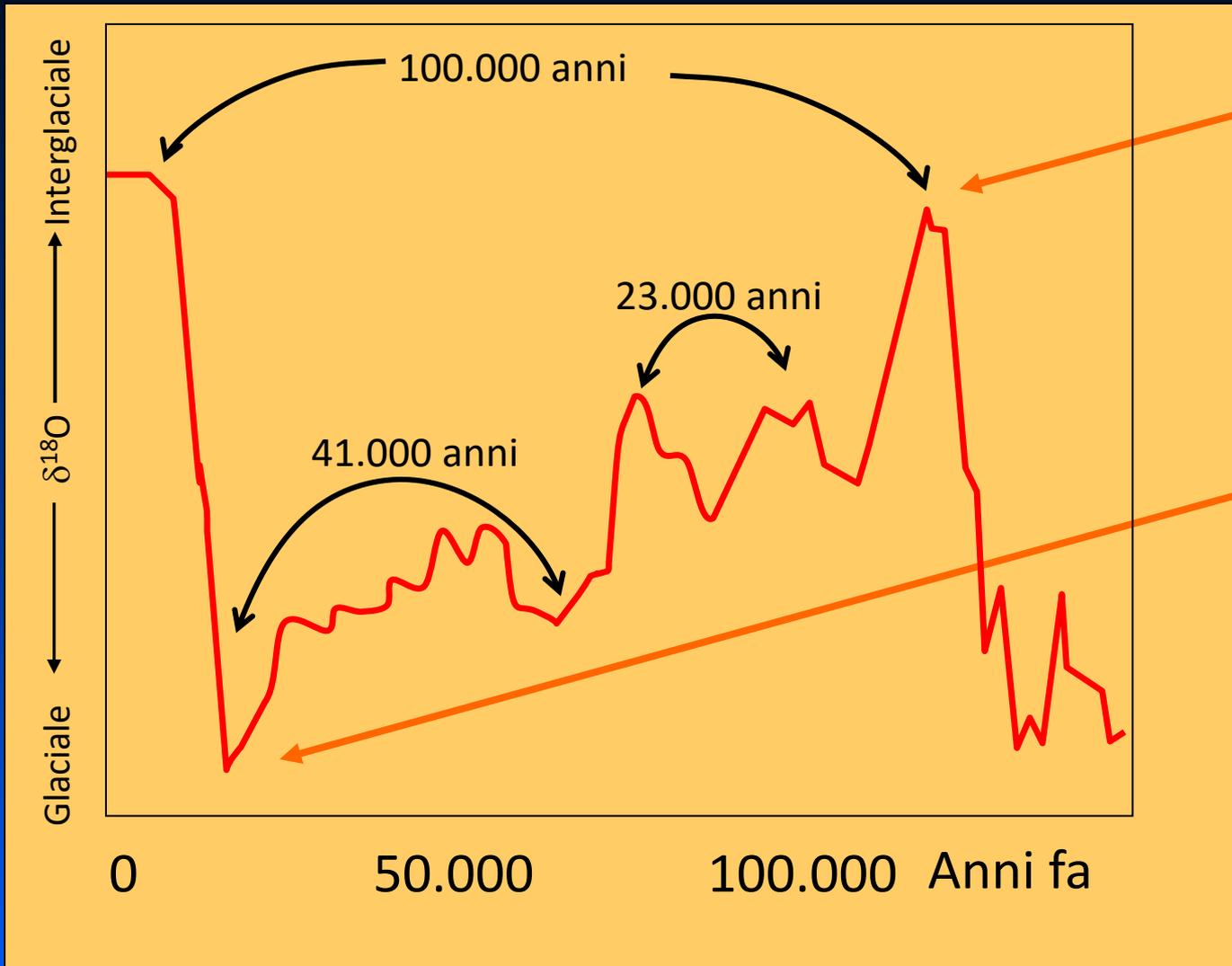


Prima del Quaternario
non ci sono glaciazioni,

Poi le oscillazioni sono ad alta frequenza
(predominano cicli di 20.000 e 40.000 anni)

Poi da 800.000 anni in poi predominano i cicli di
100.000 anni (eccentricità dell'orbita)

Anche nell'ultimo ciclo si ritrovano le frequenze milankoviane



Tirreniano
(stage 5e)
120.000

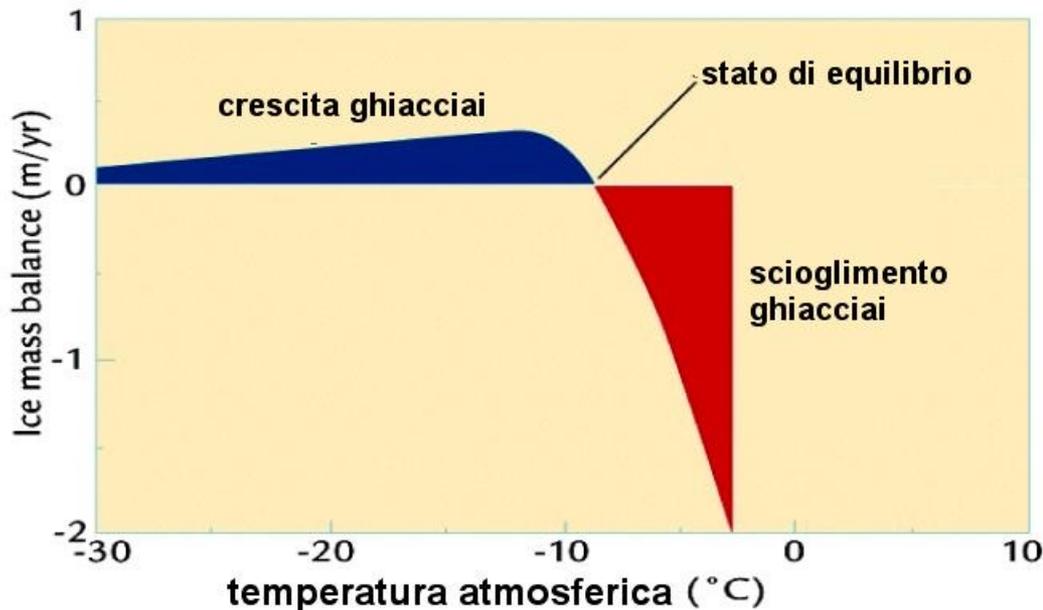
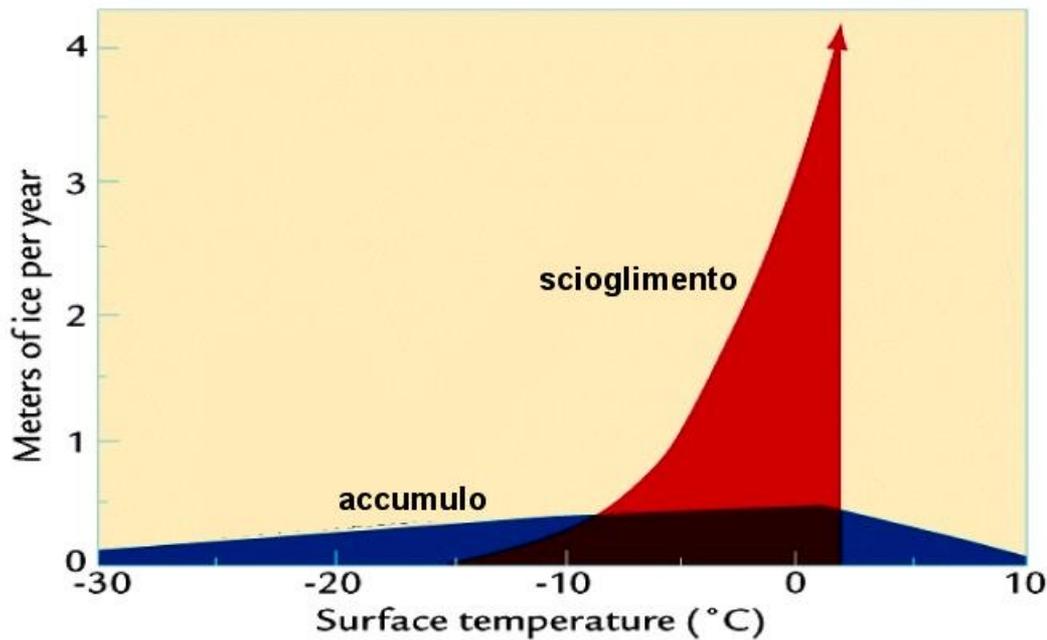
LGM
(stage 2)
18.000

Geologic time scale



Cosa ha di speciale il Quaternario?

Published with permission from the International Commission on Stratigraphy (ICS). International chronostratigraphic units, ranks, names, and formal status are approved by the ICS and ratified by the International Union of Geological Sciences (IUGS). Source: 2016 International Chronostratigraphic Chart produced by the ICS.



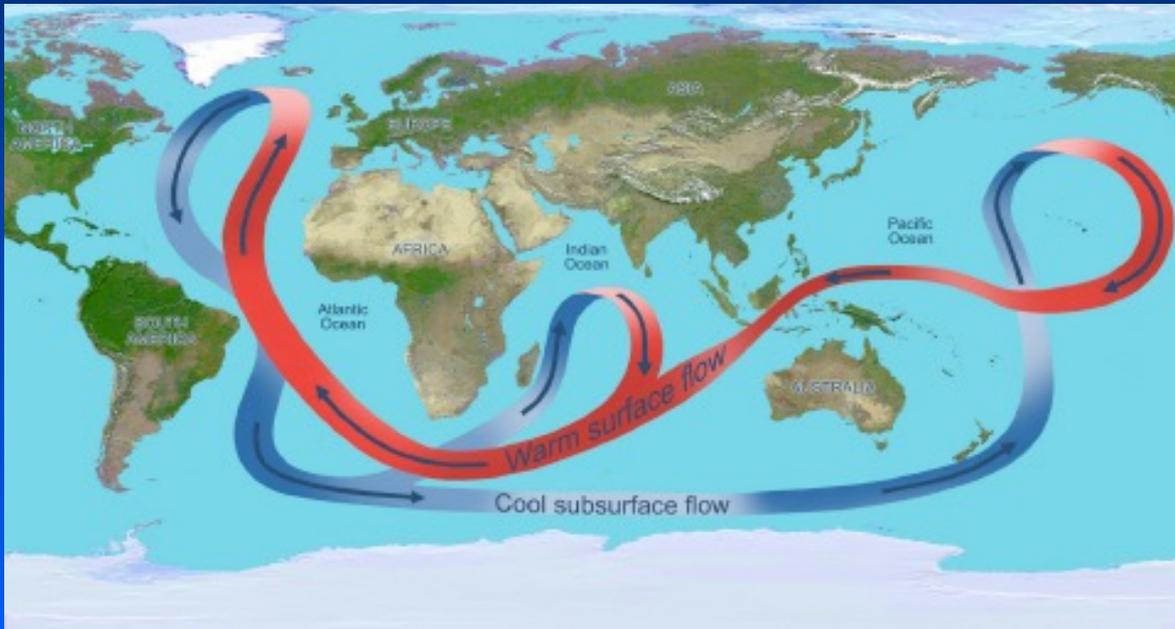
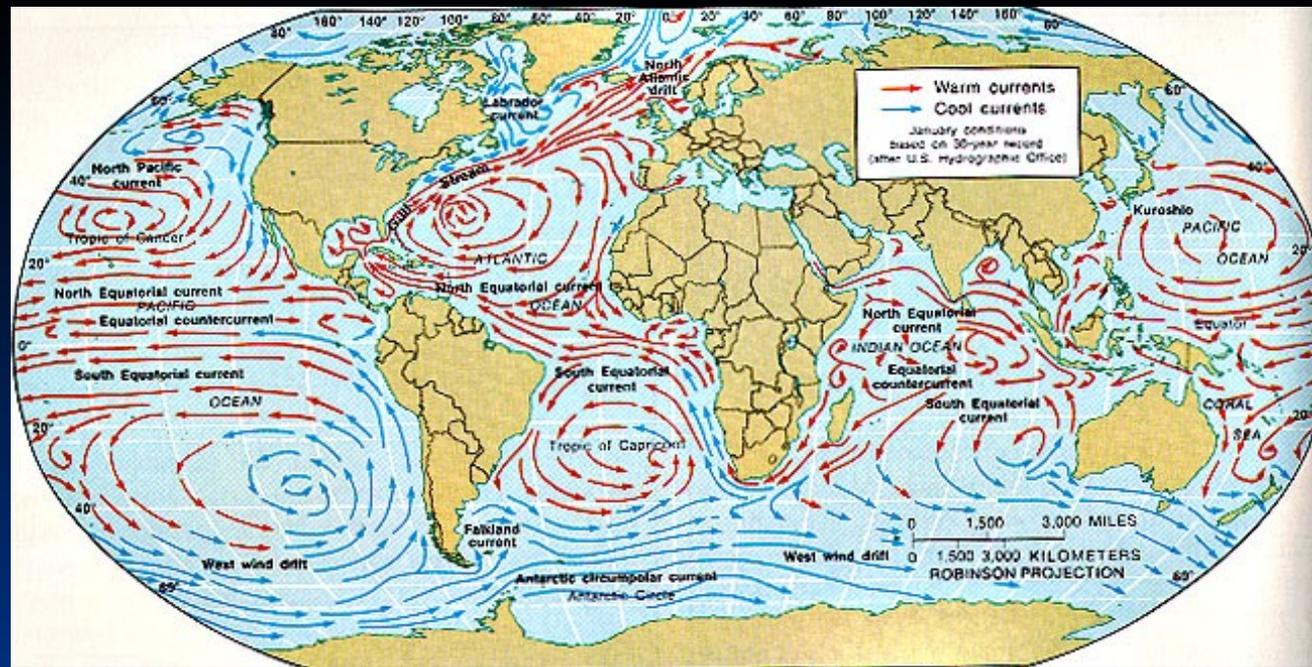
L'effetto determinante per la formazione dei ghiacci è la max. insolazione (estiva) che causa lo scioglimento.

Infatti al diminuire della temperatura non si ha aumento dell'accumulo di ghiaccio se non c'è umidità.

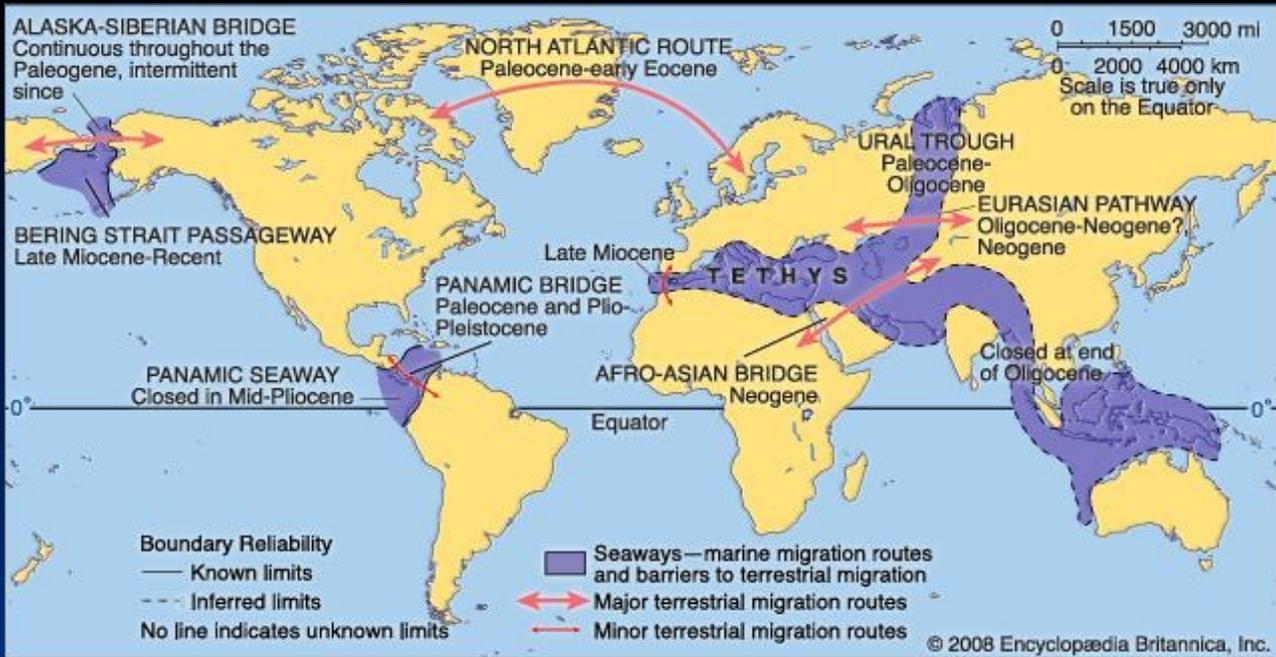
Invece al di sopra di -10° lo scioglimento aumenta enormemente

Quindi conta molto l'insolazione estiva e la quantità di umidità in grado di trasformarsi in precipitazioni.

Climaticamente, il principale fattore di redistribuzione dell'energia sulla Terra è la circolazione oceanica superficiale, che porta acque calde dalle basse latitudini alle alte.



Questo è compensato da una circolazione di acque profonde fredde che si formano ai poli. Tutto questo è il «CONVEYOR BELT» o nastro trasportatore dell'energia termica a scala planetaria.

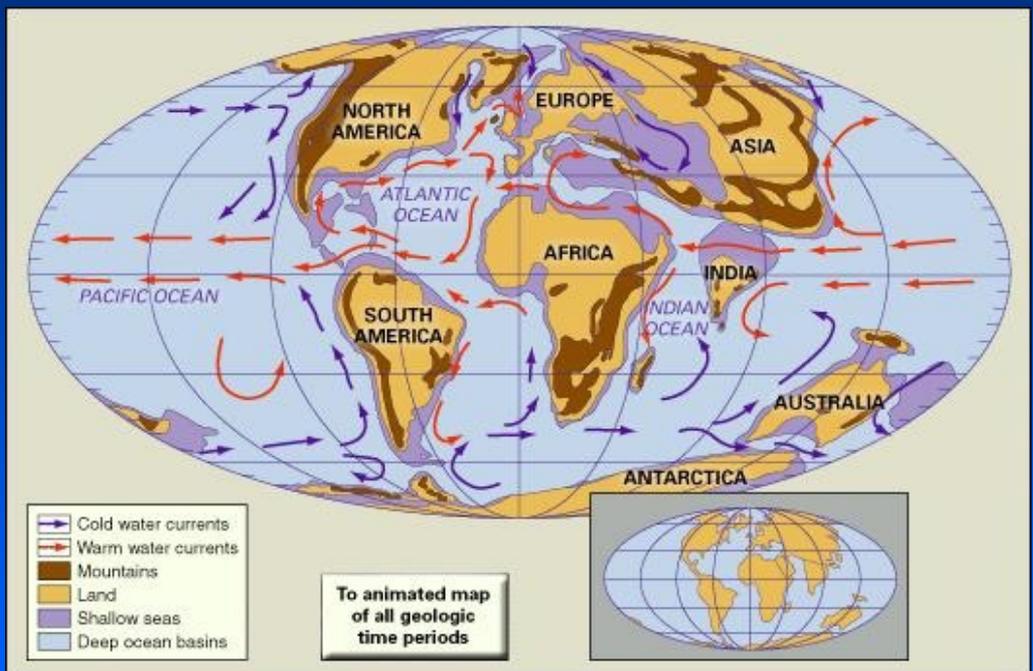


CAUSE DELLE GLACIAZIONI

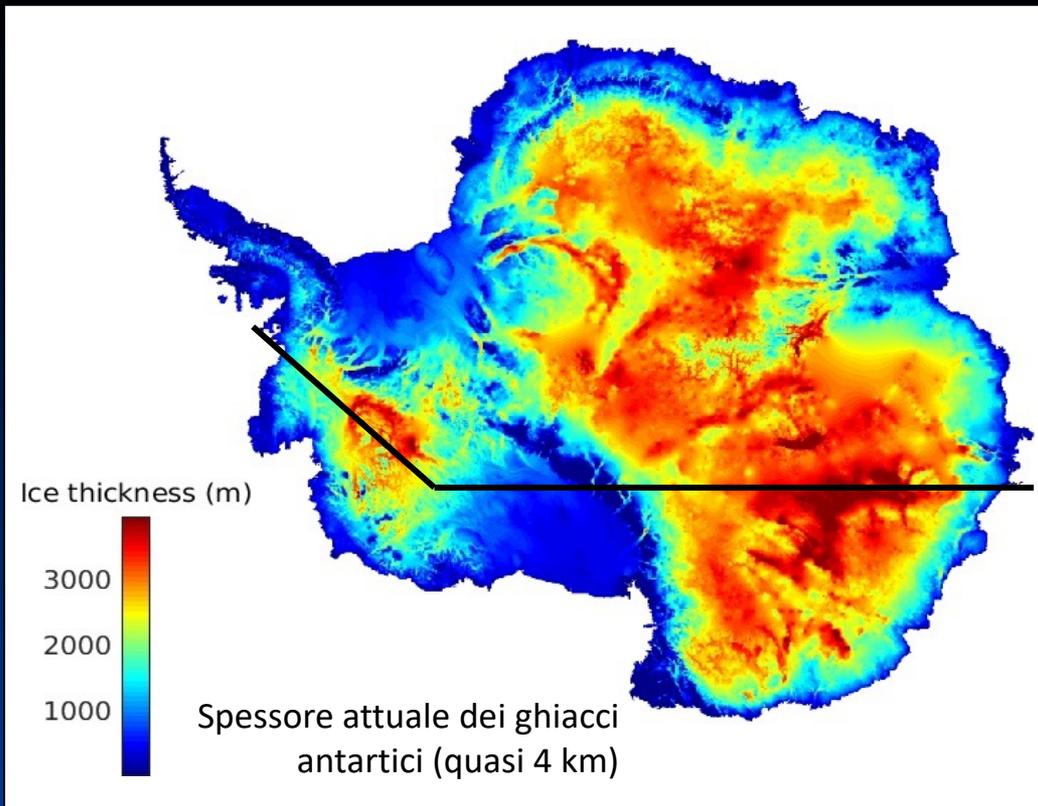
1) Il Quaternario è il momento terminale dell'orogenesi alpino-himalayana, che ha causato una riorganizzazione dei bacini oceanici (e delle correnti).

2) nel Quaternario si hanno continenti in corrispondenza dei poli (Antartide e Groenlandia) in grado di accumulare enormi quantità di ghiaccio.

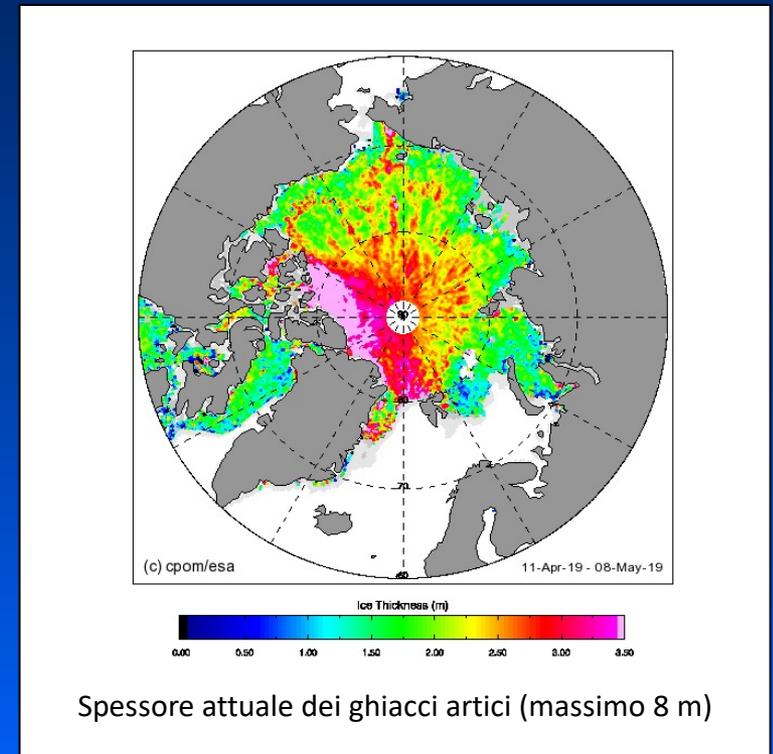
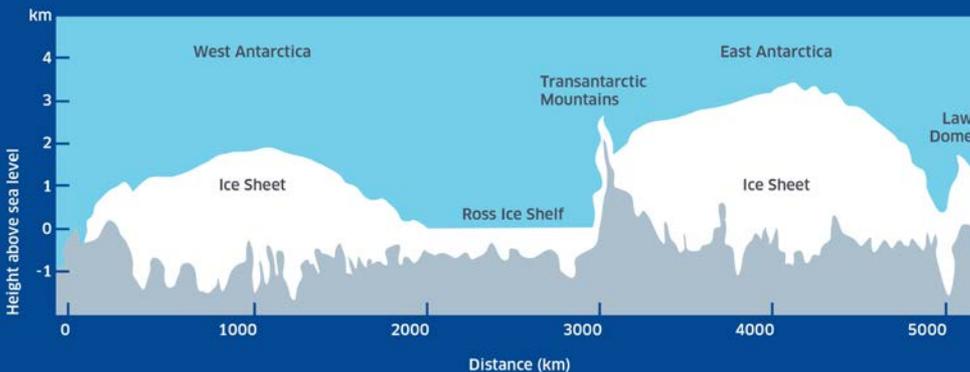
Nel Quaternario, si attiva una circolazione oceanica prevalentemente nord-sud che porta acque calde alle alte latitudini, ne permette l'evaporazione e favorisce così la formazione di enormi ghiacci continentali (in Groenlandia ed Antartide), creando un'amplificazione ed un effetto climatico determinante dei cicli milankoviani (che nella storia della Terra ci sono sempre stati).



La presenza di un continente al polo è determinante:
 oggi l'Antartide possiede il 90% dei ghiacci e il 60% di tutta l'acqua dolce del pianeta.
 La calotta ha iniziato a formarsi nell'Eocene quando l'Antartide è arrivata al polo.

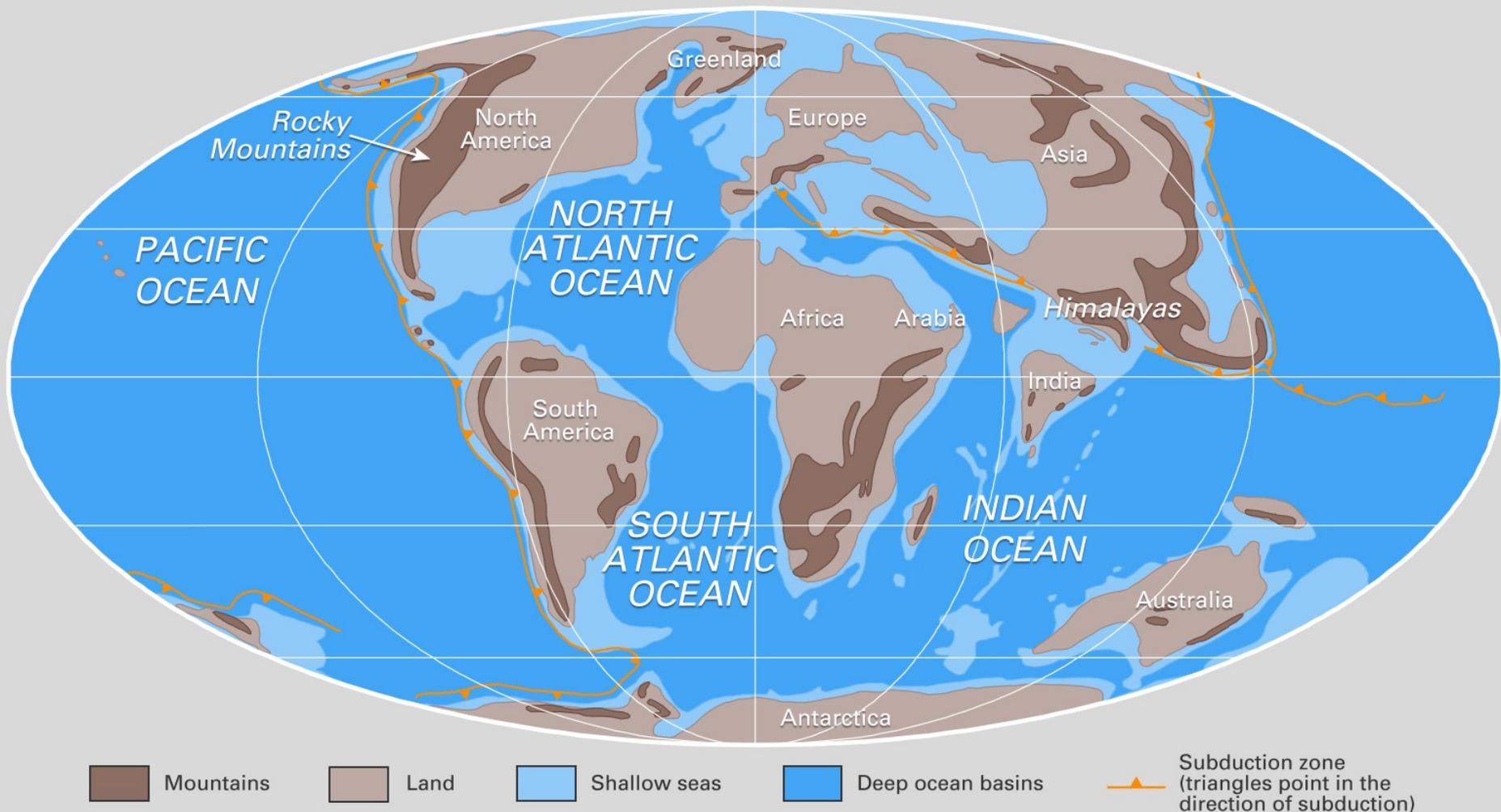


Cross section through the continent from A to B

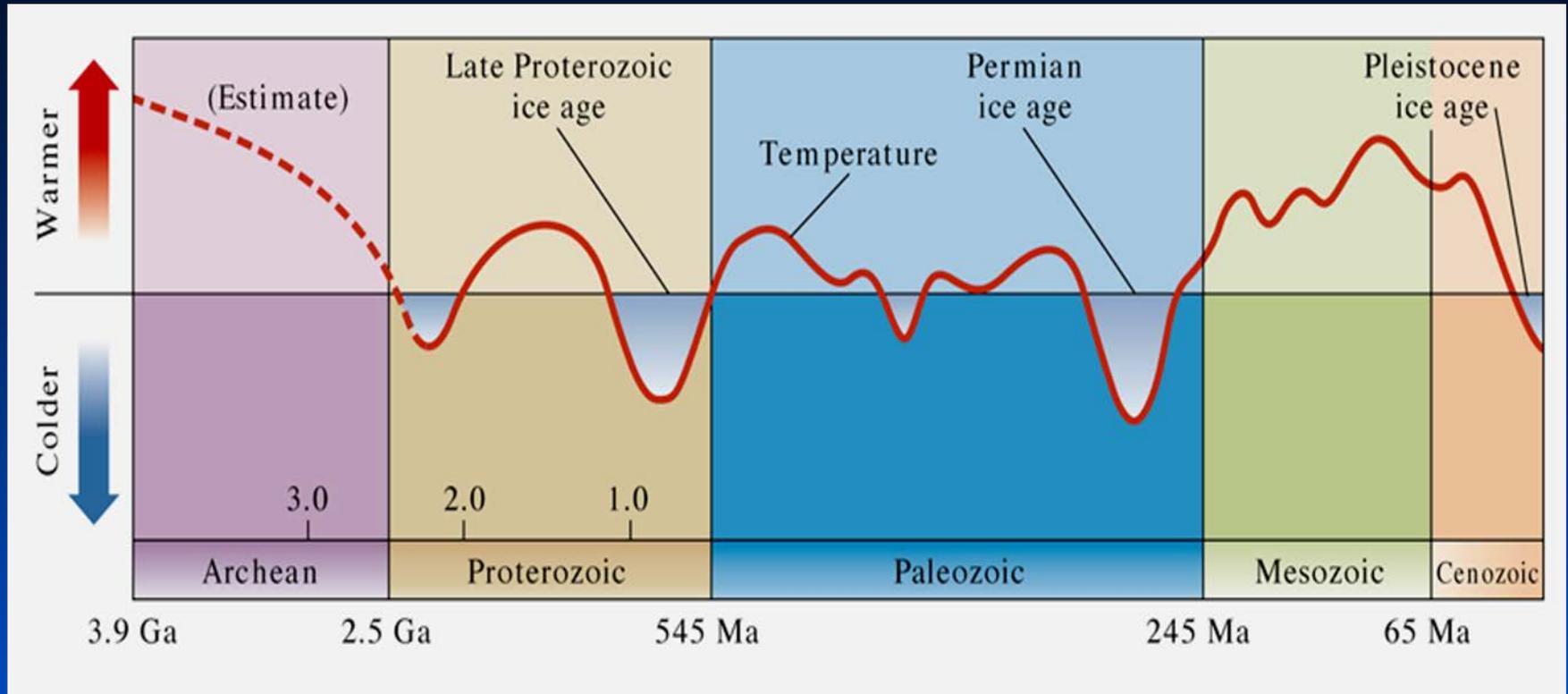


L'ipotesi è quindi che sia la tettonica delle placche ad aver a volte determinato delle configurazioni paleogeografiche con continenti ai poli e con correnti oceaniche che portano acque calde alle alte latitudini, sviluppando glaciazioni come nel Quaternario.

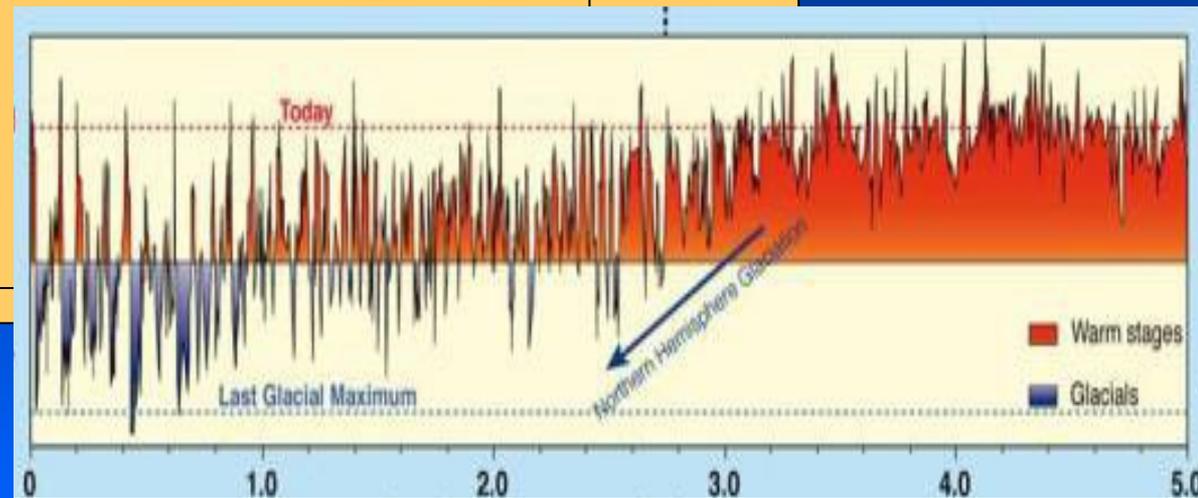
Middle Eocene 50.2 million years ago



In realtà anche in altri momenti della storia della terra si sono avute glaciazioni, ma non nel Meso-Cenozoico (ultimi 250 Ma)



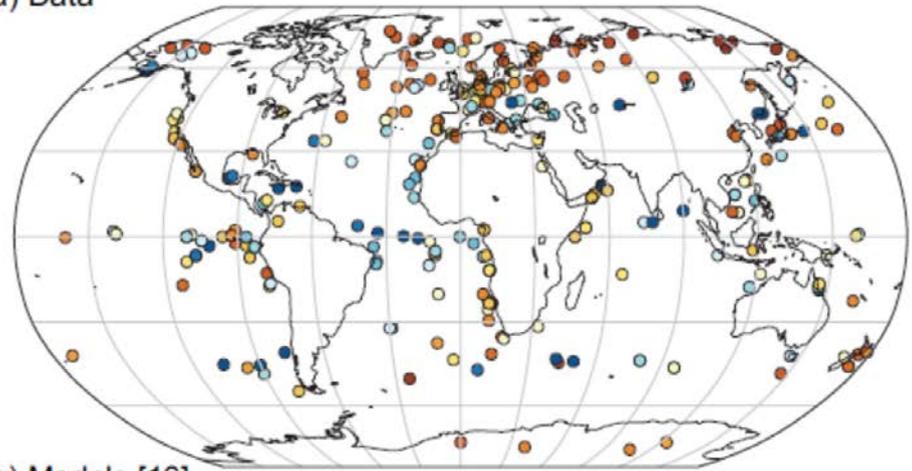
Nel Quaternario i raffreddamenti sono lenti e i riscaldamenti sono fino a dieci volte più veloci.



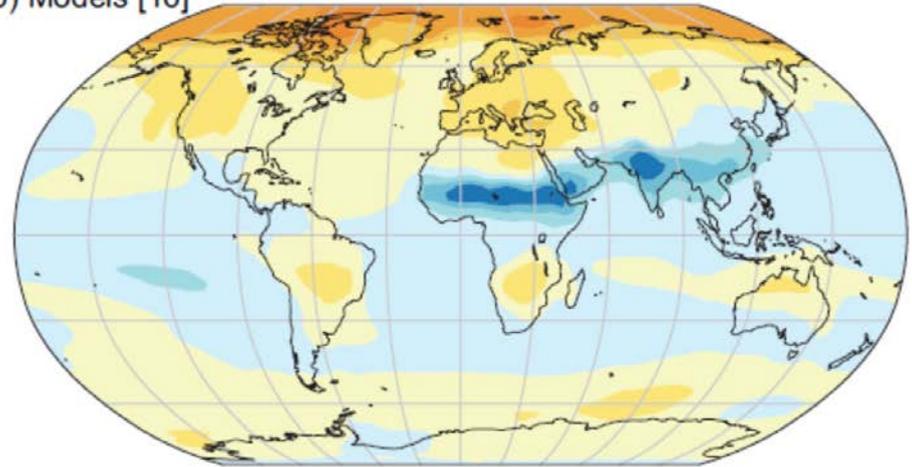
Le variazioni di temperatura tra glaciali e interglaciali non sono uniformi sul pianeta, ma pochi gradi cambiano radicalmente il clima.

Un ruolo importante è giocato dalle correnti oceaniche (rallentamento del *conveyor belt*?)

(a) Data



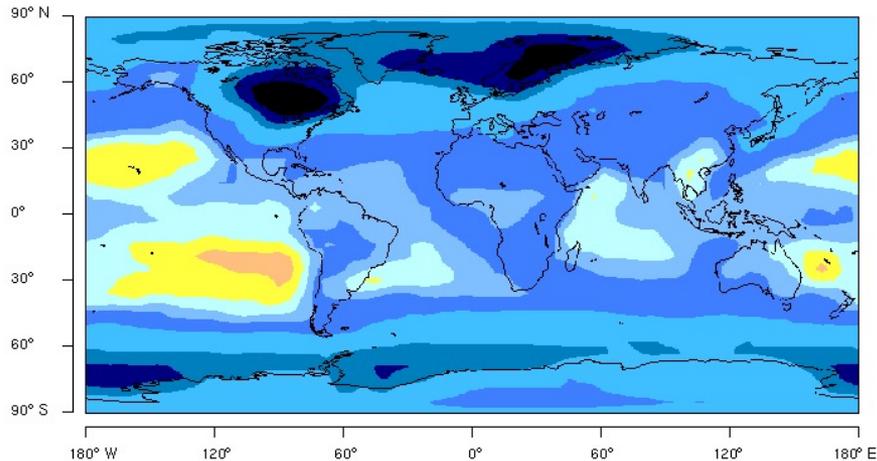
(b) Models [16]



-2 -1.5 -1 -0.5 0 0.5 1 1.5 2 3 4 5 7 9 11

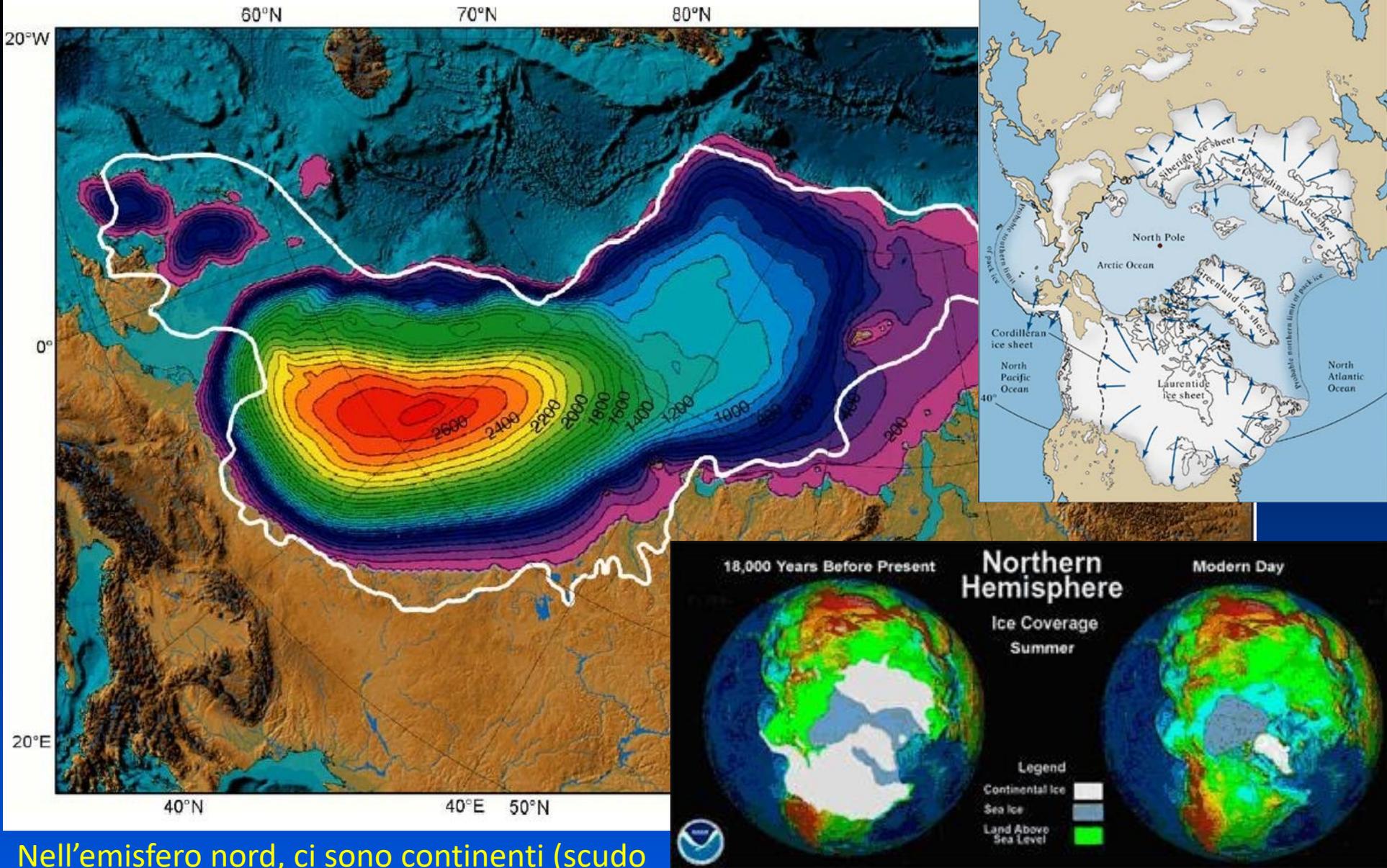
Annual surface temperature anomaly (°C)

Differenza tra oggi e LGM (MIS2)



Difference between annual mean temperature 18000 years before present and today in °C

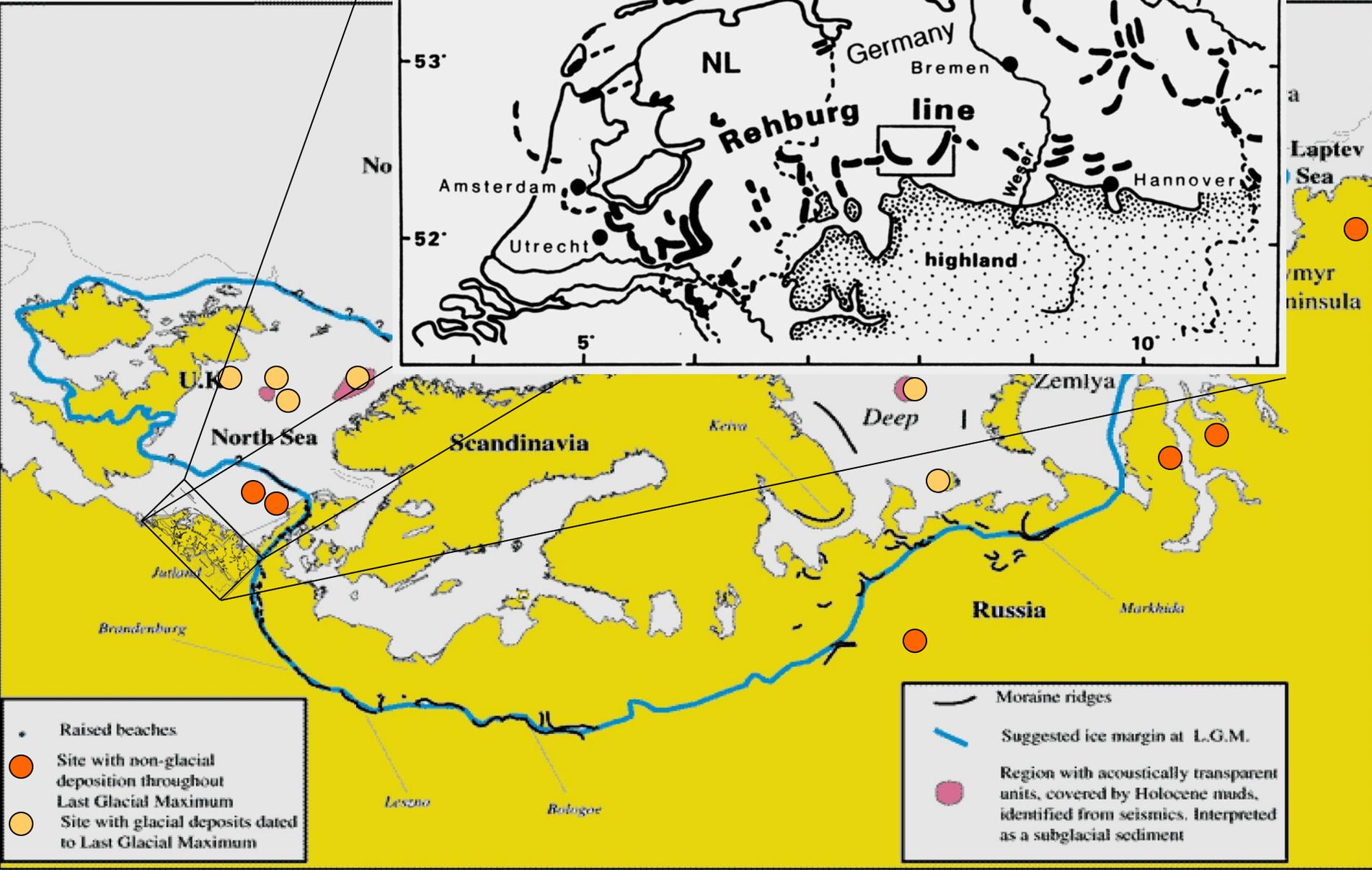
Differenza tra oggi e Tirreniano (MIS5e)



Nell'emisfero nord, ci sono continenti (scudo canadese e fennoscandinavo) in grado di ospitare enormi spessori di ghiaccio durante le glaciazioni. Il max. spessore dei ghiacci è stato 2,5 km nel Golfo di Botnia (quasi un Gran Sasso di ghiaccio!), il volume era di 6 milioni di km³; il basamento si è depresso di oltre 800m.

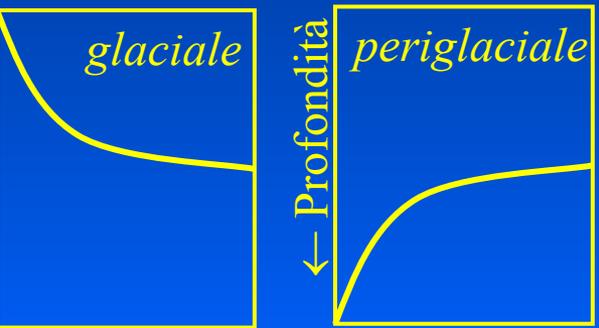
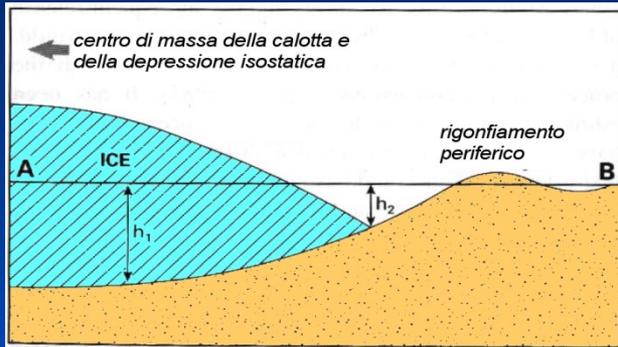
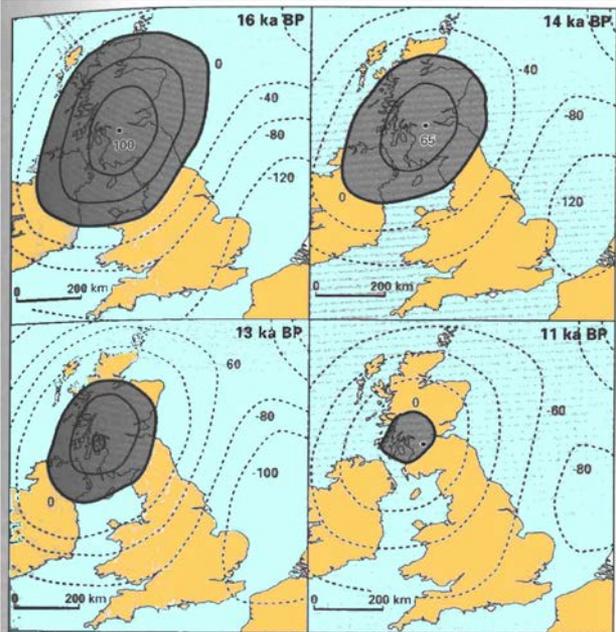
Franco L. Chiocci - corso di geologia per scienze naturali - immagini per licenze non riproducibili perché molte protette da copyright

Massima estensione indicazione delle evi



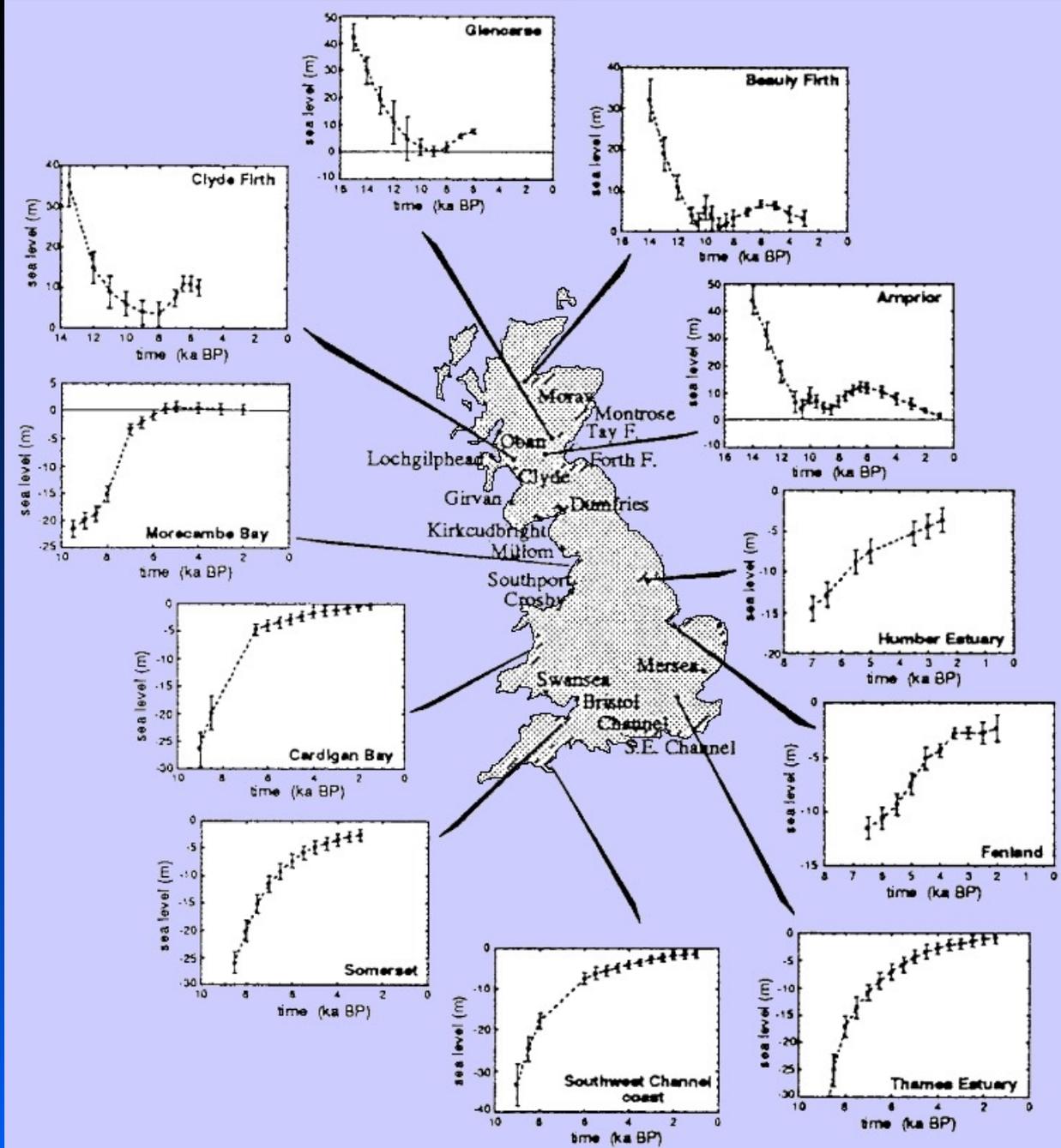
- Raised beaches
- Site with non-glacial deposition throughout Last Glacial Maximum
- Site with glacial deposits dated to Last Glacial Maximum

- Moraine ridges
- Suggested ice margin at L.G.M.
- Region with acoustically transparent units, covered by Holocene muds, identified from seismics. Interpreted as a subglacial sediment

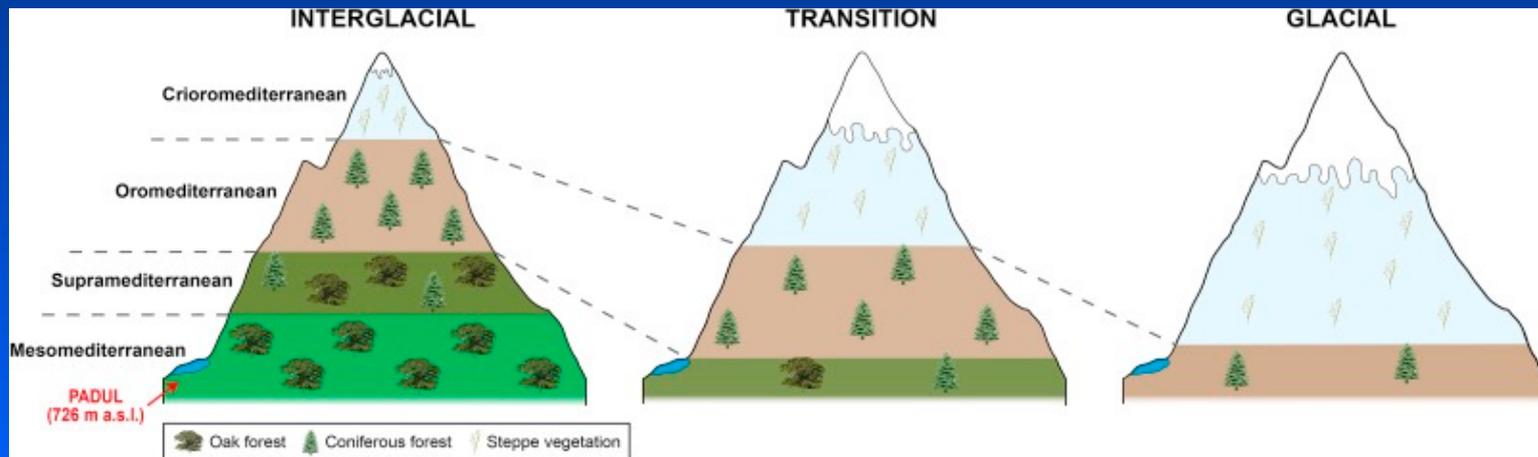
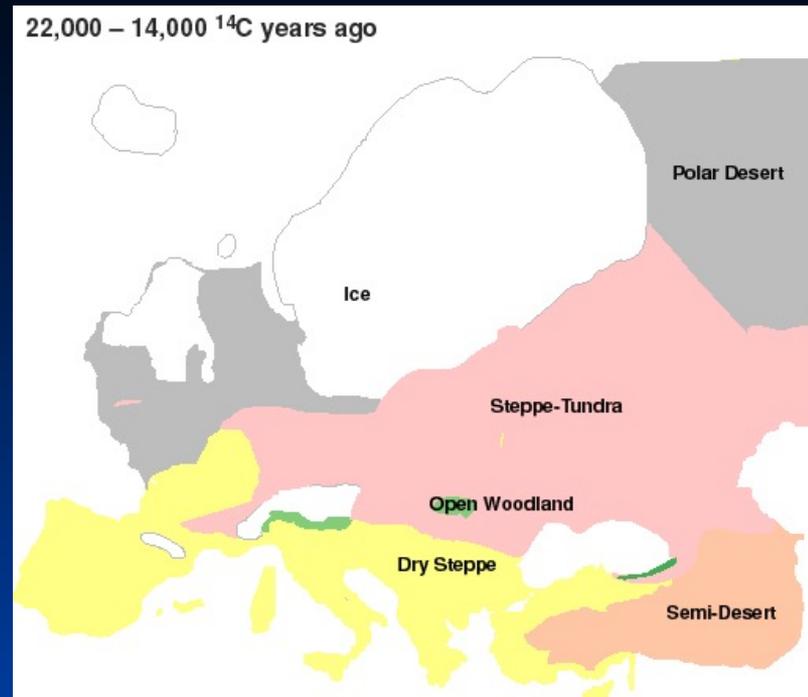
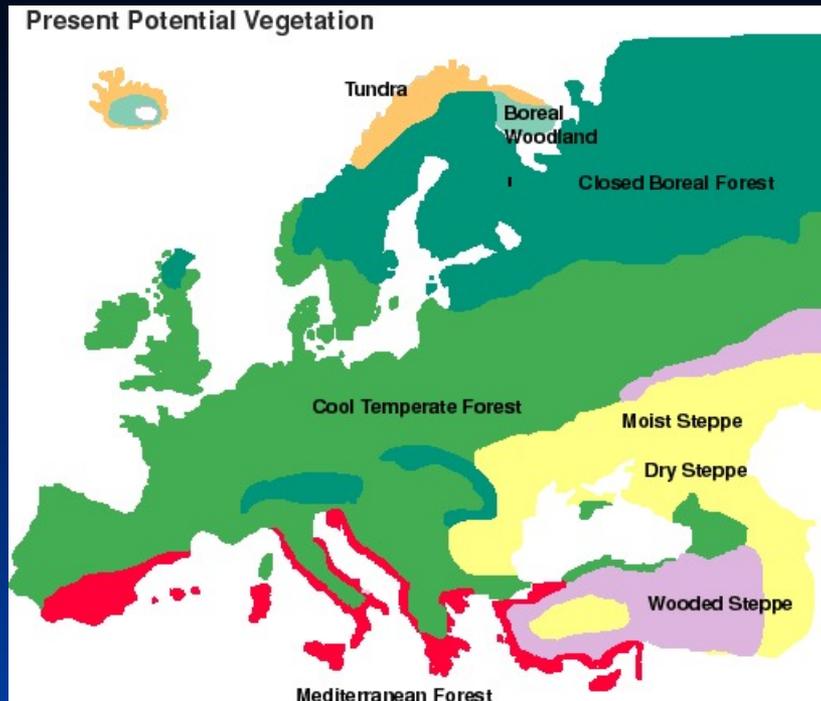


Tempo →

Tempo →



I cambiamenti climatici hanno comportato cambiamenti vegetazionali sia in latitudine sia in quota



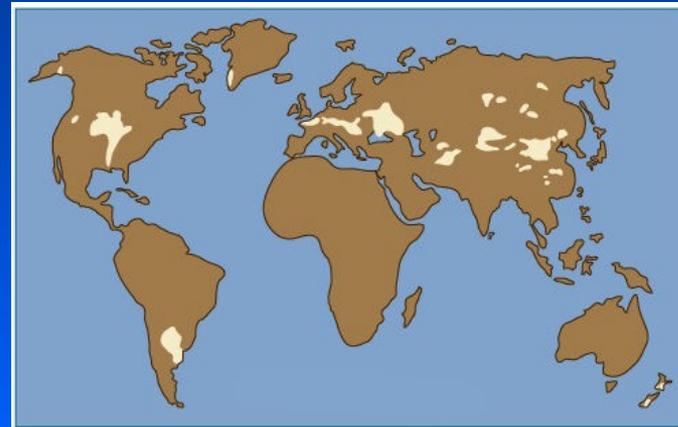
Il Loess è un deposito tipico di climi aridi nelle fasi glaciali

E' un silt eolico deposto da tempeste di polvere quando il clima dei continenti era estremamente arido.



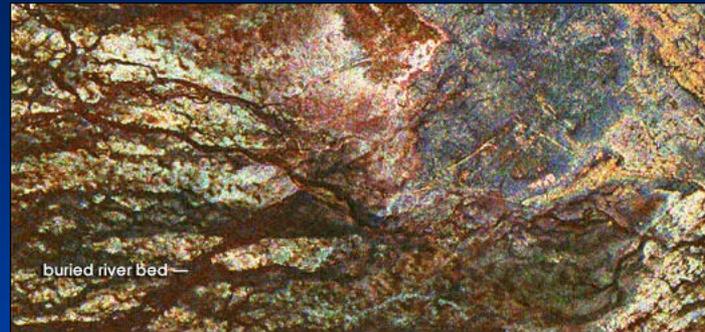
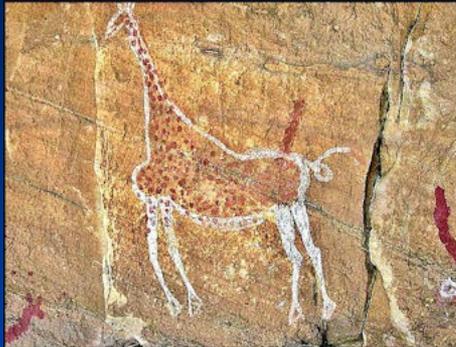
Nelle zone periglaciali si svilupparono enormi pianure di detriti glaciali non vegetate. Forti venti generarono tempeste di polvere che formarono depositi eolici e di loess in cinture attorno alle aree precedentemente ghiacciate, principalmente alle medie latitudini.

I depositi eolici del Pleistocene - o la lucidatura delle rocce ad opera dall'abrasione del vento carico di polvere - sono molto comuni nelle regioni di media latitudine dell'Europa (non in Italia), dell'Asia e dell'America, e sono ottimi indicatori di fasi aride.

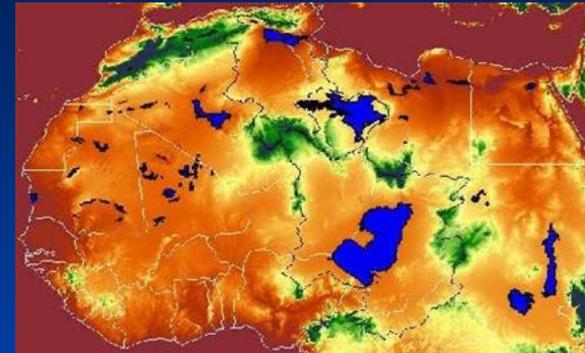


Durante le glaciazioni le fasce climatiche si spostarono verso sud; in regioni attualmente aride, fino a pochi millenni fa ci furono climi umidi, come nel deserto del Sahara, durante i quali si sviluppò una vegetazione lussureggiante, corsi d'acqua e grandi laghi.

Aumenti delle precipitazioni in Africa probabilmente generarono anche crisi di eutrofizzazione dell'intero Mar Mediterraneo con formazione di sapropel.



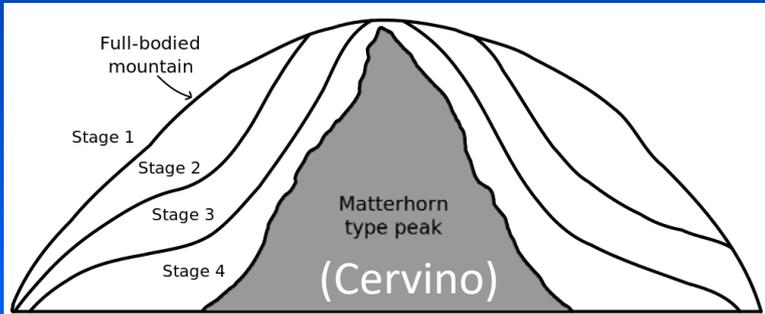
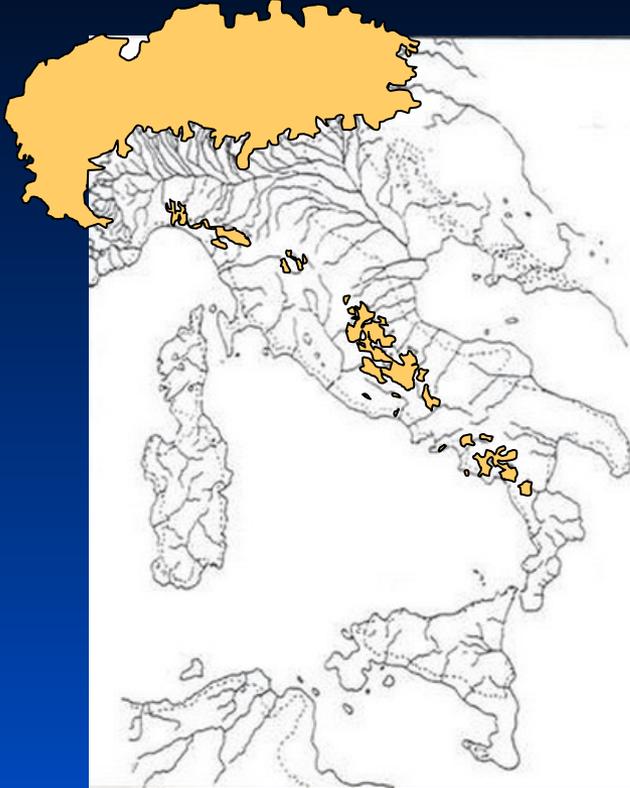
Buried ancient Sahara river near Salsaf Oasis



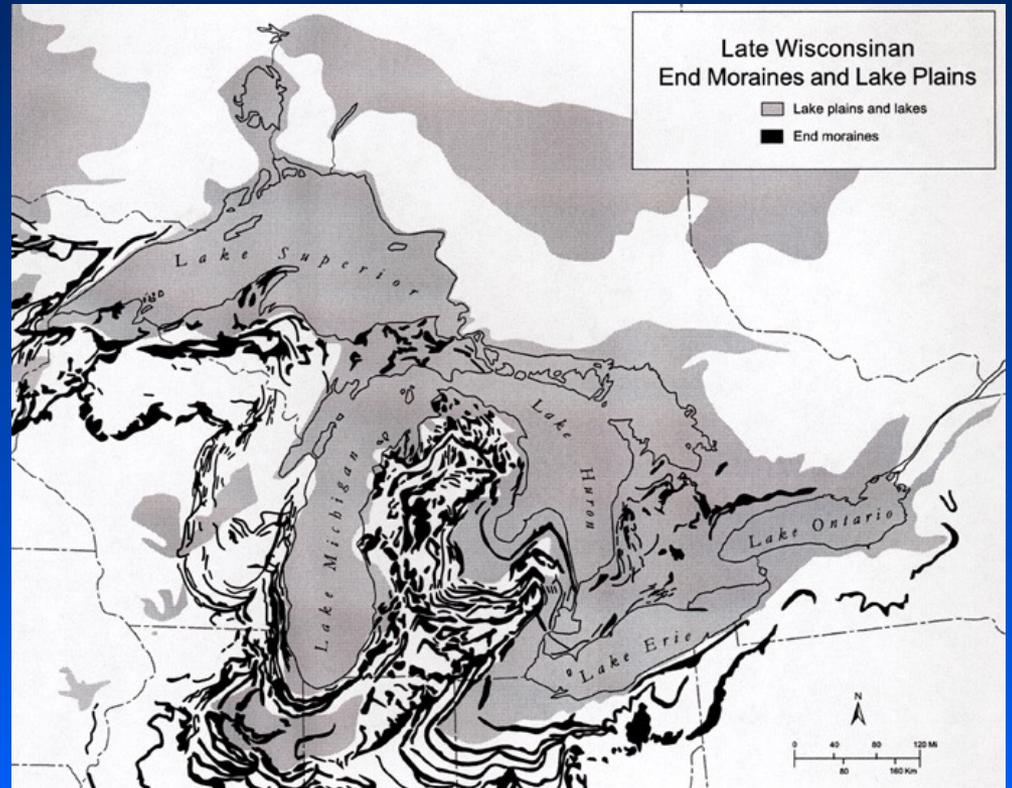
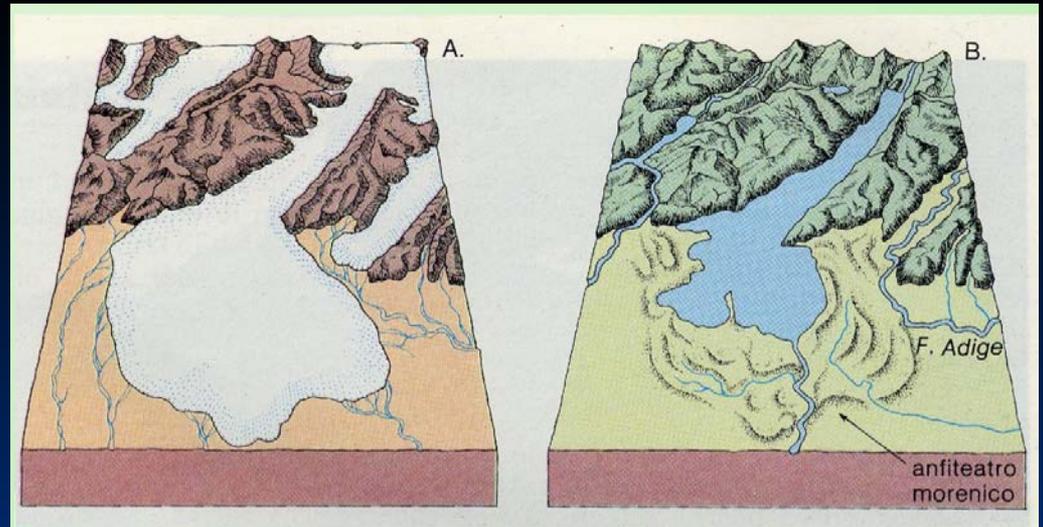
Anche a latitudini intermedie, il paesaggio è dominato da morfologie create da ghiacciai che non esistono più.



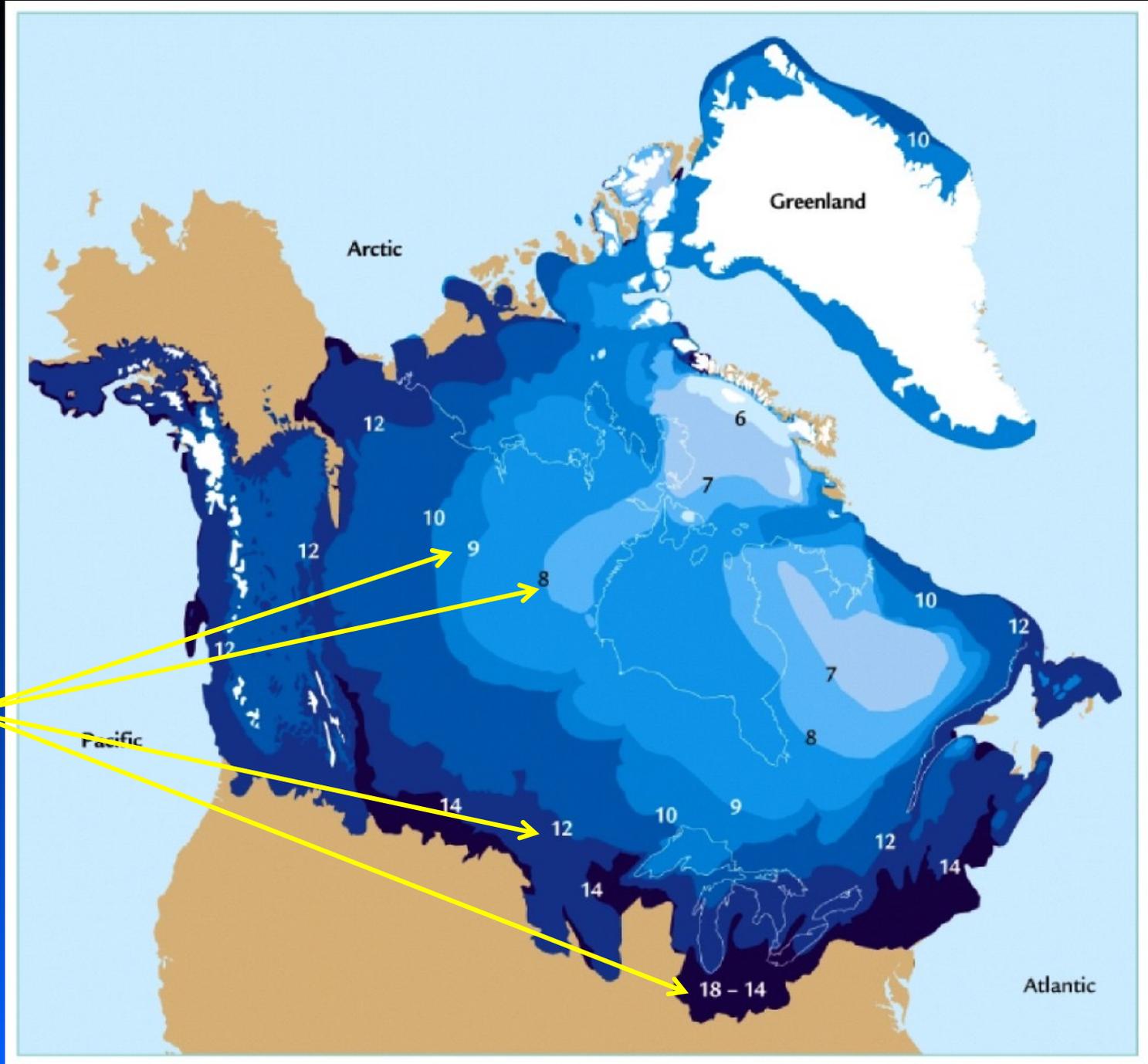
Valli ad U, valli tributarie sospese, sovraescavazioni, anfiteatri morenici, circhi, piramidi glaciali sono morfologie legate all'ultima glaciazione.

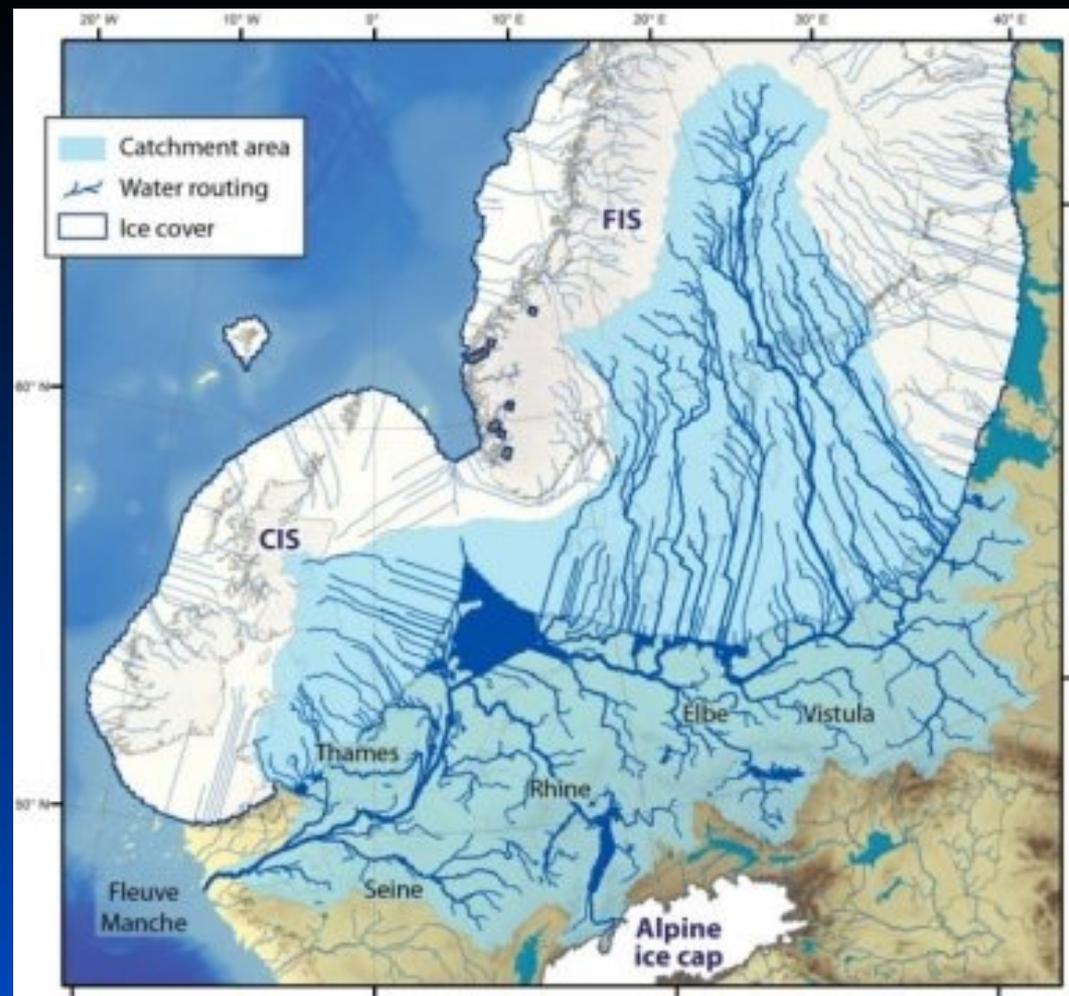


Molti laghi hanno origine da morfologie glaciali.



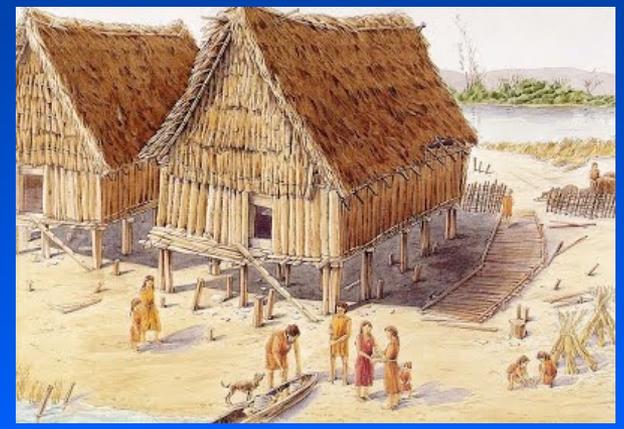
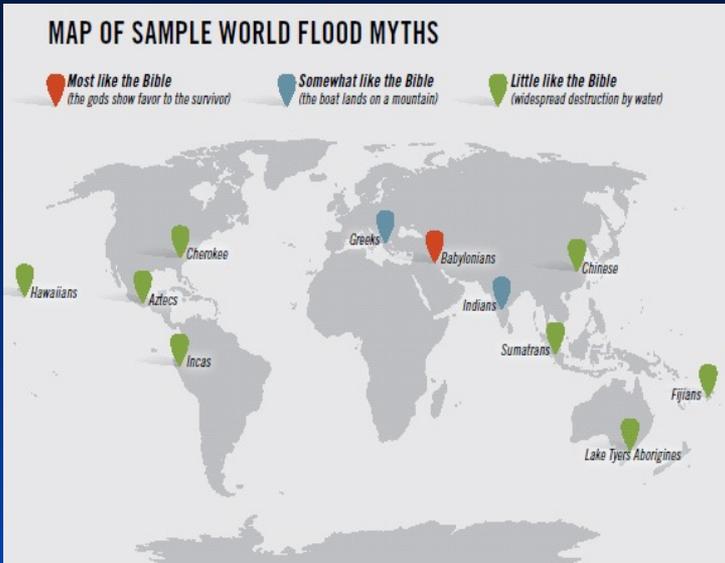
Anche in Nord America il massimo spessore arrivava a 2km.
Alla fine della glaciazione i ghiacciai si ritirano rapidamente, da 18.000 a 6.000 anni fa (il rebound isostatico si sente ancora oggi).





Nelle regioni periglaciali, lo scioglimento dei ghiacci causa enormi sconvolgimenti nella rete idrografica, con erosioni e alluvionamenti, inversione dei reticoli di drenaggio, formazione e svuotamento di enormi laghi (Missoula, Agassiz, Littorina, Ancylus).

La deglaciazione causa la risalita del livello del mare e in coste molto basse si hanno inondazioni molto veloci (fino a metri/anno), o a volte catastrofiche (come nel Mar Nero o in Nord America), forse all'origine dei miti del diluvio e di comunità palafitticole neolitiche

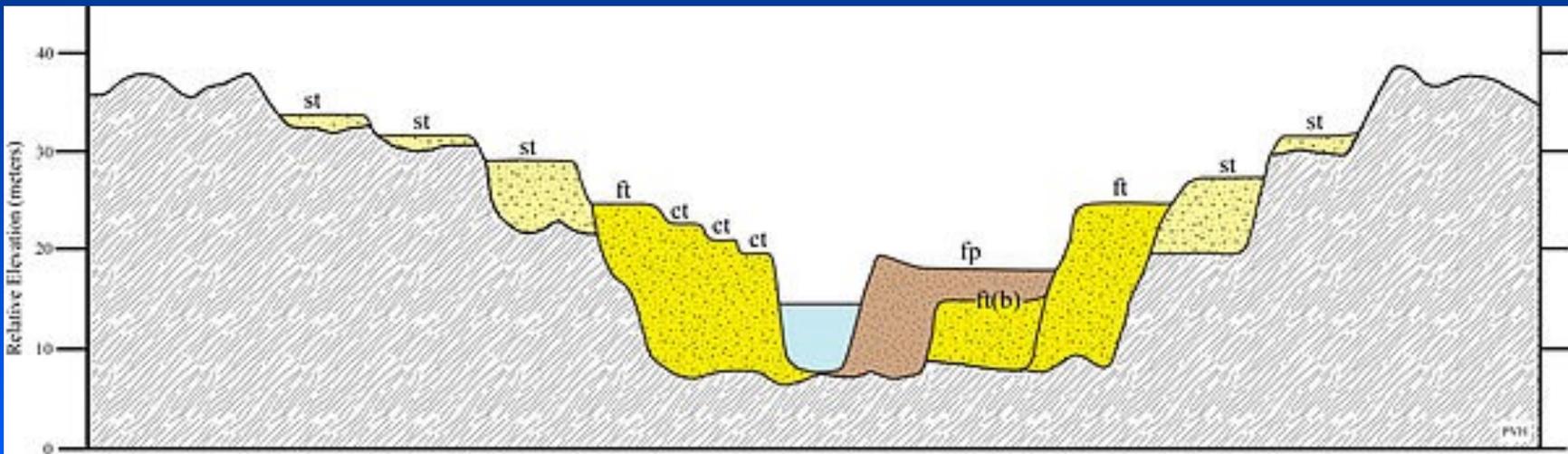


Terrazzi fluviali



Si susseguono fasi climatiche diverse, più o meno piovose, con alternanza di trasporto e erosione. Ogni ciclo erosivo incide i depositi del ciclo precedente, formando un alveo all'interno del quale si depositano sedimenti del ciclo successivo.

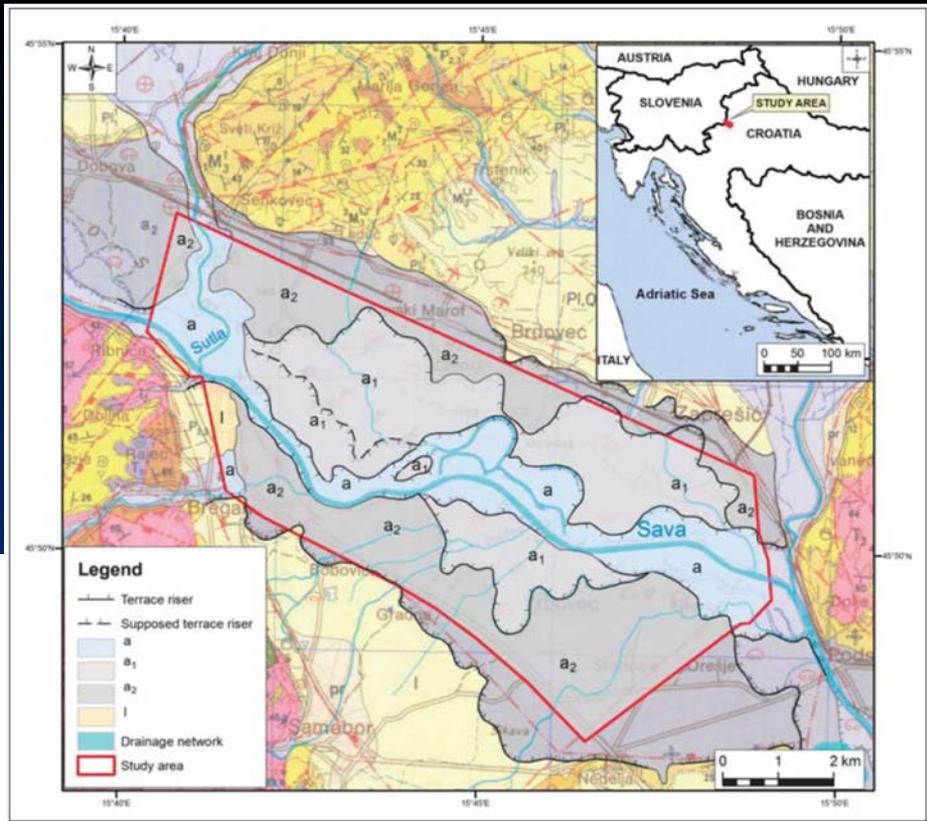
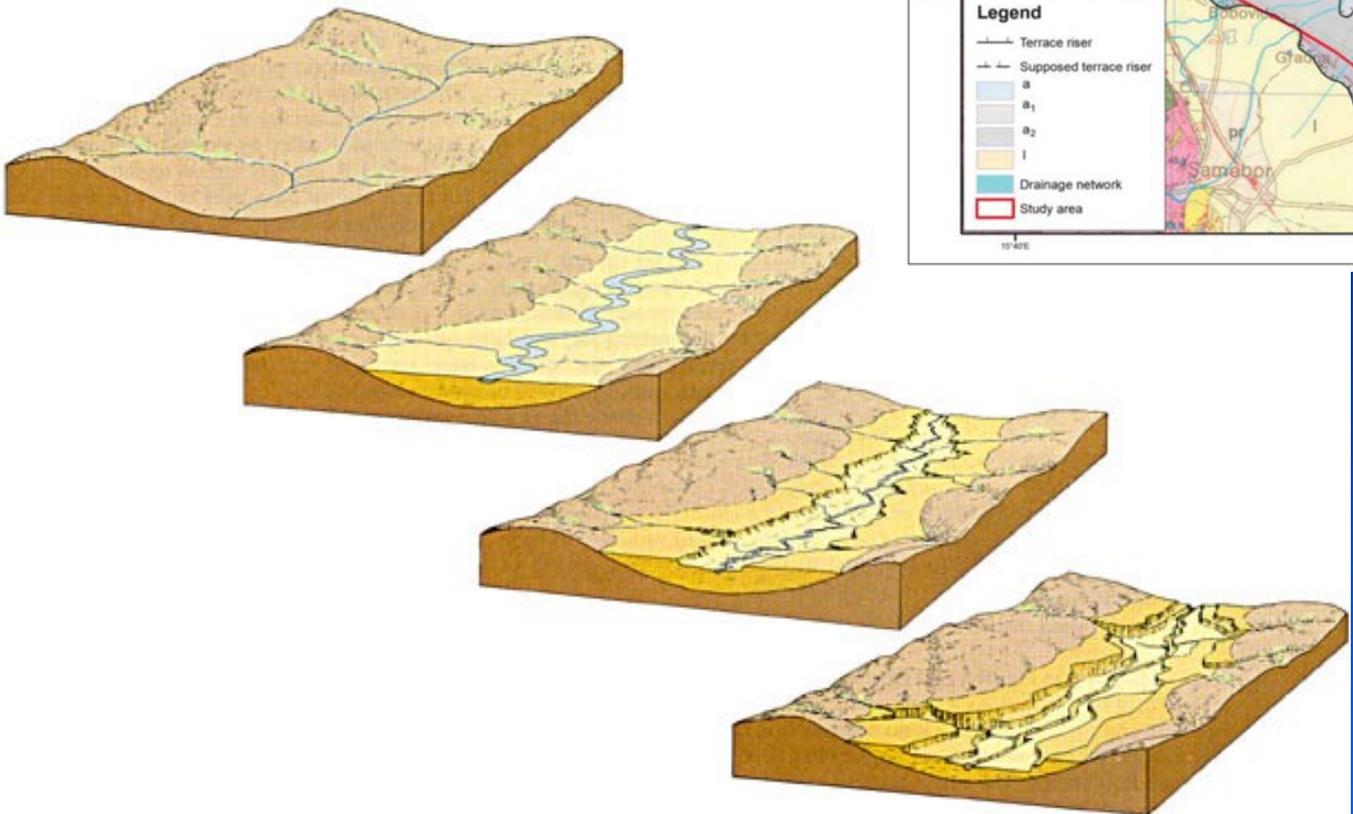
Questo causa la formazione dei terrazzi fluviali, tanto più giovani quanto più vicini all'alveo fluviale.



Rappresentazione dei terrazzi fluviali in una carta geologica

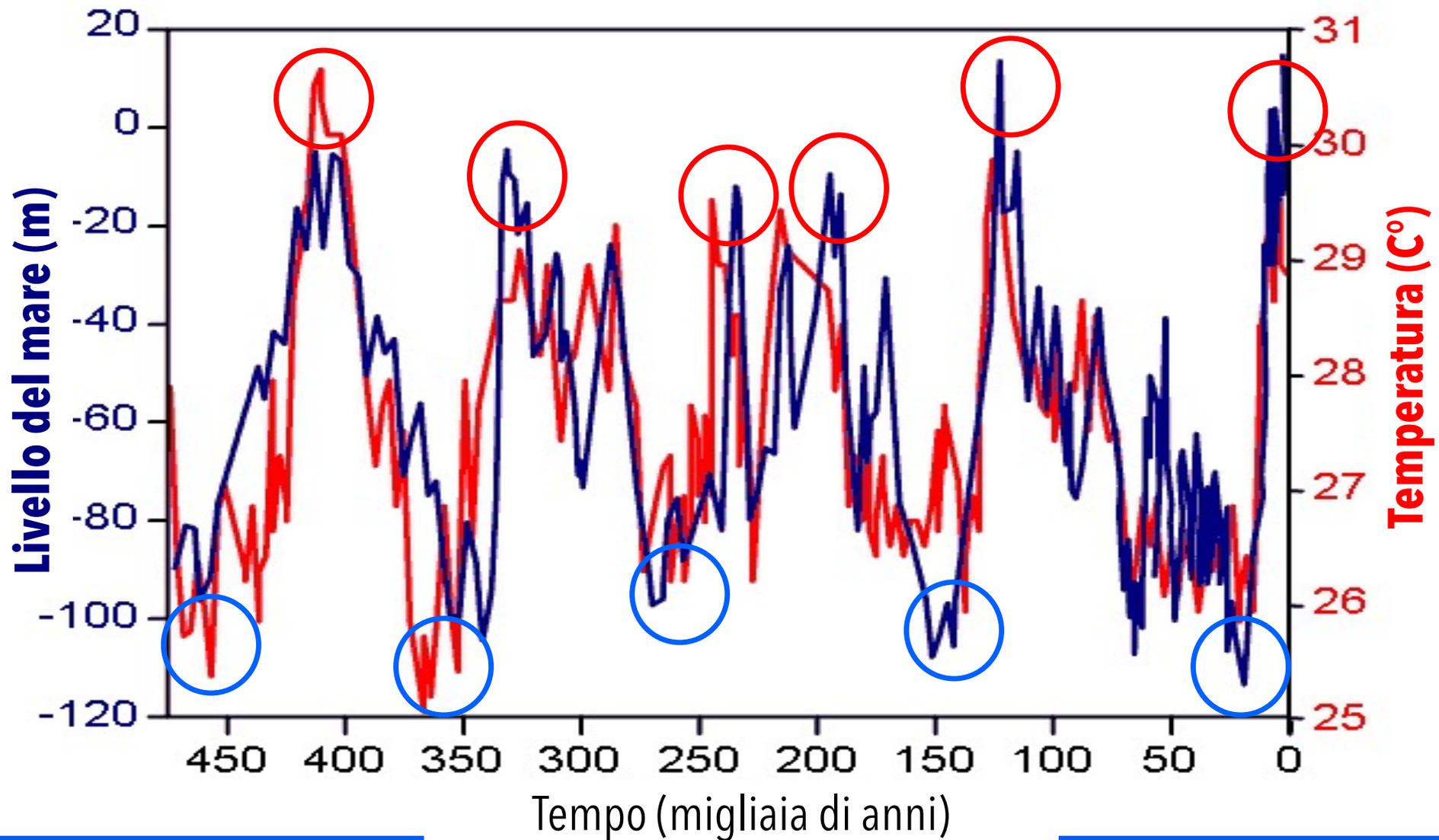


Caratteristica la presenza di ospiti caldi (Strombus bubonius o Thetystrombus latus - oggi vive in Senegal)

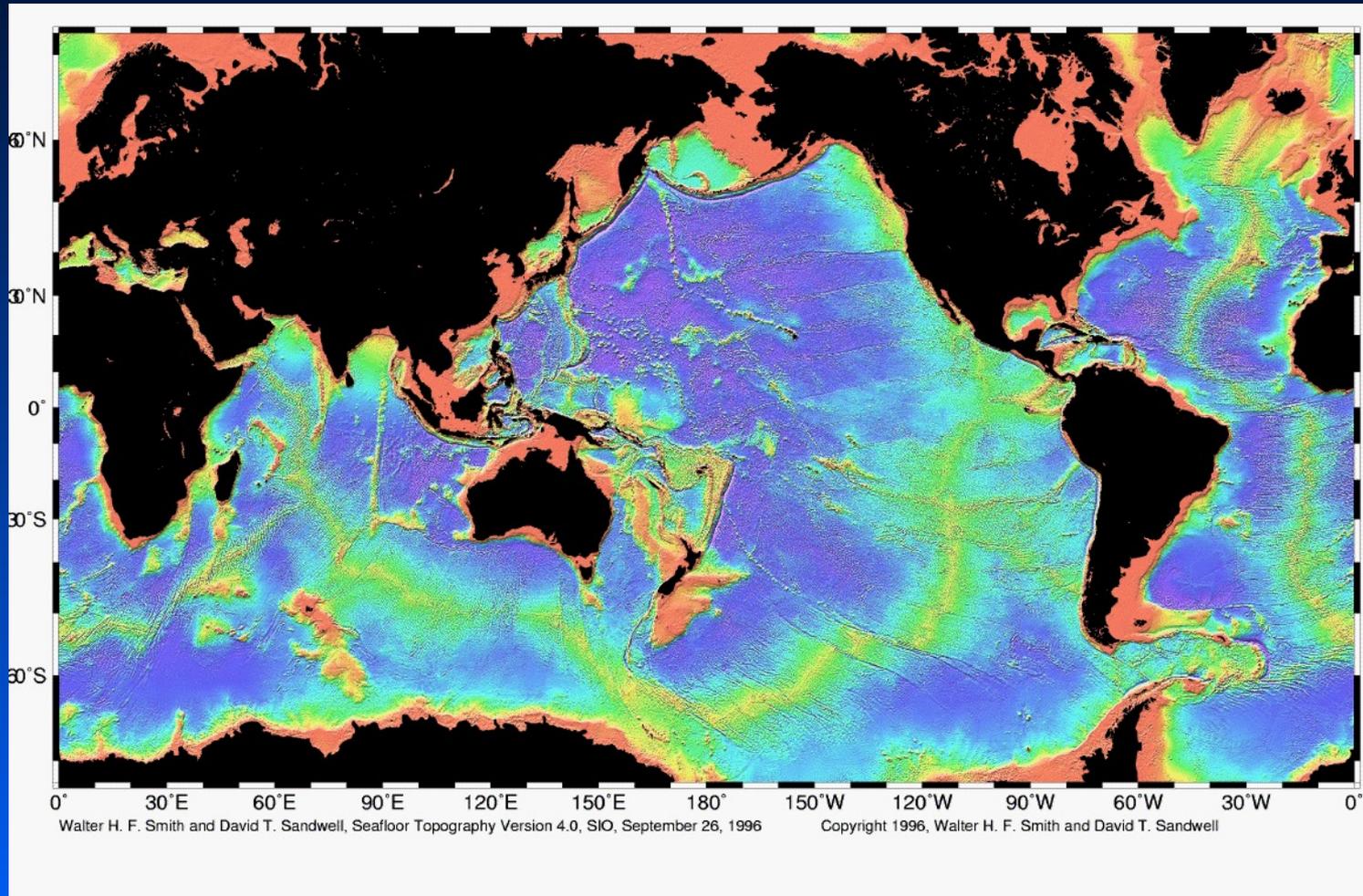


Importanti per idrogeologia

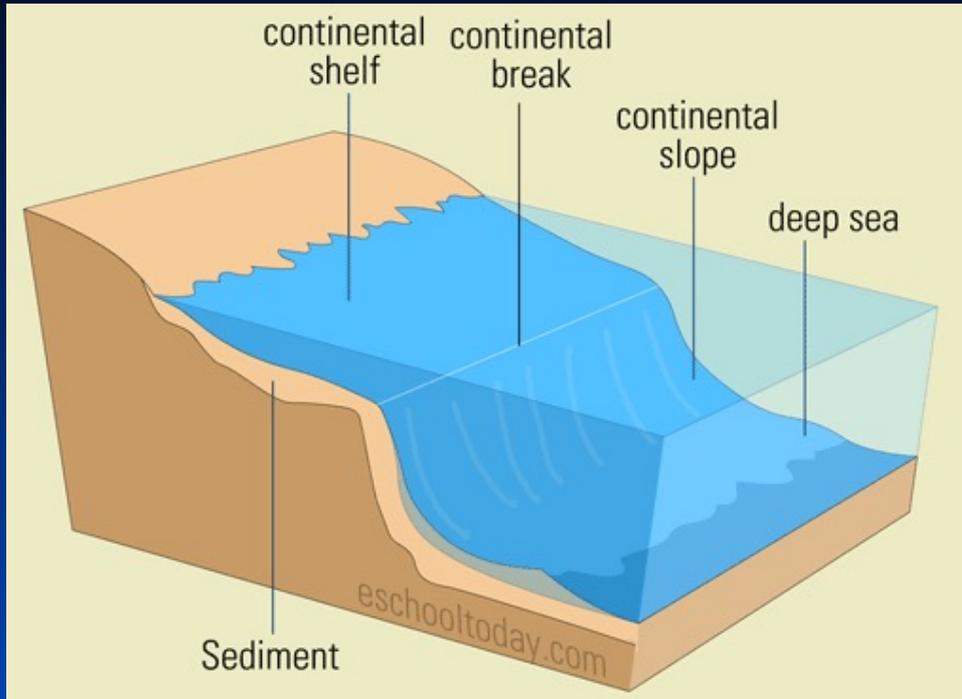
I cambiamenti climatici provocano anche un aumento del volume dei ghiacci, il quale provoca variazioni del livello del mare
Ogni 100.000 anni (circa) si passa da -120 m a quote simili all'attuale



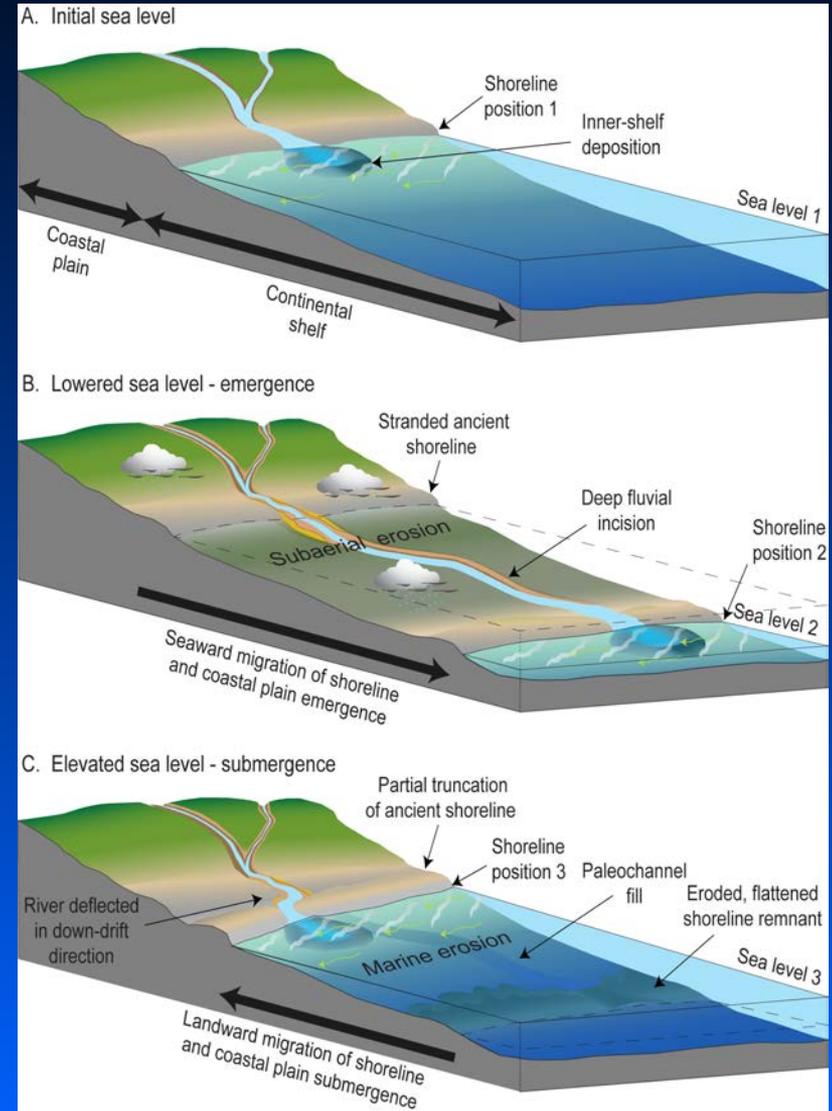
Gli effetti più impressionanti sono quindi sulle coste e sulla piattaforma continentale dove il clima causa l'emersione e sommersione del 5% della crosta terrestre, creando connessioni tra continenti, cicli regressivo-trasgressivi e variazioni nella natura dei sedimenti



A mare l'esistenza della piattaforma continentale con ciglio a -120 m, testimonia le fluttuazioni del livello del mare dovute all'espansione e contrazione delle grandi coperture glaciali

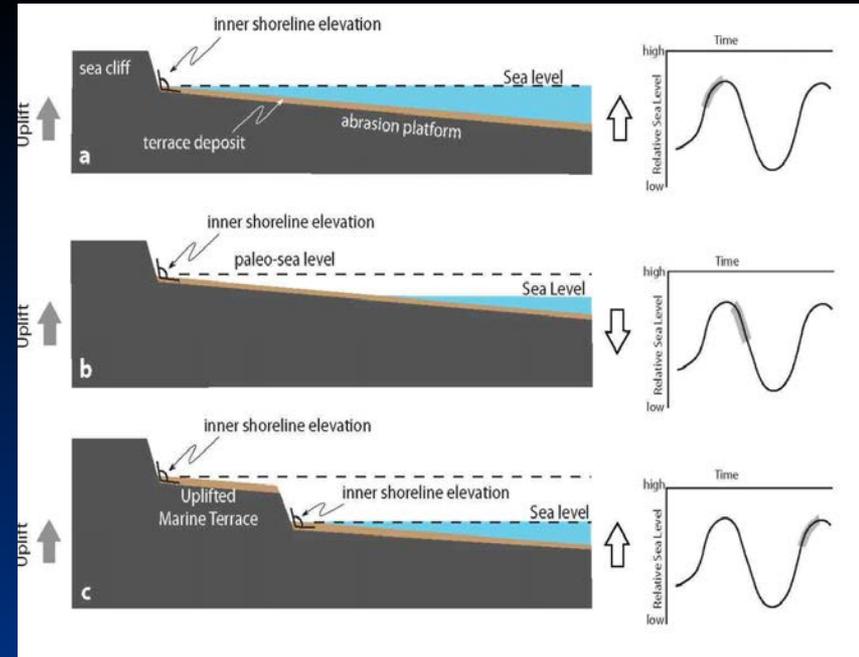


Infatti il limite del continente dovrebbe essere posto al ciglio della piattaforma continentale, non sulla linea di riva attuale che è «transitoria»

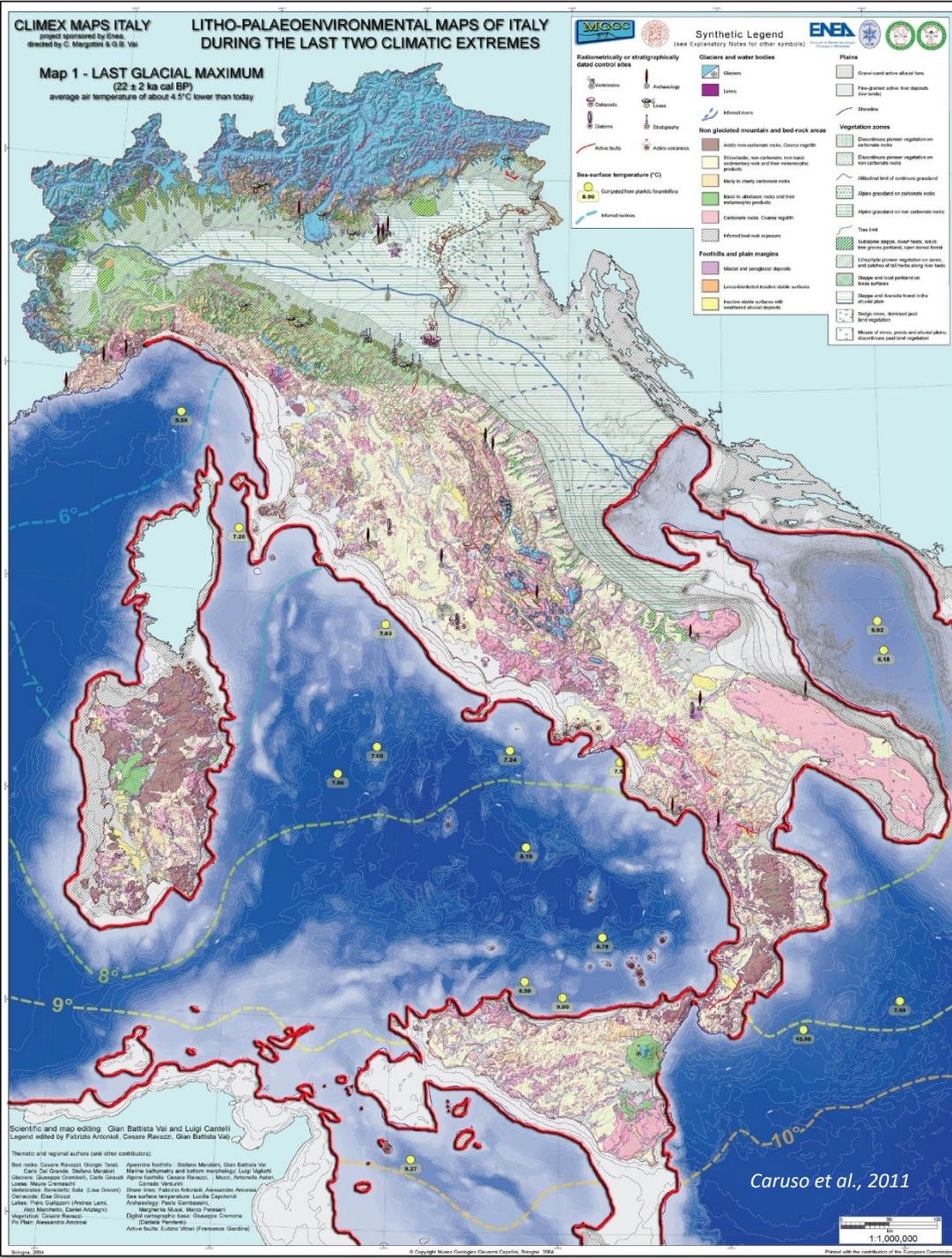


In coste sottoposte a sollevamento tettonico,
il lineamento più classico sono i terrazzi marini,
formati da depositi di alto stazionamento





In Calabria depositi marini del Calabriano (piano del Quaternario di 1 milione di anni) si trovano fino a 1.000 metri di quota



Durante i pleniglaciali la paleogeografia era estremamente diversa dall'attuale

Si andava a piedi da Pescara a Spalato, da Siracusa a Malta, dalla Corsica alla Sardegna, dalla penisola alla Sicilia, a Ponza, all'Elba, a Ischia a Capri, alle Egadi. La separazione dall'Africa era molto meno larga di oggi.

Francesco L. Chiocci - cose di geologia per scienze naturali - immagini per lezioni non riproducibili perché marchi protetti da copyright

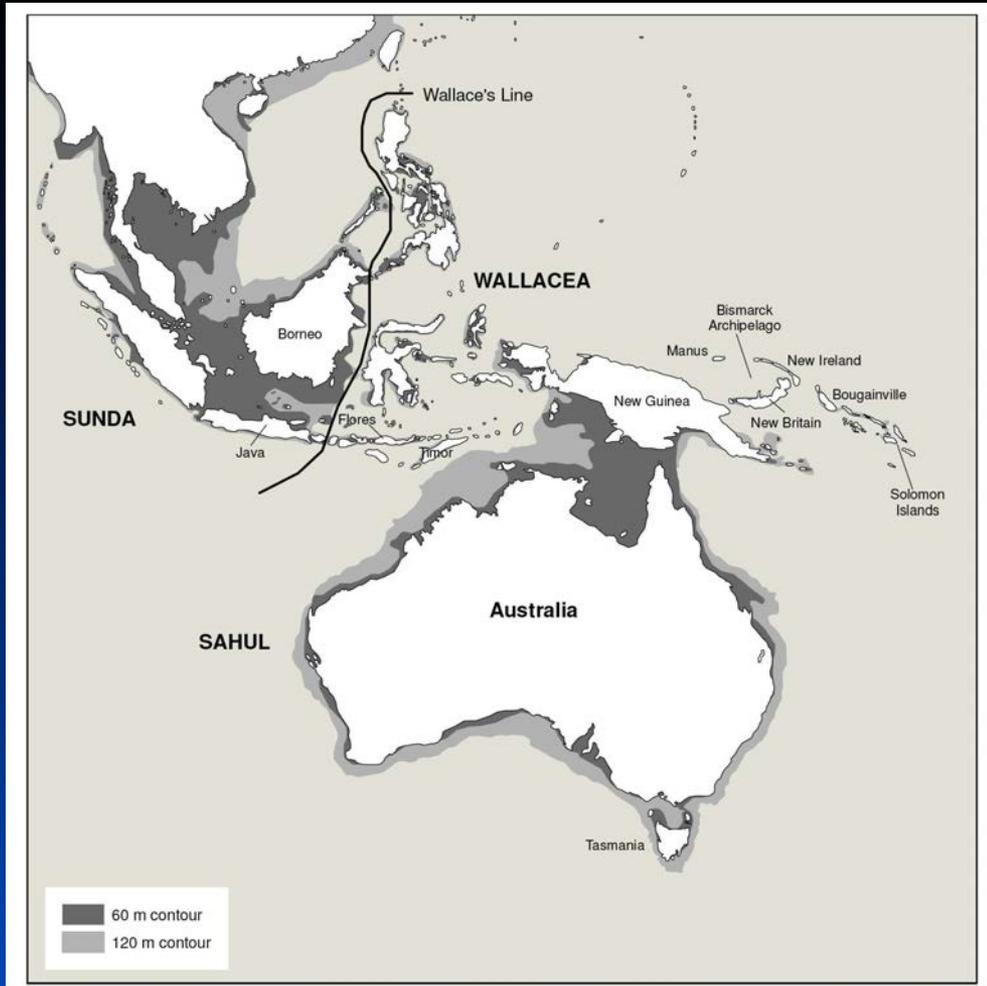


■ Bering land bridge

© 2007 Thomson Higher Education



Routes of the First Americans



Fuori dall'Italia era chiuso lo Stretto di Bering (Beringia), il Canale della Manica, il Bosforo (Mar Nero lago di acqua dolce).
 Questi ponti continentali sono stati essenziali per la migrazione della fauna (e delle prime popolazioni umane)

Le Glaciazioni ebbero anche effetti sulla fauna:

in alcuni casi la salvezza era data dalla riduzione delle dimensioni (per molti roditori, come i topi e le forme affini) per potersi accontentare di poco cibo.

Ma in altri casi la soluzione fu data dalla tendenza opposta (megafauna). Animali più grandi potevano far meglio fronte alle avverse condizioni climatiche, potevano mangiare molto, accumulare grasso o altre sostanze di riserva per affrontare i periodi difficili.

Anche opisti freddi nei mari
Arctica islandica (bivalve), *Hyalinea baltica* (foraminifero),



Faune marine – Ospiti caldi e ospiti freddi

A testimoniare la grande variazione ambientale nel Pleistocene, si trovano nel Mediterraneo specie che oggi hanno una distribuzione geografica totalmente differente



FOSSILE



ATTUALE



Thetystrombus latus

FOSSILE

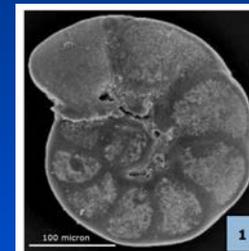


ATTUALE



Arctica islandica

FOSSILE



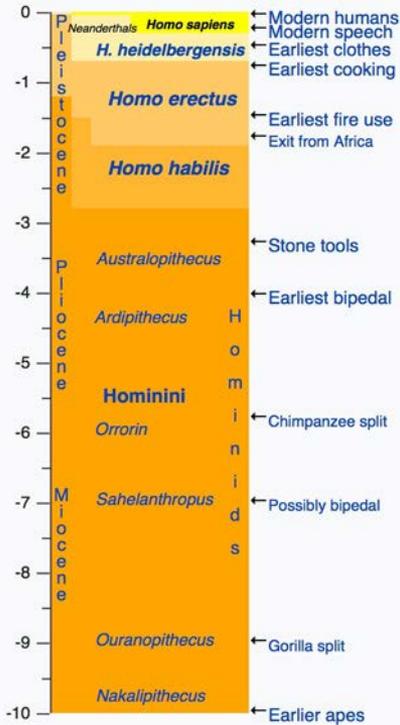
ATTUALE



Hyalinae baltica

Hominin timeline

This box: view · talk · edit



Axis scale: million years

(See also: [Life timeline](#), and [Nature timeline](#).)



Nel Quaternario compare anche l'uomo....

Ma questa è un'altra storia

O forse la pressione dovuta alle veloci variazioni ambientali quaternarie ha giocato un ruolo?

