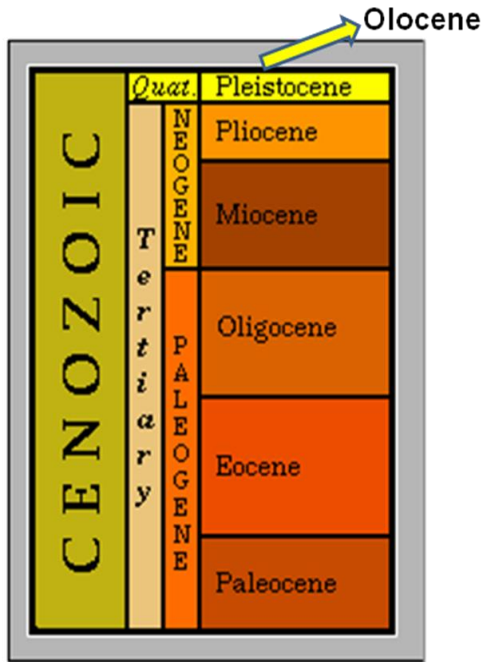


# ERA CENOZOICA



Il Cenozoico è la più recente delle tre ere geologiche. Copre l'arco di tempo tra 65 milioni di anni fa ad oggi. E' suddiviso in Terziario e Quaternario. Il Terziario è suddiviso in Paleogene e Neogene.

- Compaiono, o hanno grande sviluppo, gruppi vegetali ed animali cui appartengono organismi che popolano la superficie terrestre ai nostri giorni.
- Importante l'attività orogenetica: formazione o completamento delle maggiori catene attuali (Alpi, Appennini, Pirenei, Carpazi, Himalaya, Cordigliere Nord Americane, Ande) e magmatica (intrusione plutoni granitici dell'Adamello, Presanella, laccoliti dei Colli Euganei, lave nelle Prealpi venete,

Toscana, Lazio ecc).

- Prevalenza di facies continentali e costiere: non perché non ci siano depositi di mare profondo, ma perché la distribuzione dei mari e delle aree continentali del Cenozoico non è sostanzialmente cambiata ad oggi (in pratica i depositi batiali cenozoici, specialmente quelli neogenici, sono tutt'ora in fondo al mare).
- Prosciugamento del Mediterraneo alla fine del Miocene (Messiniano) con deposito di spessi strati di evaporiti.
- Differenziazione dei climi molto accentuata legata alla posizione delle terre emerse ed all'instaurarsi di una nuova circolazione oceanica.
- I migliori fossili guida marini nel Cenozoico inferiore sono i foraminiferi. Molto importanti, nel continente, i mammiferi.
- Caratteristiche del Quaternario le grandi ere glaciali.

Il Cenozoico è ben rappresentato in tutta l'Italia.

**TERZIARIO:** i terreni terziari sono estremamente diffusi in Italia: tutta la penisola è praticamente sorta dal mare durante il Terziario. Viene suddiviso in 2 periodi: Paleogene e Neogene

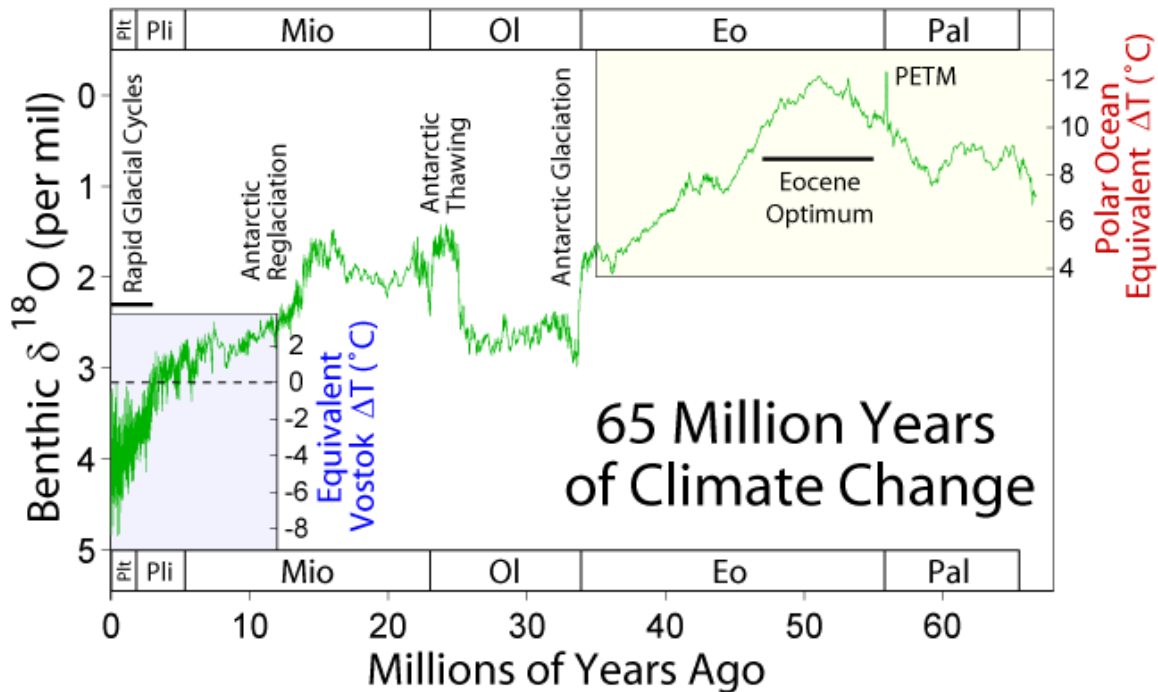
## PALEOGENE

Ebbe una durata di circa 43 milioni di anni e fu caratterizzato dalla grande evoluzione dei mammiferi. Si divide in 3 epoche: **Paleocene, Eocene e Oligocene.**

- **PALEOCENE (65-54.8 Ma)**

Il Paleocene iniziò con un clima più freddo e secco del periodo precedente, il Cretacico, anche se le temperature erano più alte di quelle della nostra epoca. Sia le variazioni stagionali che le variazioni tra le diverse latitudini erano molto contenute, con un ridotto gradiente termico e le calotte glaciali erano limitate solamente all'Antartide. Verso la fine del Paleocene, la temperatura

subì un aumento repentino (in termini geologici) di circa 7 °C noto come Massimo Termico del Paleocene-Eocene, che durò per un periodo di centomila anni.



L'andamento delle temperature negli ultimi 65 milioni di anni, in base alla concentrazione dell'isotopo dell'<sup>18</sup>O nel mare. Il Massimo termico del Paleocene-Eocene è in corrispondenza del picco (PETM) nel grafico

Per quanto riguarda la vita sulla Terra, nei mari compaiono le prime **Globigerine** e i primi **Nummuliti**, organismi microscopici dotati di guscio calcareo, oggi estinti. Si osserva l'**espansione dei mammiferi**. Nel giro di pochi milioni di anni essi si adattarono ai più svariati ambienti, e già nel Paleocene inferiore accanto alle forme arboricole e primitive si svilupparono grossi quadrupedi della taglia di un montone. Apparvero svariati gruppi di mammiferi carnivori ed erbivori. Gli strati geologici del Paleocene immediatamente superiori al limite K-T (passaggio dal Cretacico al Terziario) sono spesso marcati da zone ricche di fossili di **felci**: poiché le felci sono spesso le prime specie a colonizzare le aree devastate dagli incendi boschivi, questa alta densità di felci nei fossili potrebbe indicare la situazione conseguente alle devastazioni collegate al **cratere di Chicxulub**, considerato effetto dell'impatto di un enorme meteorite nelle coste messicane della penisola dello Yucatan.

In generale il Paleocene è caratterizzato dallo sviluppo delle odierne specie di piante o di taxa molto vicini; il clima caldo permise la crescita di dense foreste tropicali (il primo insediamento delle moderne foreste pluviali), sub-tropicali e decidue praticamente in tutte le aree del mondo; anche le regioni polari, prive di ghiacci permanenti, si coprono di conifere e alberi a foglia caduciforme. Data l'assenza dei grandi e voraci dinosauri erbivori, le foreste del Paleocene erano probabilmente più fitte di quelle del Cretacico.

Mentre il passaggio Paleocene-Eocene è netto (limite paleontologico), il passaggio inferiore è più problematico. Infatti il piano inferiore (Daniano) non è presente in tutta l'Europa. Per esempio in zona appenninica c'è una variazione faunistica netta con il Maastrichtiano (orizzonte a globigerine e orbuline), ma in molte regioni d'Europa il piano risulta laterale al Maastrichtiano. Quindi dove il piano è presente lo si descrive, dove non è presente lo si associa all'Eocene. Questo fatto è legato alla mancanza di facies francamente marine: più diffuse invece sono le facies litorali e costiere con differenze locali considerevoli. Molti piani non sono quindi correlabili.

## Paleogeografia

Nel Paleocene continuarono i processi di deriva dei continenti che si erano iniziati nel Cretacico. L'America del Nord e del Sud continuavano a rimanere separate dai mari equatoriali, e così rimasero fino al Neogene. L'antico supercontinente Gondwana continuava la sua frammentazione con l'Africa, il Sud America, l'Antartide e l'Australia che si allontanavano progressivamente. L'Africa puntava a nord verso l'Europa, chiudendo lentamente la **Tetide**, mentre l'India iniziò la sua migrazione verso l'Asia che avrebbe portato alla collisione tettonica che diede origine alla formazione dell'Himalaya. I mari epicontinentali nel Nord America e in Europa, si ritirarono all'inizio del Paleocene lasciando libero lo spazio per l'insediamento di nuova flora e fauna terrestre.

- **EOCENE (54.8-33.7 Ma)**

Durante questa epoca si formarono le grandi catene montuose attuali come la Cordigliera, le Alpi e l'Himalaya. Il clima raggiunse il **massimo termico del Paleocene-Eocene**, che diede inizio a questa epoca. Il riscaldamento durò all'incirca cento mila anni. Questo aumento repentino delle temperature causò una severa estinzione di massa che differenziò la fauna dell'Eocene da quella del precedente Paleocene.

Complessivamente il clima dell'Eocene fu il più omogeneo del Cenozoico; il gradiente termico tra l'equatore e i poli era all'incirca la metà di quello attuale e le correnti oceaniche profonde erano eccezionalmente calde. Le regioni polari erano relativamente calde, tanto che le foreste temperate arrivavano fino quasi ai Poli; date le frequenti piogge, le foreste pluviali si estendevano fino al 45° parallelo. Di fatto il clima delle regioni equatoriali era sostanzialmente simile a quello attuale, mentre le maggior differenze si osservavano alle latitudini temperate ed estreme. Poiché all'inizio dell'Eocene l'Australia e l'Antartide erano ancora unite, le correnti oceaniche calde e fredde si mescolavano tra loro mantenendo una temperatura oceanica omogenea.

Non solo le temperature aumentarono, ma il clima divenne anche considerevolmente più umido e gran parte dell'umidità arrivò fino ai Poli. La gran quantità di piogge sull'Oceano Artico, assieme alla configurazione dei continenti che lo isolavano dagli altri oceani, produsse una drastica riduzione della salinità che gettò le basi il raffreddamento climatico che si riscontra alla fine dell'epoca. Infatti il clima alla fine dell'Eocene si deteriora a causa di due eventi: evento dell'Azolla e isolamento dell'Antartide.

**L'evento dell'Azolla** è legato all'enorme proliferazione di questa felce acquatica nelle acque oceaniche a bassa salinità a causa delle grandi piogge. L'Azolla si riprodusse talmente tanto nelle acque dell'Oceano Artico da ricoprirne gran parte della superficie. Contemporaneamente queste felci iniziarono a depositarsi nei fondali marini fino al punto da non rendere più possibile la decomposizione a causa della carenza di ossigeno nelle acque più profonde. Questo portò ad una diminuzione dell'afflusso di anidride carbonica nell'atmosfera provocando un raffreddamento sensibile del clima.

**Isolamento dell'Antartide:** con la separazione dal continente australiano, avvenuta circa 40 milioni di anni fa, l'Antartide si trovò privato della circolazione delle correnti calde equatoriali e l'Oceano Antartico cominciò a congelare, creando la banchisa polare e un flusso di corrente fredde che portarono alla glaciazione del continente.

Per quanto riguarda la vita sulle Terra, è all'Eocene che risale il primo sviluppo di famiglie di mammiferi placentati oggi diffusissimi come i Cetacei, gli Ungulati, i Roditori, i Carnivori, ed i

Lemuridi. I mammiferi erano ancora piccoli e relativamente modesti. L'Eocene viene ricordata soprattutto come **l'Era degli Uccelli**.

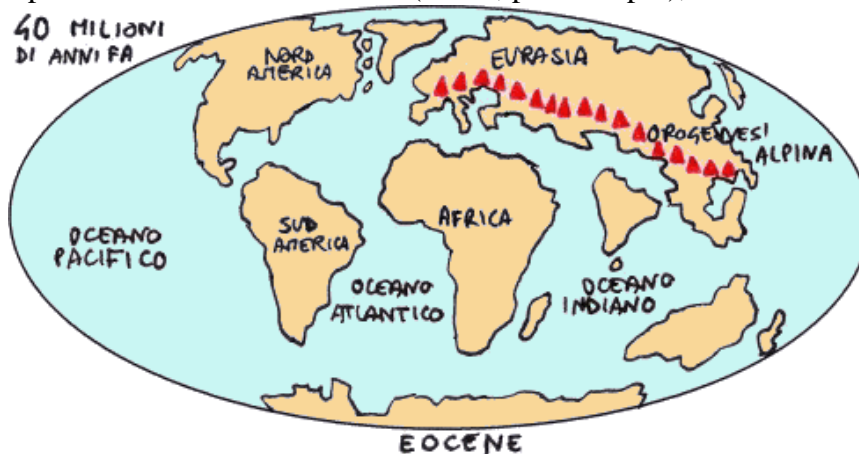
Nelle acque marine diffusi sono dei foraminiferi che si chiamano Nummuliti. I nummuliti sono dei veri giganti unicellulari, arrivando, negli esemplari più grandi a superare i 10-12 cm di diametro (Eocene medio). I nummuliti hanno subito una rapida evoluzione e sono pertanto utilizzati come fossili guida. I gusci di queste forme macroscopiche, accanto ad Assiline, Alveoline ed altre (sempre foraminiferi) hanno dato origine a spessi depositi di rocce carbonatiche su cui è basata la stratigrafia delle formazioni eoceniche marine.

In **Italia**, ma non solo, i più famosi strati dell'Eocene sono probabilmente quelli di Bolca, in cui sono stati rinvenute più di 160 specie di pesci, 250 specie di piante, crostacei, insetti, rettili ed uccelli.

## Paleogeografia

All'inizio dell'Eocene il continente Australiano era ancora unito all'Antartide, ma cominciò a staccarsene durante l'Eocene Medio, come già era successo all'India e alla Nuova Zelanda durante il Cretacico. Il Nord America e la Groenlandia si separarono dall'Eurasia, l'India entrò in collisione con l'Asia. L'oceano Tetide va chiudendosi e si ha così la collisione tra l'Africa e l'Europa. Insieme alla deriva verso nord dell'India, che collide con l'Asia, questo porta all'orogenesi alpino-himalayana. Nel contesto di quest'orogenesi in Italia si sollevano le Alpi e gli Appennini, e comincia a delinearsi la forma della nostra penisola, tuttavia ancora simile ad un arcipelago montuoso. L'Asia era separata dall'Europa da un mare poco profondo di cui oggi resta un unico rimasuglio: il Mar Caspio. Ormai le terre sono vicine alla posizione odierna che raggiungeranno nei successivi 50 Ma spostandosi nelle rispettive direzioni di pochi centimetri l'anno. PS Ma Caspio, Mar Nero, Lago Aral, Mar d'Azov sono quello che rimane dell'antica Tetide.

Le terre emerse **italiane** nel periodo eocenico comprendevano Sardegna, Calabria, Puglia, parte della Campania e del Lazio e l'attuale confine italo-austriaco. Serie eoceniche marine italiane tipiche si osservano nel veneto (Bolca, per esempio), ma anche nel trentino, nel bellunese in tutto

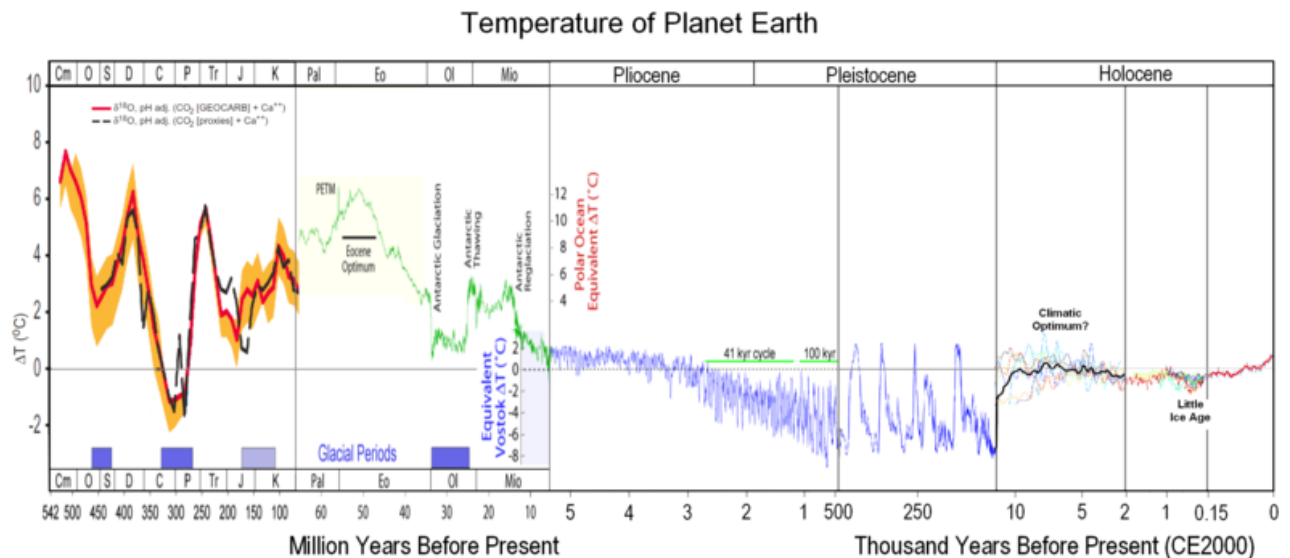


il triveneto in generale, oltre che nell'Appennino. Nel Friuli Venezia Giulia, alle facies carbonatiche segue (eocene medio) una facies marnoso arenacea (flysch) dovuta allo smantellamento della catena alpina durante l'orogenesi.

## • OLIGOCENE (33.7-23.8 Ma)

Durante l'Oligocene il clima era più caldo dell'attuale, anche se la tendenza verso un raffreddamento globale iniziò a manifestarsi chiaramente proprio in quest'epoca. A causa, come già detto, delle variazioni paleogeografiche, il continente antartico subì un significativo raffreddamento, iniziando ad essere ricoperto da una calotta glaciale. L'aumento dei ghiacci produsse una diminuzione di 55 metri del livello del mare. Con la separazione dell'America del

Sud dall' Antartide, avvenuta a cavallo tra Eocene e Oligocene, si aprì il Canale di Drake che permise la circolazione oceanica completa attorno al continente antartico. La Corrente Circumpolare Antartica interrompendo la miscelazione con le più calde correnti tropicali, causò un brusco raffreddamento delle acque antartiche che provocò la formazione perenne dei ghiacci nel continente che fino ad allora era stato ricoperto di boschi e fu anche una delle cause della diminuzione del livello dei mari.



Nel corso dell'Oligocene si manifestarono in tutta la loro imponenza i giganteschi fenomeni orogenetici già iniziati nell'epoca precedente, che in Italia continuarono con il sollevamento delle Alpi e degli Appennini ed in Asia quello della catena Himalayana.

Mentre la fauna marina non mostra grosse differenze rispetto quella eocenica, i depositi oligocenici sono caratterizzati da una ricchissima fauna a mammiferi. Sulla terraferma si affermano decisamente le piante a foglie caduche, a testimonianza di un raffreddamento climatico.

## Paleogeografia

Continua la deriva dei continenti verso le loro attuali posizioni. L'Antartide rimase, come detto, sempre isolata sviluppando quindi una calotta di ghiaccio permanente. In Europa e Asia proseguì l'orogenesi alpina, sollevando Alpi e Himalaya. In particolare, in Italia, nell'Oligocene si sono verificati i principali parossismi responsabili del sollevamento del settore occidentale e centrale della catena alpina e sono iniziate le intrusioni di magmi acidi che hanno formato i plutoni di Biella, Val Masino-Val Bregaglia e Adamello. Il Sudamerica infine si separò dall'Antartide e andò alla deriva verso nord. Questo permise appunto alle correnti circumpolari di fluire intorno all'Antartide, raffreddandolo molto velocemente.

Durante il periodo finale dell'Oligocene il **mare raggiunge il livello più basso** della storia della Terra; questo è dovuto, come accennato, alla formazione della calotta polare antartica. Il ritiro dei mari fece emergere parecchi "**ponti continentali**" che univano i vari continenti (Europa/Africa ed Asia/America). Ciò permise la migrazione di flora e fauna, che si ritrovano infatti molto simili in Europa e America del nord.

L'Oligocene in **Italia**: è soprattutto il Veneto che costituisce al regione classica per lo studio di questo sistema che qui risulta particolarmente ricco di fossili (domina l'ambiente neritico). Sempre in Veneto (Monti Lessini), ma in genere nelle Prealpi venete e del trentino, importanti le testimonianze di attività vulcanica. I sedimenti che si depositano nel resto della penisola durante

l'Oligocene sono soprattutto flyscioidi (per esempio i depositi **marnoso-arenacei** del sottosuolo padano; il “**Macigno**” nell'Appennino settentrionale) testimonianza dell'erosione della catena alpina che si andava a formare. Le variazioni regionali/locali sono notevoli e spesso complicate dalla tettonica.

## NEOGENE

Iniziò 23,8 milioni di anni fa e terminò 2,588 Ma. Si divide in due epoche, **Miocene** e **Pliocene** ed è seguito dal periodo **Quaternario**. Questa divisione è tuttora oggetto di controversie tra chi preferirebbe considerare il Quaternario come terza epoca del Cenozoico. In questo caso il Neogene continuerebbe fino al tempo attuale.

In questo periodo si ebbe una ulteriore proliferazione di mammiferi e uccelli simili agli attuali, molte specie di invertebrati e condizioni climatiche ben differenziate con un progressivo raffreddamento che culminò nelle glaciazioni del Quaternario. Compaiono gli ominidi.

- **MIOCENE (23,8 – 5.3 Ma)**

In questa epoca continuò il sollevamento della catena alpina collegato ad eruzioni nel Massiccio Centrale francese, nei Carpazi, sui Colli Euganei, nel Veronese, nel Vicentino.

All'inizio del Miocene la temperatura del globo era in aumento; durante la seconda metà dell'epoca, nelle due Americhe cominciarono ad apparire vasti pascoli erbosi (praterie) a causa del raffreddamento globale e il progressivo inaridimento del clima. Nell'Antartide orientale, già nella prima fase (tra 23 e 15 milioni di anni fa) erano presenti dei ghiacciai, ma da allora la calotta gelata dell'emisfero sud continuò a crescere fino a raggiungere praticamente le dimensioni attuali.

**Fauna e flora:** nel mare scompaiono le nummuliti, sostituite da altri foraminiferi. Compaiono i grandi squali moderni e si sviluppano i cetacei come le balene e i delfini. Sulla terraferma compaiono i primi giganteschi proboscidi, si diffondono rinocerontidi, maiali, giraffe, cammelli, lama e cervidi che si presentano somiglianti alle specie odierne. Ci fu un grande sviluppo di specie "minori" come rane, topi, ratti e serpenti. Gli **ominoidi** iniziano a differenziarsi.

Il progressivo raffreddamento del clima e una stagionalità più secca, causarono la regressione delle abbondanti foreste e favorirono la crescita delle piante erbacee (praterie) che preferiscono habitat più aperti e sono meglio in grado di resistere alla scarsità di precipitazioni. Le praterie costituirono l'ambiente ideale per lo sviluppo dei mammiferi, potendo offrire cibo a molti più animali che non le foreste.

**La famiglia degli ominoidi si spezza in due:** all'interno della famiglia degli ominoidi si distinsero due grandi rami evolutivi: quello che avrebbe portato alle grandi scimmie antropomorfe africane, e quello che avrebbe portato nel Neozoico al genere Homo, cioè a noi. Purtroppo, i fossili a nostra disposizione a cavallo di questo cruciale periodo di transizione sono scarsissimi, e dunque risulta veramente difficile spiegare il motivo della grande separazione interna alla famiglia degli ominoidi, tra quanti portarono al gorilla, quanti al gibbono, quanti all'orango, quanti allo scimpanzè e quanti all'uomo.

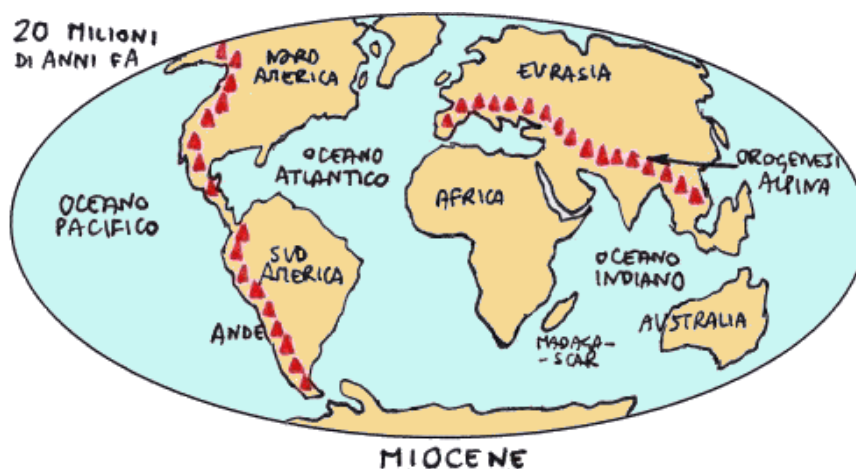
Il Miocene inizia con una trasgressione (deposito di conglomerati) che però non avviene contemporaneamente dappertutto. A questa succede, alla fine del periodo, una regressione con notevole sviluppo di formazioni lagunari-lacustri che sono diffuse soprattutto nell'Europa orientale e nell'Africa sudoccidentale.



Nel Miocene inferiore si depositano, lungo il margine esterno delle Alpi che va dalla depressione corrispondente all'attuale valle del Rodano, alla Svizzera, all'Austria, anche i sedimenti di **Molassa** dovuti alla forte erosione delle dorsali alpine emerse. Questi sedimenti si accumulano tipicamente nelle "avanfosse", ossia in bacini paralleli ai margini di una catena montuosa in via di sollevamento, che fornisce i detriti per costituire la molassa stessa. Secondo il modello classico di avanfossa, questi bacini sono riempiti in due fasi:

- fase sin-orogena. Il bacino viene colmato di sedimenti flischoidi, generalmente torbiditi di ambiente marino profondo, che si accumulano durante la fase orogenetica (cioè contemporaneamente ai movimenti tettonici).
- fase post-orogena. Nel periodo successivo alla fase orogenetica, in condizioni di relativa stasi tettonica, si depongono sedimenti molassici che tendono a colmare progressivamente il bacino. L'ambiente deposizionale in questo caso è da marino marginale (costiero e deltizio) fino a continentale.

## Paleogeografia



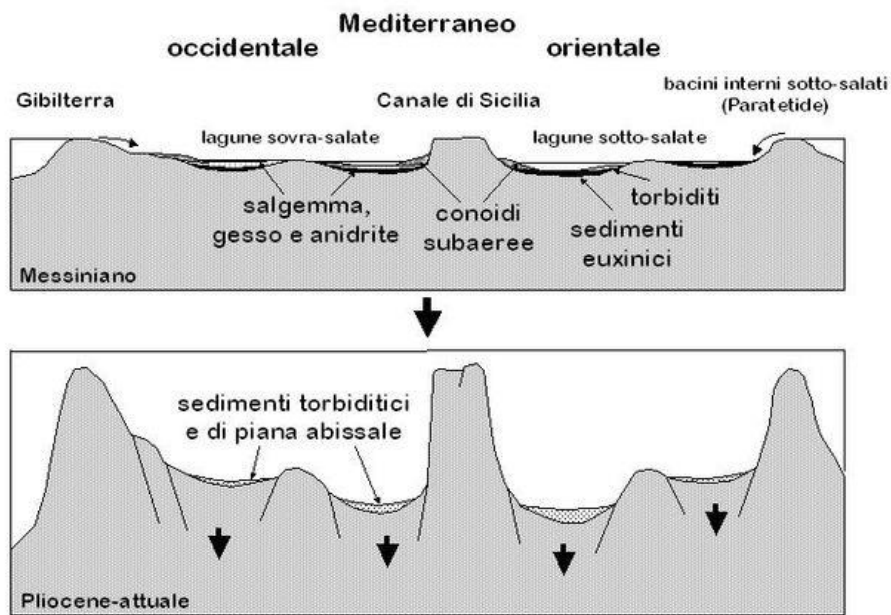
I continenti continuarono la loro deriva verso le posizioni attuali. Il Sud America si stava ancora spostando da sud verso la zona di subduzione dell'Oceano Pacifico che portò alla crescita delle Ande.

L'India continuò la sua collisione con l'Asia, provocando la crescita delle

catene montuose Himalayane. Anche la collisione tra Africa e Europa continuava, portando alla formazione del Mediterraneo e alla scomparsa dell'Oceano Tetide avvenuta tra 19 e 12 milioni di anni fa. La crescita delle creste montagnose a ovest e la diminuzione del livello del mare combinate, assieme diedero luogo alla **Crisi di salinità del Messiniano** nel periodo compreso tra 6 e 5,33 Ma. Questa crisi terminò con l'apertura dello stretto di Gibilterra e l'inondazione del bacino mediterraneo da parte delle acque dell'Oceano Atlantico. L'abbassamento del livello del mare permise anche la formazione della Beringia, il ponte di terra tra Asia e Alaska. I depositi marini e continentali del Miocene sono comuni in tutto il mondo.

**Crisi di salinità del Messiniano:** Il Messiniano è il piano più recente del Miocene (7,25 milioni di anni fa a 5,3Ma). Lo scontro dell'Africa con l'Europa portò la Tetide a chiudersi definitivamente e lasciare al suo posto uno specchio d'acqua intercontinentale, il Mediterraneo. Alla fine dell'epoca, nel Messiniano, a causa dell'ostruzione dello stretto di Gibilterra, per alcune centinaia di migliaia di anni il Mediterraneo non fu più alimentato dalle acque dell'Oceano Atlantico, e quindi non fu in grado di compensare l'evaporazione con le precipitazioni e con l'apporto dei fiumi, il che lo portò quasi in secco. A quei tempi insomma il Mediterraneo sarebbe apparso come un'immensa distesa arida, zeppa di depositi di sale, la cui base in alcuni punti raggiungeva i 4 km al di sotto del livello degli oceani. Si pensa che il *Mare Nostrum* sia rimasto completamente isolato dall'Oceano Atlantico da 5,59 a 5,33 milioni di anni fa. All'inizio prevalsero fenomeni erosivi di grande estensione, che crearono grandi sistemi di canyon ai margini del Mediterraneo, mentre le fasi più recenti sono caratterizzate dalla deposizione di cloruro di potassio entro bacini ampi e poco profondi. Il disseccamento del Mediterraneo portò alla formazione di spessi depositi evaporitici (**formazione gessoso-solfifera**) che sono presenti

dal Piemonte all'Emilia-Romagna, Marche e Toscana, e poi in Sicilia e Calabria oltre che nella parte nord-orientale della Libia.



Evoluzione del Mediterraneo nel Messiniano: ipotesi di un bacino poco profondo dissecato. Da Ricci Lucchi (1980); modificato

Ma la Crisi di Salinità ebbe anche **effetti globali**. La quantità d'acqua evaporata dal Mediterraneo dovette essere ridistribuita per opera delle precipitazioni negli oceani di tutto il mondo, provocando l'innalzamento del livello del mare. D'altro canto, lo stesso Mediterraneo imprigionò nei propri fondali una percentuale significativa (almeno il 5%) del sale prima disciolto nelle acque oceaniche: questo portò ad una diminuzione della salinità media delle acque marine, innalzandone la temperatura di congelamento. Le acque oceaniche quindi passarono più facilmente allo stato di ghiaccio in presenza di basse temperature, abbassando la temperatura media della Terra e costituendo forse una delle cause concomitanti del successivo innesco delle grandi Glaciazioni Quaternarie, di cui parleremo a proposito del Pleistocene. Inoltre, il disseccamento del Mediterraneo provocò sicuramente drammatiche variazioni climatiche in tutta l'area e nelle regioni adiacenti, condizionando la distribuzione delle specie viventi e la loro migrazione.

- **PLIOCENE (5,3 – 2,6 Ma)**

All'inizio del Pliocene il clima era ancora caldo. Durante il Pliocene, la temperatura media sul pianeta iniziò a scendere gradualmente, producendo un clima più secco e con una stagionalità simile a quella attuale, dando inizio al processo di raffreddamento che sarebbe culminato con le glaciazioni nell'era Quaternaria. Fino alla metà del periodo tuttavia le temperature erano in media ancora 2-3°C più alte di quelle attuali, e anche il livello dei mari era più alto di 25 m.

A causa del raffreddamento e inaridimento, il pianeta cominciò ad avviarsi verso l'attuale tipologia di climaticità stagionale. La formazione dell'**Istmo di Panama** circa 3,5 milioni di anni fa, interruppe la corrente equatoriale che si era instaurata nel Cretacico, contribuendo al raffreddamento degli oceani soprattutto meridionali, non più riscaldati dalle acque più calde, cosicché la coltre di ghiaccio ricoprì completamente il continente Antartico: si ebbe l'interruzione del passaggio delle correnti calde provenienti dall'Oceano Atlantico all'Oceano Pacifico, che vennero invece reindirizzate verso il Polo Nord. Dal punto di vista faunistico la giunzione dell'istmo pose termine all'isolamento della fauna del Sud America, permettendo lo



scambio di specie tra le due regioni. La calotta di ghiaccio in Groenlandia e nell'Artico si sviluppò successivamente, intorno a tre milioni di anni fa.

Alle latitudini intermedie, dove erano già in corso delle glaciazioni locali, il raffreddamento del Pliocene portò alla maggiore diffusione di pascoli e savane. Questo favorì lo sviluppo di erbivori di grande taglia e, parallelamente, dei grandi carnivori specializzati.

Il Pliocene inizia con un notevole ed esteso innalzamento dei mari (trasgressione) specialmente nel Mediterraneo. Di conseguenza lo stretto di Gibilterra si riaprì e l'acqua tornò nel Mediterraneo inondando gran parte delle sue regioni. L'inondazione sarebbe avvenuta nell'arco di alcuni anni al massimo, e non nel corso di alcuni secoli, dando vita ad un'alluvione catastrofica, la più terrificante che abbia conosciuto il nostro pianeta nella sua storia geologica recente, detta **Alluvione Zancleana**. Secondo questa ipotesi, il livello del mare si sarebbe alzato rapidamente, e in breve tempo il Mediterraneo raccolse il 90 per cento delle sue acque che lo riempiono tuttora, tornando ad essere un mare. Prima di questo evento il bacino aveva un clima nettamente tropicale, mentre da qui in poi nacque il famoso "clima mediterraneo", temperato ed adatto al sorgere delle prime civiltà umane.

Ben presto si passò da un eccesso all'altro perché il Mediterraneo e gli altri mari lasciarono affiorare quasi esclusivamente le catene montuose. A quei tempi la pianura Padana era del tutto sommersa, e dell'Italia era possibile vedere soltanto gli Appennini. Le isole del Mediterraneo rimasero del tutto isolate e svilupparono una fauna a sé, con particolari forme nane a causa della scarsità di spazio a disposizione. Alla fine dell'epoca, invece, i mari tornarono a riabbassarsi, permettendo la riemersione di vaste regioni.

**Flora e Fauna:** Il cambiamento del clima verso una situazione più fredda, più secca e con stagionalità simile all'attuale, ebbe un notevole impatto sulla vegetazione del Pliocene: soprattutto verso la fine del Pliocene i pascoli e la savana si estesero in tutti i continenti eccetto che in Antartide. Si espansero i boschi di caducifoglie, di conifere e la tundra, meglio in grado di adattarsi alla riduzione delle temperature e delle precipitazioni delle latitudini più alte. Le grandi foreste tropicali si limitarono ad una stretta fascia attorno all'equatore, mentre nella zona tropicale dell'Africa e dell'Asia fecero la loro comparsa i deserti. In Europa scomparvero le palme.

Nei mari del Pliocene i molluschi assunsero forme praticamente uguali a quelle attuali. I coralli si limitarono a Sud del 35° parallelo di latitudine Nord. Squali giganti popolavano i mari. Invece la fauna delle terre emerse per l'80% era simile quella attuale. L'età dei mammiferi, coincisa con l'Oligocene ed il Miocene, cominciò a subire un declino graduale: l'esplosione di vita animale seguita all'estendersi delle praterie era terminata e, con il raffreddarsi del clima, i mammiferi mostrarono una sempre minore varietà di forme. Verso la fine del Pliocene nella famiglia degli ominoidi iniziò l'evoluzione degli ominidi, scimmie antropomorfe dirette antenate dell'uomo. L'età dei mammiferi stava per finire, ed era in procinto di iniziare l'età dell'uomo. Su un unico continente i mammiferi continuarono a vivere indisturbati: l'Australia (almeno fino all'arrivo di James Cook).

## **Paleogeografia**

I continenti continuarono il loro movimento di deriva portandosi dall'iniziale distanza di 250 km fino a soli 70 km dalle posizioni attuali. Continua il sollevamento alpino. In questo periodo si forma anche la **Rift Valley**.

## L'Italia nel Pliocene



Le linee di costa dell'Italia nel Pliocene

Nel Pliocene l'Italia aveva un'estensione territoriale ben differente da quella attuale. Le linee di costa erano nettamente differenti: al nord era ancora del tutto assente la Pianura Padana che nel Pliocene era completamente sommersa. Anche il centro Italia, il sud e le isole si presentavano diversamente da come le conosciamo oggi. In Toscana ad esempio la linea di costa era spostata nell'entroterra di parecchi chilometri rispetto ad oggi, e l'arcipelago toscano era costituito da un maggior numero di isolotti e atolli. La temperatura dell'acqua marina era più elevata di quella attuale, e questo è in parte dimostrato anche dal fatto che la fauna che popolava quell'antico mare, è oggi presente con le stesse specie o specie strettamente affini, che vivono nella calde acque dell'Oceano Indiano e dei mari tropicali.

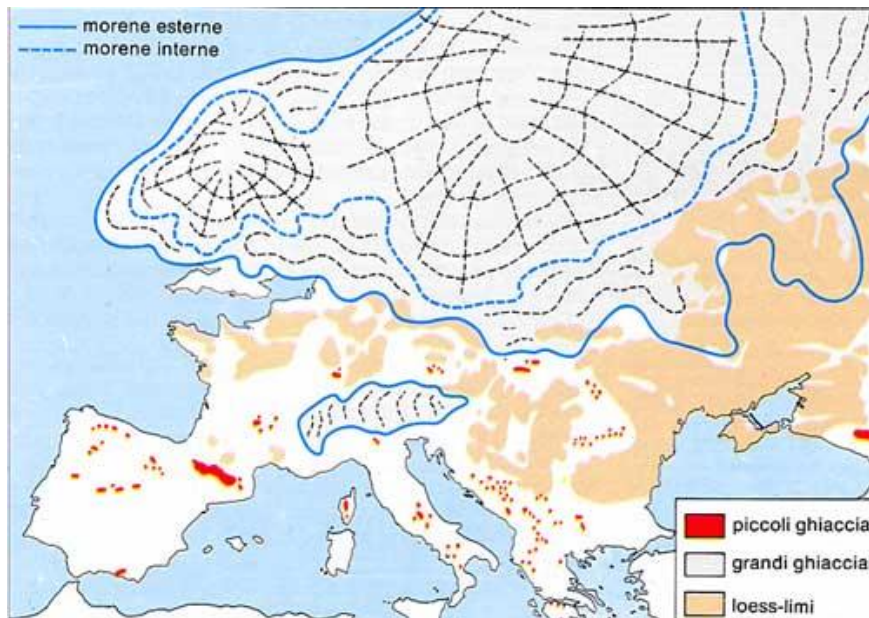
## ERA QUATERNARIA

Ultima Era dell'Eone Fanerozoico. Ha inizio 2,588 milioni di anni fa ed è tuttora in corso. La Commissione Internazionale di Stratigrafia riconosce per il Quaternario la suddivisione in due epoche: Pleistocene da 2,588 Ma a 0,0117 Ma; Olocene da 0,0117 milioni di anni fa (Ma), cioè 11.700 anni fa ad oggi.

In realtà il limite inferiore del Quaternario è tutt'ora in discussione. Relativamente all'inizio dell'Olocene, Generalmente lo si fa iniziare 10 000 anni fa: in termini di datazione assoluta la data di 10000 anni è da ritenere convenzionale in quanto il ritiro dei ghiacciai è avvenuto in tempi diversi sulla superficie terrestre a seconda della latitudine e dell'altitudine. **L'età assoluta proposta a separazione dei due periodi varia da 12000 a 7000 anni fa.** Per quanto riguarda la storia dell'Uomo il Pleistocene corrisponde al Paleolitico, l'Olocene al Mesolitico, Neolitico, Bronzo, Ferro.

Se fino al Pliocene i criteri stratigrafici tradizionali sono stati bene o male applicati, ciò non vale per il Quaternario, mancando le successioni marine in quanto il rapporto mare/terra emersa resta praticamente lo stesso (ciò che era marino lo è tutt'ora). Ci si basa quindi molto su altri studi: morfologici (terrazzi; spiagge), archeologici, pollini.....

Le formazioni di quest'era si trovano rappresentate in tutte le terre emerse. I **depositi continentali**, oltre alla grande quantità di materiali spostati dai ghiacciai (**morene**), vengono trovati principalmente nei fondi lacustri (**varve**), sedimenti di **loess** (sedimento eolico molto fine, delle dimensioni del limo, che nel caso di periodi glaciali proviene da depositi non consolidati di origine glaciale – parti fine delle morene - che sono molto suscettibili di erosione, soprattutto da parte del vento), **depositi fluviali** (ciottolami, ghiaie, sabbie e limi stratificati e relativamente classati), depositi **fluvio-glaciali**, depositi di grotte (**speleotema**).



*Ripartizione dei limi eolici in vicinanza degli antichi ghiacciai europei (da Graham e Flint, ridisegnato)*

Altre tipiche evidenze dei fenomeni glaciali sono i **massi erratici**, grossi blocchi provenienti da regioni anche assai lontane dal loro luogo di deposizione. I depositi continentali contengono pollini, resti vegetali, vertebrati fra cui prevalentemente micromammiferi, molluschi terrestri e di acqua dolce. I sedimenti collegati con la presenza dell'uomo contengono manufatti, resti di focolari spesso associati ad accumuli conchigliari come rifiuti alimentari, tracce di abitati, sepolture con relativi corredi, vertebrati come resti di preda ecc.

I **depositi marini** del Pleistocene si trovano principalmente in aree poste a poche decine di chilometri delle attuali linee costiere. Sono piuttosto scarsi in affioramento, limitati ad aree contigue alle attuali linee di costa; nell'Italia settentrionale si trovano nella fascia pedeappenninica che circonda la pianura Padana. Sono rappresentati in prevalenza da sedimenti di ambiente litorale, quali ghiaie, sabbie e calcari bioclastici. Nel sottosuolo padano e nella fossa bradanica (Puglia) come sui fondali marini e oceanici, si trovano sedimenti fini (fanghi organogeni) di ambiente più profondo talora spessi anche 2000 m. L'Italia è tra le regioni in cui i depositi quaternari marini sono più diffusi; per questo essa è indicata come 'area tipo' per alcune unità cronostratigrafiche. In questi sedimenti i fossili marini sono molto frequenti: ricche faune a molluschi, in particolare gasteropodi e lamellibranchi, foraminiferi bentonici e ostracodi nelle facies litorali; foraminiferi planctonici, pteropodi e radiolari (zooplancton), coccoliti, discoasteridi e diatomee (fitoplancton) nelle facies più profonde; meno comuni sono i brachiopodi, i briozoi, i coralli, le alghe rosse ecc.

L'attività vulcanica fu notevole in varie zone, specialmente nell'Italia peninsulare (Monte Amiata) ed insulare (Etna). Si completò il sollevamento delle catene montuose formatesi con il corrugamento alpino, che in realtà dura tuttora.

Nel Quaternario vi sono abbassamenti ed innalzamenti notevoli del lmm dovuti all'eustatismo (**movimenti eustatici**). Si stima che in Adriatico ci siano state oscillazioni dell'ordine di 100 m (sviluppo del **carsismo**).

Un altro fenomeno importante in questo era è l'**isostasia** collegata all'abbassamento del territorio per effetto del peso della calotta glaciale ed al sollevamento (ancora in atto) una volta che la calotta si scioglie (Scandinavia).

## • PLEISTOCENE (2,6 Ma – 10 000 anni)

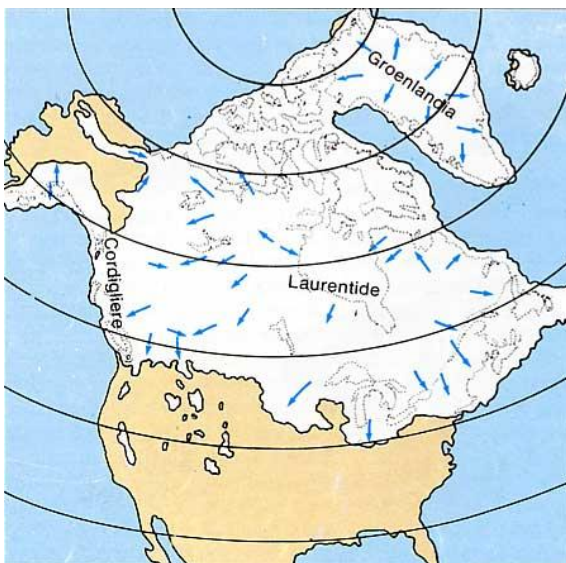
Il Pleistocene ha inizio 2,58 milioni di anni fa e termina **convenzionalmente** 10 000 anni fa.

Il Pleistocene viene diviso in: Gelasiano, Pleistocene inferiore, Pleistocene medio e Pleistocene superiore, ma per gli ultimi tre vengono spesso utilizzati i nomi italiani rispettivamente di Calabrian, Ioniano e Tarantiano. Oltre a questa suddivisione internazionale, molte suddivisioni regionali sono state usate in diverse parti del mondo. Di solito queste rappresentano localmente periodi riconosciuti di freddo (glaciale) e caldo (interglaciale). L'ultimo periodo glaciale finisce con il freddo sottostadio del Dryas recente (**Younger Dryas**).

Il Pleistocene inferiore e medio corrisponde al periodo del paleolitico inferiore (*Homo habilis* e *Homo erectus*), mentre il Pleistocene superiore ai periodi del paleolitico medio e superiore (*Homo neanderthalensis*, *Homo sapiens*). La fine del Pleistocene coincide con l'arretramento dell'ultimo ghiacciaio continentale, corrispondente alla fine dell'età paleolitica usata in archeologia.

### Le glaciazioni pleistoceniche

Il clima del Pleistocene fu segnato da ripetuti cicli glaciali, con alcune zone dove i ghiacciai continentali si spingevano fino al 40° parallelo. Si è stimato che, durante l'estensione massima dei ghiacciai, il 30% della superficie della Terra fosse coperto dal ghiaccio (oggi solo il 10%). Inoltre, una zona di permafrost si estendeva verso sud dal margine della calotta glaciale, per poche centinaia di chilometri nel Nord America e molte centinaia di chilometri in Eurasia. La temperatura media annuale al margine del ghiacciaio era  $-6^{\circ}\text{C}$ ; al bordo del permafrost,  $0^{\circ}\text{C}$ .



*Estensione della calotta glaciale dell'America Settentrionale e della Groenlandia durante l'ultima glaciazione; le frecce indicano le principali direzioni di movimento dei ghiacciai, ricostruite specialmente osservando le striature lasciate sulle superfici di rocce in posto (da Trevisan e Tongiorgi; da Leonardi, ridisegnata).*

Gli effetti delle glaciazioni furono globali. L'Antartico fu circondato da ghiacci per tutto il Pleistocene, come lo era stato nel precedente Pliocene. Le Ande erano coperte a sud dalla calotta glaciale della Patagonia. C'erano ghiacciai in Nuova Zelanda e Tasmania. Dove oggi si registrano ghiacciai in fase di riduzione, durante le fasi glaciali erano ben più estesi. Nell'emisfero settentrionale, molti ghiacciai si fusero assieme. Il Ghiacciaio della Cordillera copriva il Nord America nord-occidentale; ad est le terre venivano coperte dall'immenso Laurentide. Il ghiacciaio continentale finno-scandinavo si estendeva nel Nord Europa, e copriva la Gran Bretagna; le intere Alpi erano ricoperte dai ghiacciai alpini. In Italia i margini dei

ghiacciai alpini raggiunsero la zona a sud del Lago di Garda. Sparse calotte (*domes*) si estendevano attraverso la Siberia e la piattaforma artica. I mari settentrionali erano ghiacciati.

Le aree continentali delle basse latitudini che non furono raggiunte dai ghiacciai furono interessate da fasi Pluviali e Interpluviali. Quindi a sud dei ghiacciai continentali, si accumulavano grandi laghi poiché gli sbocchi erano bloccati e l'aria più fredda rallentava l'evaporazione. Il centro-nord del Nordamerica era totalmente coperto dal Lago Agassiz. Oltre 100 bacini, adesso prosciugati o quasi, erano traboccanti nell'ovest americano. Un grande lago, per esempio, era situato dove adesso c'è il Grande Lago Salato. In Eurasia, grandi laghi venivano a svilupparsi dal deflusso dei ghiacciai. I fiumi erano più grandi, con una portata più abbondante. I laghi africani erano più pieni, favoriti dalla diminuita evaporazione. I deserti d'altra parte era più aridi e più estesi. Le precipitazioni piovose erano più scarse a causa del diminuito apporto dell'evaporazione sia oceanica che dalle acque interne.

Ogni avanzamento del ghiaccio immobilizzava un enorme volume di acqua nei ghiacciai continentali spessi 1500–3000 m, mentre contemporaneamente il livello del mare si abbassava di 100 m o più su tutta la superficie della Terra. Durante i periodi interglaciali, come pure attualmente, le sommersioni delle linee costiere erano usuali, mitigate dai movimenti isostatici o dall'emergere di alcune regioni. Si stima che la conversione dell'acqua in ghiaccio determinò variazioni del livello marino che si abbassò alla quota media di 120 m sotto quello attuale. Nel Mediterraneo ciò provocò il prosciugamento dell'Adriatico centrosettentrionale (linea di costa all'altezza di Ancona).

Sono stati identificati **undici eventi glaciali maggiori**, assieme a molti altri minori. Un evento maggiore è un'escursione generale glaciale, definita propriamente "glaciale" e separata dagli **"interglaciali"**. Durante un glaciale, il ghiacciaio è soggetto a ridotte escursioni sia in avanzamento che in arretramenti. L'escursione minore è una **"stadiale"** (freddo), confinata tra periodo **"interstadiale"** (temperato). L'Ultimo Massimo Glaciale (**LGM: Last Glacial Maximum**) ha avuto il suo culmine 18 000 anni fa ed ha comportato la massima espansione dei ghiacci pleistocenici. Nelle aree a clima tropicale glaciali ed interglaciali vengono definiti **pluviali ed interpluviali**.

Questi eventi sono definiti in modo differente nelle diverse regioni della glaciazione, le quali hanno la loro propria storia glaciale in funzione della latitudine, terreno e clima, anche se c'è una generale corrispondenza fra glaciali in diverse regioni. Gli scienziati spesso cambiano i nomi se la geologia glaciale di una regione è in fase ancora di definizione. Tuttavia, generalmente non è corretto applicare il nome del glaciale di una regione ad un'altra.

**IL Quaternario alpino** è suddiviso nei seguenti glaciali:

Donau (1.500.000  $\geq$  1.000.000); Günz (650.000  $\geq$  500.000); Mindel (400.000  $\geq$  300.000); Riss (200.000  $\geq$  120.000); Würm (75.000  $\geq$  10.000)  
alternati a 4 interglaciali (Donau-Gunz; Günz-Mindel; Mindel-Riss; Riss-Würm)

La glaciazione nel Pleistocene fu una serie di glaciali e interglaciali, stadiali e interstadiali, rispecchiante i cambiamenti climatici periodici. Attualmente si ritiene che il principale fattore attivo nella ciclicità del clima siano i **cicli di Milankovitch**. Questi sono variazioni periodiche nella radiazione solare regionale, causate dalla somma dei molti cambiamenti che si ripetono nei movimenti della Terra.

I cicli di Milankovitch tuttavia non possono essere il solo fattore poiché essi non spiegano l'inizio e la fine dell'era glaciale del Pleistocene, o il ripetersi delle ere glaciali. Inoltre sono di difficile applicazione nelle glaciazioni del passato: sembrano funzionare meglio dentro il Pleistocene, predicendo una glaciazione una volta ogni 100 000 anni.



**Altri fattori** determinanti per il verificarsi delle glaciazioni sono: la variazione della **composizione dell'atmosfera** (in particolare la quantità di biossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) e metano (CH<sub>4</sub>)); la **variazione dell'orbita del Sole** all'interno della Via Lattea; i **movimenti delle placche tettoniche** che determinano la posizione dei continenti sulla superficie terrestre; **variazioni dell'attività solare**; le **eruzioni vulcaniche** e l'eventuale **impatto di meteoriti**.

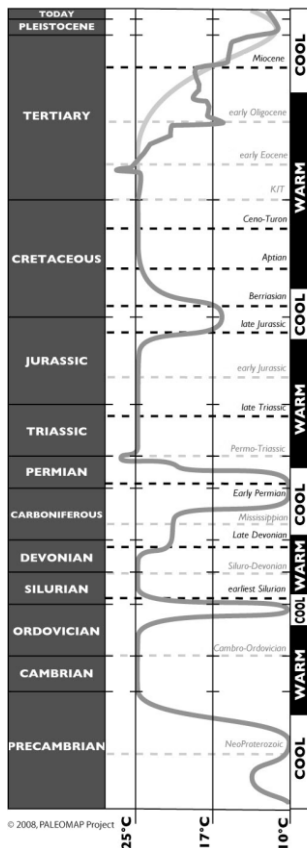
- **OLOCENE (10 000 y BP – oggi)**

L'**Olocene** è l'epoca geologica più recente, quella in cui ci troviamo oggi e che ha avuto il suo inizio alla fine dell'ultimo periodo glaciale (freddo sottostadio del Dryas recente - **Younger Dryas**). Nell'Europa e Nord America, l'**Olocene** viene suddiviso in 5 stadi basati sulle fluttuazioni climatiche.

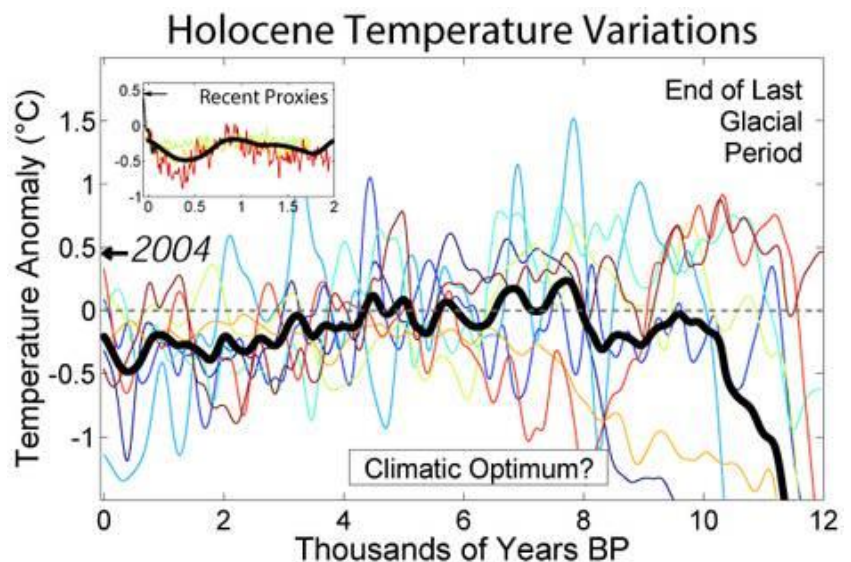
- Preboreale (10 ka - 9 ka), (ka= 1.000 anni): primo periodo di riscaldamento successivo all'ultima glaciazione
- Boreale (9 ka - 8 ka),
- Atlantica (8 ka - 5 ka),
- Subboreale (5 ka - 2.5 ka)
- Subatlantica (2.5 ka - presente).

Nell'Olocene, vengono poi anche usati i periodi dello sviluppo tecnologico umano come il **Mesolitico**, **Neolitico** e **l'Età del Bronzo**. Tuttavia, i periodi di tempo a cui ci si riferisce con questi termini variano in funzione della differente comparsa di quelle tecnologie nelle diverse aree del mondo.

Il passaggio **all'Età del ferro** varia nelle diverse zone d'Europa: in alcune regioni si data all'XI sec. a.C., ed in Italia intorno al IX. Poi si può parlare di **Era Moderna** (dal 1492 in poi), di **Era Industriale** (dal 1750 in poi) e di **Era Atomica** (dal 1945 in poi). Infine il **Terzo Millennio**: oggi.



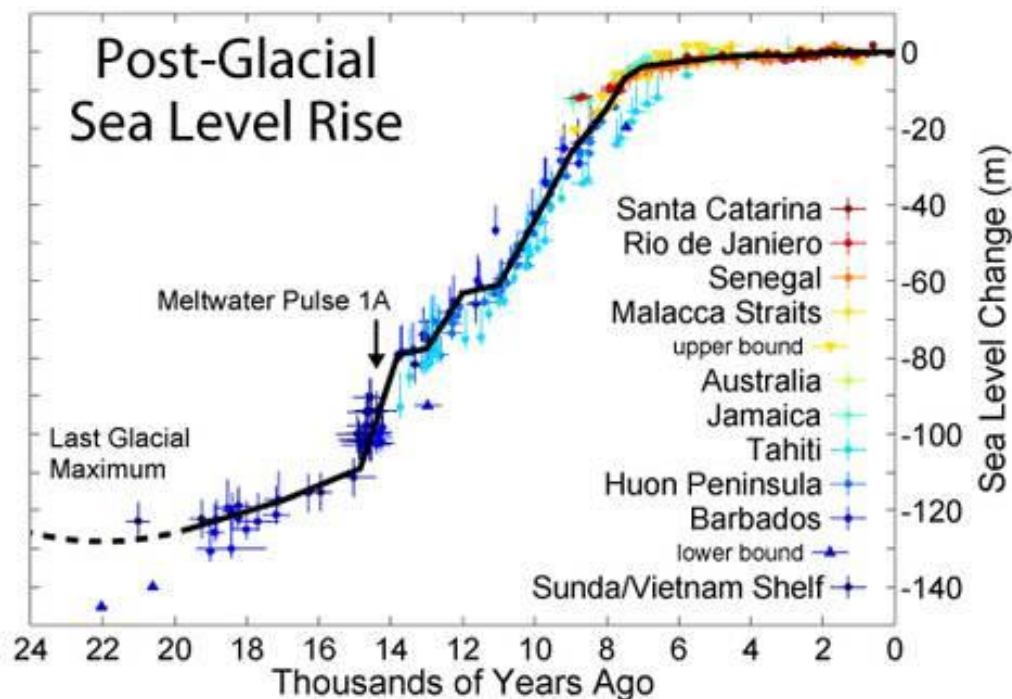
L'Olocene quindi è quanto resta della storia della Terra dopo la fine dell'ultima glaciazione. In seguito al ritiro dei ghiacciai si formarono estesi depositi morenici e grandi torbiere ed estese formazioni di travertino. Il clima si mitigò definitivamente, giungendo alle condizioni odierne. Alla condizione attuale però si è arrivati alternando ancora fasi più calde a fasi più fredde..





Climaticamente, infatti, l'Olocene può essere anche suddiviso equamente nei periodi di **Ipsotermico** (detto anche Ottimo Climatico Olocenico: 9000-5500 anni fa circa) e **Neoglaciale**; il confine coincide con l'inizio dell'Età del Bronzo nella civiltà Occidentale.

L'ipsotermico fu un periodo di riscaldamento in cui il clima globale divenne più caldo. Ad ogni modo, il riscaldamento non fu probabilmente uniforme nel mondo. Questo periodo finì circa 5500 anni fa, quando le più arcaiche civiltà umane in Asia e in Africa iniziavano a fiorire, terminando con un irrigidimento climatico che porta al Neoglaciale (prima importante fase di riavanzata glaciale nell'Olocene). Ci fu un periodo ancora leggermente più caldo dal X-XIV secolo noto come il periodo caldo medioevale: **il periodo a cavallo tra l'Alto e il Basso Medioevo conobbe un clima eccezionalmente mite** (i Vichinghi attraversarono l'Atlantico del Nord e colonizzarono la Groenlandia battezzata appunto "terra verde" perché la vedevano in gran parte sgombra dai ghiacci) ed alcune isole canadesi). **Dal XIV alla metà del XIX secolo** sulla Terra si abbatté la cosiddetta «**piccola glaciazione**», con un generale regresso delle temperature con tre picchi negativi negli anni 1650, 1770 e 1850, data indicata come la fine della Piccola età glaciale (o LIA: Little Ice Age). Dalla fine del settecento in poi, l'immissione di anidride carbonica nell'atmosfera in seguito alla rivoluzione industriale ha causato **un aumento dell'effetto serra** e di conseguenza un deciso innalzamento delle temperature, che dura tuttora con tutti i problemi ad esso connessi (tifoni tropicali anche alle ns latitudini, innalzamento del livello del mare, desertificazione ecc.)

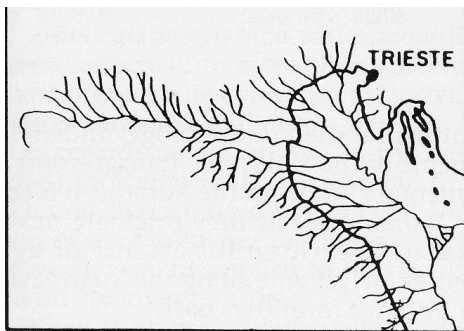


La fusione del ghiaccio causò un **innalzamento del livello del mare** di circa 20 m nella prima parte dell'Olocene e in totale di 120 m dall'ultima glaciazione. L'aumento del livello del mare non fu un processo lineare e uniforme, ma alternò fasi di rapido disgelo ad altre di

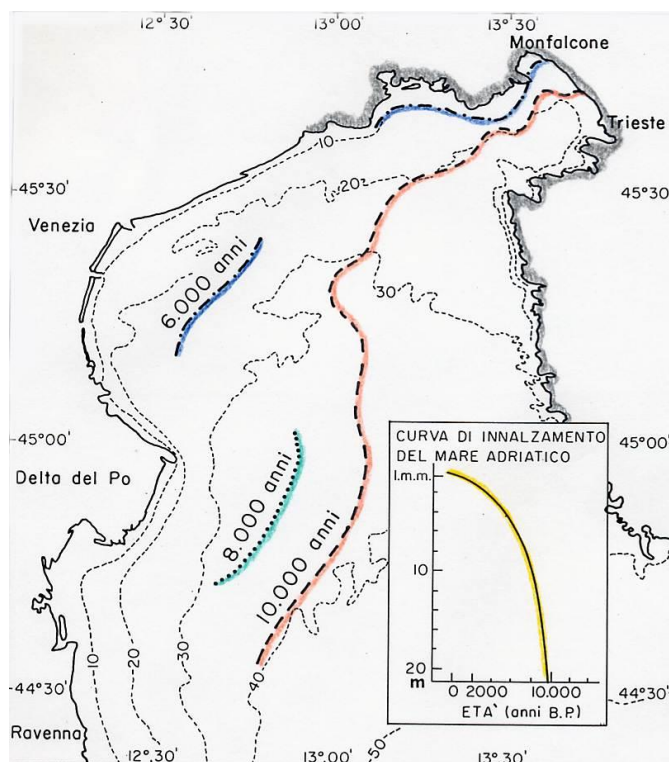
scongelo progressivo. La maggior parte della crescita delle acque è avvenuta prima di 6.000 anni fa.

Le terre che erano emerse quando il livello del mare era più basso, avevano permesso una serie di collegamenti nell'area dello stretto di Bering (fra Siberia e Alaska), del Canale della Manica (fra isole britanniche e continente europeo), lo Stretto di Malacca (tra Malesia e Sumatra), lo Stretto della Sonda (tra l'Isola di Giava e Sumatra) e altri. Con l'innalzamento del lmm tutto ritorna sotto acqua.

Nelle due figure che seguono vengono riportate, ad esempio, le variazioni delle linee di riva nell'Alto Adriatico nell'Olocene: circa 18000 anni fa in coincidenza con l'ultimo acme glaciale, il livello del mare era molto più basso di quello attuale (secondo alcuni autori 65, altri 80, altri ancora 100 m): l'antica pianura padana si estendeva fino alla latitudine di Ancona-Pescara).



Durante il Wurm 18-23000anni fa, il golfo di TS e l'attuale bassa pianura veneto-friulana erano un'ampia piana alluvionale solcata ad oriente dai principali fiumi del sistema isontino (Isonzo, Natisone, Torre), dal Timavo e dai fiumi minori dei rilievi del carso TS e dell'Istria. La vegetazione era molto rada con notevole presenza di praterie abbinata a piante di paludi e acquitrini di acqua dolce (ambiente di tipo steppico: formazione di torbe per accumulo di sostanza organica).



Durante il postglaciale cessa la fase di alluvionamento dell'alta paleopianura e nella parte più meridionale inizia l'ingressione marina: il sistema fluvio-deltizio-lagunare costiero viene progressivamente sospinto vs la posizione attuale. L'innalzamento avviene con fasi parossistiche (stasi, brevi regressioni...).

Inoltre, molte aree oltre il 40° parallelo di latitudine nord che si erano abbassate a causa del peso dei ghiacciai del Pleistocene, si risollevarono per un'altezza fino anche a 180 m tra il tardo Pleistocene e l'Olocene; questo processo di sollevamento sta ancora continuando.

La vita animale e vegetale non si è evoluta molto durante il relativamente breve Olocene, mentre furono più importanti gli spostamenti nella distribuzione di piante e animali. La flora si stabilizza nelle forme attuali. Scompaiono gli uccelli giganteschi nonché i proboscidi mastodontici. Mammut, rinoceronti lanosi, orsi delle caverne, cervi giganti, tigri dai denti a sciabola vennero spazzati via dal mutamento climatico al termine delle glaciazioni, ma soprattutto dall'intensa caccia operata dall'uomo moderno. È l'epoca del definitivo sviluppo dell'*Homo sapiens*, l'unico sopravvissuto del genere *Homo*, e destinato a diventare in breve tempo con la sottospecie ***Homo sapiens sapiens*** l'essere dominante del pianeta.

**Principali fonti internet consultate:**

[http://www.fmboschetto.it/didattica/Anno\\_della\\_Terra/](http://www.fmboschetto.it/didattica/Anno_della_Terra/)

<http://www.ucmp.berkeley.edu/help/timeform.html>

.... Wikipedia

# DOMANI .....

...ma.... che cos'altro ci riserva la storia della Terra?

Il risultato dei dati raccolti da RING (Rete Integrata Nazionale Gps, progetto dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)) è che l'Italia, **viaggia alla velocità media di circa un centimetro l'anno cioè di un metro al secolo**: è come stare su una grande zattera che va alla deriva, contesa da correnti che tirano in ogni direzione, a rischio di sfasciarne la struttura. Infatti la « zattera Italia », sotto l'effetto di forze contrastanti, non si comporta come un corpo rigido, **ma ogni regione ha un suo moto proprio diverso da quello delle altre, per cui essa si sta progressivamente disarticolando**. Ad esempio, quasi tutta la **Sicilia**, compressa dalla convergenza dell'Africa, va alla **deriva verso nordovest**, ma un'altra verso nordest, ed infatti l'isola di Ustica, a Nord di Palermo, sta quasi ferma, avvalorando l'ipotesi che faccia parte della più stabile zolla geologica Europea. Sul versante di Messina, improvvisamente, la freccia della velocità cambia direzione e punta **verso nordest, causando una vistosa deformazione nella zona dello Stretto**. In effetti l'area dello Stretto di Messina è un vero rompicapo geologico: le due sponde, la siciliana e la calabra, viaggiano in parallelo verso nord Est, ma con velocità differente, e nello stesso tempo si sollevano. Dunque **lo Stretto dovrebbe essere destinato a trasformarsi in un istmo, ma solo più o meno fra centomila anni**. Le stesse forze che stanno deformando questa parte dell'Italia, purtroppo, stanno anche ricaricando la faglia dello Stretto che generò il terremoto del grado 7,1 della Scala Richter del 28 dicembre 1908, e quindi occorre restare sempre all'erta. **Invece lo stivale è in moto verso est, lasciando presagire che, fra centinaia di migliaia di anni, il Mare Adriatico sarà cancellato e la nostra Penisola andrà a collidere con i Balcani**. Molto complesse sono le forze che agiscono sulla catena appenninica: le velocità misurate sulla costa adriatica sono doppi o tripli rispetto a quelli della costa tirrenica, con il risultato che **gli Appennini subiscono un vero e proprio stiramento lungo una direzione perpendicolare all'asse della catena: e così, ogni anno Roma si allontana di alcuni millimetri da Pescara, e Napoli da Bari**. Nel frattempo una porzione di crosta relativamente rigida, la cosiddetta **microplacca Adria, formata dalla Pianura Padana e dalla parte settentrionale dell'Adriatico, sta ruotando in senso antiorario attorno a un perno ideale posto più o meno all'altezza di Torino**. Soltanto la Sardegna sembra restare relativamente immobile. Proprio l'esistenza di un gran numero di microplacche sotto il nostro paese giustifica l'alto numero di terremoti distruttivi che lo hanno colpito nel corso degli ultimi secoli.

**E nel resto del mondo?**

Fin d'ora si può osservare che si stanno aprendo due grandi **rift valley**, quella africana che contiene il mar Rosso e si prolunga fino ai grandi laghi equatoriali, e quella che sta suddividendo la penisola californiana dal resto del continente nordamericano (la famosa faglia di Sant'Andrea). Si può dunque pensare che, nel corso dei prossimi milioni di anni, **l'Africa orientale si separerà dal resto del continente, formando un'isola autonoma**, e così farà **la California, che scivolerà verso nord**. Intanto l'Africa continuerà a spostarsi progressivamente verso nord, per



cui il **Mediterraneo finirà per chiudersi**, con il conseguente cozzo fra Africa ed Eurasia a formare l'unico continente di **Afroeurasia**, e lo svilupparsi di un'orogenesi che potrebbe sollevare montagne alte come l'Himalaya là dove una volta c'erano le ridenti spiagge mediterranee. Anche l'Australia finirà per cozzare contro l'Asia con una ulteriore nuova orogenesi, mentre

l'Atlantico si aprirà ulteriormente; ecco dunque come potrebbe apparire il mondo tra 50 milioni di anni:

Poi, c'è chi dice che l'Atlantico del Nord comincerà a richiudersi, e l'Afroeurasia andrà a cozzare contro il Nordamerica, formando così **tra 200-250 milioni di anni** un nuovo supercontinente che i geologi hanno chiamato **Pangea Ultima**.

Ed intanto, **alla vita che accadrà?** Quali organismi si estingueranno? Per causa dell'uomo? I mammiferi continueranno la loro flessione, che come abbiamo visto è iniziata nel Miocene, e fra cento milioni di anni saranno tutti estinti, sostituiti da chissà quale nuova classe di animali? E l'**uomo** conquisterà lo spazio o si autodistruggerà prima a furia di giocare alla guerra? Si estinguerà senza lasciare discendenti in seguito ad una futura crisi dell'Iridio, come è accaduto ai dinosauri, oppure darà vita ad un'ulteriore razza ominide, dando ragione alla *boutade* di Konrad Lorenz secondo cui «l'anello di ricongiunzione tra l'Homo erectus e l'Homo sapiens siamo noi »?

**Ed un giorno ancor più lontano, che accadrà?**

**Tra 5 miliardi di anni** la Terra verrà inglobata dal Sole, reso gigantesco dall'esaurimento dell'idrogeno e dalla combustione dell'elio, oppure continuerà ad orbitare come un relitto attorno alla sua stella madre, mentre la Galassia di Andromeda, avvicinatasi notevolmente alla nostra, invaderà quasi tutto il cielo visibile? **Entro 10 miliardi di anni** anche il Sole morirà, riducendosi ad una nana fredda e bianca? **In capo a 100 miliardi di anni** al posto della Via Lattea e della Galassia di Andromeda ci sarà solo una supergalassia sferica, risultato della fusione di tutto il "Gruppo Locale" di Galassie? Ciò che resta della Terra continuerà a vagare in solitudine nelle regioni più periferiche di questa galassia enorme, mentre l'espansione dell'universo avrà portato le altre galassie così lontane da renderle praticamente invisibili? E l'universo continuerà ad espandersi all'infinito, tanto che **fra 100.000 miliardi di anni** anche l'ultima stella si spegnerà, e il cosmo diverrà oscuro come la morte, fatta eccezione per la debole luminescenza dei buchi neri? Oppure l'universo intero si ricontrarrà in un futuro che nessuno può datare, per dare vita ad un nuovo Big Bang, in una palingenesi che non avrà mai fine?

Tutto è possibile. Ma, prima che tutto ciò abbia avuto luogo, la terra ed i suoi abitanti subiranno tanti e tanti altri cambiamenti: i monti saranno dilavati e trascinati verso il mare, i fiumi avanzeranno con le loro foci dentro l'oceano, i terremoti squasseranno la terra, i vulcani erutteranno, i continenti continueranno a muoversi, i ghiacciai avanzeranno e retrocederanno molte volte, ...e gli uomini??