

TETTONICA DELLE PLACCHE (2)

Il movimento delle placche

- A quale velocità si muovono le placche?
- La velocità è costante all'interno delle placche?
- Come facciamo a misurare le velocità?
- Le velocità sono cambiate nel tempo?

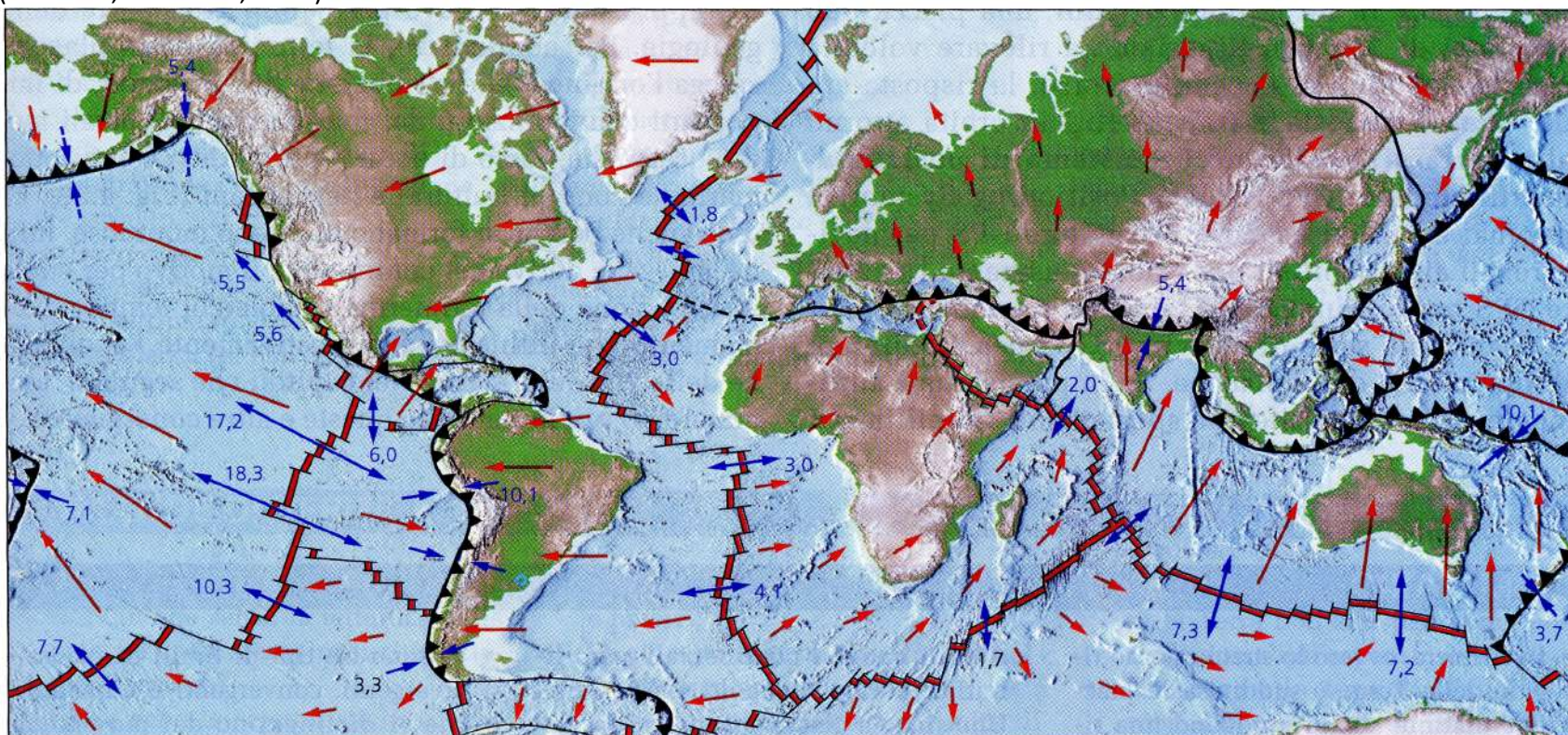
A quale velocità si muovono le placche?

- Velocità relativa
(della placca A
rispetto alla placca B)
- Velocità assoluta
(rispetto a un punto
fisso nel mantello)



A quale velocità si muovono le placche?

(Marshak, Zanichelli, 2004)



▲▲▲ Limite convergente — Dorsale — Trasforme ← Moti assoluti delle placche ↔ Moti relativi delle placche (5,5 cm per anno)

Figura 4.28 Velocità relative delle placche: le frecce blu indicano la velocità e la direzione a cui la placca su un lato del limite si muove rispetto a quella sull'altro lato. Le frecce con le punte rivolte in fuori indicano espan-

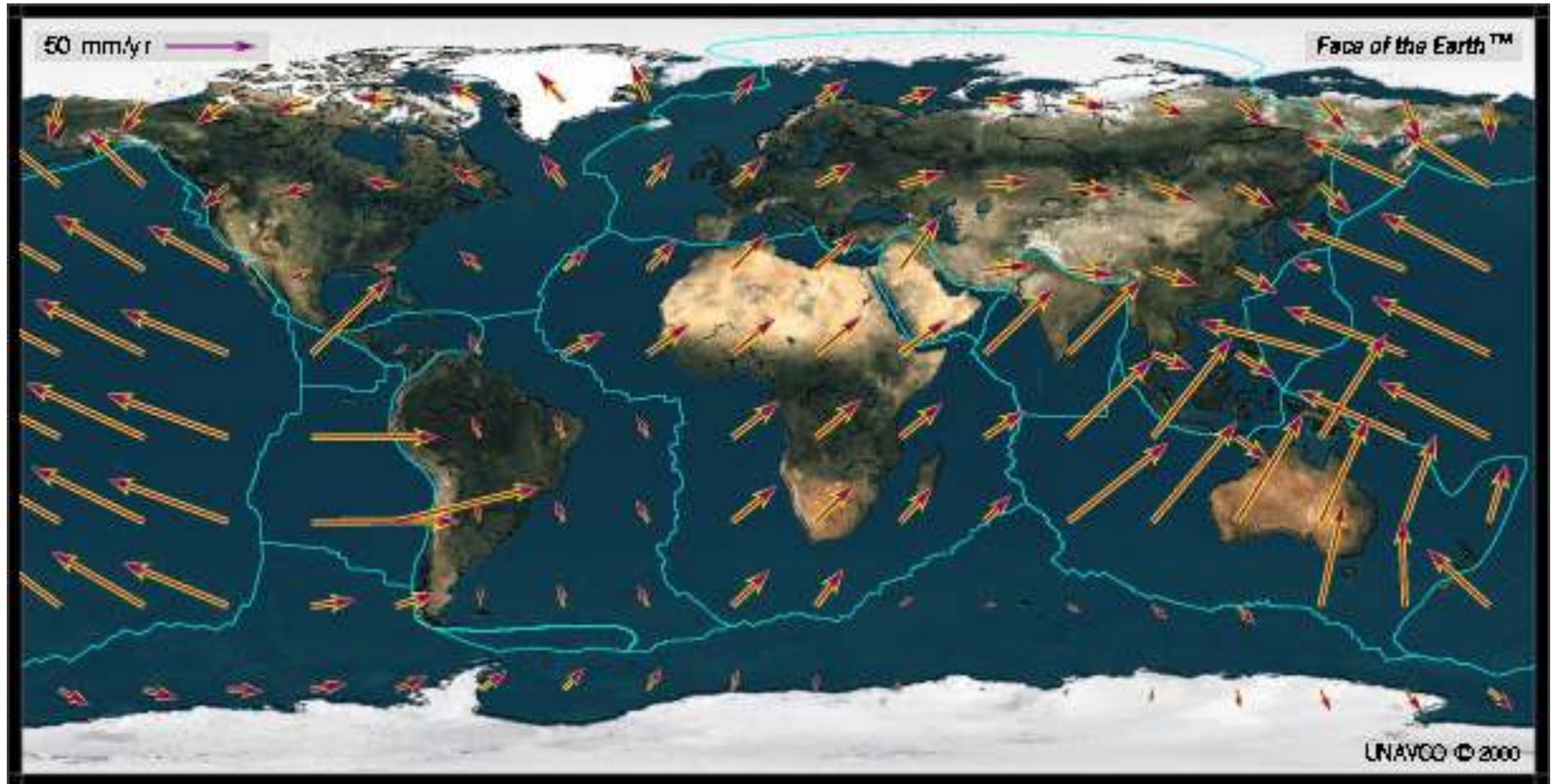
sione (limiti divergenti), le frecce convergenti e i triangolini indicano subduzione (limiti convergenti), le frecce parallele illustrano il movimento trasforme. La lunghezza delle frecce rappresenta la velocità. Velocità assolute del-

le placche: le frecce rosse mostrano la velocità delle placche rispetto a un punto fisso nel mantello.

La velocità è costante all'interno delle placche?

- Se non ci sono deformazioni all'interno delle placche, dovremmo pensare di sì...
- Invece NO!

La velocità è costante all'interno delle placche?



(NNR-NUVEL-1° plate motion model

DeMets. Et al., Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimate of current plate motions, Geophys. Res. Lett., vol. 21, no. 20, 2191-2194, 1994).

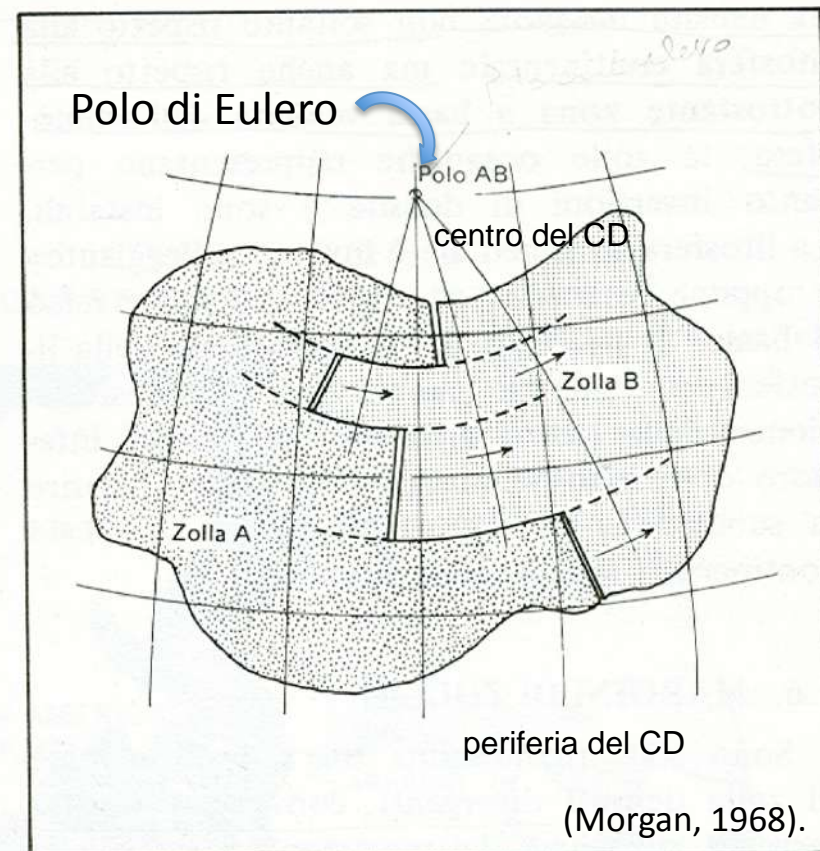
La velocità è costante all'interno delle placche?

- Bisogna ricordare che la terra è **sferica**
- Teorema del Polo di Eulero: ogni movimento di un corpo rigido sulla superficie di una sfera può essere rappresentato dalla rotazione attorno a un punto scelto appropriatamente, il **Polo di Eulero**

Attenzione alla velocità angolare e lineare! Tipo il CD

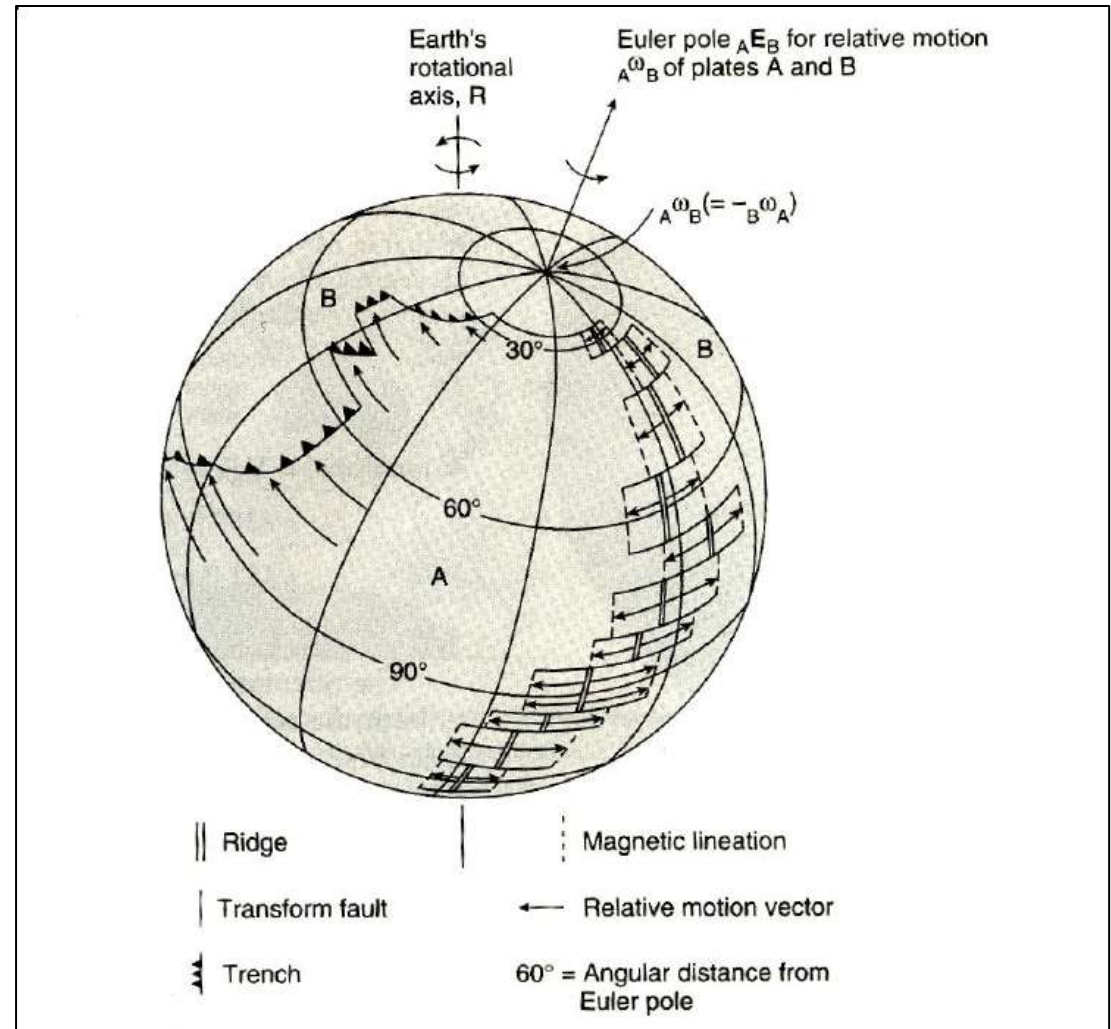
La velocità è costante all'interno delle placche?

- Teorema del Polo di Eulero: ogni movimento di un corpo rigido sulla superficie di una sfera può essere rappresentato dalla rotazione attorno a un punto scelto appropriatamente, il **Polo di Eulero**



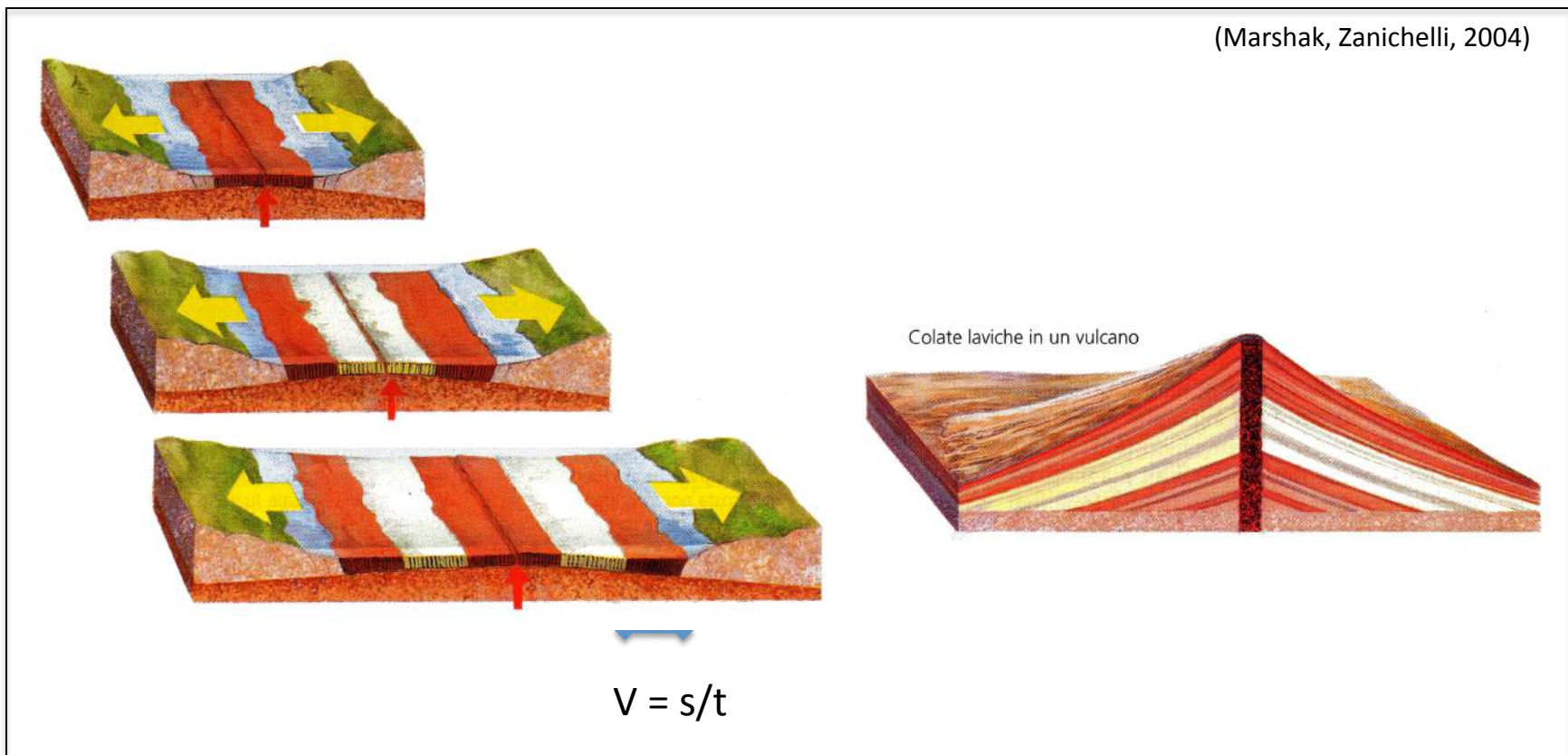
La velocità è costante all'interno delle placche?

- Quindi la velocità aumenterà con la distanza dal polo di rotazione



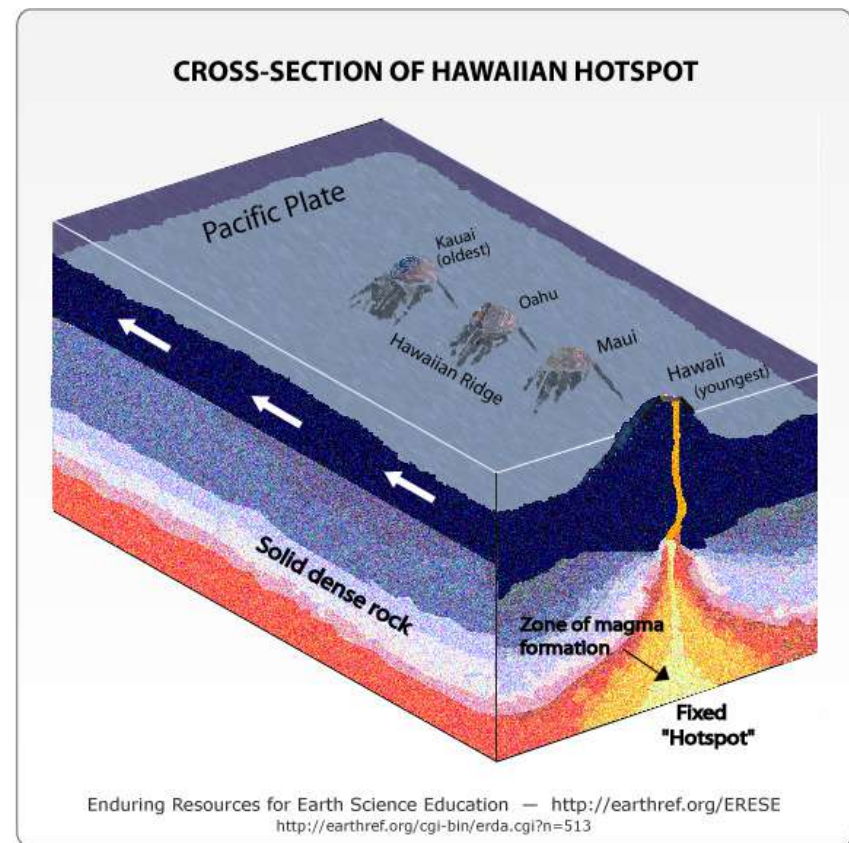
Come facciamo a misurare le velocità?

- Velocità relative:
 - Anomalie magnetiche del fondo oceanico

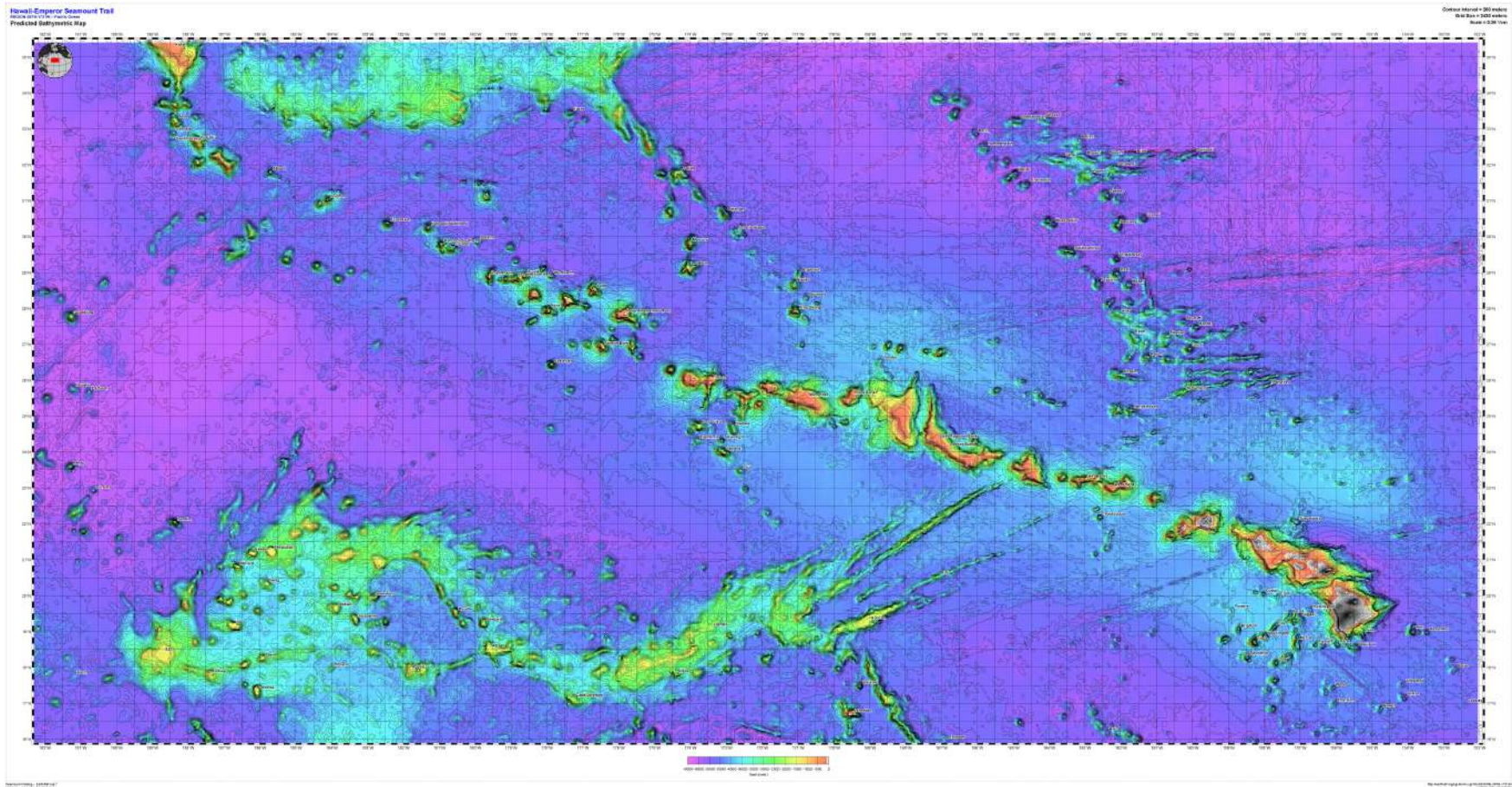


Come facciamo a misurare le velocità?

- Velocità assolute:
 - Hot spots
- ↓
- Conoscendo l'età di due o più vulcani di hotspot e la distanza tra loro, si può calcolare la velocità con cui si muove la placca su cui si sono formati

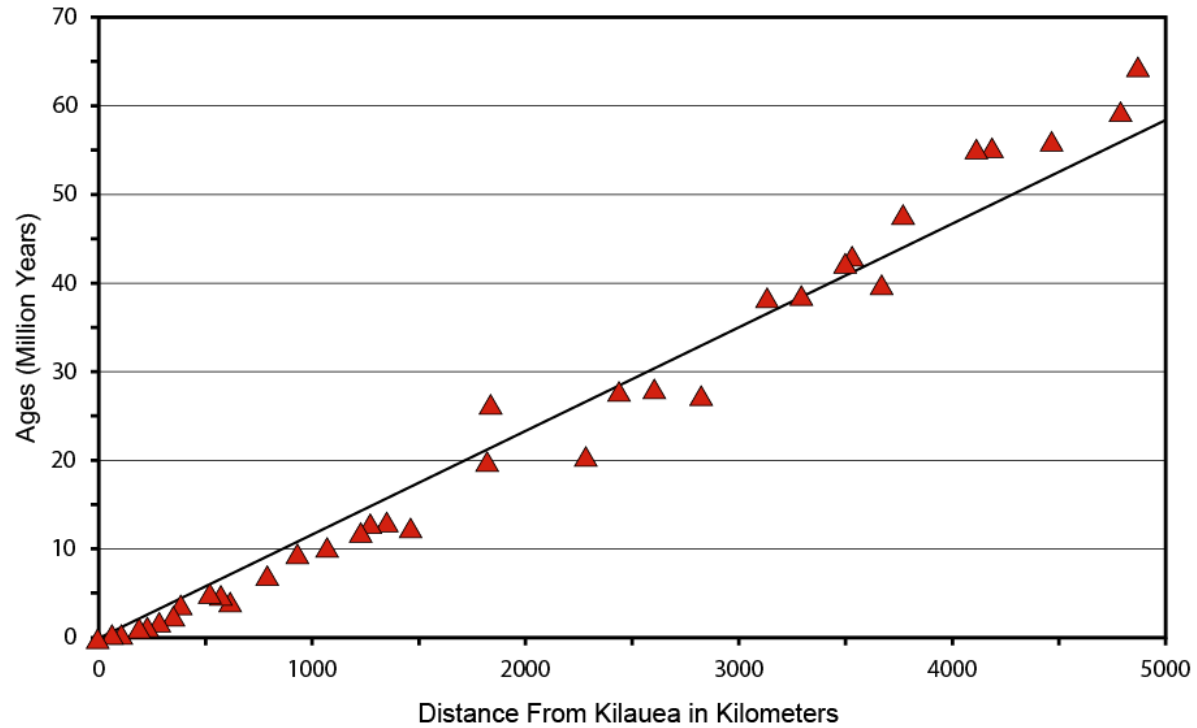


Esercizio



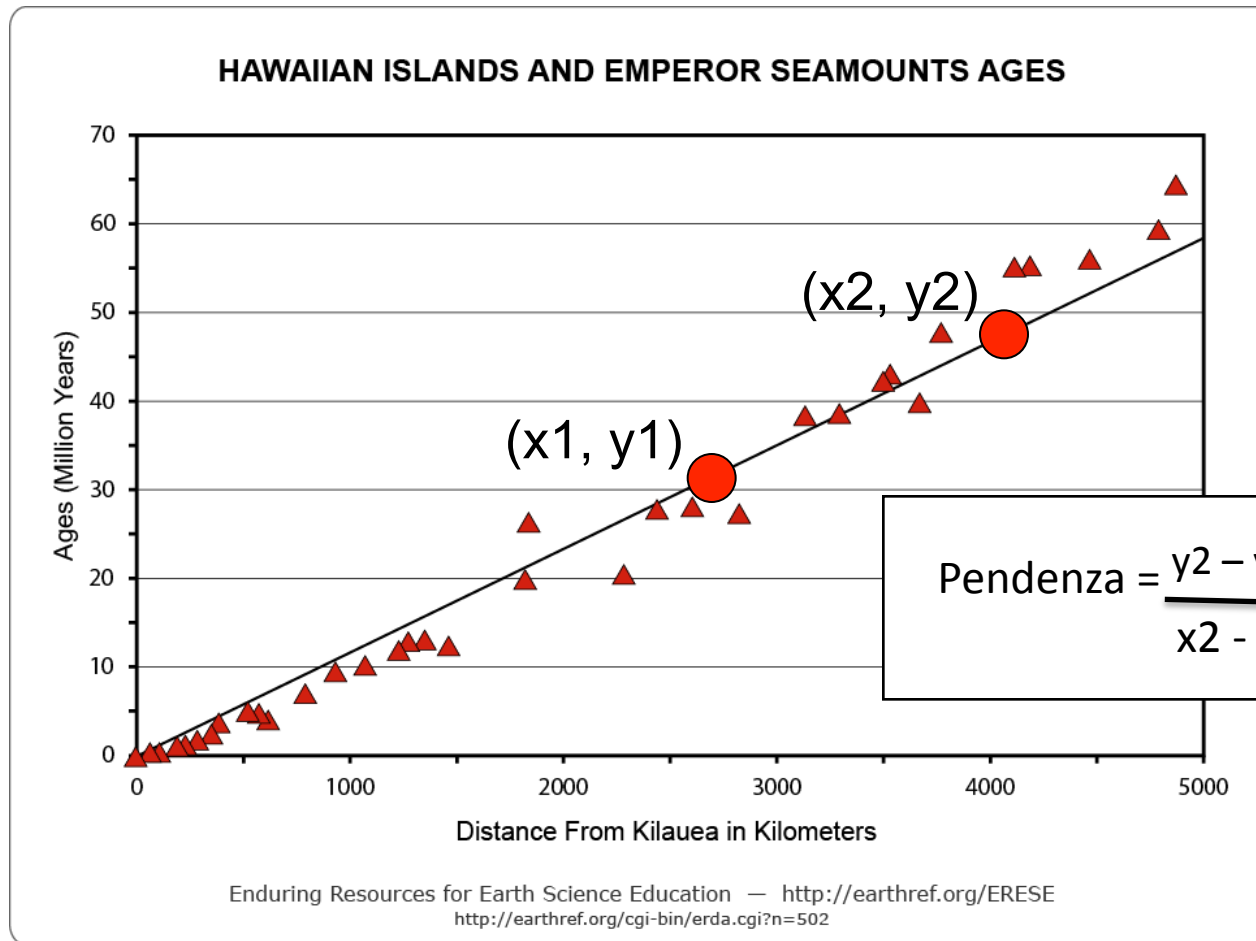
Esercizio

HAWAIIAN ISLANDS AND EMPEROR SEAMOUNTS AGES



Enduring Resources for Earth Science Education — <http://earthref.org/ERESE>
<http://earthref.org/cgi-bin/erda.cgi?n=502>

Esercizio



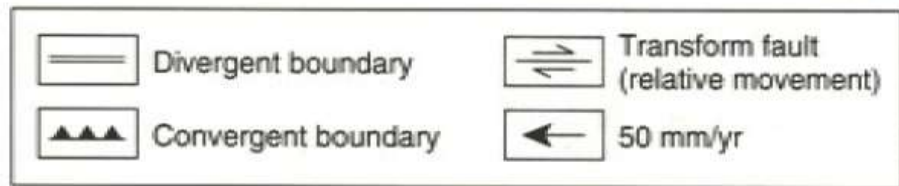
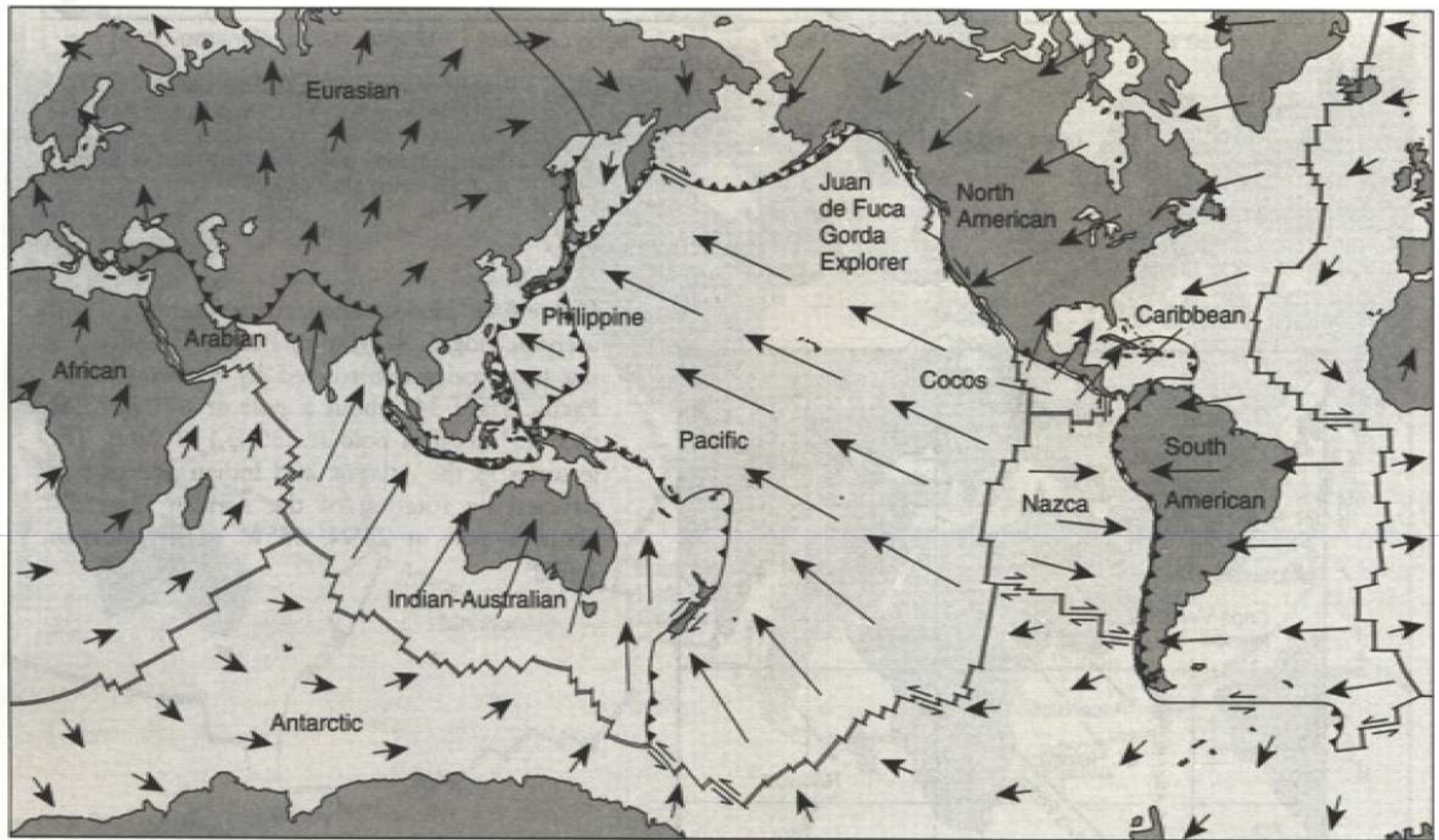
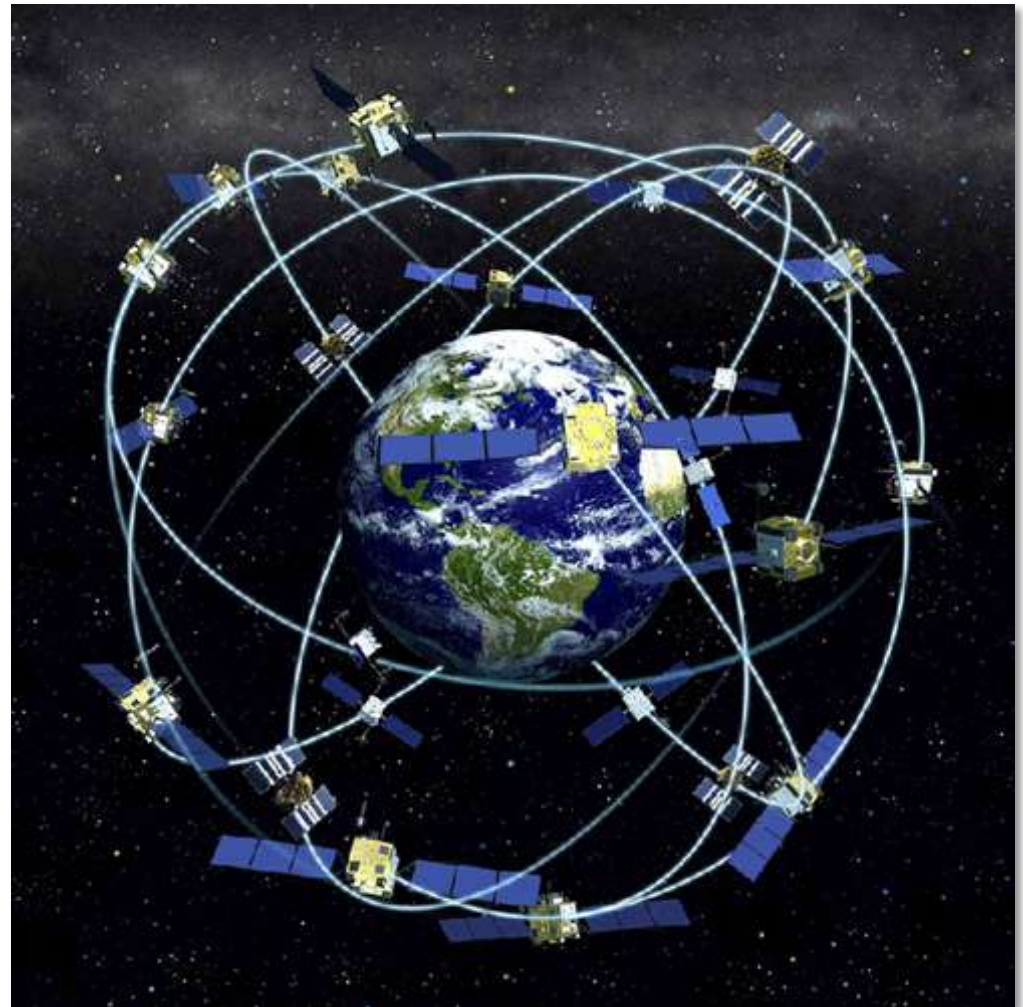
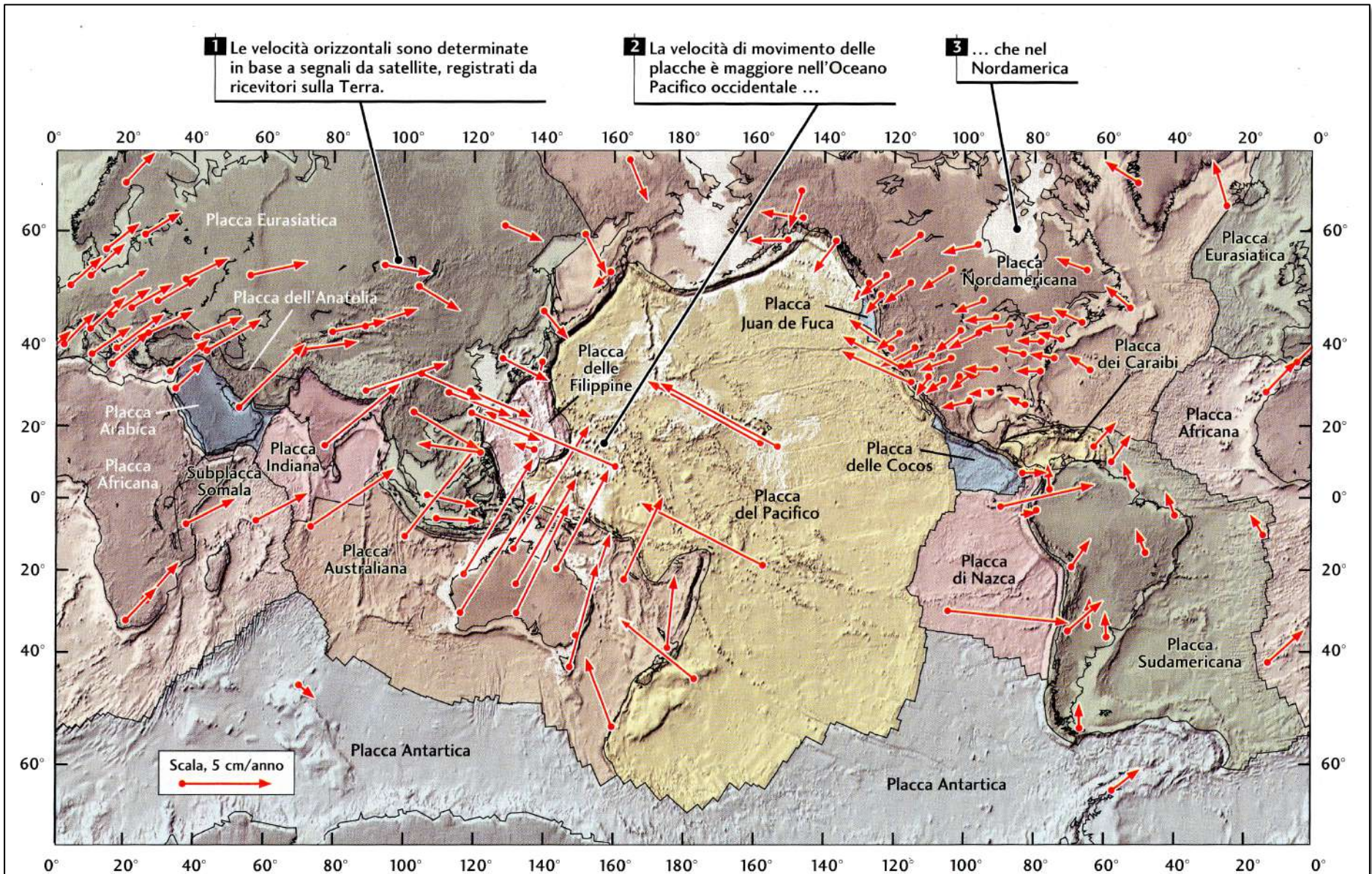


Figure 4.15 Velocity of the Earth's plates relative to the hot-spot frame of reference from data in Table 4.3. The length of the arrows is proportional to the linear velocity. (After Cox and Hart, 1986; Chase, 1978)

Come facciamo a misurare le velocità?

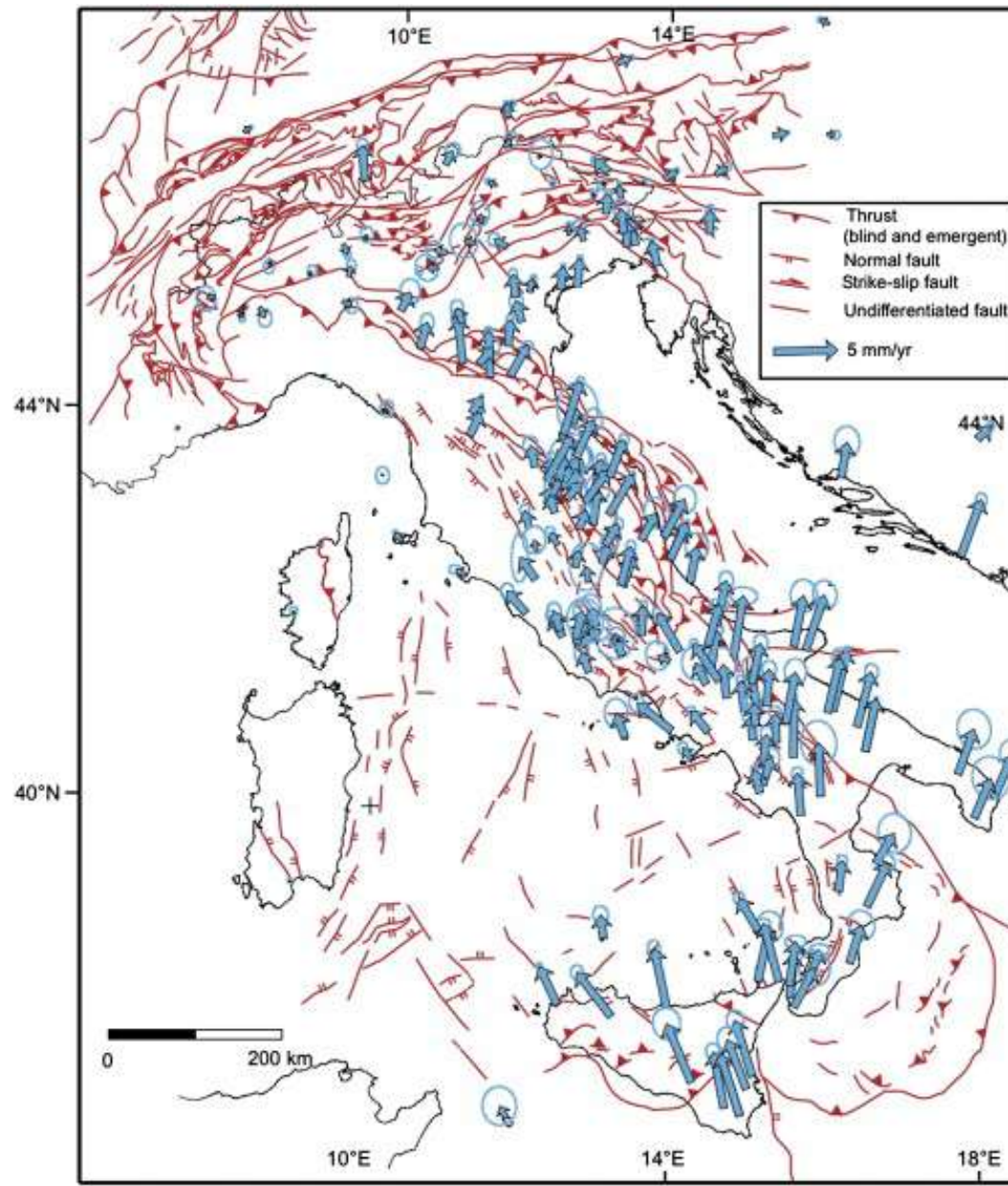
- Velocità assolute:
 - Sistema di Posizionamento Globale (GPS)





2.13 Il Sistema di Posizionamento Globale (Global Positioning System, GPS) è utilizzato per misurare il movimento delle placche in diversi luoghi della Terra. Le velocità qui indicate sono state determinate sulla base dei dati forniti dalle stazioni che registrano i dati GPS in continuo. [Michael Hefflin, JPL/CalTech.]

(Press et al., Zanichelli 2006)

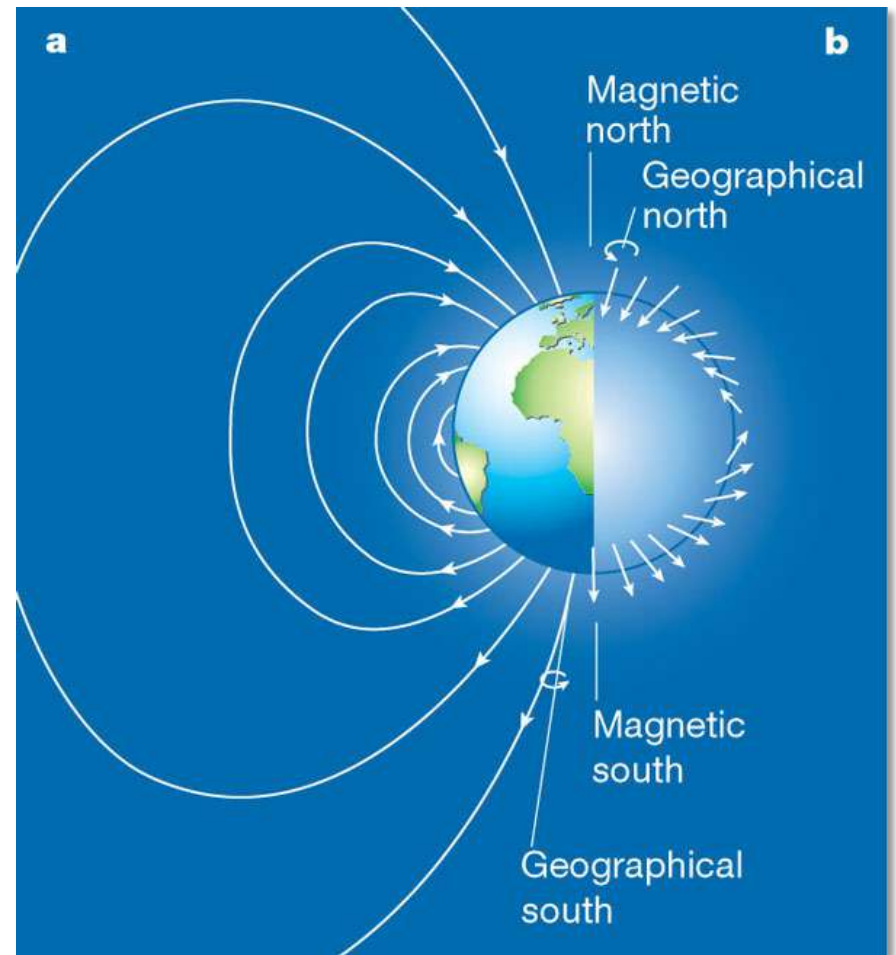
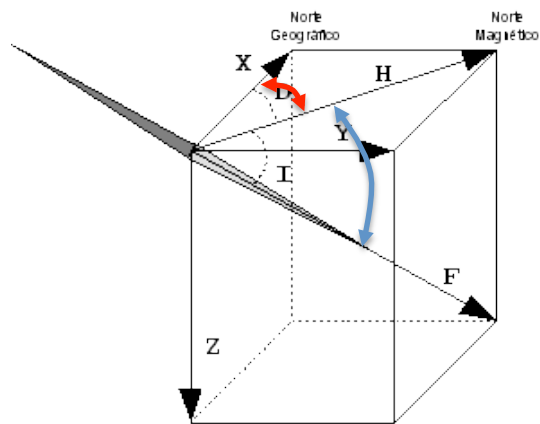


Carminati & Doglioni (2012); dati di [Devoti et al. \(2008\)](#) e [Caporali et al. \(2011\)](#).

Le velocità sono cambiate nel tempo?

- Sì, sia in termini di entità che di direzione
- Come facciamo a dirlo? Abbiamo già visto il metodo delle anomalie magnetiche dei fondi oceanici, ora vediamo un'altra applicazione delle proprietà magnetiche, il "Paleomagnetismo"

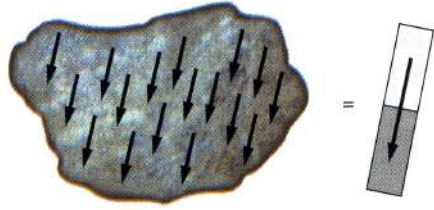
Ricordiamoci che il campo magnetico terrestre è dipolare, con le linee di campo magnetico che entrano nel polo nord e escono dal polo sud.



http://www.nature.com/nature/journal/v421/n6918/fig_tab/421027a_F1.html

Il campo si misura quindi con una componente verticale (**inclinazione**) e una orizzontale (**declinazione**).

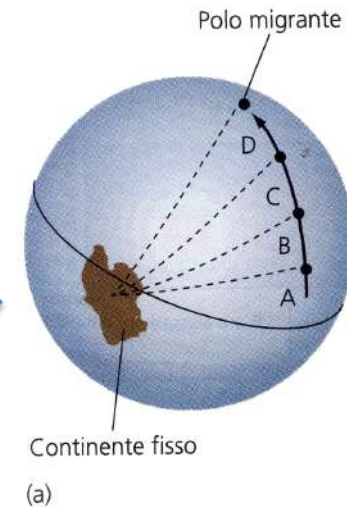
Paleomagnetismo



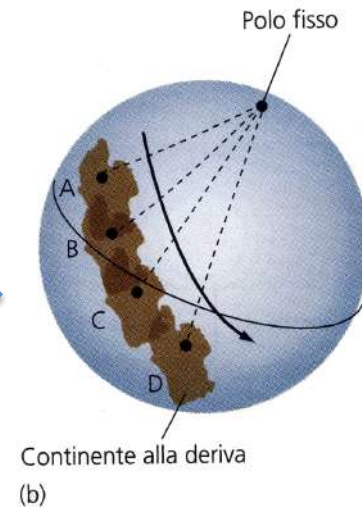
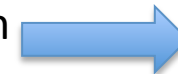
Il campo magnetico conservato da rocce di milioni di anni fa è diverso dall'attuale: cioè non indica il polo Nord attuale della Terra.



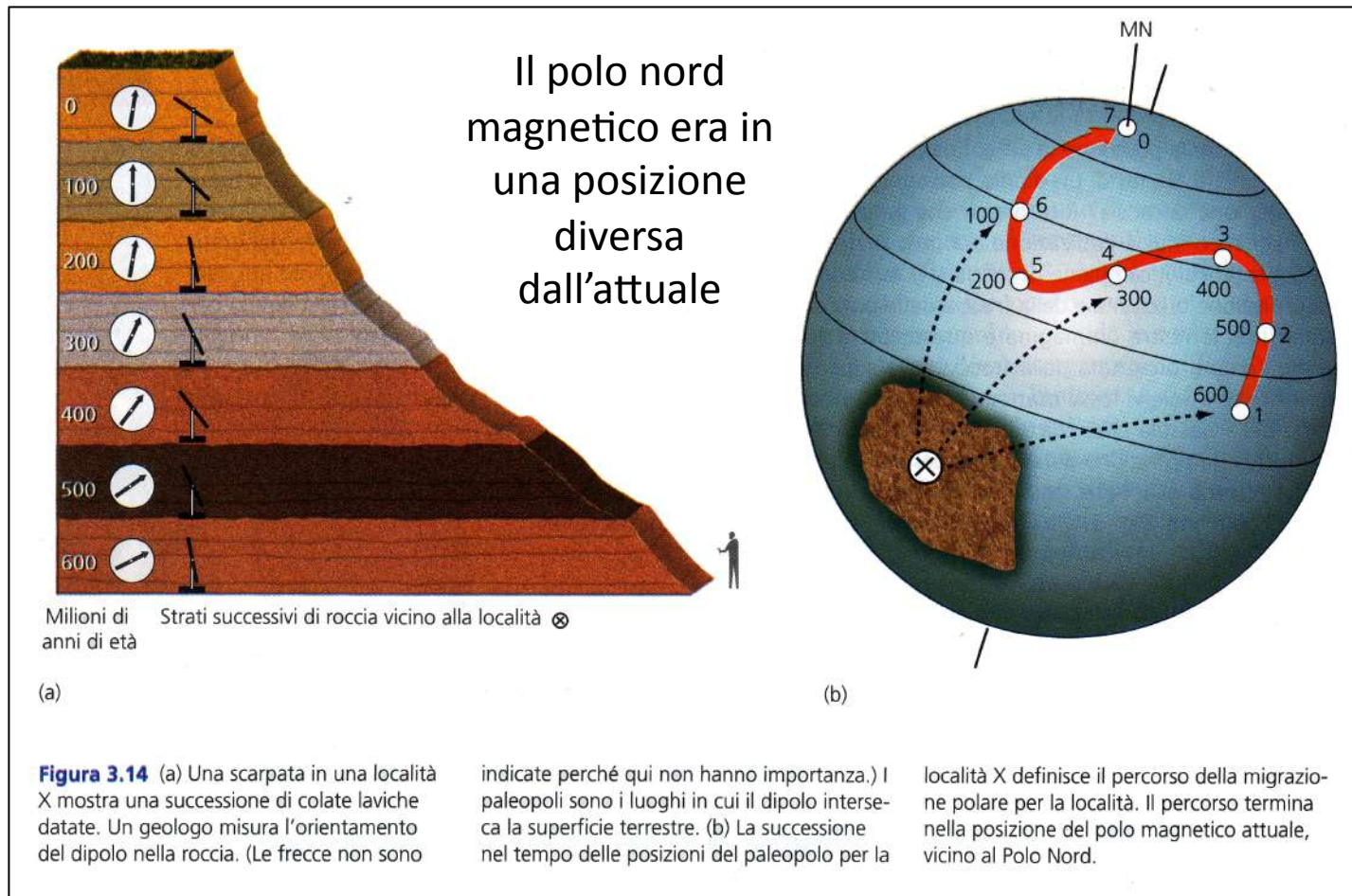
Il polo era in una posizione diversa



La roccia era in un posto diverso



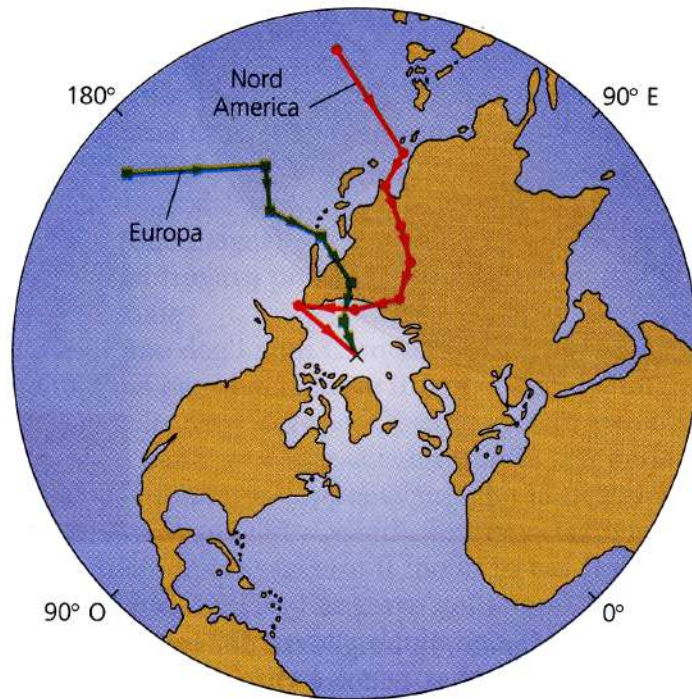
Paleomagnetismo



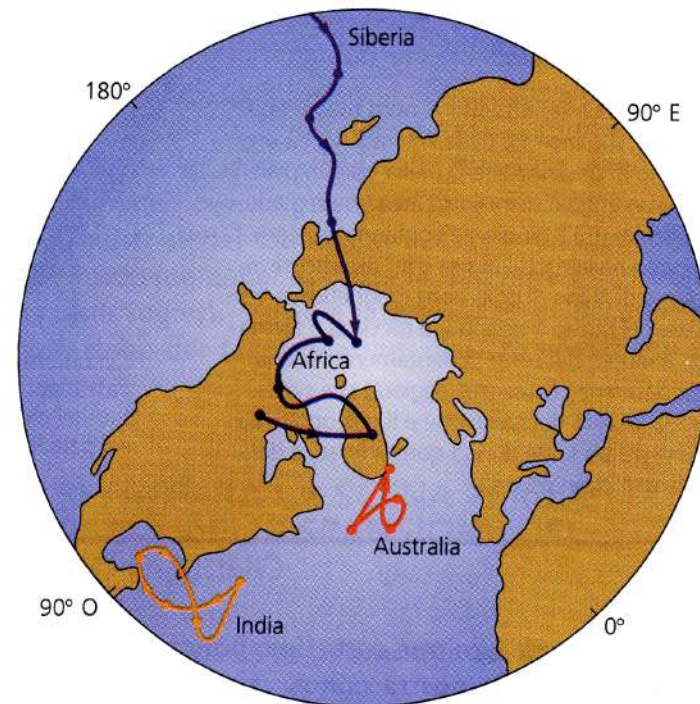
(Marshak, Zanichelli, 2004)

Paleomagnetismo

(Marshak, Zanichelli, 2004)



(a)



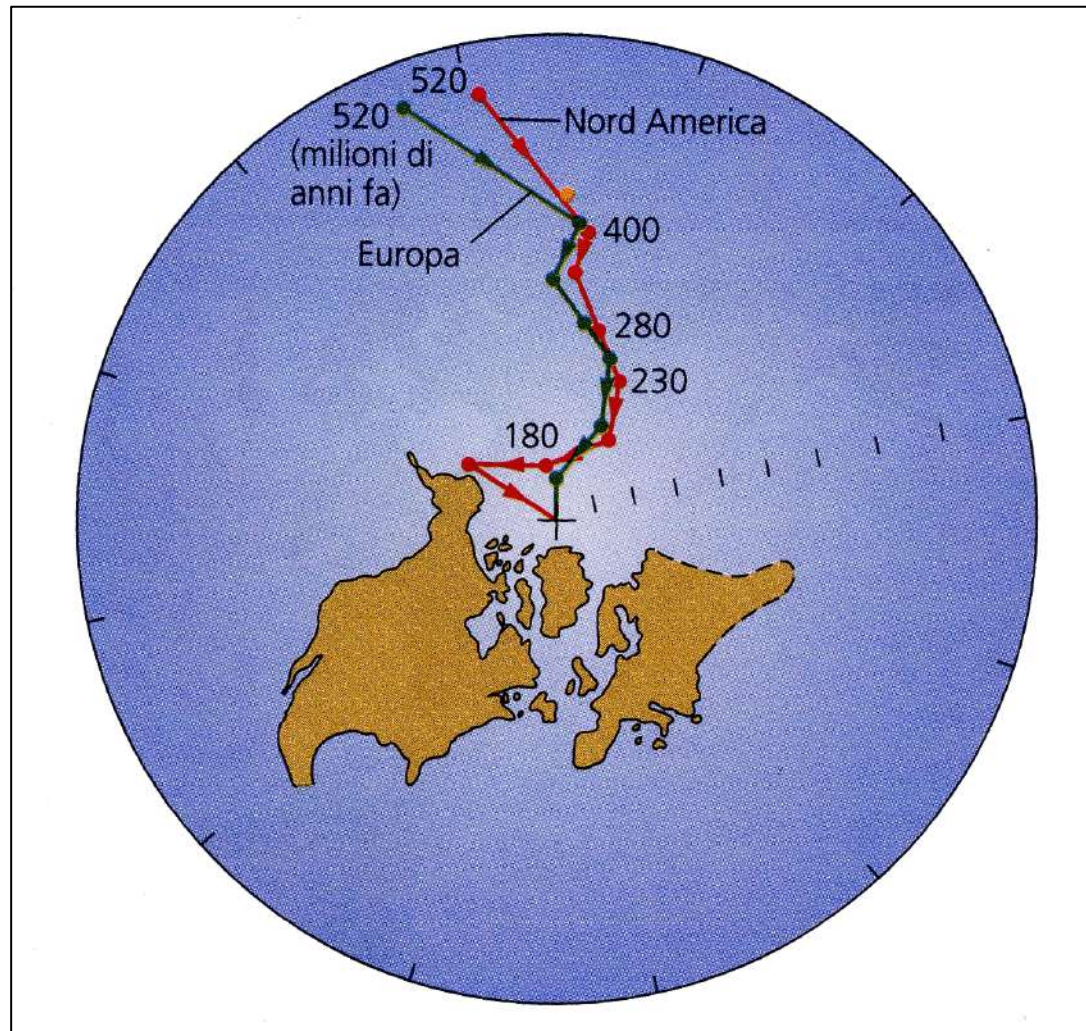
(b)

Figura 3.15 (a) Percorsi della migrazione polare apparente per il Nord America e l'Europa per gli ultimi 300 milioni di anni, tracciati su una carta attuale della Terra. (b) Carta dei percorsi della migrazione polare apparente per i quattro continenti indicati, tracciati sulla Terra odierna.

Paleomagnetismo

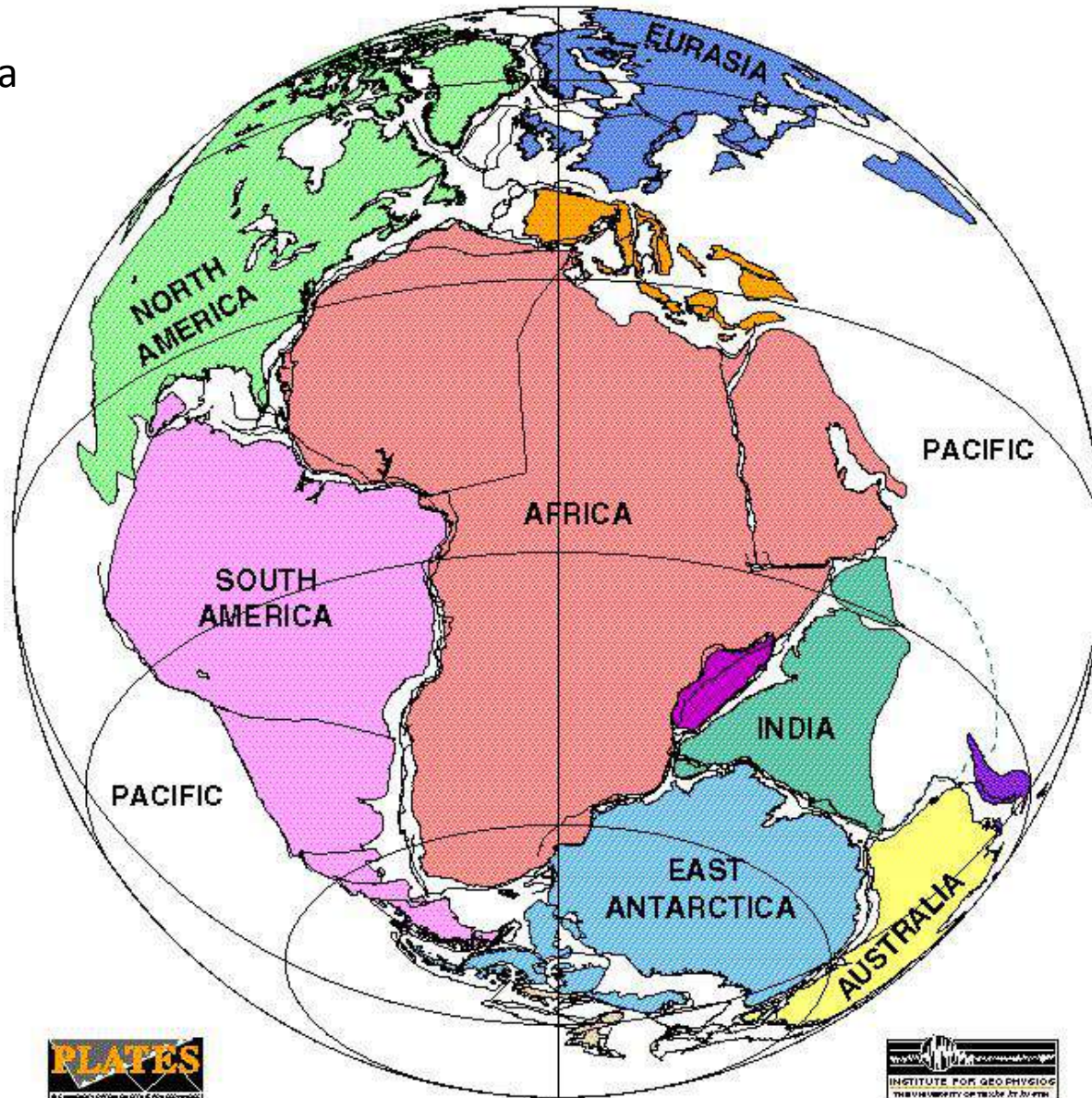
(Marshak, Zanichelli, 2004)

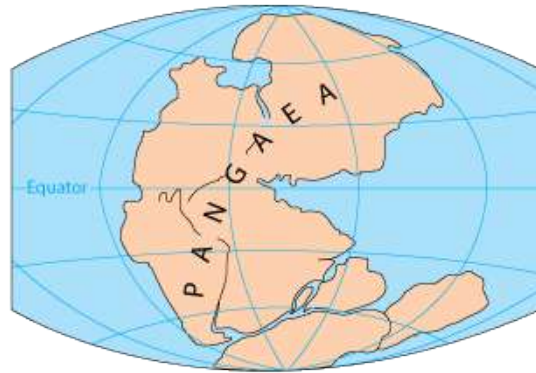
La roccia era in un
posto diverso



PANGEA

Circa 250 Ma

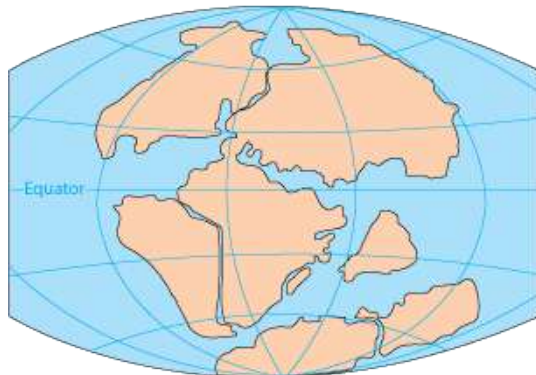




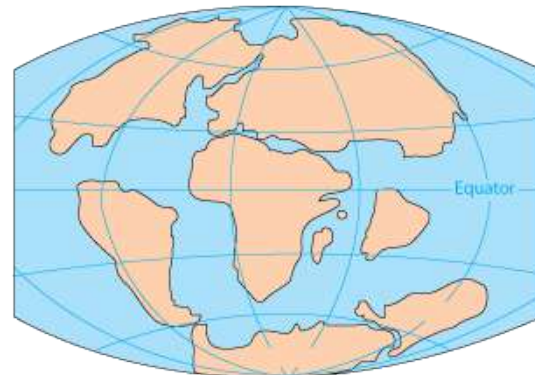
PERMIAN
250 million years ago



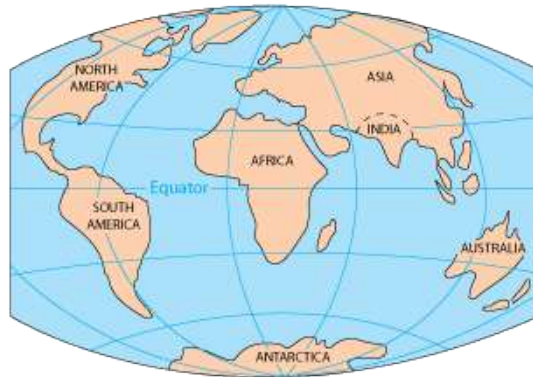
TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
145 million years ago

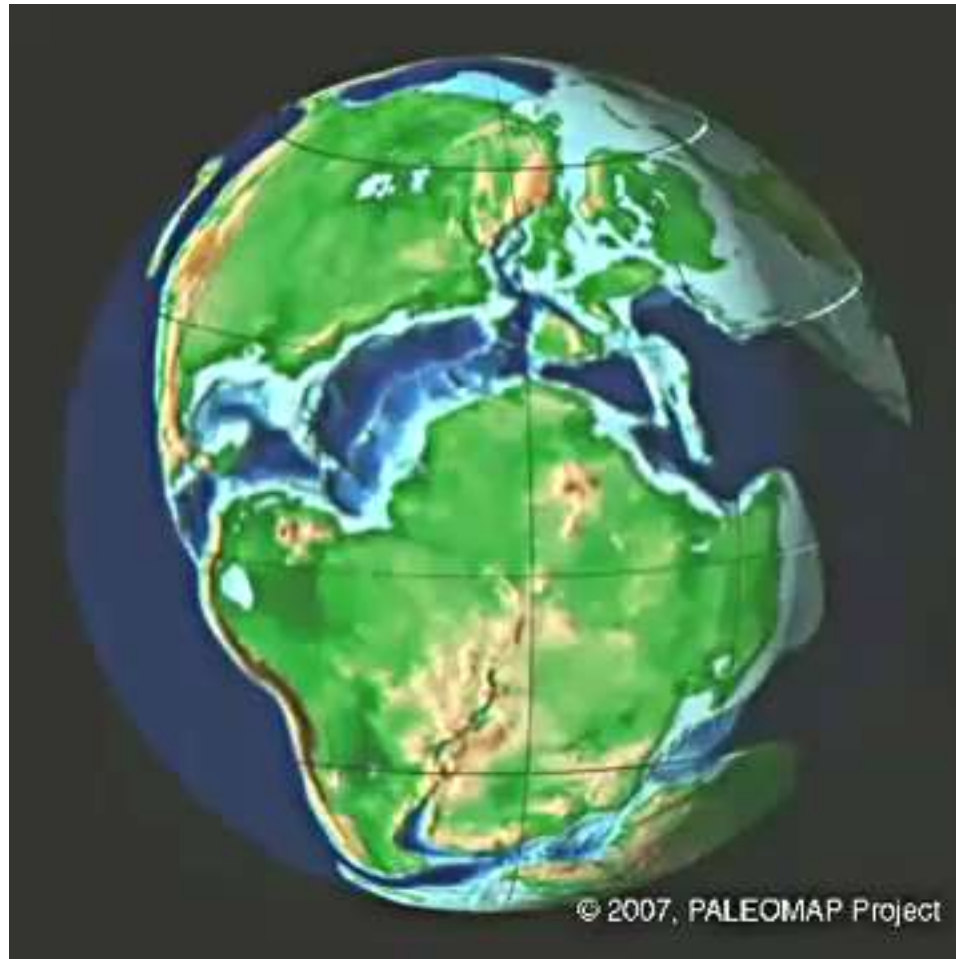


CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY

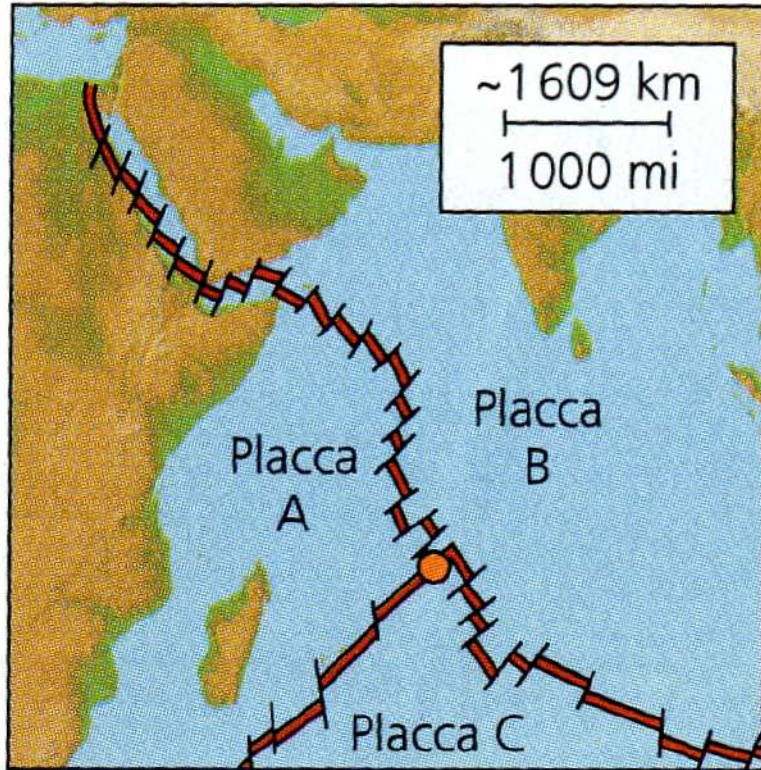
<http://geology.com/pangea.htm>



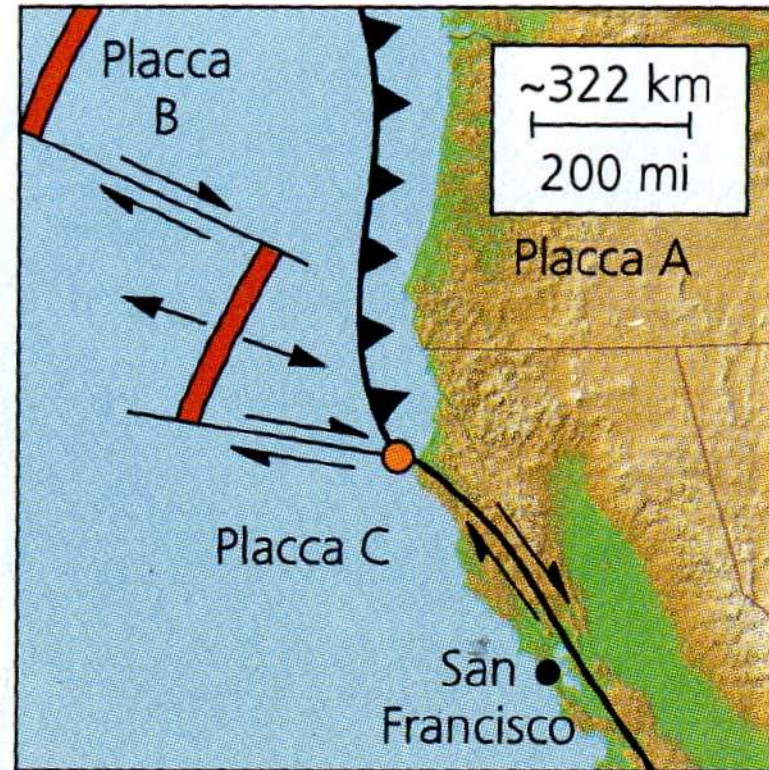
By Chris Scotese (<http://youtu.be/dINrKjuX6DA>)

Punti tripli

(Marshak, Zanichelli, 2004)



(a)



(b)

Figura 4.19 (a) Giunzione tripla dorsale-dorsale-dorsale (in corrispondenza del puntino). (b) Giunzione tripla fossa-trasforme-trasforme

Punti tripli

R = ridge (dorsale, margine divergente)

T = trench (zona di subduzione, margine convergente)

F = transform fault (margine conservativo)

Esistono solo 10 tipi possibili di giunzioni triple

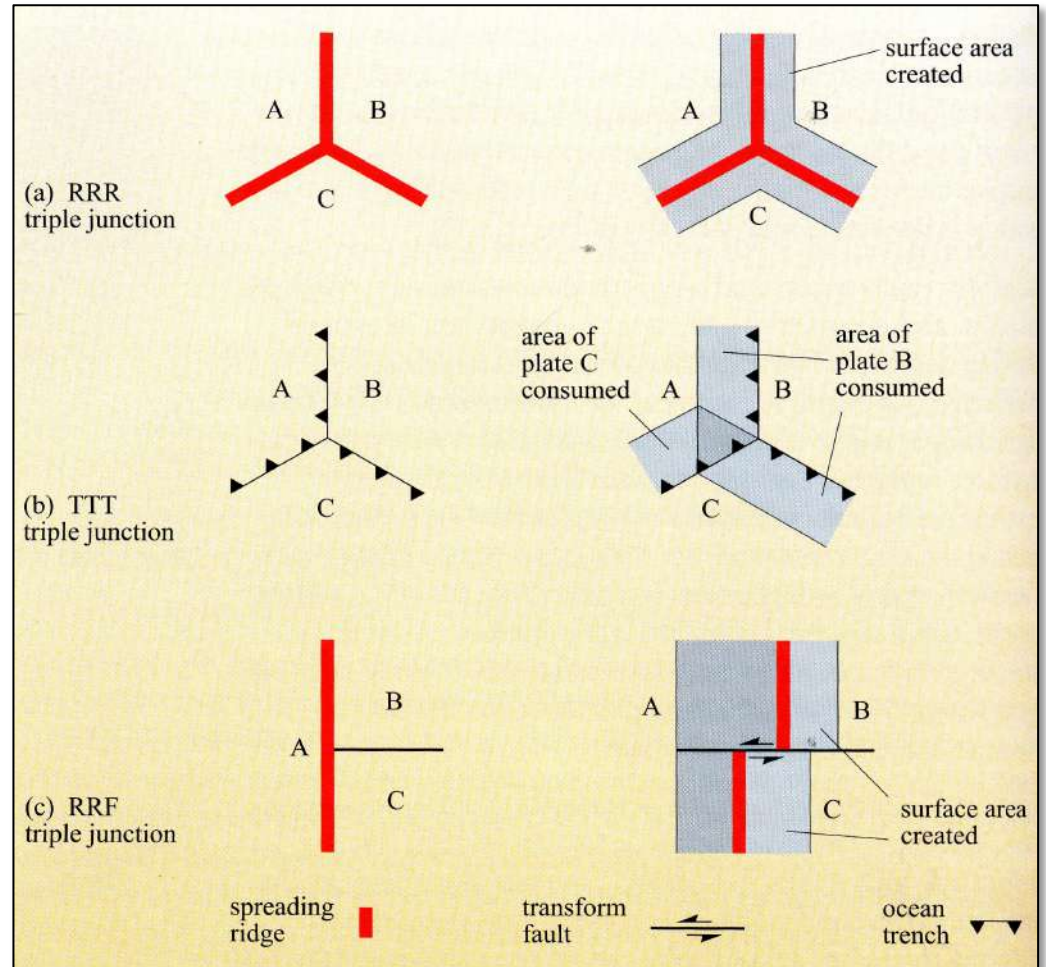
Alcuni possono mantenere la loro geometria nel tempo =

PUNTI TRIPLI STABILI (es. R-R-R)

Altri devono necessariamente evolvere in un'altra
configurazione di placche = PUNTI TRIPLI INSTABILI

Punti tripli

R = ridge (dorsale, margine divergente)
T = trench (zona di subduzione, margine convergente)
F = transform fault (margine conservativo)



Blake et al. Cambridge University press, 2007