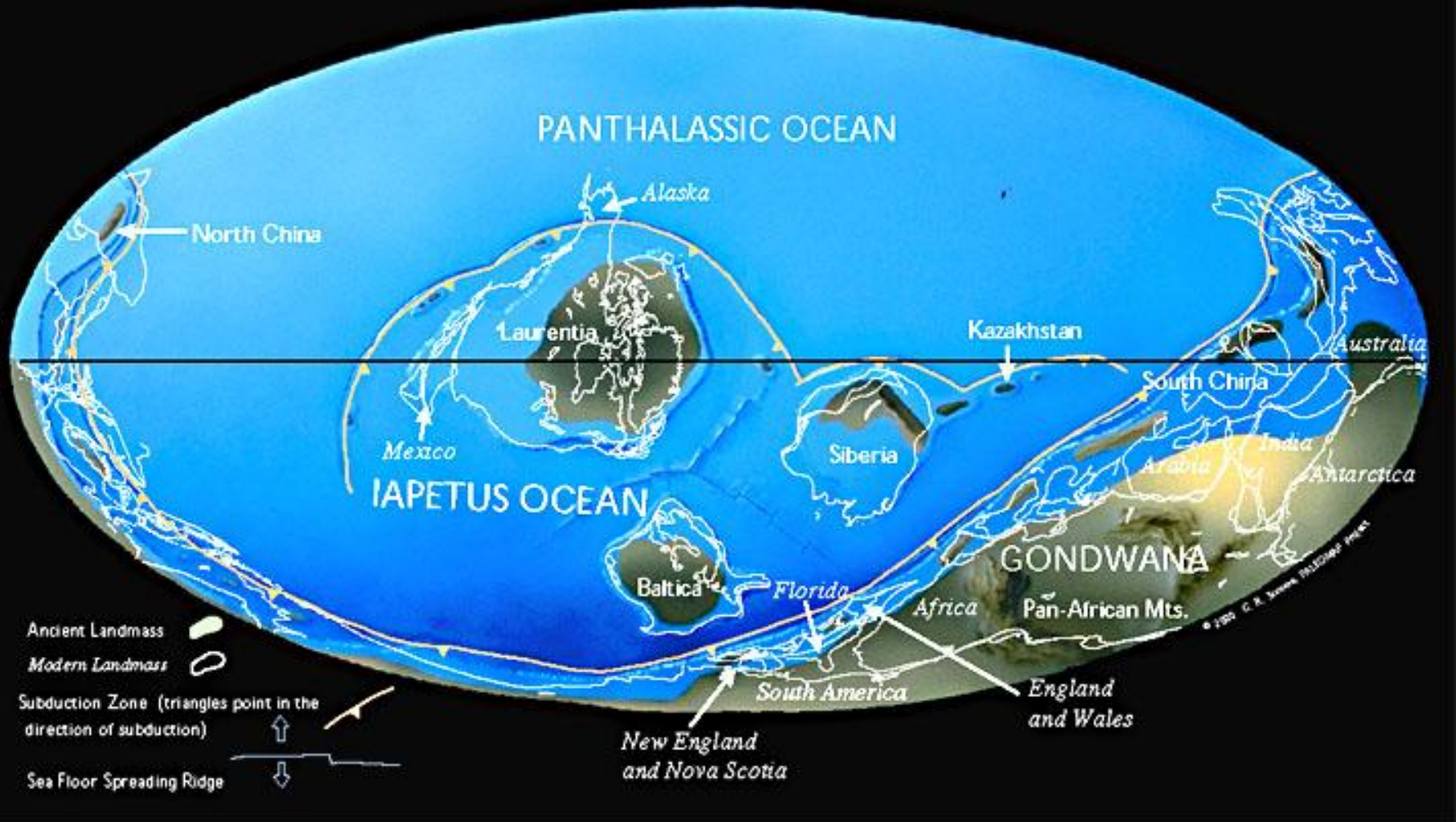


Paleobiogeografia

Esempi

Late Cambrian 514 Ma



OCEANO GIAPETICO

Nel **Cambriano** e nell'**Ordoviciano Inf.** si possono individuare due **bioprovince** a trilobiti:

Biopr. occidentale

Appalachi occidentali, Terranova (parte Ovest), Irlanda settentrionale, Scozia, Norvegia occidentale

Biopr. orientale

New Brunswick meridionale, Nuova Scozia, Terranova (parte Est), Irlanda meridionale, Inghilterra, Galles, Nord Europa

Cambr

Olenellus, Paedeumias, Bathyoniodus, ...

"Fauna Acado-Baltica" (Callavia, Holmia, ...)

Ord.I.

Fauna a Bathyiuridi

Fauna a Megistaspidi (a NE) e a Solenopeltidi (a SW)

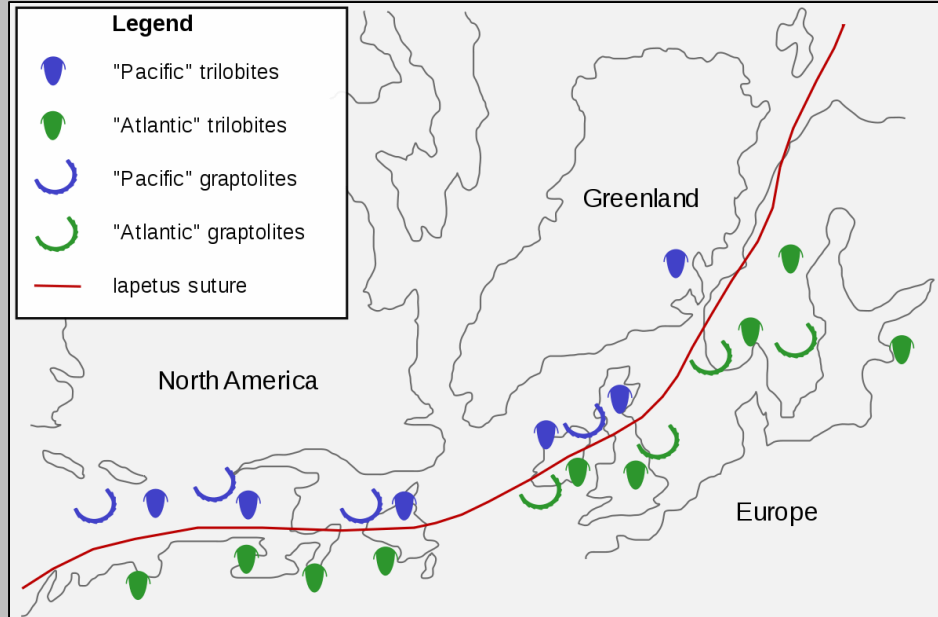


Paleogeografia dell'Ordoviciano Inferiore (circa 480 Ma)

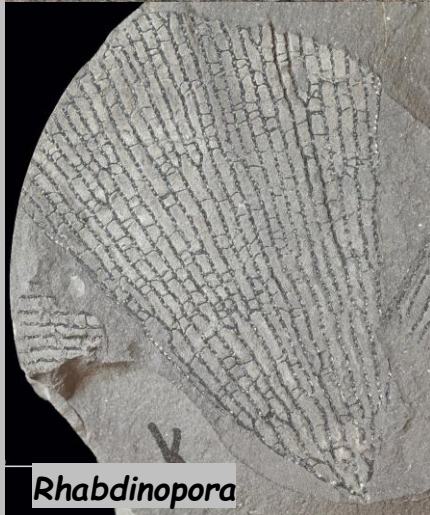
OCEANO GIAPETICO



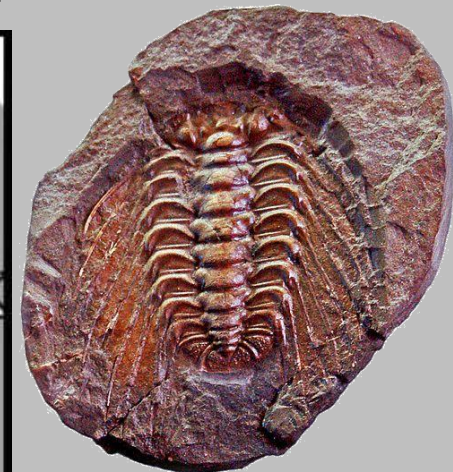
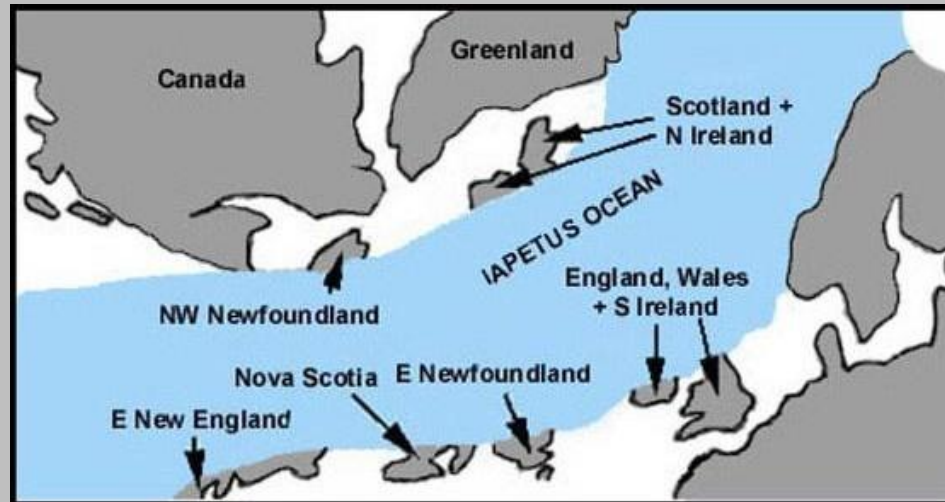
Bathyniodus



Holmia



Rhabdinopora

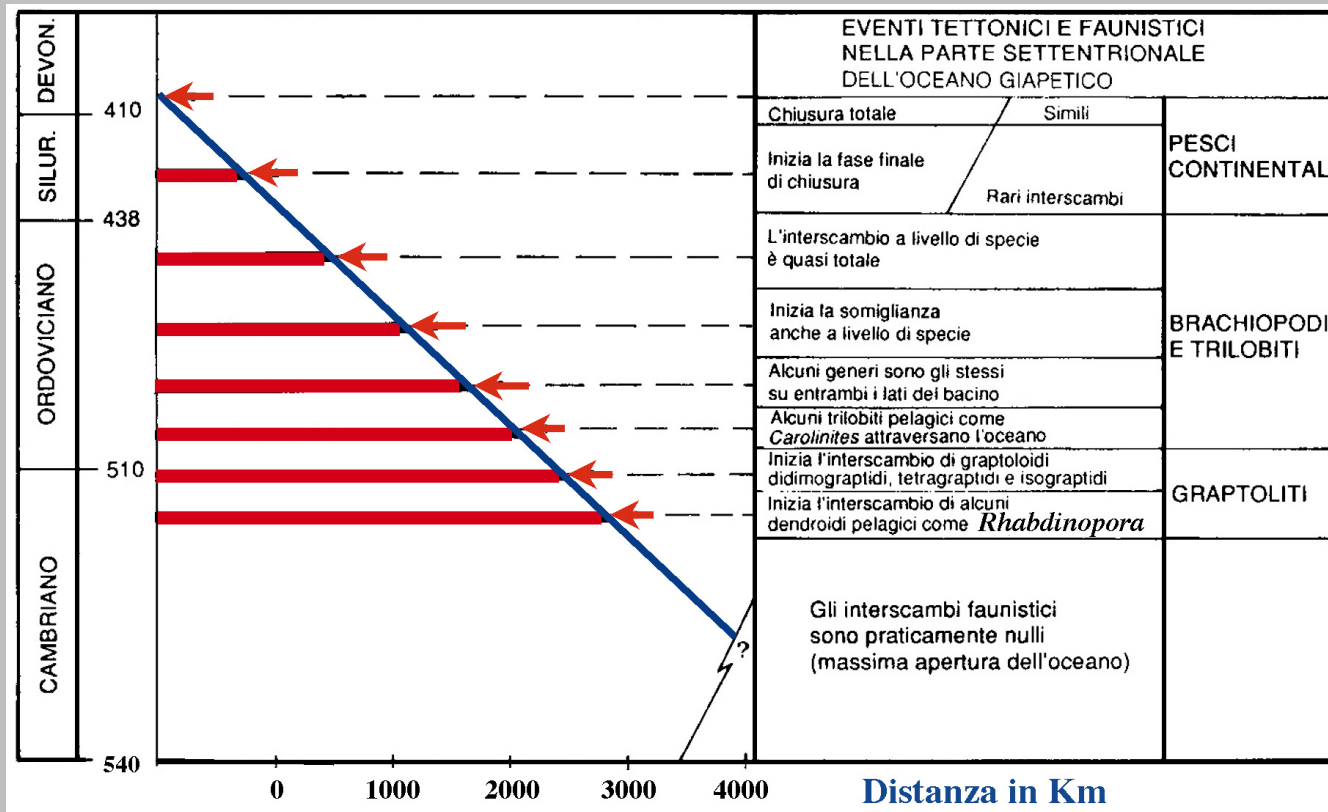


Solenopeltis

OCEANO GIAPETICO

La situazione analoga per altri gruppi bentonici (brachiopodi, echinodermi, ...)

Le differenze si attenuarono già nell'Ordoviciano Sup., fino a sparire del tutto nel Siluriano, a testimonianza del progressivo restringimento dell'oceano, fino alla chiusura totale nel Devoniano Inf., quando si generarono le catene caledoniane

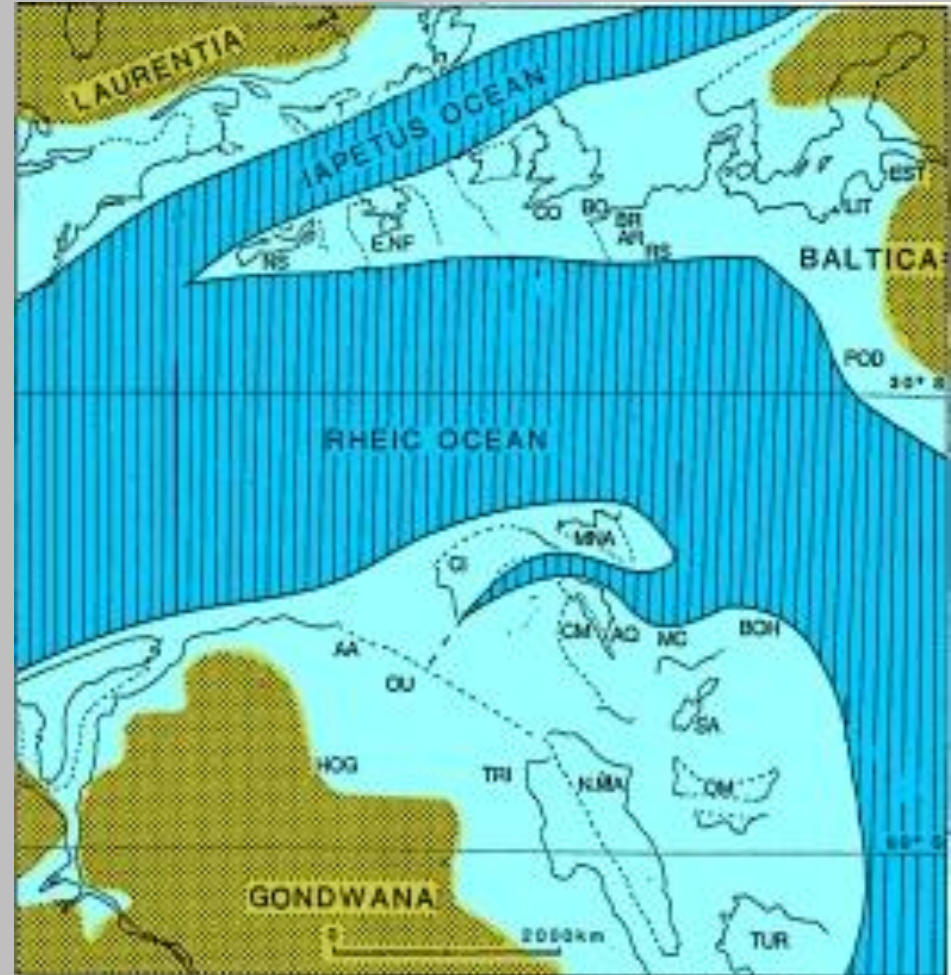


OCEANO REICO

A partire dalla **fine dell'Ordoviciano Inf.** le faune a brachiopodi e a trilobiti di Baltica e del Nord Gondwana sono distinte.

Nell'**Ordoviciano Sup.** ci sono forme endemiche gondwaniane di trilobiti (*Dalmanitina*, *Onnia*, ...) e brachiopodi (*Svobodaina*, *Aegiromena*, ...); alcuni brachiopodi restano comuni alle due aree (*Nicolella*, *Longvillia*, *Iberomena*, ...)

Nel **Siluriano** ci sono endemismi molto marcati, mentre restano comuni alle due aree solo elementi pelagici (*graptoliti*, *scyphocrinitidi*, *cefalopodi*, *euripteridi*).

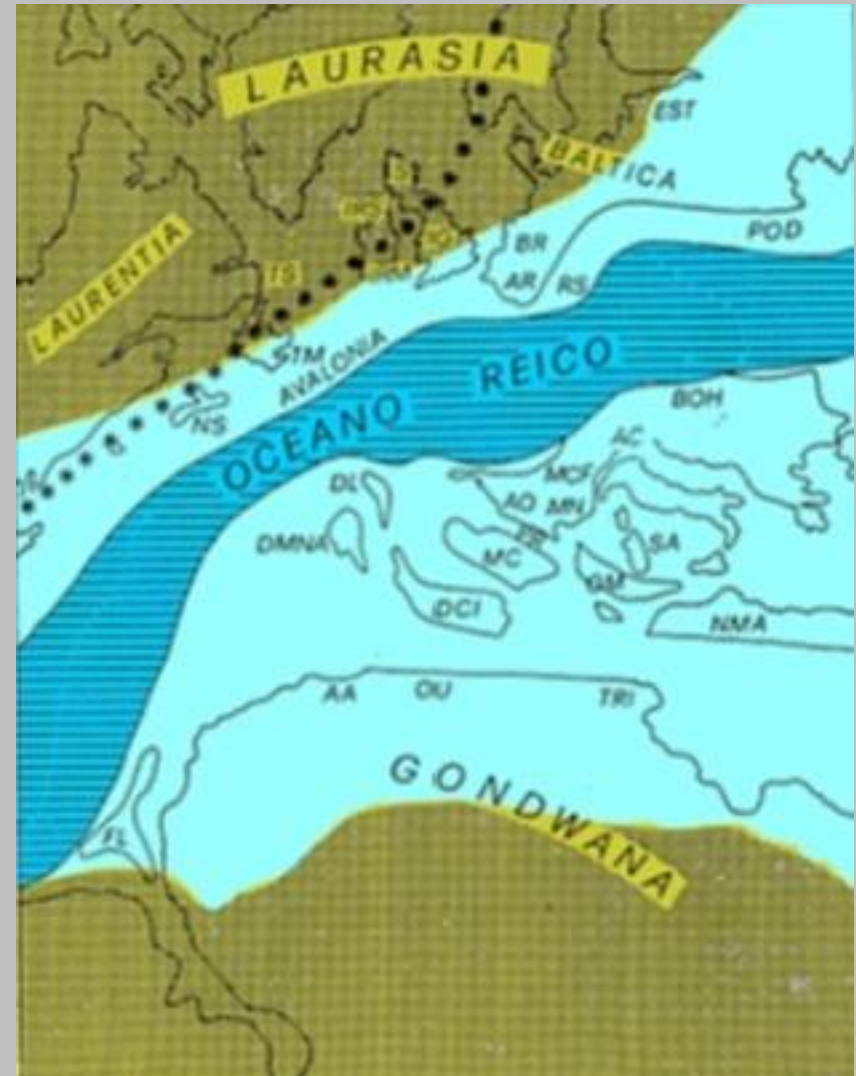


Siluriano inf. (circa 435 Ma)

OCEANO REICO

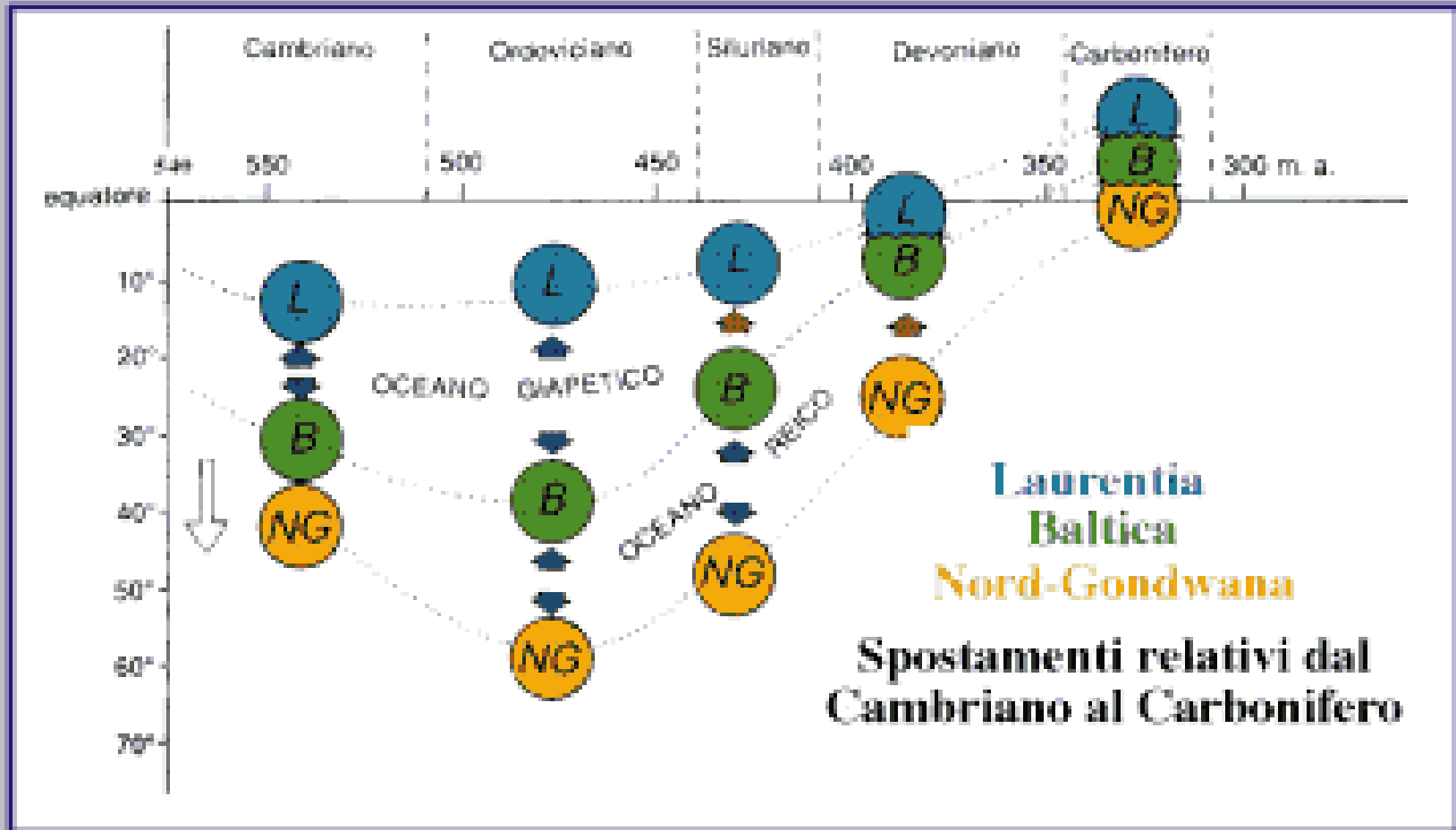
Nel **Devoniano Inf.** il provincialismo è ancora ben evidente, mentre le differenze calano progressivamente nel corso del Devoniano.

L'Oceano Reico si sutura all'inizio del **Carbonifero sup.**, e la collisione tra Baltica e Gondwana produce le catene varisiche.



Devoniano Inf. (circa 390 Ma)

OCEANO GIAPETICO e REICO

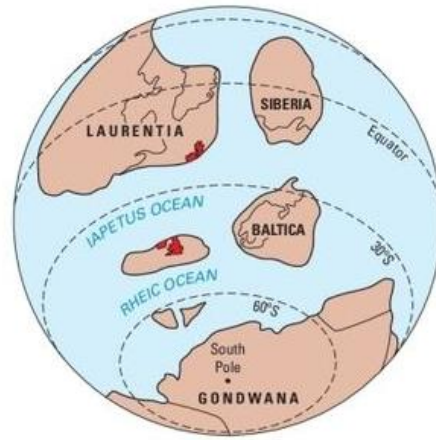


OCEANO GIAPETICO e REICO

a) Early Ordovician c. 480 Ma



b) Late Ordovician c. 450 Ma



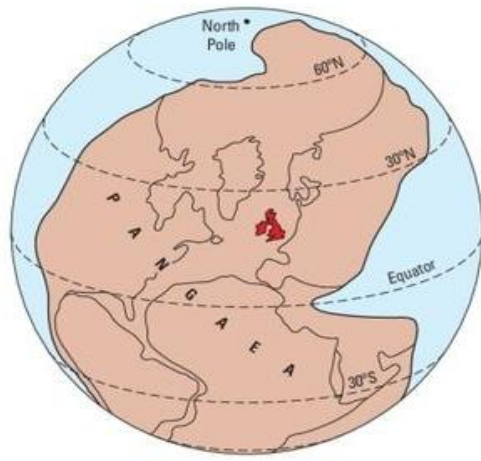
c) Late Silurian c. 420 Ma



d) Late Carboniferous c. 300 Ma



e) Permian–Triassic c. 250 Ma



LA FRAMMENTAZIONE DELLA PANGEA

Durante il Triassico la Pangea iniziò a smembrarsi, dividendosi in due grandi continenti: Laurasia (a Nord) e Gondwana (a Sud), separati da un mare, via via sempre più largo, chiamato Tetide.



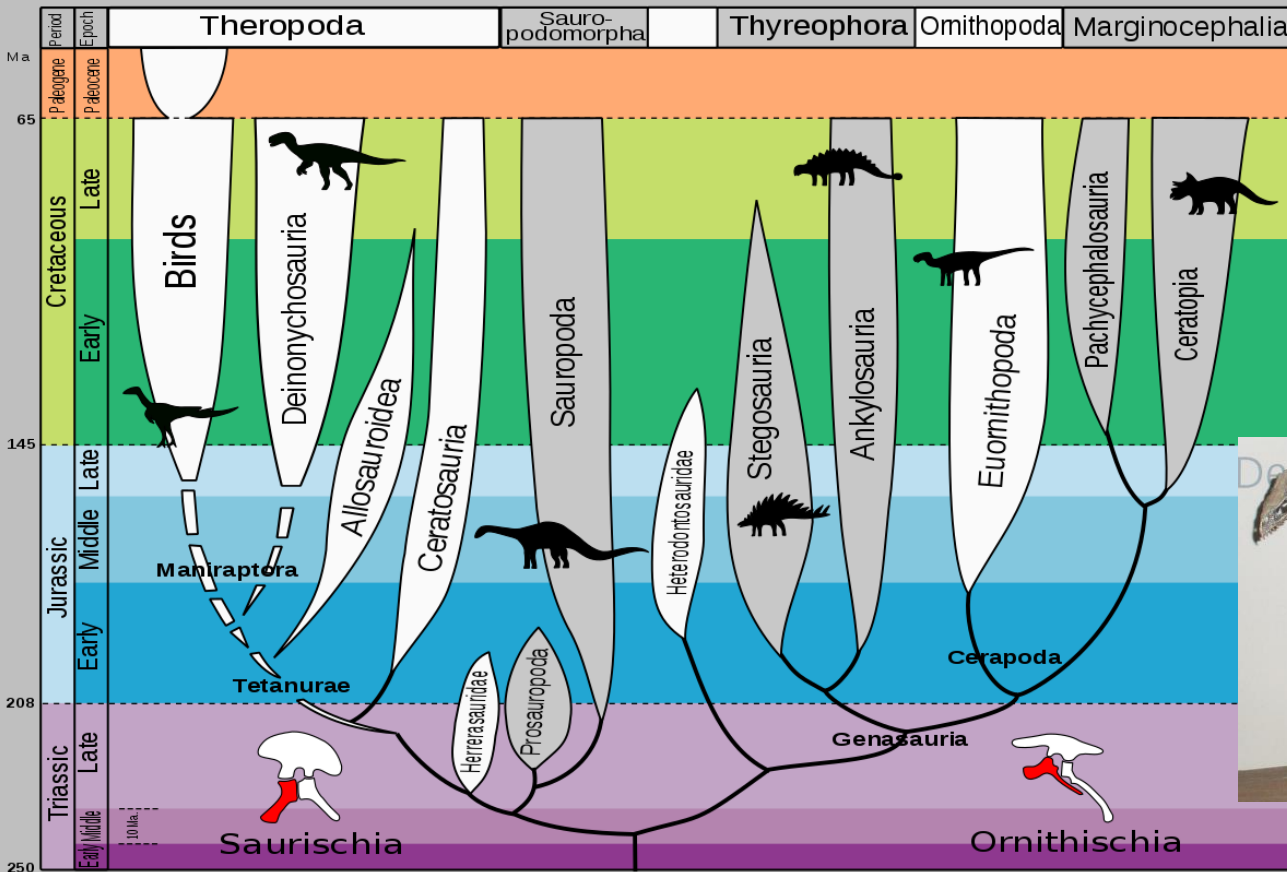
PERMIAN
250 million years ago



TRIASSIC
200 million years ago

LA DIFFUSIONE DEI DINOSAURI

I dinosauri sono comparsi nel Triassico Medio nel Gondwana e si sono diffusi in tutta la Terra. La loro radiazione ha accelerato nel Giurassico Inferiore.

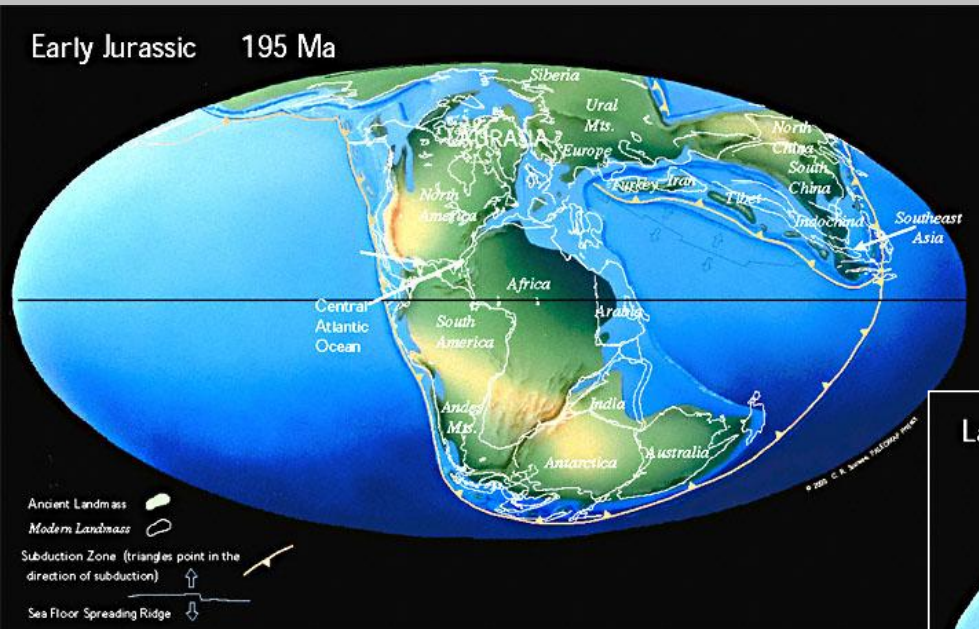


Eoraptor lunensis, il primo dinosauro.
Circa 225 Ma, Argentina

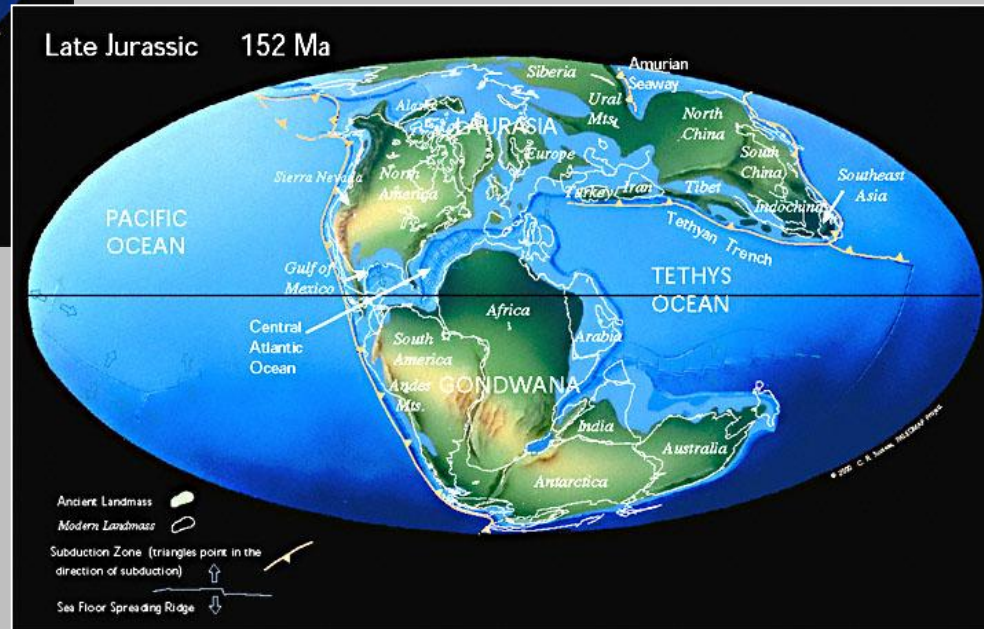
LA DIFFUSIONE DEI DINOSAURI

Nel Giurassico, 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.

Early Jurassic 195 Ma



Late Jurassic 152 Ma



LA DIFFUSIONE DEI DINOSAURI

Nel Giurassico, 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.



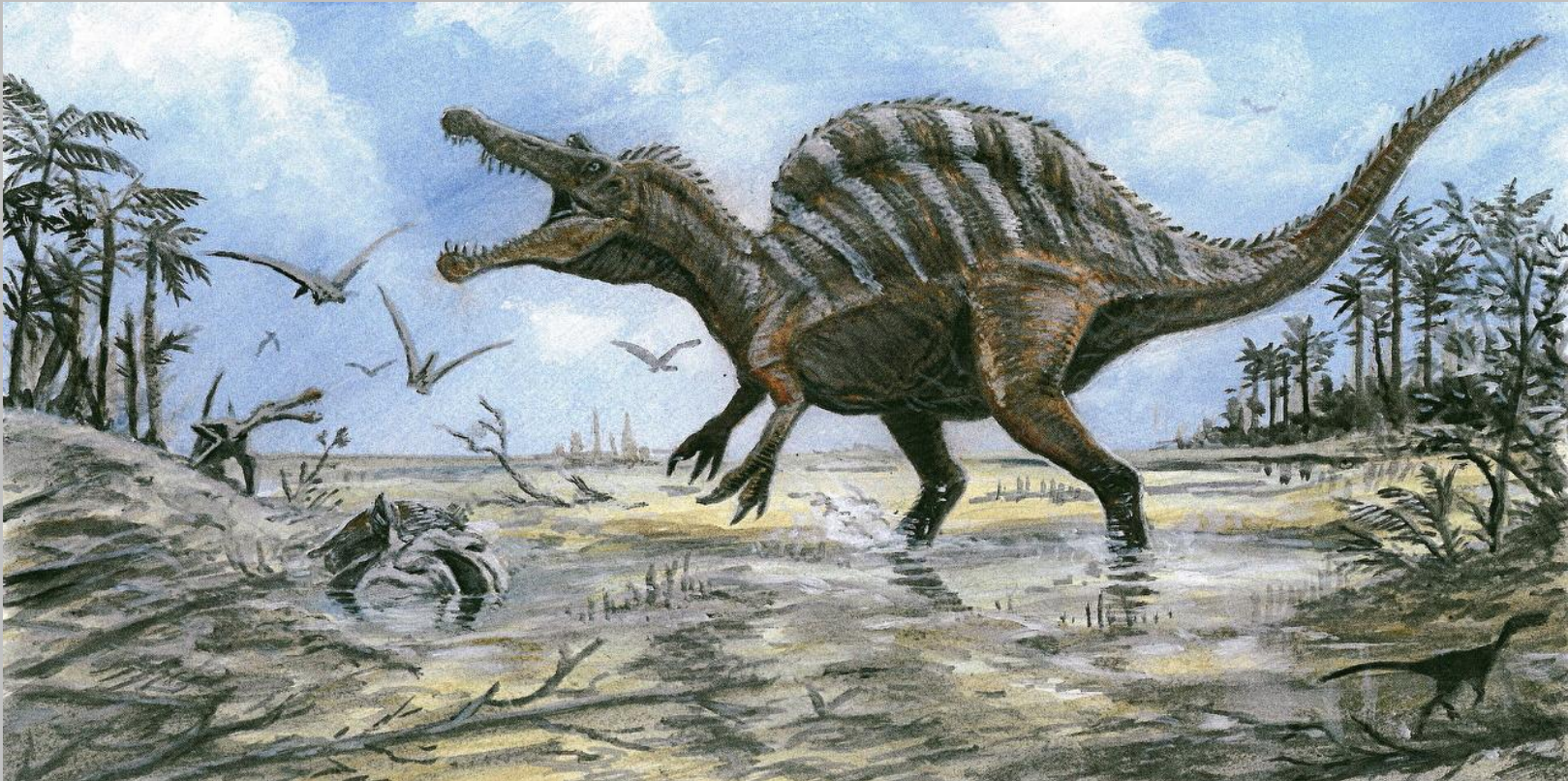
Brachiosaurus



Hypsilophodon

LA DIFFUSIONE DEI DINOSAURI

Nel Cretaceo Inferiore si ha una separazione più netta, ma si ritrovano ancora componenti gondwaniani in Europa, come gli Spinosauri, noti in Africa Settentrionale. Questo potrebbe indicare connessioni con il continente africano durante il Cretaceo Inferiore.

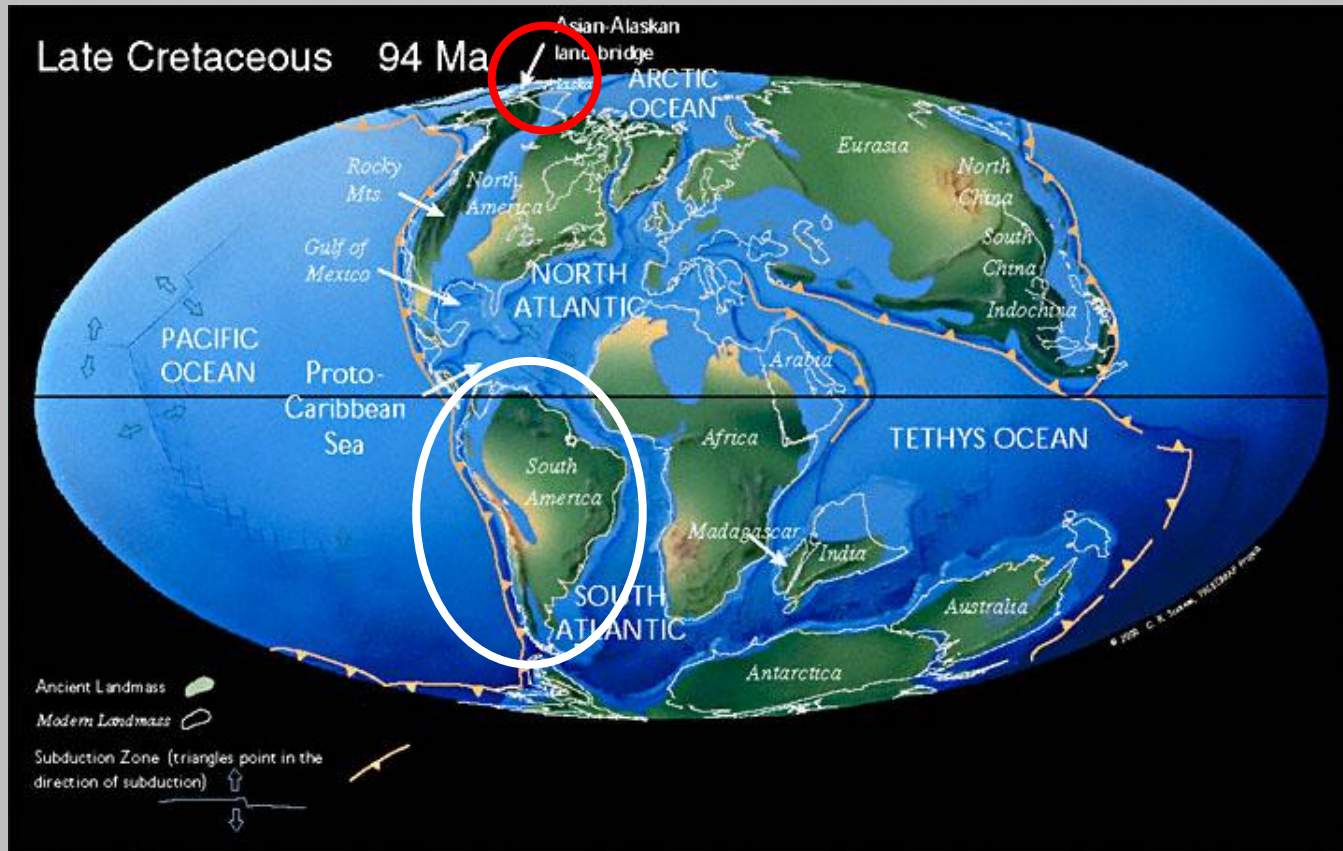


Spinosaurus aegypticus

LA DIFFUSIONE DEI DINOSAURI

Verso la fine del Cretaceo Inferiore, circa 110 Ma, le faune nordamericane ed europee si differenziano in seguito all'apertura dell'Atlantico Settentrionale.

Successivamente la formazione di un ponte filtrante tra l'Alaska e la Siberia consentì il passaggio tra l'Asia e il Nord America.



LA DIFFUSIONE DEI DINOSAURI

Nonostante la frammentazione del Gondwana nel Cretacico Superiore, vi è una certa omogeneità nelle faune a dinosauri, tranne che in **Sud America** dove era presente una fauna endemica.



LA DIFFUSIONE DEI DINOSAURI

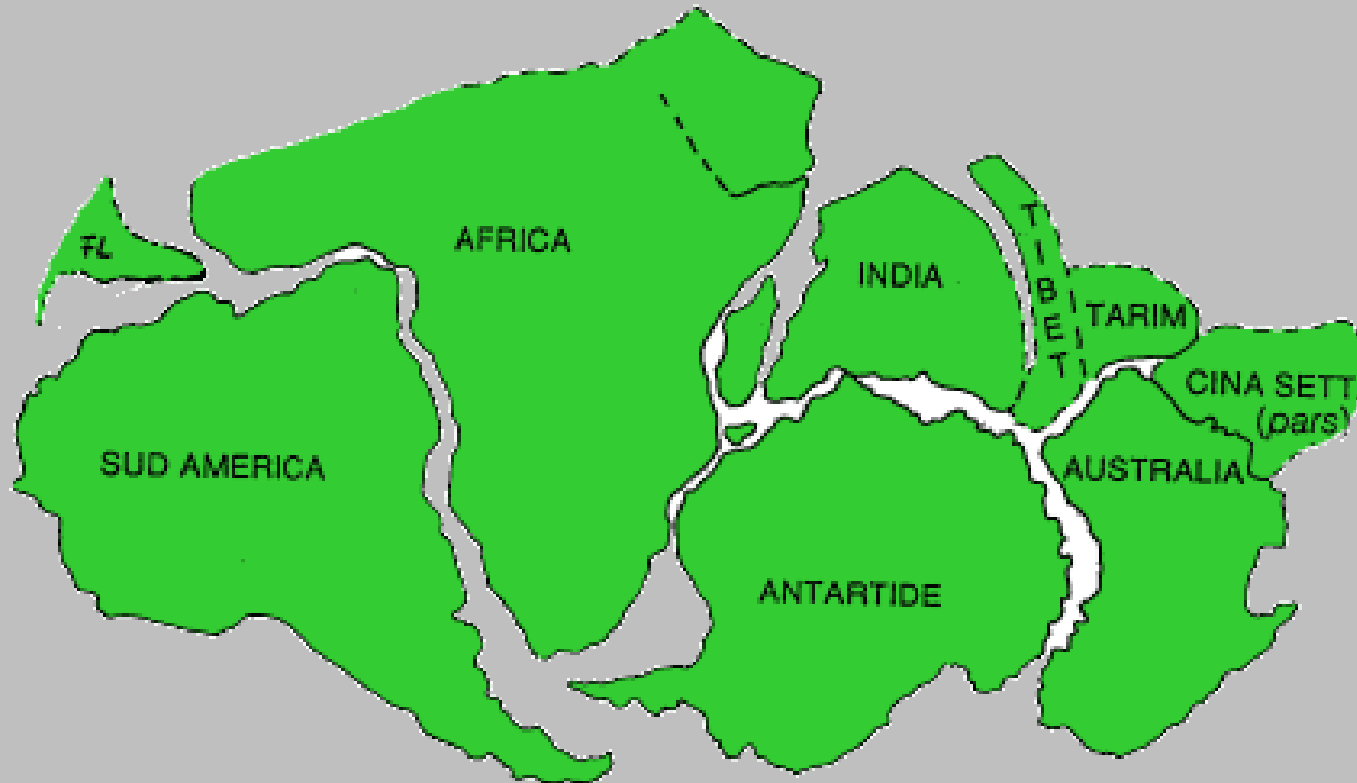
Nonostante la frammentazione del Gondwana nel Cretacico Superiore, vi è una certa omogeneità nelle faune a dinosauri, tranne che in **Sud America** dove era presente una fauna endemica.



La sala dei dinosauri al museo di storia naturale di Buenos Aires

GONDWANA

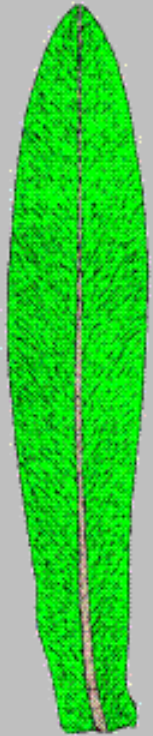
Il supercontinente meridionale del Gondwana è esistito **dal Precambriano al Carbonifero inferiore**, quando si unì con Laurasia per formare la Pangea; poi, praticamente analogo al precedente, dal Triassico Sup. fino attorno alla fine del **Giurassico Inf.**, quando iniziò a frazionarsi definitivamente.



GONDWANA - flora a *Glossopteris*

Felci con semi (Pteridosperme)

Permiano



Glossopteris



Schizoneura



Sphenopetis



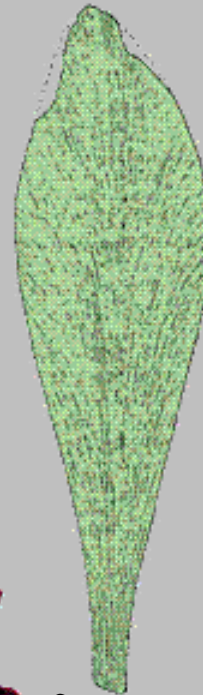
Sphenopteris



Merianopteris



Sphenophyllum



Gangamopteris



Ritrovata in

- India
- Sud Africa
- Australia
- Sud America
- Antartide

GONDWANA - *Mesosaurus*

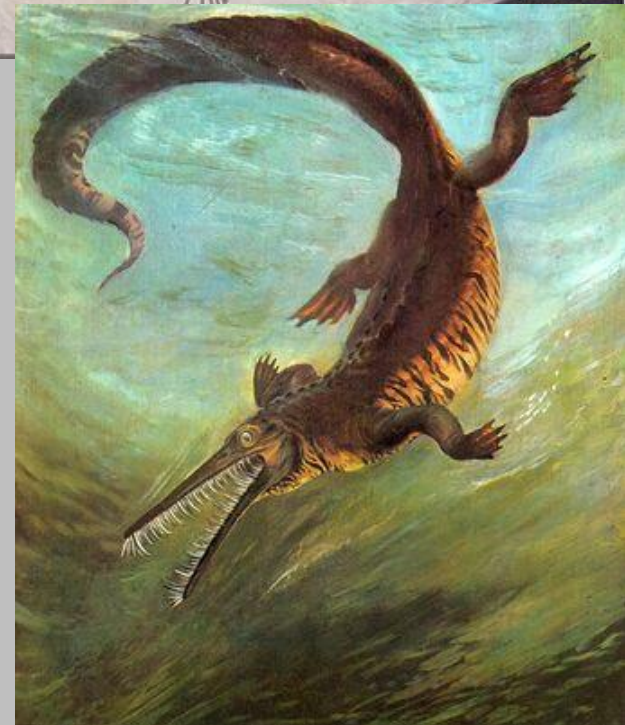
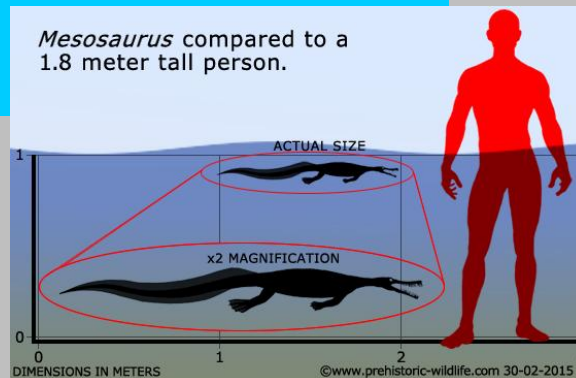
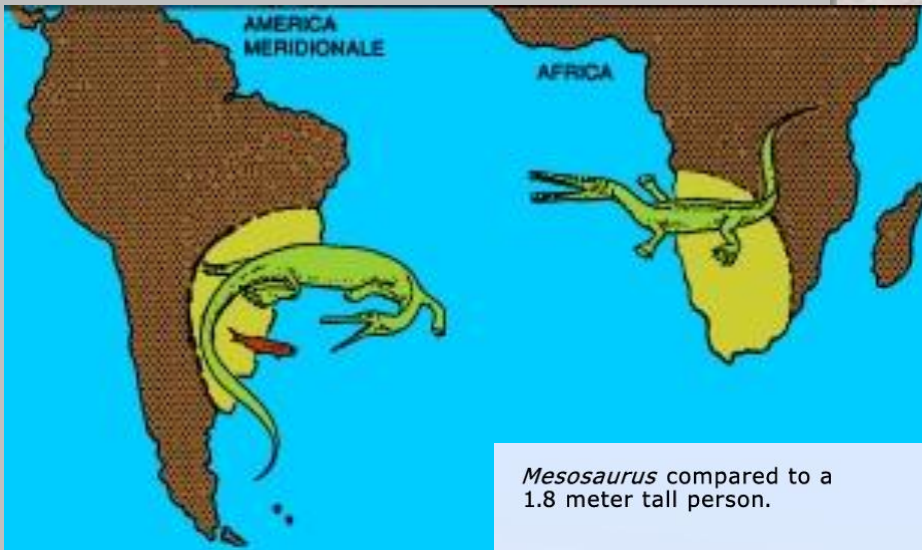
Piccolo rettile acquatico

Limite Carbonifero-Permiano

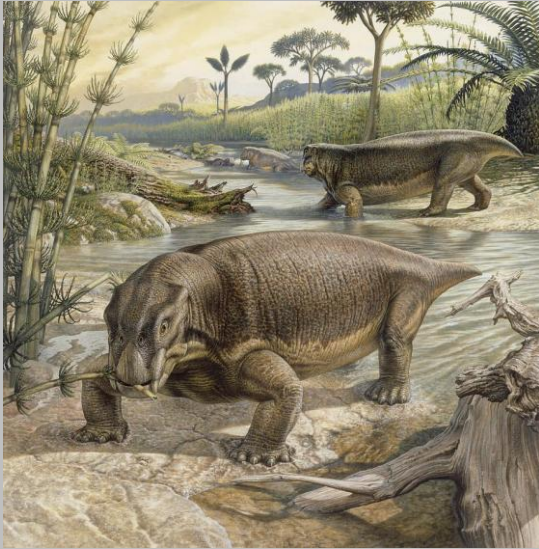
Ritrovato in sedimenti continentali

Sud Africa

Sud America



GONDWANA - rettili terrestri triassici



Lystrosaurus

Rettile dicinodonte
tozzo e robusto

Ritrovato in

Sud Africa

India

Antartide

Cina

Russia Europea



Cynognathus

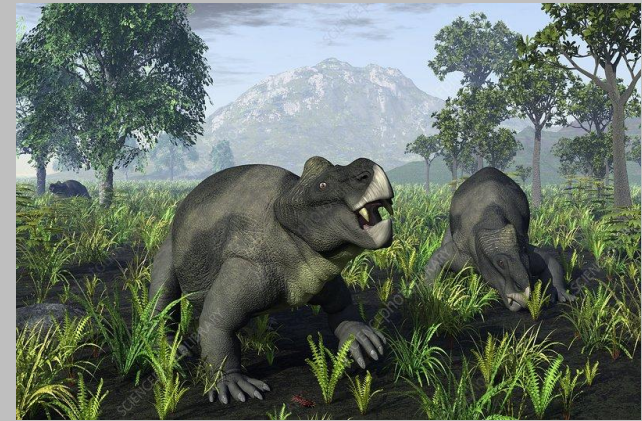
terapside cinodonte
predatore

Ritrovato in

Sud Africa

Sud America

Antartide



Kannemeyeria

rettile dicinodonte

Ritrovato in

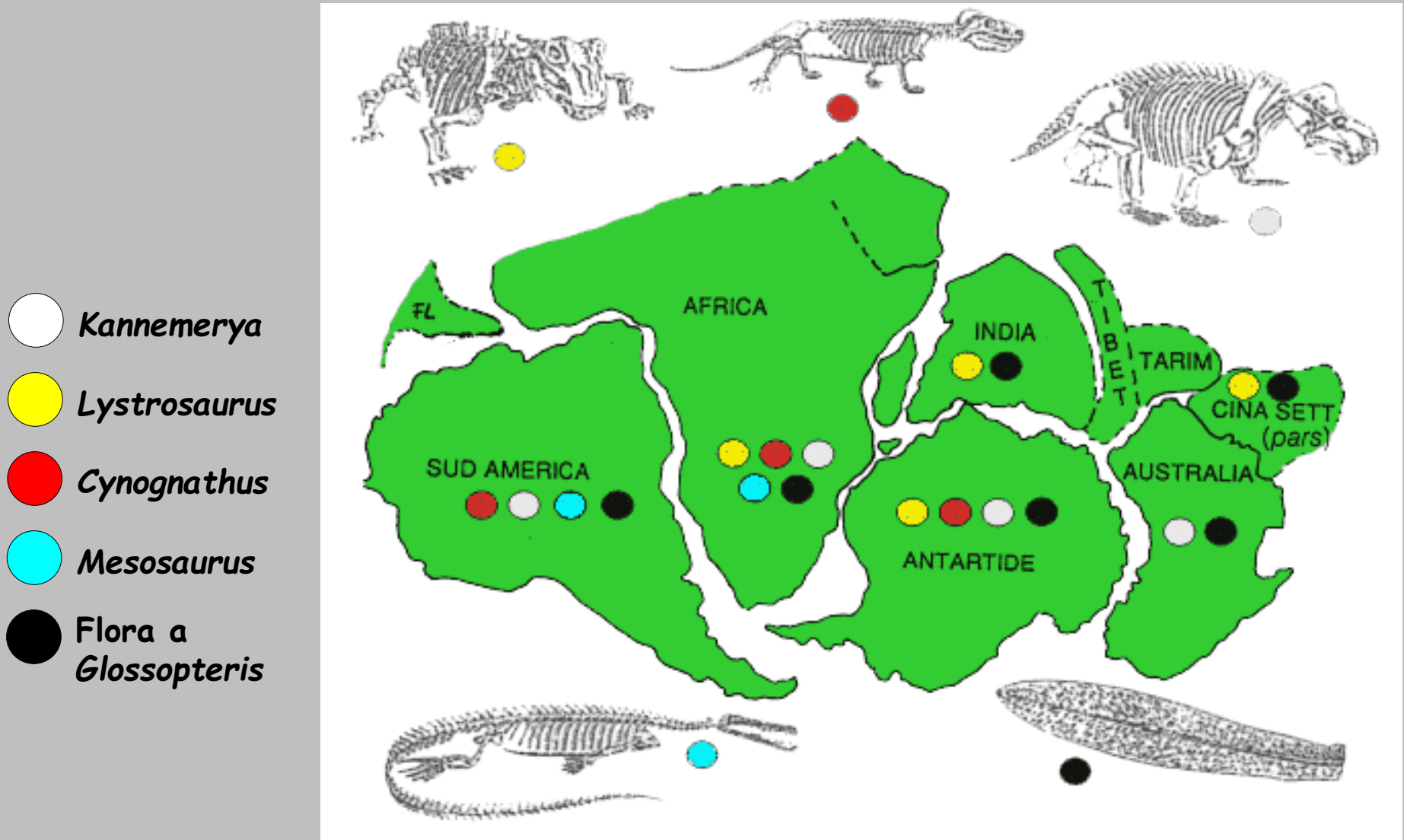
Sud Africa

Sud America

Antartide

Australia

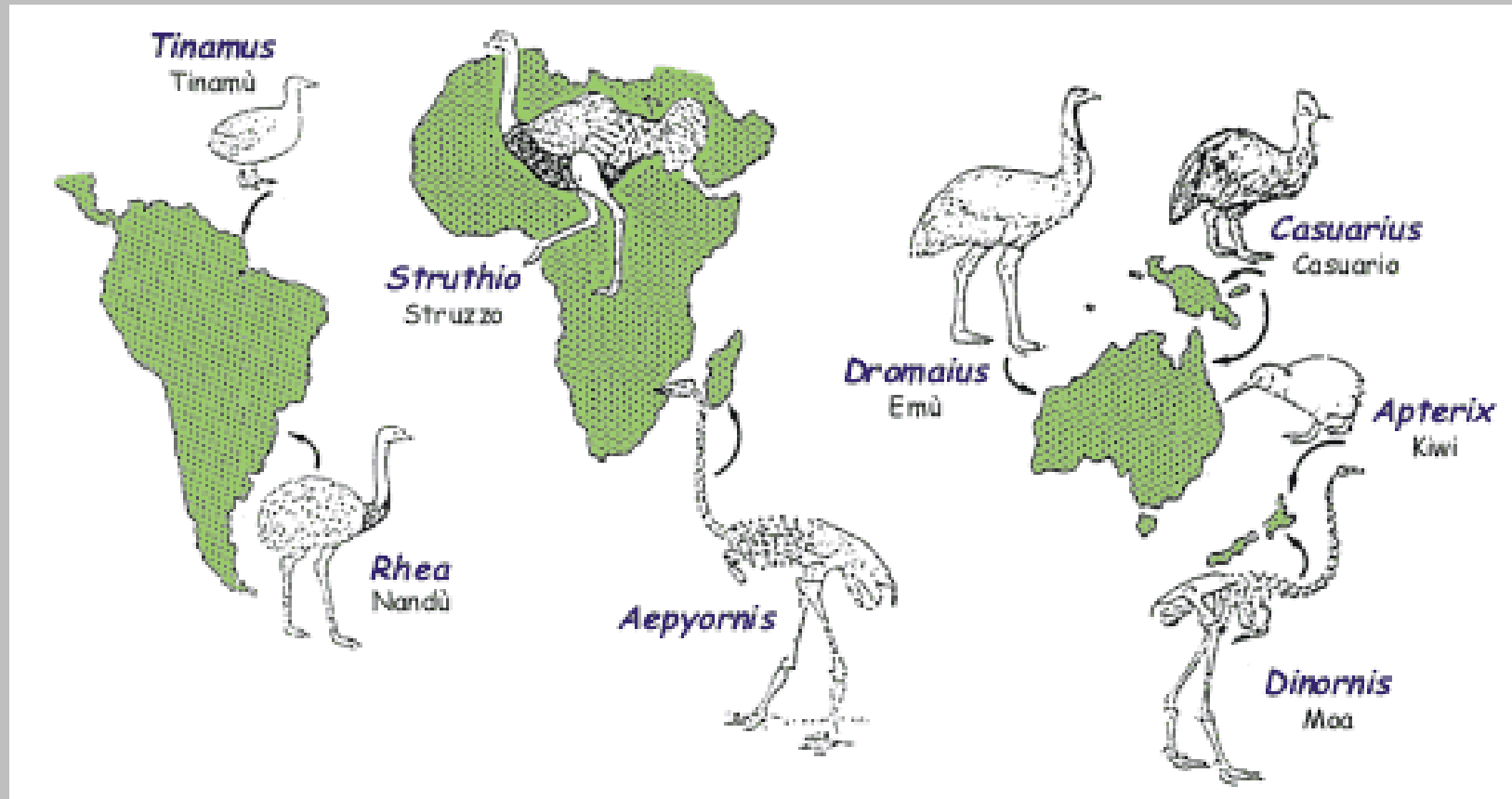
GONDWANA



GONDWANA - Ratiti attuali e fossili

Uccelli incapaci di volare, spesso adattati alla corsa.

Sono attualmente limitati ai continenti dell'emisfero australe, mentre allo stato fossile solo lo Struzzo è documentato in Eurasia (Miocene della Moldavia, Plio-Pleistocene di Europa, Cina e Mongolia).



GONDWANA - Ratiti attuali e fossili

Ipotesi per spiegare la distribuzione disgiunta:

i Ratiti non sono in rapporto filogenetico, ma la loro somiglianza è dovuta a evoluzione convergente;

CRITICA: la somiglianza tra i vari ordini è molto stretta

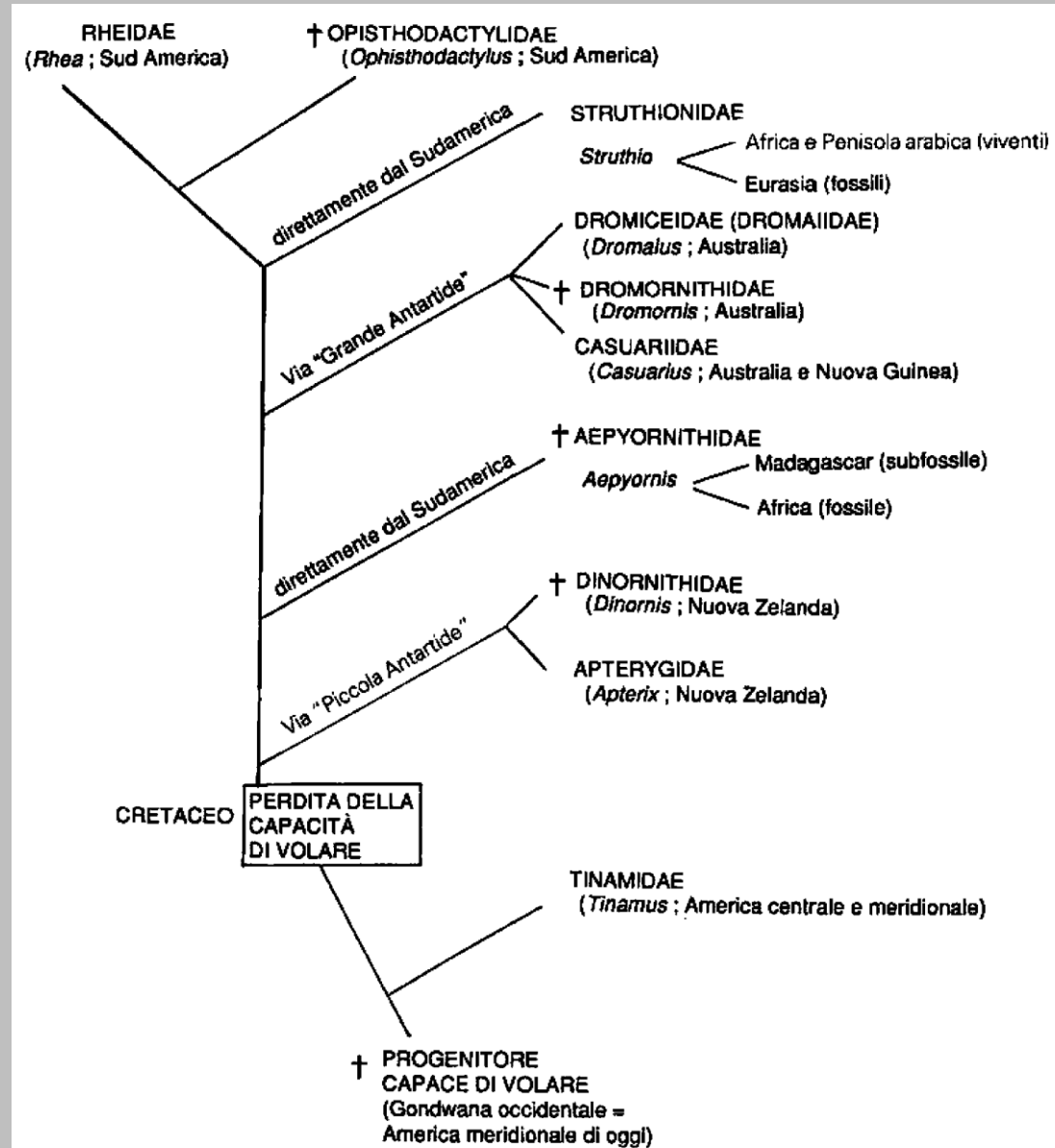
tutti derivano da un progenitore comune, che avrebbe raggiunto i continenti australi volando, prima di perdere la capacità di volare;

CRITICA: Mancano prove paleontologiche

si sono evoluti nel Cretaceo dallo stesso progenitore, da cui derivano anche i tinamù, che ha perso subito la capacità di volare in un'area dell'attuale SudAmerica; poi hanno migrato via terra prima che i vari blocchi continentali si allontanassero definitivamente.

GONDWANA - Ratiti attuali e fossili

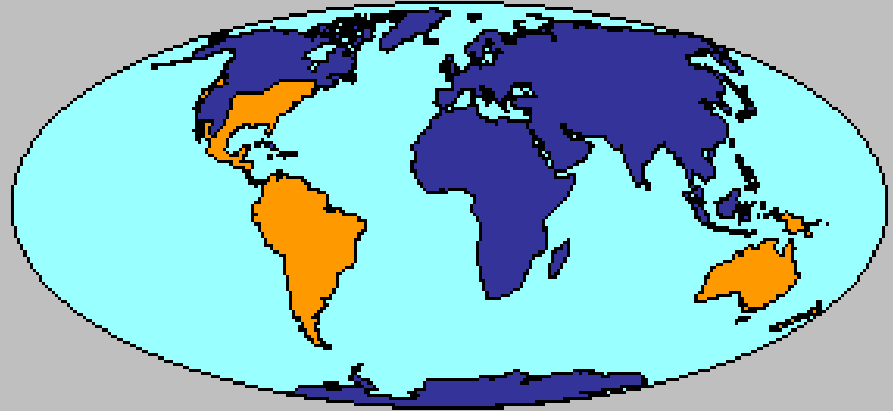
Dati paleontologici dimostrano una radiazione partita dal Sud America



GONDWANA - Evoluzione dei marsupiali

Marsupiali presentano attualmente una distribuzione disgiunta: Nord e Sud America, Australia.

In Nord e Sud America i Marsupiali sono attualmente rappresentati dagli Opossum, ma nel Paleogene il gruppo presentava una ricca diversità.



■ Distribution of marsupials today



Didelphis virginiana
Opossum della Virginia

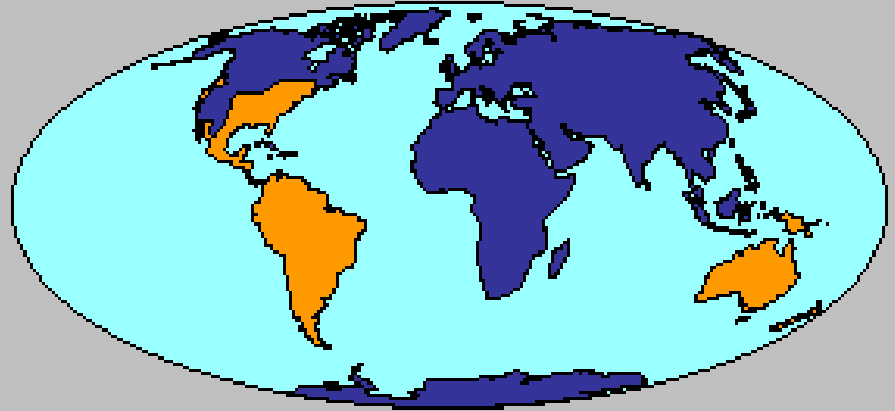


Dromiciops gliroides
Monito del monte - Colocolo

GONDWANA - Evoluzione dei marsupiali

In Australia i marsupiali costituiscono la quasi totalità della fauna originaria.

Oltre ai Marsupiali, i Mammiferi australiani comprendono i **Monotremi**, forme relitte che si riproducono tramite uova, rappresentate da due generi, l'Ornitorinco e l'Echidna



■ Distribution of marsupials today



Ornithorhynchus anatinus
Ornitorinco



Tachyglossus aculeatus
Echidna

GONDWANA - Evoluzione dei marsupiali

In Australia i marsupiali si diversificarono in una grande varietà di forme, occupando le varie nicchie ecologiche che in America ed Eurasia erano occupate dai placentati, dando origine a forme molto simili ai placentati, rappresentando un ottimo esempio di **convergenza adattativa**.
In epoche preistoriche vissero Marsupiali che rappresentavano gli equivalenti ecologici dei grossi erbivori (*Diprotodon*) e dei grandi felini (*Thylacoleo*).



Thylacoleo e Diprotodon

Niche	Placental Mammals	Australian Marsupials
Burrower	Mole	Marsupial mole
Anteater	Anteater	Numbat (anteater)
Mouse	Mouse	Marsupial mouse
Climber	Lemur	Spotted cuscus
Glider	Flying squirrel	Flying phalanger
Cat	Bobcat	Tasmanian "tiger cat"
Wolf	Wolf	Tasmanian wolf

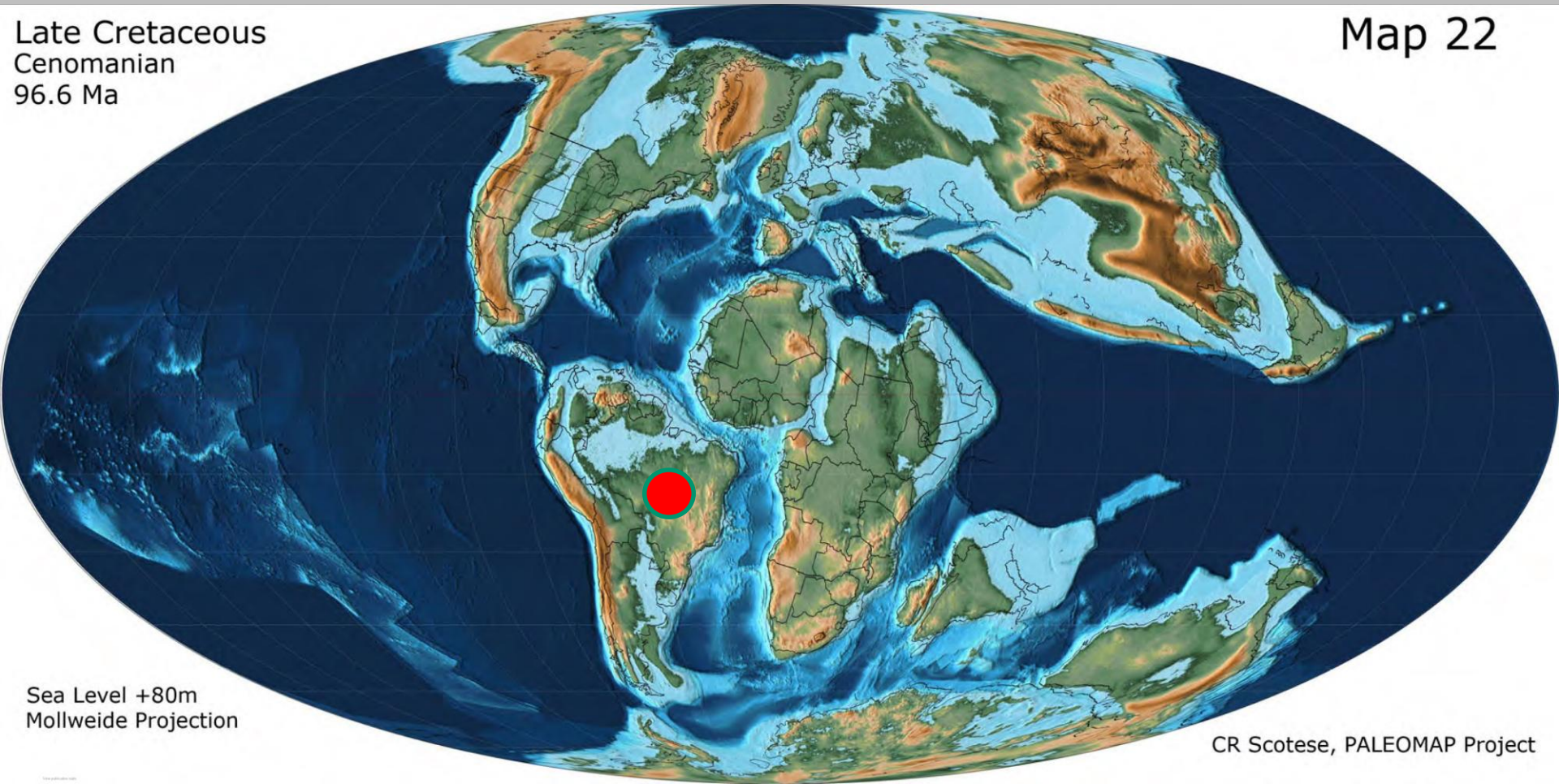
GONDWANA - Evoluzione dei marsupiali

Rari fossili di Marsupiali si ritrovano raramente in giacimenti paleogenici in Europa, Africa Settentrionale, Asia Centrale ed Antartide.

I dati paleontologici indicano l'origine dei Marsupiali in Sud America verso la fine del Cretacico.

Late Cretaceous
Cenomanian
96.6 Ma

Map 22



Sea Level +80m
Mollweide Projection

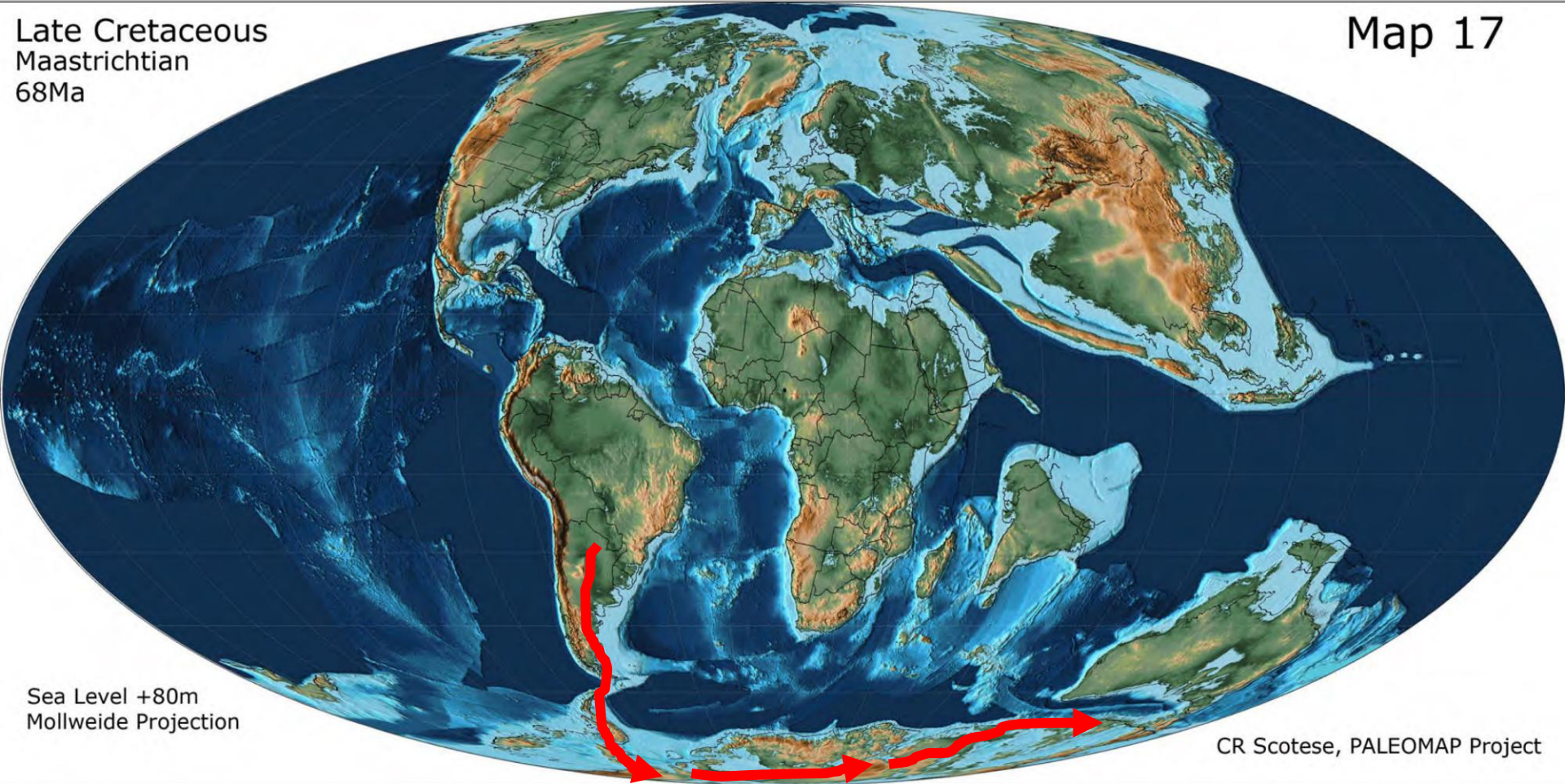
CR Scotese, PALEOMAP Project

GONDWANA - Evoluzione dei marsupiali

I dati geologici indicano la persistenza di una comunicazione fra Sud America, Antartide ed Australia, uniti da ponti filtranti.

Late Cretaceous
Maastrichtian
68Ma

Map 17



Sea Level +80m
Mollweide Projection

CR Scotese, PALEOMAP Project

GONDWANA - Le faune della Nuova Zelanda

• E' tuttora vivente *Sphenodon* (forma relitta?) appartenente ai Rincocefali, un gruppo di Rettili praticamente cosmopolita fino al Giurassico Superiore.

• Vi sono i pipistrelli, ma originariamente mancava qualsiasi mammifero terrestre compresi i marsupiali Australiani.

• Sono documentati fossili di Dinosauri gondwaniani.

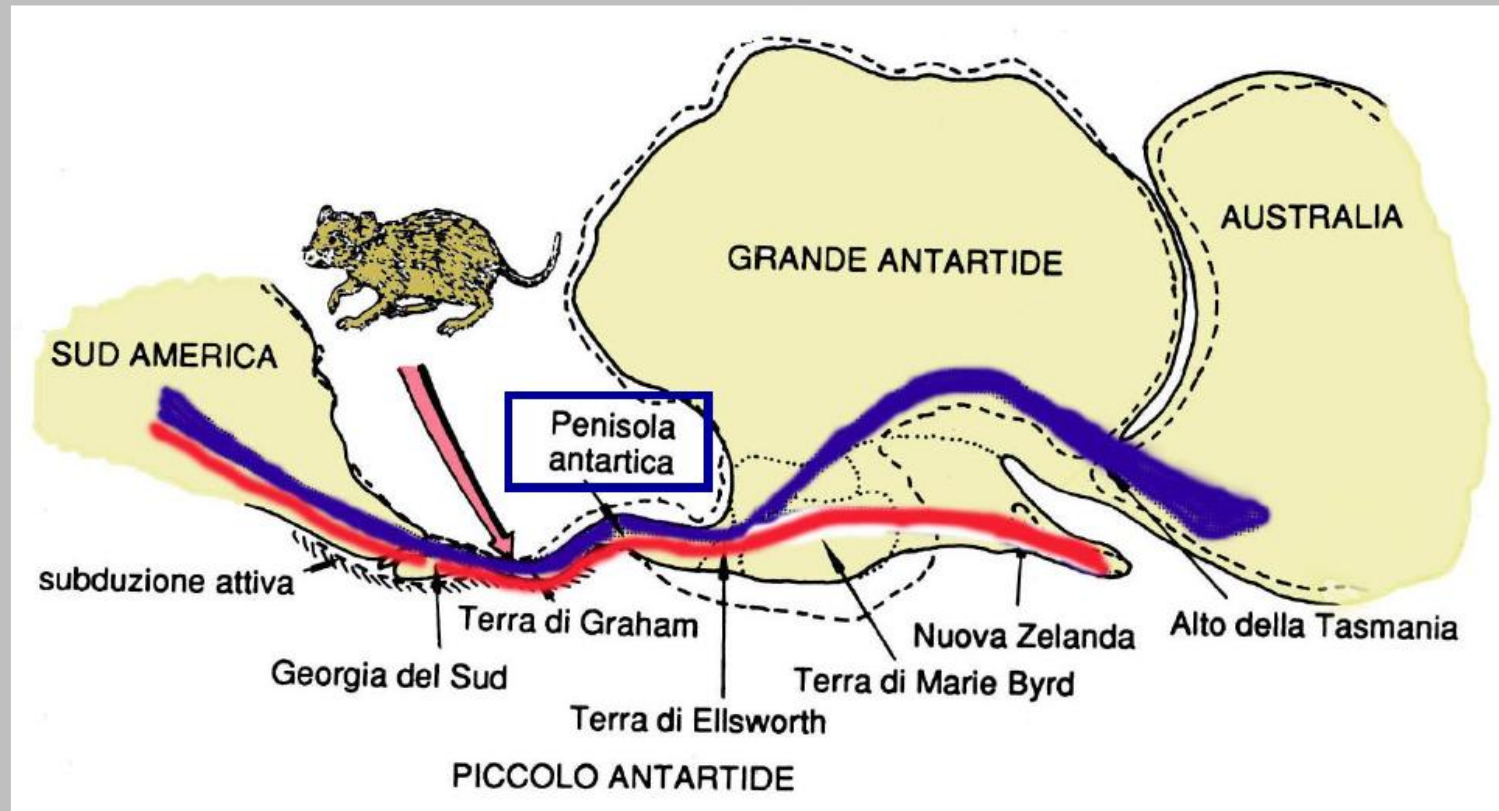
• Ospita uccelli Ratiti: *Dinornis* (Moa), estinto in epoca storica, e *Apteryx* (Kiwi), attuale, ed ad altri elementi faunistici e floristici affini a forme Sudamericane.

• Si staccò dall'Antartide alla fine del Cretacico



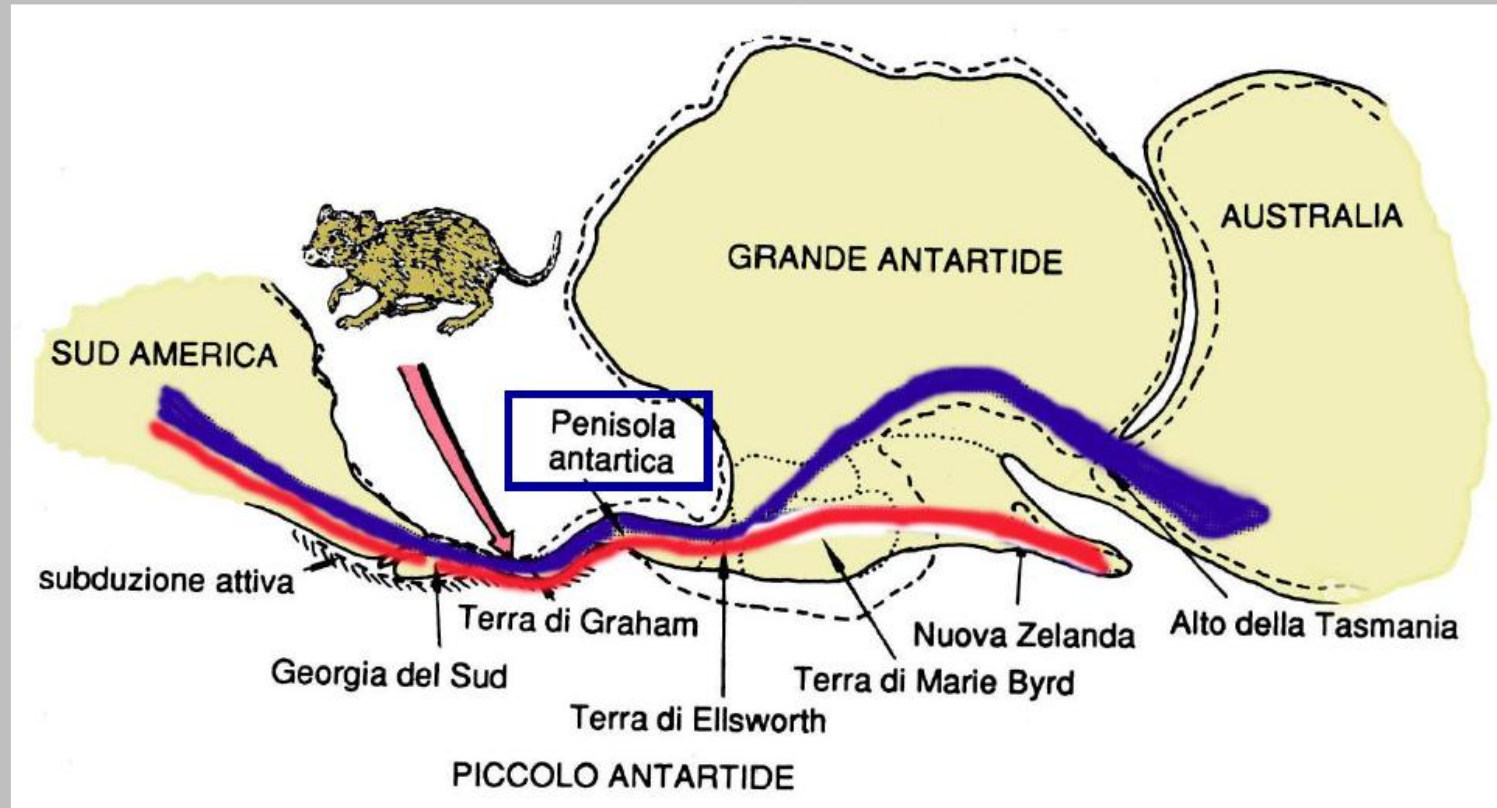
GONDWANA - Evoluzione dei marsupiali

I Marsupiali hanno quindi colonizzato l'Australia tramite il percorso che attraversava il Grande Antartide.



GONDWANA - Le faune della Nuova Zelanda

Le affinità faunistiche fra Sud America e Nuova Zelanda e la concomitante assenza di Mammiferi, può essere spiegata con la presenza di due percorsi diversi, uno di questi collegava il Sud America con l'Australia tramite il Grande Antartide, l'altro collegava il Sud America con La Nuova Zelanda tramite il Piccolo Antartide. Quest'ultima via non venne percorsa dai Mammiferi, ma da Dinosauri, alcuni rettili, anfibi e dai Ratiti.



IL VIAGGIO DELL'INDIA

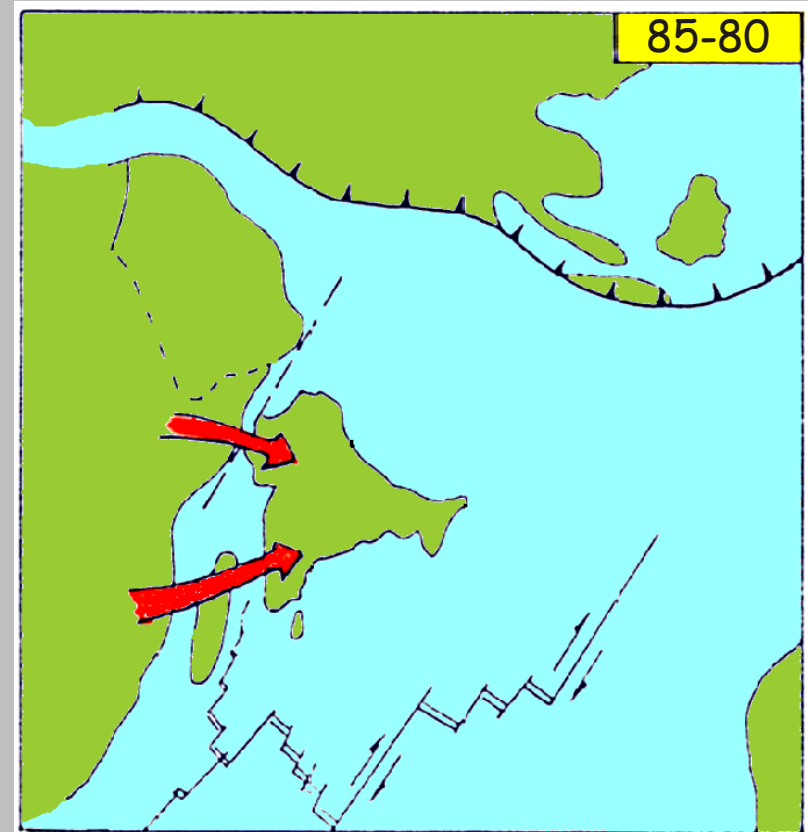
133 Ma

Inizia il distacco dal Gondwana

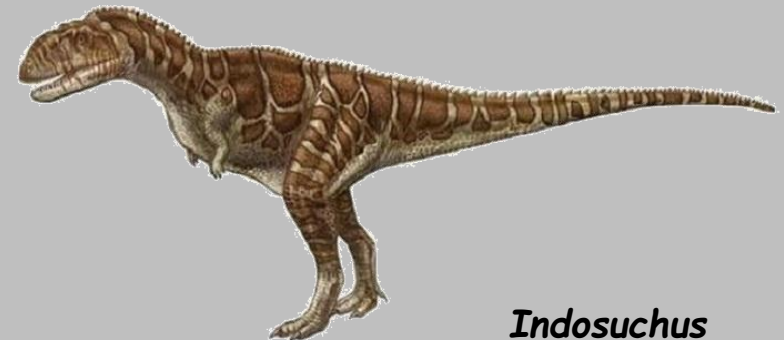
85-80 Ma

Avvicinamento temporaneo all'Africa:
via occasionale - Tartarughe terrestri
e pesci continentali affini a quelli
dell'Africa orientale.

Alcuni dinosauri endemici (*Indosuchus*,
Indosaurus, *Lametosaurus*).



Isisaurus colberti



Indosuchus

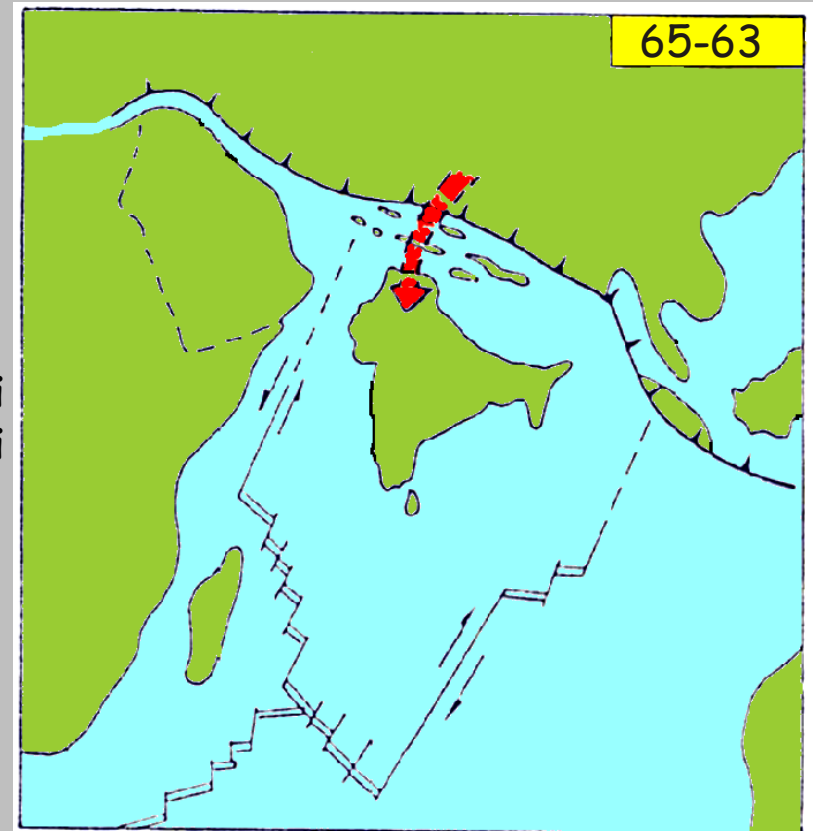
IL VIAGGIO DELL'INDIA

75-65 Ma

Colate basaltiche del Deccan (Trappi)

65-63 Ma

Cratone indiano ormai prossimo all'Asia, da cui è separato solo da archi insulari **via occasionale** - arrivo dall'Asia di anfibi, micromammiferi primitivi, rettili (lucertole, coccodrilli, serpenti, ...).



IL VIAGGIO DELL'INDIA

55-50 Ma

Collisione "morbida" tra i due margini continentali.

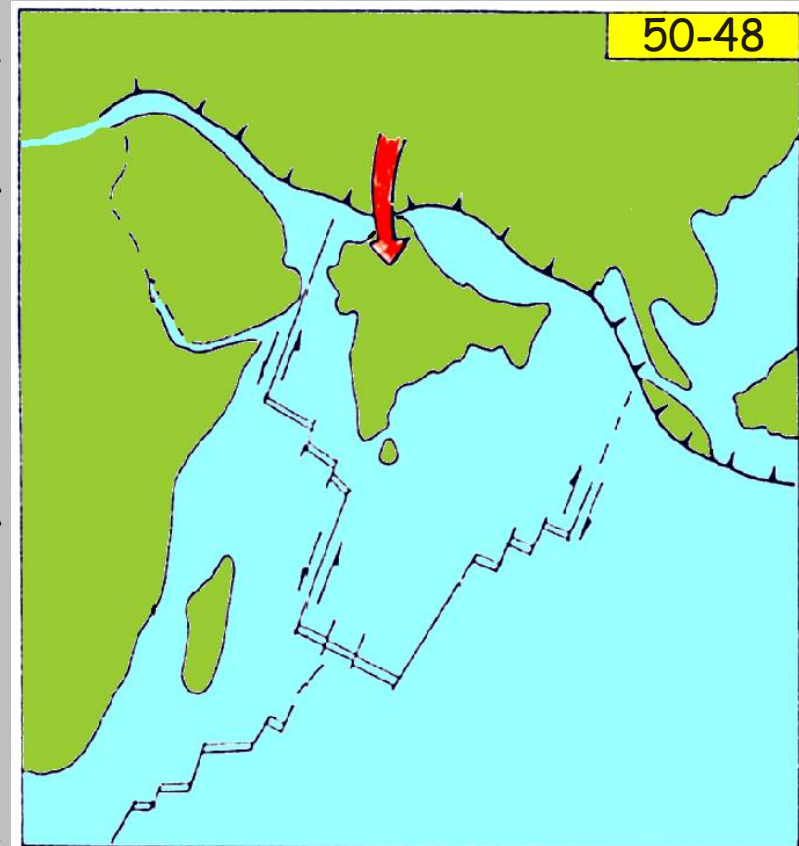
Ultimi foraminiferi planctonici della Zona a *Morozovella aragonensis*

50-48 Ma

Primo contatto diretto a NW
Primi mammiferi cenozoici della penisola indiana. Arrivo dall'Asia di artiodattili, rinoceronti, tapiri primitivi

40 Ma

Sutura completa della massa continentale indiana con la piattaforma sino-siberiana



IL VIAGGIO DELL'INDIA

21-18 Ma

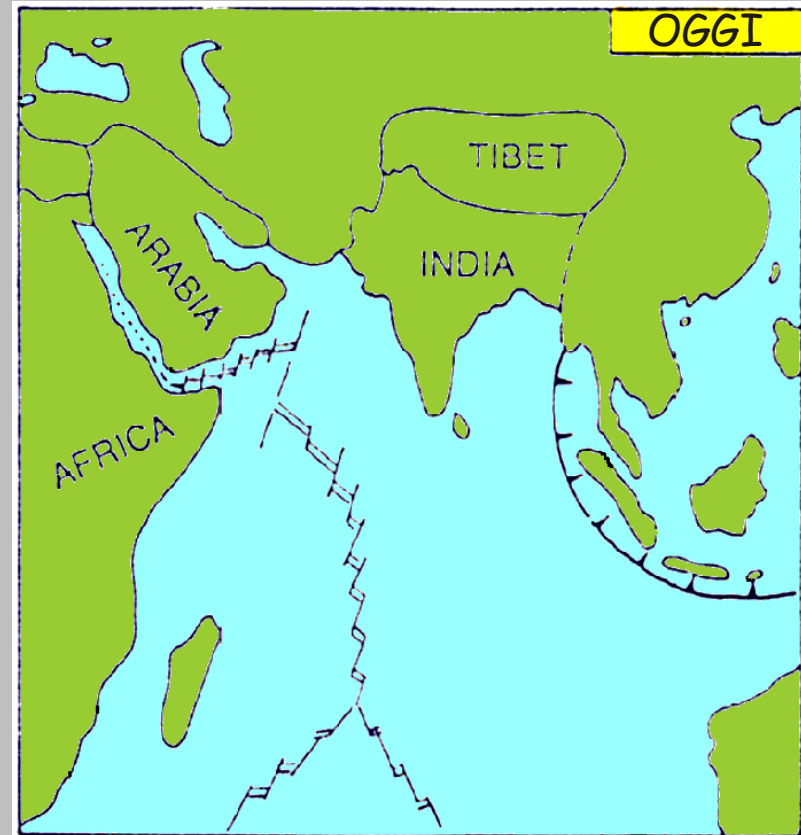
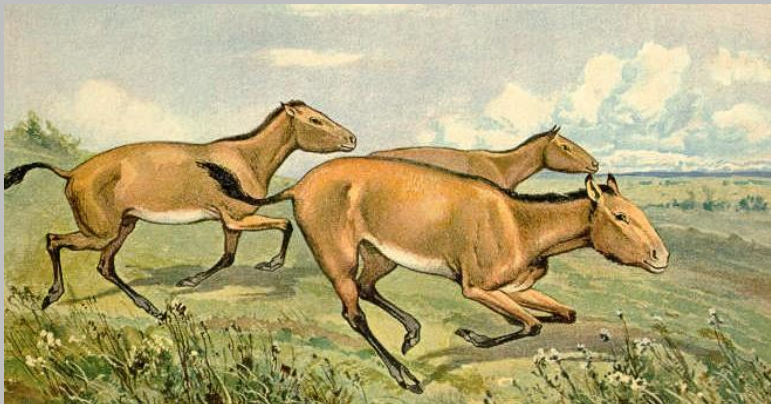
collisione continente-continente

10 Ma

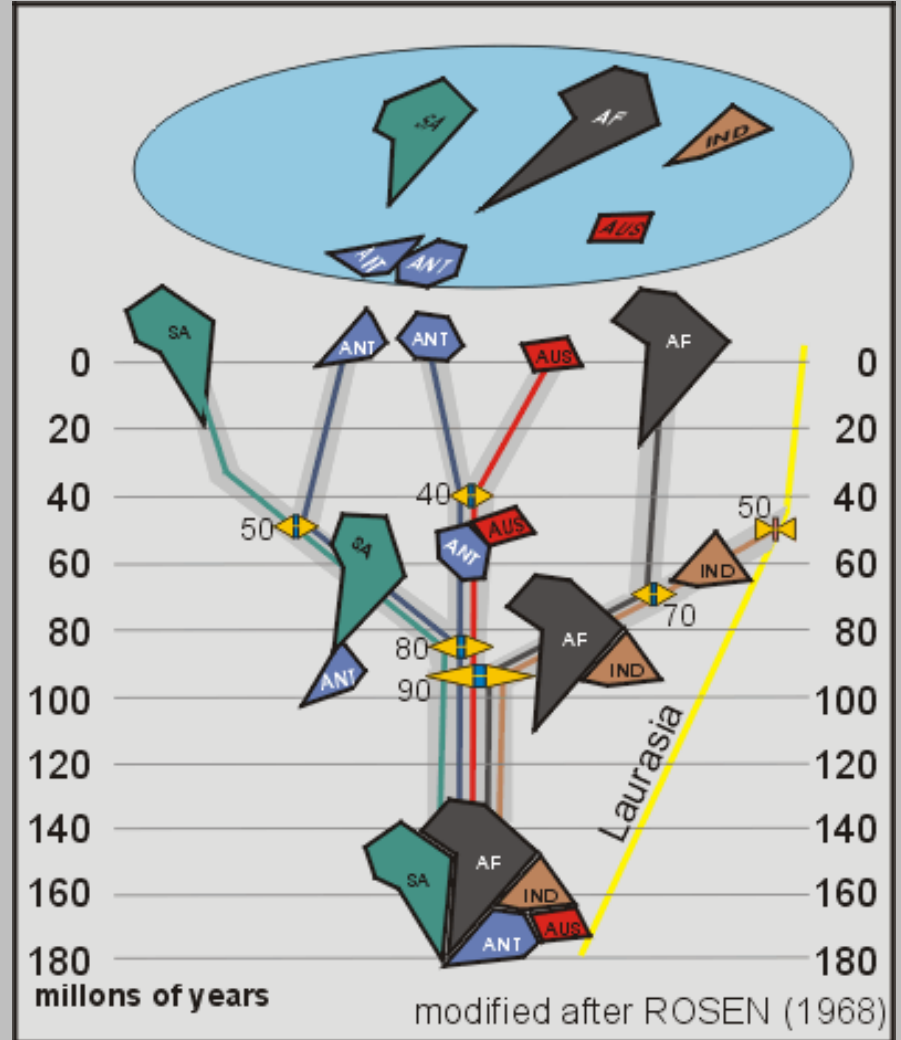
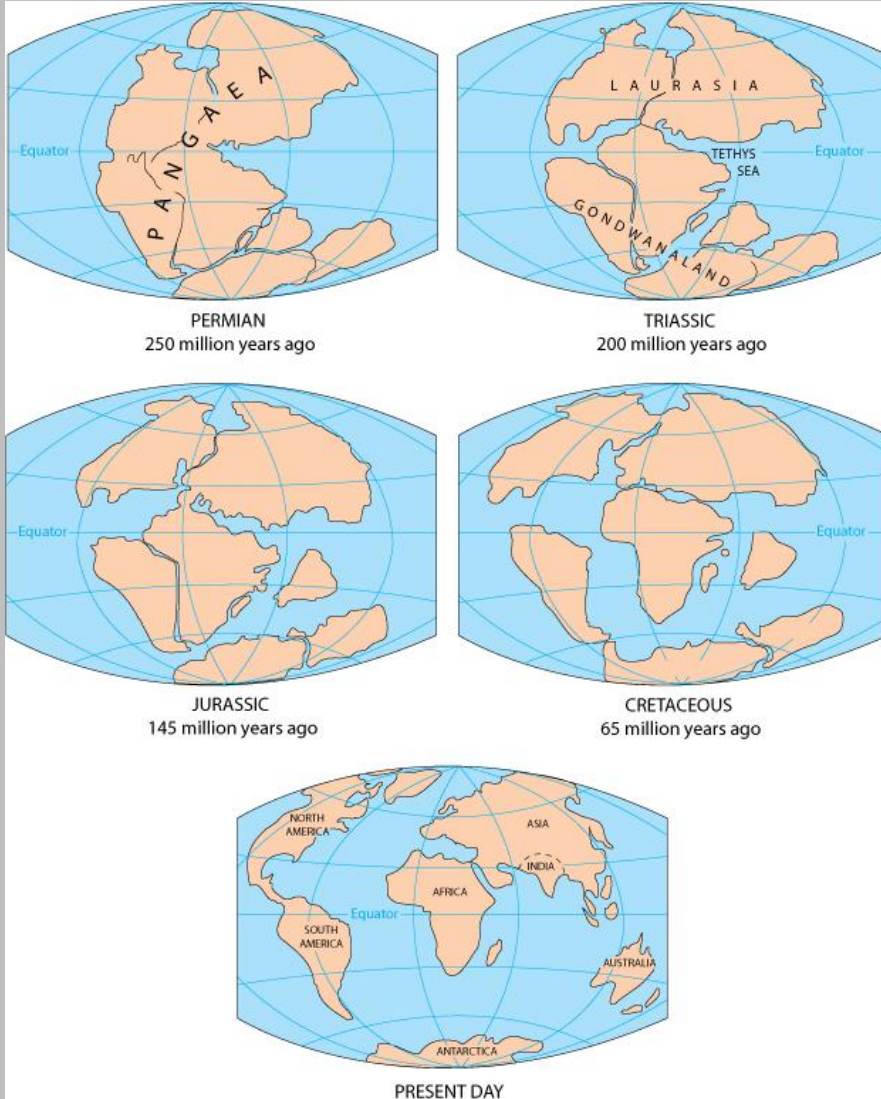
catena Himalayana ben sviluppata

9 Ma

arrivo di *Hipparion*, un milione di anni dopo la sua diffusione in Europa



L'Apertura del Gondwana (Riepilogo)

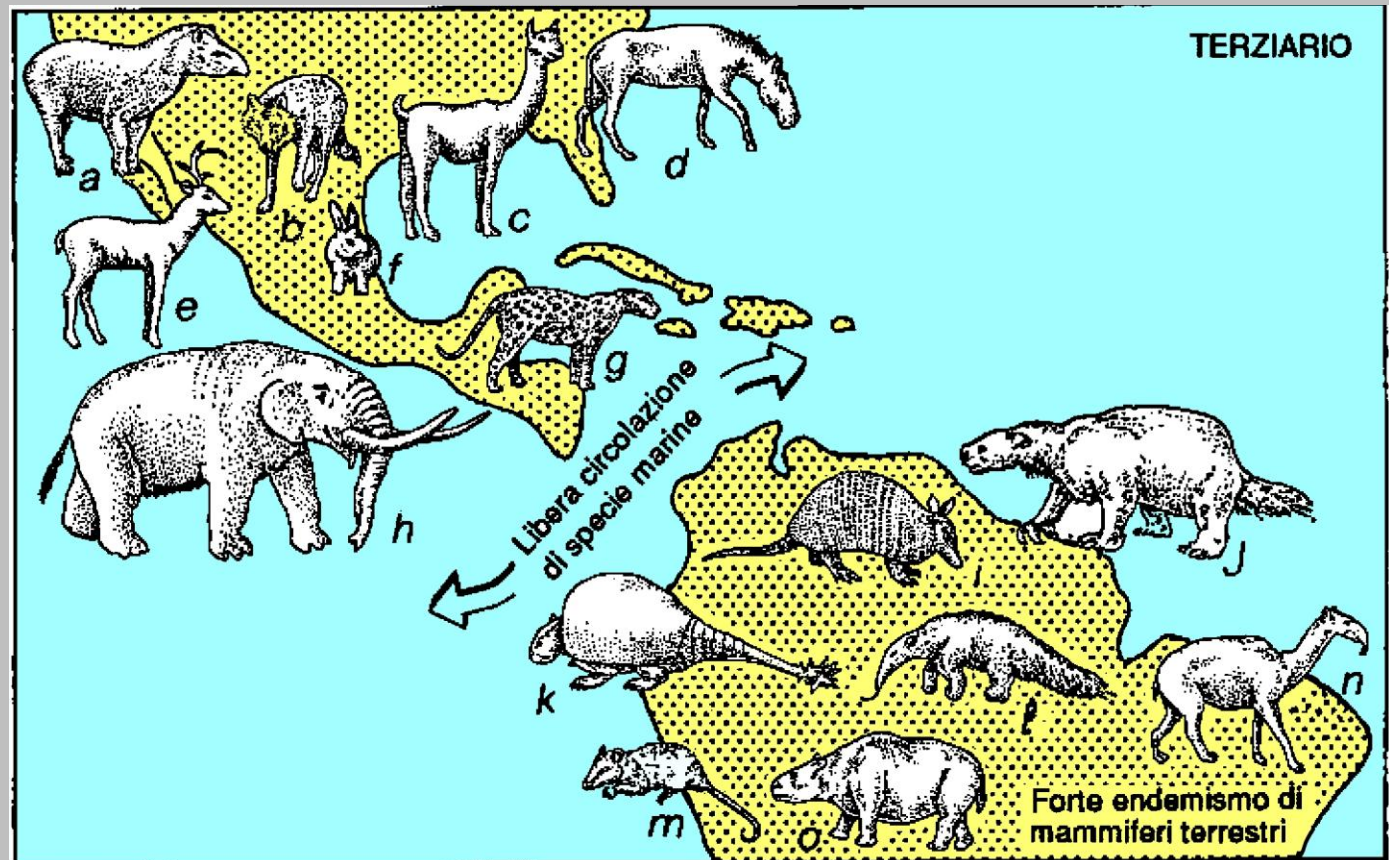


II PONTE FILTRANTE CENTROAMERICANO

L'America meridionale rimase isolata per gran parte del Cenozoico, quindi si diversificò una fauna endemica diversa da quella dell'America settentrionale.

La fauna Sudamericana era composta da marsupiali, sdentati e da ordini suoi propri di Placentali ungulati e roditori.

Gli
organismi
marini
potevano
invece
circolare
liberamente
e si aveva
una grande
omogeneità
fra le
faune
bentoniche
della costa
atlantica e
pacifica

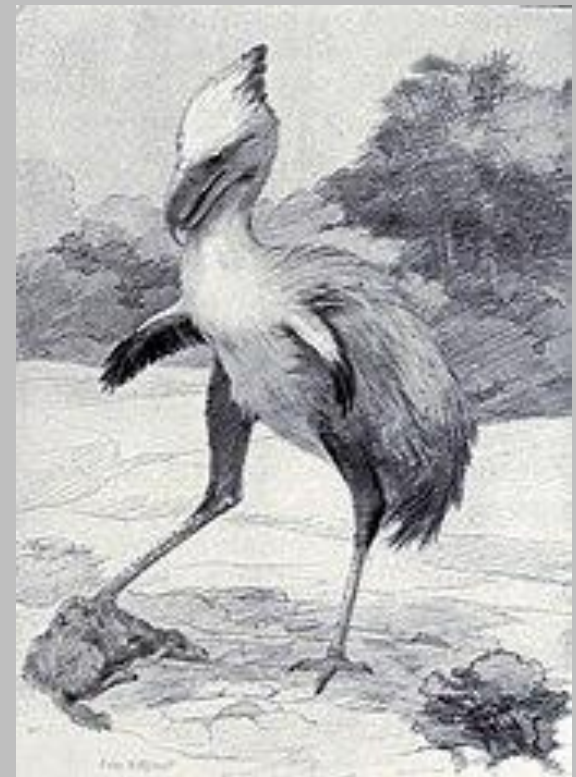


II PONTE FILTRANTE CENTROAMERICANO

In Sud America non c'erano carnivori placentati. I Marsupiali boriendi riempivano le nicchie ecologiche corrispondenti ai carnivori medio piccoli, mentre i più grossi carnivori sudamericani erano i Fororaci, grossi uccelli corridori.



Borhyaena



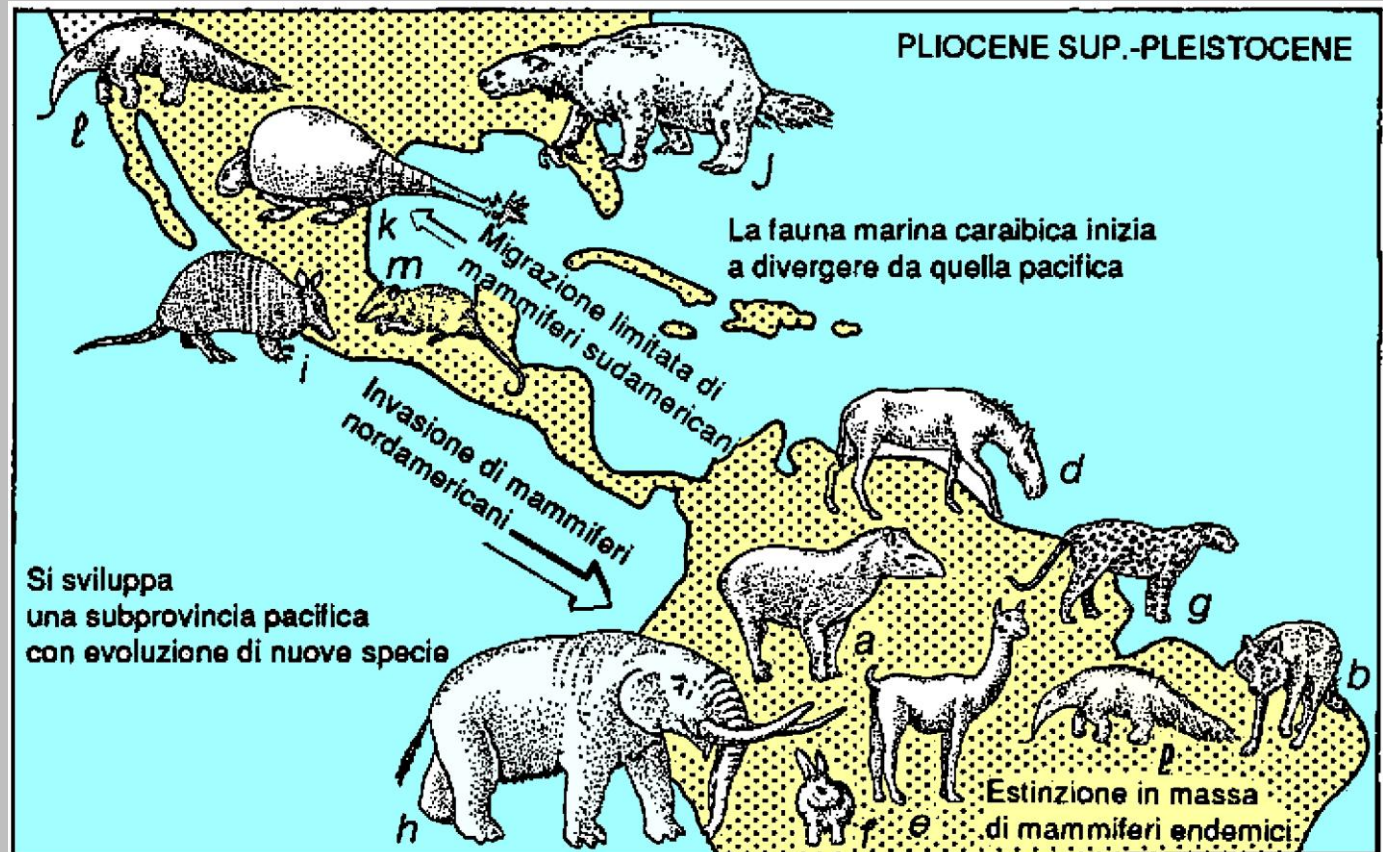
Phorusracos

II PONTE FILTRANTE CENTROAMERICANO

Con l'emersione dell'istmo di Panama, 3 Ma, iniziò un importante interscambio di mammiferi tra Nord e Sud America che ebbe il suo massimo 2 milioni di anni fa.

L'interscambio non fu simmetrico, in quanto furono soprattutto i placentati a scendere verso Sud e colonizzare l'America Meridionale.

L'emersione dell'istmo ovviamente costituì una barriera per i taxa marini che iniziarono a diversificarsi in modo indipendente

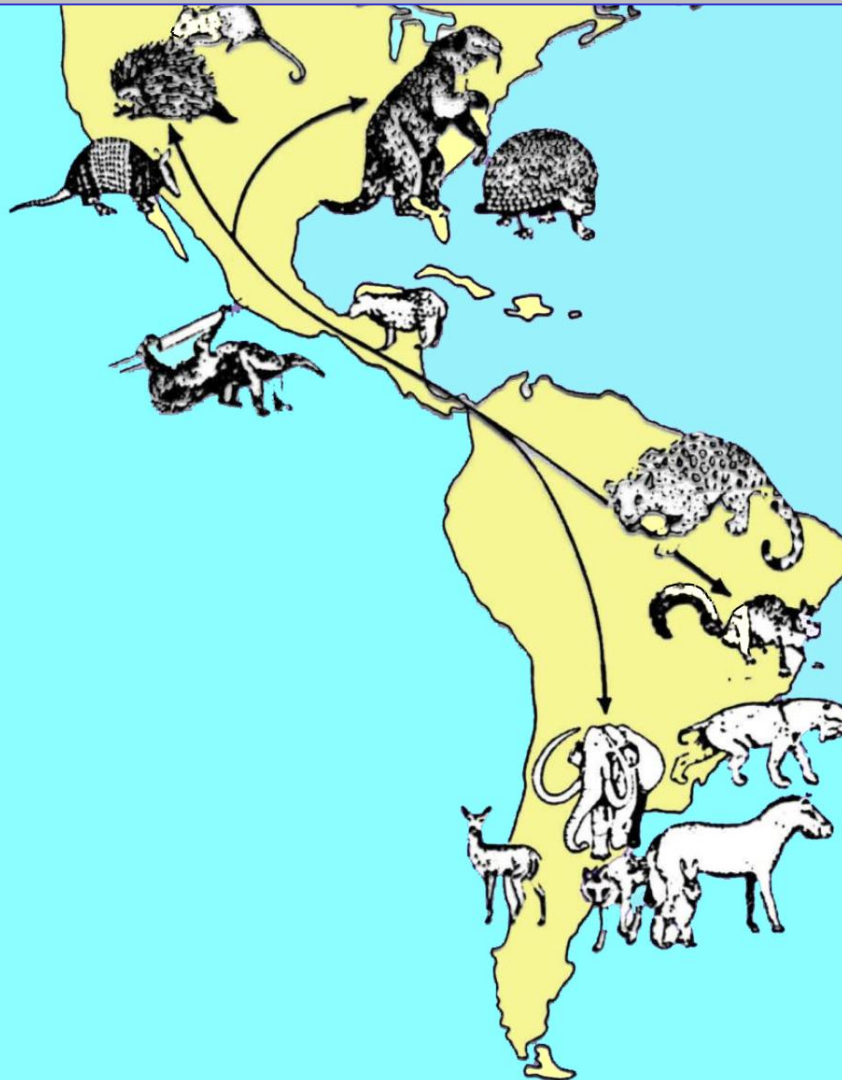


II PONTE FILTRANTE CENTROAMERICANO

Pochi gruppi di mammiferi sudamericani compiono il percorso inverso, diffondendosi nelle zone centrali e meridionali dell'America Settentrionale.



II PONTE FILTRANTE CENTROAMERICANO

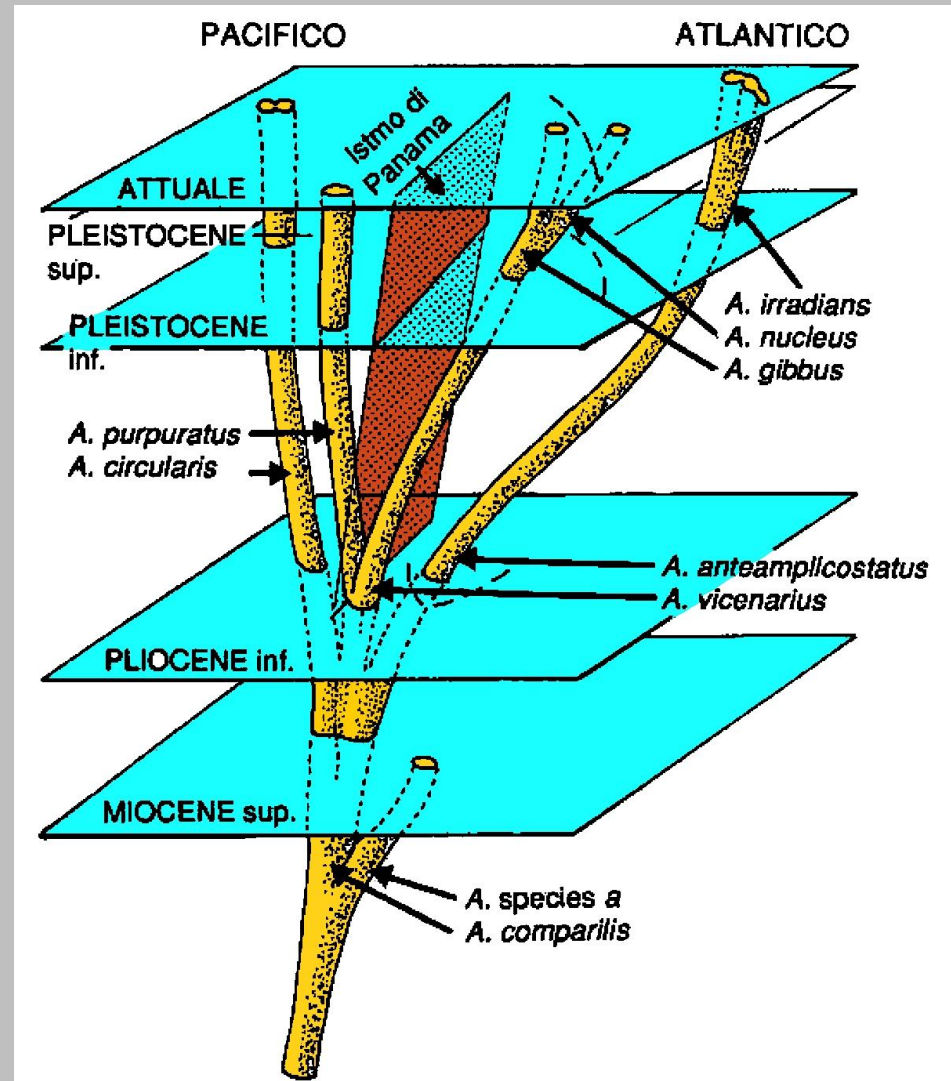


		DAL NORD AMERICA AL SUD AMERICA	DAL SUD AMERICA AL NORD AMERICA
PLEISTOCENE	Tempo		
	Superiore	10.000 Lepri Conigli Scoiattoli Toporagni	Paca (<i>Cuniculus</i>) Formichieri Scimmie platirrine Bradipi arboricoli
	Medio	130.000 Equidi (<i>Equus</i>) Camelidi { <i>Vicugna?</i> <i>Hippocamelus</i>	Toxodonti (<i>Toxodon</i>)
730.000	Mastodonti (<i>Stegomastodon</i>)		
Inferiore	Equidi (<i>Hippidion</i>) Camelidi (<i>Lama</i>) Mastodonti (<i>Cuvieronius</i>) Orsi (<i>Arctodus</i> , <i>Tremarctos</i>) Tapiri (<i>Tapirus</i>)	Opossum (<i>Didelphis</i>) Bradipi terricoli	
1.700.000	Felidi { <i>Puma</i> <i>Giaguari</i> <i>Smilodon</i>		
Canidi { <i>Cani</i> Lupi Volpi			
Superiore	Mustelidi (puzzole) Tayassuidi (pecari)	Istrici Gliptodonti { <i>Glyptotherium</i> <i>Daedicurus</i>	
3.200.000		Dasyodonti (Armadillo) Capibara	

II PONTE FILTRANTE CENTROAMERICANO

L'istmo di Panama, costituì un corridoio per gli animali terrestri, ma rappresentò una barriera per quelli marini.

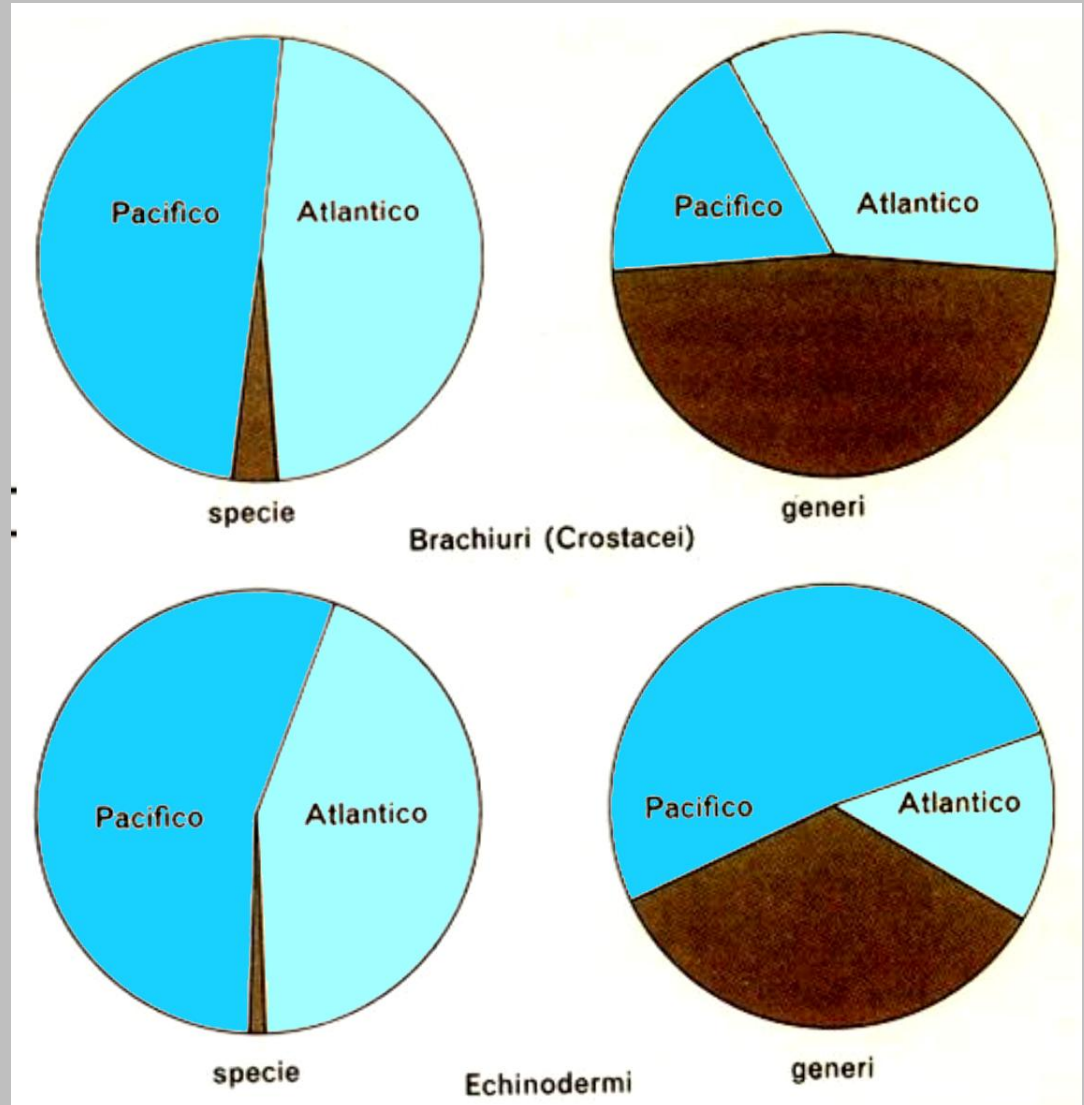
Le faune bentoniche Caraibiche e Pacifiche iniziarono a differenziarsi e a dare origine a specie distinte (es. nel genere *Argopecten*)



II PONTE FILTRANTE CENTROAMERICANO

Echinodermi e Crostacei, mostrano una notevole somiglianza a livello **generico** fra le faune delle coste atlantiche e pacifiche dell'istmo.

I digrammi riferiti alle **specie** mostrano invece una scarsa somiglianza, indicando l'inizio della differenziazione in tempi relativamente recenti, a seguito all'emersione dell'istmo

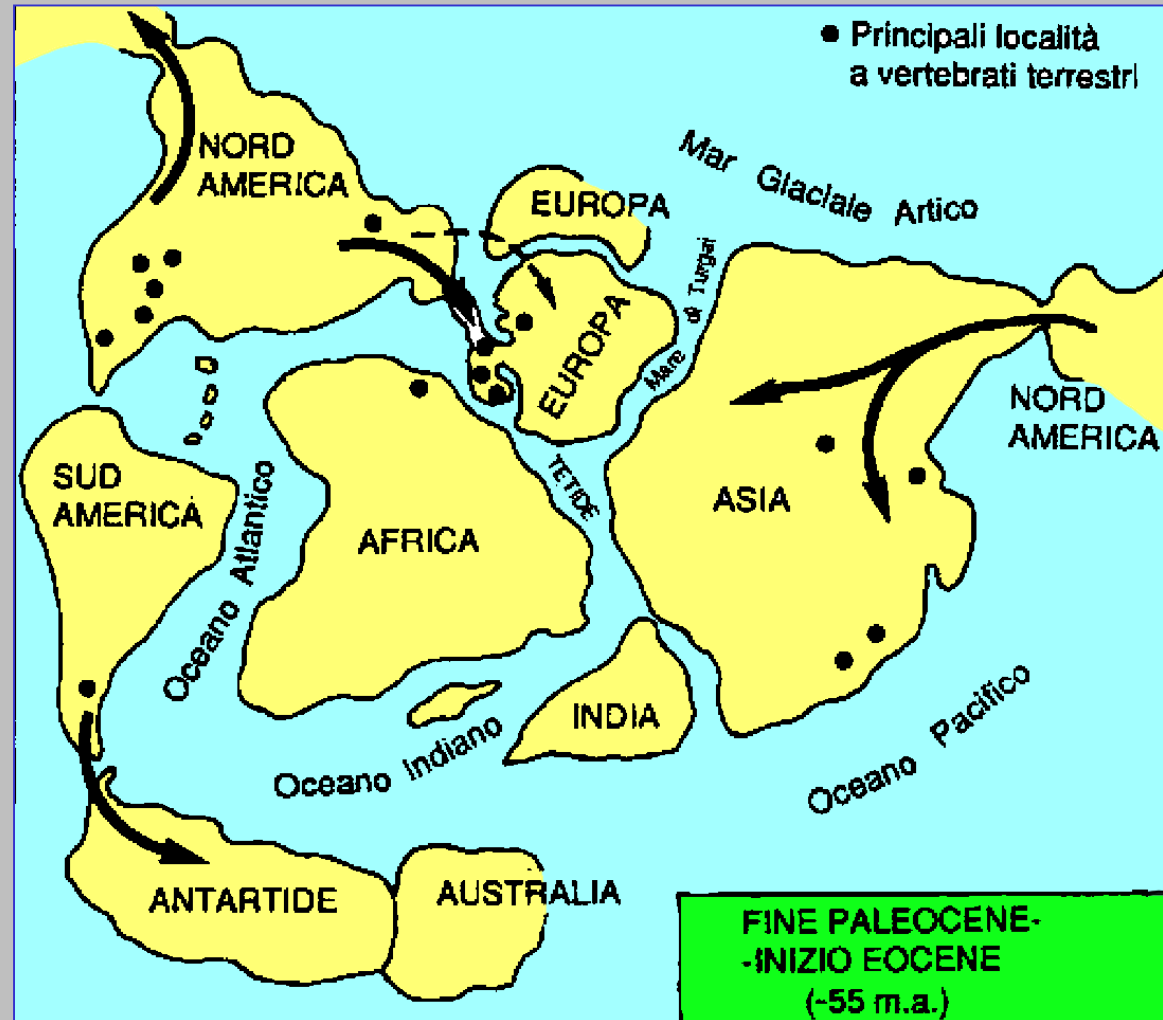


DIFFUSIONE DEI MAMMIFERI NEL CENOZOICO

All'inizio del Cenozoico la fauna a Mammiferi del Nord America e dell'Eurasia mostra affinità molto strette.

Ciò sembra dovuto ad una massiccia immigrazione di forme nordamericane che sostituirono le forme autoctone euroasiatiche.

Ipotetiche rotte di dispersione dei Mammiferi all'inizio del Cenozoico

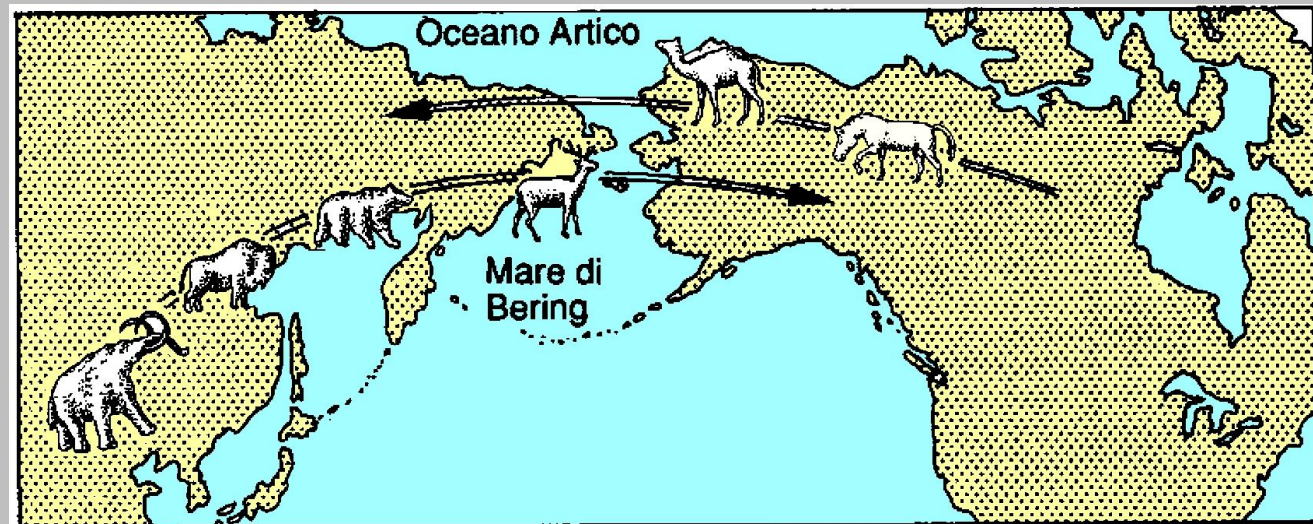


DIFFUSIONE DEI MAMMIFERI NEL CENOZOICO

Con la completa apertura dell'Atlantico, le comunicazioni fra Nord America ed Eurasia divennero possibili solo attraverso la regione dello Stretto di Bering che, assieme ad Alaska e Siberia Orientale prende il nome di *Beringia*.

Il movimento di piccole placche crostali portò spesso a contatto la costa Nord Ovest dell'America Settentrionale con quella Nord Est della Siberia. Successivamente gli abbassamenti del livello del mare conseguenti alle glaciazioni fecero emergere ripetutamente il fondale marino in corrispondenza dello Stretto.

Nel Terziario superiore e nel Quaternario avvennero a più riprese interscambi di mammiferi. Nel Pleistocene, sono passati proboscidi, bisonti, orsi, antilopi, camelidi ed equidi.



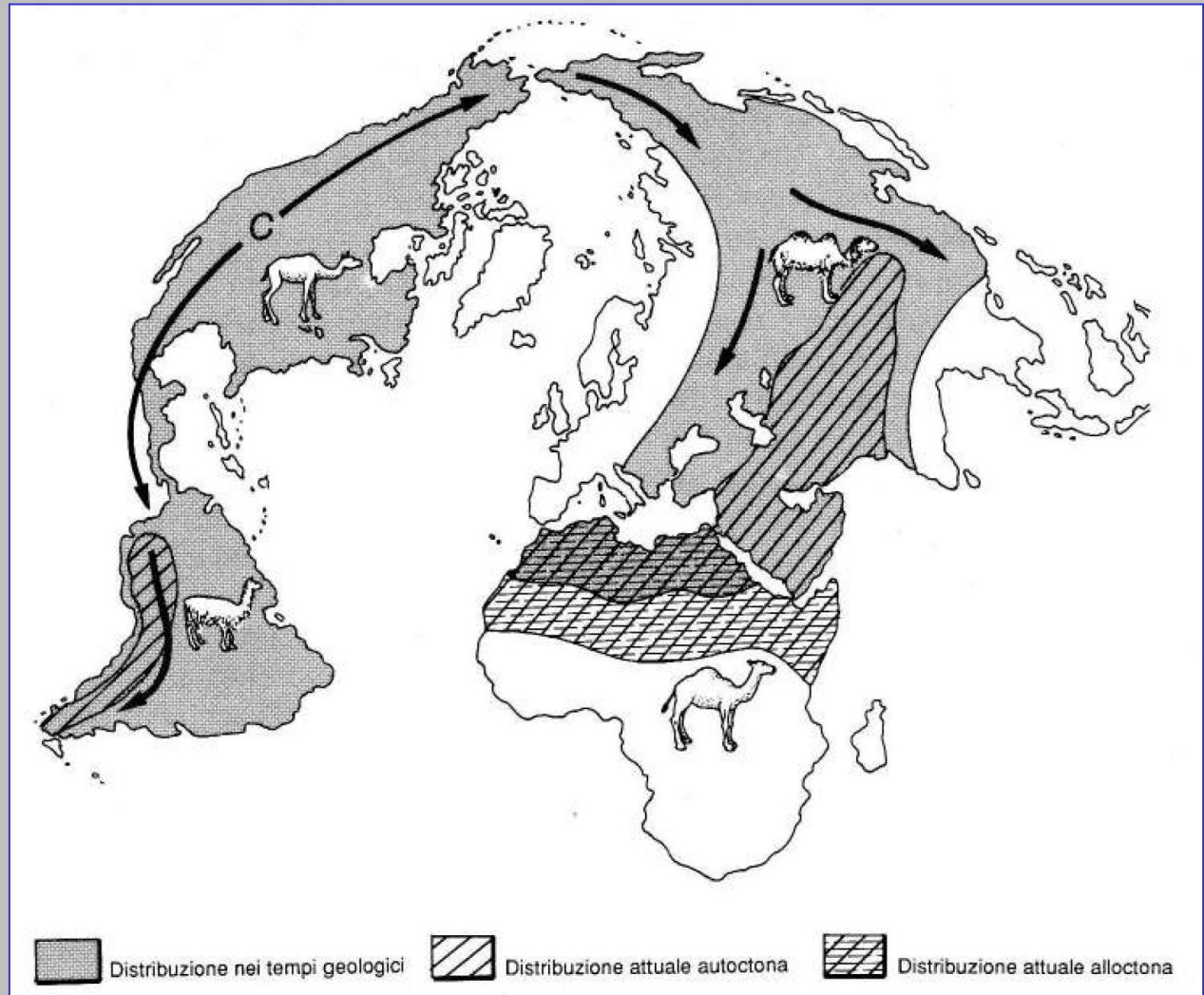
DIFFUSIONE DEI MAMMIFERI NEL CENOZOICO

La famiglia dei **Camelidi**, originaria del Nord America, si diffuse durante il Pleistocene in Sud America, in Eurasia e in Nord-Africa.

Oggi è limitata ad alcuni distretti del Sud America e all'Asia.

In Nord-Africa dopo essersi estinta, è stata reintrodotta dall'uomo in epoca storica.

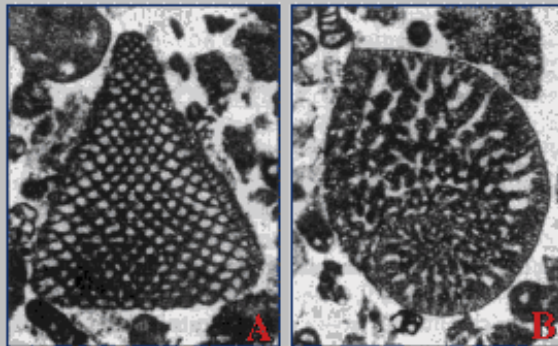
Con la **C** è indicato il centro di origine.



LA ROTAZIONE DELLA SARDEGNA

Il massiccio sardo-corso si staccò dal margine europeo durante il Cenozoico e raggiunse la posizione attuale a seguito di una rotazione verso SE.

La "associazione a Valserina", limitata alle facies neritiche del Barremiano (Cretaceo Inf.), è nota in Sardegna, Pirenei, Francia meridionale e Svizzera occidentale.



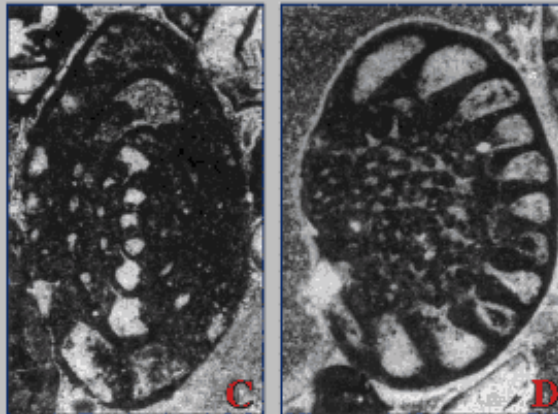
A *Valserina bronnimanni*

B *Paleodictyoconus cuvillieri*

C *Nautiloculina bronnimanni*

D *Pfenderina globosa*

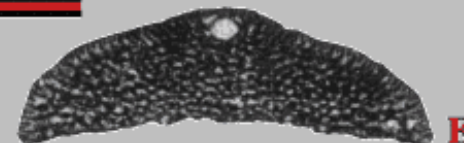
E *Dictyorbitolina ichnusae*



A, B ed E provenienti da Torre del Bollo (Alghero)

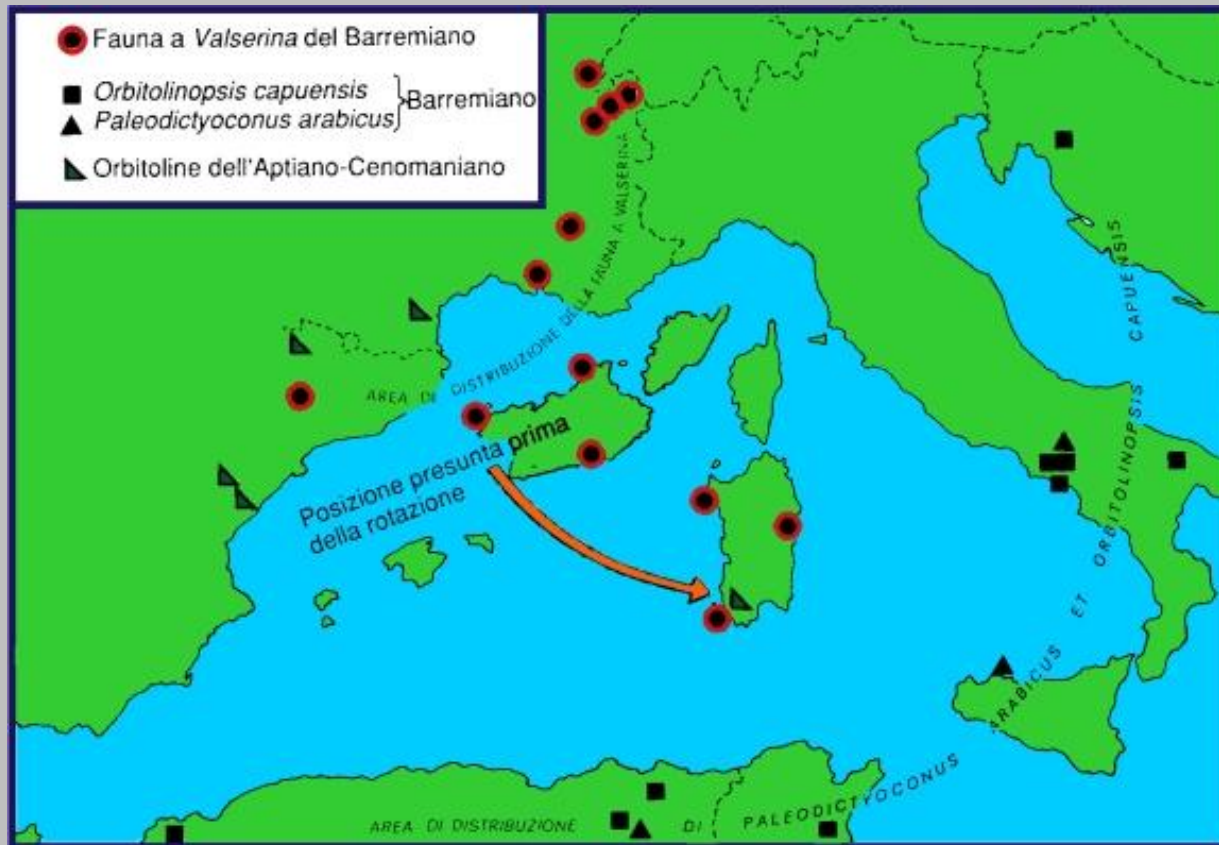
C e D da Cuccuru 'e Flores (Orosei)

0.5mm

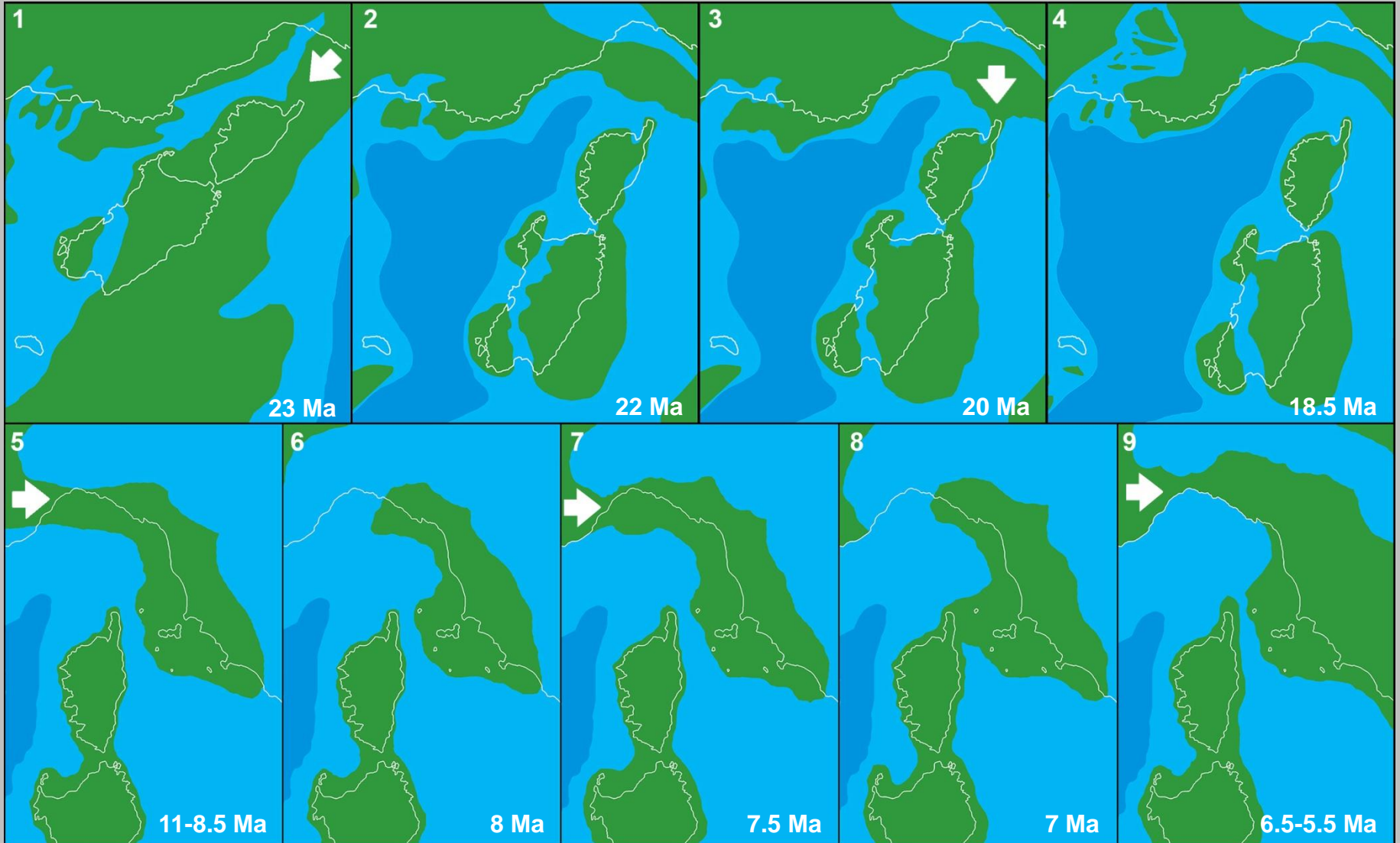


LA ROTAZIONE DELLA SARDEGNA

Le faune Barremiane di Nord Africa e Italia sono molto differenti. Inoltre, orbitoline trovate in ciottoli dei conglomerati continentali della Sardegna meridionale, suggeriscono che la rotazione sia avvenuta dopo l'Oligocene medio.



LA ROTAZIONE DELLA SARDEGNA



FAUNE INSULARI

Le faune delle isole hanno caratteristiche particolari che risultano dalle tendenze evolutive in ambiente ridotto.



FAUNE INSULARI

Le faune delle isole hanno caratteristiche particolari che risultano dalle tendenze evolutive in ambiente ridotto.

Diversità rispetto alle faune continentali:

- 1) Bassa diversità tassonomica
- 2) Assenza di grandi mammiferi carnivori
- 3) Riduzione della taglia dei grandi mammiferi
- 4) Aumento della taglia dei piccoli mammiferi
- 5) Grande variabilità intraspecifica nei "grandi" mammiferi
- 6) Modifica della morfologia in rapporto alle variazioni della taglia
- 7) Rapida evoluzione di taxa endemici
- 8) Perdita della capacità di volare in molti uccelli accompagnata da aumento di taglia
- 9) Abbondanza di rapaci, con sviluppo di gigantismo, senza perdita della capacità di volare
- 10) Aumento della taglia di alcuni Rettili
- 11) Presenza di fauna peculiare in ogni isola.

FAUNE INSULARI

Riduzione della taglia dei grandi mammiferi



Senckenberg Museum (Frankfurt a.M.)

Palaeoloxodon falconeri - Pleistocene - Sicilia

FAUNE INSULARI

Riduzione della taglia dei grandi mammiferi

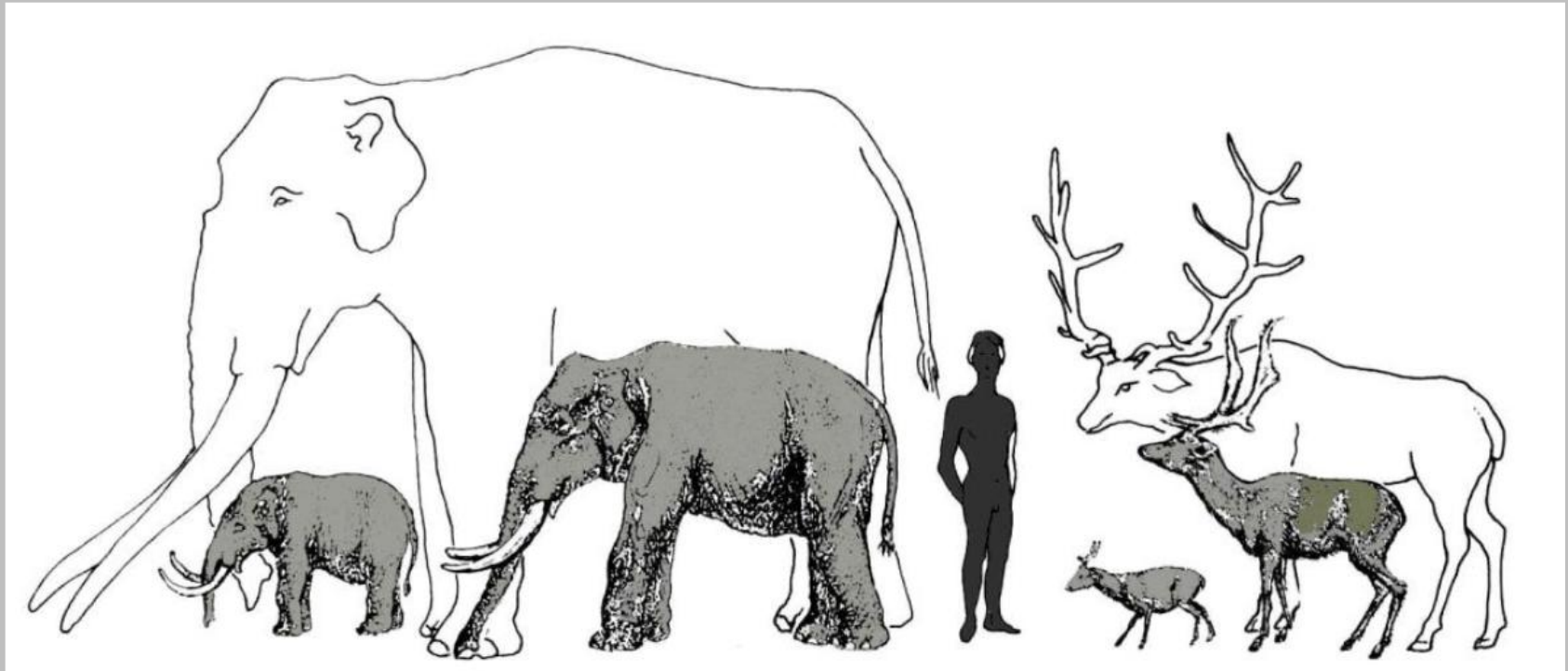


Museo dei Paleoambienti Sulcitani
Carbonia

Mammuthus lamarmorai - Pleistocene - Sardegna

FAUNE INSULARI

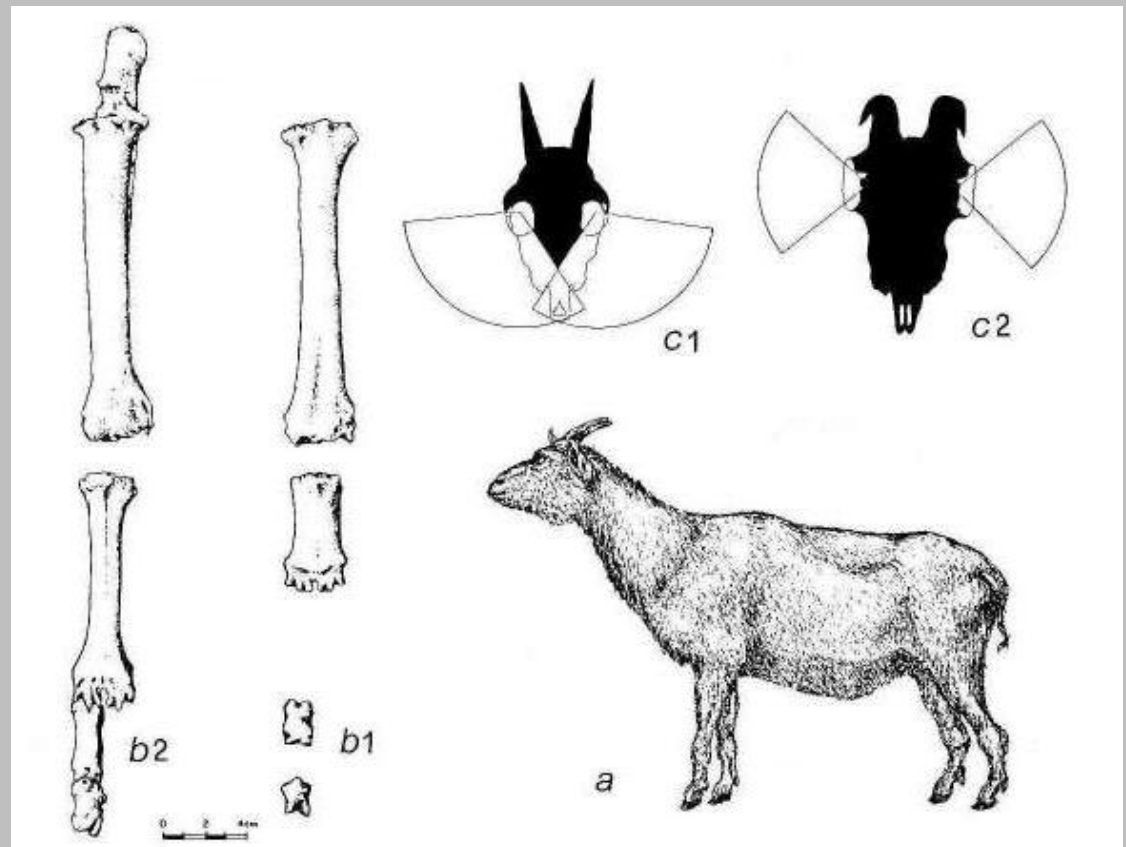
Riduzione della taglia dei grandi mammiferi



FAUNE INSULARI

Modifica della morfologia in rapporto alle variazioni della taglia

Accorciamento delle zampe e modifica del campo visivo nella rupicapra *Myotragus* delle Baleari.

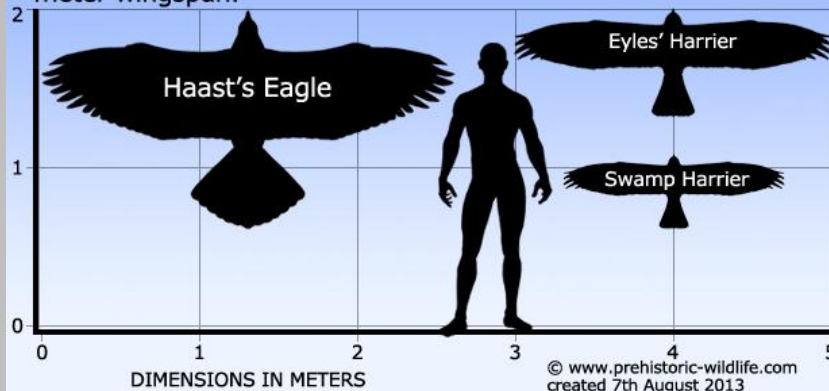


FAUNE INSULARI

Abbondanza di rapaci, con sviluppo di gigantismo, senza perdita della capacità di volare

In Nuova Zelanda vissero aquile enormi (Aquila di Haast), in grado di sollevare i Moa.

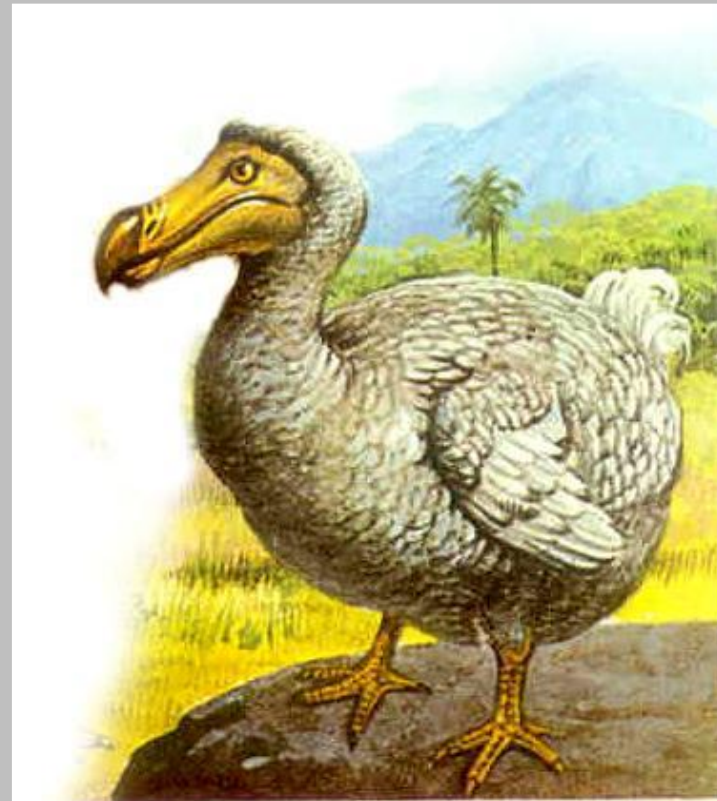
Haast's Eagle and the Eyles' Harrier compared with a 1.8 meter tall person and the modern day Swamp Harrier. Note, the Haast's Eagle is sometimes considered to have been larger with a 3 meter wingspan.



FAUNE INSULARI

Perdita della capacità di volare in molti uccelli accompagnata da aumento di taglia.

Il Dodo era un «piccione» gigante che aveva perso la capacità di volare.
Si è estinto in età storica.



FAUNE INSULARI

Aumento della taglia di alcuni Rettili



ISOLE FOSSILI

Ritrovare associazioni di vertebrati fossili con caratteri di insularità può essere un indizio, insieme ai dati geologici, per le interpretazioni paleobiogeografiche.

Può consentire di riconoscere isole fossili, cioè territori ora attaccati dal continente, ma che in un certo periodo erano delle isole.

Per esempio il Gargano era un'isola durante il Pleistocene superiore.



ISOLE FOSSILI

Nel Gargano sono documentati:

aquile giganti,

insettivori giganti (*Deinogalerix*, lungo 55 cm)

cervi nani con profonde modificazioni morfologiche (*Hoplitomeryx*)



Deinogalerix



Hoplitomeryx