

PALEOGEOGRAFIA

Le dinamiche della crosta terrestre nel corso di milioni di anni hanno notevolmente influenzato l'assetto attuale della fauna e della flora. Risulta così importante ricostruire i passaggi fondamentali di tale evoluzione geografica.



La paleobiogeografia fornisce modelli ecologici per interpretare le unità biogeografiche del passato

ERE, PERIODI EVENTI...

Eone	Era	Periodo	Myr inizio	Eventi
F A N E R O Z O I C O	Quaternario	Olocene	0.01	Ultimo post-glaciale
		Pleistocene	1.6	Glaciazioni
		Pliocene	5	Formazione della penisola italiana
	Cenozoico	Miocene	23	Crisi di salinità nel Mediterraneo
		Oligocene	36	Orogenesi alpina
		Eocene	53	Raffreddamento graduale
		Paleocene	65	Sviluppo Mammiferi
		Cretaceo	135	Sviluppo Angiosperme
	Mesozoico	Giurassico	205	Primi Uccelli
		Triassico	250	Clima caldo secco
		Permiano	290	Sviluppo di Rettili e Cicadofite
	Paleozoico	Carbonifero	355	Foreste caldo-umide. Anfibi
		Devoniano	410	Primi Insetti e Pesci
		Siluriano	438	Primi organismi terrestri
Ordoviciano		510	Vertebrati agnati	
Cambriano		570	Esplosione di forme viventi	
PROTEROZOICO			2500	Primi eucarioti
ARCHEANO			4000	Prime tracce di vita
ADEANO			4800	Nascita della Terra
GAMOWIANO			15000	Formazione dei corpi celesti
PLANCKIANO			15000	Big Bang



STORIA DELLA TERRA: GLI EONI

- ADEANO:** da 4.8 a 4 miliardi di anni. Le condizioni del pianeta sono assolutamente inadatte alla vita
- ARCHEANO:** da 4 a 2.5 miliardi di anni. Zonazione della terra in nucleo-mantello-crosta. Cominciano a crearsi i *cratoni*, le primitive piattaforme continentali. Presenza dei primi organismi viventi
- PROTEROZOICO:** da 2.5 miliardi a 570 milioni di anni. Sono rimaste rocce sedimentarie ben conservate da permettere uno studio stratigrafico vero e proprio. Fossili in quantità maggiore e meglio conservati. Comparsa degli eucarioti e dei primi organismi pluricellulari
- FANEROZOICO:** da 570 milioni di anni fa ad oggi. Eone con fossili più numerosi. Suddiviso in 4 ere

LA DERIVA DEI CONTINENTI

Alfred Wegener (1880-1930) “Die Entstehung der Kontinente und Ozeane” (1915 versione ampliata di un suo scritto del 1912) - La teoria della deriva dei continenti: tappa fondamentale anche in biogeografia, sebbene in seguito a Wegener venne meglio definita attraverso modelli teorici che Wegener non riuscì a mettere a punto.

Esistono 8 placche principali o zolle rigide che si spostano. Nel corso della storia della Terra i continenti si sarebbero uniti più volte in un unico supercontinente per poi riframmentarsi e quindi riunirsi ciclicamente.

GLI STUDI PREGRESSI

Numerose furono le teorie che nel passato cercarono di spiegare l'evoluzione della crosta terrestre, queste, sebbene alla luce delle nuove scoperte ci possono sembrare tanto inverosimili e irrealistiche, hanno avuto un importante funzione nel costruire l'indispensabile substrato per lo sviluppo delle moderne teorie.

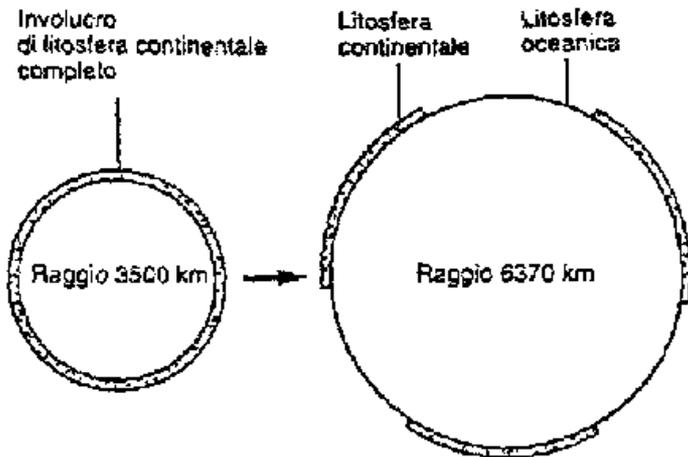
GLI STUDI PREGRESSI

Ai primi geologi che si occuparono di problemi strutturali doveva logicamente apparire più evidente l'esistenza di spinte verticali, sia che esse fossero dovute a faglie, a sprofondamenti o a spinte di magmi salienti. Queste idee vennero sanzionate nella teoria, divenuta classica, dei "crateri di sollevamento" di L. von Buch, che spiegava il sorgere delle catene montuose come dovute alla spinta, dal basso verso l'alto, di imponenti batoliti.

All'inizio dell'800 si andò precisando la Teoria della **contrazione per raffreddamento del globo terrestre** che provocherebbe il corrugarsi della crosta sul nucleo che si contrae ("...come la buccia di una mela avvizzita"). Fu proposta da de Beaumont e seguita da Dana, Suess, Haug e Sacco.

GLI STUDI PREGRESSI

Una della più importanti ipotesi alternative è sicuramente "L'espansione terrestre", presentata nel 1920 e in seguito adottata da parecchi geologi come il meccanismo a cui si deve la rottura dei continenti, la formazione di *riff*, continentali e la presenza di strutture distensive come le faglie normali. Sosteneva che in origine la litosfera continentale coprisse la Terra, che aveva un raggio più piccolo, ma via via che si espandeva e la sua area superficiale aumentava, la litosfera si lacerava e i frammenti si disperdevano mentre materiale del mantello scaturiva a colmare le lacune formatesi tra di essi formando gli oceani.



GLI STUDI PREGRESSI

La mobilità della crosta terrestre era una ipotesi già formulata da **Bacone** nel 1620 e ripresa da **Placet** nel 1668, ma era rimasta allo stato di intuizione.

Nel 1795, era uscita l'opera di un filosofo **James Utton**, *Theory of the Earth* che alcuni indicano come il primo comprensivo trattato che possa propriamente essere considerato una sintesi geologica invece che un'opera filosofica o un esercizio di immaginazione. Ma Utton ha sorvolato (come aveva già fatto Voltaire pochi anni prima) di fare date; non si espone, afferma che le date non hanno molta importanza. Segna comunque un punto di non ritorno perché ha esposto una quantità enorme di fatti e li ha interpretati in modo rigoroso, ha insomma creato la scienza della geologia.

GLI STUDI PREGRESSI

Lightfoot (teologo) nel 1675 aveva fissato la data di creazione della Terra con una sua certezza matematica: Dio aveva creato il mondo alle ore 9 del mattino del 26 ottobre, del 4004 a.c.

Quasi cento anni dopo, nel 1750 **Buffon** ipotizzò che la Terra aveva 75.000 anni, e affermava che la vita vi era apparsa dopo 35.000 anni.

Nel 1830 esce l'opera di **Lyell**, *Principi di Geologia*, con le prime ipotesi-rivelazioni sulla origine dei fossili si azzarda anche a formulare una datazione, mettendo così in discussione l'età della Terra, la Bibbia e perfino la leggenda del Diluvio Universale.

LA TEORIA “MOBILISTA” DI WEGENER

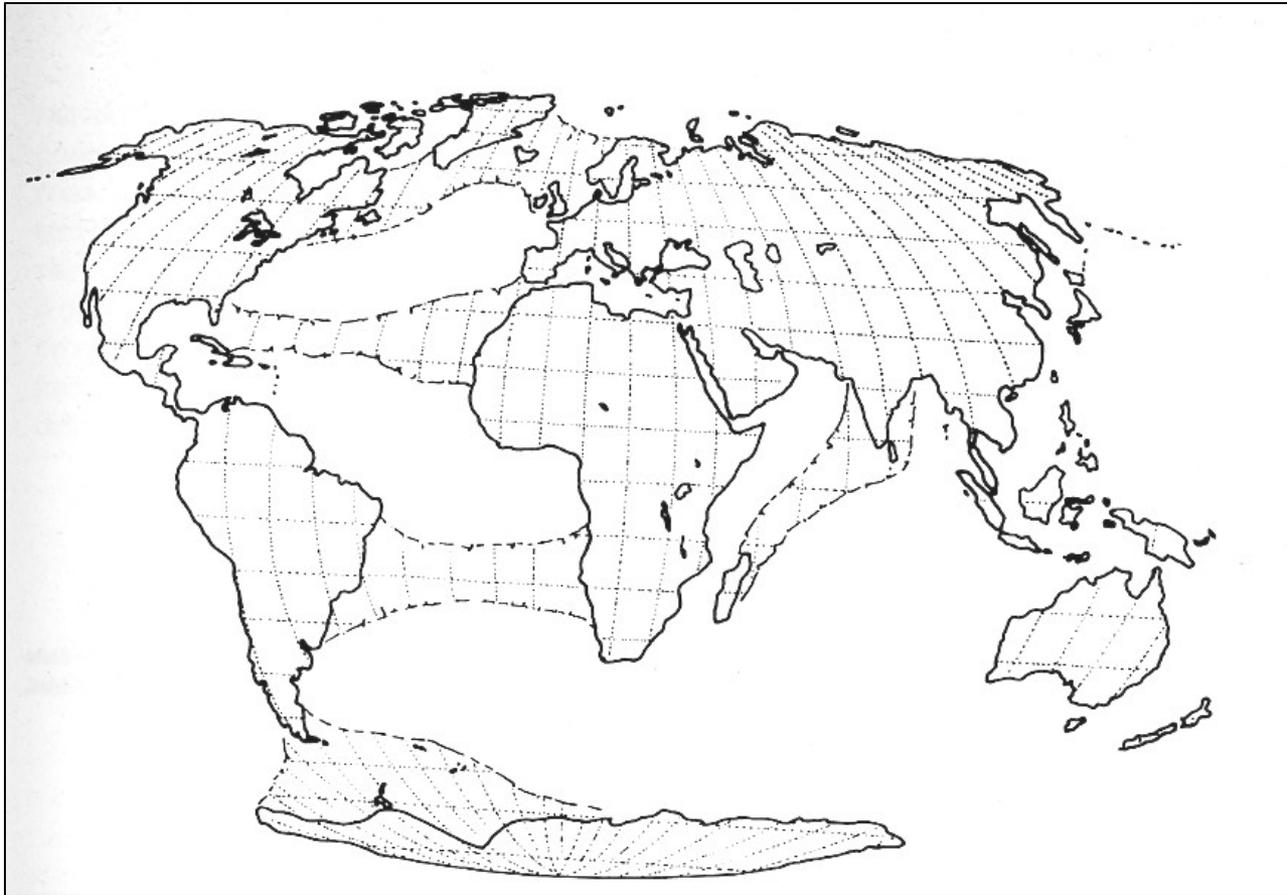
Le terre attualmente emerse costituirono all'inizio dell'Era mesozoica (circa 200 milioni di anni fa) un blocco unico che chiamò **Pangea**, circondato da un unico mare che chiamò **Pantalassia**.

In seguito a colossali fratture, la Pangea sarebbe stata spezzata in molte **zolle** (continenti e isole).

Per effetto della rotazione terrestre, le zolle continentali avrebbero subito un movimento di deriva spostandosi nella direzione della rotazione, cioè verso ovest.

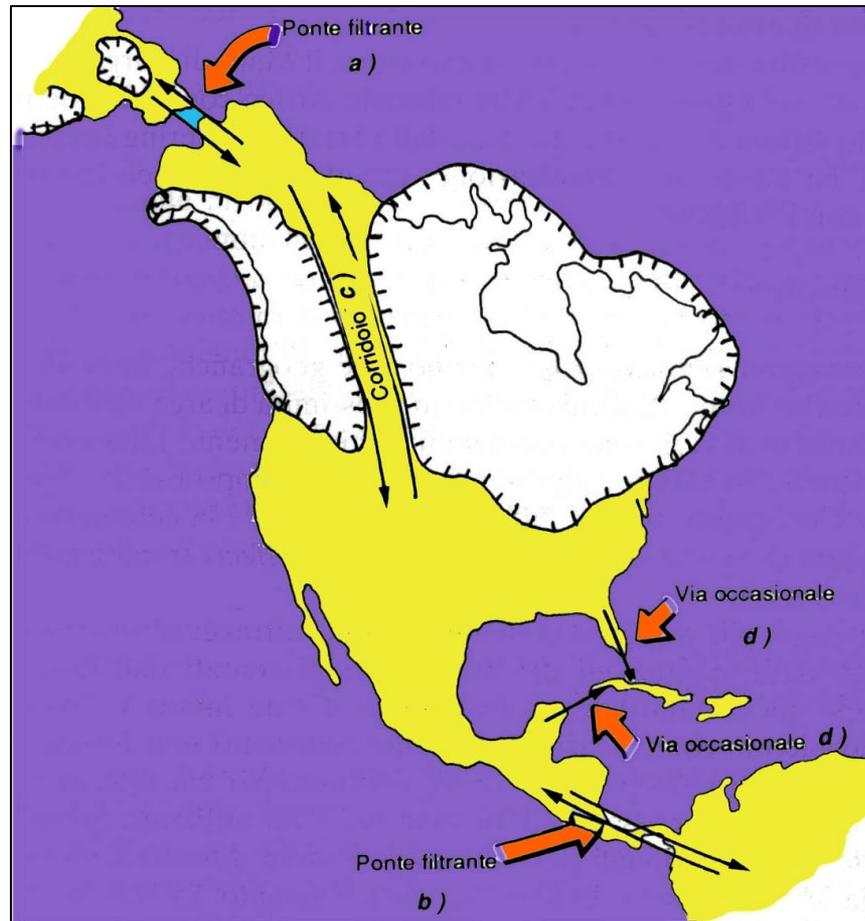
Inoltre il livello medio delle terre emerse si trova 5 km più in alto del livello medio degli oceani e le rocce dei fondali oceanici sono circa il 15% più dense di quelle dei continenti. I continenti "galleggiano" come iceberg, emergendo sopra la superficie oceanica per un settimo della loro altezza.

I PONTI CONTINENTALI...



I maggiori ponti continentali che secondo i fissisti spiegavano la distribuzione di moltissimi fossili animali e vegetali

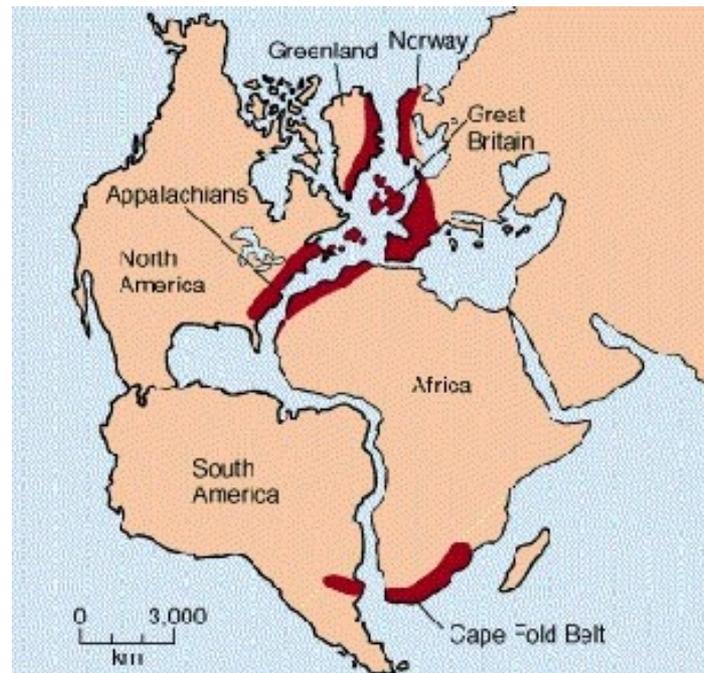
I PONTI CONTINENTALI...



Barriere e aree filtro possono esistere realmente, ma non spiegano tutto

CORRISPONDENZE GEOLOGICHE...

Riaccostando l'Africa e il Sudamerica, si può osservare che i ripiegamenti e le faglie proseguono da un continente all'altro e che analogamente le pieghe dell'Africa nord-occidentale continuano negli Appalachi canadesi.



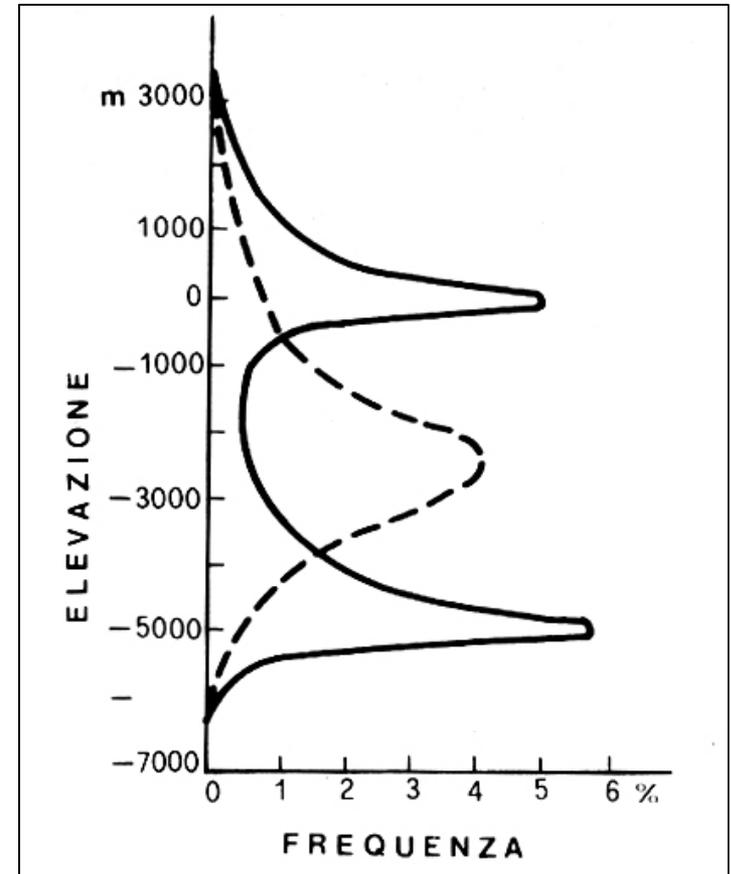
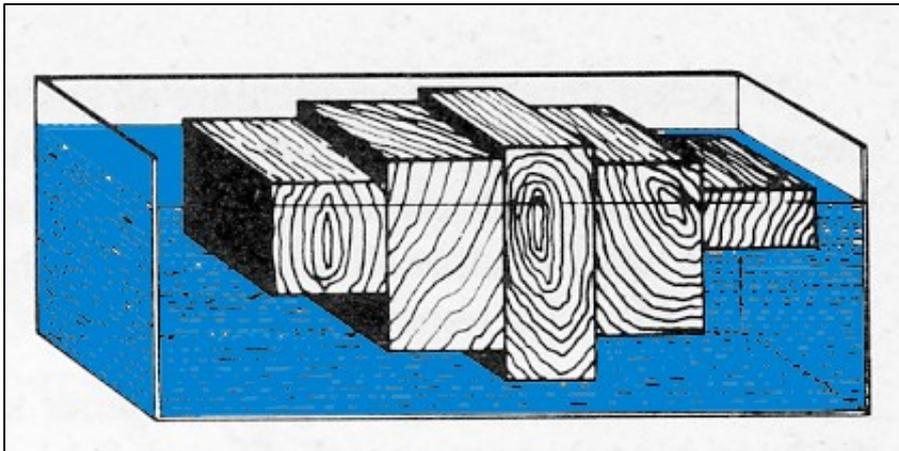
TEORIA BIMODALE DELLE QUOTE SULLE SUPERFICI TERRESTRI

Punti di discontinuità, differenze di composizione e densità nella crosta che risulta non omogenea

Isostasia, Dutton 1899

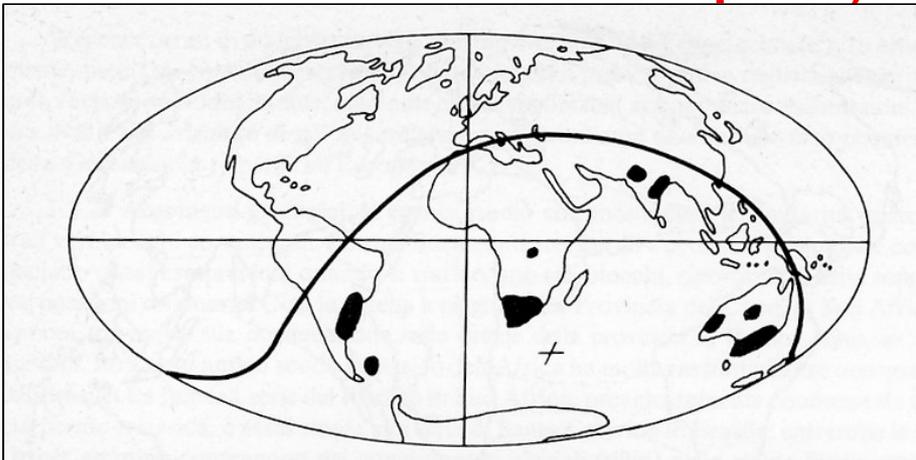
Equilibrio gravitazionale che determina l'altezza a cui si ergono le varie quote dei continenti ed oceani

Conseguenza: substrato fluido



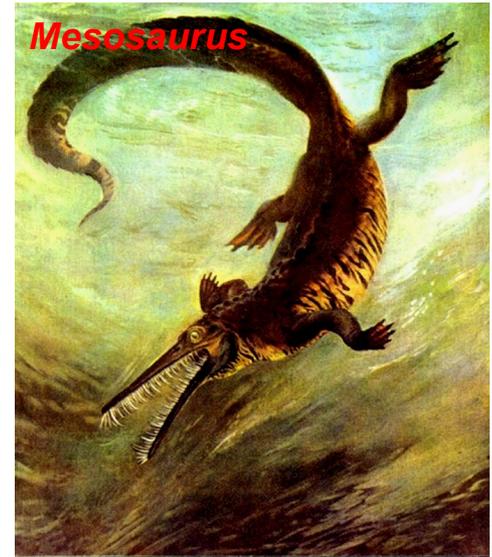
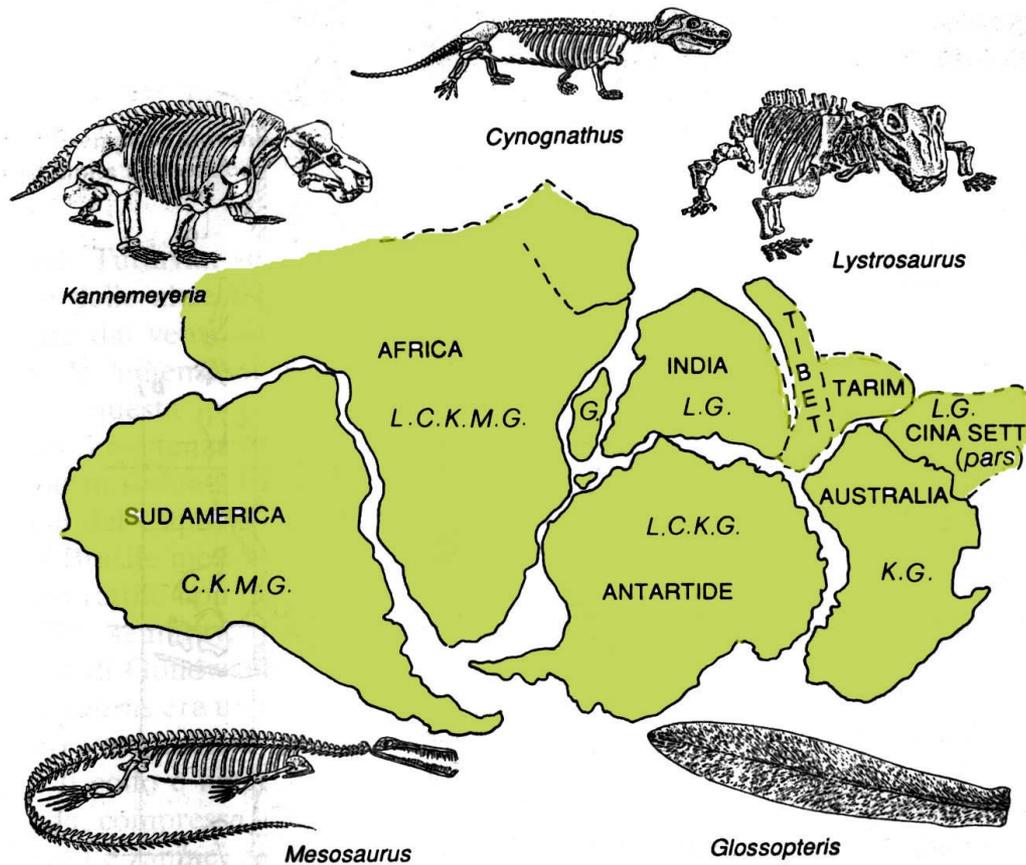
ALCUNE INDICAZIONI...

- **Similarità tra i blocchi continentali (negli anni 60 Edward Bullard con l'aiuto di processi computerizzati, fece combaciare il bordo esterno delle piattaforme continentali a circa 900 m di profondità osservando che i 2 bordi combaciano perfettamente.)**
- **Similarità del contenuto fossilifero in giacimenti molto distanti fra loro**
- **Le rocce formatesi in condizioni aride o glaciali attualmente in aree non compatibili con questi climi (tilliti o morene fossili, sicuro indizio di glaciazioni; presenza di gesso e sale ed arenarie rosse che indicano climi aridi, presenza di rocce carbonatiche che si sono formate in climi caldi e tropicali)**



I FOSSILI...

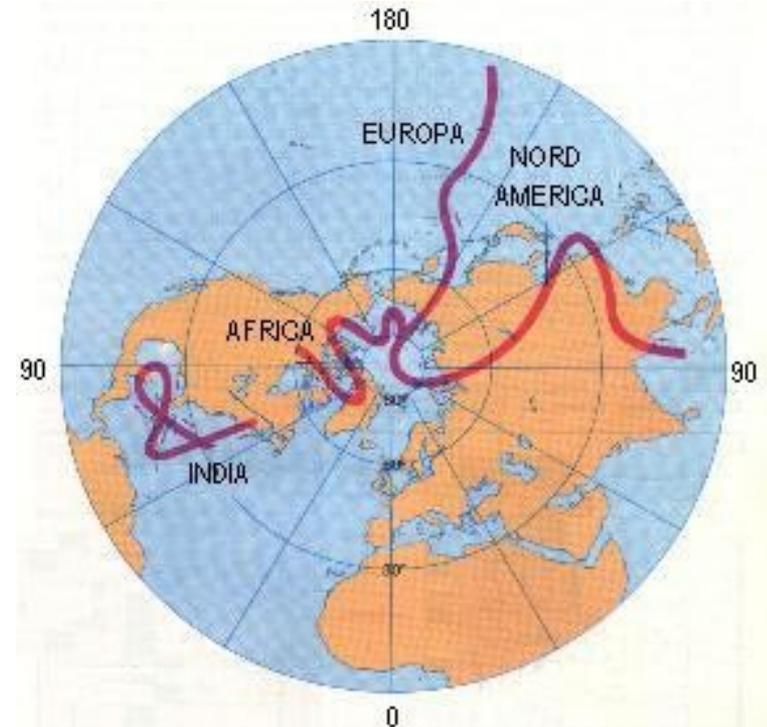
Similarità nei ritrovamenti paleontologici tra i blocchi continentali



PALEOMAGNETISMO

Paleomagnetismo e la migrazione dei poli

L'orientamento dei minerali magnetici nelle rocce dei diversi continenti indica una migrazione apparente dei poli nel tempo, siccome questo non può accadere senza stravolgere l'orbita del pianeta, devono essere stati i continenti a muoversi rispetto ai poli e non viceversa.

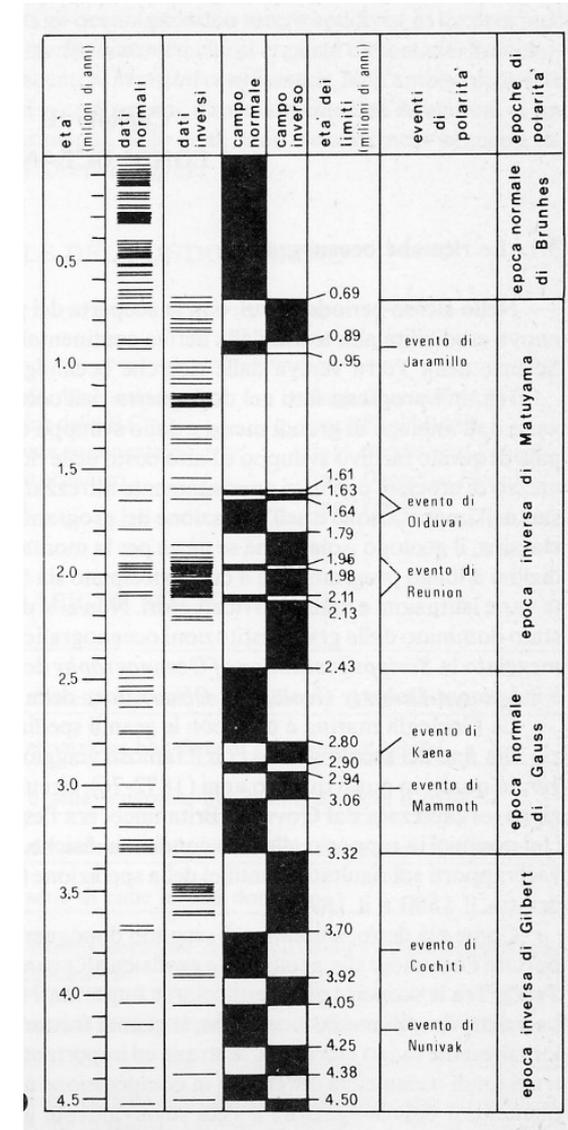


Migrazioni apparenti del Polo Nord dal cambriano ad oggi. Le tracce indicano gli spostamenti relativi dei vari Continenti.

PALEOMAGNETISMO

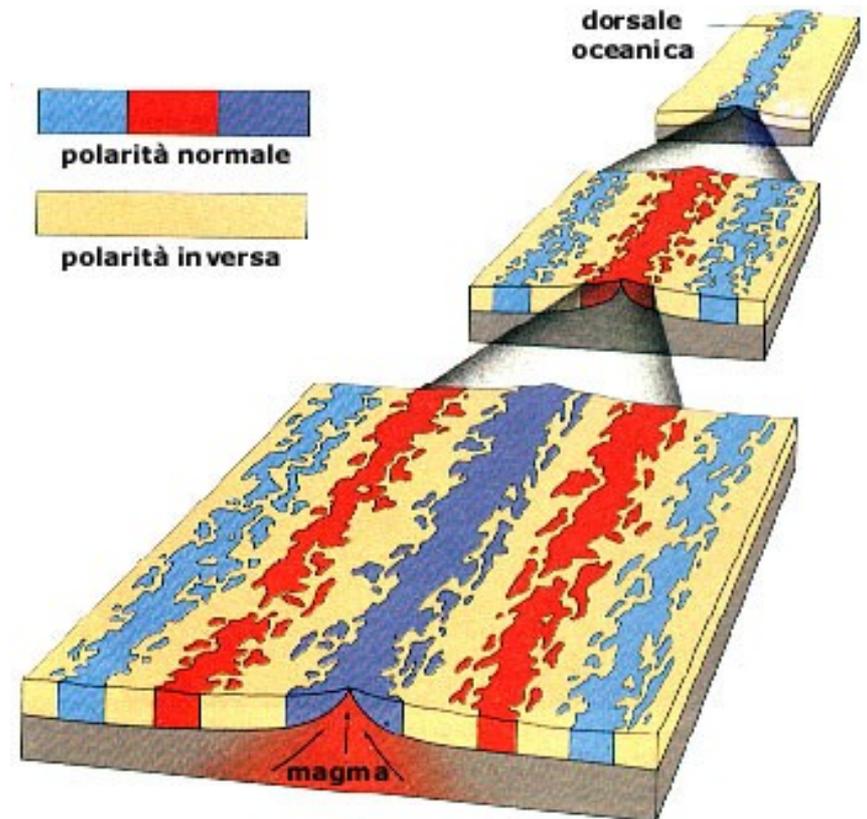
Paleomagnetismo e le inversioni magnetiche

Il campo magnetico della terra si inverte ogni 11.000 anni, così in una successione rocciosa si hanno alternanze di rocce con magnetizzazione diretta (come la attuale e inversa (Sud e Nord magnetici invertiti)



PALEOMAGNETISMO

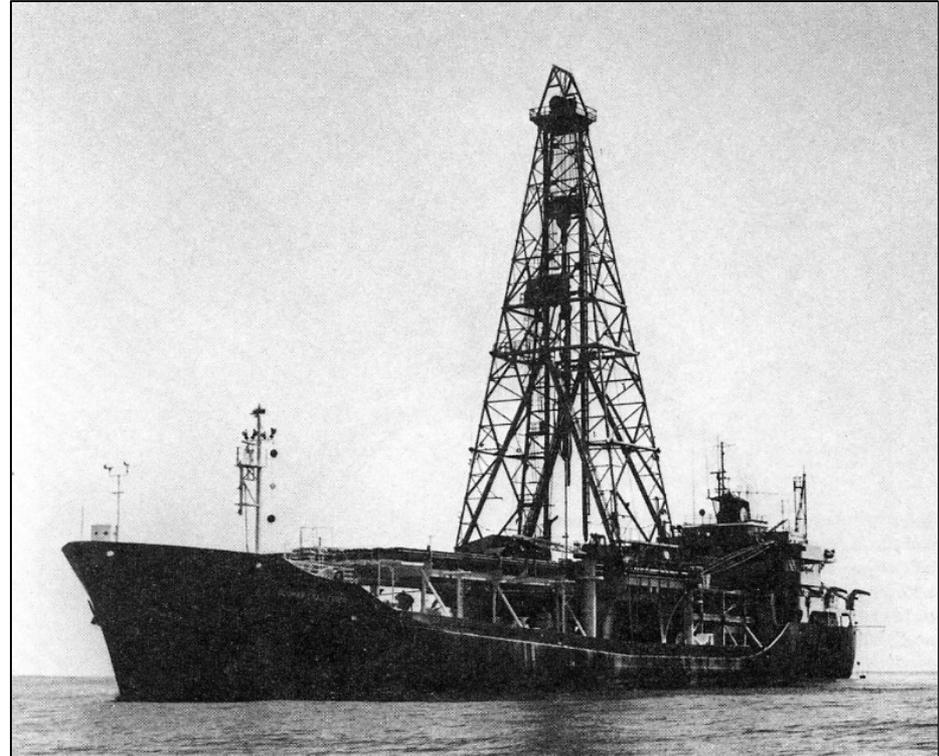
In alcune zone dei fondali oceanici e in altre zone di espansione della crosta le rocce sulla stessa quota presentano alternanza di magnetizzazione inversa e diretta.



L'ETÀ DEI SEDIMENTI OCEANICI

A partire dagli anni '60, le spedizioni delle Glomar Challenger hanno mostrato che sui fondi oceanici:

- **La composizione della crosta oceanica e quella continentale sono molto diverse.**
- **Non sono presenti sedimenti molto antichi**
- **Sono presenti catene montuose sottomarine (dorsali oceaniche)**
- **I sedimenti sono via via più antichi man mano che ci si allontana dall'asse di queste catene**



LA DORSALE OCEANICA...

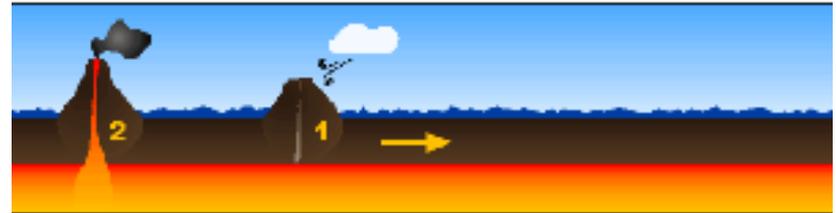
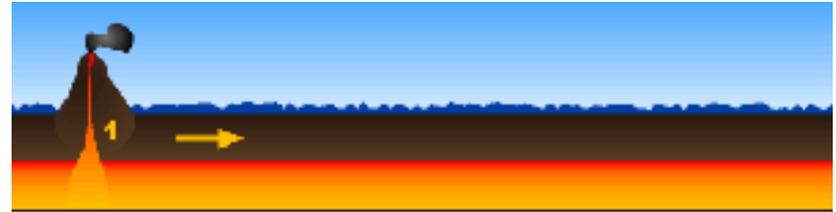
Ai piedi di questa Dorsale è stata rilevata una valle aperta verso l'interno della terra. Vi sono poi delle fratture che si dislocano trasversalmente alla Dorsale, che prendono il nome di faglie trasformi. Esse la dividono in zone segmentate, che si muovono in senso opposto. In tali zone si formano rilievi, vi sono eruzioni vulcaniche e terremoti. Si è notato che tale attività diminuisce, allontanandosi via via dalla Dorsale.



L'ETÀ DEI SEDIMENTI OCEANICI

Il fenomeno degli *Hot Spot* e *Mantle Plumes*

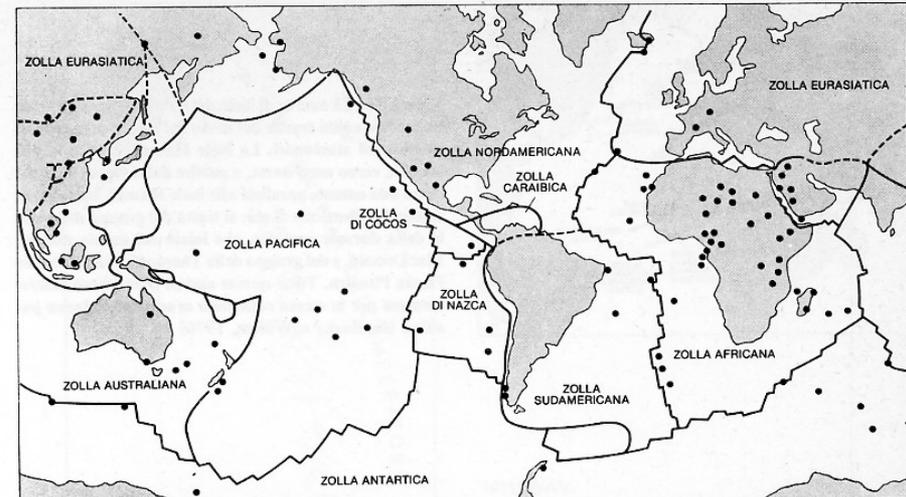
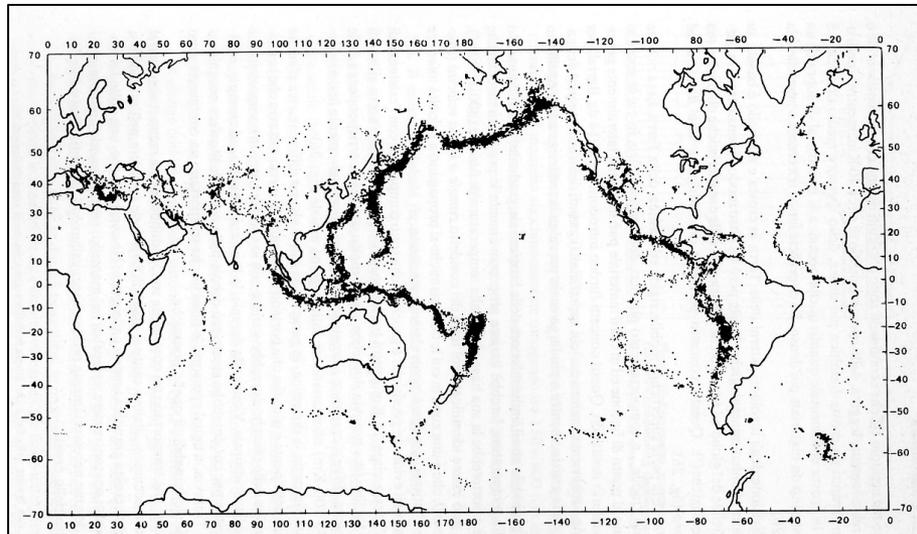
Ci sono zone della terra dove viene prodotta continuamente nuova crosta oceanica



L'ETÀ DEI SEDIMENTI OCEANICI

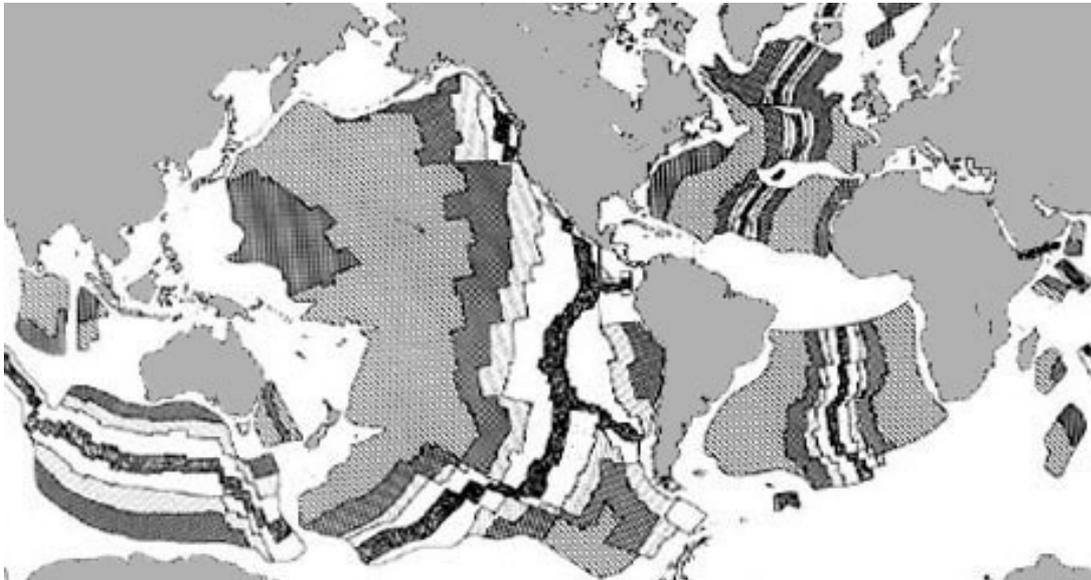
L'attività sismica e quella vulcanica sono distribuite lungo linee preferenziali

Ma la terra non incrementa le sue dimensioni... per cui viene consumata crosta oceanica più vecchia (questo spiega l'assenza di rocce molto antiche al fondo degli oceani)

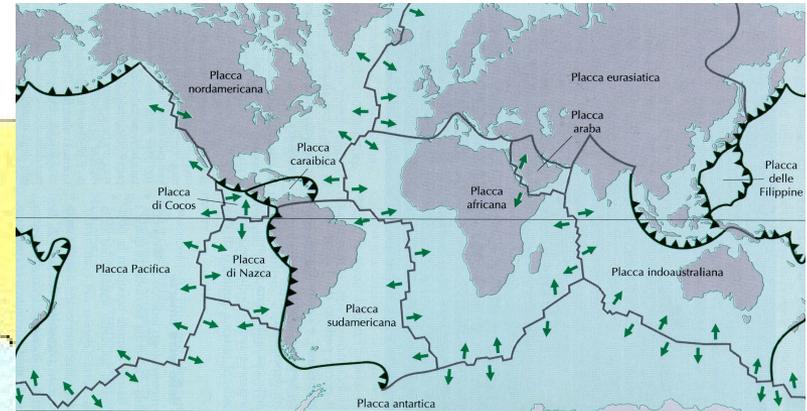
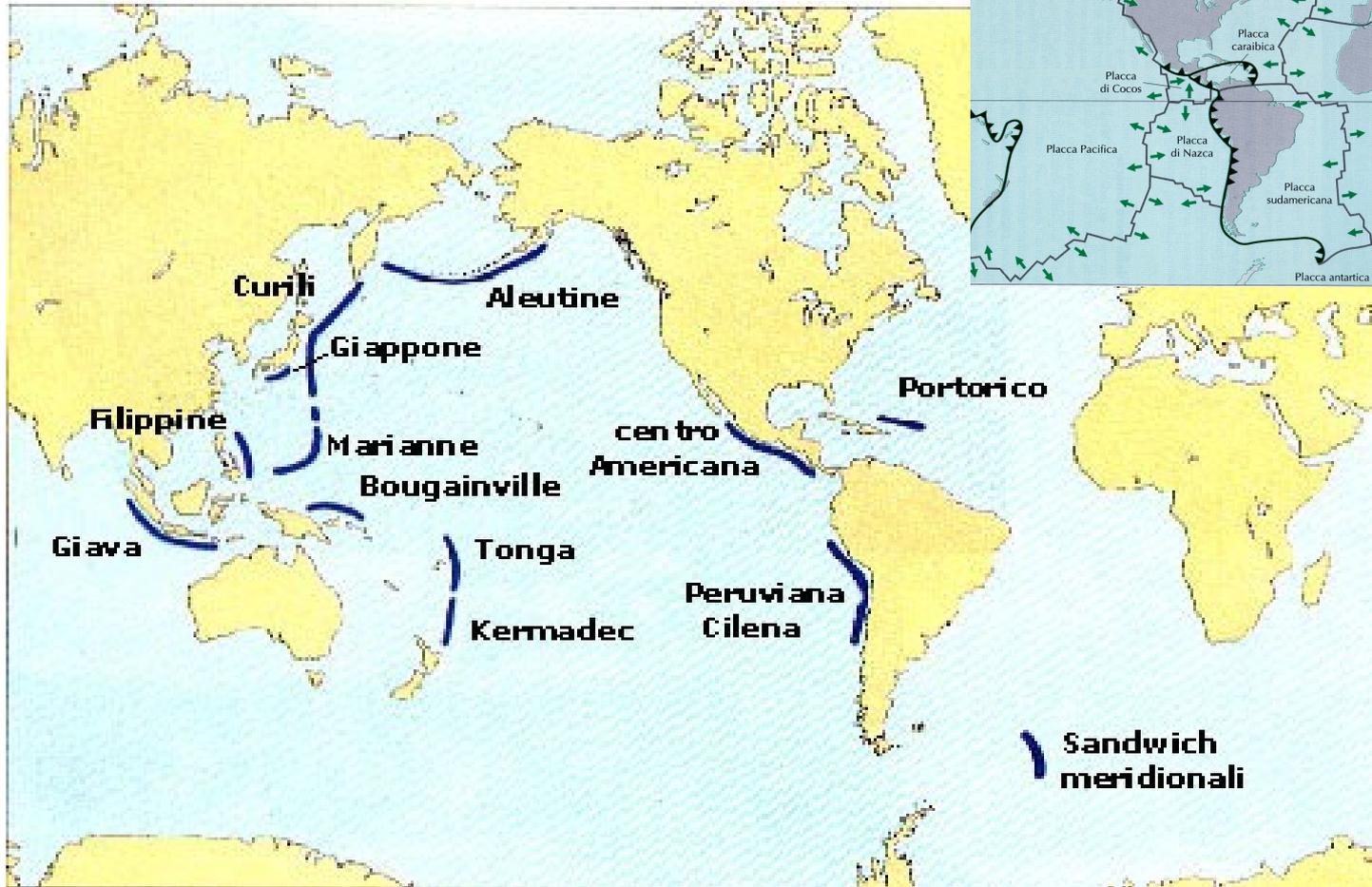


L'ETÀ DEI FONDALI OCEANICI

Correlando le inversioni magnetiche con la scala dei tempi geomagnetici è stato possibile datare i fondi oceanici e si è constatato che i fondali oceanici non hanno un'età superiore a 200 milioni di anni nelle parti più antiche, età che è molto diversa da quella registrata per alcune rocce continentali che arrivano a 3.8 miliardi di anni. Questo significa che il fondo oceanico è cambiato molte volte nel corso della storia della Terra

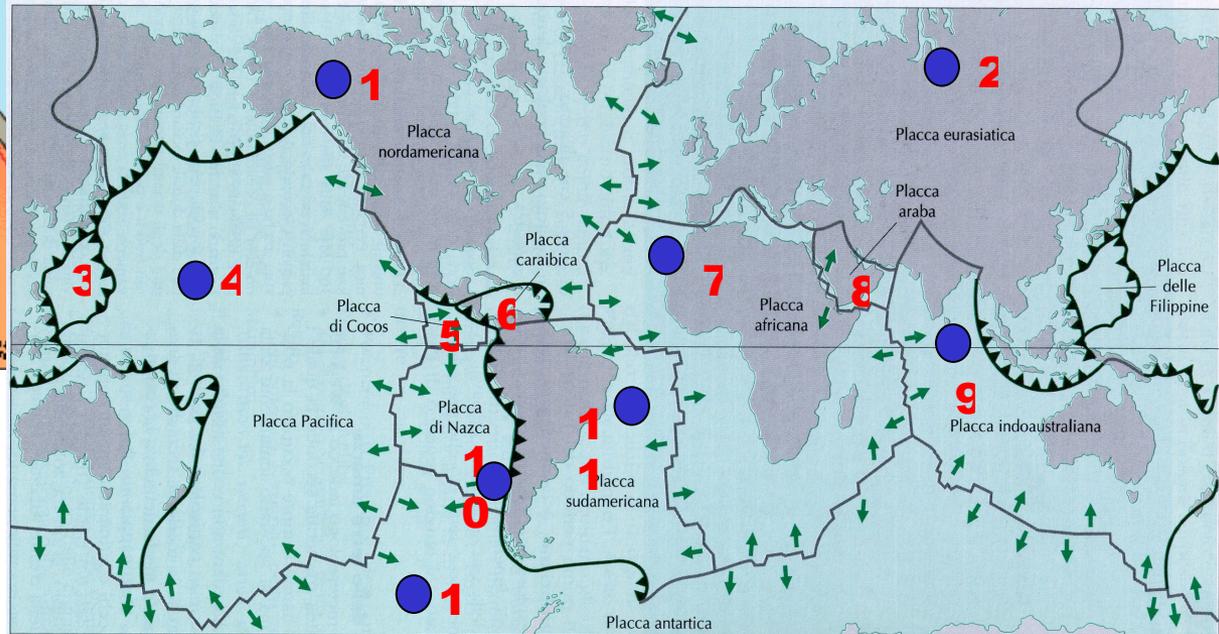
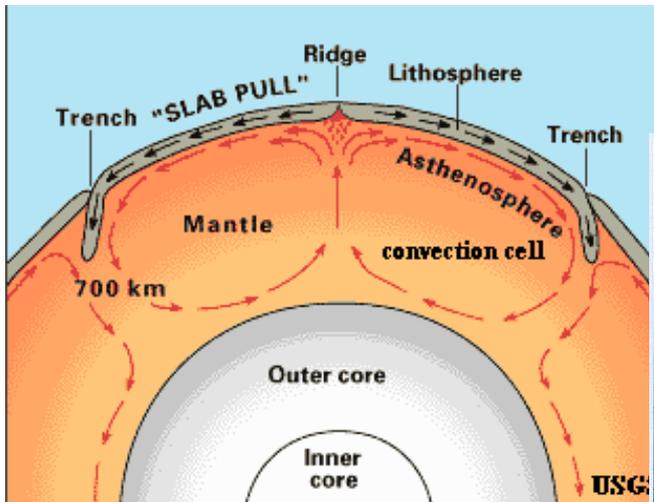


LE PRINCIPALI FOSSE OCEANICHE



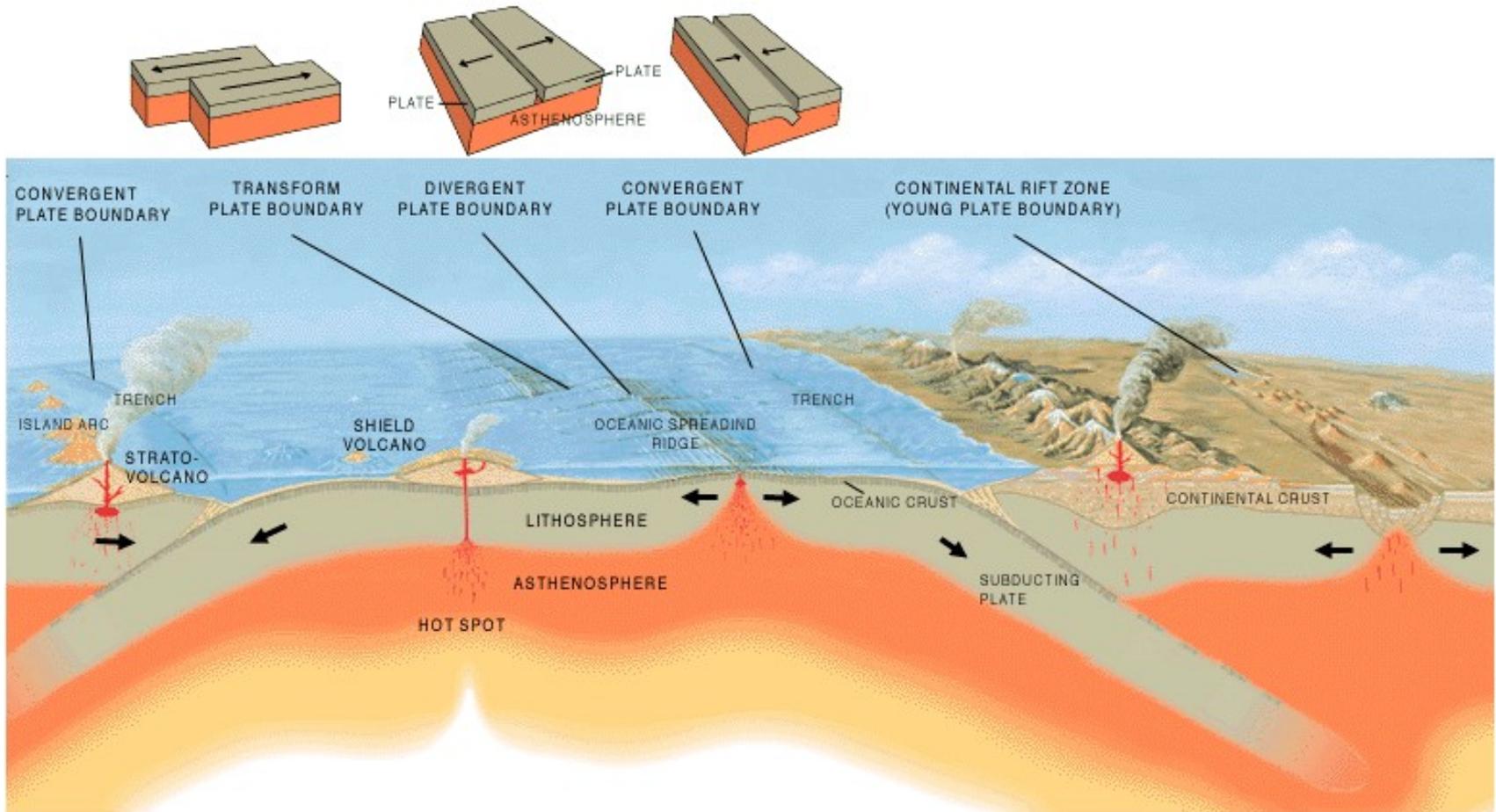
LA TETTONICA DELLE PLACCHE (O ZOLLE) CROSTALI

La crosta terrestre è suddivisa in numerose placche in movimento reciproco tra loro ed i continenti vengono trascinati passivamente dai moti delle placche originati dai flussi convettivi del mantello

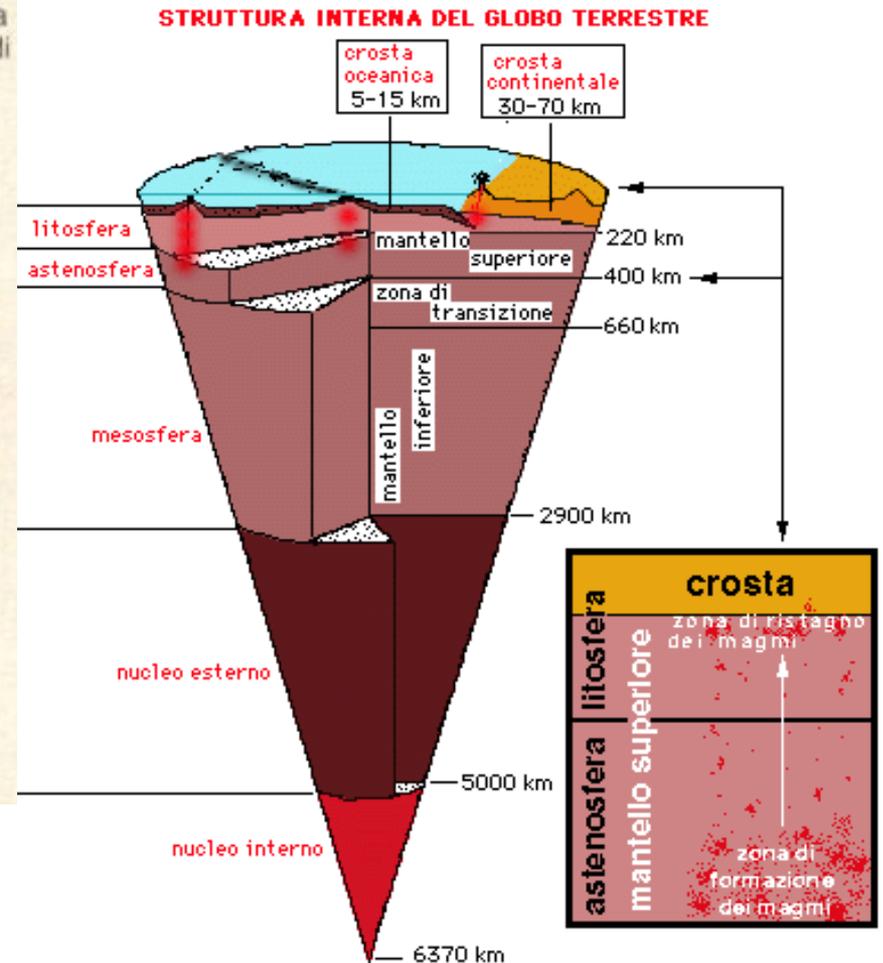
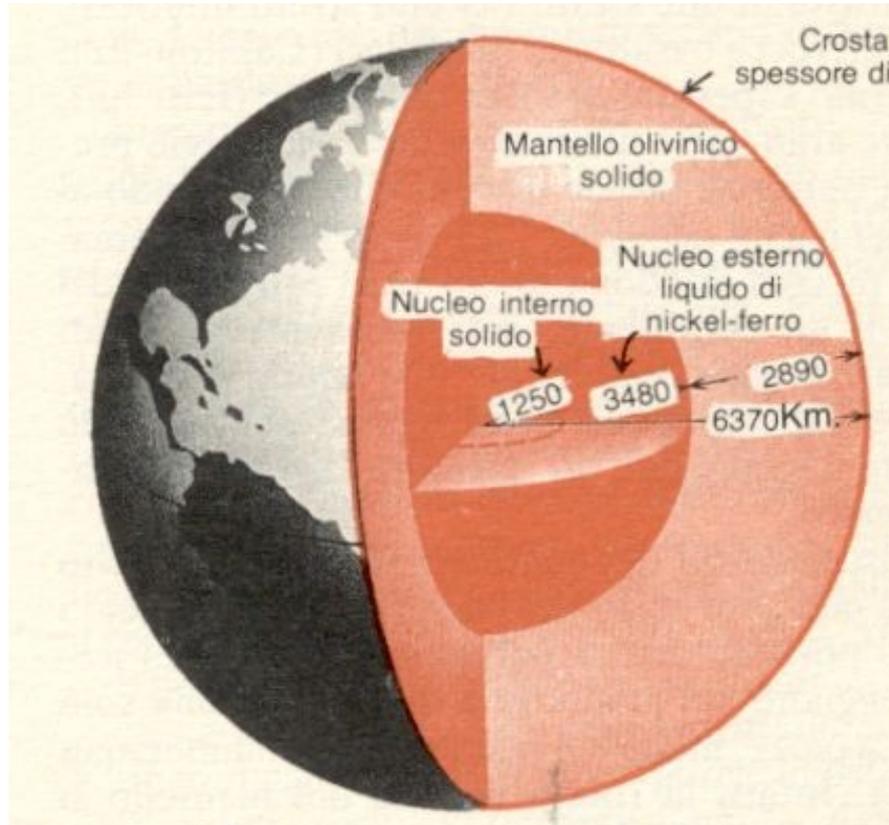


Placche litosferiche e direzione del loro movimento. Triangoli: zone di subduzione. Freccce: formazione di nuova crosta oceanica lungo le dorsali oceaniche in espansione (da S. Raffi, E. Serpagli).

LA TETTONICA DELLE PLACCHE (O ZOLLE) CROSTALI



LA TERRA



I MOVIMENTI DELLE PLACCHE

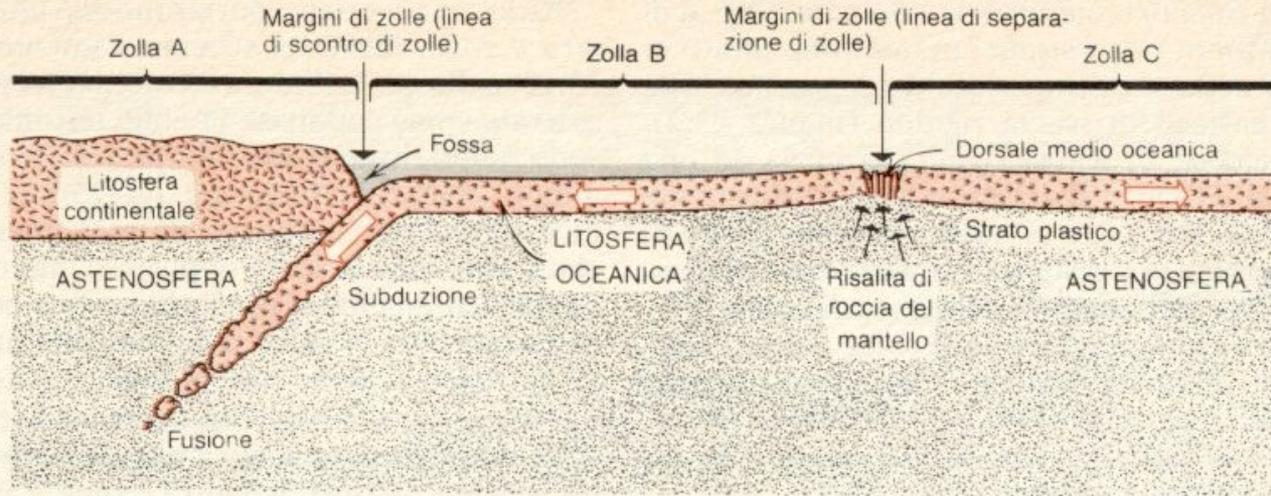


Figura 23.14 La litosfera si comporta come uno strato rigido che scivola al disopra di un'astenosfera semifluida. Mentre una zolla oceanica si va accrescendo su di un margine, in corrispondenza della Dorsale Medio oceanica, sul margine opposto essa scompare per subduzione nel mantello. (Da A.N. Strahler, 1978, *Modern Physical Geography*, J. Wiley).

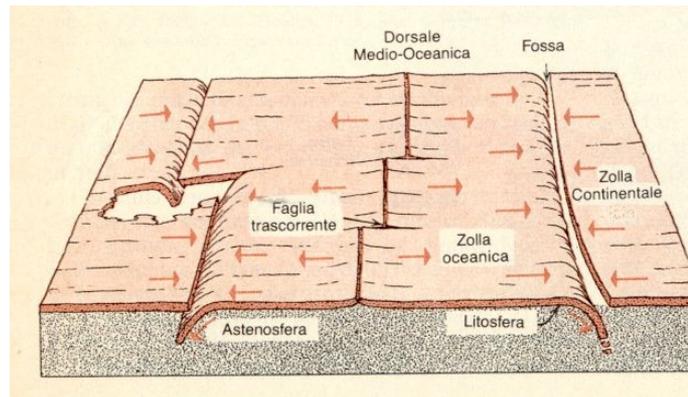
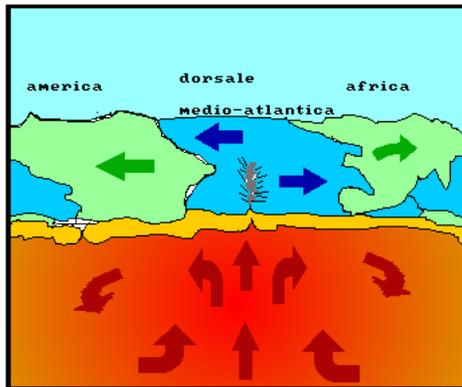
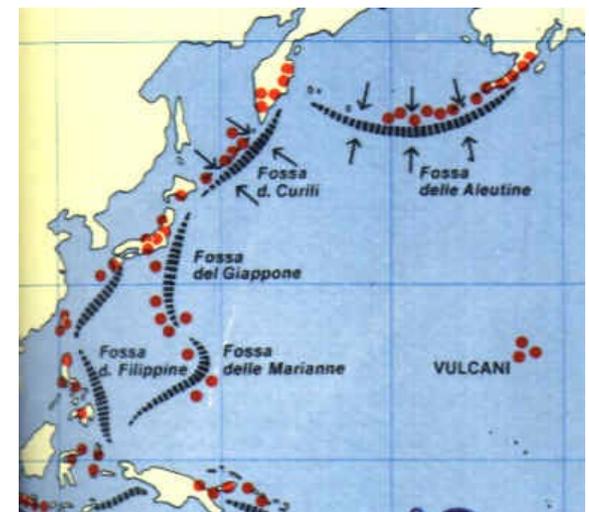
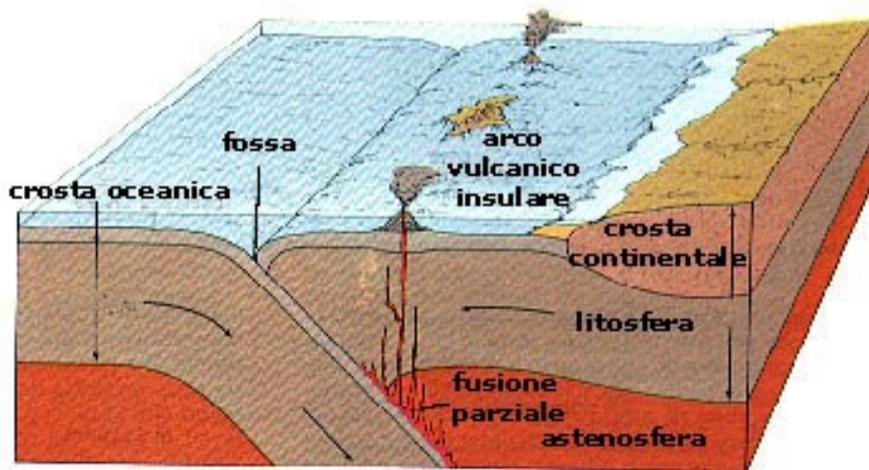


Figura 23.13 Diagramma schematico che illustra i caratteri principali della «tettonica a zolle crostali». La curvatura della superficie terrestre non è stata considerata. (Da A.N. Strahler, 1971, *The Earth Sciences*, 2nd ed., Harper and Row, New York).

ZONE DI CONTATTO TRA PLACCHE

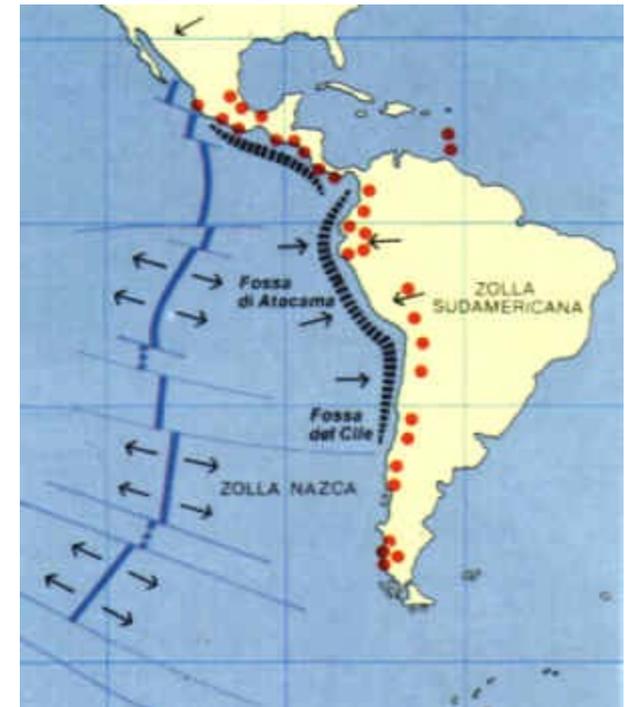
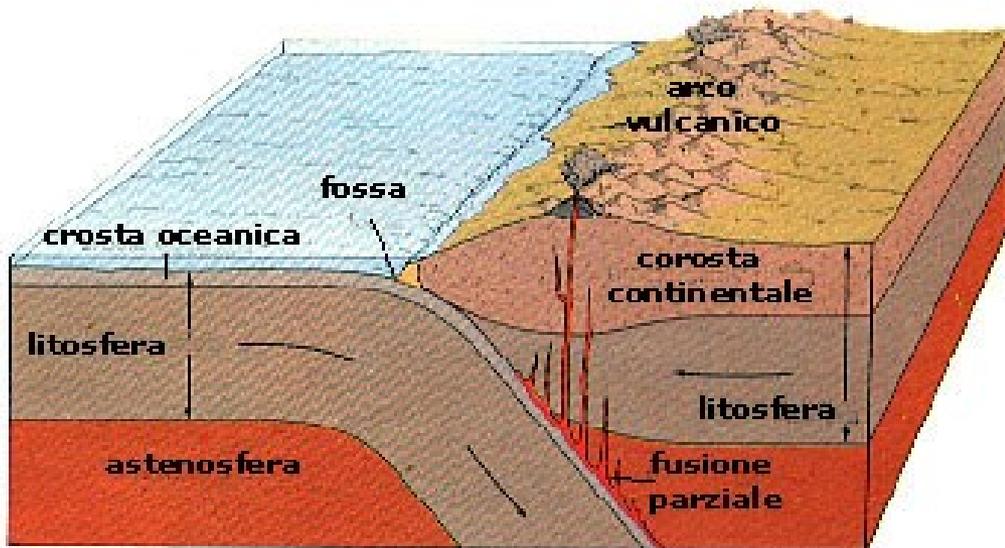
MARGINI CONVERGENTI O DISTRUTTIVI. Due placche collidono dando origine a tre strutture differenti:

- **Arco vulcanico insulare:** quando il margine è composto da **crosta oceanica contro crosta oceanica**; quella più vecchia e più pesante subduce al di sotto di quella più giovane, fino alla profondità di 450 chilometri, secondo un piano (detto piano di Benjof) che ha un'inclinazione di circa 45° .



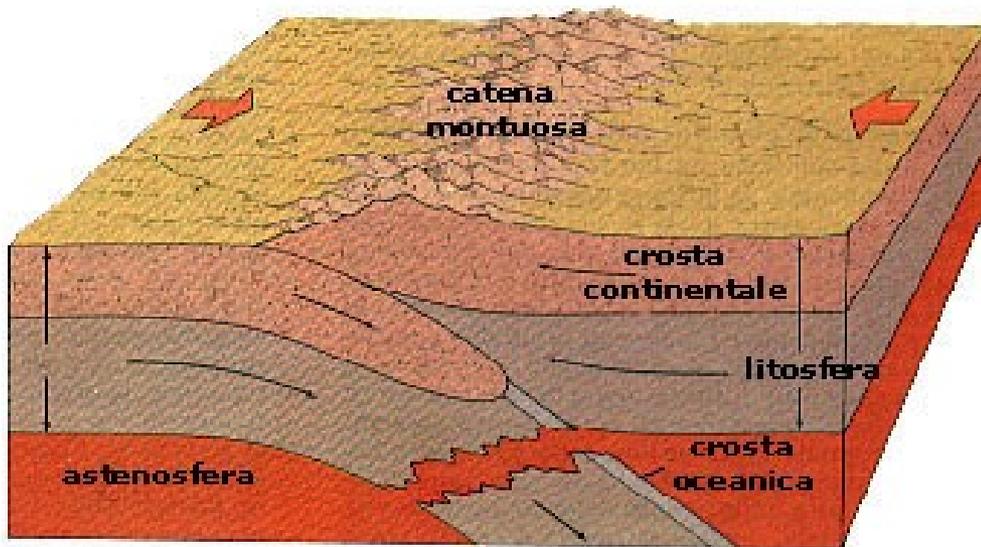
ZONE DI CONTATTO TRA PLACCHE

- **Cordigliera:** quando il margine è composto da crosta oceanica contro crosta continentale; la crosta oceanica subduce sotto quella continentale.



ZONE DI CONTATTO TRA PLACCHE

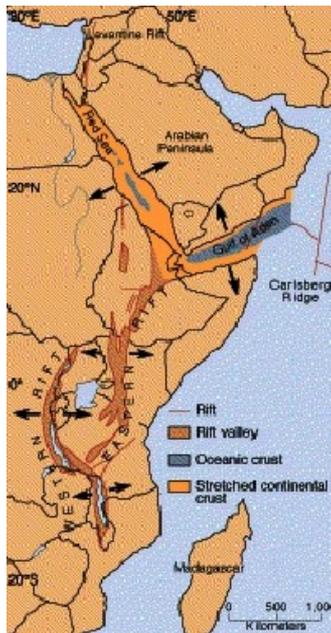
- **Catena montuosa:** quando le placche sono entrambe continentali; non si ha subduzione poiché la crosta continentale è troppo leggera.



ZONE DI CONTATTO TRA PLACCHE

MARGINI DIVERGENTI o COSTRUTTIVI. Due placche si allontanano dando origine a due strutture differenti:

- **Rift continentale:** quando la divergenza si sviluppa su crosta continentale.
- **Dorsale medio-oceanica:** quando la divergenza si sviluppa su crosta oceanica.



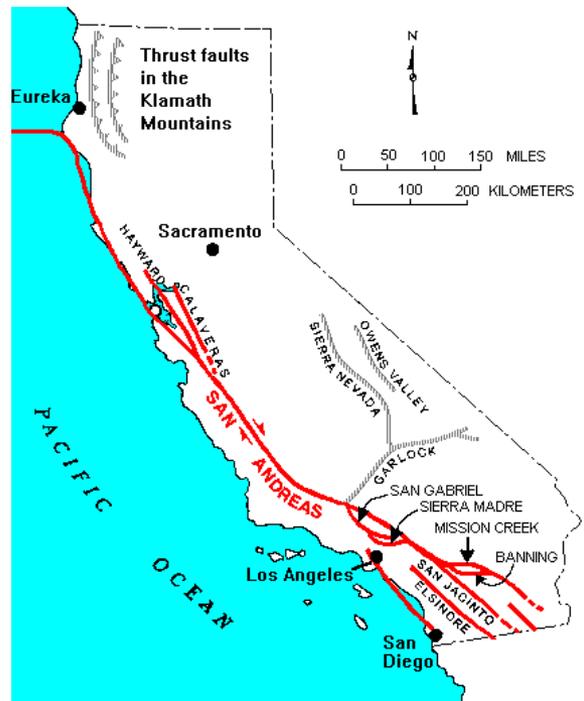
ZONE DI CONTATTO TRA PLACCHE

MARGINI TRASFORMI. Due placche crostali hanno movimenti reciprocamente opposti muovendosi una verso nord e una verso sud. Danno origine a:

- **Faglia subverticale** lungo la quale si sprigionano grandi energie provocate dall'attrito dei movimenti che generano grandi terremoti.

ZONE DI CONTATTO TRA PLACCHE

Margini trasformativi sono attivi nella faglia di S. Andreas in California dove la zolla pacifica scivola lungo la zolla americana alla velocità di circa 5 centimetri all'anno

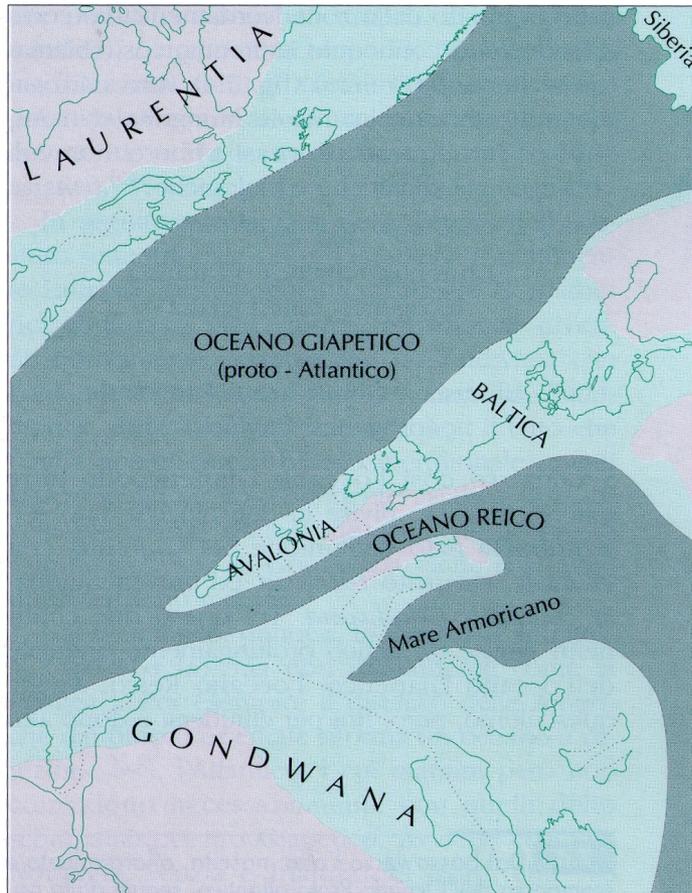


LA DERIVA DEI CONTINENTI

Durante il Precambriano i continenti erano uniti a formare un blocco unico detto **Pangea (Pangea I)**. In quel periodo vi era la presenza di un unico grande oceano chiamato **Pantalassia** e non esistevano piante o animali terrestri.

Successivamente la **Pangea I** si frammentò in varie zolle continentali.

LA DERIVA DEI CONTINENTI



Paleogeografia dell'Oceano Proto-atlantico (Giapetico) e Reico, 500 Myr fa. Aree in grigio: terre emerse; aree azzurre: mari poco profondi su piattaforme continentali; aree scure: aree oceaniche (da S. Raffi, E. Serpagli).

Circa 500 milioni di anni fa era in piena espansione un vasto oceano proto-atlantico chiamato Giapetico

LA PANGEA II

Dopo circa 100 milioni di anni, le terre emerse si riunirono in un unico supercontinente, chiamato **Pangea II, costituito da due grandi parti: **Laurasia** (da Laurenzia, la terra del fiume San Lorenzo in Canada), costituita dalle attuali **America Settentrionale**, **Groenlandia**, **Europa**, **Asia**, e **Gondwana** (dal nome di un antico reame indiano), costituita dalle attuali **America Meridionale**, **Africa**, **India**, **Australia**, **Antartide**, separate a est dal **Mar della Tetide**.**

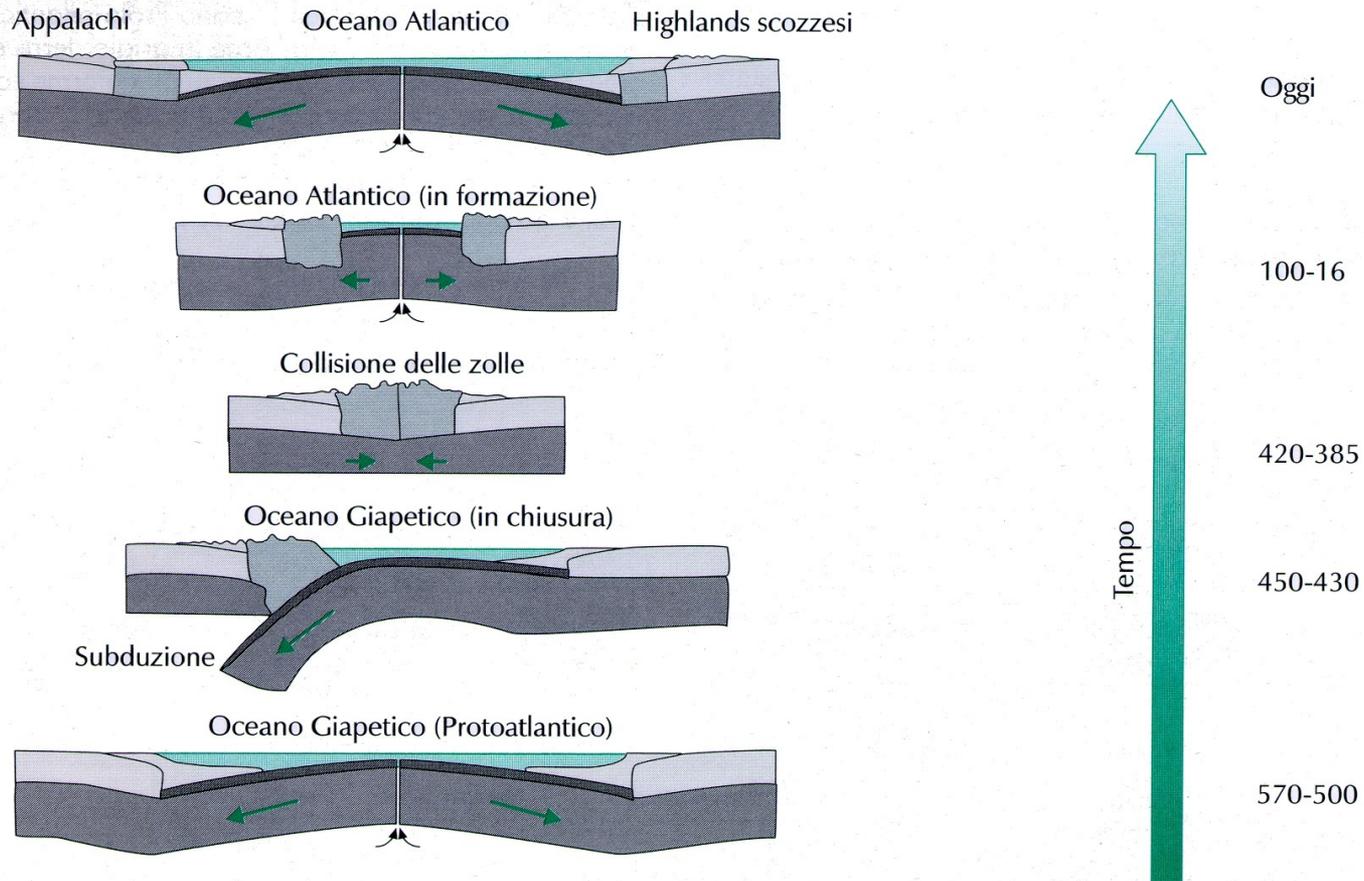
OROGENESI CALEDONIANA



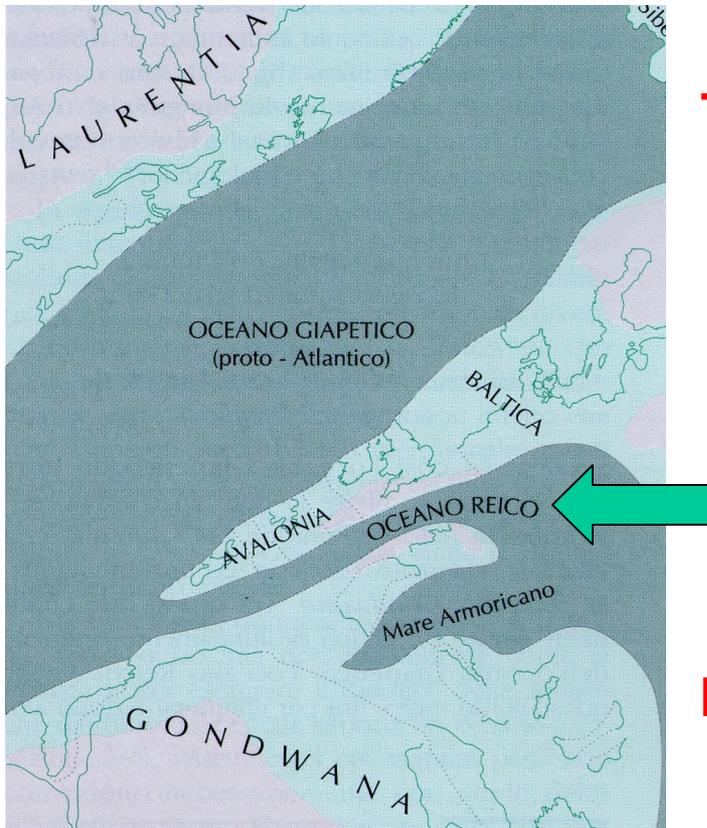
Nel Devoniano, la saldatura dei margini orientali ed occidentali dell'oceano Giapetico diede origine ad una lunga catena montuosa i cui resti attuali sono i rilievi della Norvegia, della Caledonia, Terranova e Nuova Scozia. Questi sollevamenti avvennero per subduzione del fondale Giapetico sotto la zolla Nordamericana (continente Laurentia).

Laurentia+Baltica=Laurasia

SCOMPARSA DELL'OCEANO GIAPETICO



LA PANGEA II



Tra i continenti Gondwana e Laurasia rimase un antico prolungamento orientale dell'oceano Giapetico: l'oceano **Reico**. Quest'ultimo si chiuse circa 300 milioni di anni fa originando (orogenesi Ercinica) rilievi in Spagna, Francia, Boemia e Urali. Così, in pieno Carbonifero, la Pangea II si completò.

In Australia, Asia centrale e Manciuria, si ebbero corrugamenti coevi.

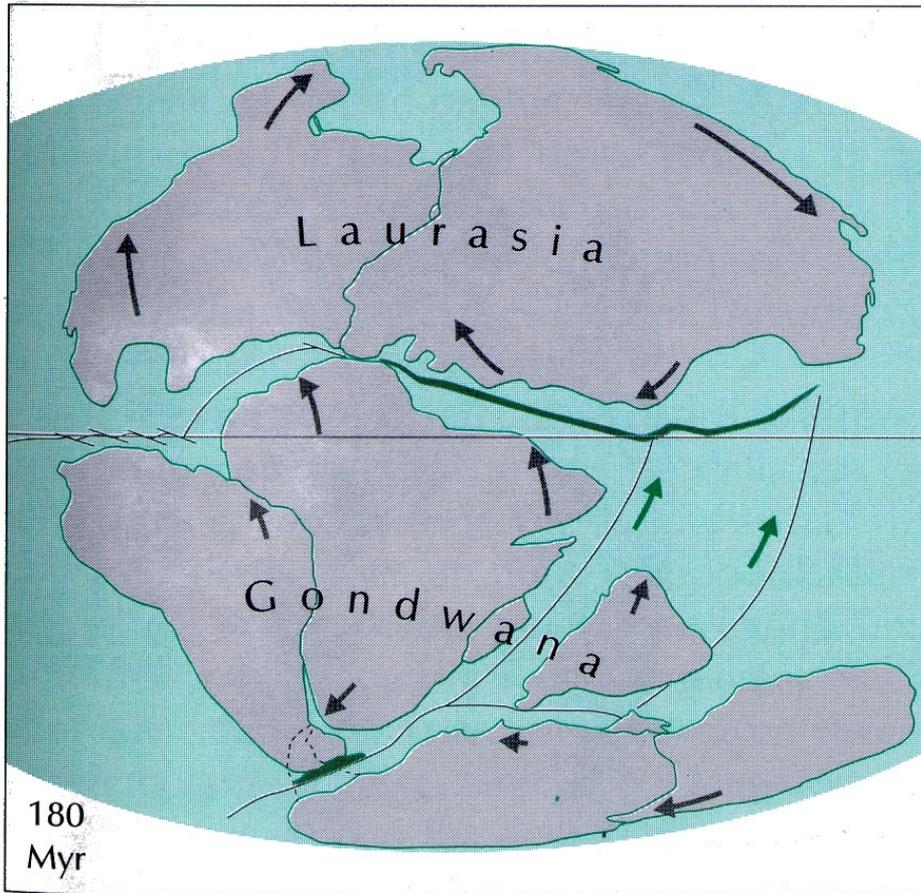
LA FRAMMENTAZIONE DELLA PANGEA II

Verso la fine del Carbonifero si ebbero glaciazioni che imprigionarono grandi volumi d'acqua. Di conseguenza il livello dei mari si abbassò di molte decine di metri ed i mari epicontinentali si ritirarono. Questo provocò la diminuzione dell'evaporazione globale ed il clima si fece più secco (Permiano e Triassico sono caratterizzati da scarse precipitazioni e temperature via via più elevate).

Dopo il Triassico, la Pangea II (Pangea permo-triassica) cominciò a frammentarsi in diversi continenti (frammentazione che permane tutt'ora in atto).

IL MAR DELLA TETIDE

Si noti la fossa della Tetide (da Gibilterra al Borneo), nonché la posizione ancora arretrata dell'India (presso l'Antartide) (da R.S. Dietz, J.C. Holden).



La frammentazione provocò la formazione del Mar della Tetide del quale, moderni residui, sono il Mediterraneo, il mar Nero, il mar Caspio ed il Golfo Persico.

Successivamente l'allargamento ulteriore della Tetide isolò la Laurasia

LA FRAMMENTAZIONE DELLA PANGEA II

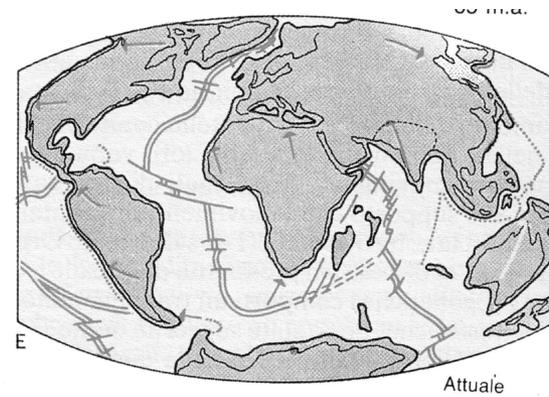
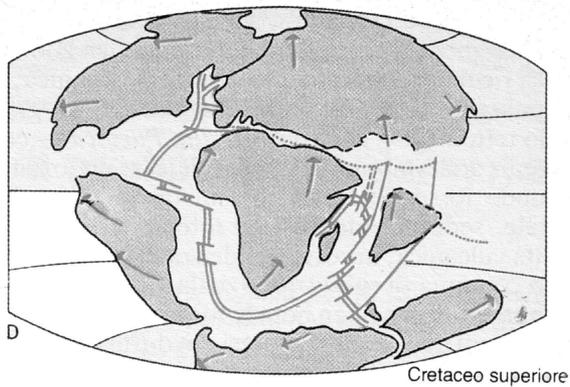
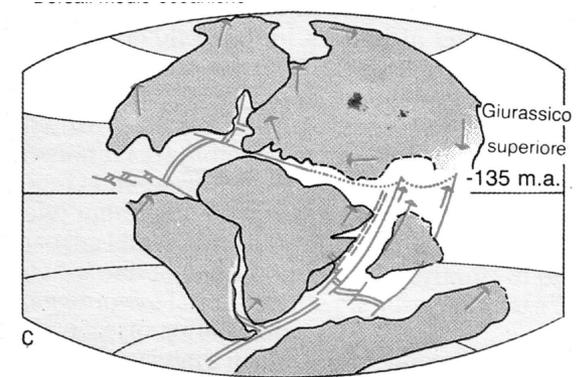
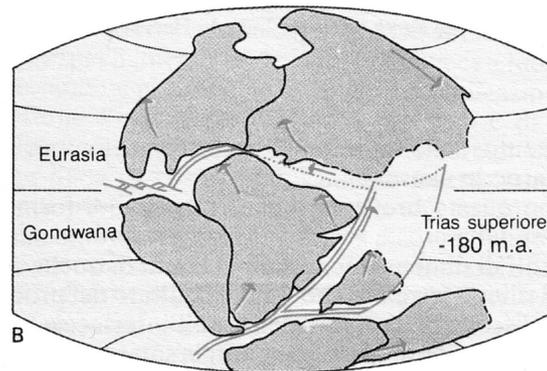
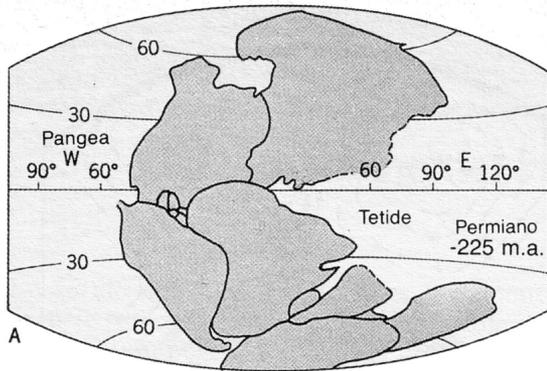
Nel Giurassico (180 milioni di anni fa) la Pangea II si frattura ma non esattamente come la Pangea I.

Il distacco delle Americhe dal blocco orientale riforma un oceano a direzione S-N, l'Atlantico, ma che differisce dal precedente oceano Giapetico.

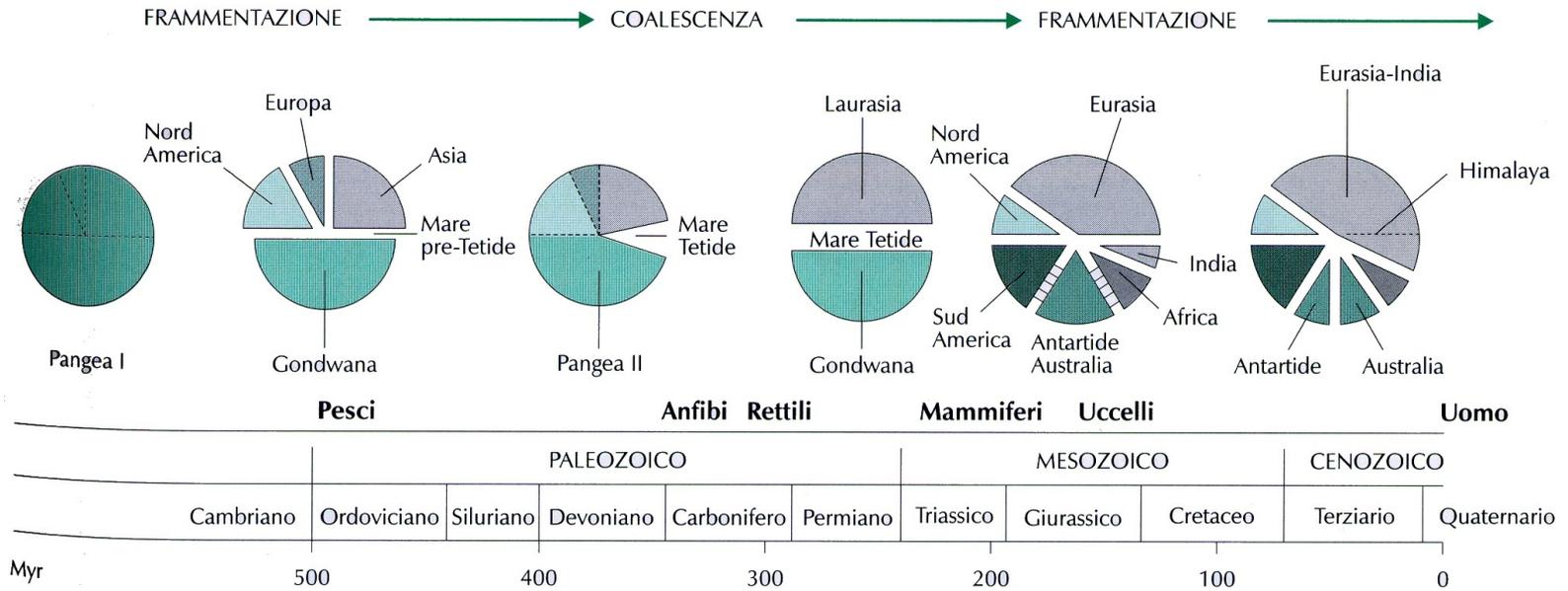
Norvegia, Scozia, Irlanda del Nord 500 My facevano parte della Laurentia ed oggi si trovano al di qua dell'Atlantico.

La Florida si collocava nel Gondwana, al di qua dell'oceano Giapetico, ed ora fa parte del Nordamerica.

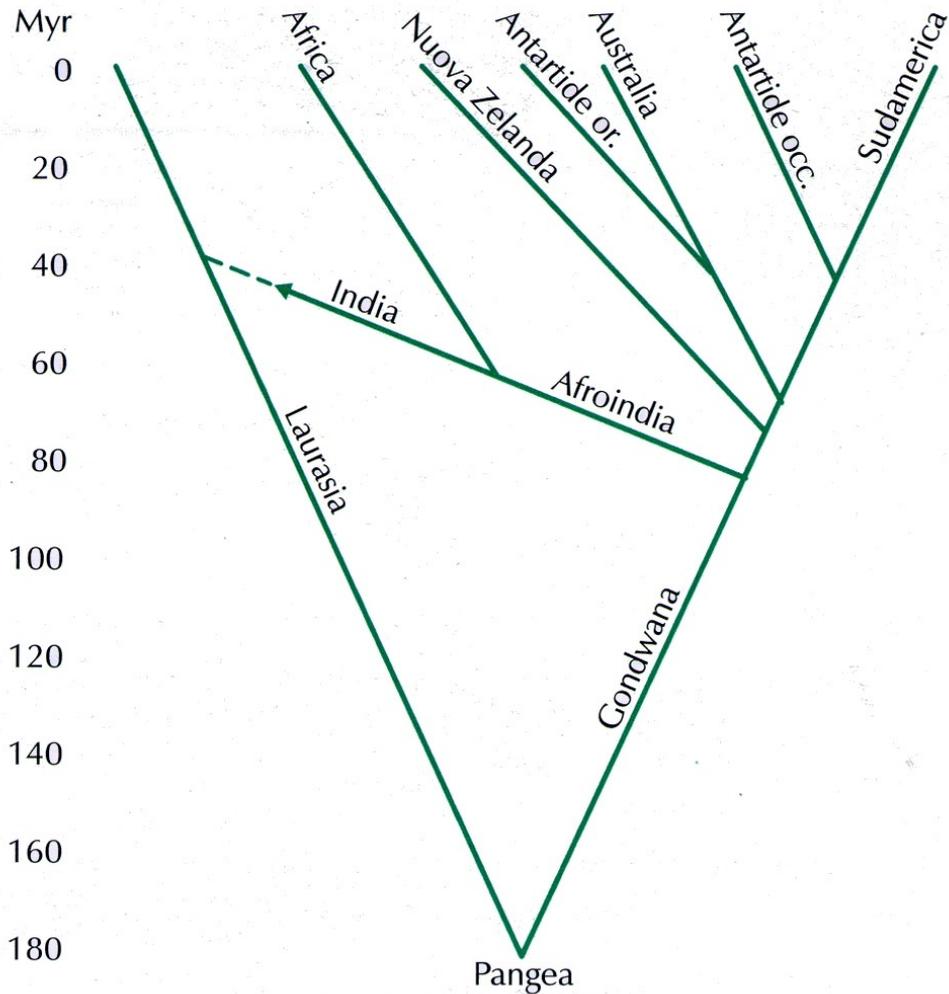
LA SINTESI DEI MOVIMENTI CONTINENTALI



LA SINTESI DEI MOVIMENTI CONTINENTALI



LA SINTESI DEI MOVIMENTI CONTINENTALI



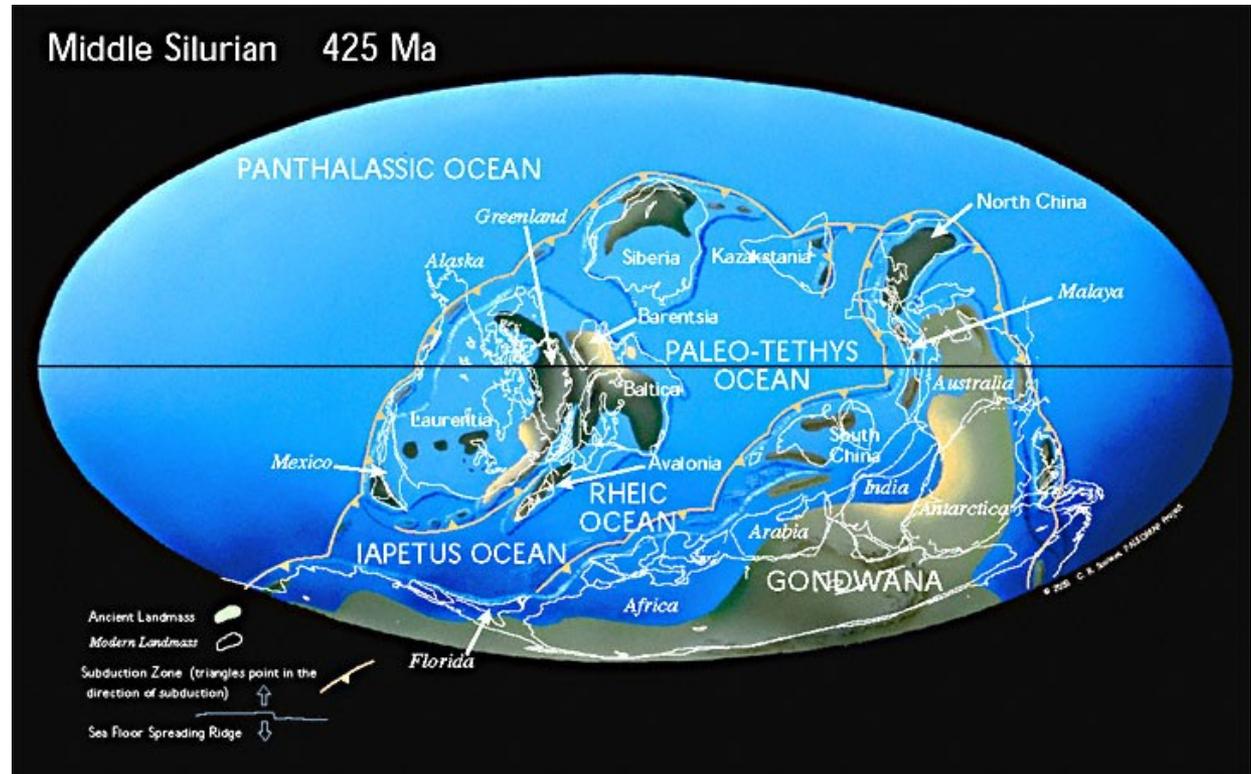
**Rappresentazione cladista
semplificata del
frazionamento della
Pangea**

I MOVIMENTI DELLE PLACCHE...

Paleozoico Inferiore: Gondwana si sposta lentamente verso il polo Sud con una rotazione in senso orario, Laurentia e Baltica convergono verso i tropici e si uniscono nel Siluriano

12% of the Earth's history: 245 million years

Millions of years ago	Period	Era	
0.0	Quaternary	Cenozoic	
0.0	Tertiary		
65.0	Cretaceous	Mesozoic	
144	Jurassic		
213	Triassic		
248	Permian	Paleozoic	
286			Carboniferous
350			
360			Mississippian
408	Devonian		
438	Silurian		
505	Ordovician		
542	Cambrian		



PALEOZOICO INFERIORE

Clima

Si raffredda progressivamente culminando con un'età glaciale nell'Ordoviciano;

**Successivamente nel Siluriano si ha un riscaldamento globale
Dopo un'estinzione di massa al limite fra il Cambriano e l'Ordoviciano si ebbe una nuova diversificazione delle faune**

Biosfera

Nel Paleozoico Inferiore dominano gli invertebrati; sulla terraferma le piante sono assenti o rarissime verso la fine dell'epoca

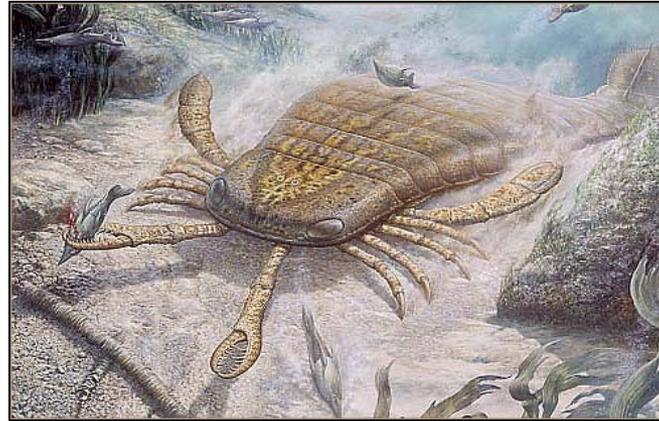
Nel Paleozoico medio si ha esplosione degli invertebrati (Artropodi) e delle piante sulla terraferma

I Vertebrati hanno un ruolo secondario

Alla fine dell'epoca i Vertebrati assumono un ruolo più importante ed all'inizio del Paleozoico Superiore colonizzano la terraferma

PALEOZOICO INFERIORE

Cefalopodi, mega artropodi e Pesci Agnati nel Siluriano

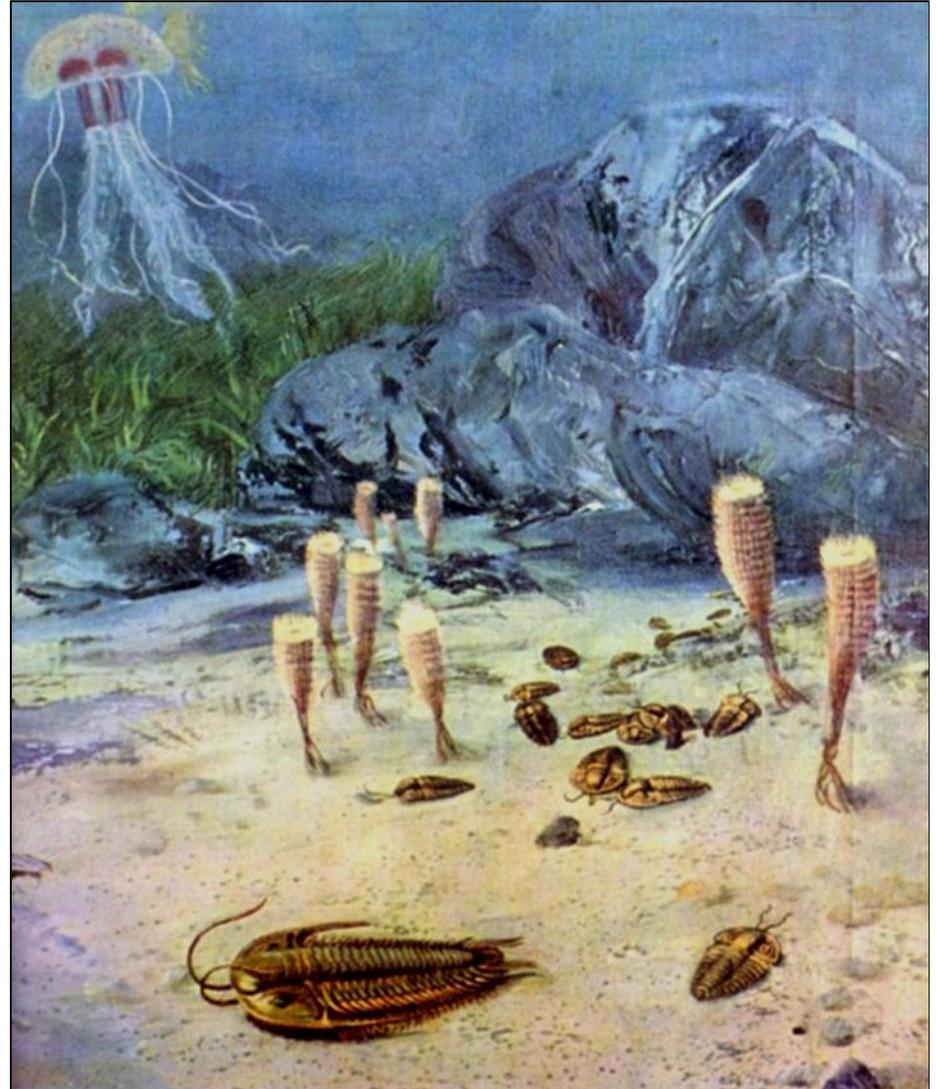


PALEOZOICO INFERIORE

Benthos

All'inizio del Paleozoico gli animali bentonici più diffusi erano i sospensivori

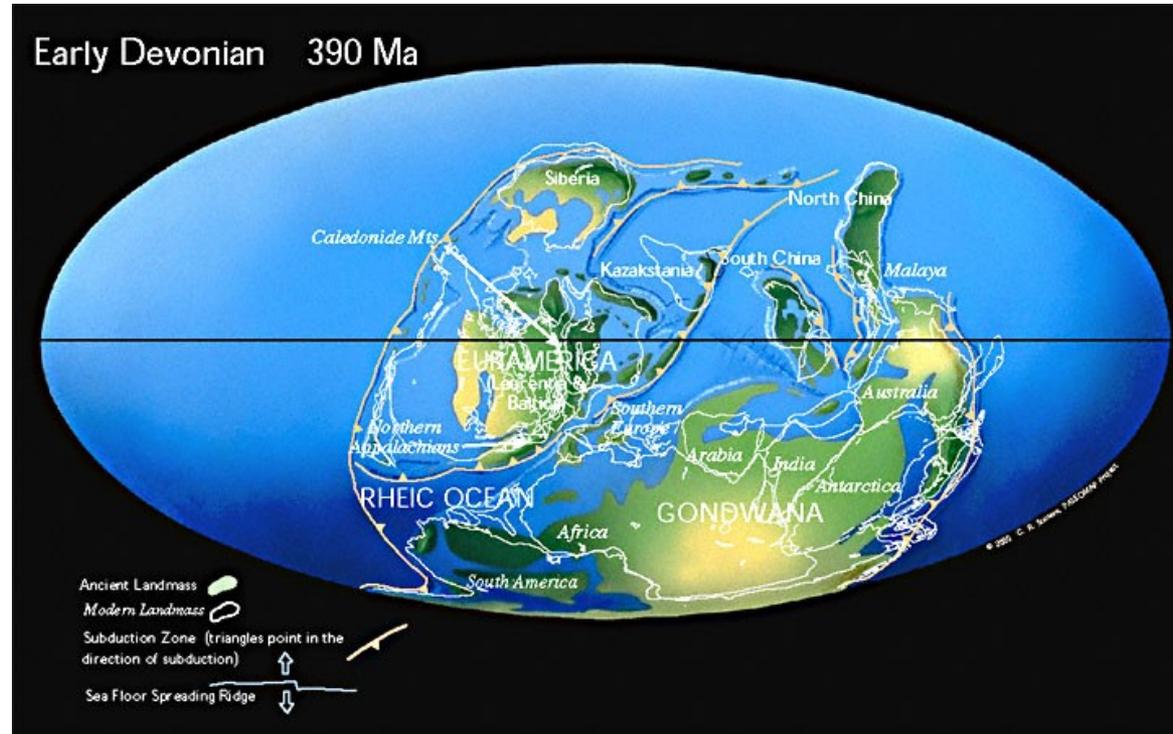
Spugne, brachiopodi, briozoi, crinoidi e coralli primitivi



PALEOZOICO MEDIO

Il Gondwana si muove verso Nord

Laurentia e Baltica collidono formano la Laurussia o Euramerica. La Siberia è separata; l'intera Euramerica va verso Nord



1200 of the Earth's history:
542 million years

Millions of years ago	Period	Era	
0.0	Quaternary	Cenozoic	
0.0	Tertiary		
65.0	Cretaceous	Mesozoic	
144			
213	Jurassic		
248	Triassic		
258	Permian		Paleozoic
280			
350			
360	Carboniferous		
380			
408	Devonian		
438	Silurian		
505	Ordovician		
542	Cambrian		
542	Precambrian		

PALEOZOICO MEDIO

Clima

L'abbondanza di scogliere e di depositi di rocce evaporitiche fa pensare ad un clima caldo e mite in tutto il mondo

Biosfera

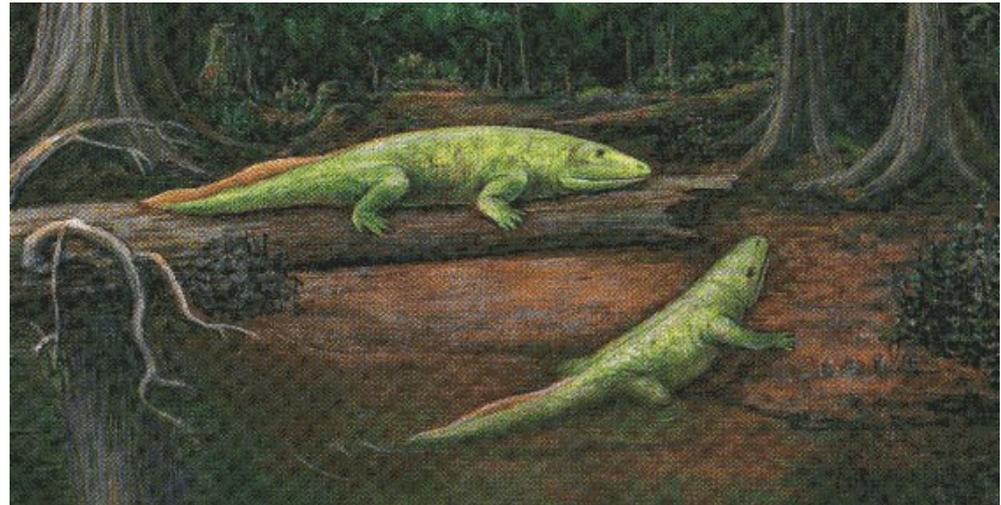
Molluschi gasteropodi, bivalvi e cefalopodi sono molto diffusi, fra questi ultimi compaiono gli Ammoniti

I trilobiti sono in declino

I pesci con le mascelle (Gnatostomi) ed i Cefalopodi sono i principali predatori

PALEOZOICO MEDIO

Durante il Devoniano si ha la diversificazione dei Pesci Gnatostomi con al comparsa dei principali gruppi, compresi i Sarcopterigi che in questo stesso periodo daranno origine ai primi Tetrapodi



PALEOZOICO MEDIO

Estinzioni di massa

Durante il Devoniano Superiore si ha una imponente estinzione di massa

Scompaiono le scogliere a tabulati e stromatoporoidi

Ed in generale i Coralli sono così decimati da non costruire più scogliere significative fino al Triassico, quando si evolveranno i Coralli moderni

Scompaiono i Graptoliti e i trilobiti subiscono una forte riduzione

Glaciazione od impatto di corpo celeste?

L'ACQUISIZIONE DELLE MASCELLE

Agnati solo sospensivori o filtratori (più forme parassite)

Gnatostomi: le fauci mobili permettono di afferrare e triturare il cibo, nascono così i predatori, successivamente gli erbivori e così via.

Anche i filtratori sono comunque avvantaggiati dalla presenza di mascelle mobili

La comparsa dei predatori costituisce una spinta evolutiva verso una maggiore efficienza nella locomozione per inseguire o fuggire.

Una maggiore efficienza locomotoria implica una modifica di scheletro muscolatura e sistema nervoso.

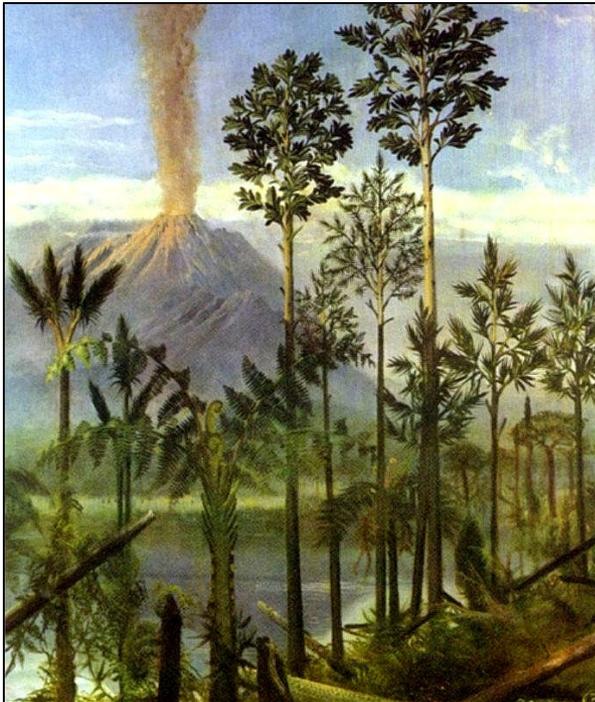


CARBONIFERO INFERIORE

All'inizio del Carbonifero la parte Orientale del Gondwana va verso Sud, la rotazione fa collidere il limite Nord con l'Euramerica che a sua volta forma la Laurasia

I due supercontinenti collidono alla fine del carbonifero formando il Megacontinente Pangea inciso ad est dalla profonda insenatura dell'oceano della Tetide

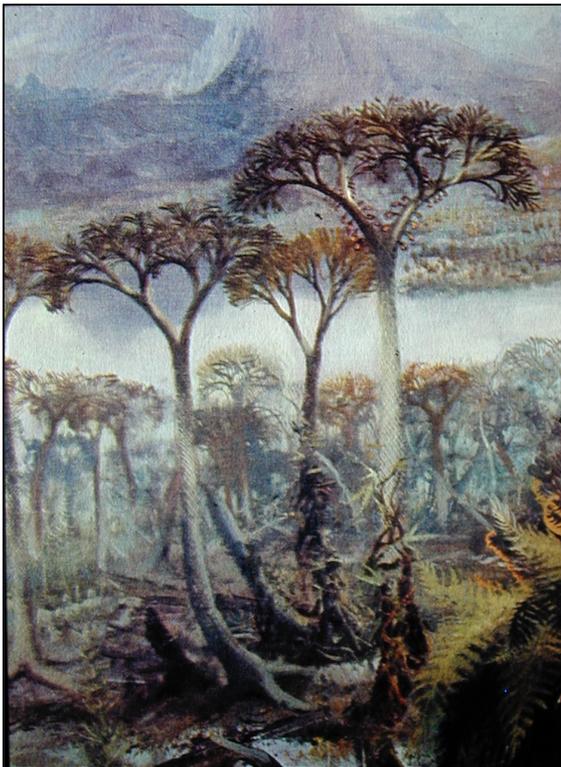
1200 of the Earth's history 542 million years		
Millions of years ago	Period	Era
0.0	Quaternary	Cenozoic
65.0	Tertiary	
144	Cretaceous	Mesozoic
213	Jurassic	
248	Triassic	
280	Permian	
350	Carboniferous	Paleozoic
380	Mississippian	
408	Devonian	
438	Silurian	
505	Ordovician	
542	Cambrian	



CARBONIFERO INFERIORE

Clima

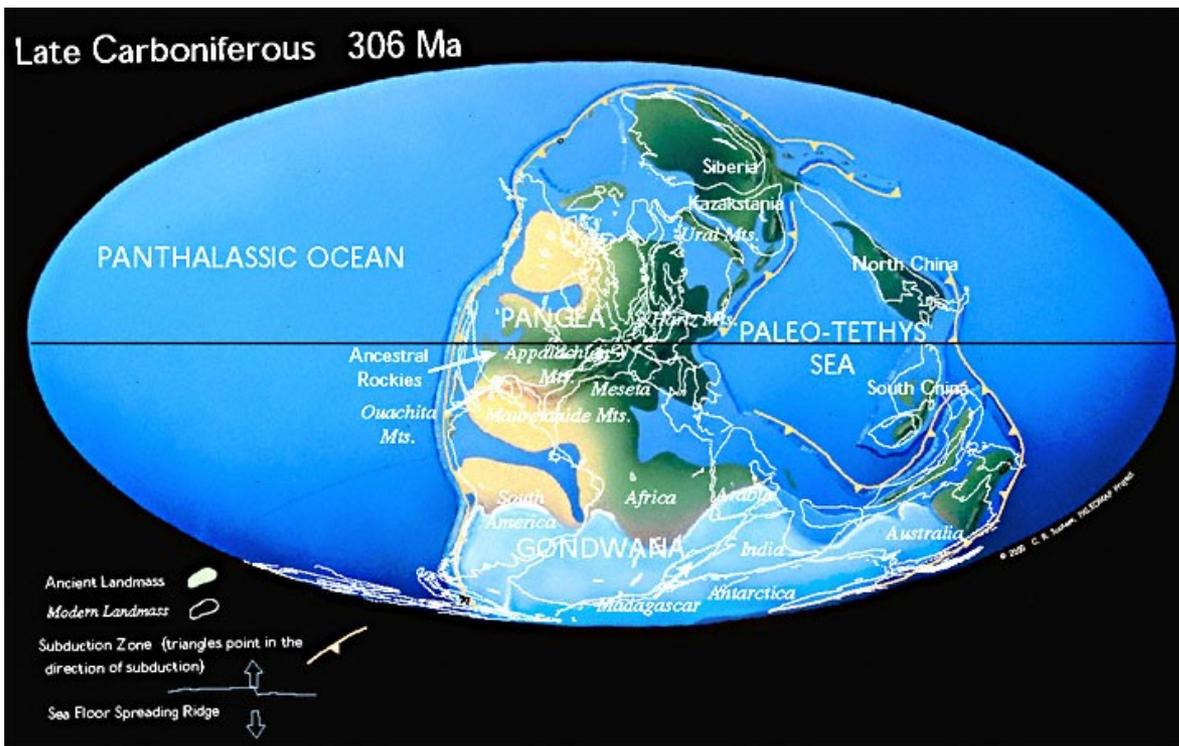
La prima parte del Carbonifero è caratterizzata da clima caldo, mentre nella seconda metà si ha un progressivo raffreddamento del clima soprattutto nel Gondwana che, alla fine del periodo sarà soggetto a glaciazioni



Gli Anfibi primitivi sono diffusissimi e compaiono i primi Rettili

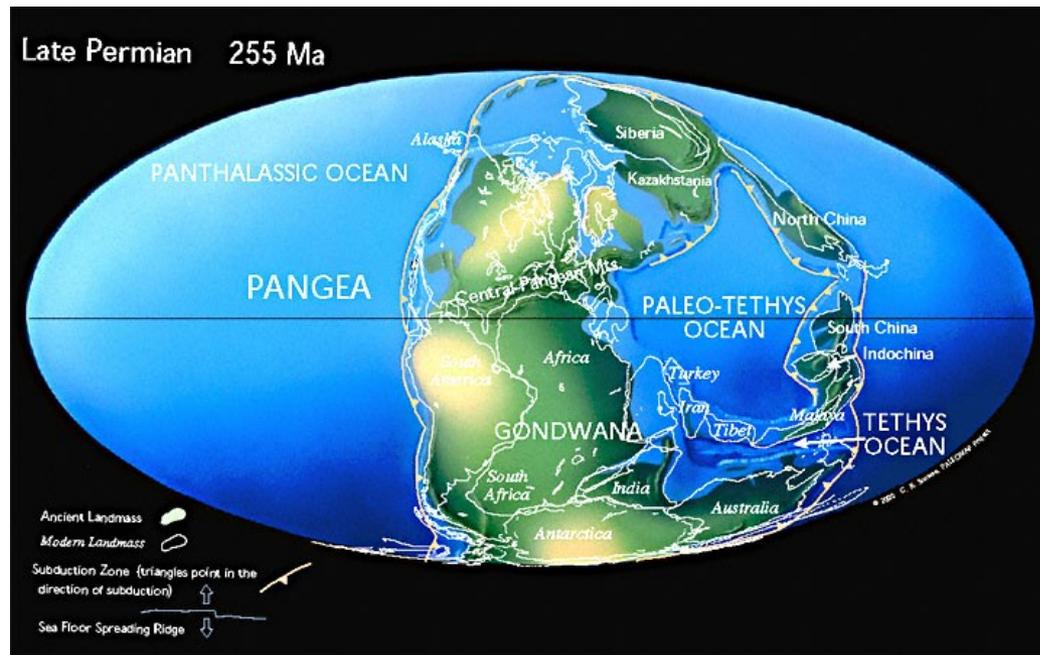
CARBONIFERO INFERIORE

Nel Carbonifero Superiore i continenti che costituiscono l'attuale Nord America ed Europa erano entrati in collisione con il continente meridionale di Gondwana formando la metà occidentale del Pangea. Una calotta glaciale copriva la maggior parte dell'emisfero meridionale e vaste paludi carbonifere si formarono nella fascia equatoriale.



PERMIANO

I continenti si riunirono in un unico supercontinente detto Pangea, causando un inaridimento del clima che favorì lo sviluppo dei Rettili i quali si diffusero in tutto il supercontinente. Oltre il 90% delle forme viventi scompariranno alla fine del Permiano, un evento che segnò il passaggio all'era successiva, il Mesozoico.

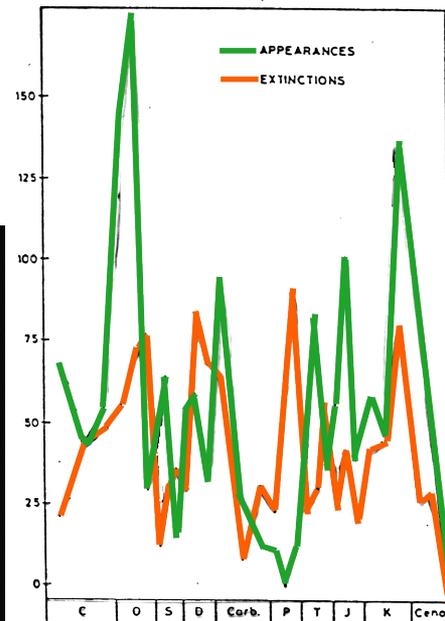
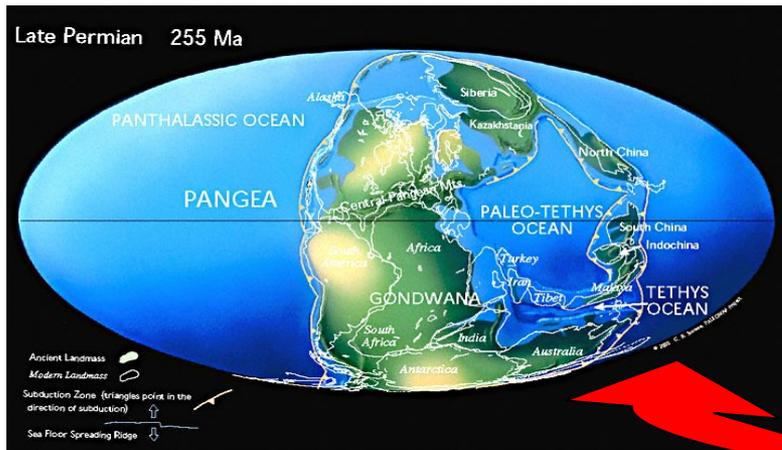


Millions of years ago	Period	Era	
0.0	Quaternary	Cenozoic	
0.0	Tertiary		
65.0	Cretaceous	Mesozoic	
144			
213	Jurassic		
248	Triassic		
280	Permian		
350			Carboniferous
380			Devonian
408	Silurian		Paleozoic
438			
502	Ordovician		
542	Cambrian		
542			

1200 of the Earth's history
542 million years

L'ESTINZIONE DI MASSA DEL PERMIANO

L'estinzione di massa del Permiano si verificò circa 248 milioni di anni fa e fu la più grande estinzione di massa della storia della Terra molto più grande delle crisi Ordoviciane e Devoniane e della più famosa estinzione della fine del Cretacico che sterminò fra gli altri, i Dinosauri. Circa il 90-95 % delle famiglie di organismi marini fu cancellato durante la crisi Permiana.



L'ESTINZIONE DI MASSA DEL PERMIANO

Sebbene le cause dell'estinzione siano ancora in discussione, sono state proposte varie teorie per spiegare l'estinzione. Una delle teorie considera come causa la glaciazione del Gondwana, un fenomeno che aveva già provocato grandi crisi nell'Ordoviciano e nel Devoniano/Carbonifero.

Una glaciazione simile nel Permiano avrebbe forse causato estinzioni di massa, a causa del raffreddamento globale e dell'abbassamento del livello dei mari.

Un'altra spiegazione è la riduzione delle piattaforme continentali a causa della formazione del super-continente Pangea. Una tale riduzione delle piattaforme avrebbe provocato una competizione fra gli organismi di piattaforma per lo spazio, forse contribuendo all'estinzione. Benchè plausibile, come teoria, la formazione del Pangea e la susseguente riduzione delle aree di piattaforma risalgono al Permiano Medio mentre l'estinzione ebbe luogo alla fine del Permiano Superiore.

L'ESTINZIONE DI MASSA DEL PERMIANO

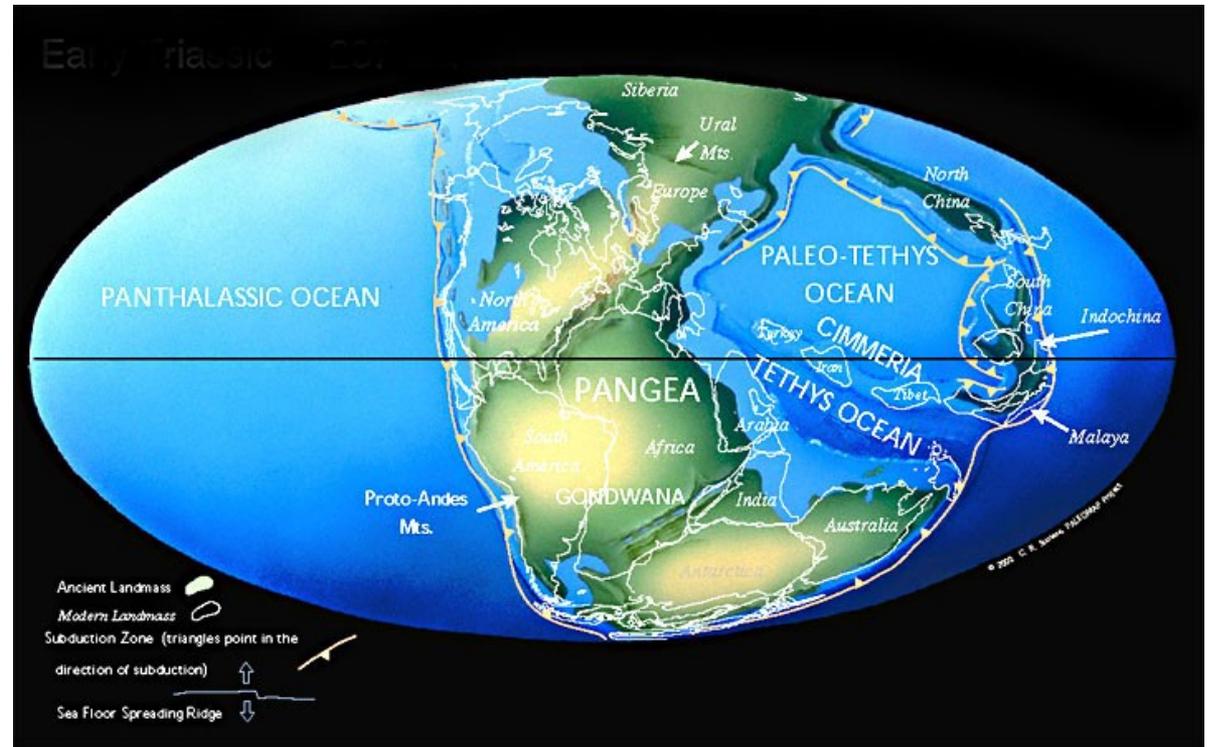
Eruzioni Vulcaniche

Un'ultima ipotesi considerata dai paleontologi attribuisce l'estinzione di massa del Permiano ad immense eruzioni di lava in Siberia. Queste eruzioni furono amplissime ed immisero una enorme quantità di solfati nell'atmosfera. Vi sono testimonianze sedimentologiche in Cina che sosterebbero una che queste eruzioni erano ricche di silice, quindi esplosive, un fattore che avrebbe provocato la formazione di immense nuvole di ceneri che si sarebbero sparse per tutto il mondo. La combinazione di solfati e di ceneri nell'atmosfera avrebbe abbassato la temperatura globale innescando i fenomeni glaciali. L'età delle lave è compatibile con quella delle estinzioni di fine Permiano.

TRA PALEOZOICO E MESOZOICO

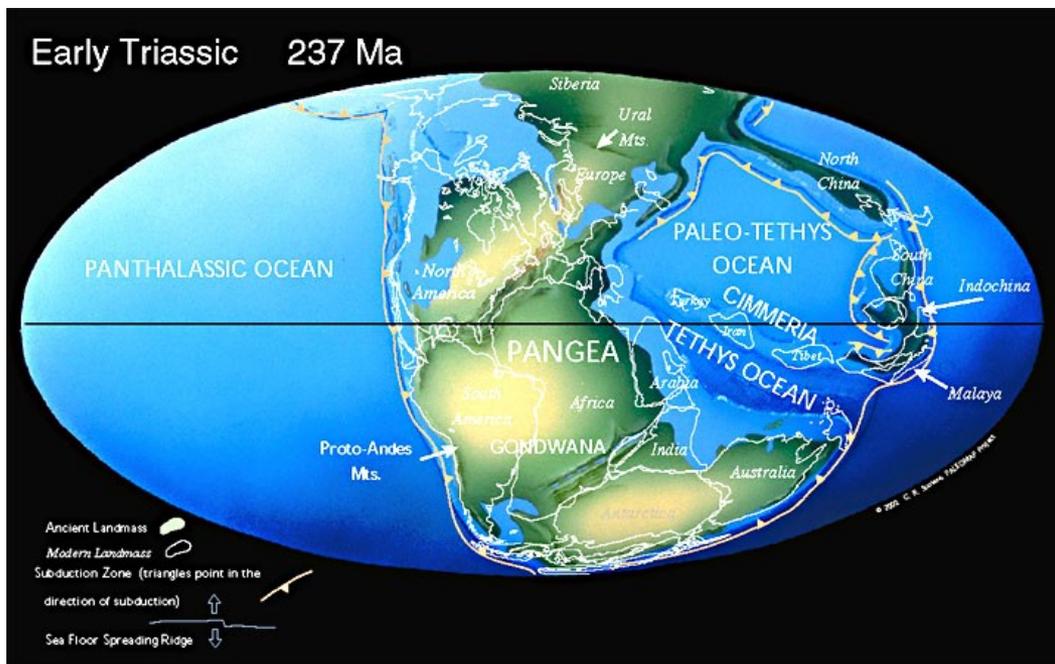
Progressiva unificazione delle terre emerse nella Pangea
 Questo continente non era diviso da mari epicontinentali e le faune erano dunque omogenee

15% of the Earth's history: 245 million years		
Millions of years ago	Period	Era
0.0	Quaternary	Cenozoic
65.0	Tertiary	
144	Cretaceous	Mesozoic
213	Jurassic	
248	Triassic	
288	Permian	
350	Carboniferous	Paleozoic
380	Mississippian	
408	Devonian	
438	Silurian	
502	Ordovician	
542	Cambrian	
542	Precambrian	



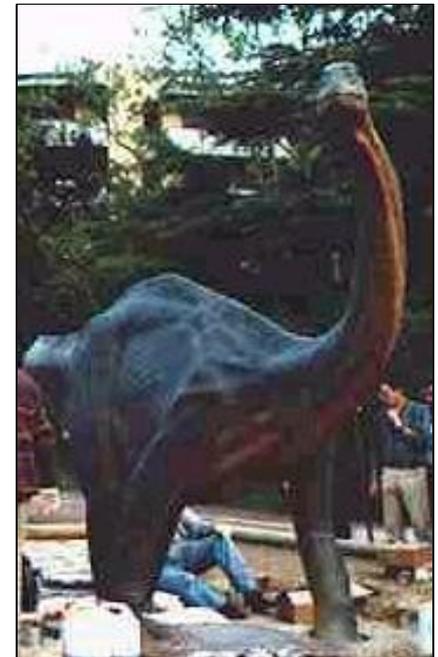
TRA PALEOZOICO E MESOZOICO

Il Triassico fu, particolarmente nella prima metà, a clima secco con elevate variazioni di temperatura durante l'anno, **soprattutto nell'interno del Supercontinente Pangea. Vi è consenso generale sul fatto che il basso livello del mare contribuì agli estremi termici del Pangea e che all'interno del Pangea vi fossero vaste aree desertiche.**



TRA PALEOZOICO E MESOZOICO

La presenza di un supercontinente unico consentì ampie migrazioni degli animali terrestri, **la vita iniziò a diversificarsi ampiamente dopo l'estinzione permotriassica e le faune di acque calde si diffusero lungo l'oceano della Tetide. Inizia l'Era dei Rettili.**



LA DIVISIONE DELLA PANGEA

Il supercontinente Pangea non si divise in blocchi continentali minori in un'unico evento a volta, ma in una sequenza di tre episodi principali.

Il primo ebbe inizio nel Giurassico Medio, circa 180 milioni di anni fa. Dopo un episodio di attività vulcanica lungo la costa orientale dell'America del Nord e quella nord occidentale dell'Africa, si aprì l'Oceano Atlantico Centrale, in quanto il Nord America si spostò verso Nord Ovest. Questo movimento creò anche il Golfo del Messico.

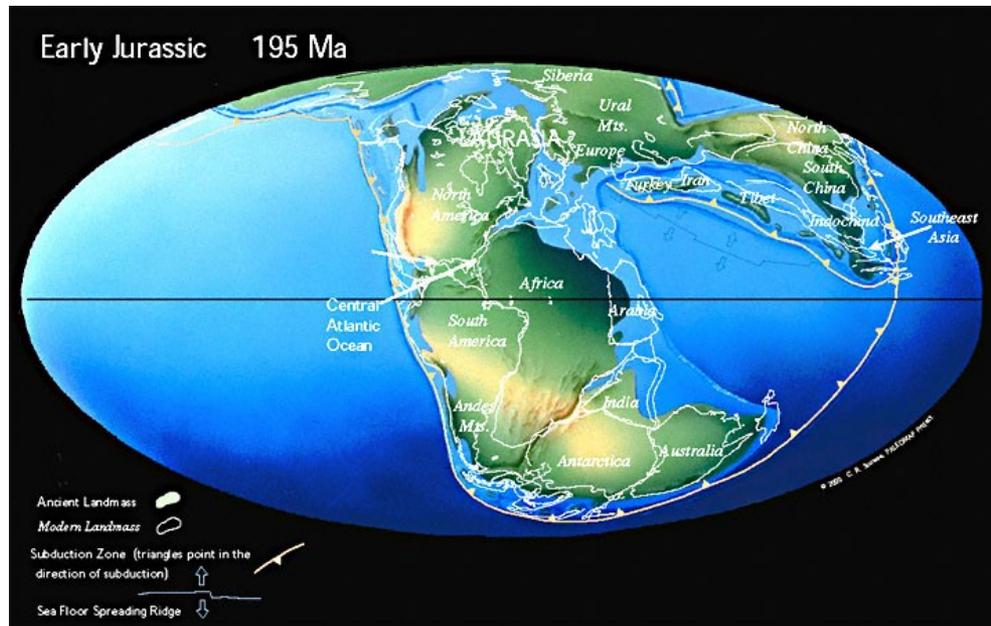
Contemporaneamente, sull'altro lato dell'Africa, intense eruzioni vulcaniche lungo i margini adiacenti dell'Africa Orientale, Antartide e Madagascar preannunciavano la formazione dell'Oceano Indiano Occidentale

GIURASSICO INFERIORE

La parte centrale e meridionale dell' Asia era formata. Un ampio oceano della Tetide separava i continenti settentrionali dal Gondwana. Sebbene il Pangea fosse integro, i primi segni del distacco dei continenti iniziavano a manifestarsi.

Le faune a Dinosauri erano piuttosto omogenee, anche dopo l'inizio dell'apertura dell'oceano Atlantico. Si ritrovano infatti gli stessi generi in America Settentrionale ed in Africa

12% of the Earth's history 242 million years		
Millions of years ago	Period	Era
0-50	Quaternary Tertiary	Cenozoic
65-144	Cretaceous Jurassic Triassic	Mesozoic
251-358	Permian	
358-380	Permian Carboniferous Mississippian Devonian	Paleozoic
408-438	Silurian	
438-502	Ordovician	
502-542	Cambrian	
542	Precambrian	



MESOZOICO

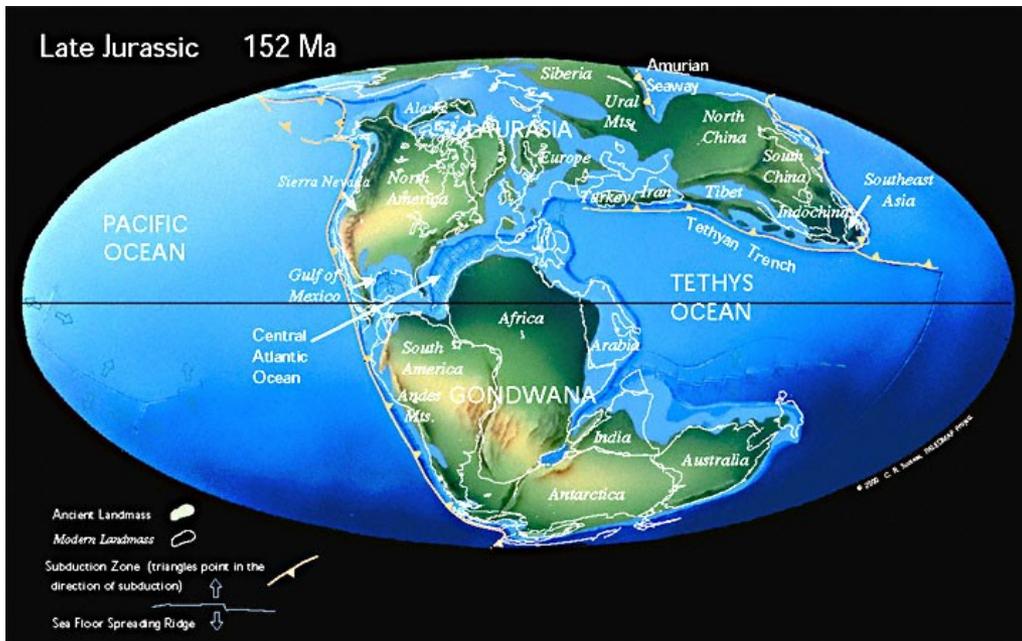
Durante il Mesozoico, Nord America ed Eurasia costituivano un'unica massa continentale chiamata Laurasia.

Con l'apertura dell'Oceano Atlantico Centrale, Laurasia ruotò in senso orario, spingendo il Nord America a Settentrione, e l'Eurasia verso Sud. Paludi carbonifere, abbondanti nell'Asia Orientale durante il Giurassico Inferiore, furono sostituite da deserti e depositi di sale nel Giurassico Superiore, in quanto l'Asia passò dalla fascia umido temperata a quella subtropicale arida.

Questo movimento in senso orario della Laurasia portò anche alla chiusura dell'ampio Oceano a "V", la Tetide che divideva Laurasia dal supercontinente meridionale, Gondwana, anch'esso in via di frammentazione.

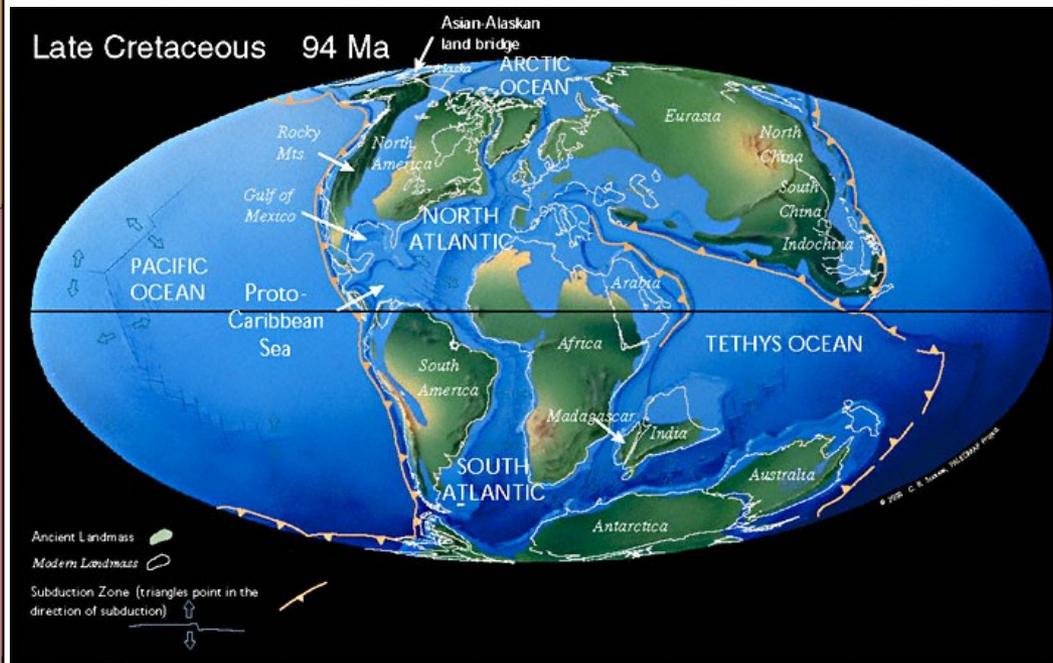
GIURASSICO MEDIO

Il supercontinente Pangea iniziò a dividersi nel Giurassico Medio. Nel Giurassico Superiore l'Oceano Atlantico Centrale era uno stretto oceano che divideva l'Africa dall'America del Nord. Il Gondwana orientale aveva iniziato a separarsi dal Gondwana Occidentale.



CRETACICO

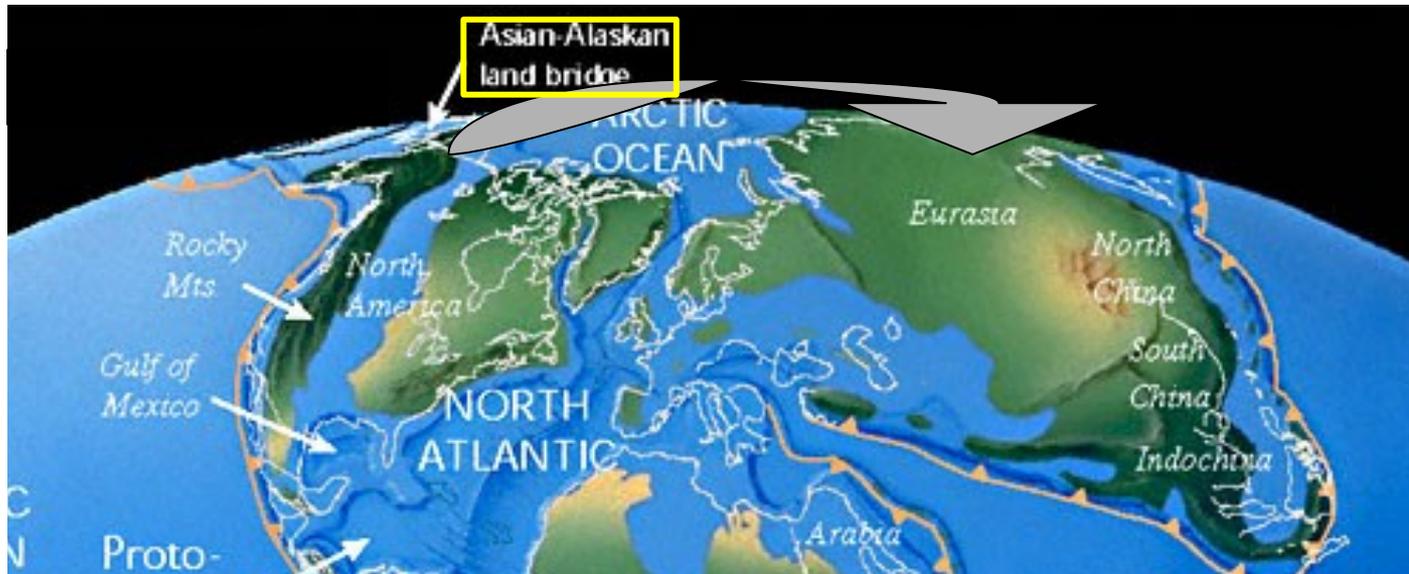
Si aprì l'Oceano Atlantico Meridionale. L'India si staccò dal Madagascar e si diresse a Nord in rotta di collisione con l'Eurasia. Il Nord America era connesso con l'Europa e l'Australia era ancora unita all'Antartide.



126 of the Earth's history: 242 million years		
Millions of years ago	Period	Era
0	Quaternary	Cenozoic
0-2.0	Tertiary	
65.0	Cretaceous	Mesozoic
144	Jurassic	
213	Triassic	
248	Permian	
288	Carboniferous	Paleozoic
350	Devonian	
380	Silurian	
408	Ordovician	
438	Cambrian	
502		
542		
572		

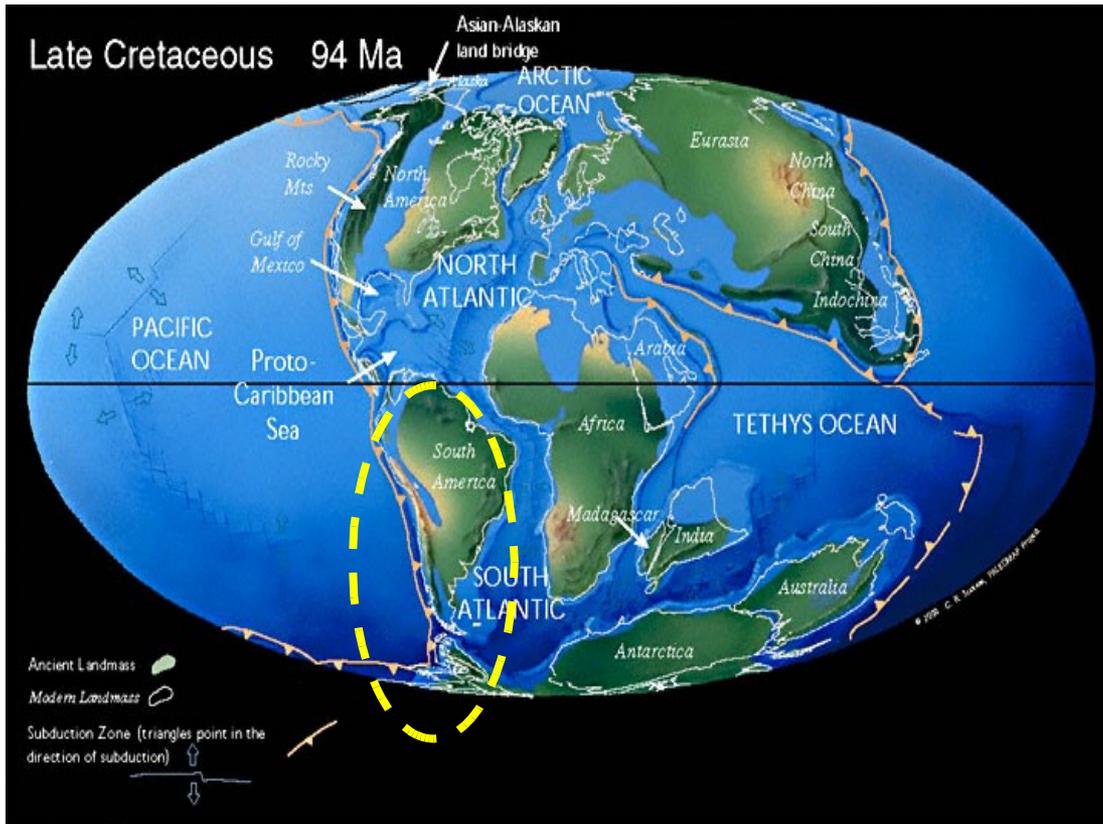
CRETACICO

In seguito all'apertura dell'Atlantico Settentrionale, si ha la separazione tra le faune nordamericane ed europee. Successivamente la formazione di un ponte filtrante tra l'Alaska e la Siberia consente il passaggio preferenziale dall'Asia al Nord America. Molti Dinosauri del Cretacico Superiore del Nordamerica contano antenati Asiatici



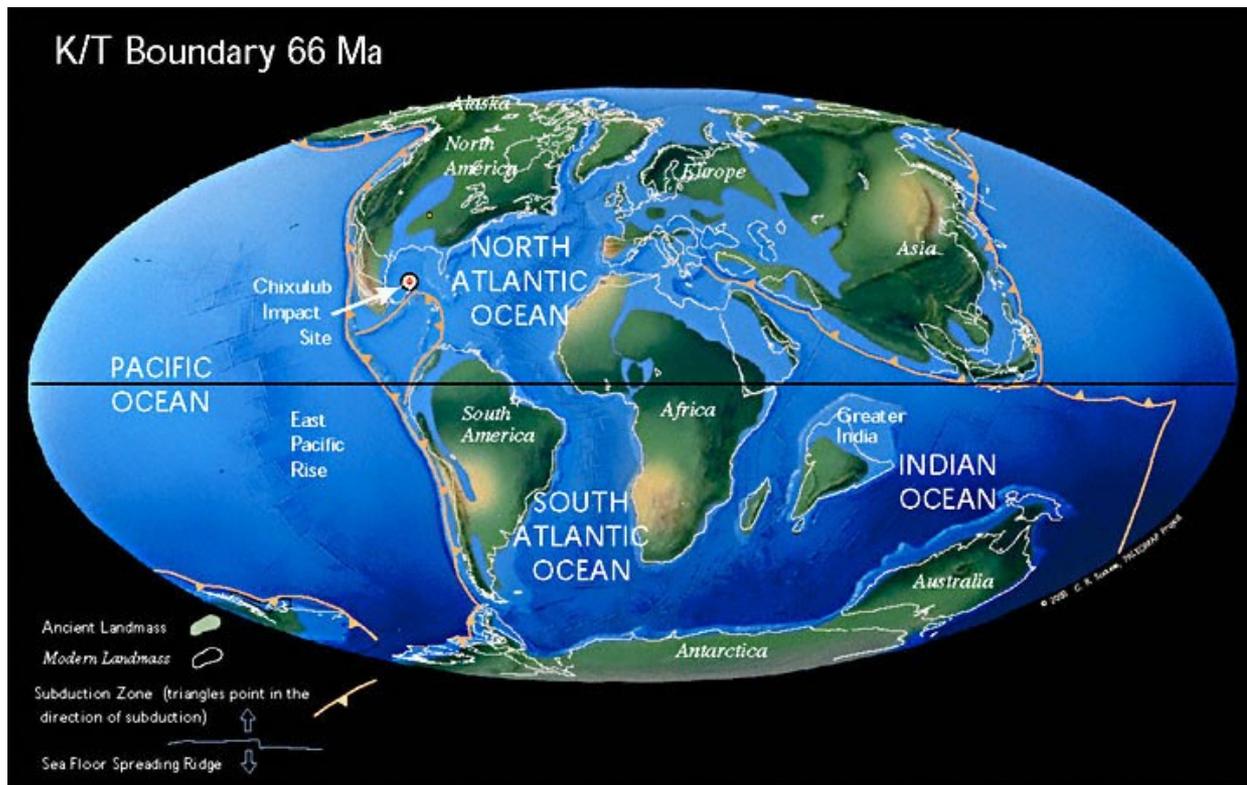
CRETACICO

Nonostante la frammentazione del Gondwana nel Cretacico Superiore, vi è una certa omogeneità nelle faune a dinosauri, tranne che in Sud America



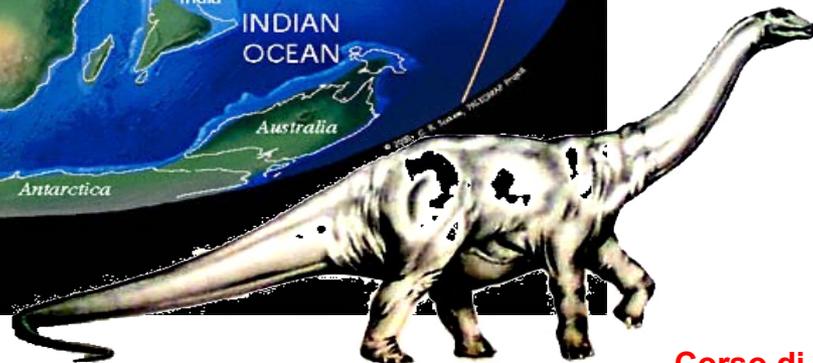
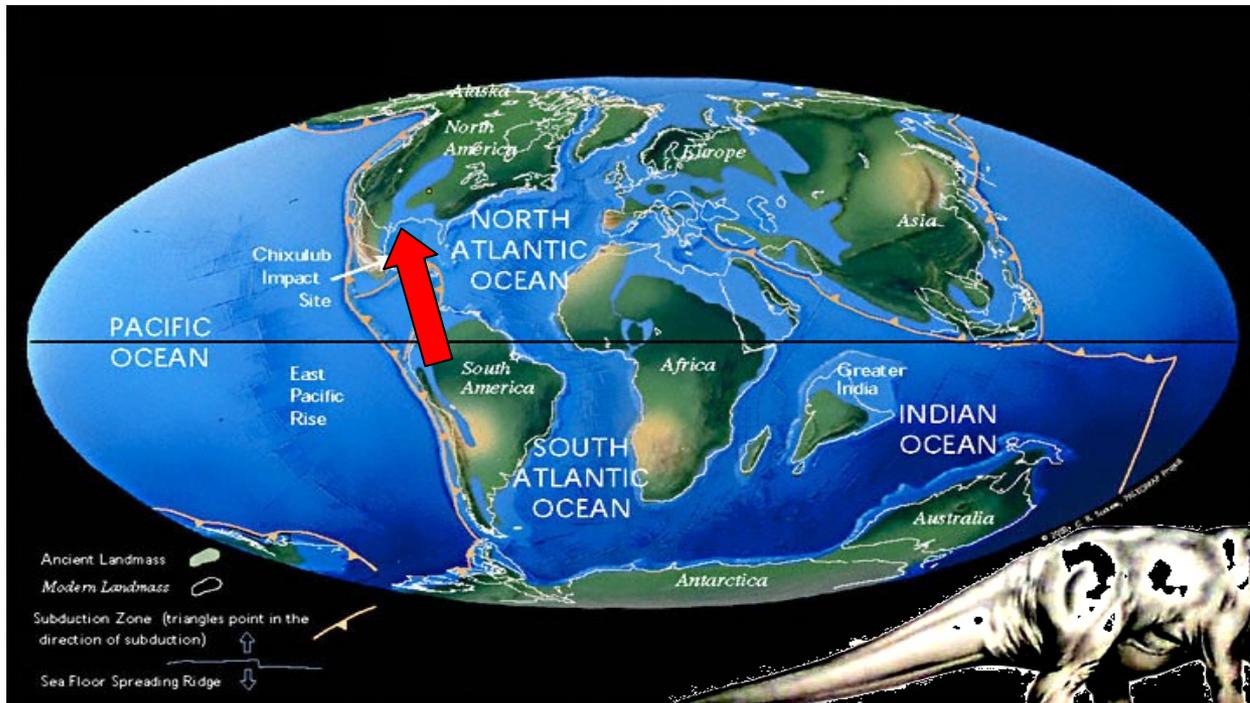
CRETACICO

A partire dal Cretacico superiore gli oceani si erano espansi e l'India si avvicinava al margine meridionale dell'Asia.



CRETACICO

Durante il Cretacico terminale la collisione tra Nord America e Sud America a ovest porta ad uno scambio faunistico, documentato in America ad esempio dall'arrivo di *taxa* meridionali quali il titanosauridae *Alamosaurus*



CRETACICO

Alla fine del Cretacico (Limite K/T) si verificò un'estinzione di massa molto importante anche se non così profonda come quella permiana. Questa estinzione di massa ha guadagnato un notevole interesse di pubblico soprattutto perchè ha coinvolto i dinosauri.

Sebbene i Dinosauri siano le vittime più famose dell'estinzione, molti altri gruppi terrestri e marini furono eliminati o pesantemente ridotti dalla crisi KT (cretaceo/terziario). Tra quelli che scomparvero contiamo gli Pterosauri...

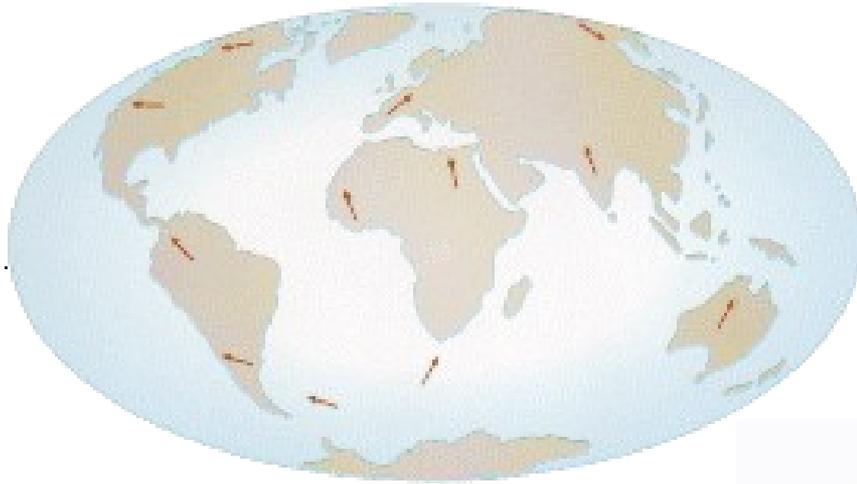
Fra i Mammiferi si ebbero poche perdite, solo alcuni tipi di uccelli scomparvero, mentre coccodrilli, tartarughe, serpenti lucertole ed anfibi sembrarono non risentire della crisi.

I MOVIMENTI DELLE PLACCHE

L'America Meridionale si sarà allontanata di circa 25-30 gradi dall'Africa (pari a circa metà dell'attuale distanza che la separa); la stessa Africa verrà sospinta verso l'Europa inghiottendo l'intero Mediterraneo; mentre l'Australia sarà unita all'Asia insieme a tutto l'arcipelago delle isole indonesiane che oggi sono poste in mezzo.

Gli Oceani Atlantico ed Indiano si allargheranno a spese del Pacifico. Los Angeles, in California, avrà un clima quasi polare. Per quel che ci riguarda, l'Italia verrebbe unita alla ex-Jugoslavia, mentre nel Mediterraneo orientale sorgerebbe una catena di montagne.

COME SAR'À...



La crosta terrestre ora e...

...fra 100 milioni di anni

