



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Fisica Terrestre

Tettonica delle placche

Veronica Pazzi - veronica.pazzi@units.it

Riepilogo

Riepilogo

Quiz

How to participate?



- 1 Go to wooclap.com
- 2 Enter the event code in the top banner

Event code
RIEPILOGO



Riepilogo

Della lezione precedente...

I 3 concetti chiave

Come la crosta si crea e si distrugge

Tutti i processi per arrivare alla teoria del 1960

Come si è arrivati alla formulazione della teoria delle placche

La storia della teoria della tettonica a placche

L'inversione del campo magnetico terrestre

I margini tra placche

Tutto

Piano di beinoff

Niente

Riepilogo

Quiz. Tipologie di margini

Margini convergenti oceanica/continentale

1

Margini convergenti oceanica/oceanica

2

Margini convergenti continentale/continentale

3

Margini divergenti

4

Margini trascorrenti

5

A

Islanda

B

Ande

C

San Andreas Fault (California)

D

Himalaya

E

Giappone

Riepilogo

Quiz. Tipologie di margini → risposte a domanda introduttiva

Margini convergenti continentale/continentale

← 10 👤 →

Himalaya

Margini divergenti

← 8 👤 →

Islanda

Margini trascorrenti

← 8 👤 →

San Andreas Fault (California)

Margini convergenti oceanica/continentale

← 7 👤 →

Ande

Margini convergenti oceanica/oceanica

← 7 👤 →

Giappone

Margini convergenti oceanica/oceanica

← 5 👤 →

Islanda

Margini convergenti oceanica/continentale

← 3 👤 →

Giappone

Margini divergenti

← 3 👤 →

San Andreas Fault (California)

Riepilogo

Quiz. Tipologie di margini → risposte a domanda introduttiva

Margini convergenti oceanica/continentale

1 ✓ 50% C

Ande

Margini convergenti oceanica/oceanica

2 ✓ 50% A

Giappone

Margini convergenti continentale/continentale

3 ✓ 71% B

Himalaya

Margini divergenti

4 ✓ 57% E

Islanda

Margini trascorrenti

5 ✓ 57% D

San Andreas Fault (California)

Riepilogo

Quiz. Tipologie di margini → risposte a domanda di riepilogo

Margini convergenti oceanica/continentale

1 ✓ 60% B

Ande

Margini convergenti oceanica/oceanica

2 ✓ 70% E

Giappone

Margini convergenti continentale/continentale

3 ✓ 80% D

Himalaya

Margini divergenti

4 ✓ 80% A

Islanda

Margini trascorrenti

5 ✓ 80% C

San Andreas Fault (California)

Tettonica delle placche: cosa dice?

Perché la teoria della tettonica delle placche convinse più delle precedenti teorie?

Tettonica delle placche: cosa dice?

Perché la teoria della tettonica delle placche convinse più delle precedenti teorie?

Perché permetteva di fare previsioni che potevano essere verificate con le osservazioni.

In particolare:

Geometria

La terra è composta da strati concentrici
con differente rigidità e reologia

↳ Se il mantello fosse stato uno strato unico, il moto in superficie sarebbe stato irregolare e simile a quello dell'acqua in un bollitore scaldato dal basso, invece è più simile a quello di una lastra di ghiaccio in uno stagno/lago

Tettonica delle placche: cosa dice?

Perché la teoria della tettonica delle placche convinse più delle precedenti teorie?

Perché permetteva di fare previsioni che potevano essere verificate con le osservazioni.

In particolare:

Geometria

La terra è composta da strati concentrici con differente rigidità e reologia

I limiti tra le placche sono esattamente di 3 tipi

[Published: 24 July 1965](#)

A New Class of Faults and their Bearing on Continental Drift

[J. TUZO WILSON](#)

[Nature](#) 207, 343–347 (1965) | [Cite this article](#)

3648 Accesses | 929 Citations | 14 Altmetric | [Metrics](#)

Tettonica delle placche: cosa dice?

Perché la teoria della tettonica delle placche convinse più delle precedenti teorie?

Perché permetteva di fare previsioni che potevano essere verificate con le osservazioni.

In particolare:

Geometria

La terra è composta da strati concentrici con differente rigidità e reologia

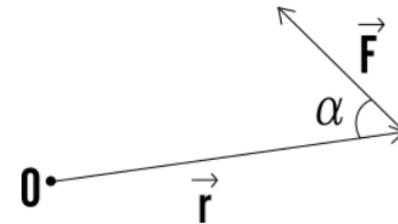
I limiti tra le placche sono esattamente di 3 tipi

Esiste un'analogia tra le linee in un piano e gli archi su una sfera

In un piano un oggetto spinto da una forza costante si muove lungo una retta, su una sfera un oggetto mosso da un momento costante* si muove lungo una circonferenza



*Momento di una forza: il prodotto vettoriale tra il braccio della forza e la forza stessa



Le placche si muovono per effetto di un momento quasi costante da decine di milioni di anni -> si muovono lungo circonferenze la cui posizione può essere dedotta da misure geologiche e geofisiche

Tettonica delle placche: cosa dice?

Perché la teoria della tettonica delle placche convinse più delle precedenti teorie?

Perché permetteva di fare previsioni che potevano essere verificate con le osservazioni.

In particolare:

Geometria

La terra è composta da strati concentrici con differente rigidità e reologia

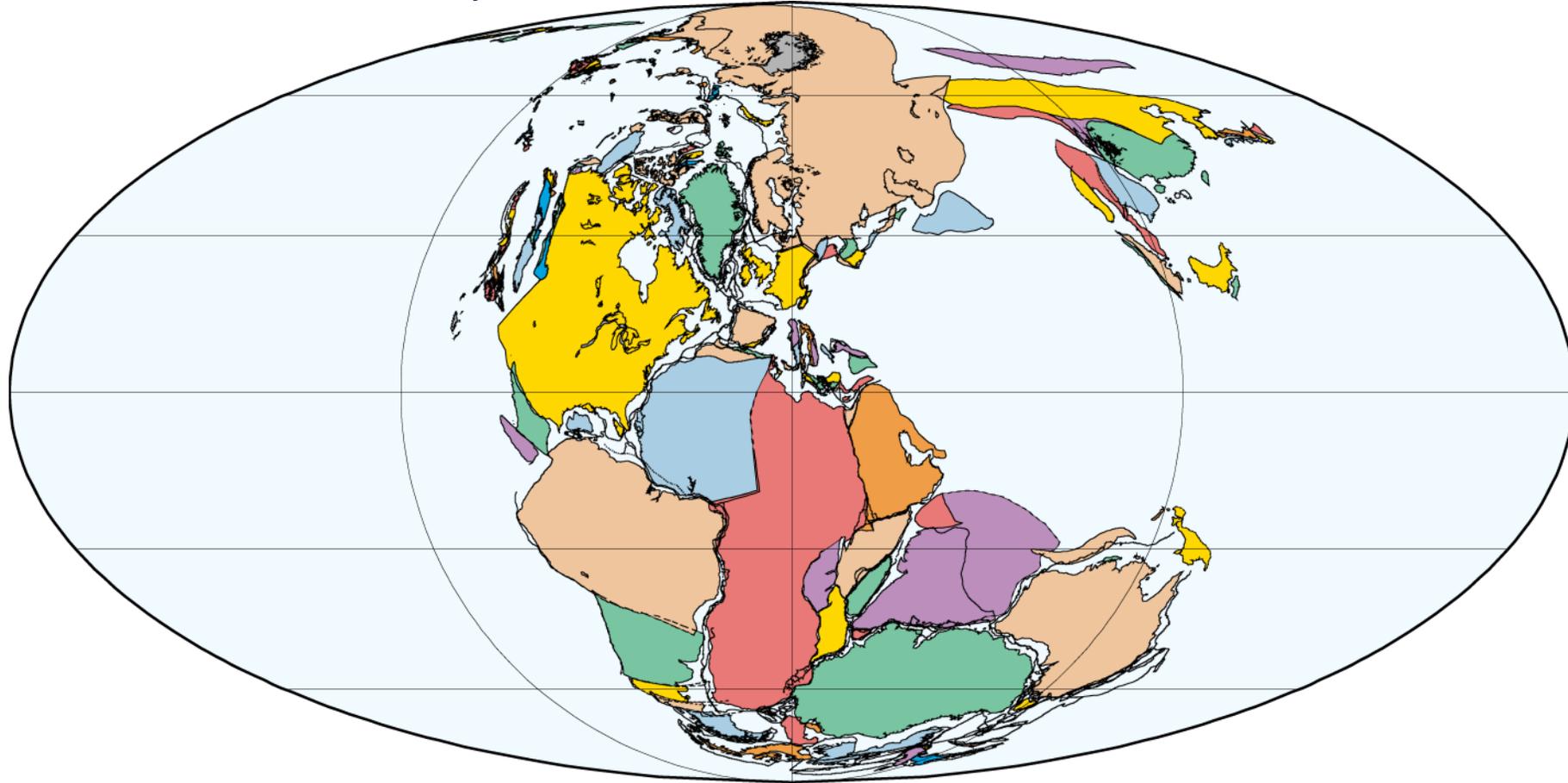
I limiti tra le placche sono esattamente di 3 tipi

Esiste un'analogia tra le linee in un piano e gli archi su una sfera

Tempo

La datazione delle rocce (fossili-> radiodatazione-> paleomagnetismo) da ragione all'espansione dei fondali

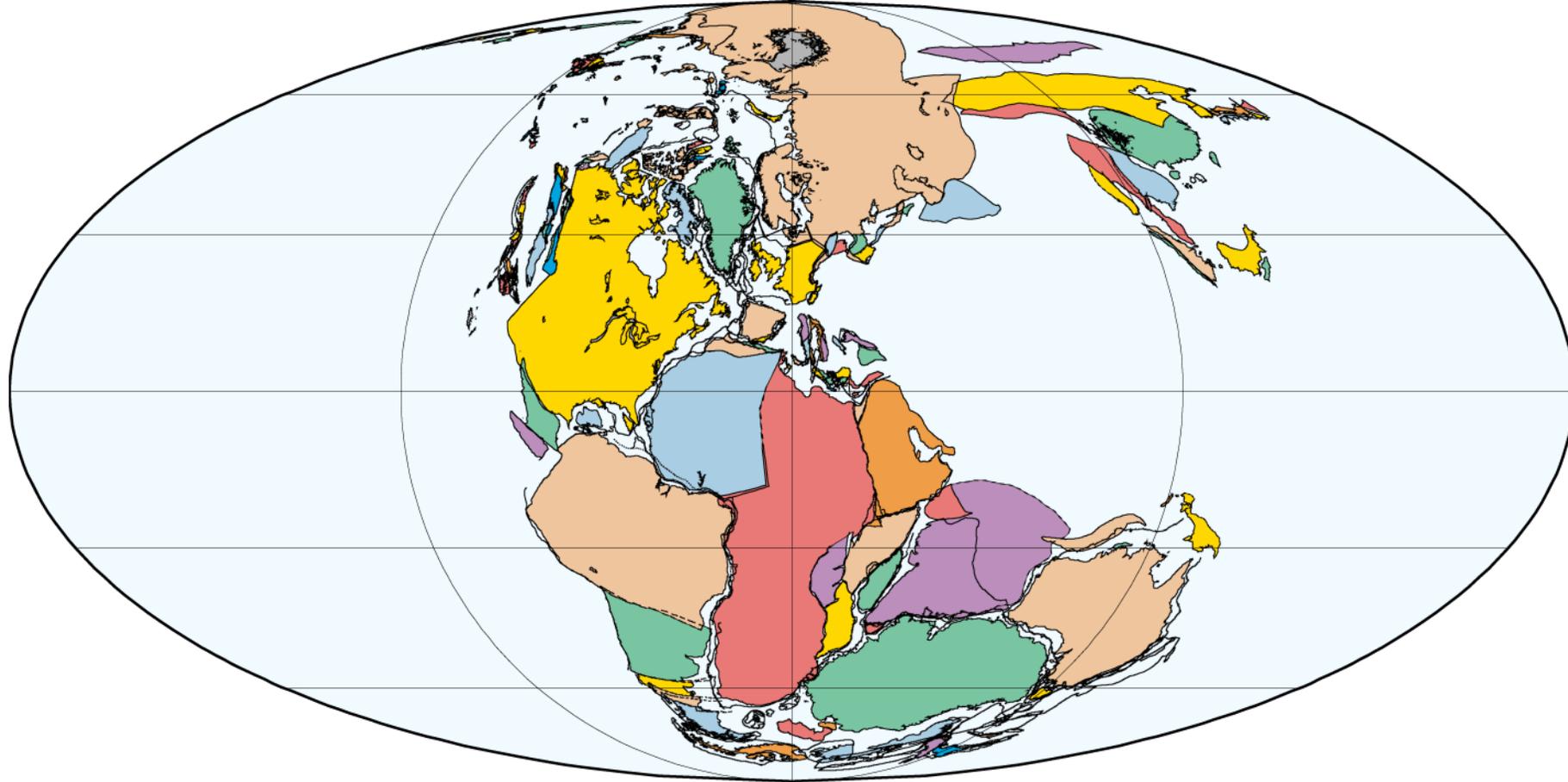
Tettonica delle placche: cosa dice?



200 Ma
Sinemurian (Early Jurassic)

PLATESUTIG
August 2002

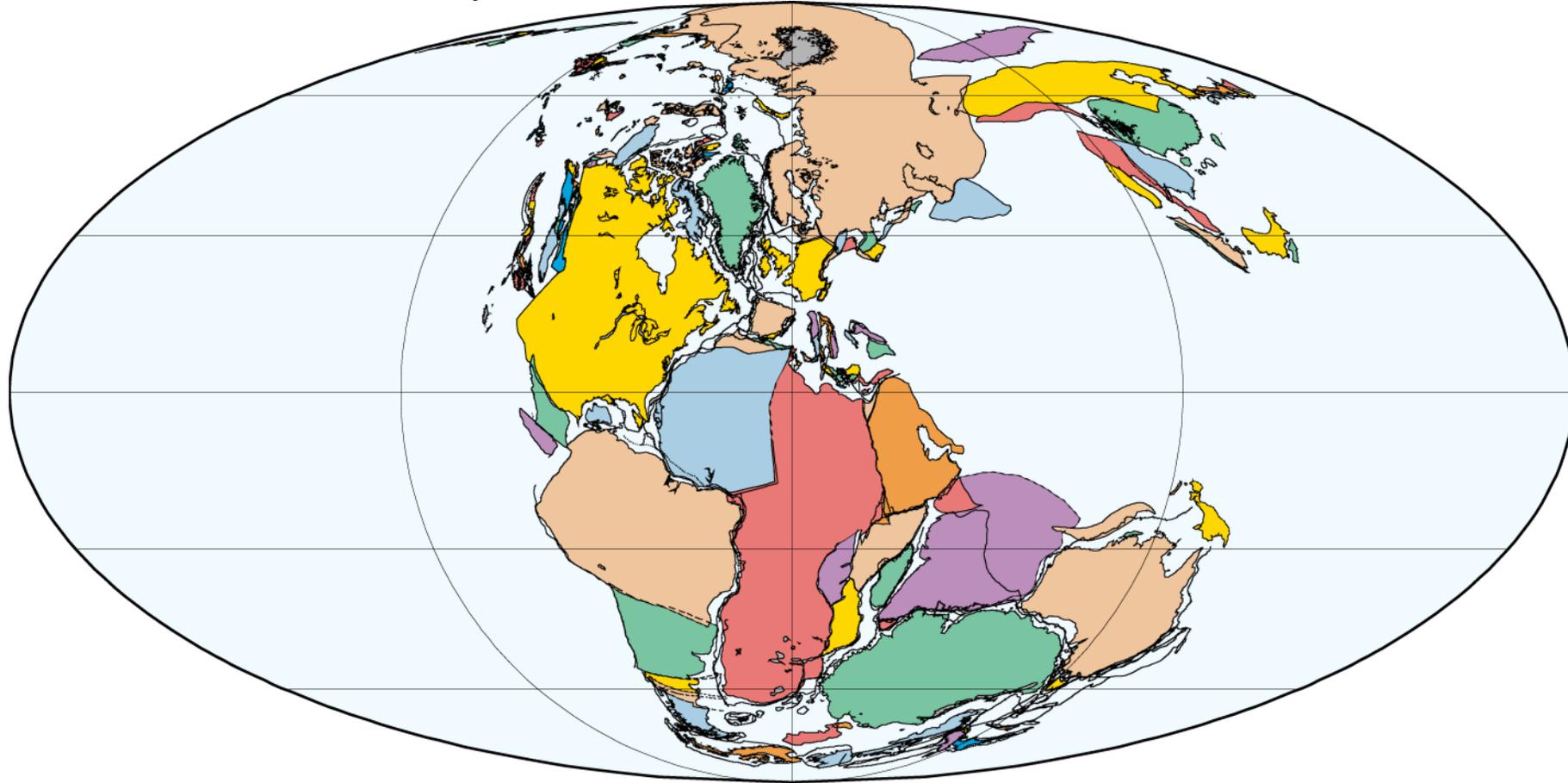
Tettonica delle placche: cosa dice?



190 Ma
Pliensbachian (Early Jurassic)

PLATES/UTIG
August 2002

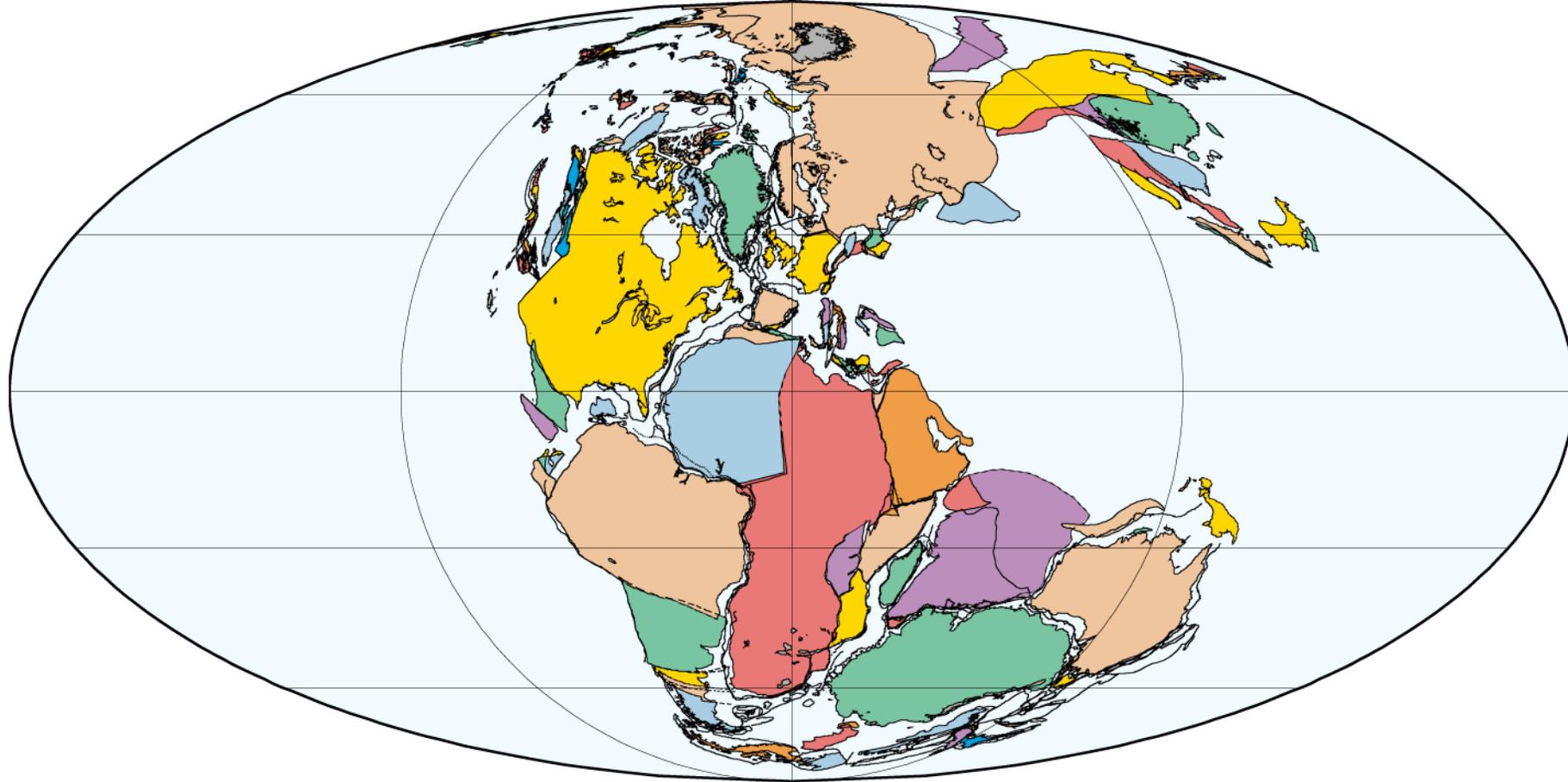
Tettonica delle placche: cosa dice?



180 Ma
Aalenian (Middle Jurassic)

PLATESUTIG
August 2002

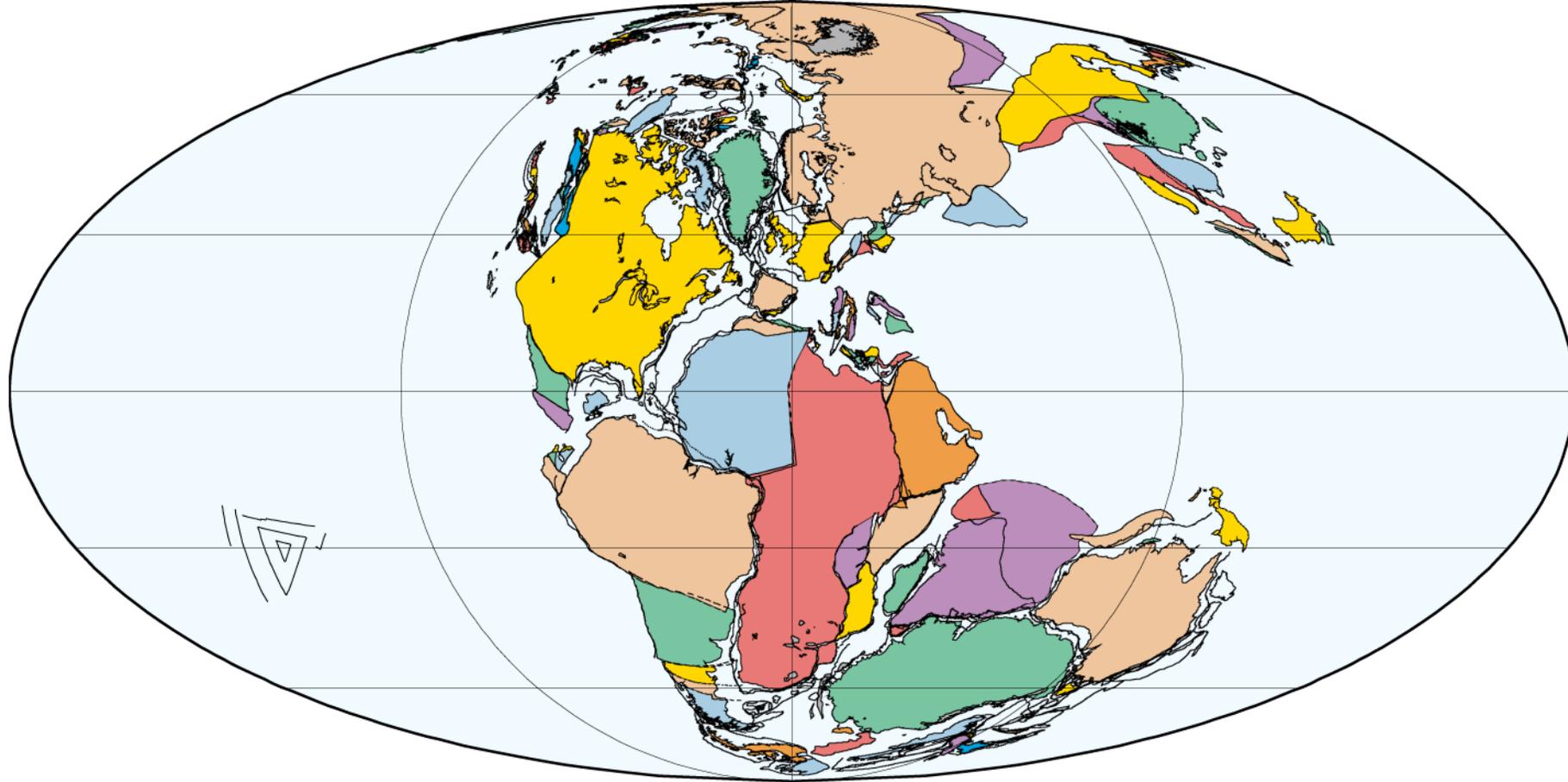
Tettonica delle placche: cosa dice?



170 Ma
Bajocian (Middle Jurassic)

PLATES/UTIG
August 2002

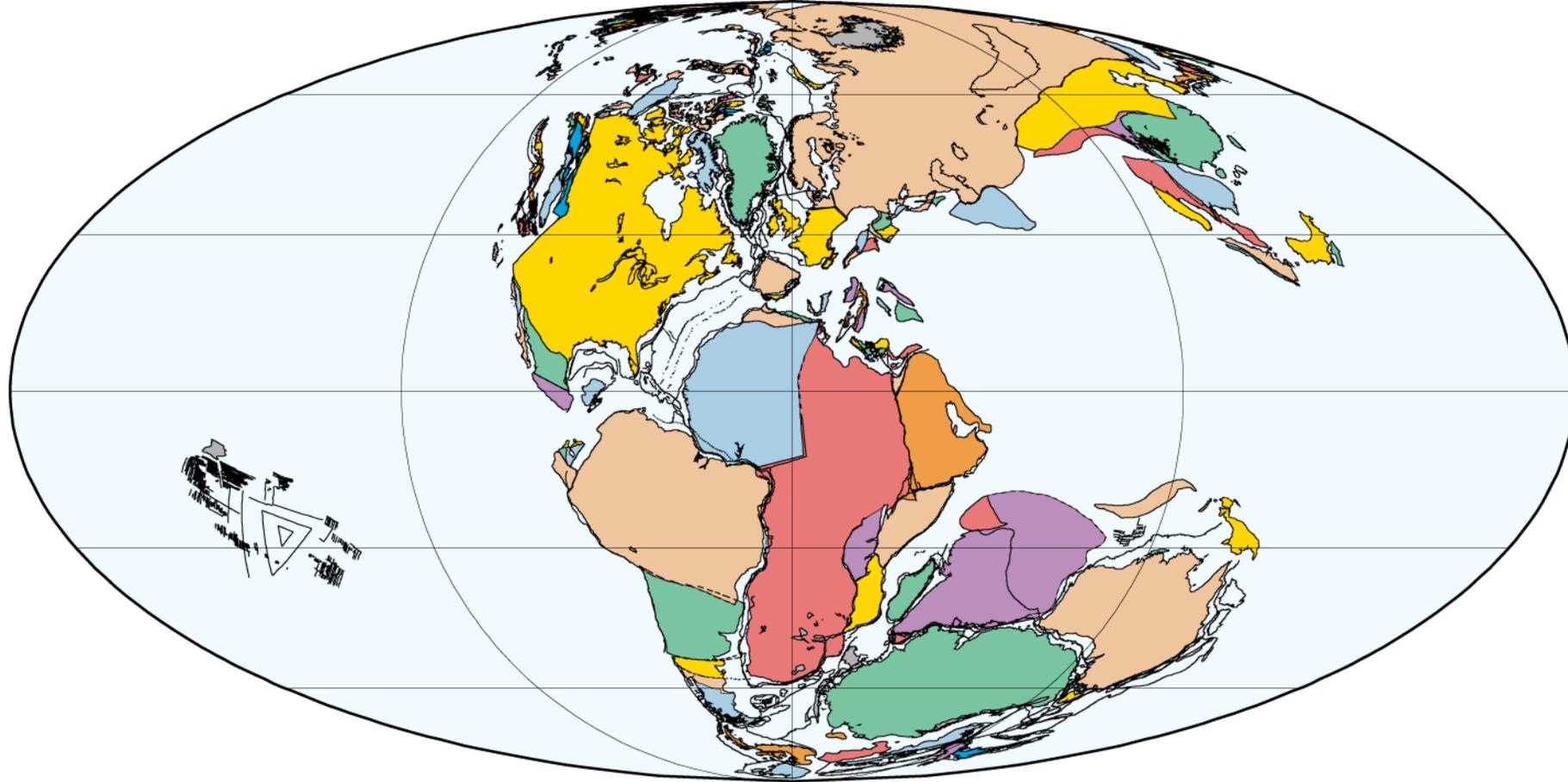
Tettonica delle placche: cosa dice?



160 Ma
Callovian (Middle Jurassic)

PLATES/UTIG
August 2002

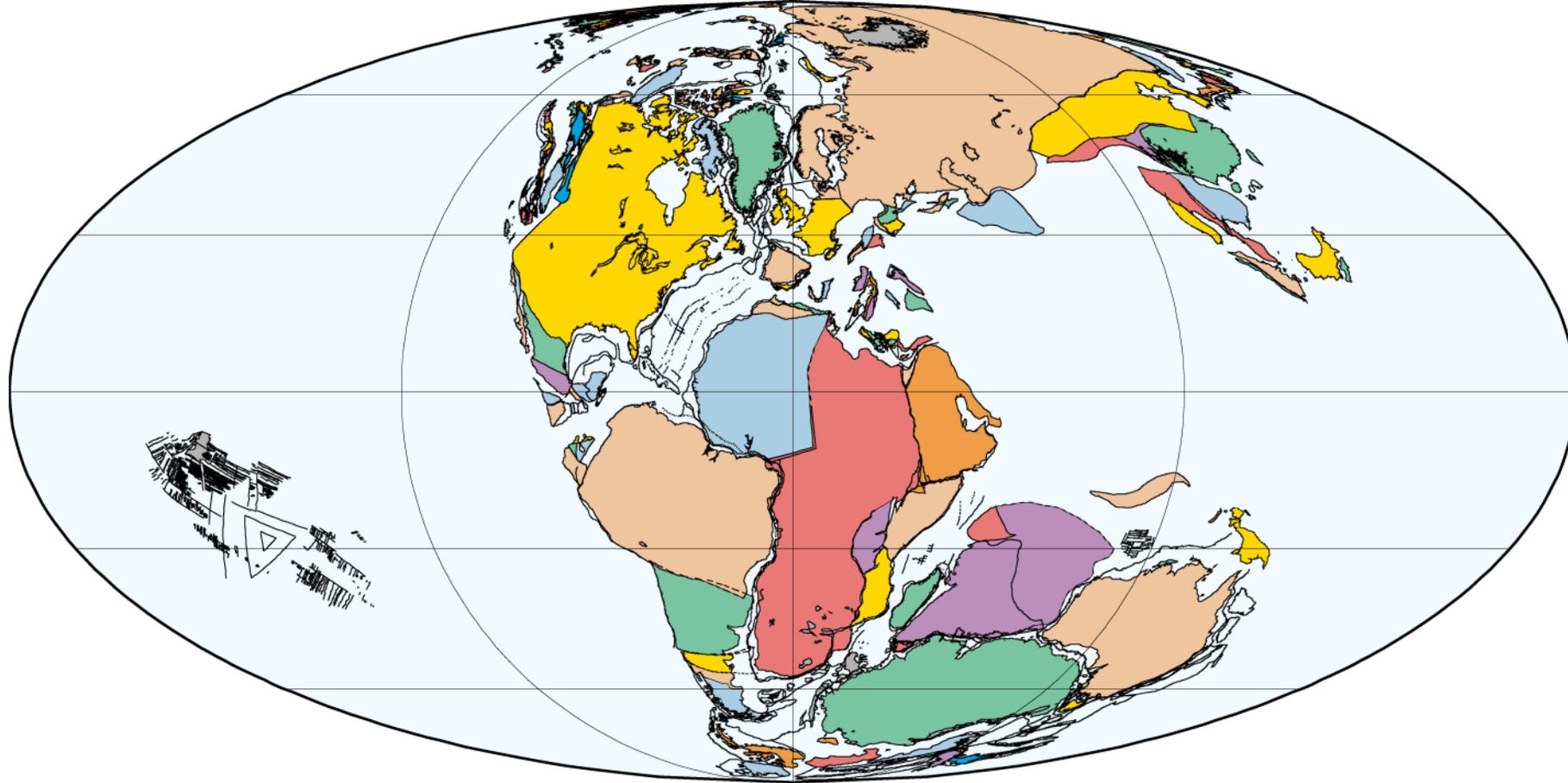
Tettonica delle placche: cosa dice?



150 Ma
Volgian (Late Jurassic)

PLATES/UTIG
August 2002

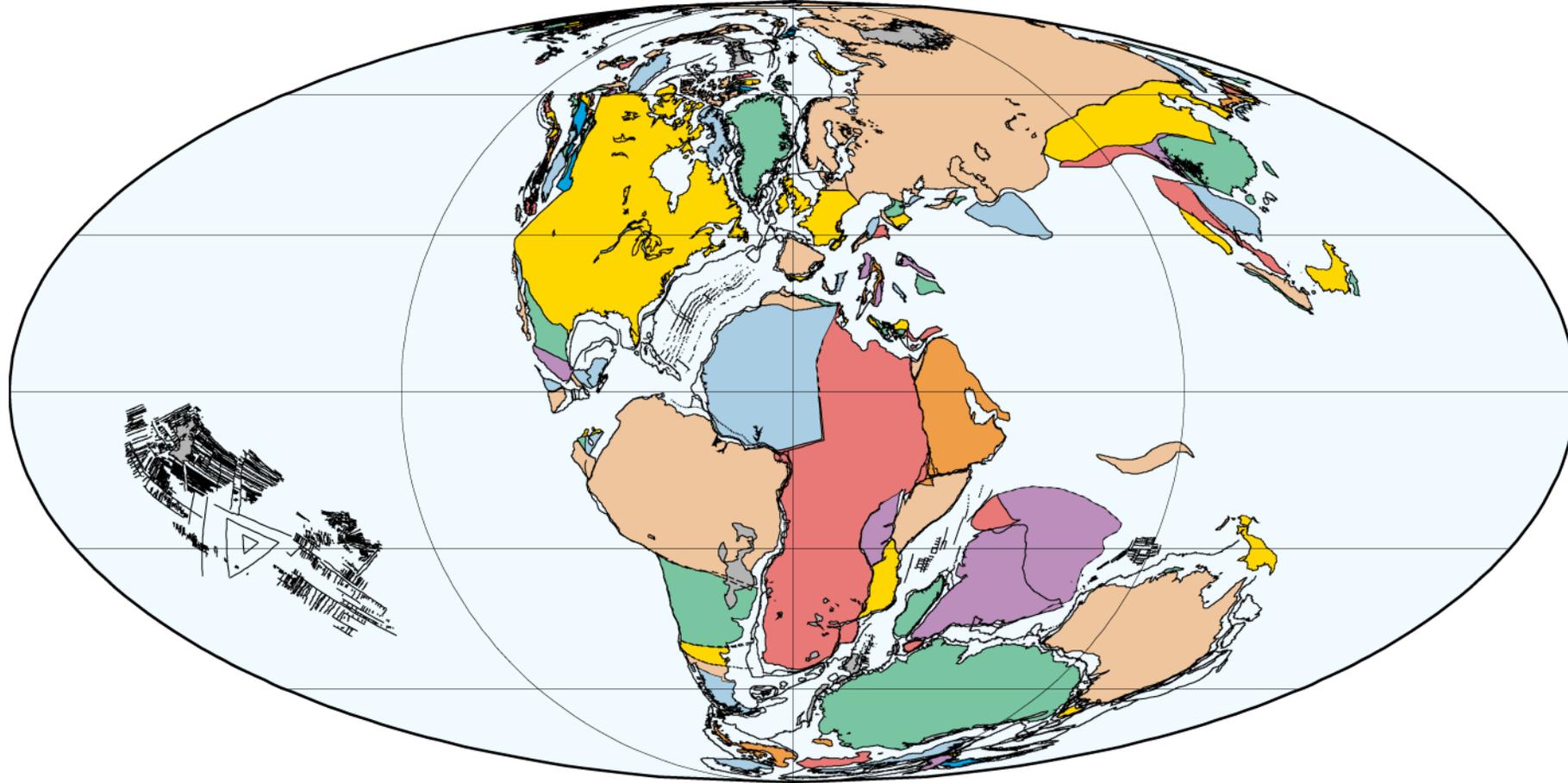
Tettonica delle placche: cosa dice?



140 Ma
Ryazanian (Early Cretaceous)

PLATESUTIG
August 2002

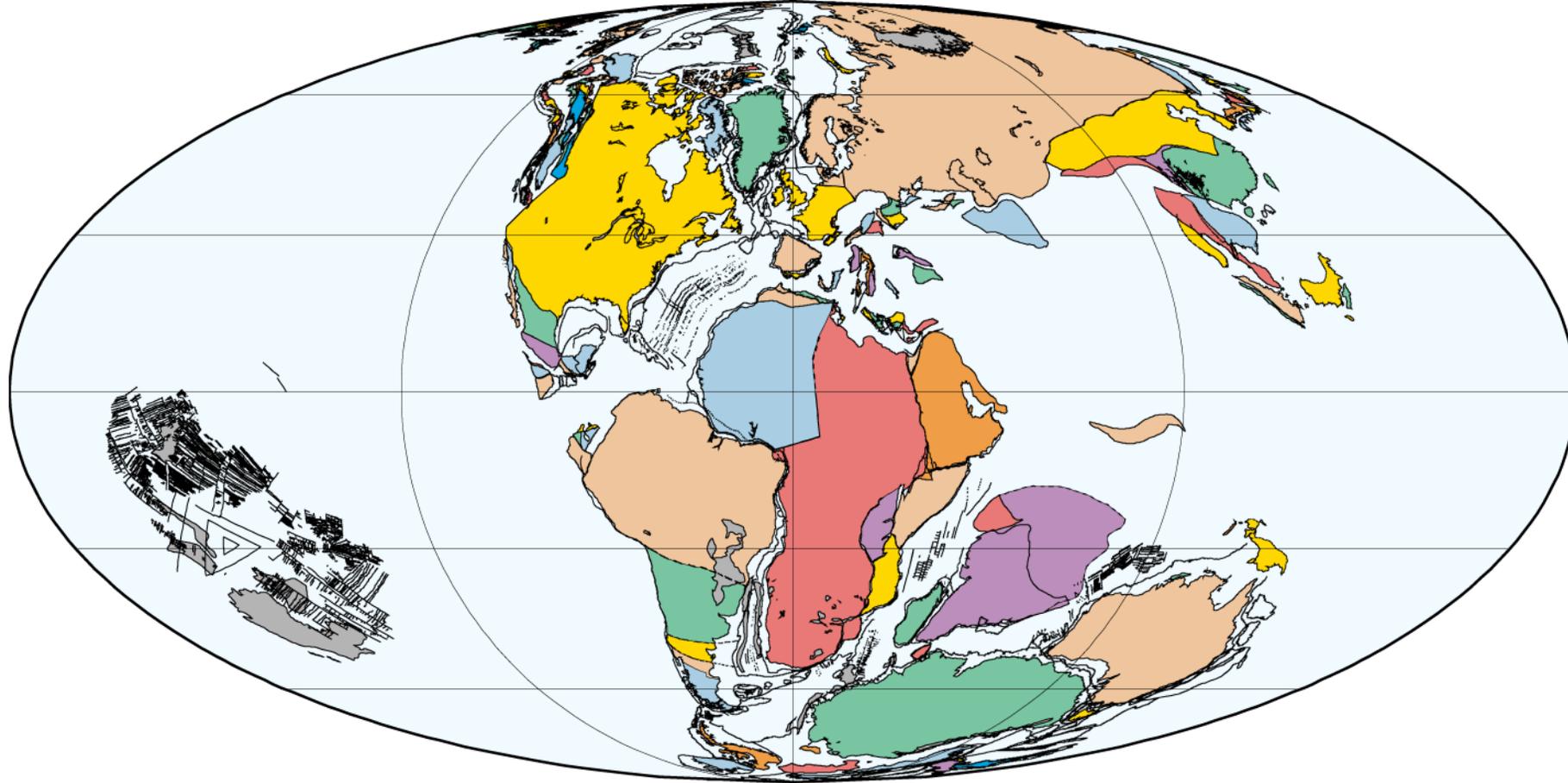
Tettonica delle placche: cosa dice?



130 Ma
Hauterivian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG
August 2002

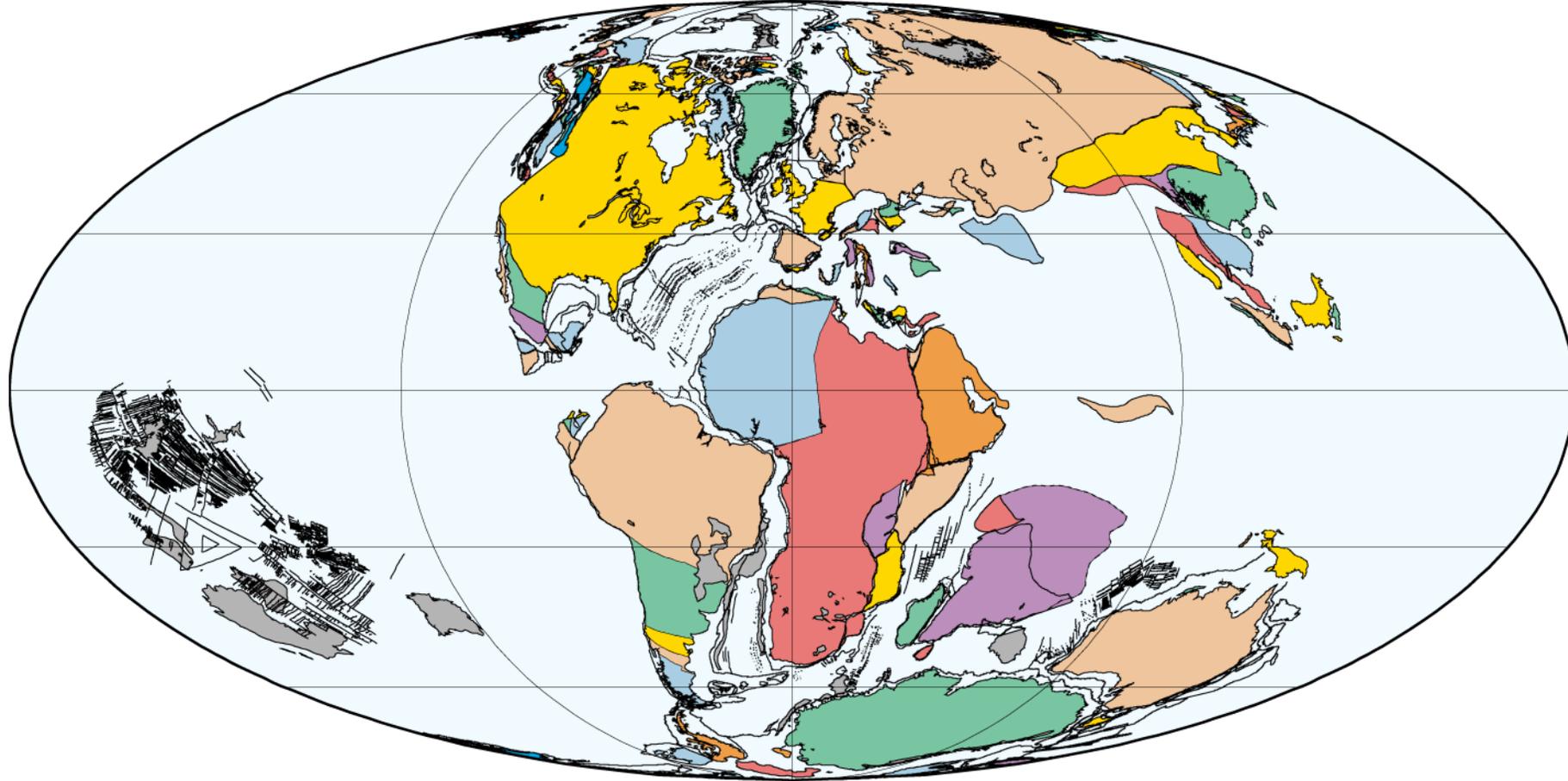
Tettonica delle placche: cosa dice?



120 Ma
Aptian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG
August 2002

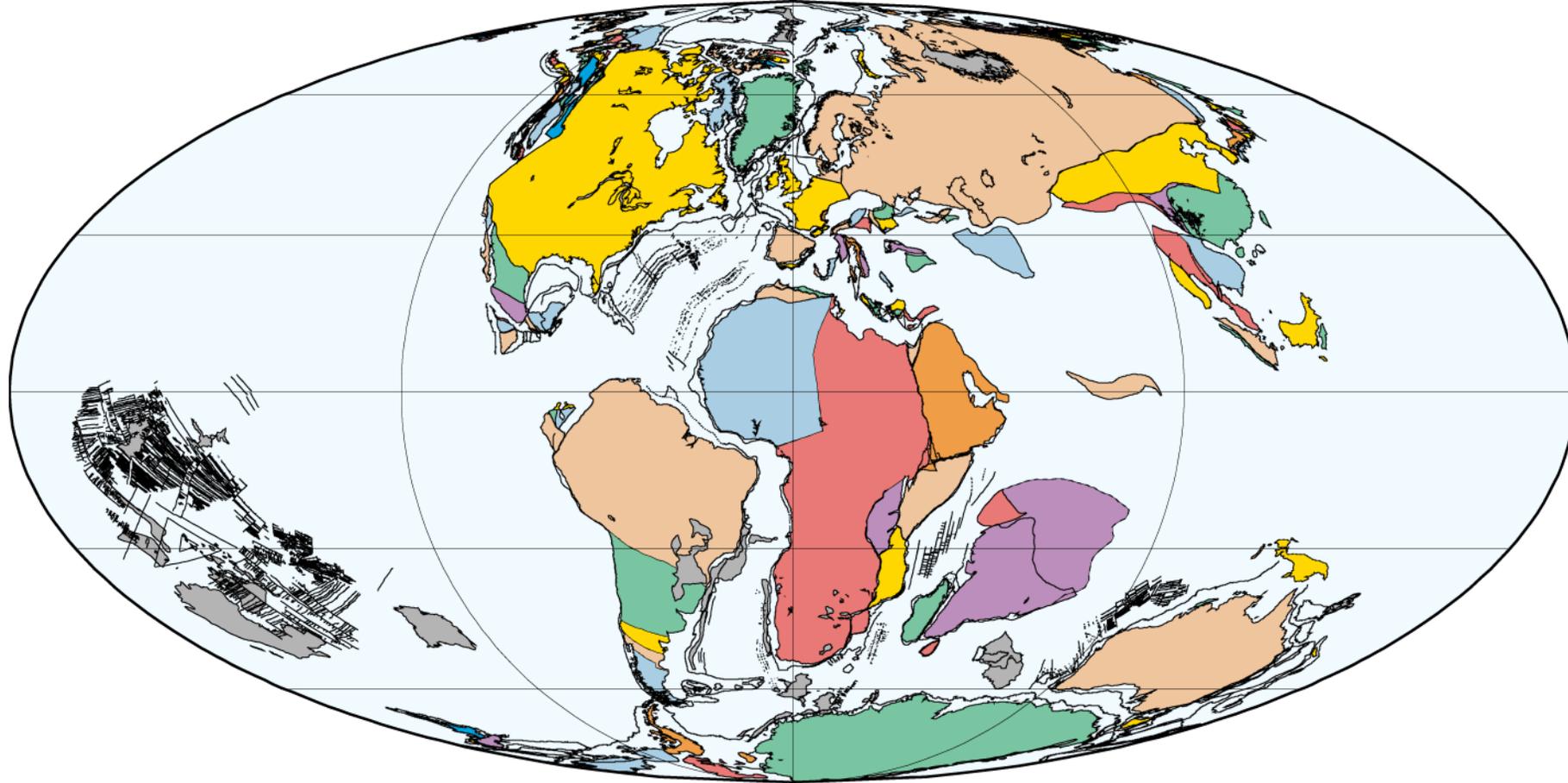
Tettonica delle placche: cosa dice?



110 Ma
Early Albian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG
August 2002

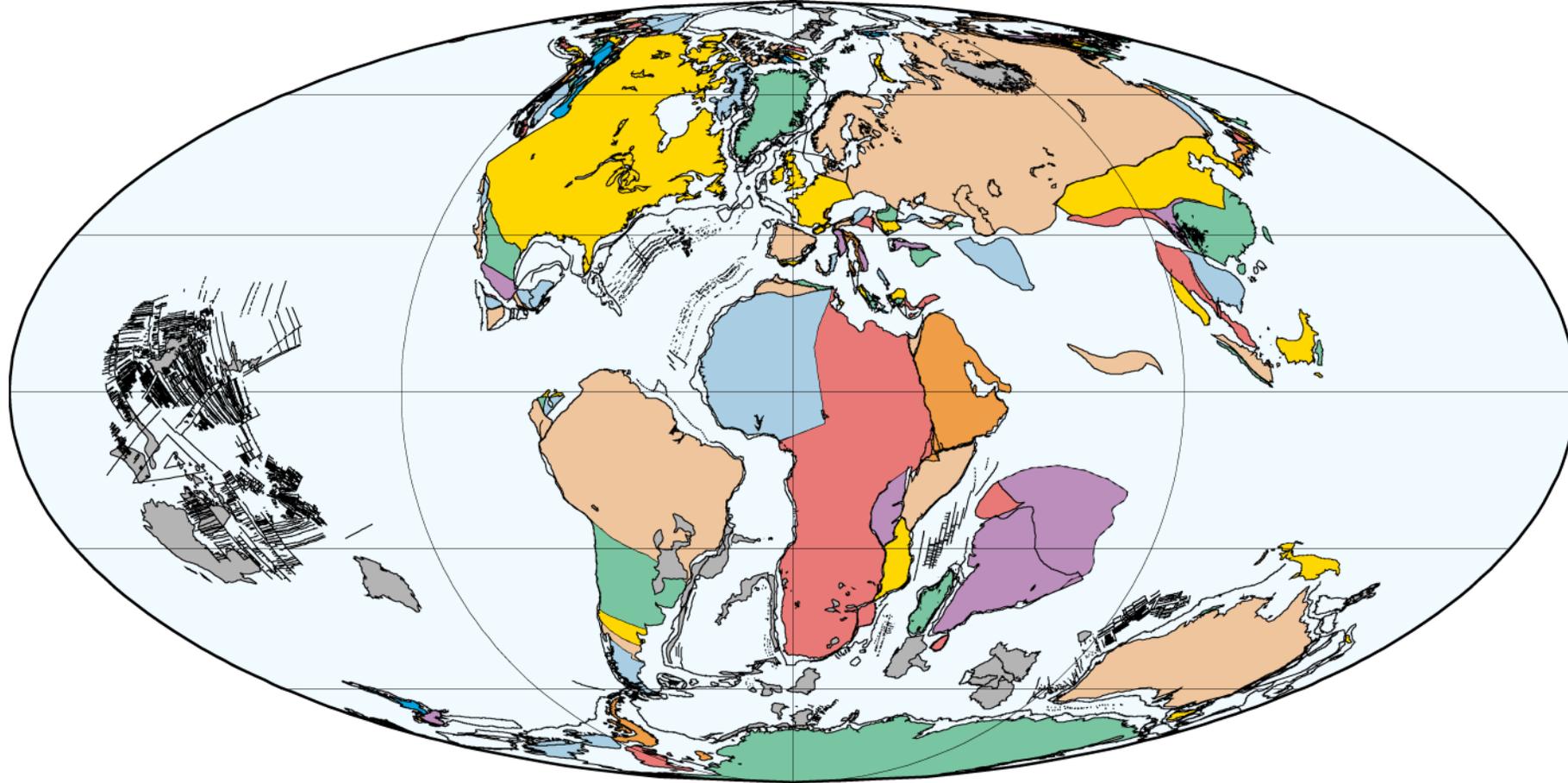
Tettonica delle placche: cosa dice?



100 Ma
Late Albian (Early Cretaceous)

PLATES/UTIG
August 2002

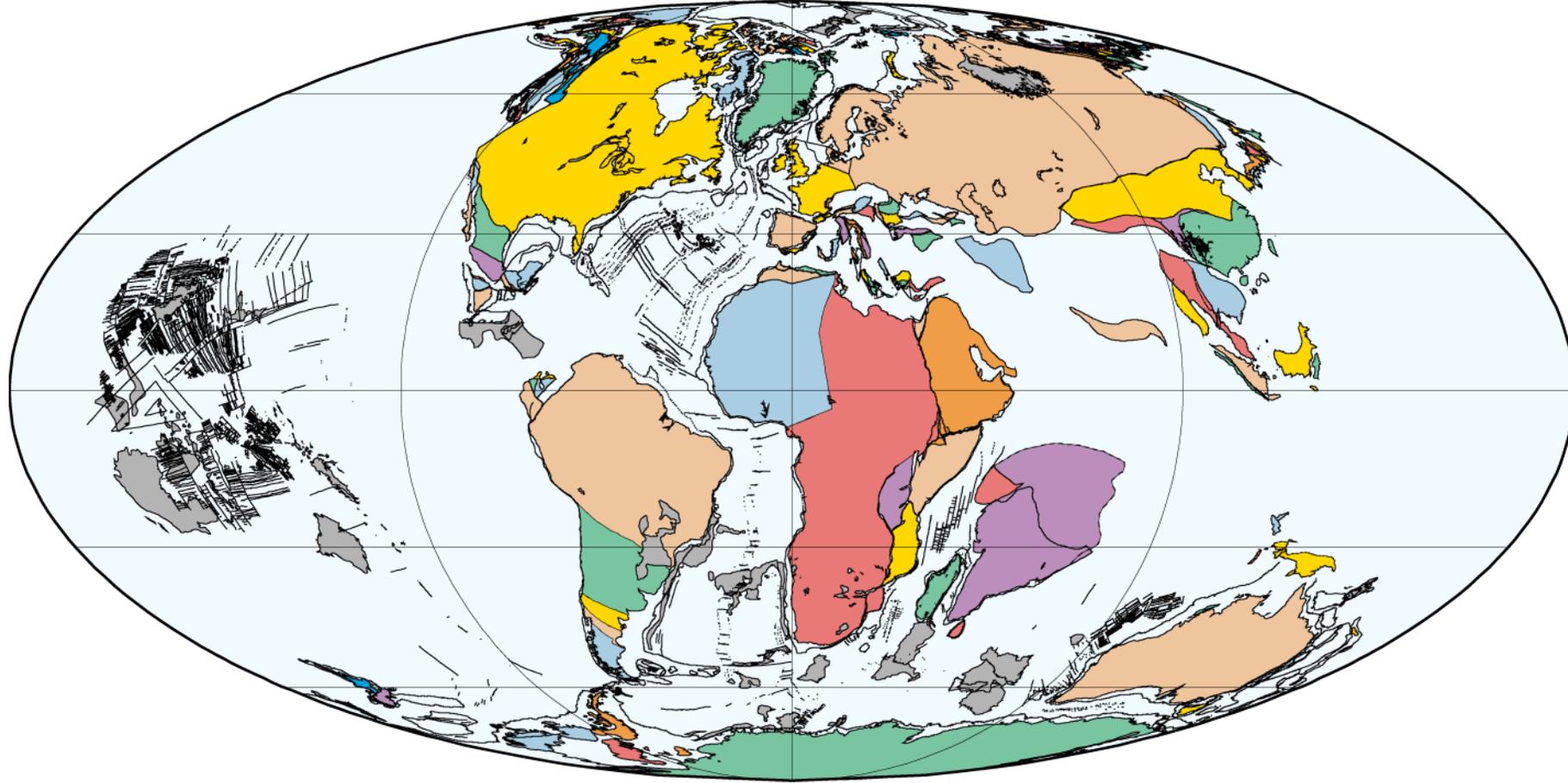
Tettonica delle placche: cosa dice?



90 Ma
Turonian (Late Cretaceous)

PLATESUTIG
August 2002

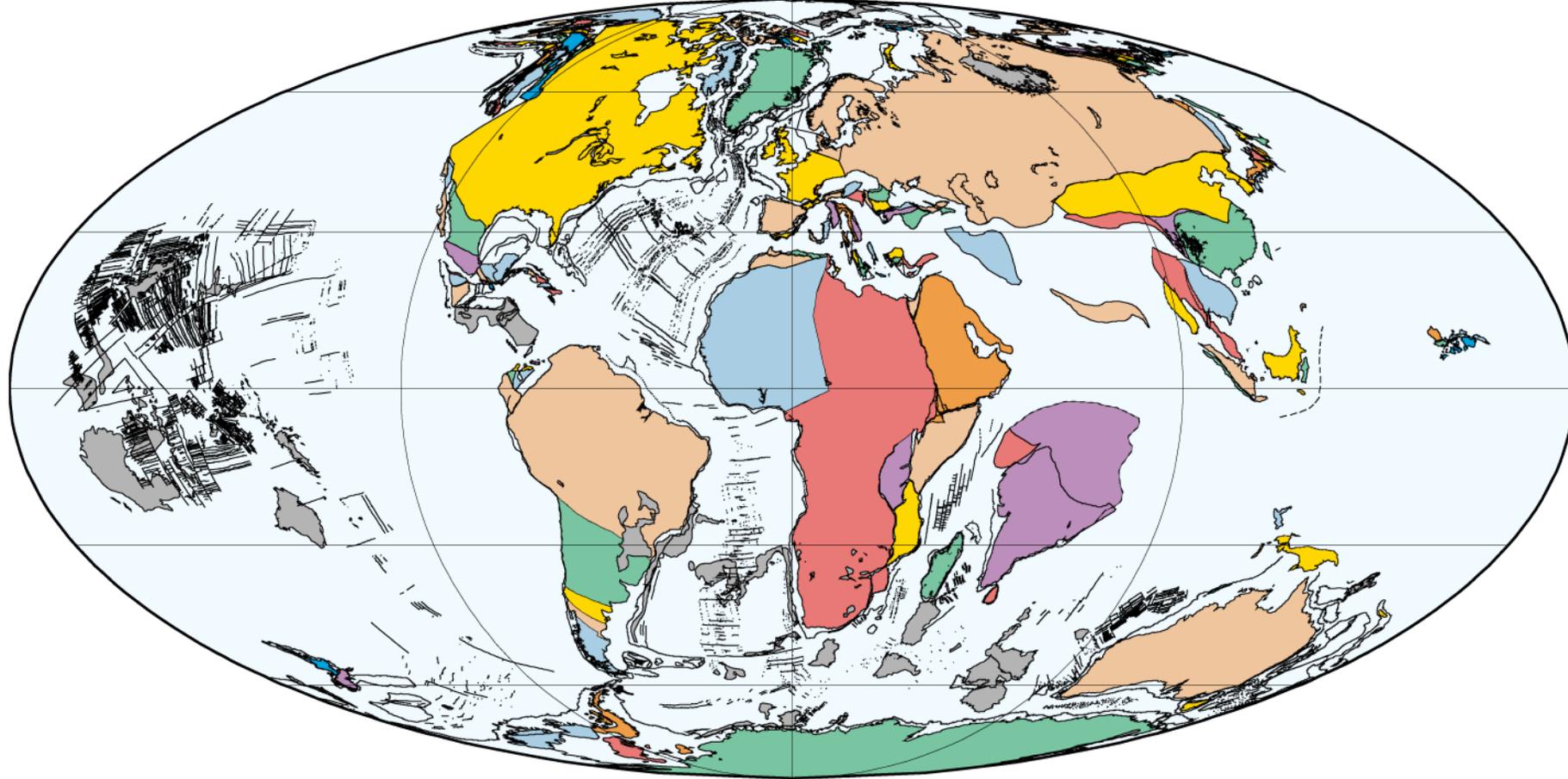
Tettonica delle placche: cosa dice?



80 Ma
Campanian (Late Cretaceous)

PLATES/UTIG
August 2002

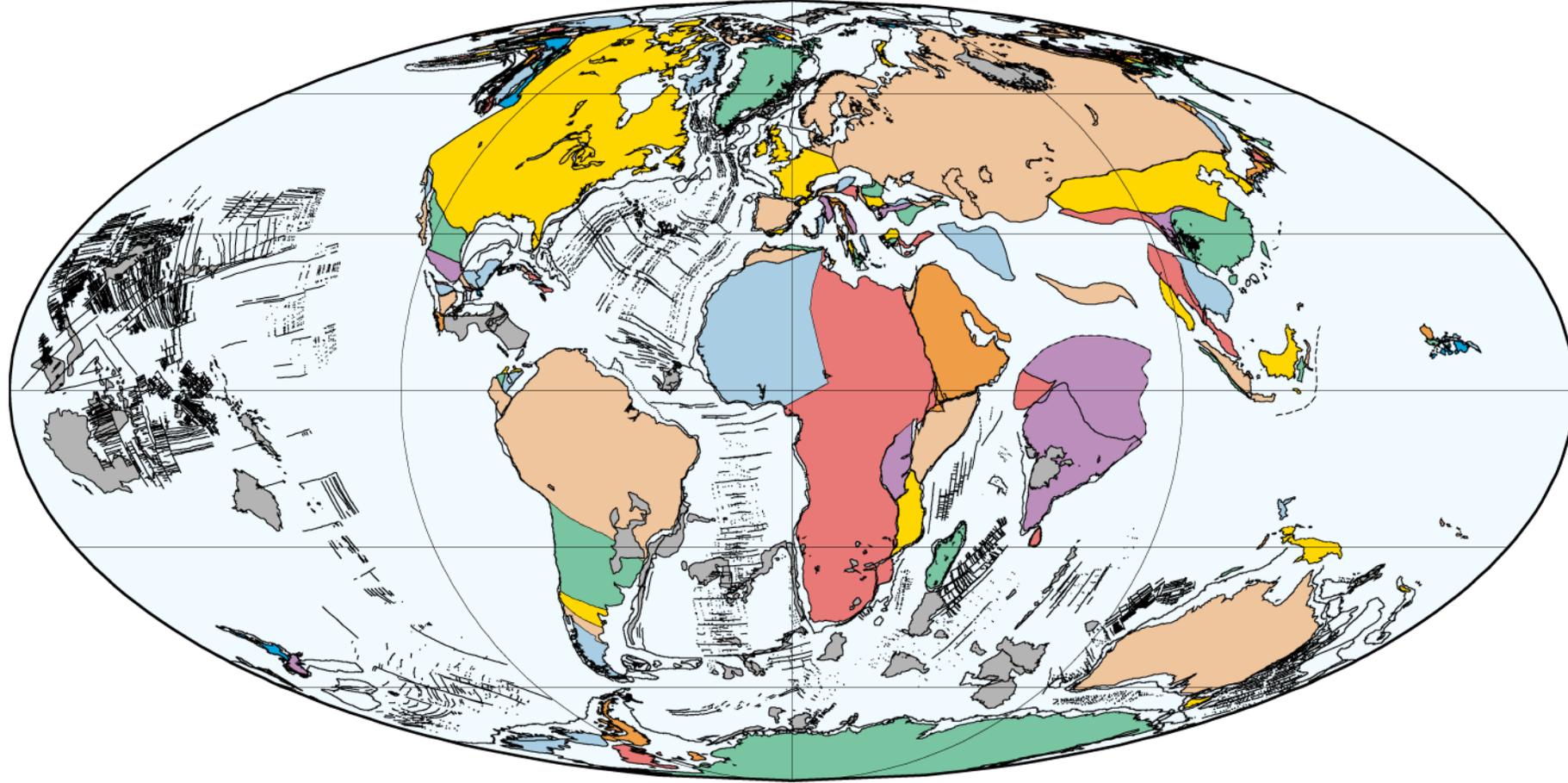
Tettonica delle placche: cosa dice?



70 Ma
Maastrichtian (Late Cretaceous)

PLATES/UTIG
August 2002

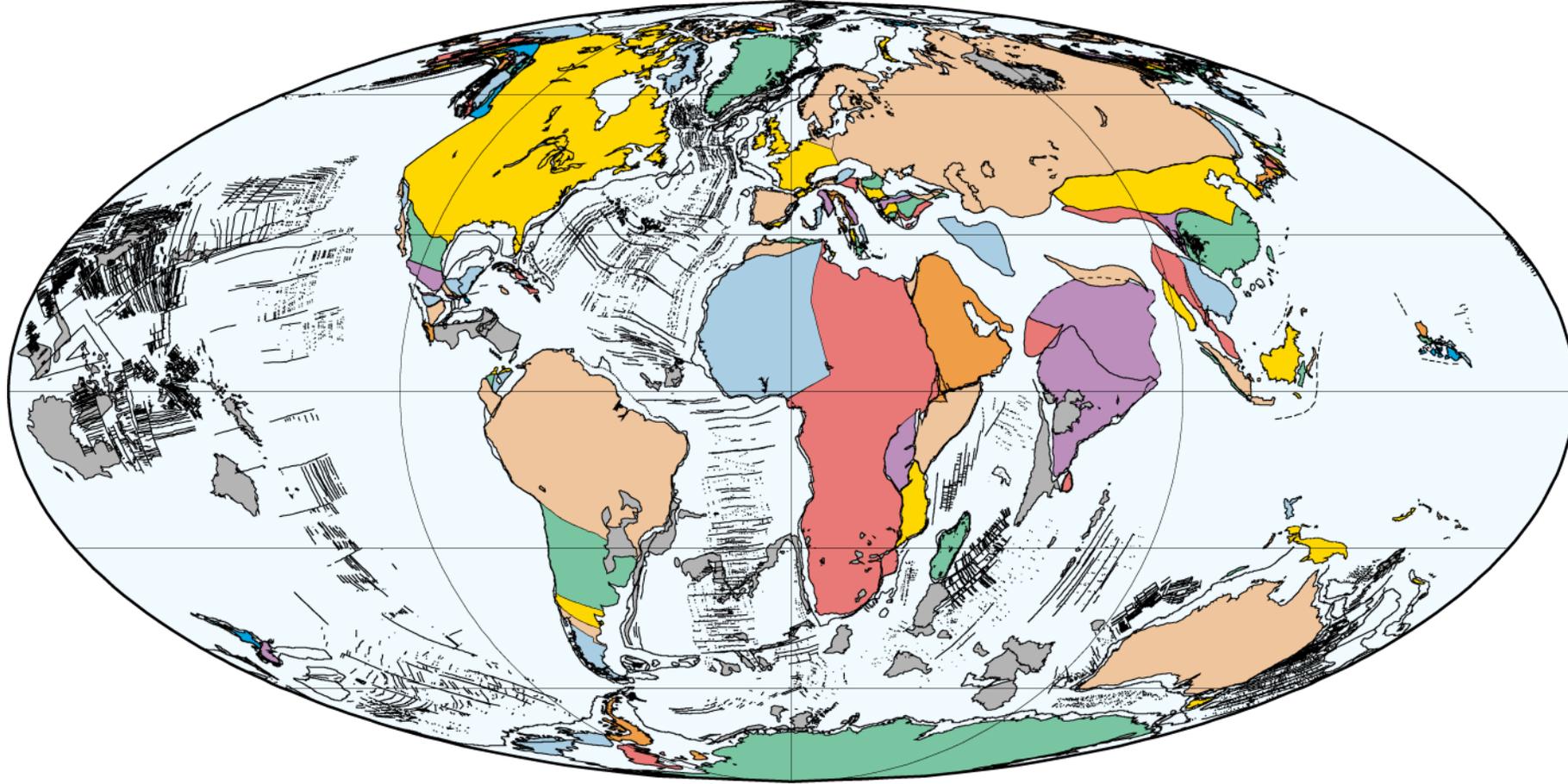
Tettonica delle placche: cosa dice?



60 Ma
Late Paleocene

PLATES/UTIG
August 2002

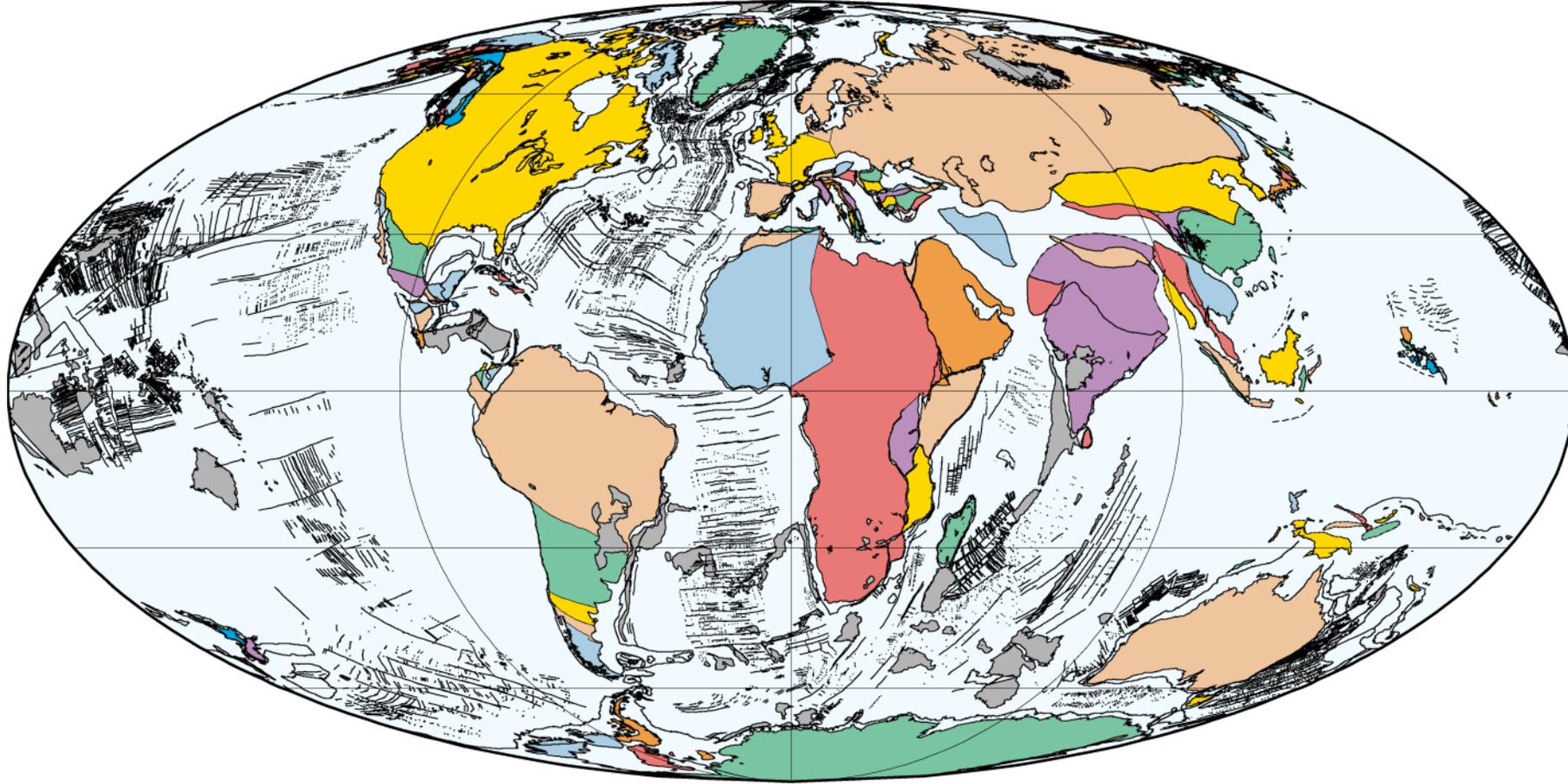
Tettonica delle placche: cosa dice?



50 Ma
Early Eocene

PLATES/UTIG
August 2002

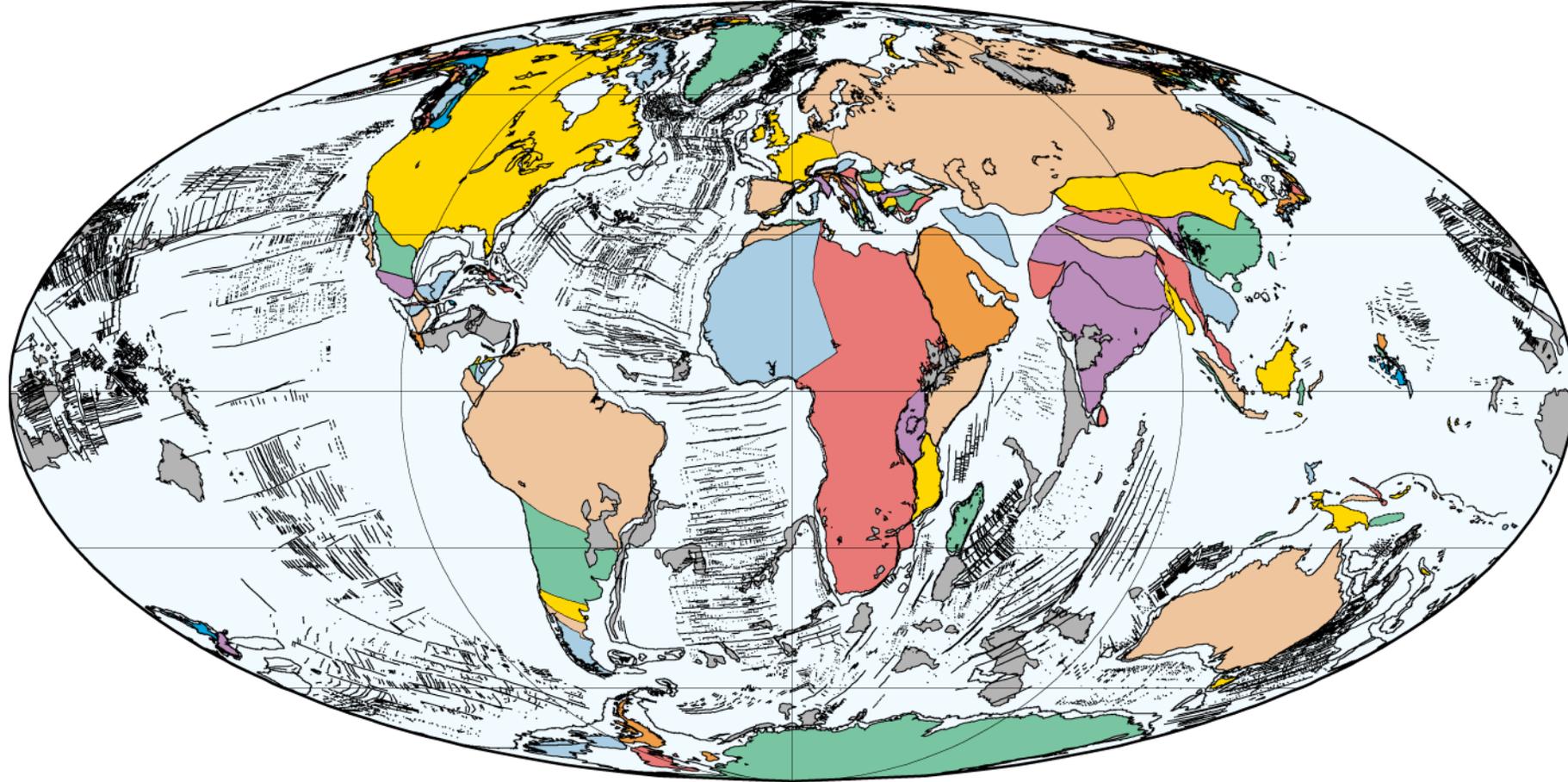
Tettonica delle placche: cosa dice?



40 Ma
Middle Eocene

PLATESUTIG
August 2002

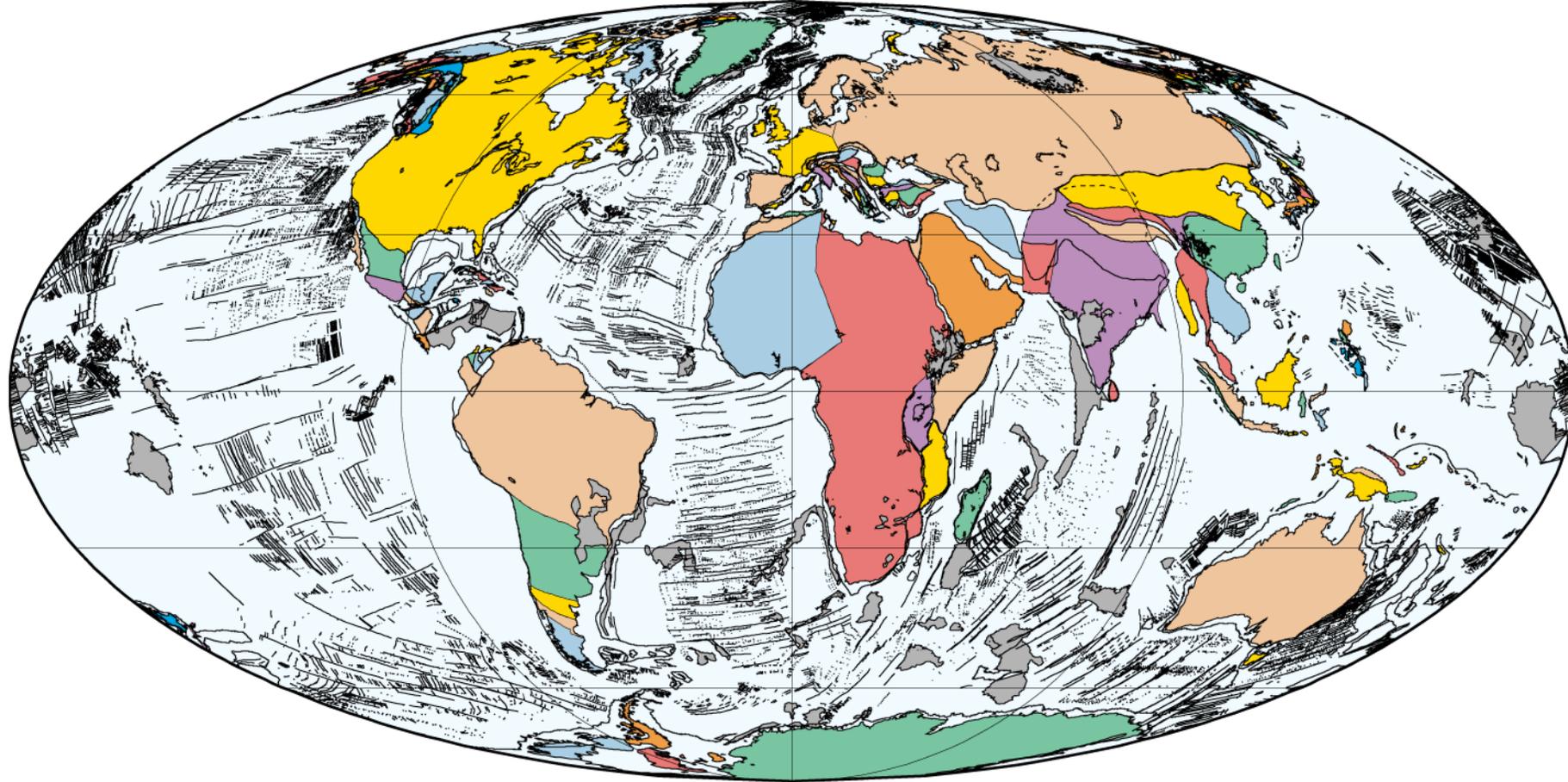
Tettonica delle placche: cosa dice?



30 Ma
Early Oligocene

PLATES/UTIG
August 2002

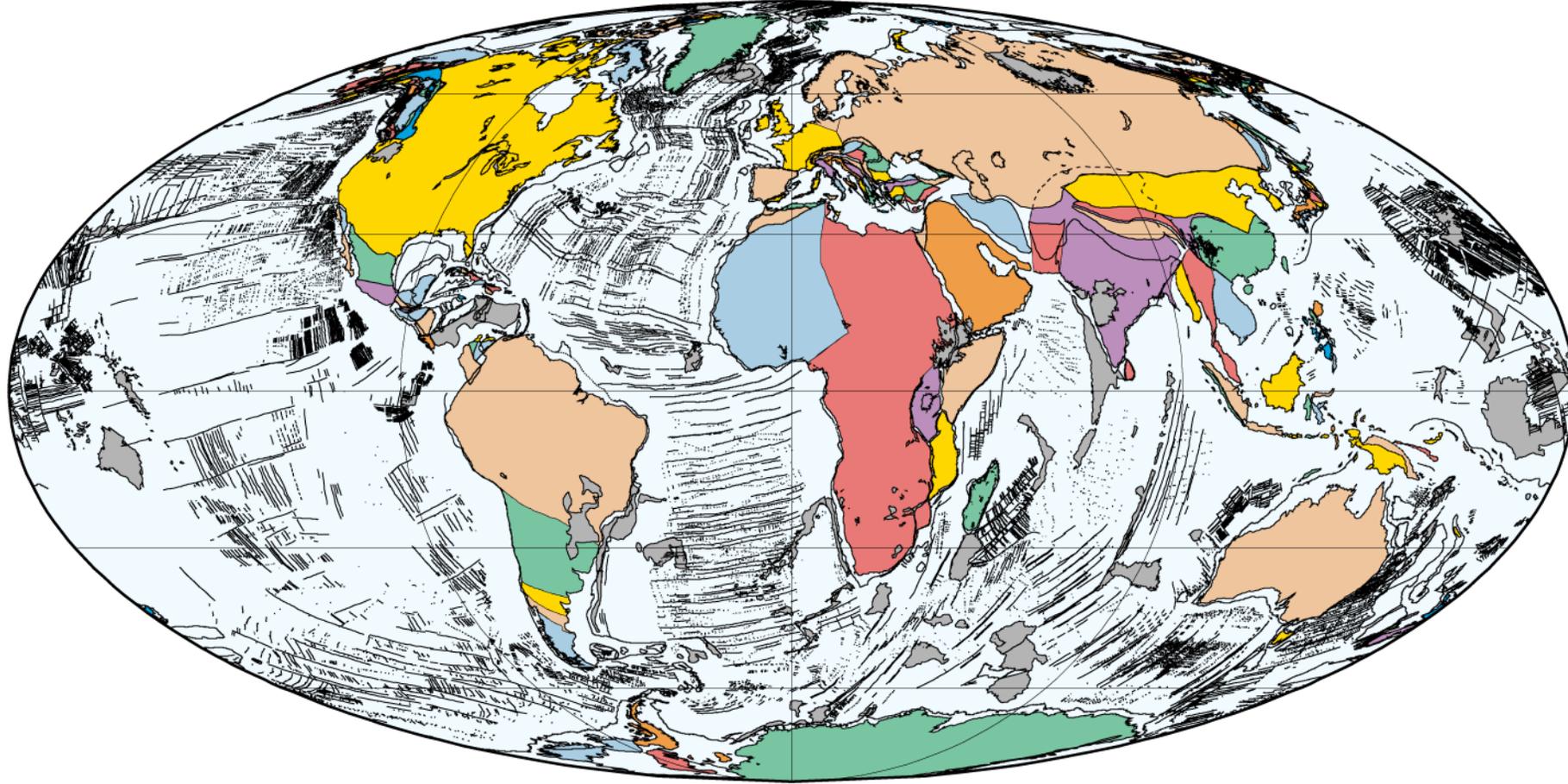
Tettonica delle placche: cosa dice?



20 Ma
Early Miocene

PLATESUTIG
August 2002

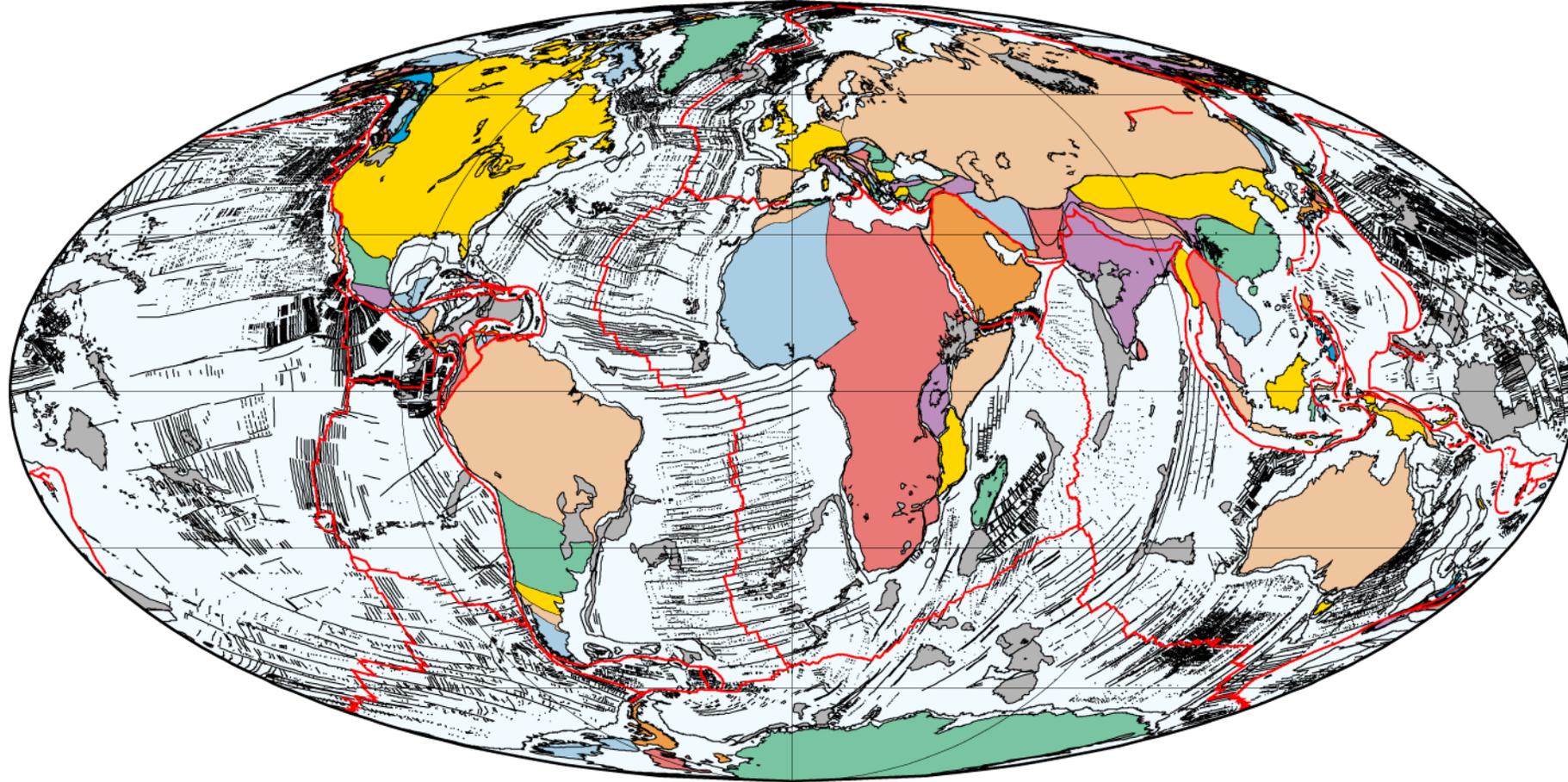
Tettonica delle placche: cosa dice?



10 Ma
Late Miocene

PLATESUTIG
August 2002

Tettonica delle placche: cosa dice?



OMa
Present Day

PLATES/UTIG
August 2002

Tettonica delle placche: cosa dice?

Global and Planetary Change 169 (2018) 133–144

Contents lists available at ScienceDirect

 **Global and Planetary Change**

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gloplacha



Research article

Back to the future: Testing different scenarios for the next supercontinent gathering

Hannah S. Davies^{a,b,c,*}, J.A. Mattias Green^c, João C. Duarte^{a,b,d}

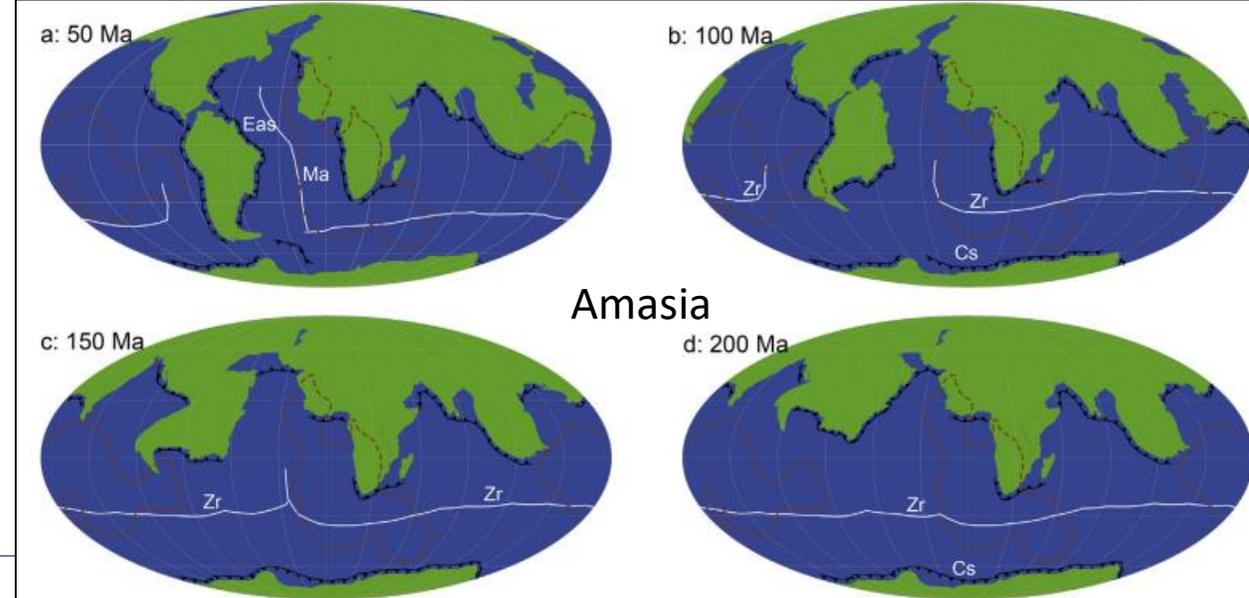
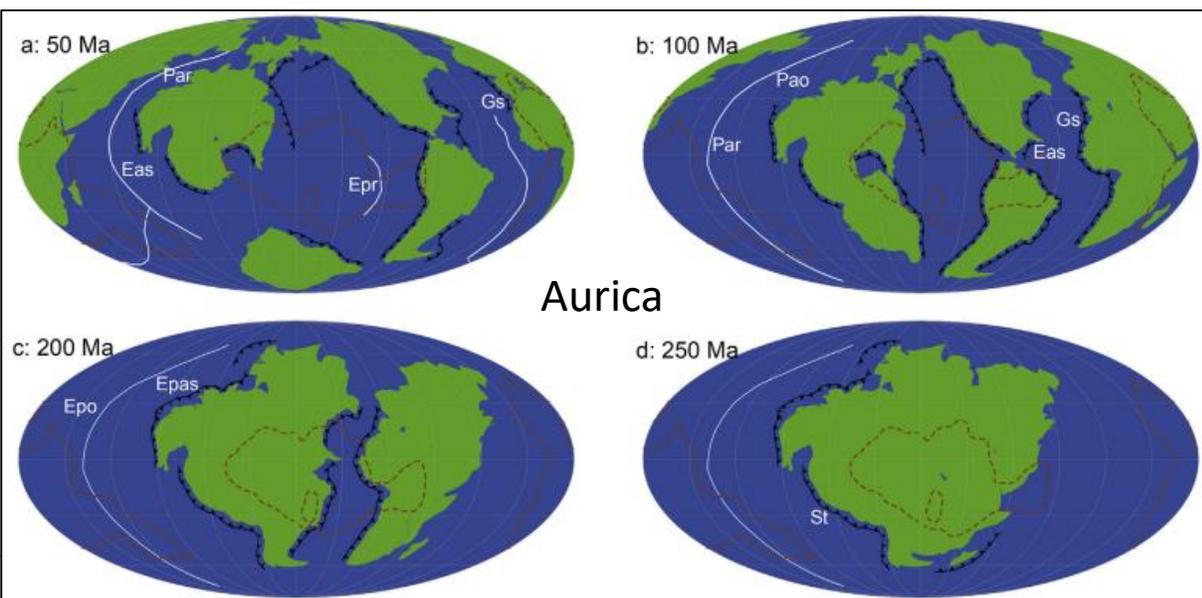
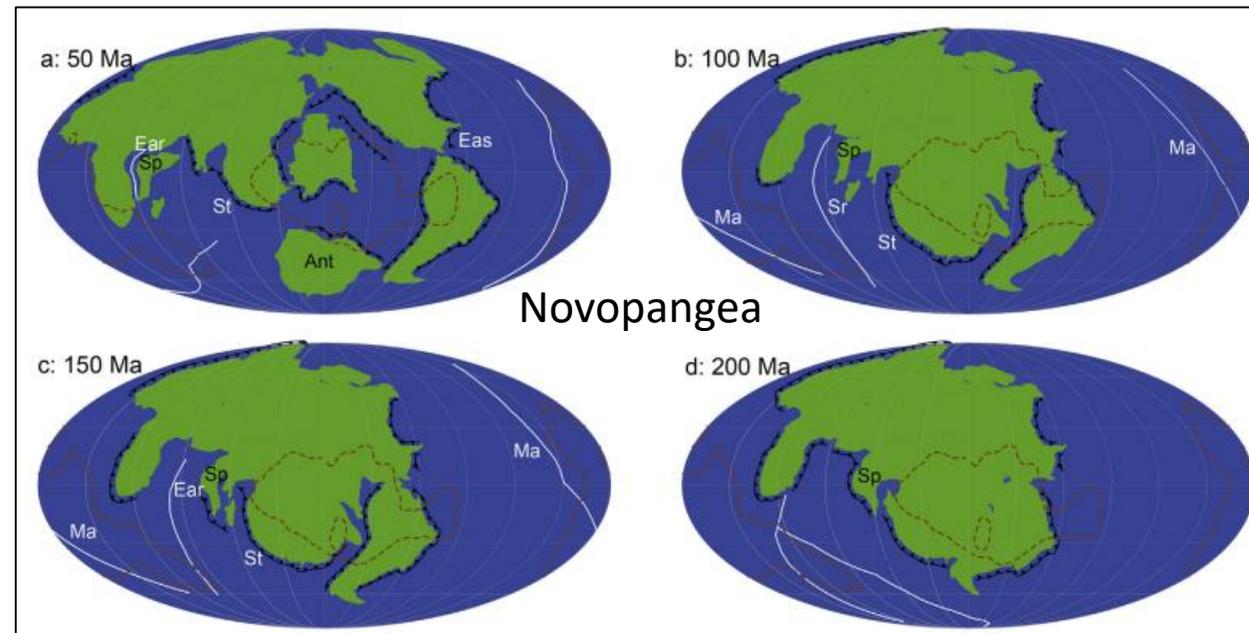
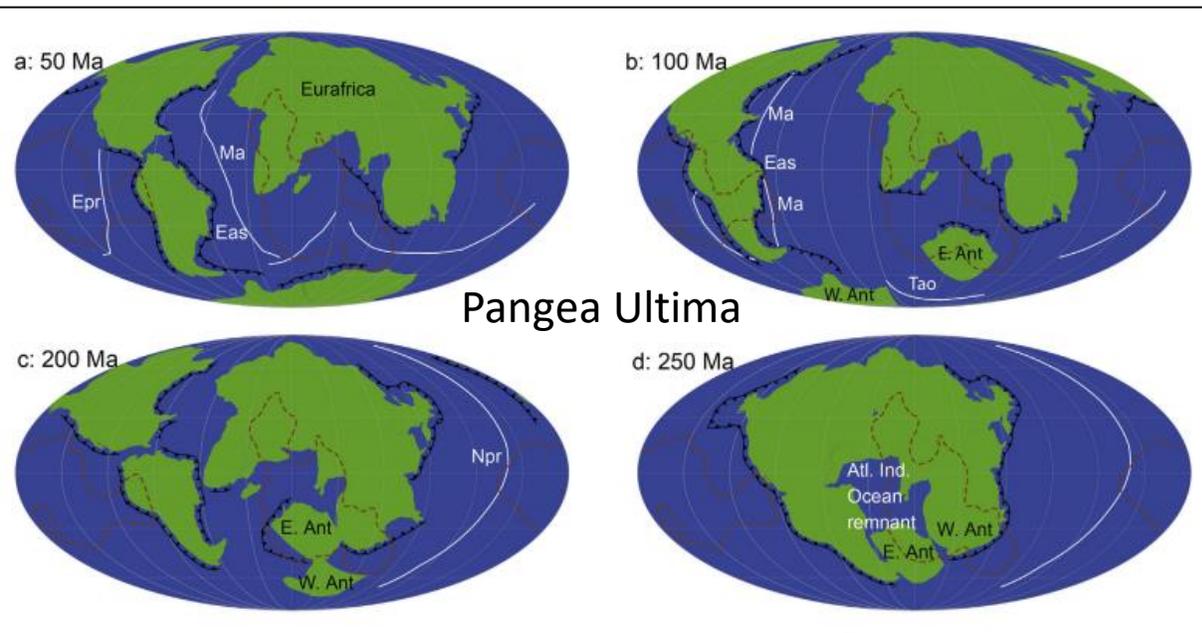
^a Instituto Dom Luiz (IDL), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C1, Piso 1, 1749-016 Lisboa, Portugal
^b Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, Edifício C6, Piso 4, 1749-016 Lisboa, Portugal
^c School of Ocean Sciences, Bangor University, Menai Bridge, United Kingdom
^d School of Earth, Atmosphere and Environment, Monash University, Melbourne, Victoria 3800, Australia



Using the rules of plate tectonic theory, and the dynamics of subduction zones and mantle convection, it is possible to envisage scenarios for the formation of the next supercontinent, which is believed to occur around 200–300 Ma into the future. Here, we explore the **four main proposed scenarios** for the formation of the next supercontinent by constructing them, using GPlates, in a novel and standardised way. Each scenario undergoes different modes of Wilson and Supercontinent cycles [...] illustrating that the relationship between them is not trivial and suggesting that these modes should be treated as end-members of a spectrum of possibilities.

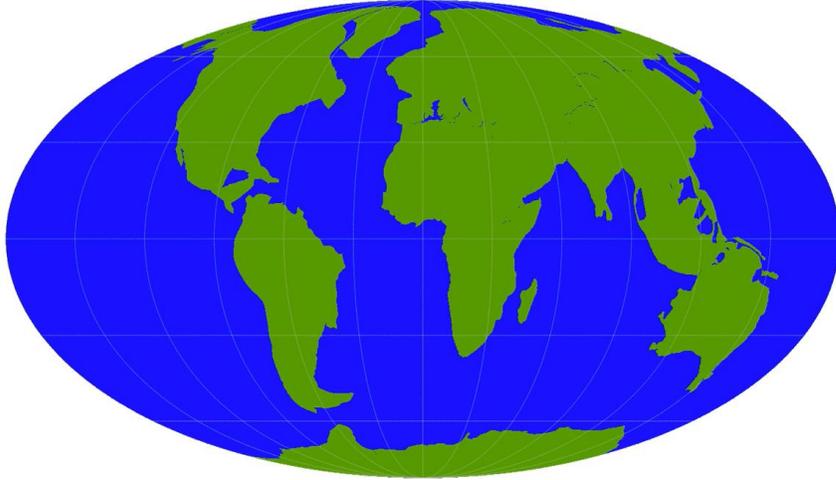
Tettonica delle placche: cosa dice?

<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.07.015>

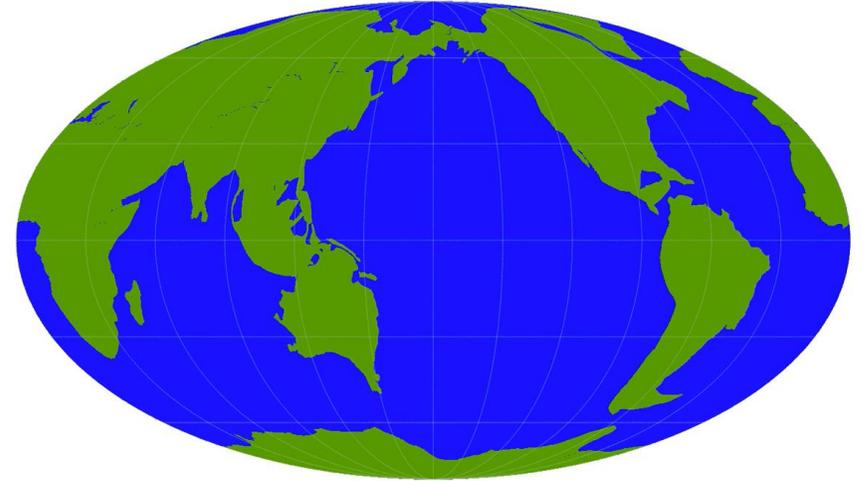


Tettonica delle placche: cosa dice?

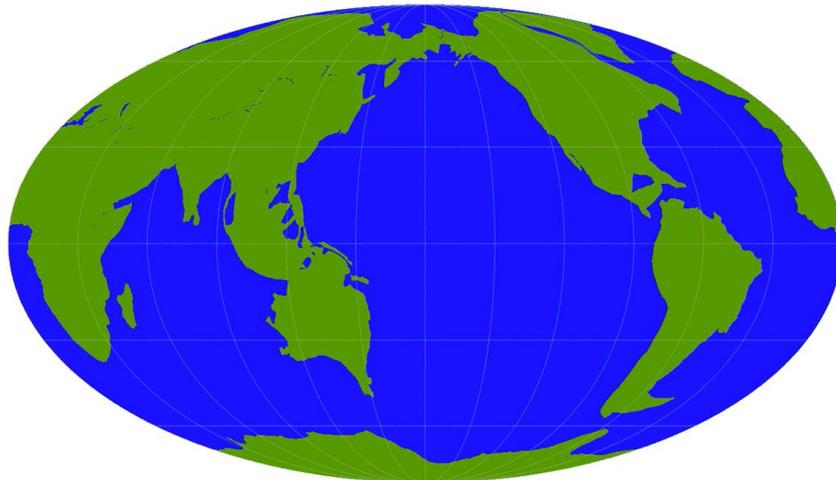
Pangea Ultima



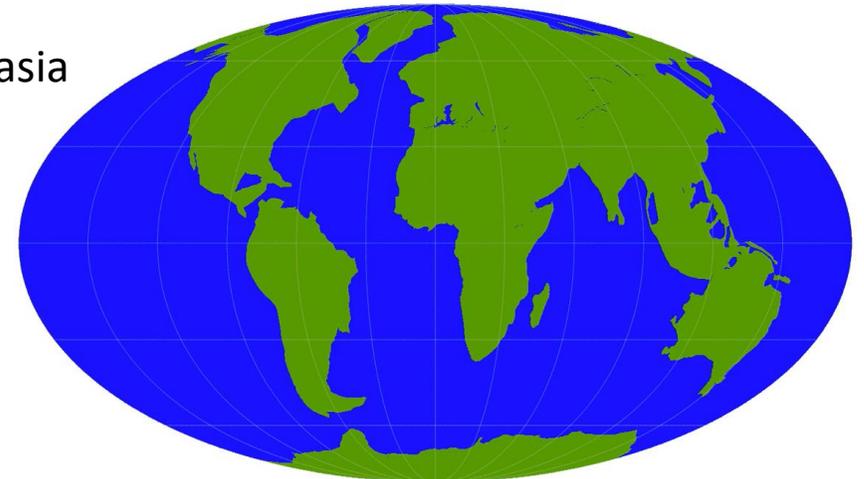
Novopangea



Aurica



Amasia



Tettonica delle placche: cosa dice?



https://www.youtube.com/watch?v=SqCEyV1_JtM



<https://www.youtube.com/watch?v=NCZ1GA2sGyo>



<https://www.wired.it/scienza/ecologia/2018/04/23/spostamento-continenti-terra-futuro-video/>

Tettonica delle placche: il territorio italiano

Domande iniziali

- La forma attuale dell'Italia dipende da:

1

Placche in allontanamento

14%



2

Placche in subduzione

86%



3

Placche trascorrenti

0%



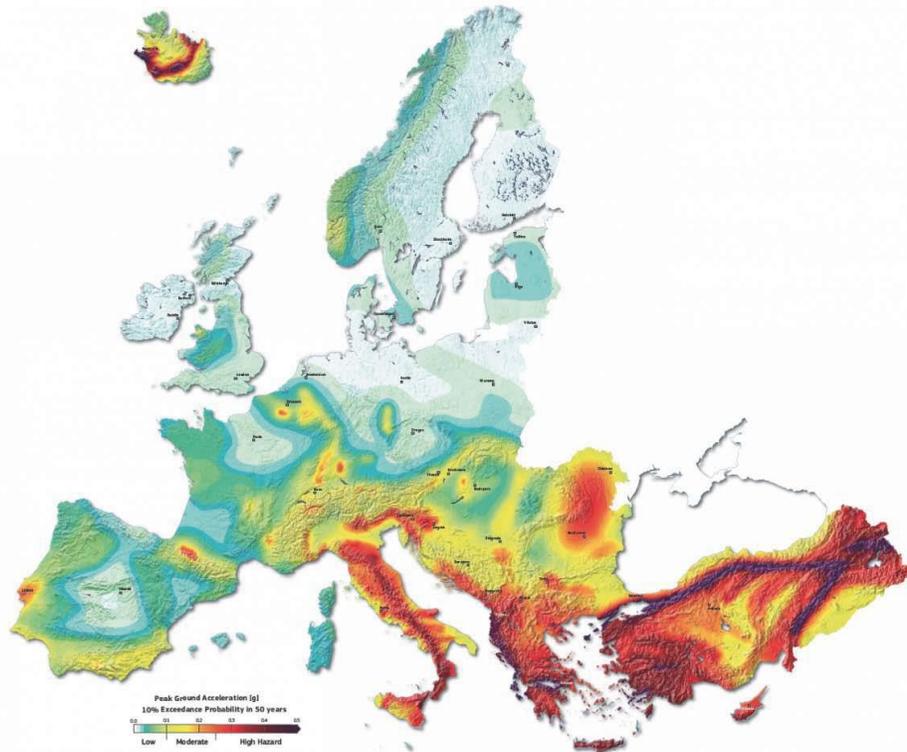
Tettonica delle placche: il territorio italiano

Il territorio italiano è localizzato nella zona di collisione tra **la placca africana** e quella **euroasiatica**



Tettonica delle placche: il territorio italiano

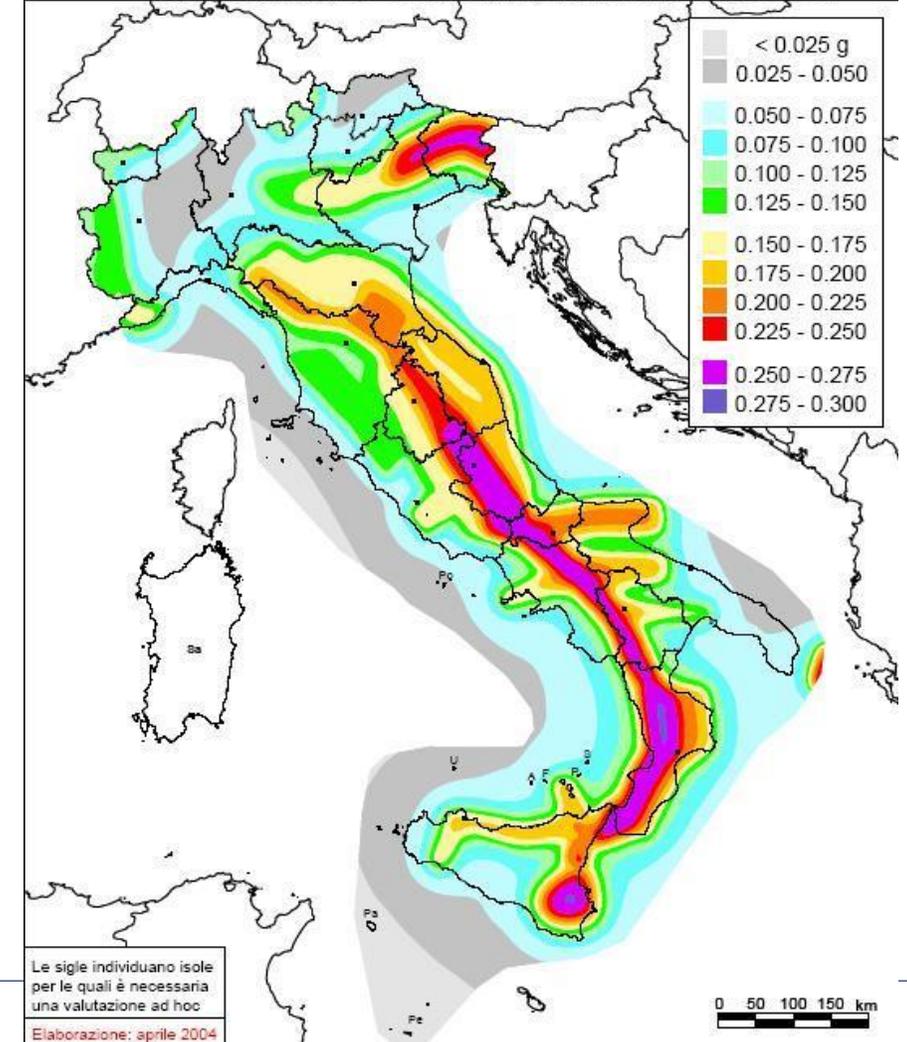
Lo scontro ed il movimento relativo tra le due placche sono all'origine della dinamica geologica della penisola, che si caratterizza per la presenza di **vulcanismo attivo** sul margine tirrenico e per la **diffusa sismicità** lungo la catena appenninica e davanti alla costa tirrenica della Calabria.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

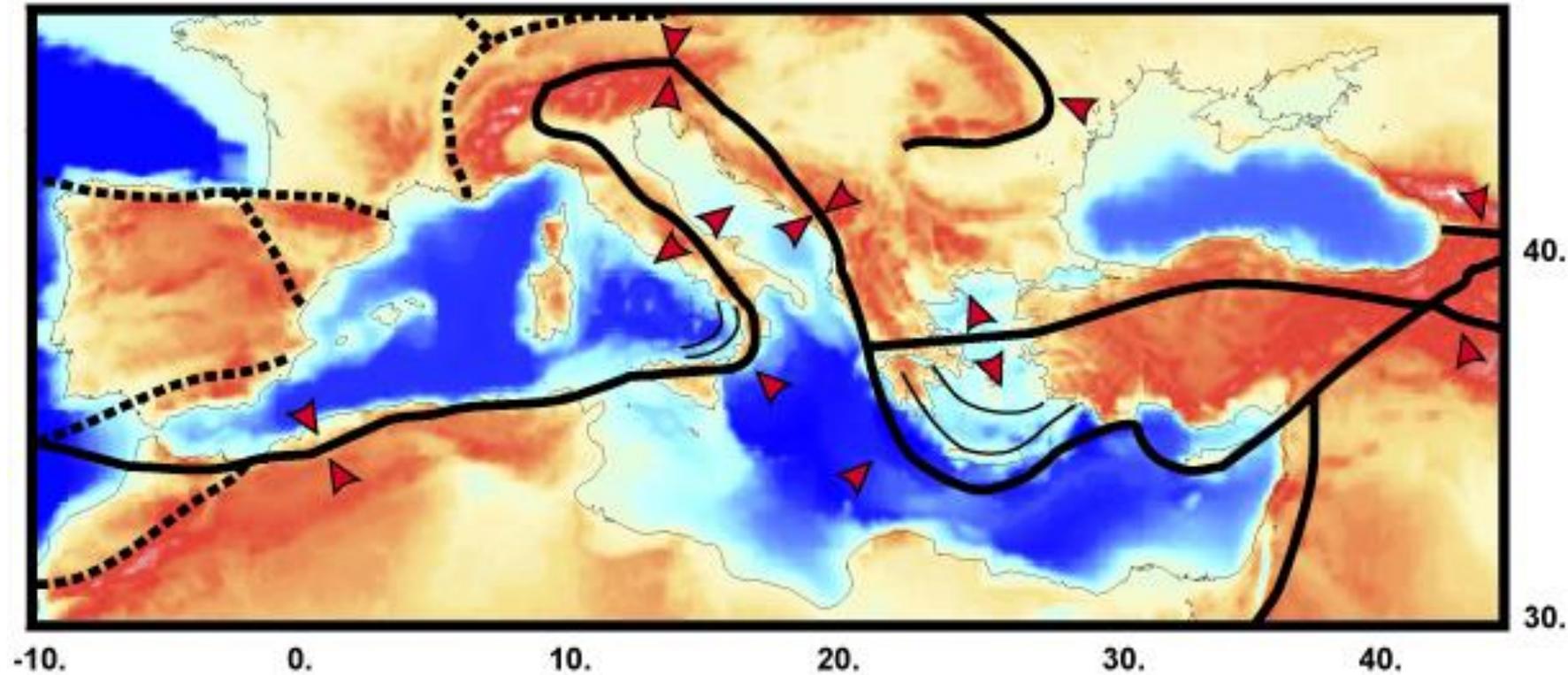
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2008 n.3519, All.1b)
espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
riferita a suoli rigidi ($V_{s20} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



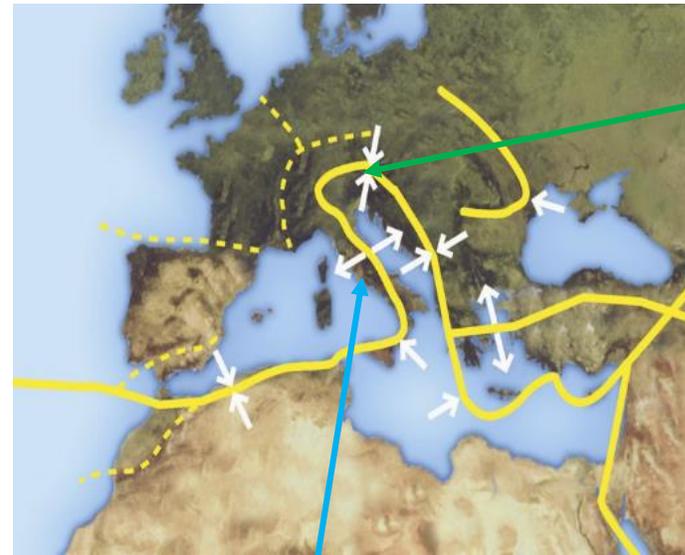
Tettonica delle placche: il territorio italiano

La **collisione** tra le due placche litosferiche è di tipo **convergente** ed ha determinato il sollevamento delle catene montuose delle Alpi e delle Dinaridi.

Nel corso di questo processo la litosfera si deforma accumulando energia elastica nelle rocce, che viene liberata istantaneamente con la sua fratturazione ed i terremoti.



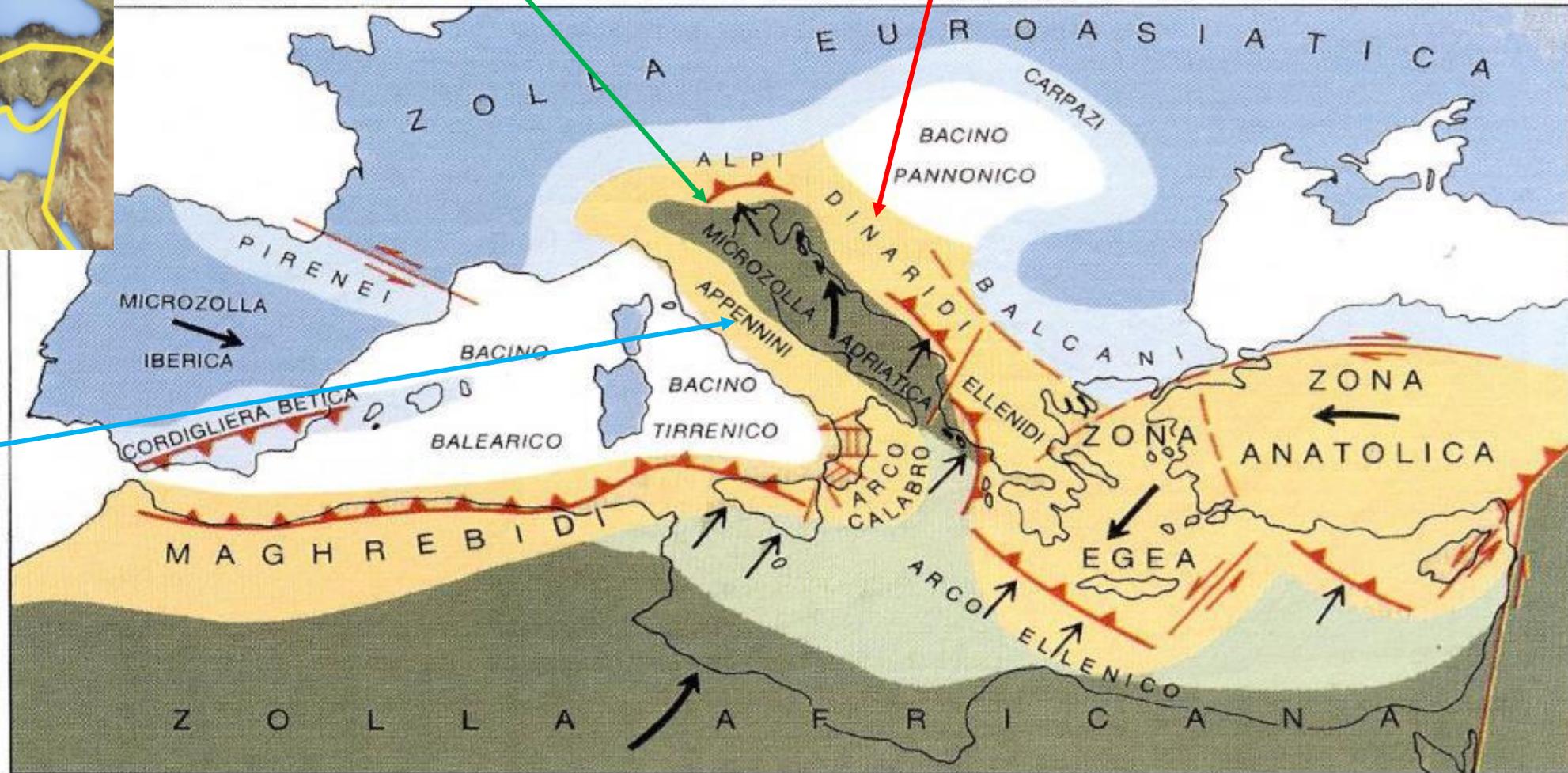
Tettonica delle placche: il territorio italiano



Alpi: zona compressiva
(Terremoto del Friuli del 1976)

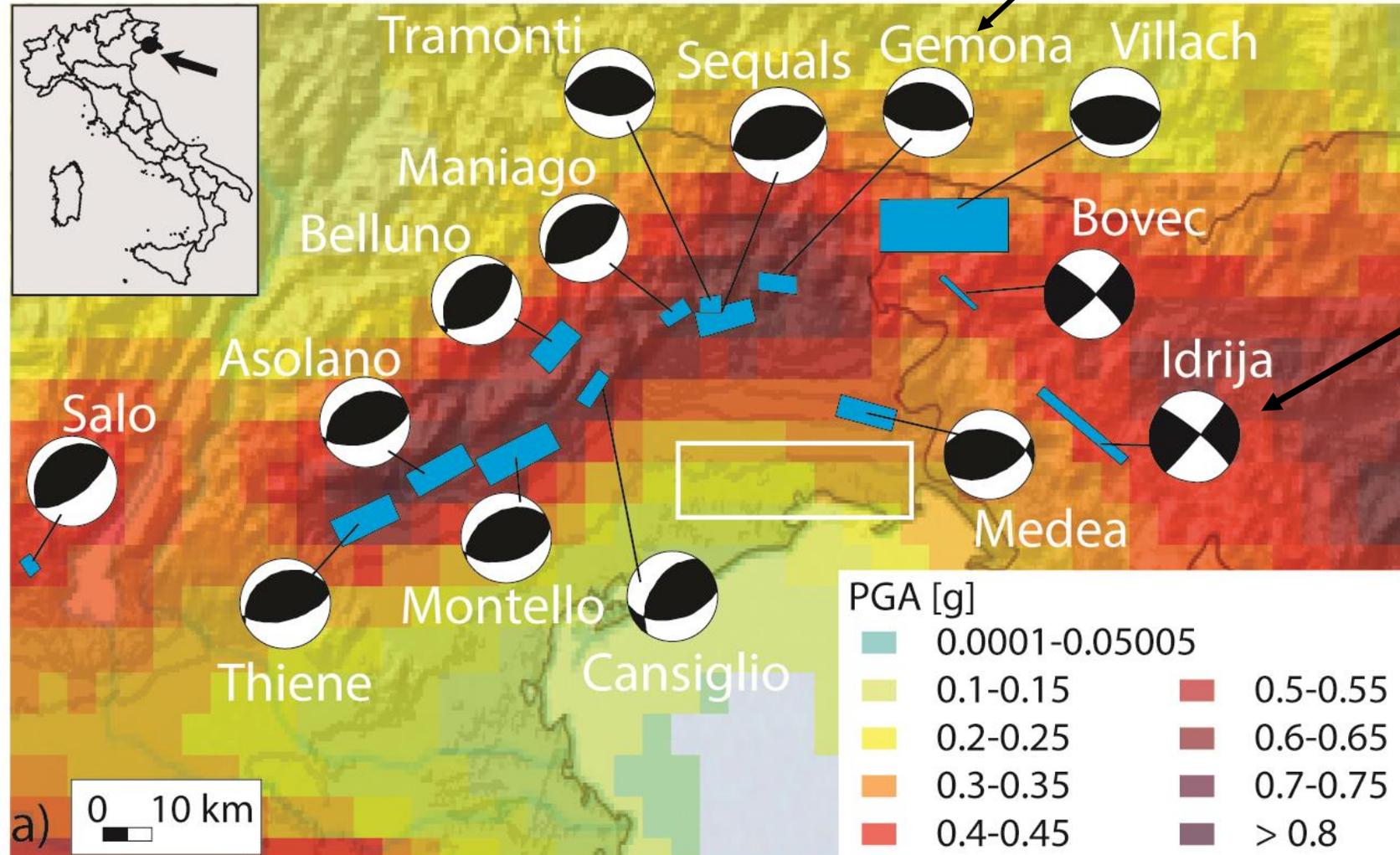
Dinaridi: zona compressiva con
faglie trascorrenti (Terremoto
dell'Idrija del 1511)

Appennini:
zona distensiva
(terremoto
dell'Aquila del
2009 e del
Centro Italia del
2016)



Tettonica delle placche: il territorio italiano

Alpi: zona compressiva con faglie inverse (Terremoto del Friuli del 1976)



Dinaridi: zona compressiva con faglie trascorrenti (Terremoto dell'Idrija del 1511)

Tettonica delle placche: il territorio italiano

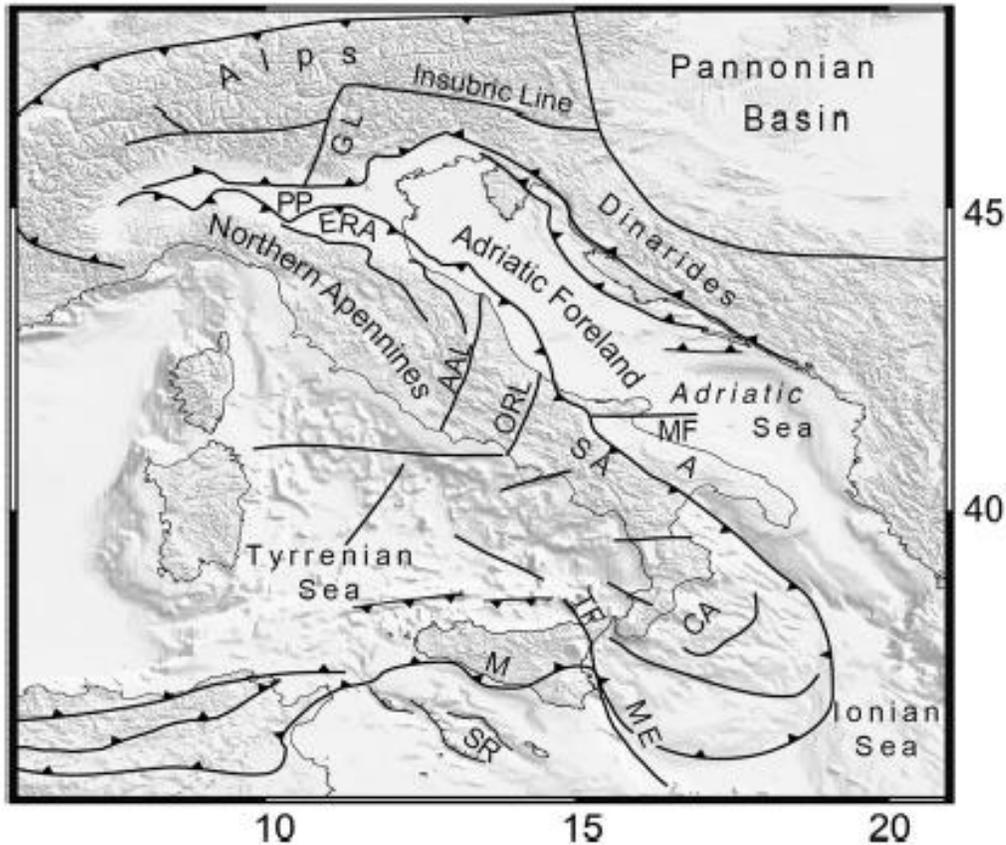


Fig. 8 Map of main tectonic lineaments in the Alpine Mediterranean area. Thrusts faults are shown with *lines* and *hanging wall triangles*. Major undifferentiated faults are shown with simple *lines*. A Apulia, AAL Ancona-Anzio Line, CA Calabrian Arc, ERA Emilia Romagna Arc, GL Giudicarie Line, M Maghrebides, ME Malta Escarpment, MF Mattinata Fault, ORL Ortona-Roccamonfina Line, PP Po Plain, SA Southern Apennines, SR Sicilian Rift, TF Tindari Fault

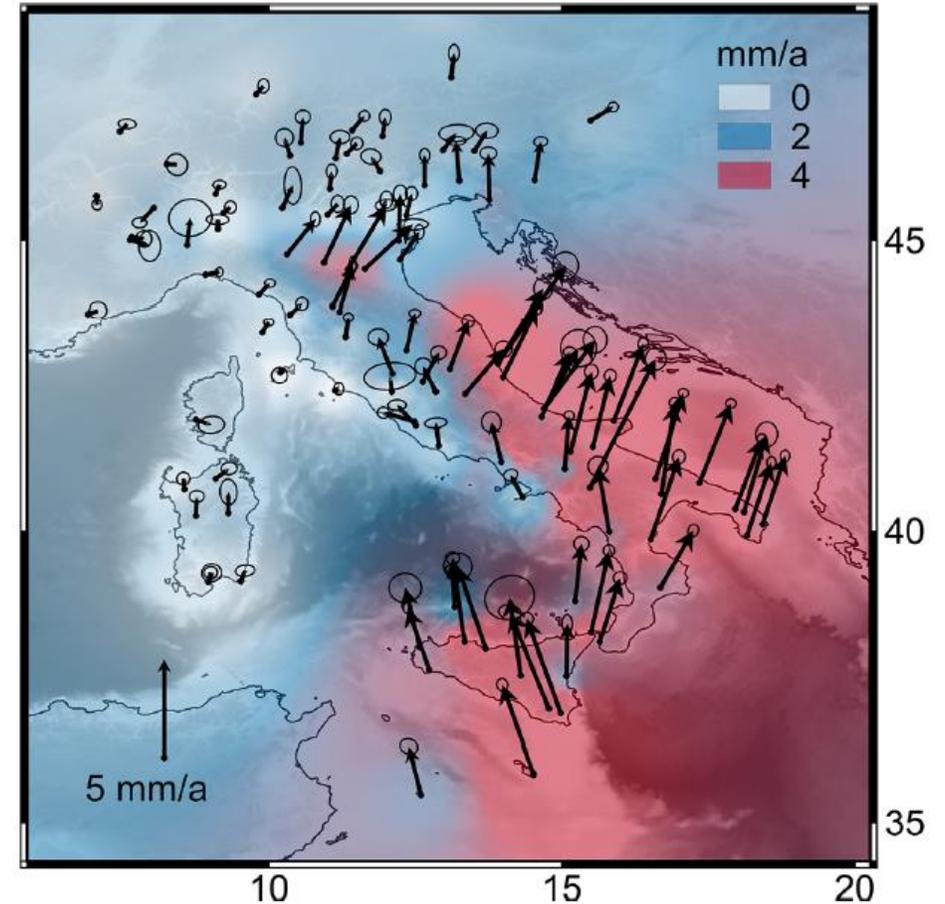
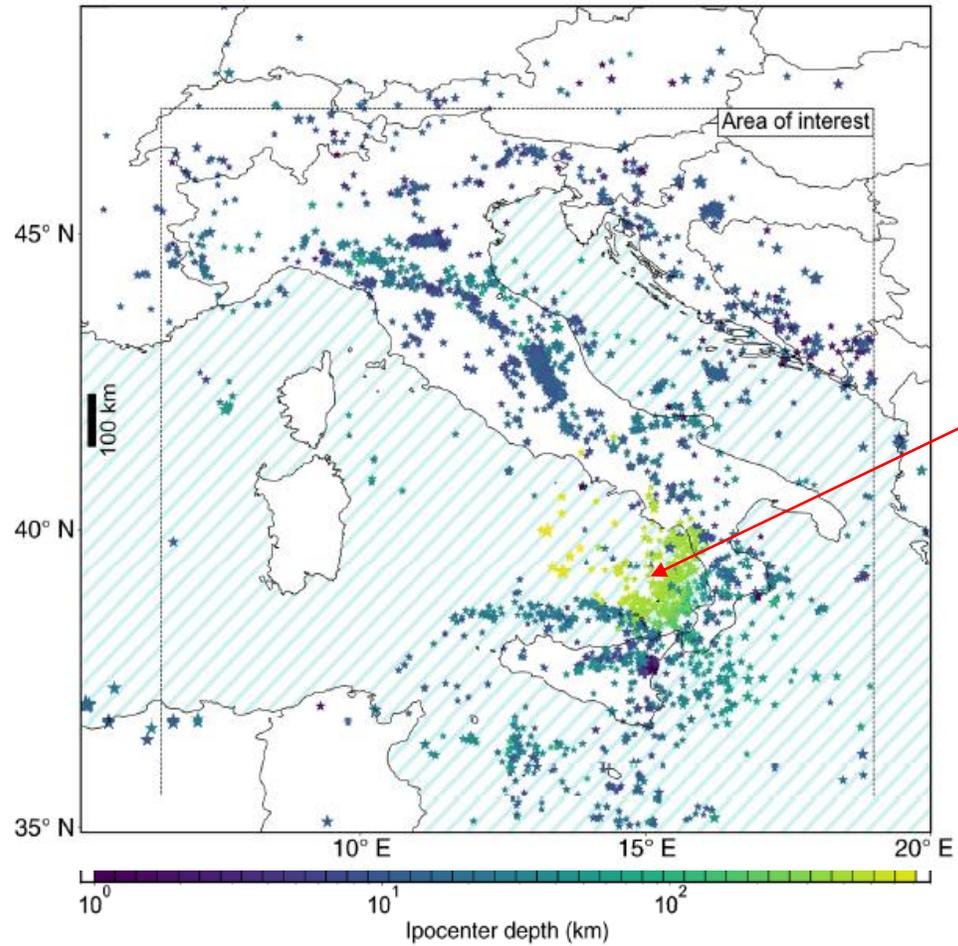
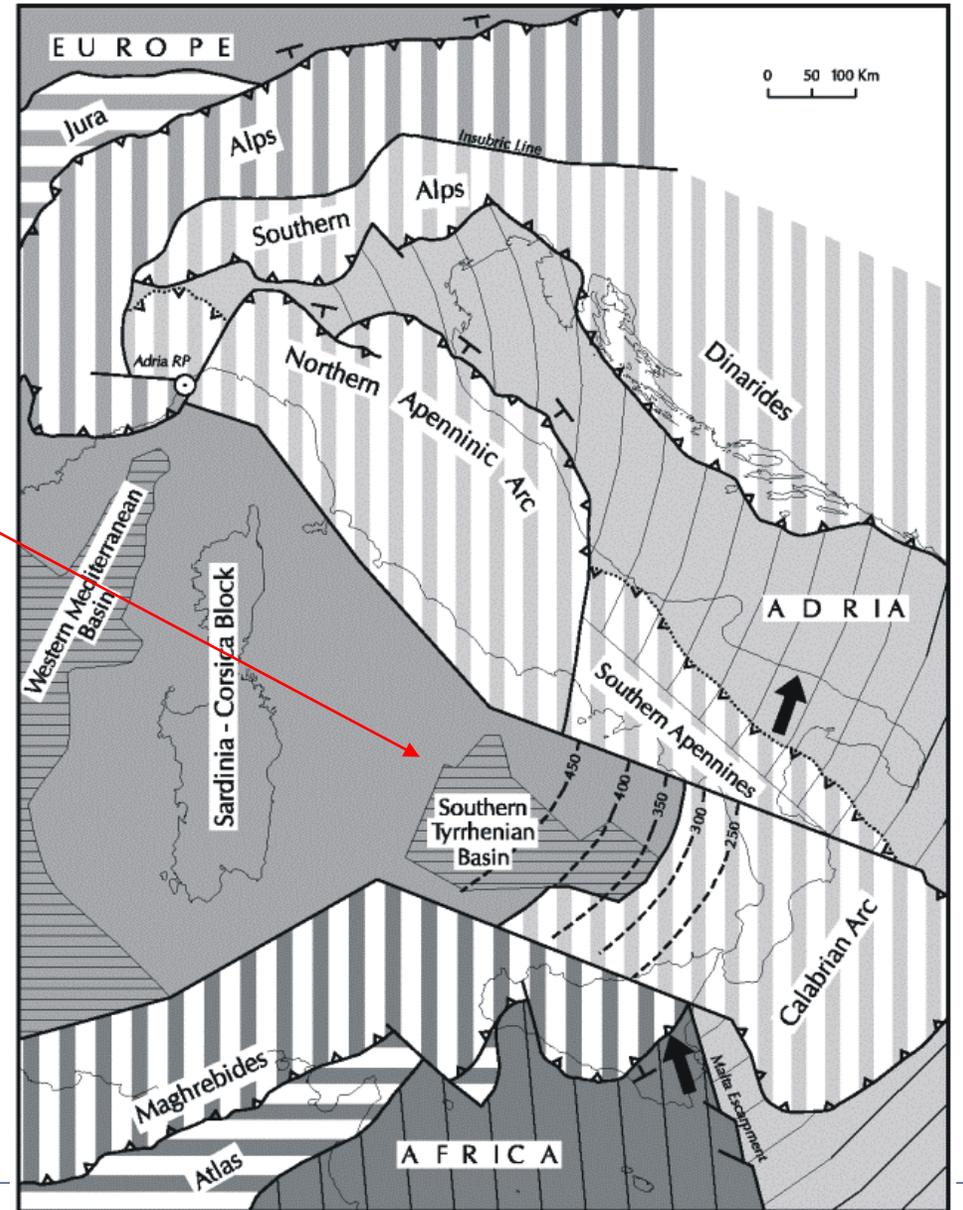


Fig. 3 Intra-plate horizontal velocities and error ellipses of 95 % confidence level in the Eurasian reference frame. Interpolated horizontal velocity field is displayed by a graduated color scale. *White* represents stable part, *blue* 2 mm/a and *red* up to 4 mm/a

Tettonica delle placche: il territorio italiano

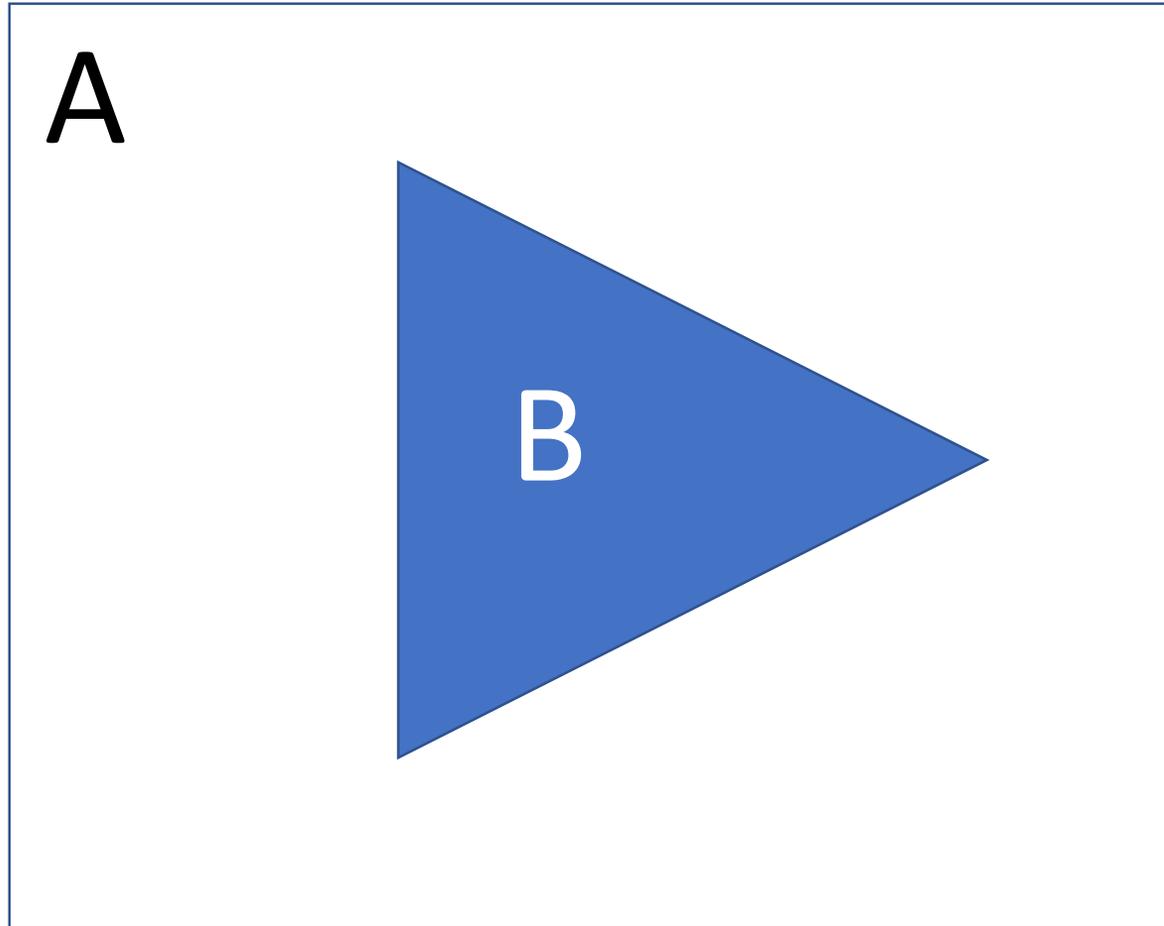


Arco calabro: Zona in subduzione caratterizzata da terremoti più profondi

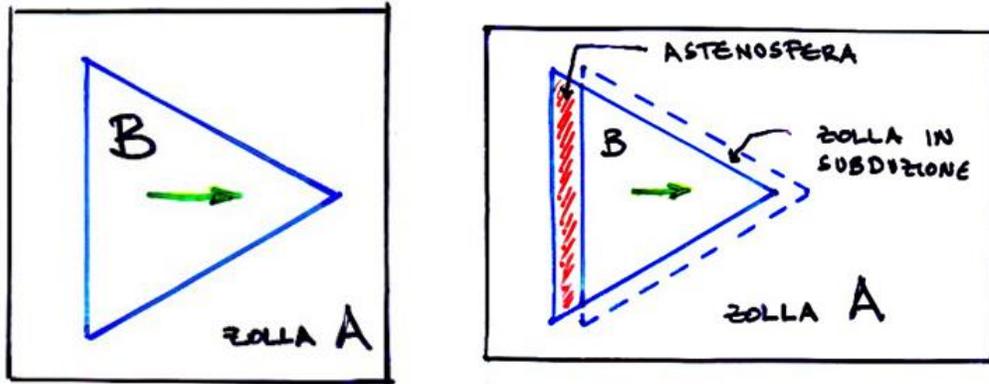


Tettonica delle placche:
calcolo dei movimenti reciproci delle placche
e diagrammi di velocità

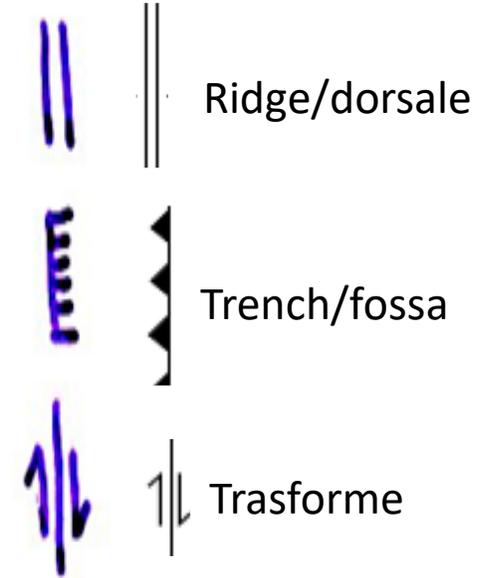
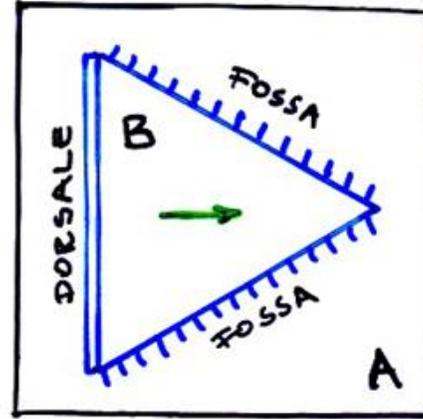
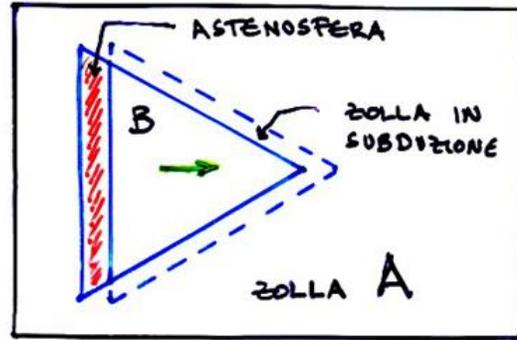
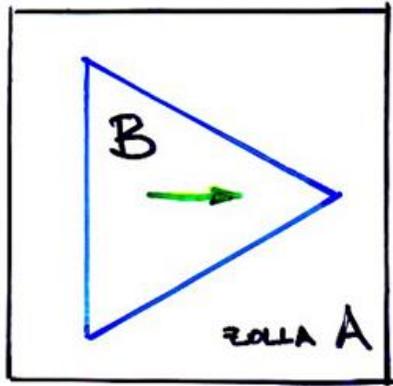
Tettonica delle placche: movimenti reciproci



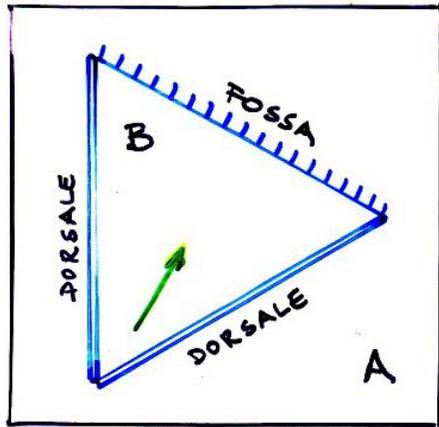
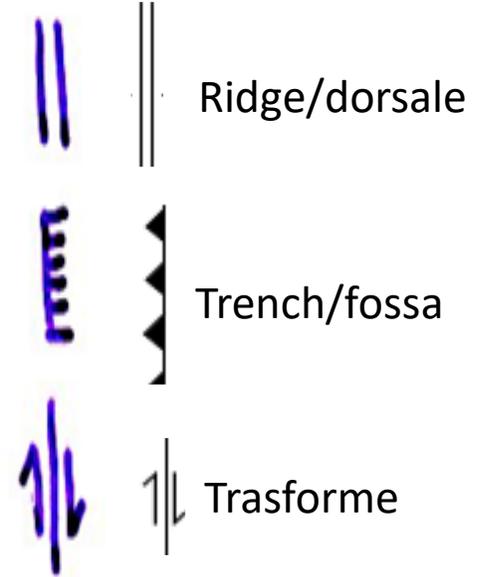
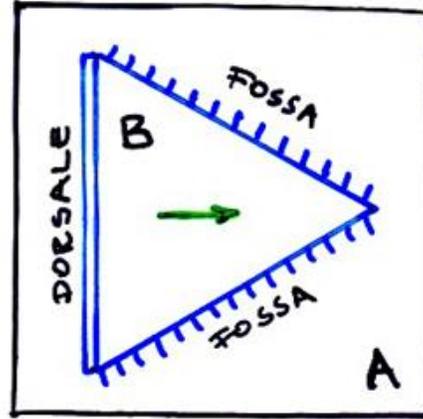
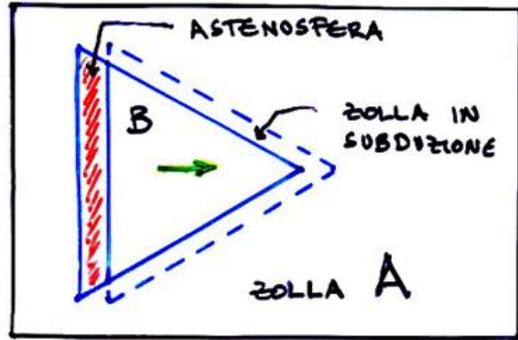
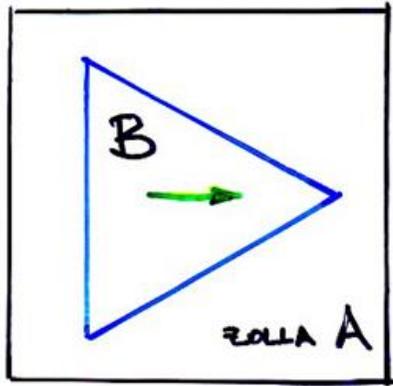
Tettonica delle placche: movimenti reciproci



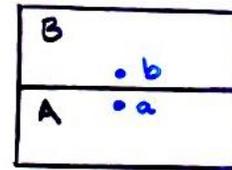
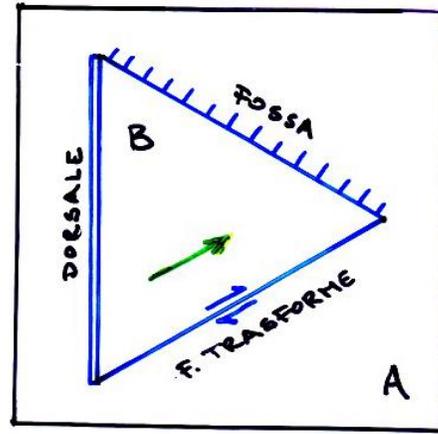
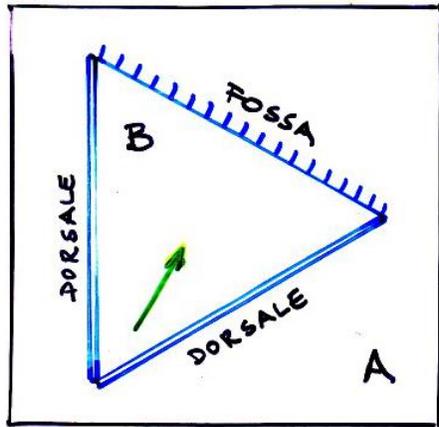
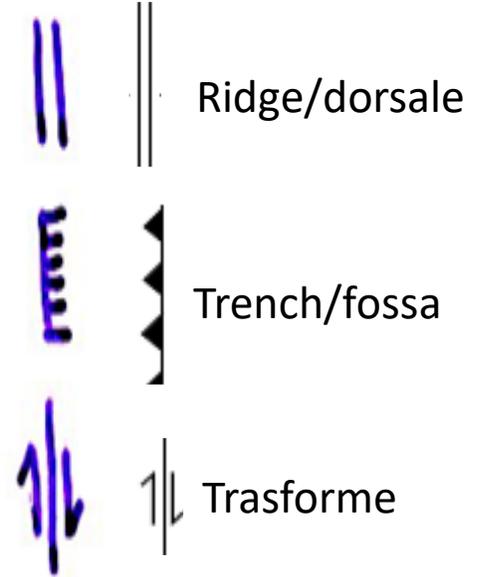
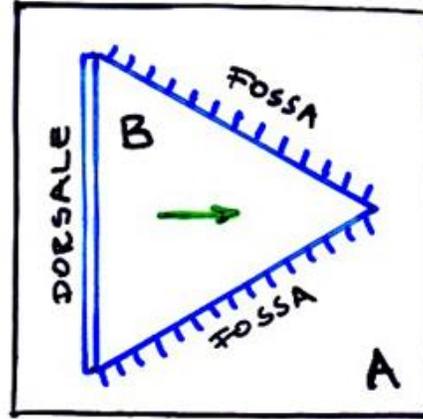
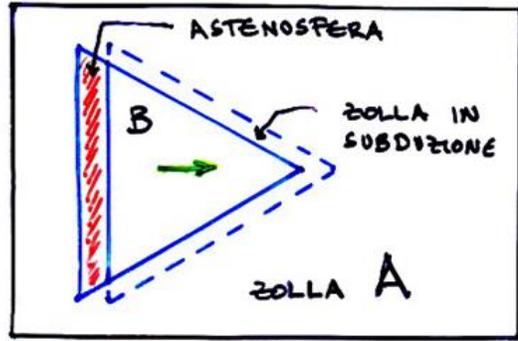
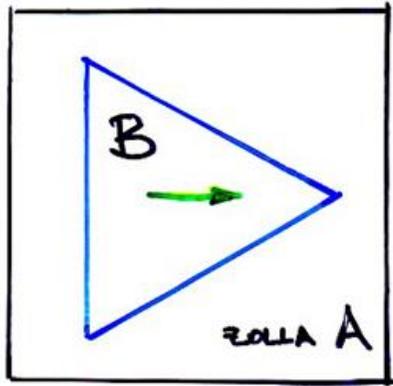
Tettonica delle placche: movimenti reciproci



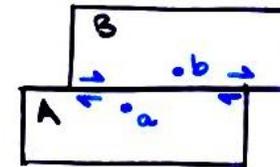
Tettonica delle placche: movimenti reciproci



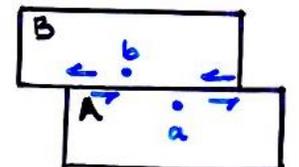
Tettonica delle placche: movimenti reciproci



Posizione iniziale



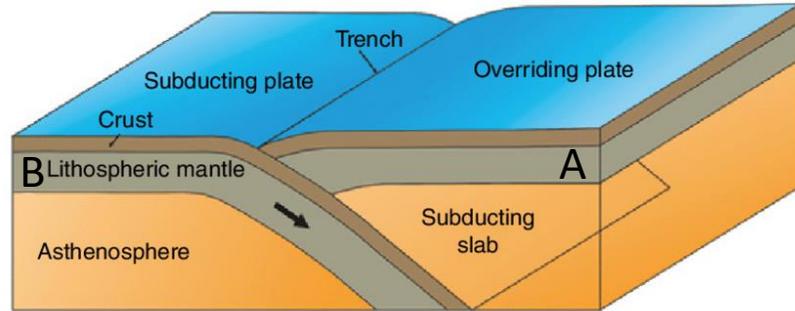
Trasforme destrorsa



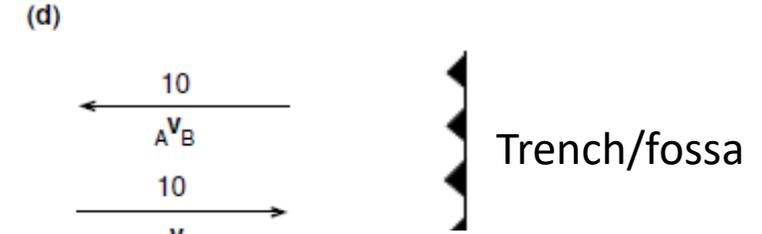
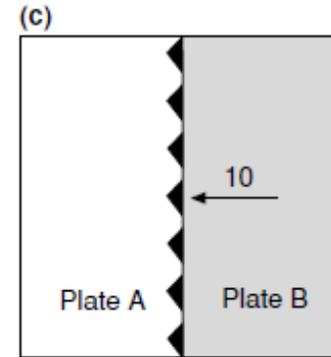
Trasforme sinistrorsa

Tettonica delle placche: movimenti reciproci – Terra piatta

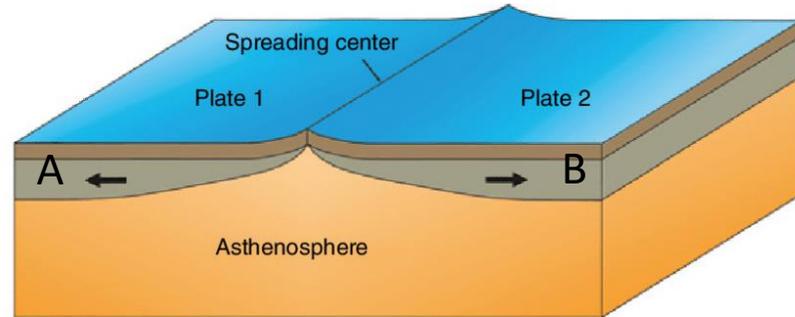
Convergent plate boundary: subduction zone



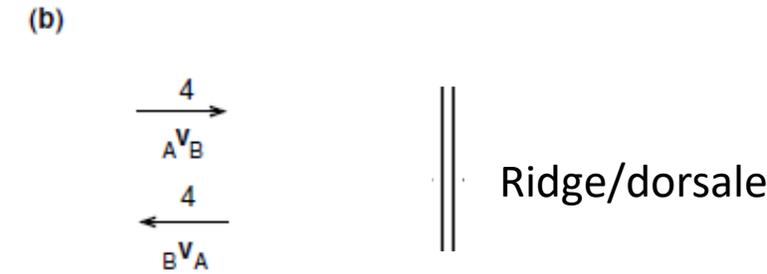
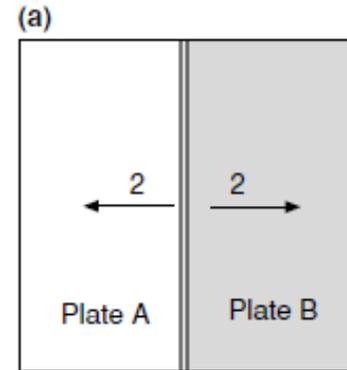
Margini convergenti



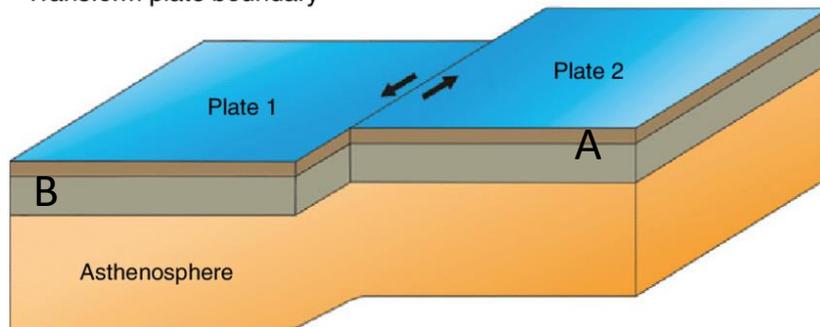
Divergent plate boundary



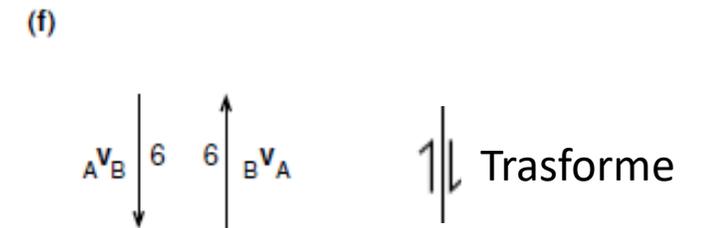
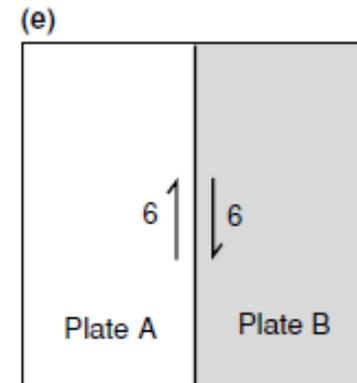
Margini divergenti



Transform plate boundary



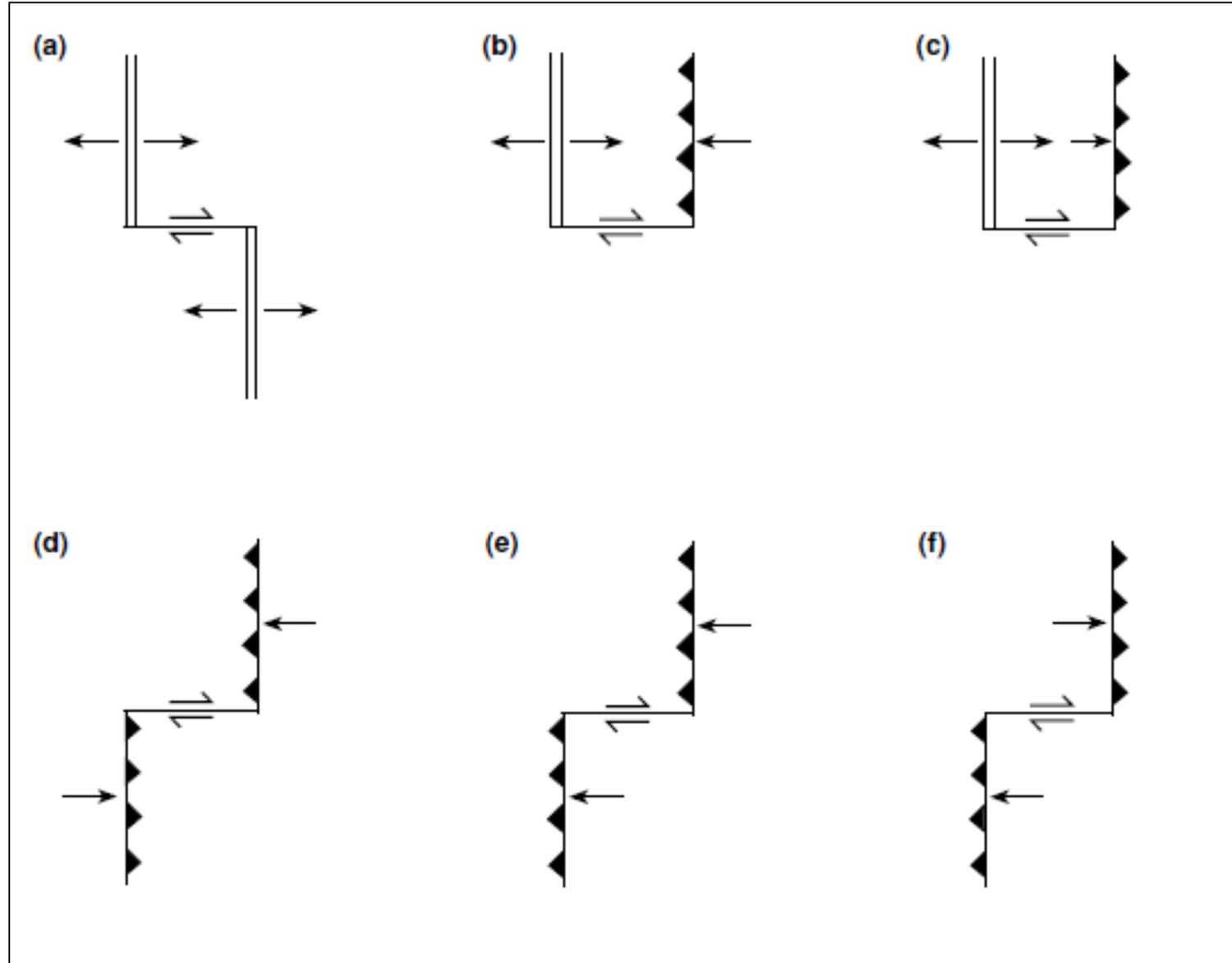
Margini conservativi



Tettonica delle placche: movimenti reciproci

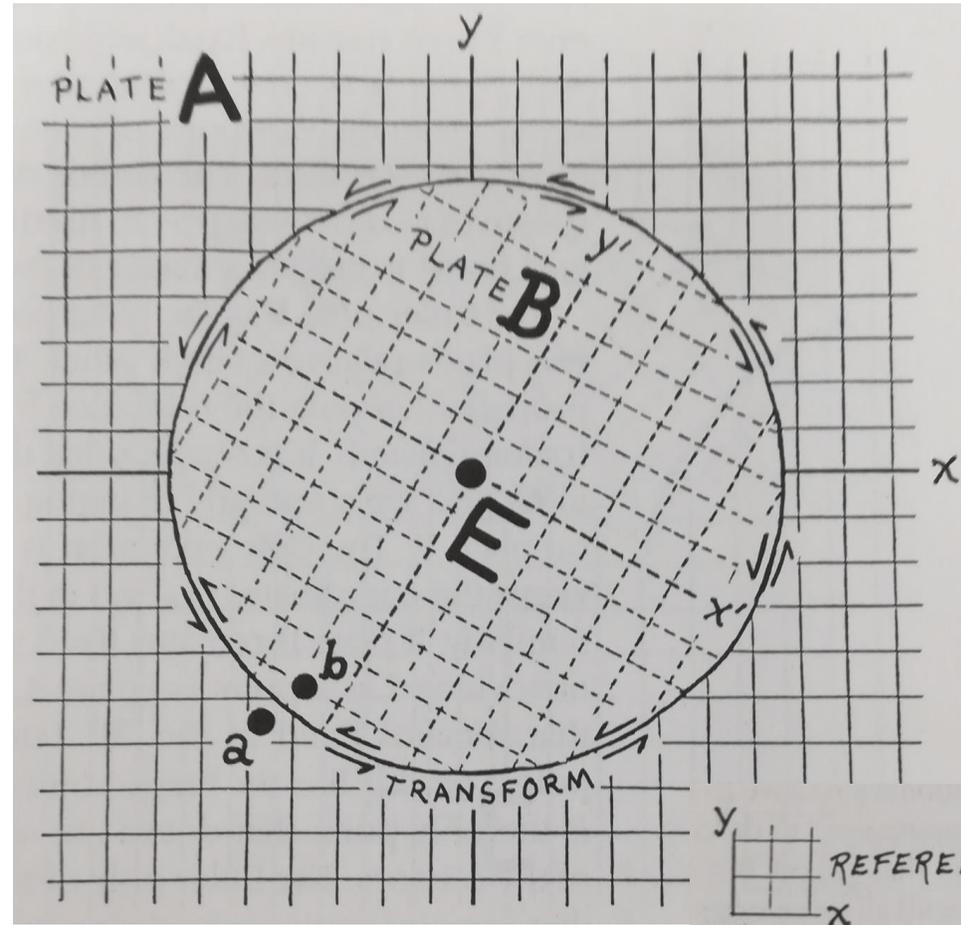
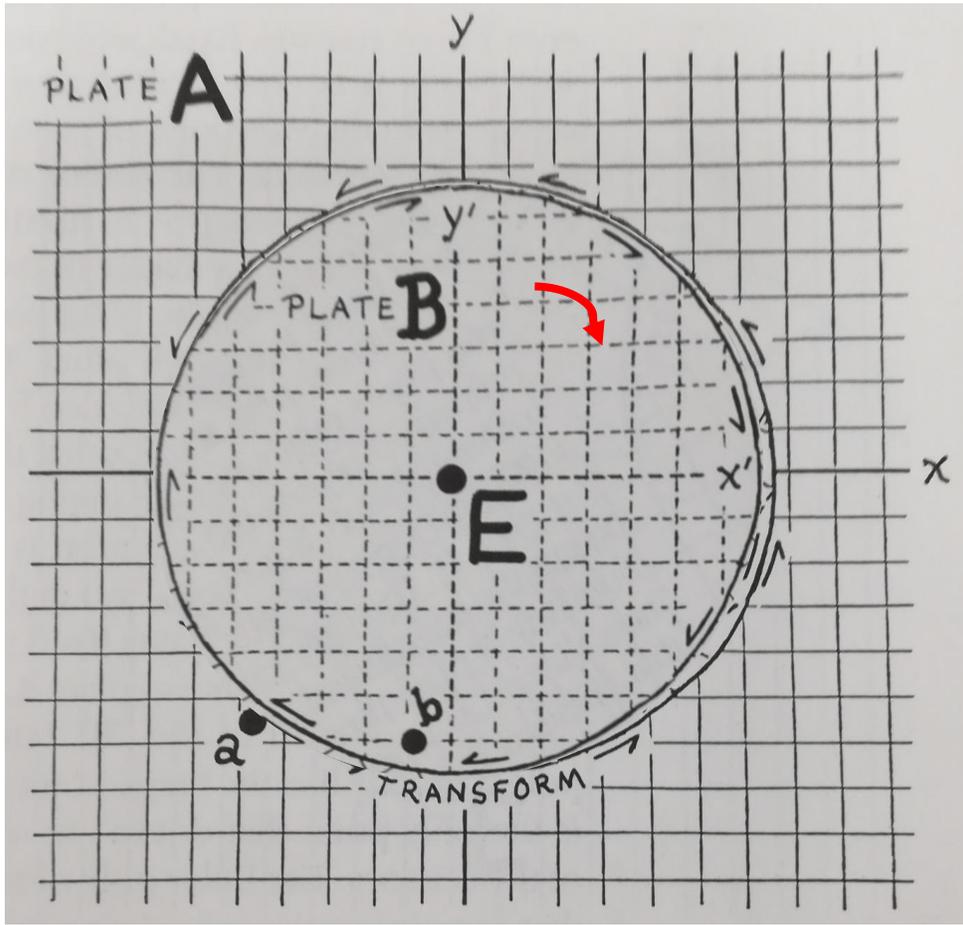
Le faglie trasformi (margini trascorrenti) possono essere raggruppati in sei classi

Il tipo di gran lunga più comune di faglia trasformi è quello dorsale-dorsale (ridge-ridge, tipologia (a) a lato)



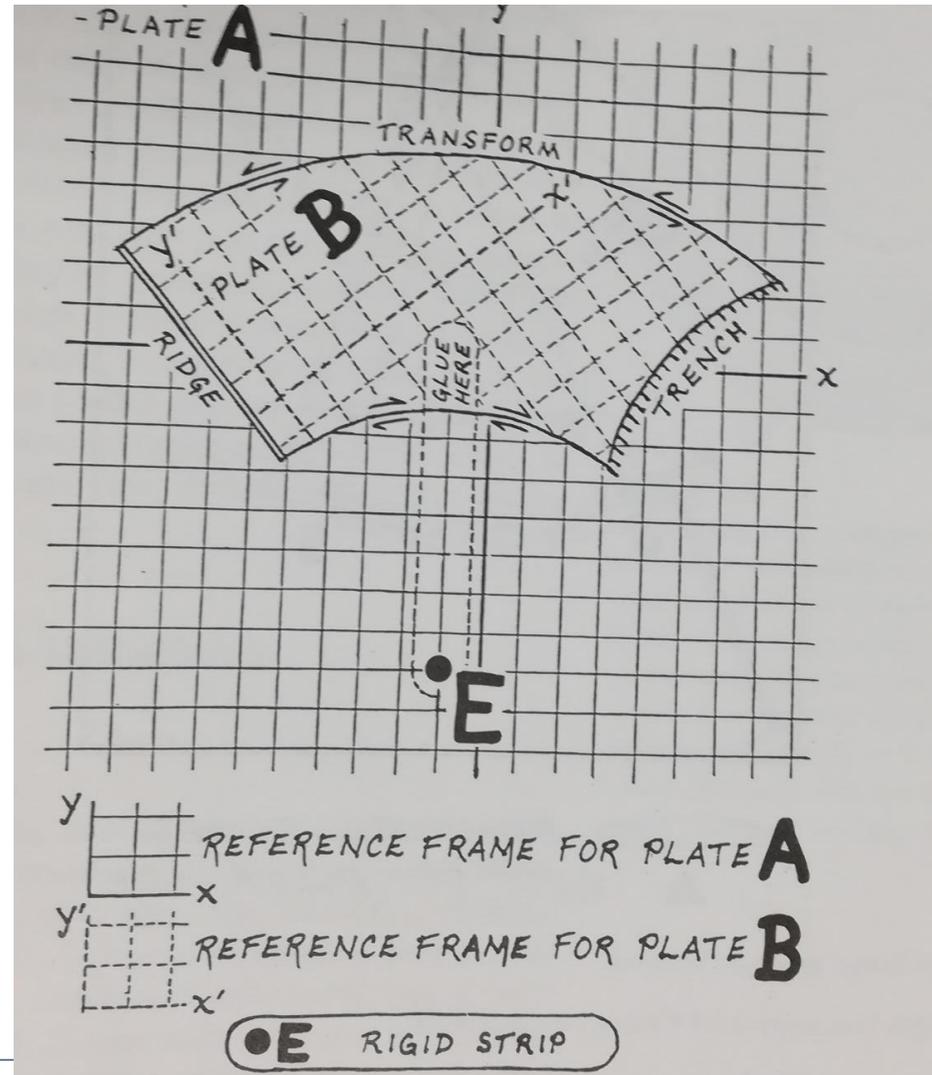
Tettonica delle placche: movimenti reciproci

Cosa succede realmente sulla Terra che è una sfera?



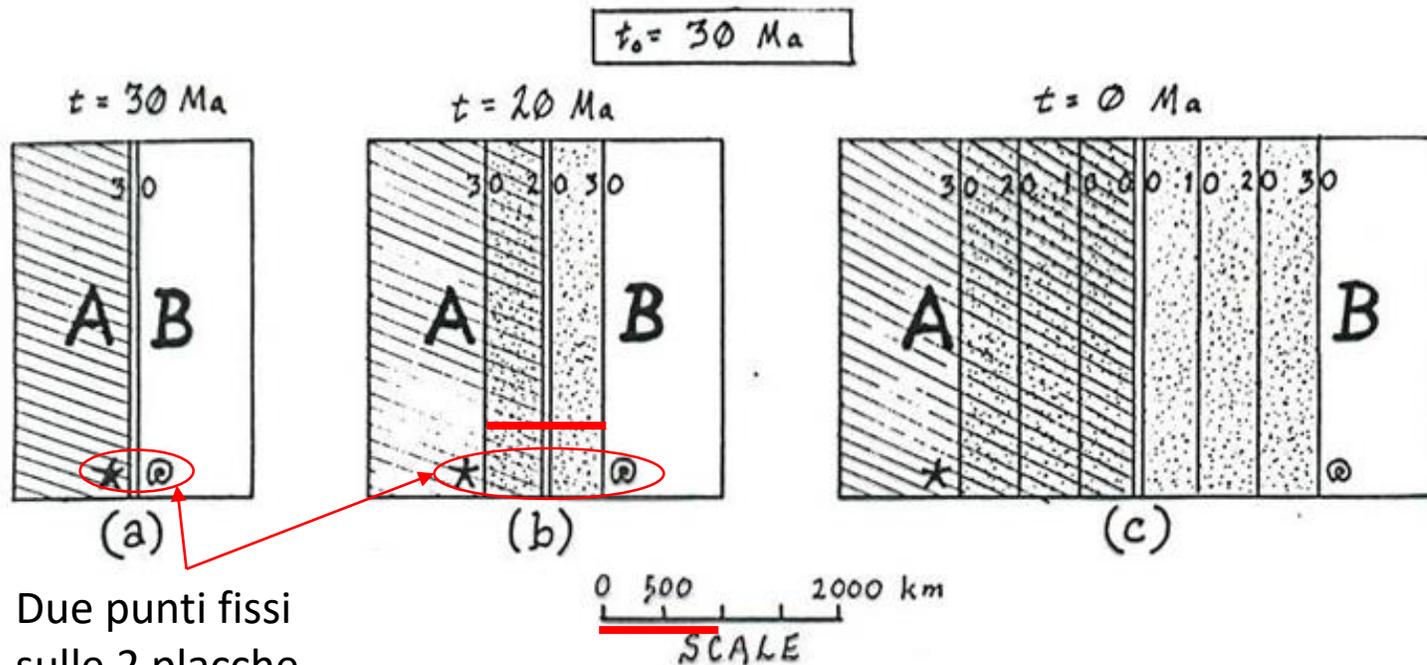
Tettonica delle placche: movimenti reciproci

Cosa succede realmente sulla Terra che è una sfera?



Tettonica delle placche: movimenti reciproci

Dall'osservazione delle **isocrone** si può dedurre la velocità di espansione del fondale oceanico



Due punti fissi sulle 2 placche

Velocità di B (V_B) rispetto ad A vale la relazione

$${}_A V_B = - {}_B V_A$$

$${}_A V_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1000 \text{ km}}{10 \text{ Ma}} = \frac{10^6 \text{ m}}{10 \cdot 10^6 \text{ a}} = 100 \text{ mm/a}$$

Nell'esempio a lato (placche che si allontanano in direzione ortogonale alla dorsale) isocrone di 10 Ma (Δt , i due punti fissi) sono separate da 1000 km (Δx , linea rossa), per cui la velocità di espansione (moto reciproco di allontanamento) è pari a:

Tettonica delle placche: movimenti reciproci

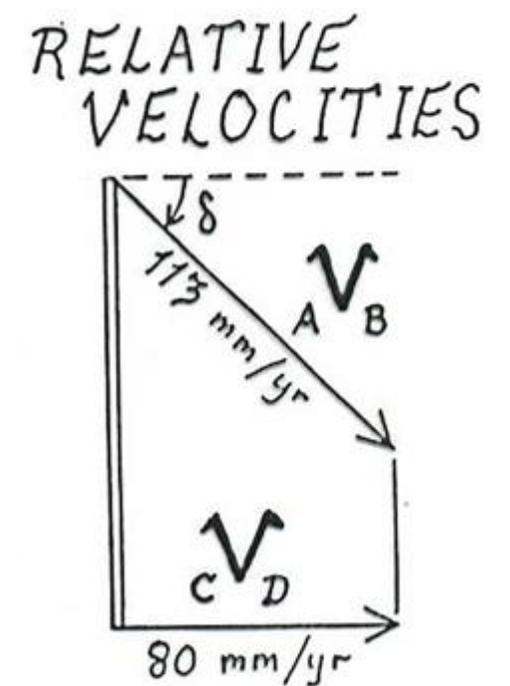
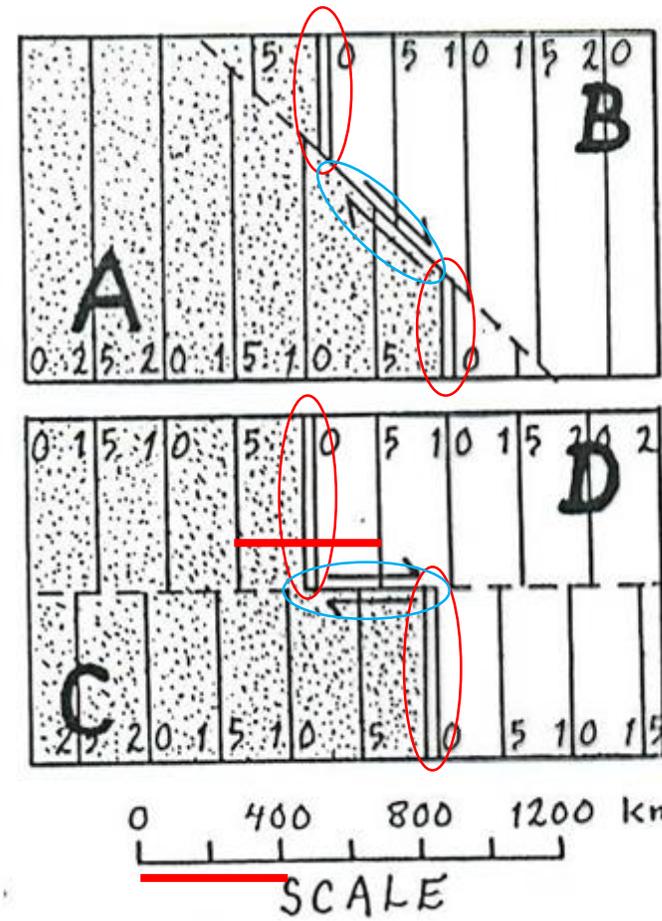
Dall'osservazione delle **isocrone** si può dedurre la velocità di espansione del fondale oceanico

Nell'esempio a lato la **dorsale** è interrotta da una **faglia trascorrente**. Per le placche C e D isocrone di 5 Ma (Δt) sono separate da 400 km (Δx), per cui la velocità è pari a:

$${}_C v_D = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{400 \text{ km}}{5 \text{ Ma}} = 80 \text{ mm/a}$$

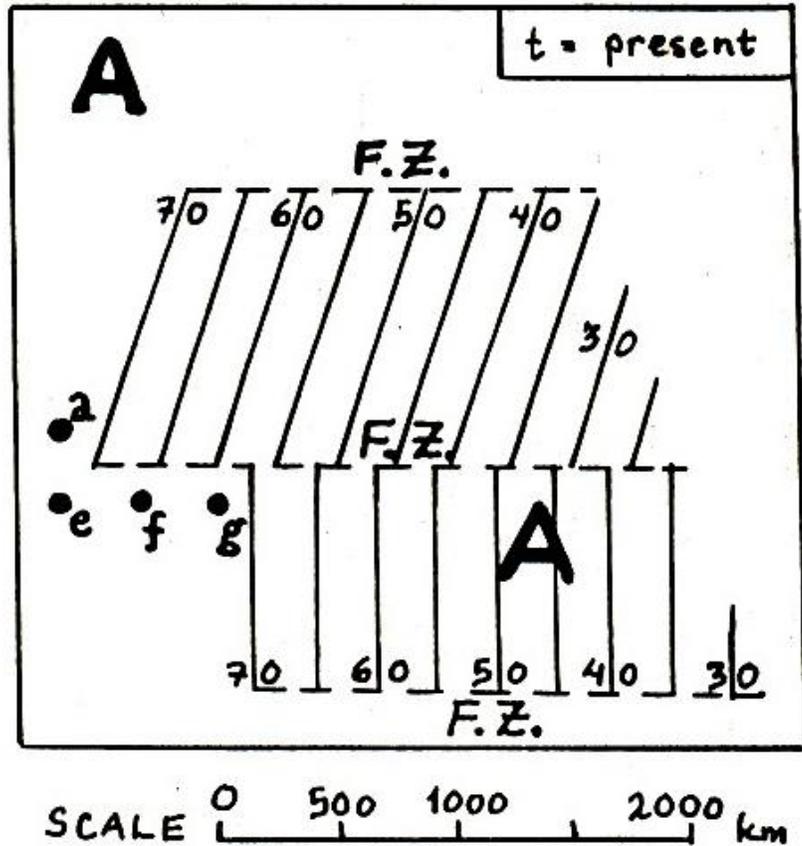
Per le placche A e B, invece dobbiamo introdurre l'angolo di inclinazione della faglia:

$${}_B v_A = \frac{v}{\cos \delta} = 113 \text{ mm/a}$$

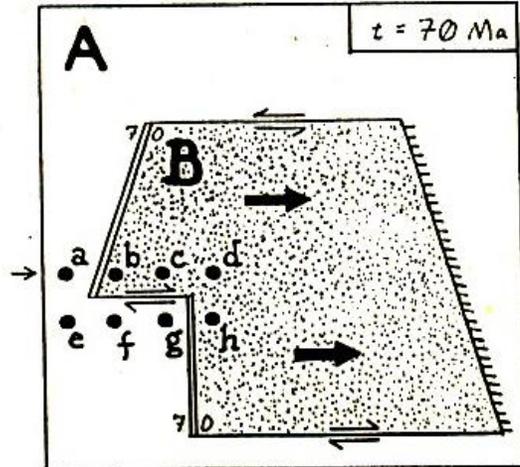
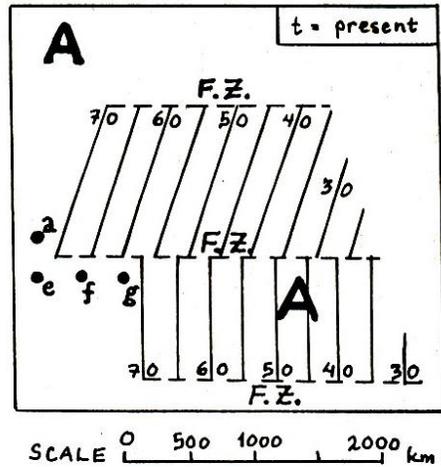


Tettonica delle placche: movimenti reciproci

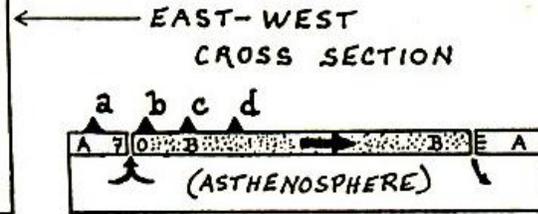
Come si è creato il pattern a lato?



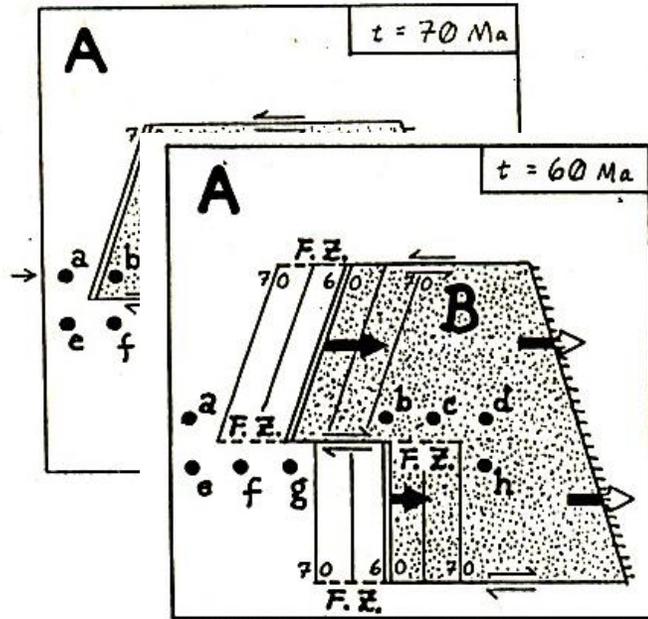
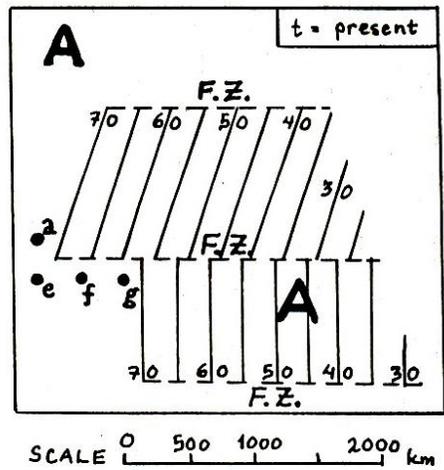
Tettonica delle placche: movimenti reciproci



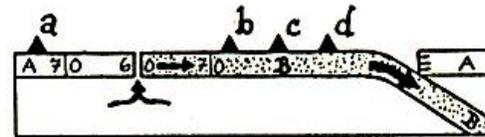
Come si è creato il pattern a lato?



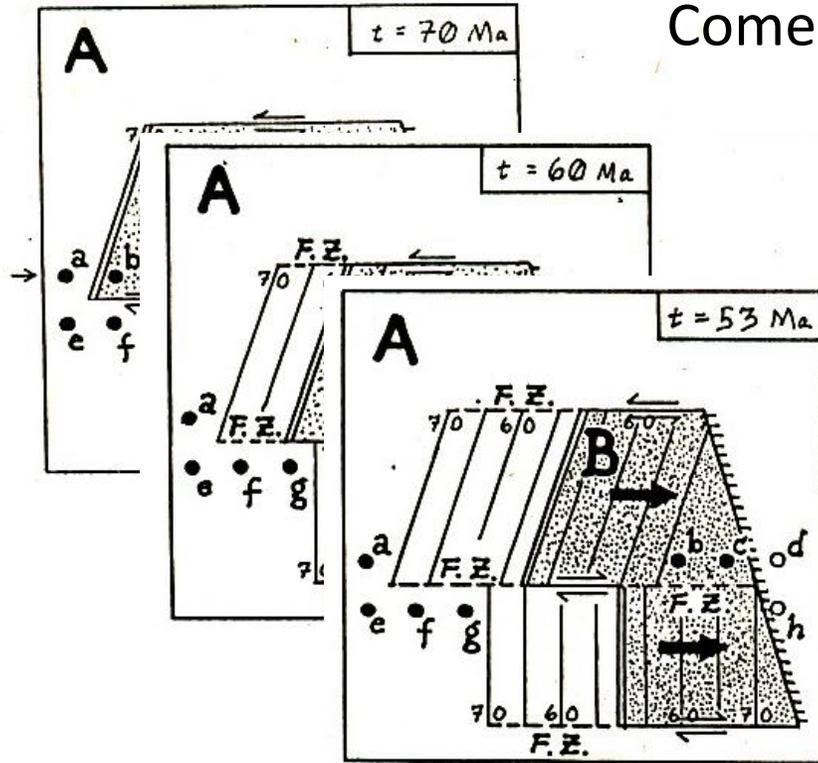
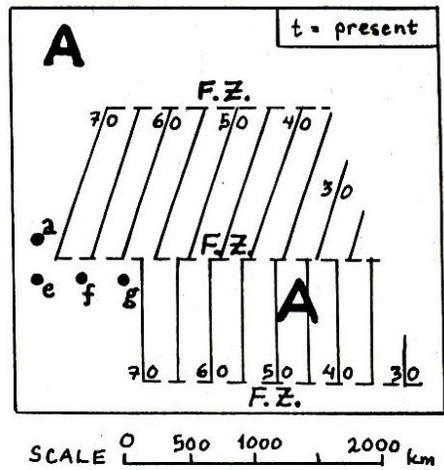
Tettonica delle placche: movimenti reciproci



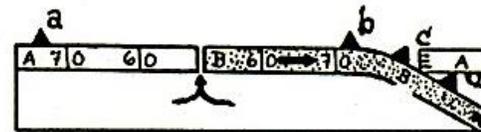
Come si è creato il pattern a lato?



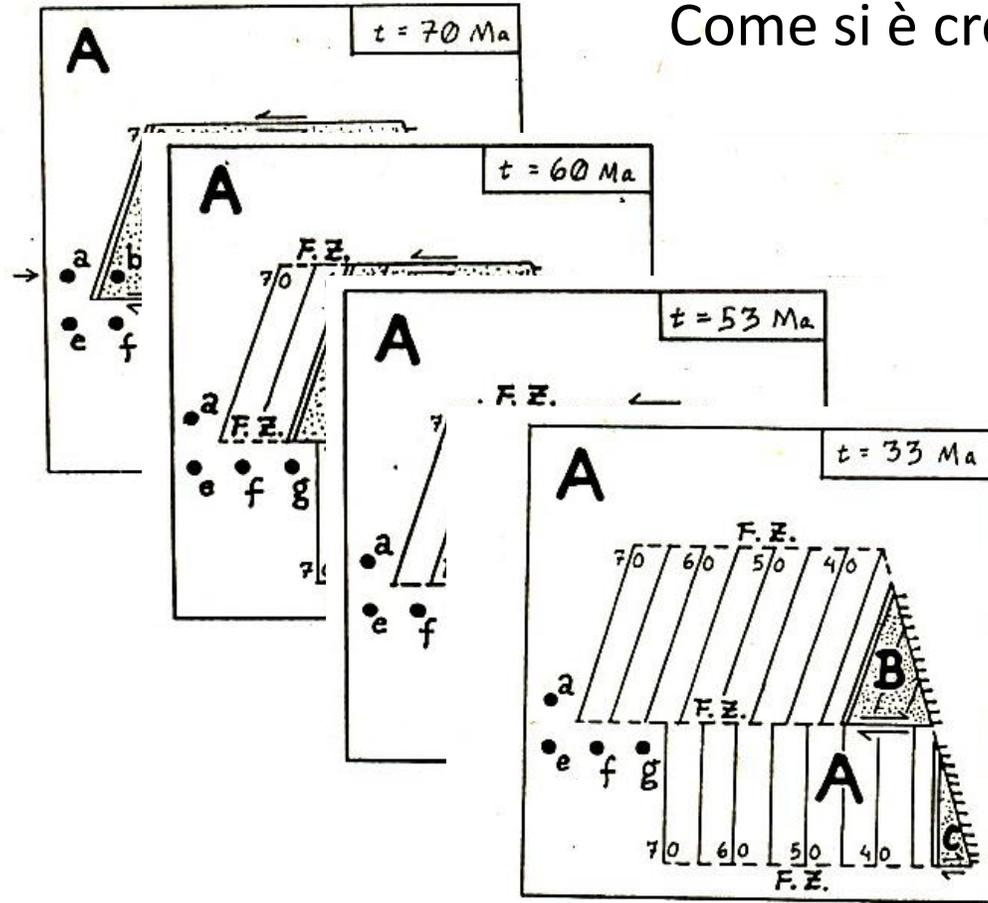
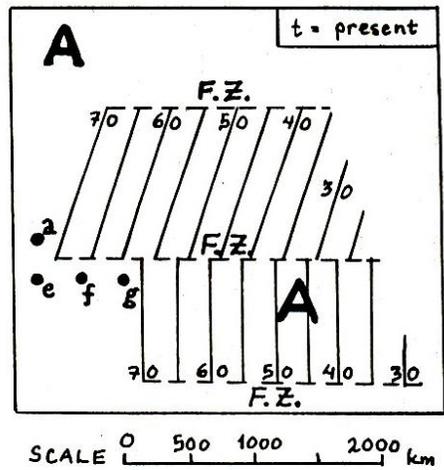
Tettonica delle placche: movimenti reciproci



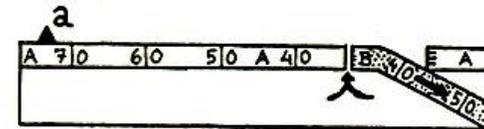
Come si è creato il pattern a lato?



Tettonica delle placche: movimenti reciproci

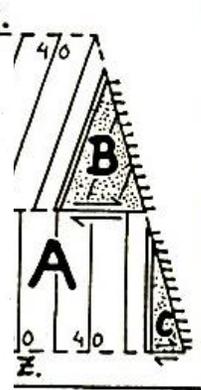
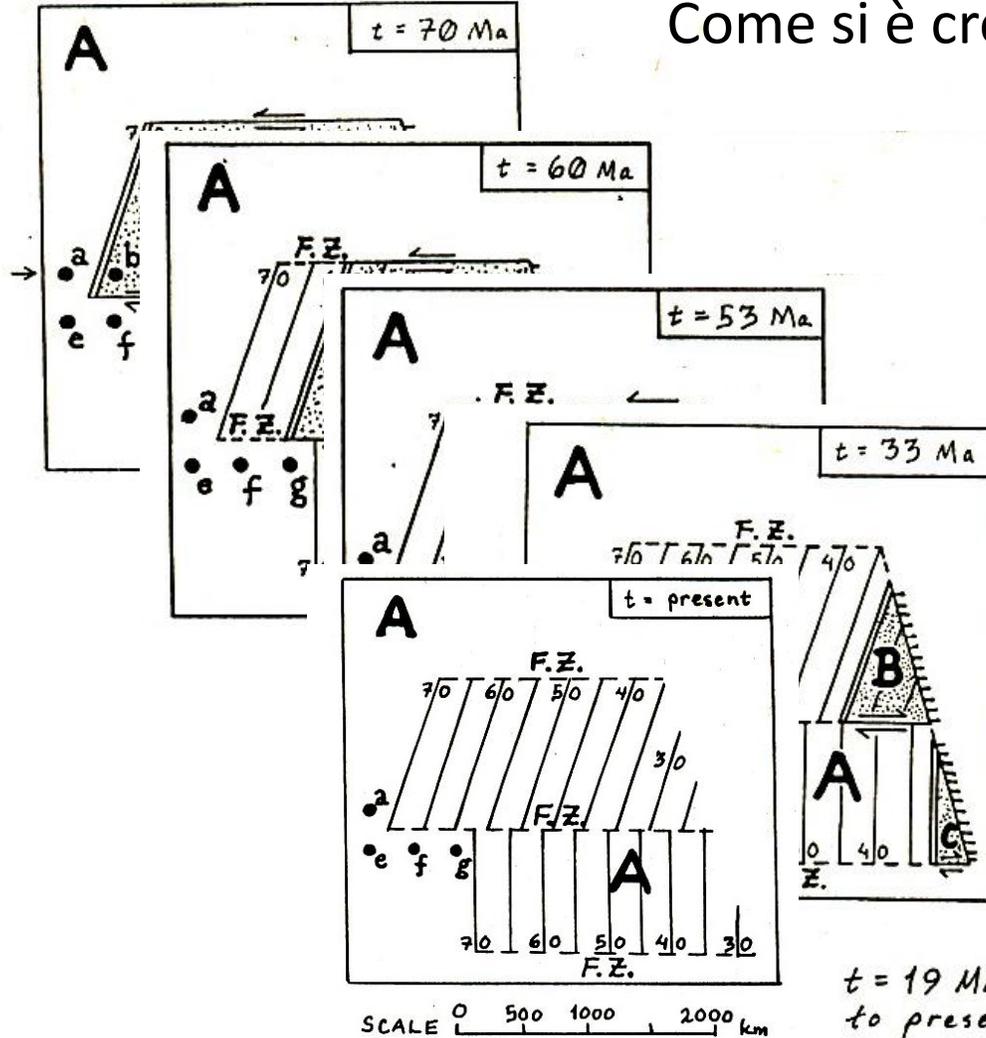
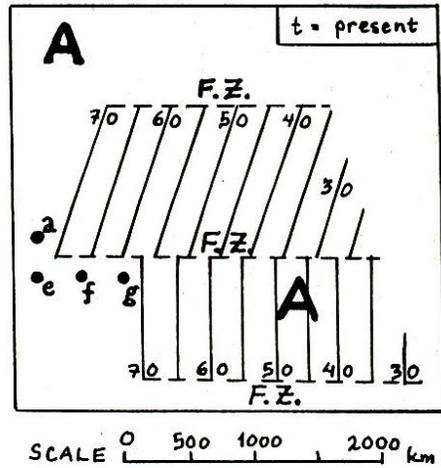


Come si è creato il pattern a lato?

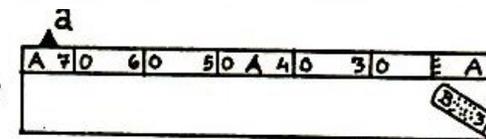
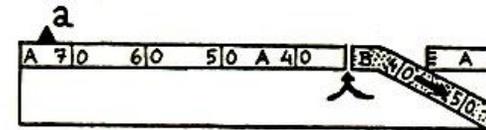


Tettonica delle placche: movimenti reciproci

Come si è creato il pattern a lato?



t = 19 Ma
to present

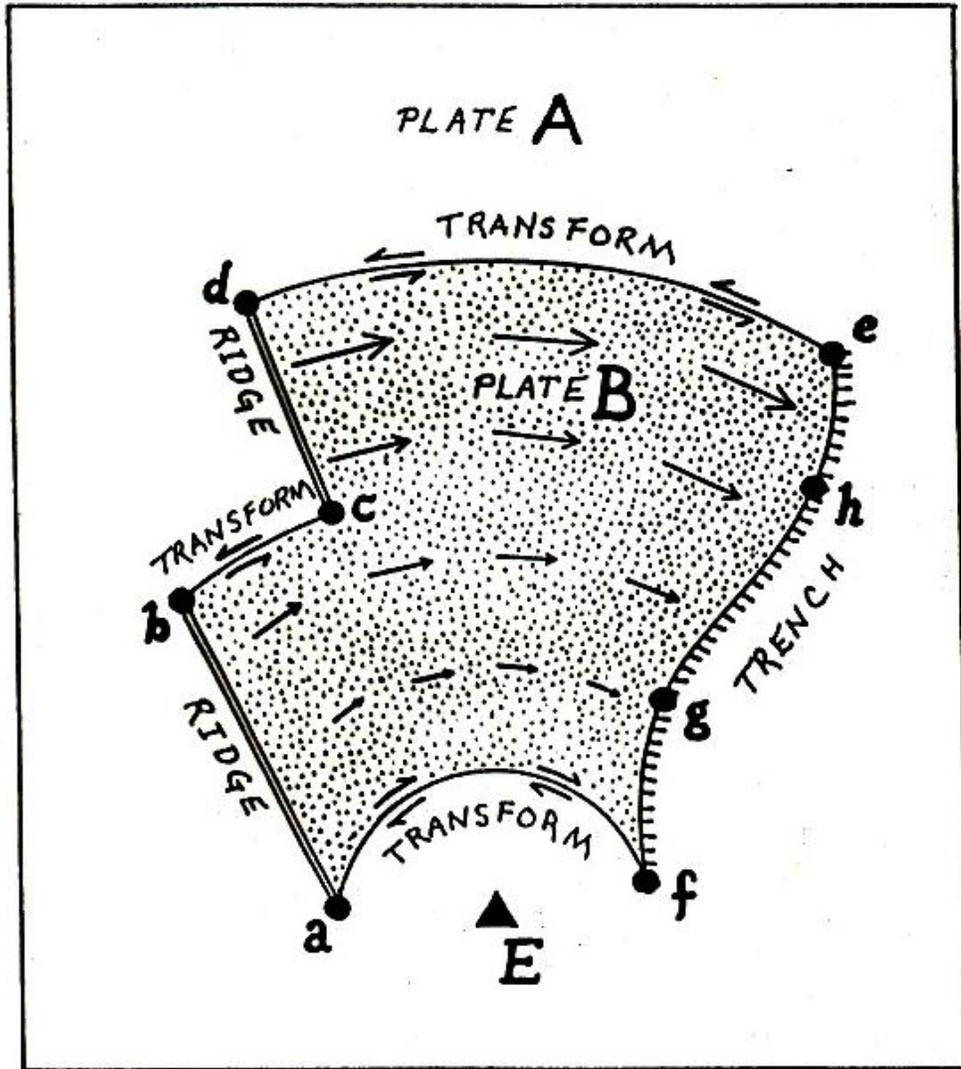


Tettonica delle placche: movimenti reciproci

Campo di velocità più realistico:

Faglie trasformi e zone di subduzione non sono rette

Le dorsali sono le uniche che restano rette





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Veronica Pazzi

Dipartimento di Matematica e Geoscienze

veronica.pazzi@units.it

www.units.it