



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Δυναμική Γεωλογία

Ενότητα 1: Ρήγματα Μετασχηματισμού και
Οριζόντιας Ολίσθησης

Στυλιανός Λόζιος

Σχολή Θετικών Επιστημών

Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος



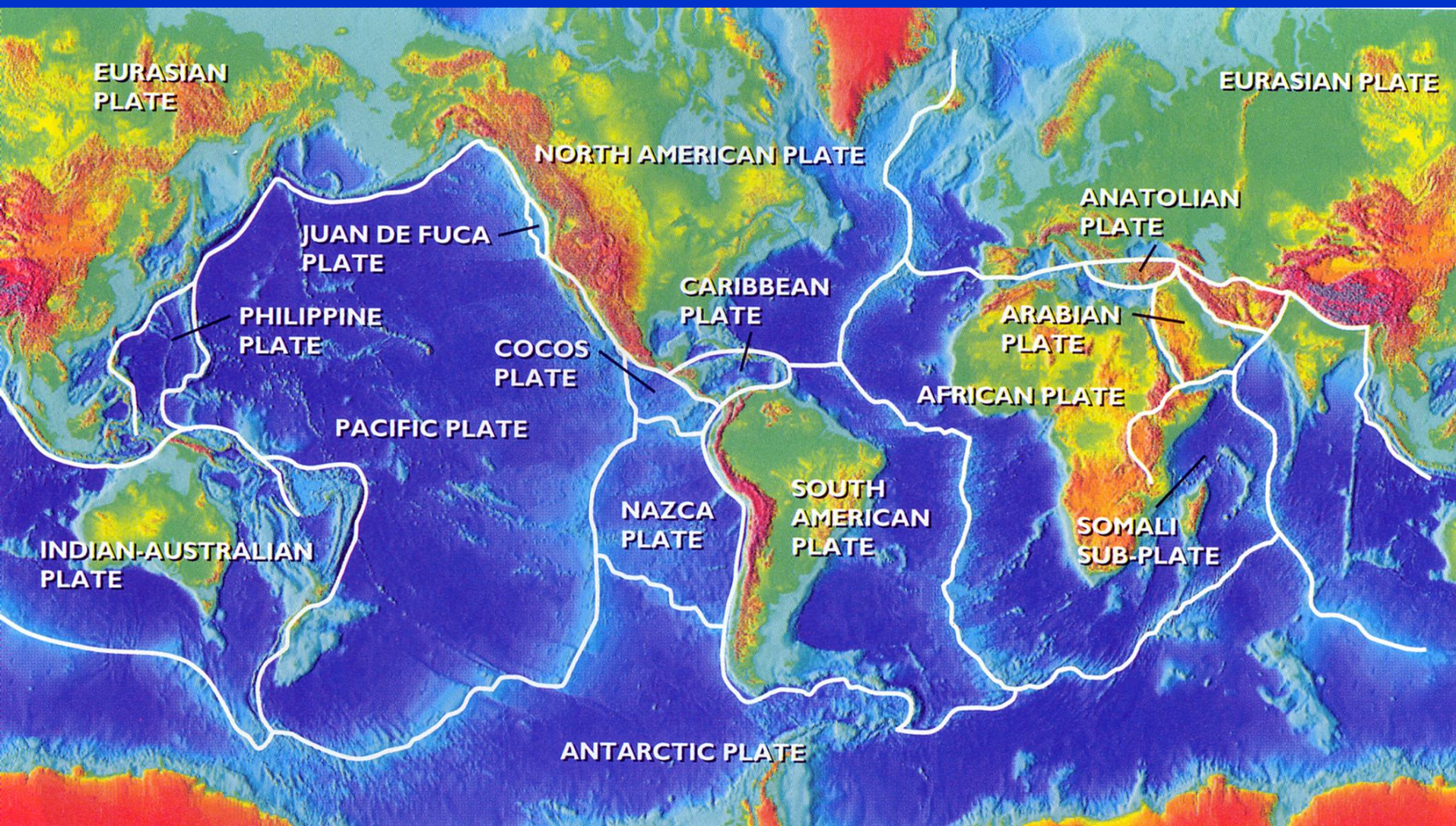
Ρήγματα Μετασχηματισμού & Οριζόντιας Ολίσθησης

ΟΡΙΑ ΠΛΑΚΩΝ → ΡΗΓΜΑΤΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

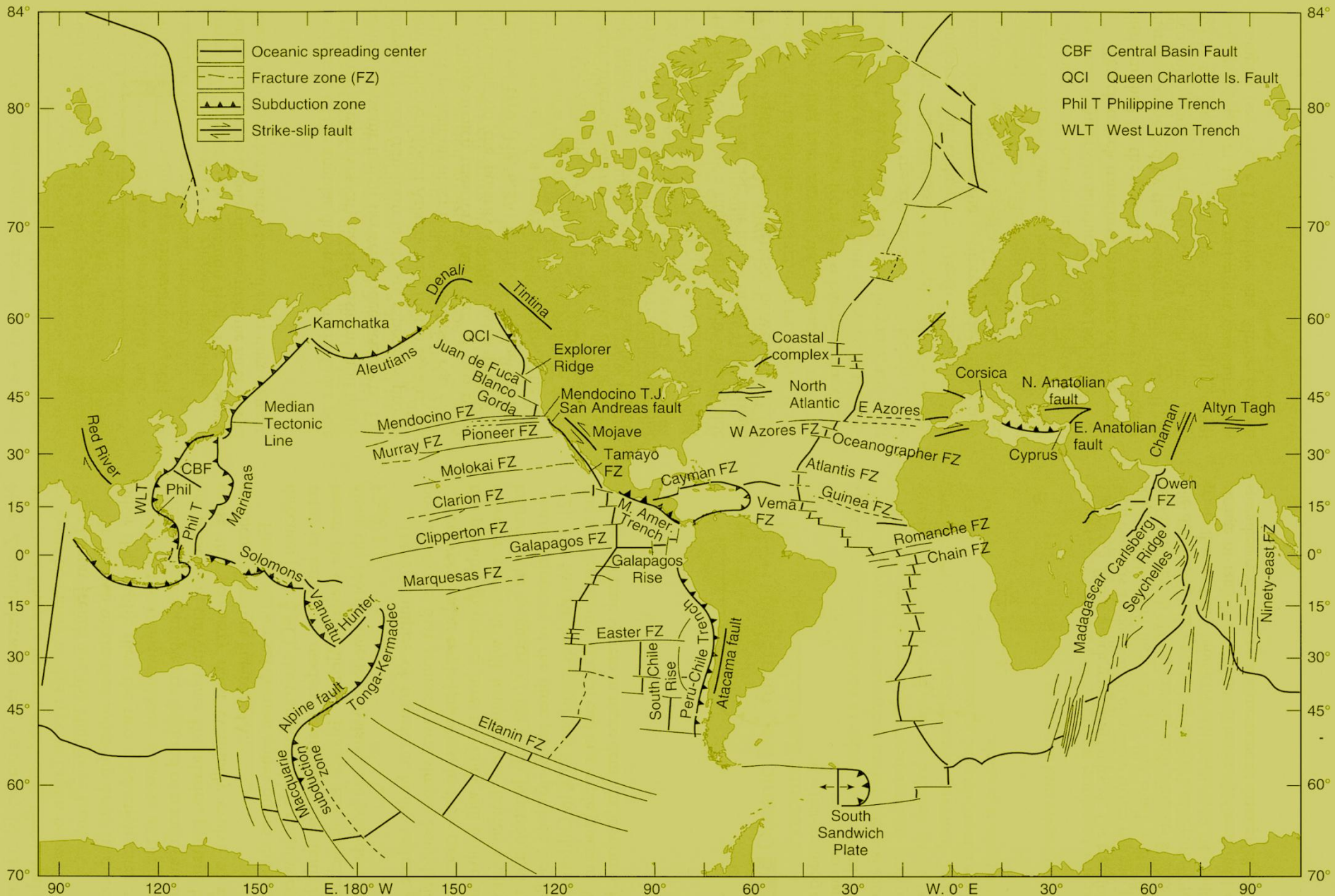
Transform Faults – Transform Boundaries

ΡΗΓΜΑΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ – Strike Slip Faults

Δεν δημιουργείται ούτε καταστρέφεται λιθόσφαιρα

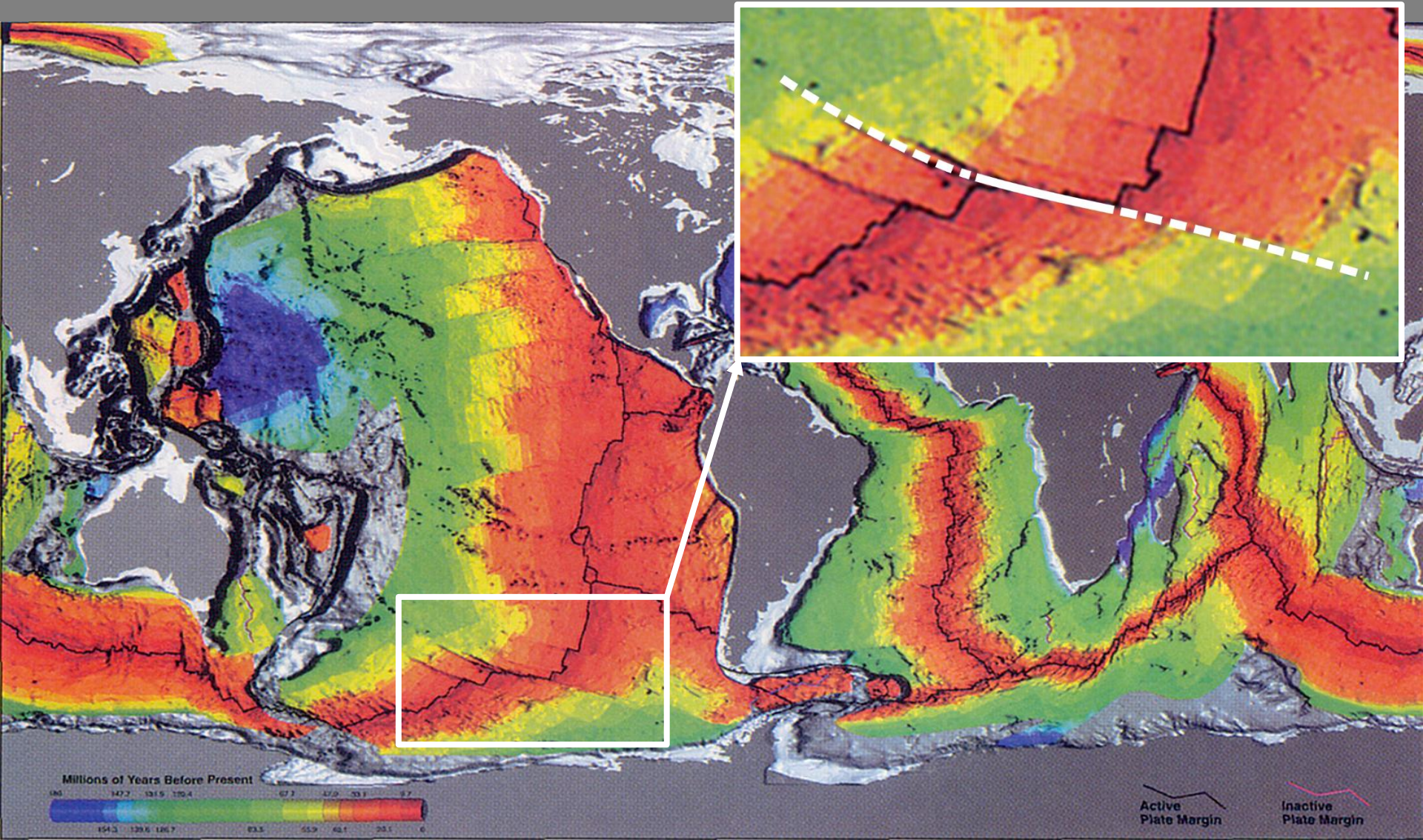


Major Oceanic Fracture Zones – Active Transform Faults – Active & Inactive Continental Strike-Slip Faults



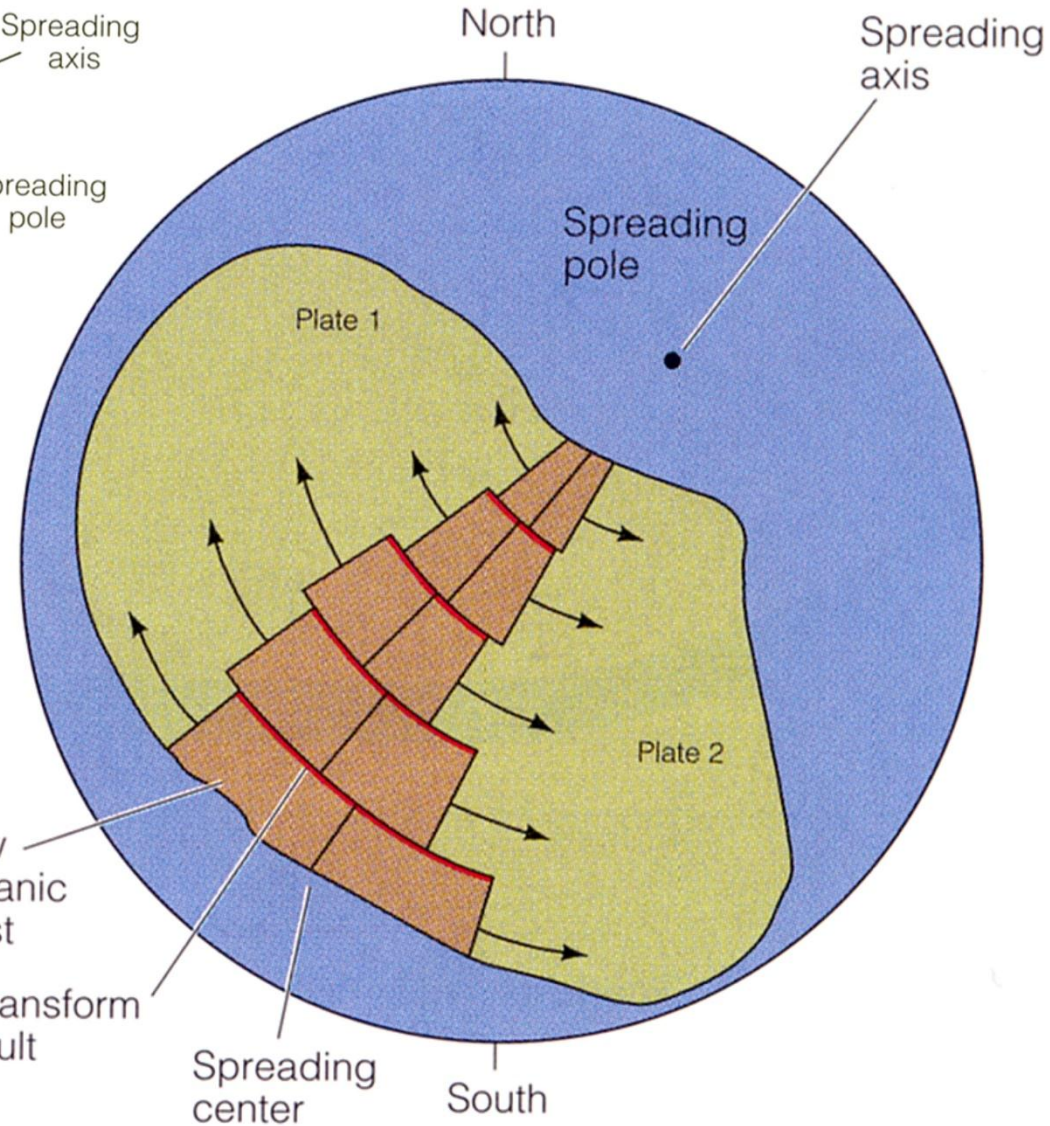
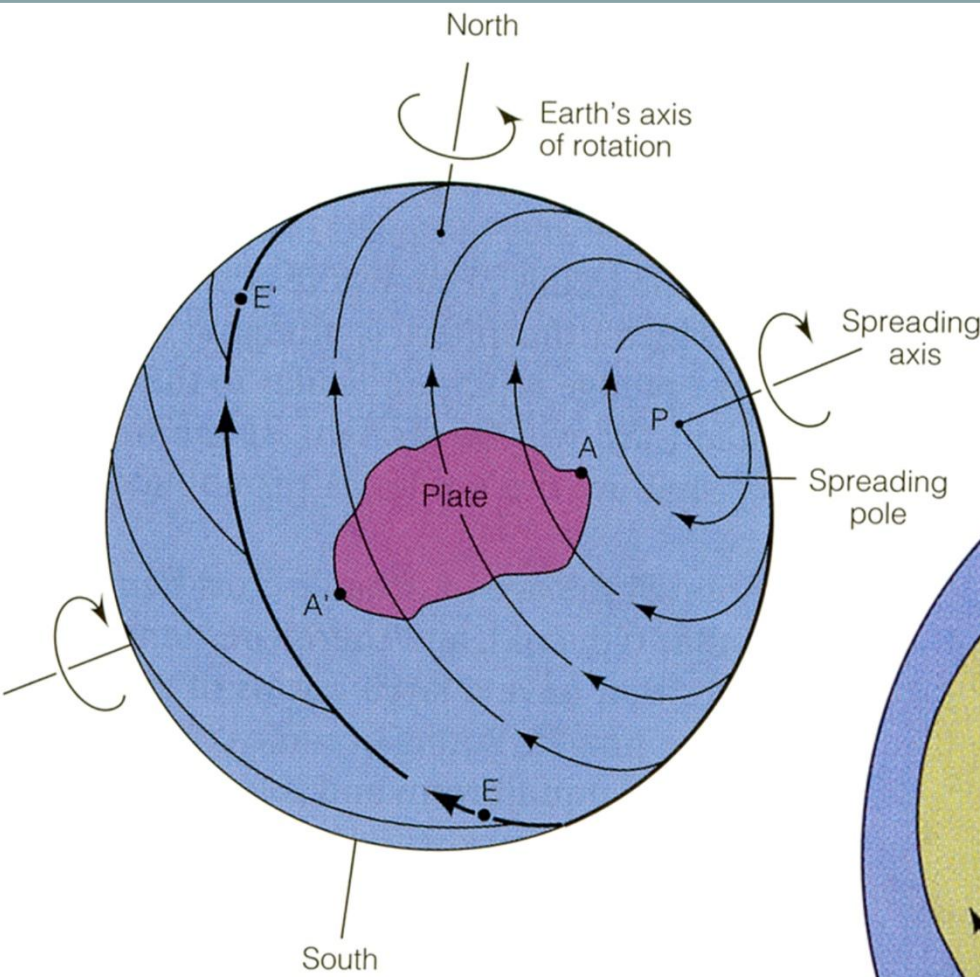
Επιβεβαίωση των ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ πρότυπο ηλικιών ωκεανικής λιθόσφαιρας → μαγνητικές ανωμαλίες

FRACTURE ZONES





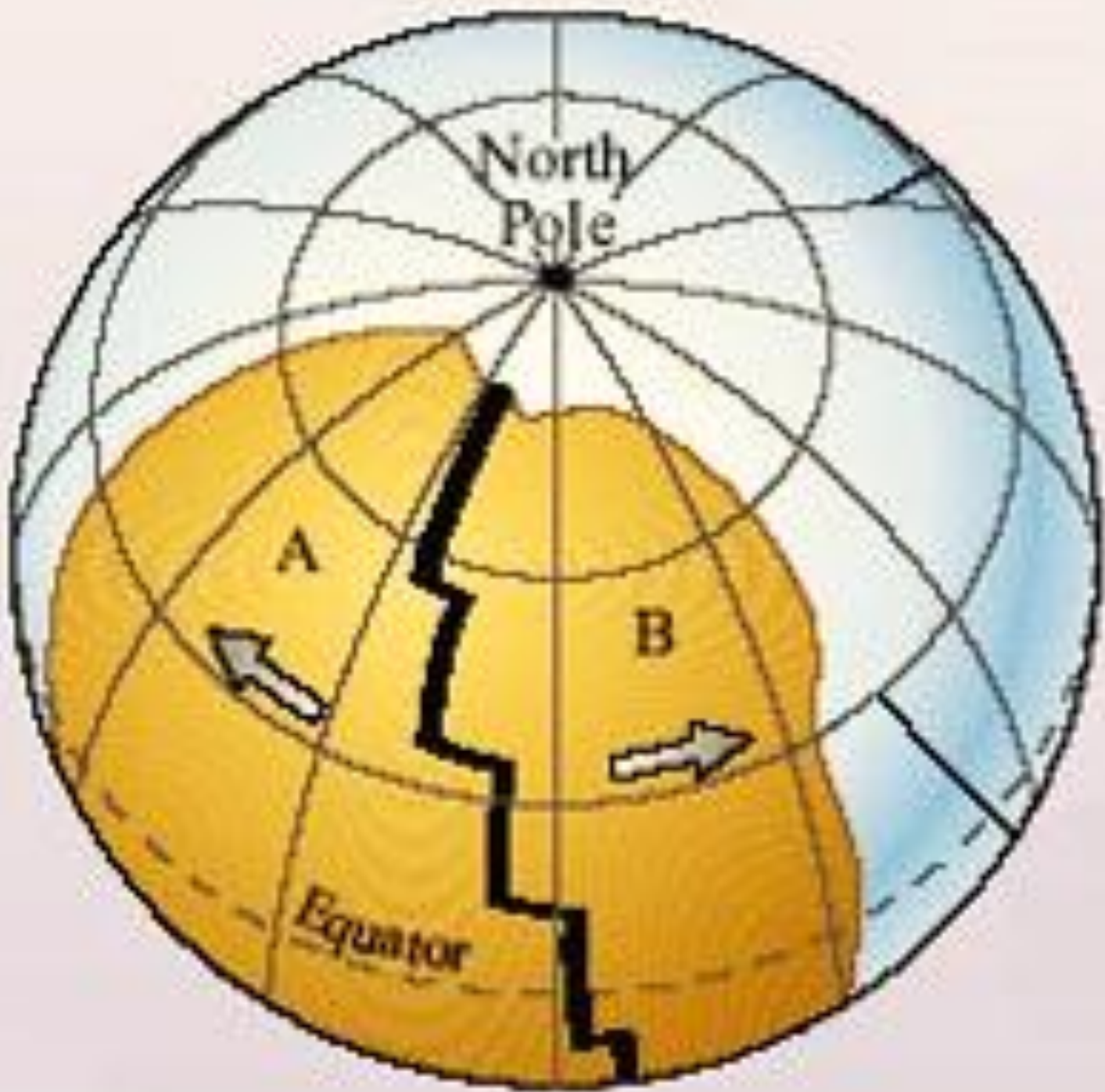
Fracture Zones



**ΓΙΑΤΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ
ΤΑ ΡΗΓΜΑΤΑ
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ?**

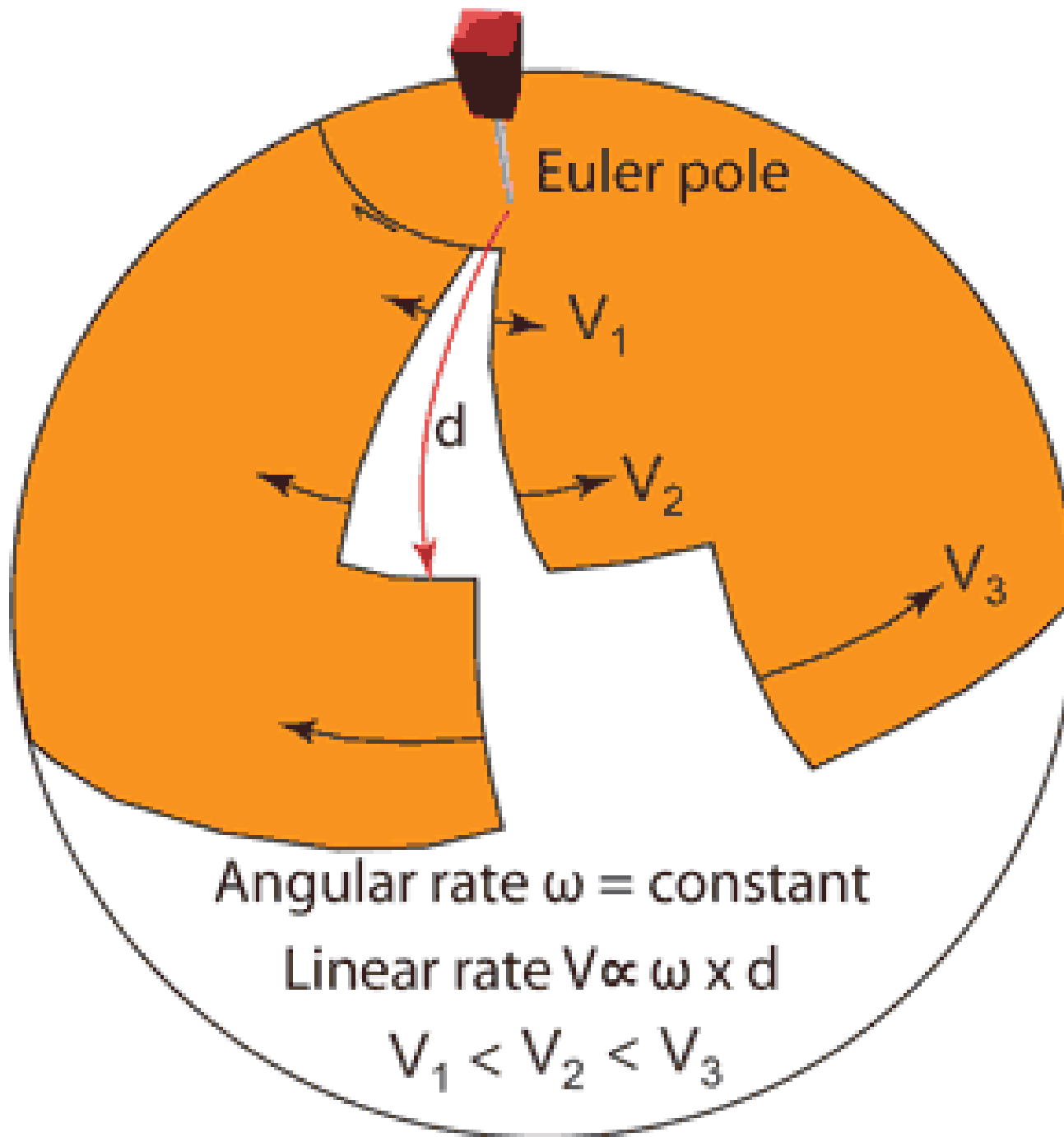
**ΓΙΑΤΙ ΟΙ ΩΚΕΑΝΙΚΕΣ ΡΑΧΕΣ
ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΕΣ?**





1.

Μια διάρρηξη σε ένα σφαιρικό σώμα δεν μπορεί ποτέ να είναι ευθύγραμμη.

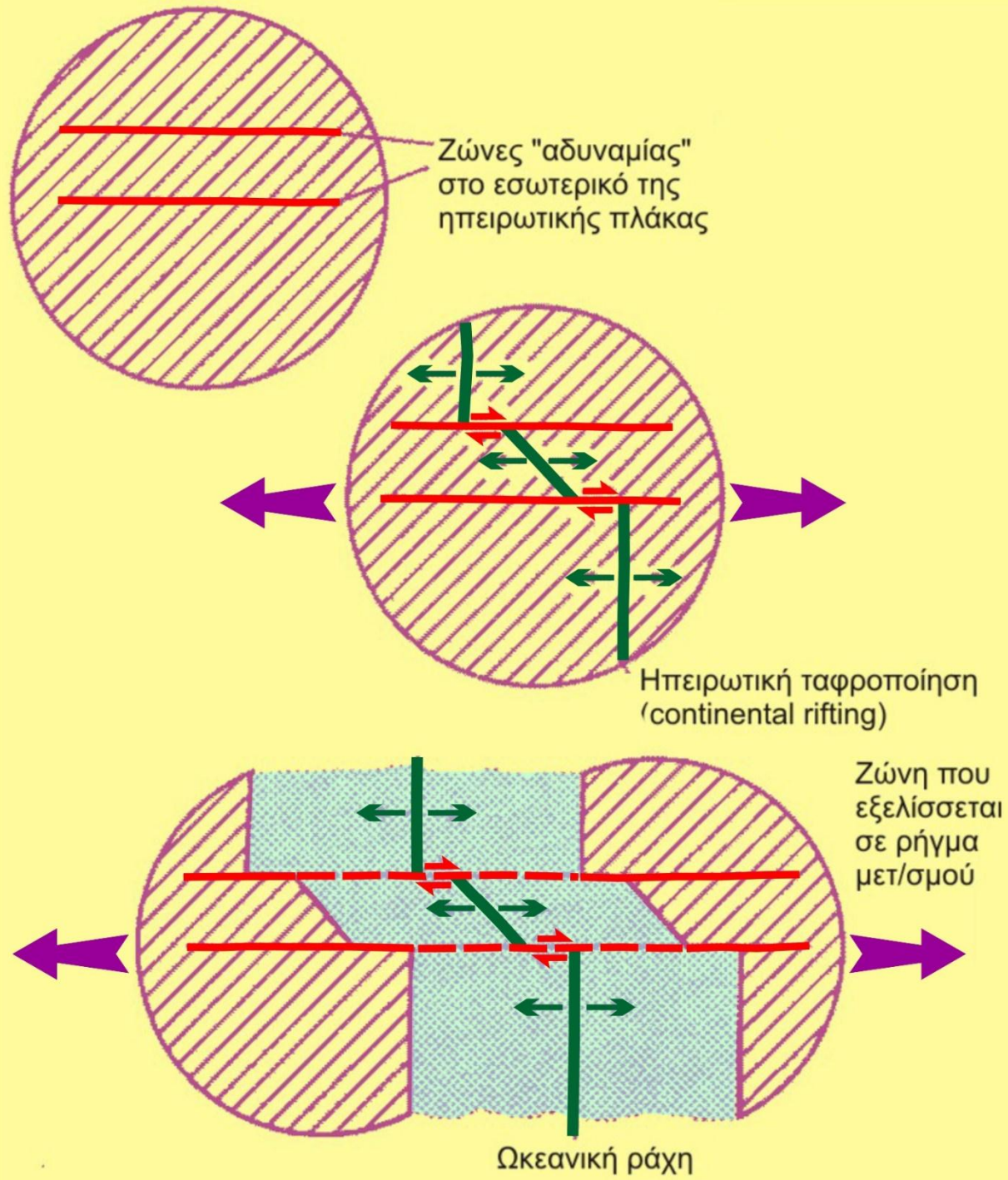


2.

Διαφορετική γραμμική ταχύτητα των ορίων που αποκλίνουν, ανάλογα με την απόσταση από το πόλο Euler.

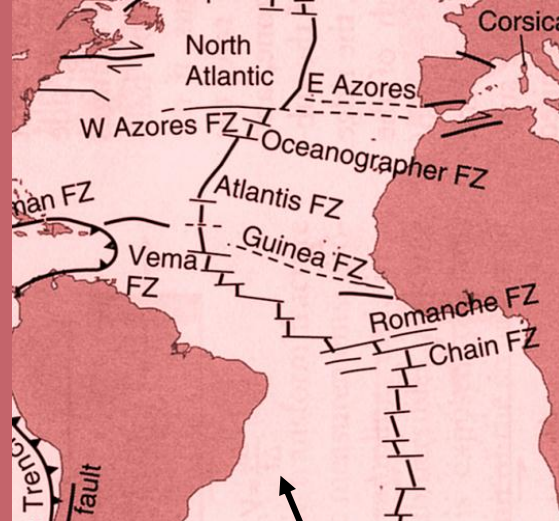
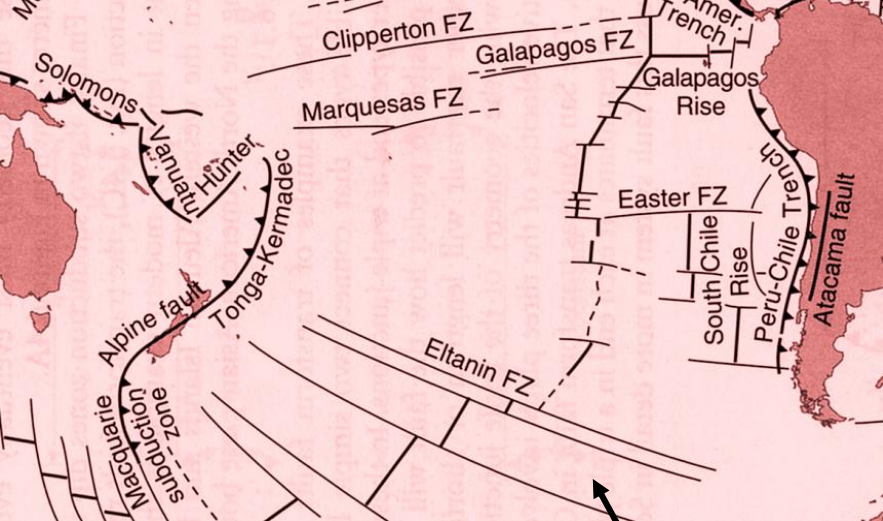
+

Μετακίνηση του πόλου.



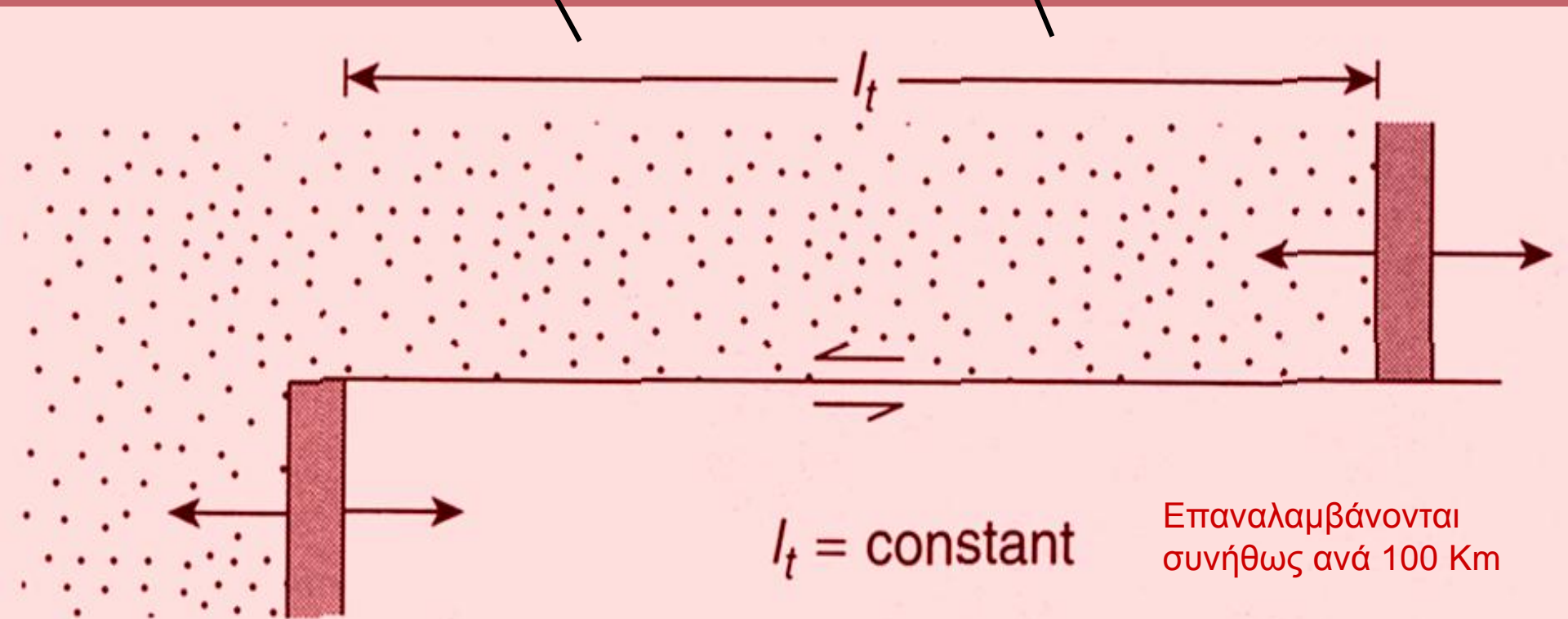
3.

Συσχετισμός με παλιές δομές από το στάδιο της ταφρογένεσης (rifting).



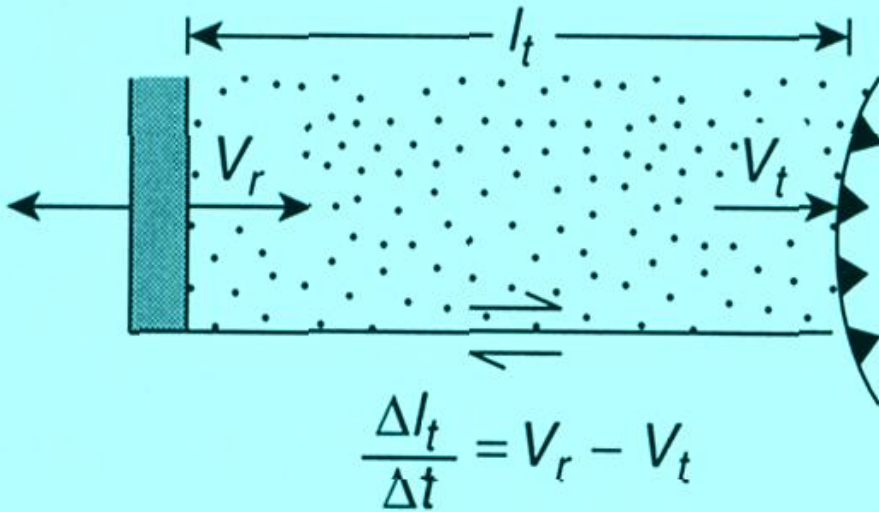
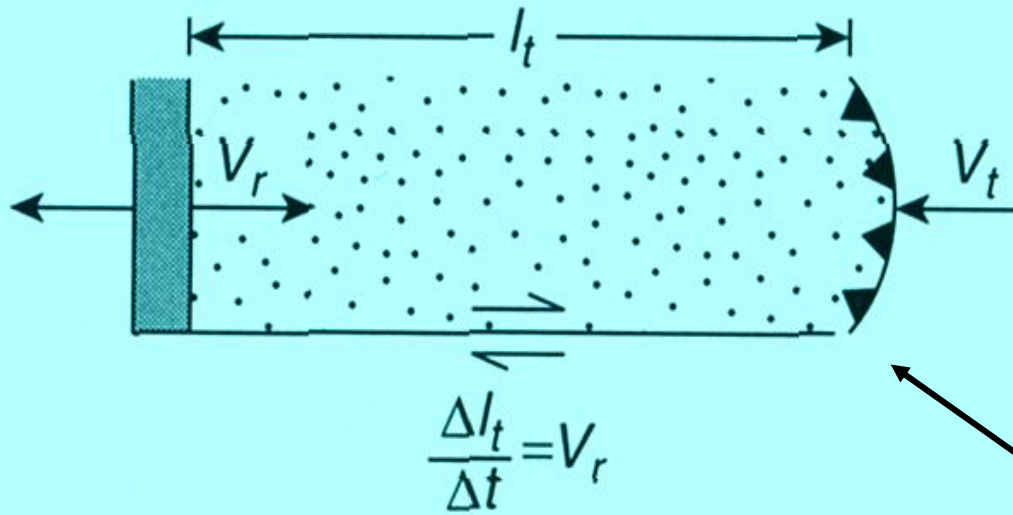
ΤΥΠΟΙ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΣ/ΜΟΥ

ridge-ridge



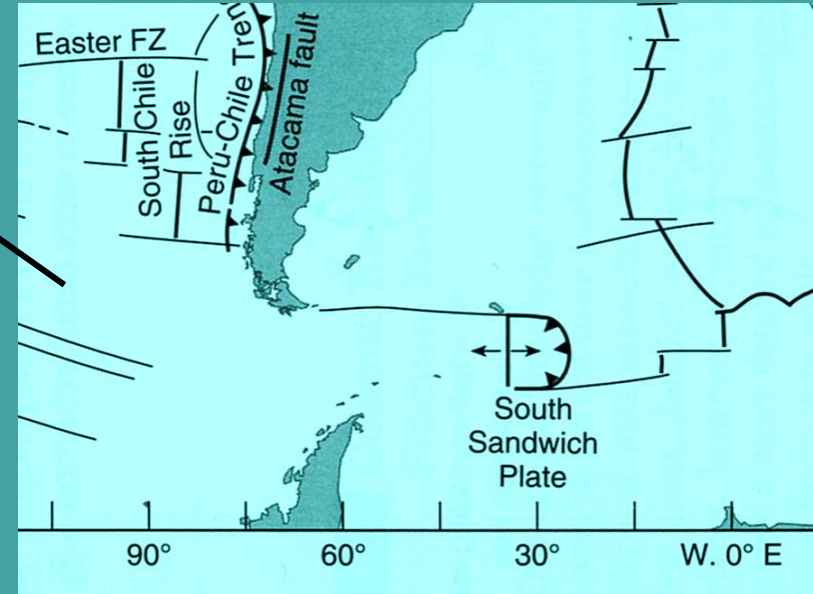
ΤΥΠΟΙ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΣ/ΜΟΥ

ridge-trench



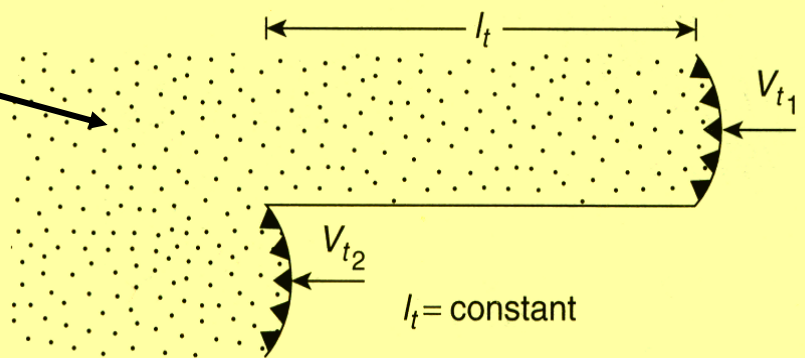
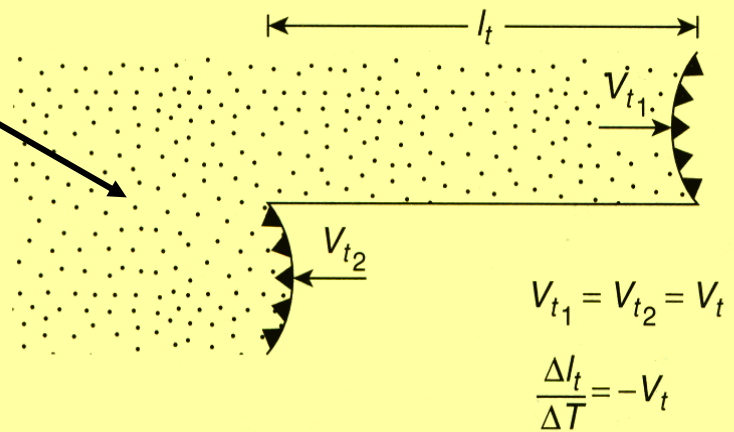
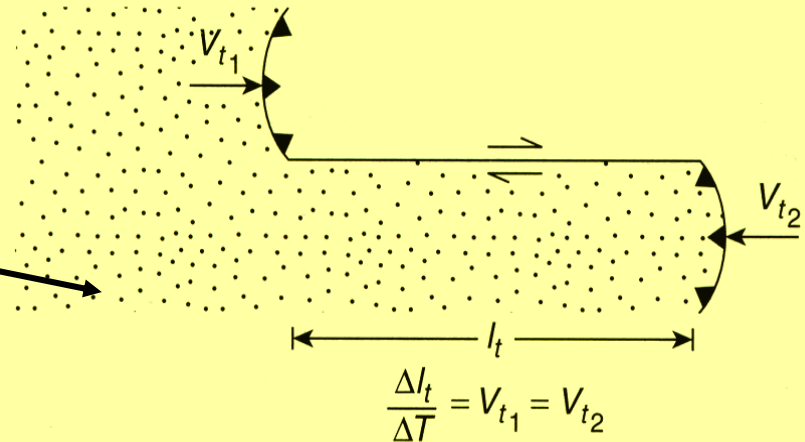
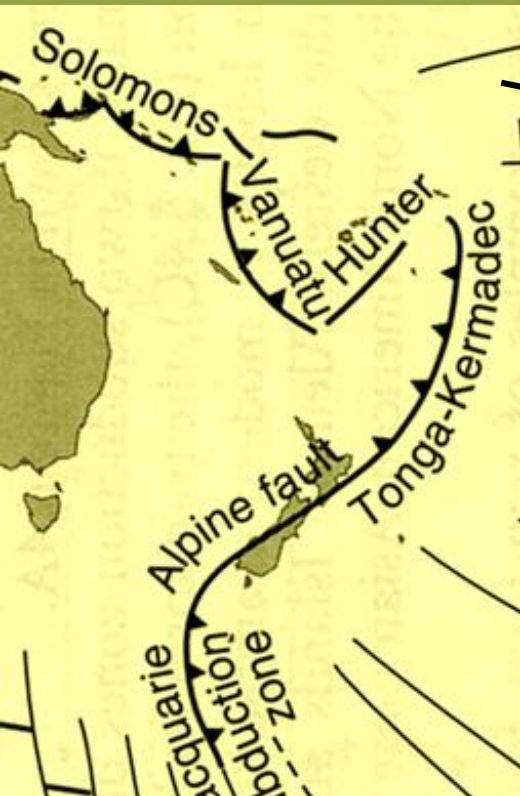
V_r = half-spreading rate

V_t = subduction rate

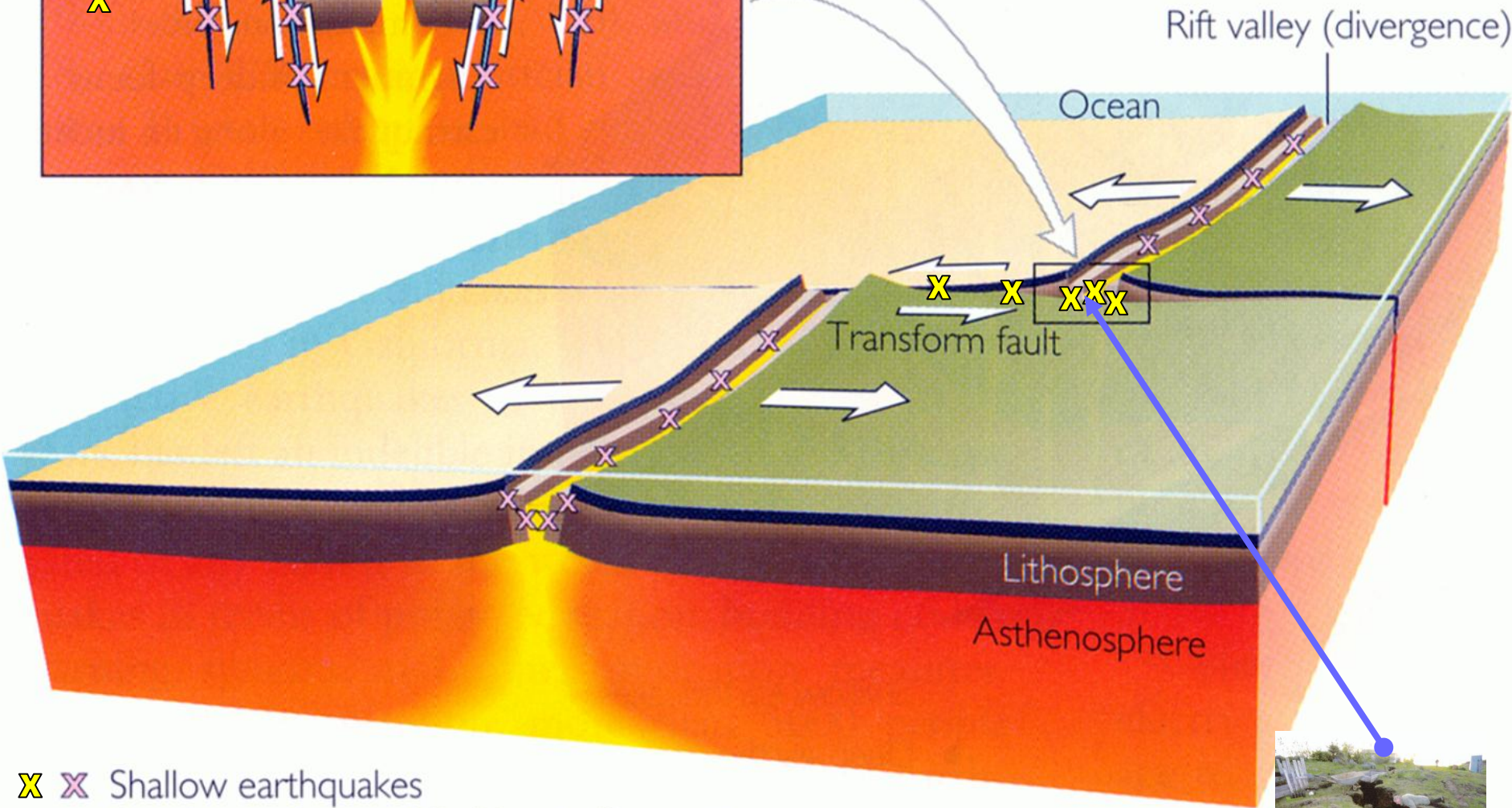
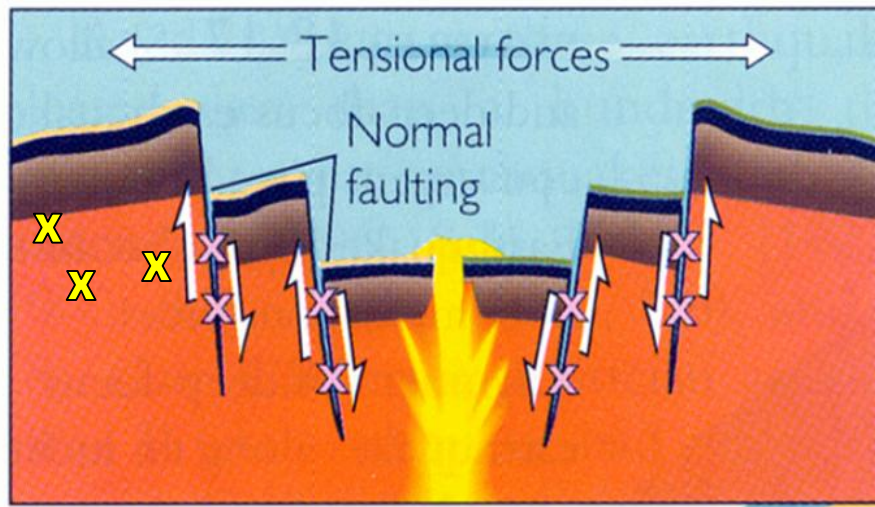


ΤΥΠΟΙ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΣ/ΜΟΥ

trench-trench



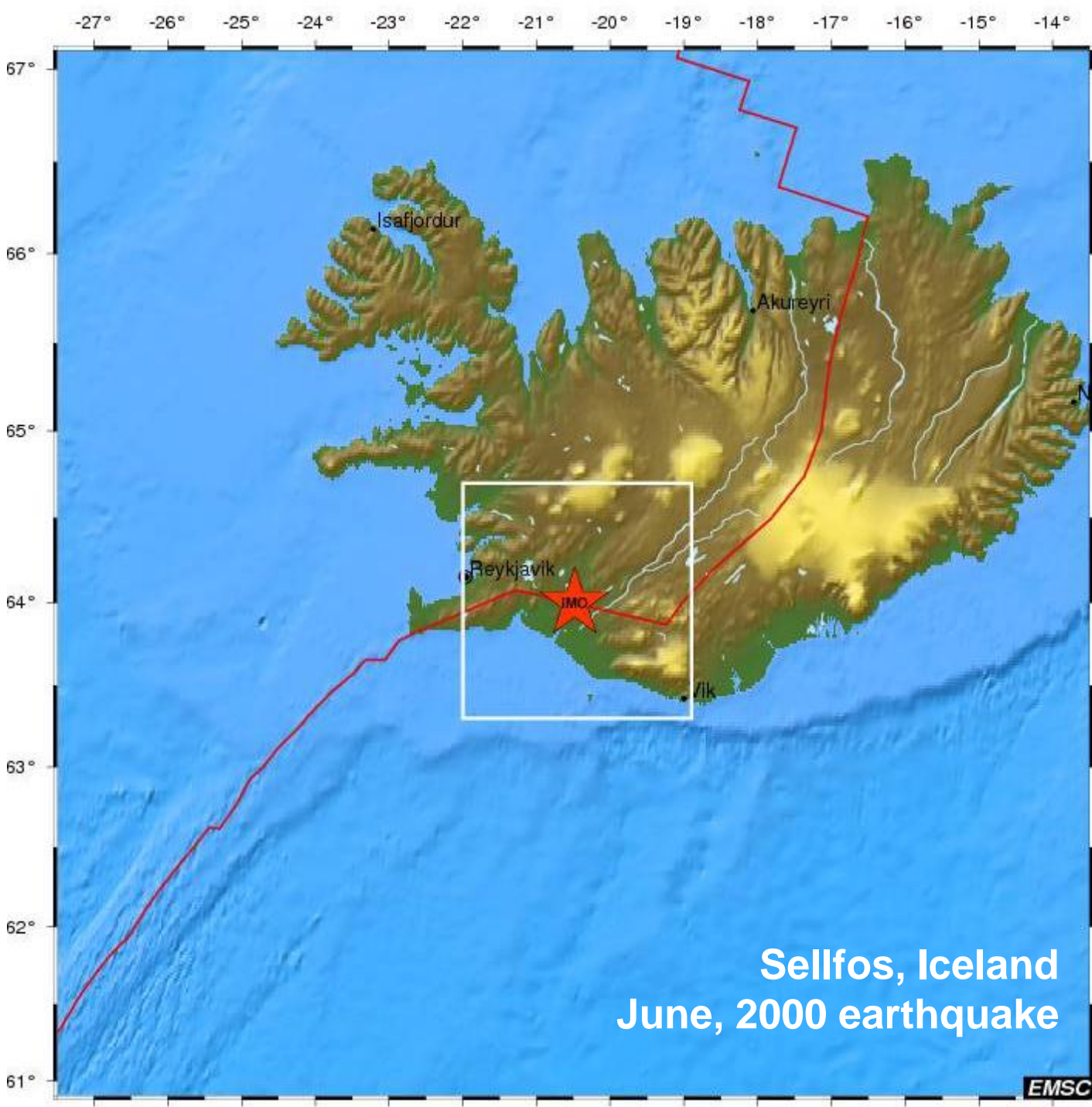
ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΗΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

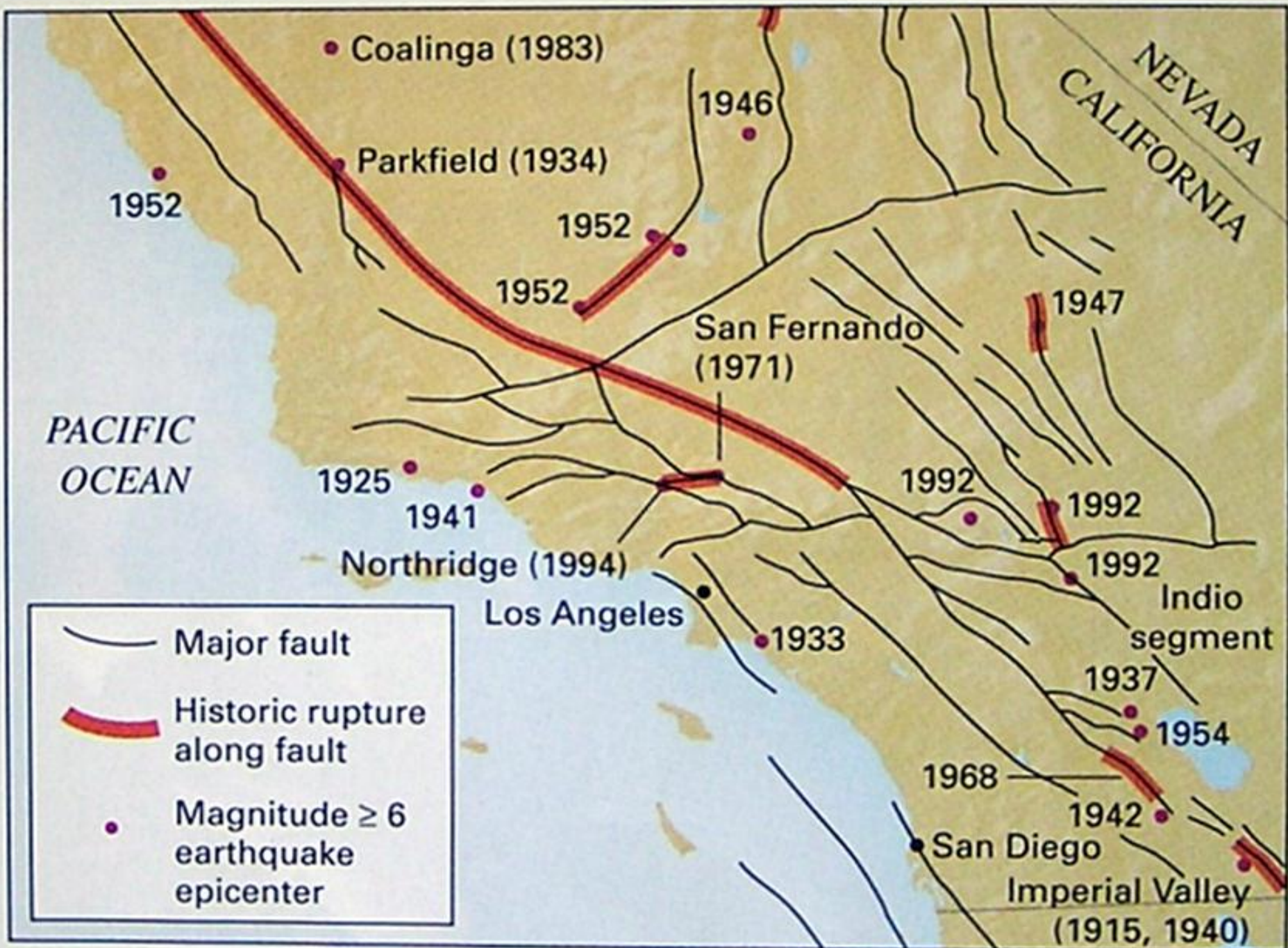


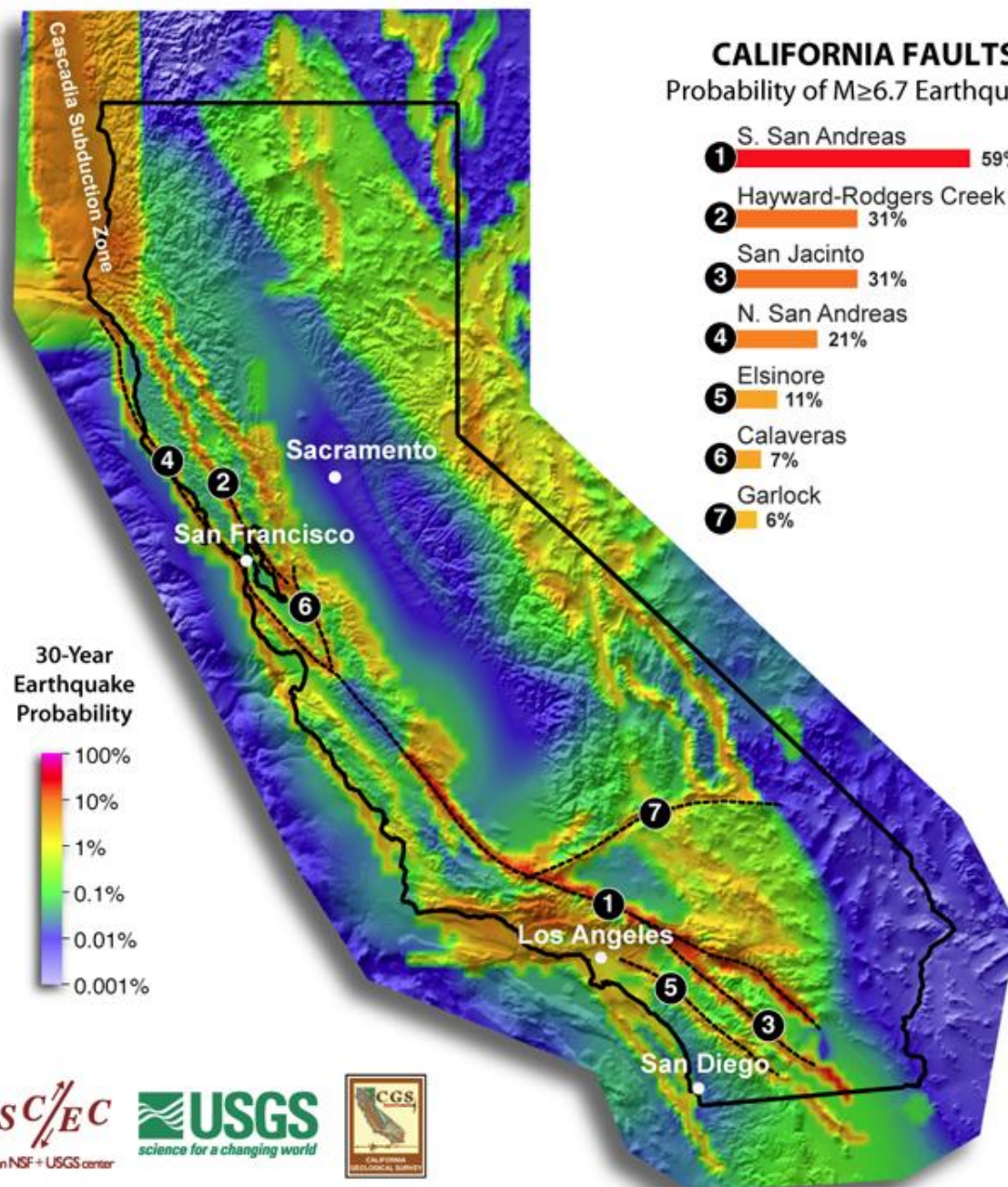
X X Shallow earthquakes
(tension and normal faulting at divergent
boundaries; strike-slip at transform faults)

Διάρρηξη πριν τη συγκέντρωση
υψηλού ποσοστού παραμόρφωσης.



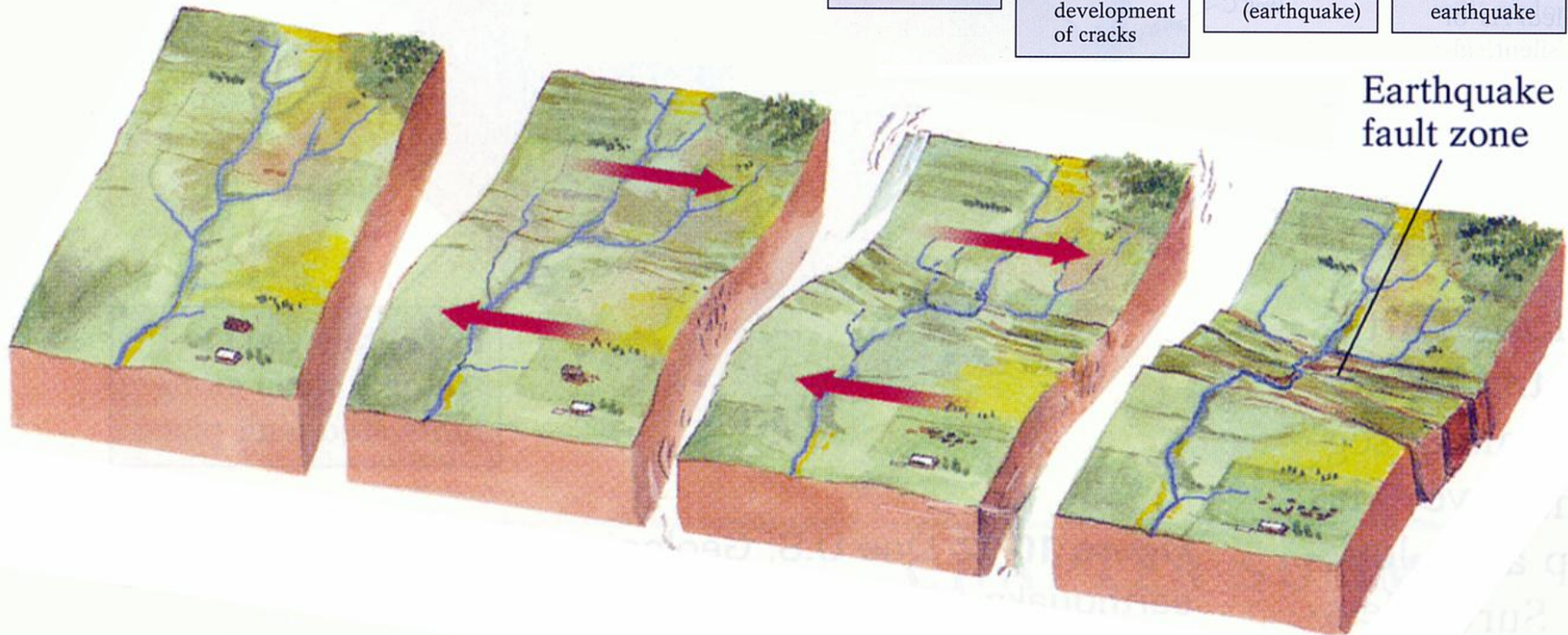
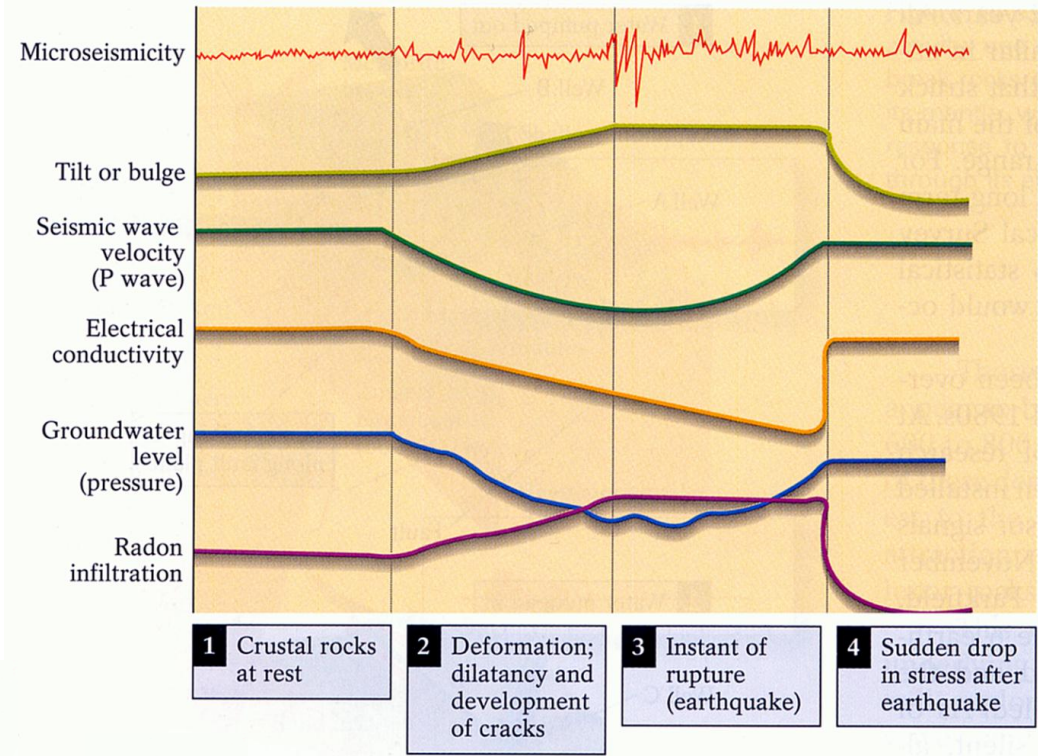




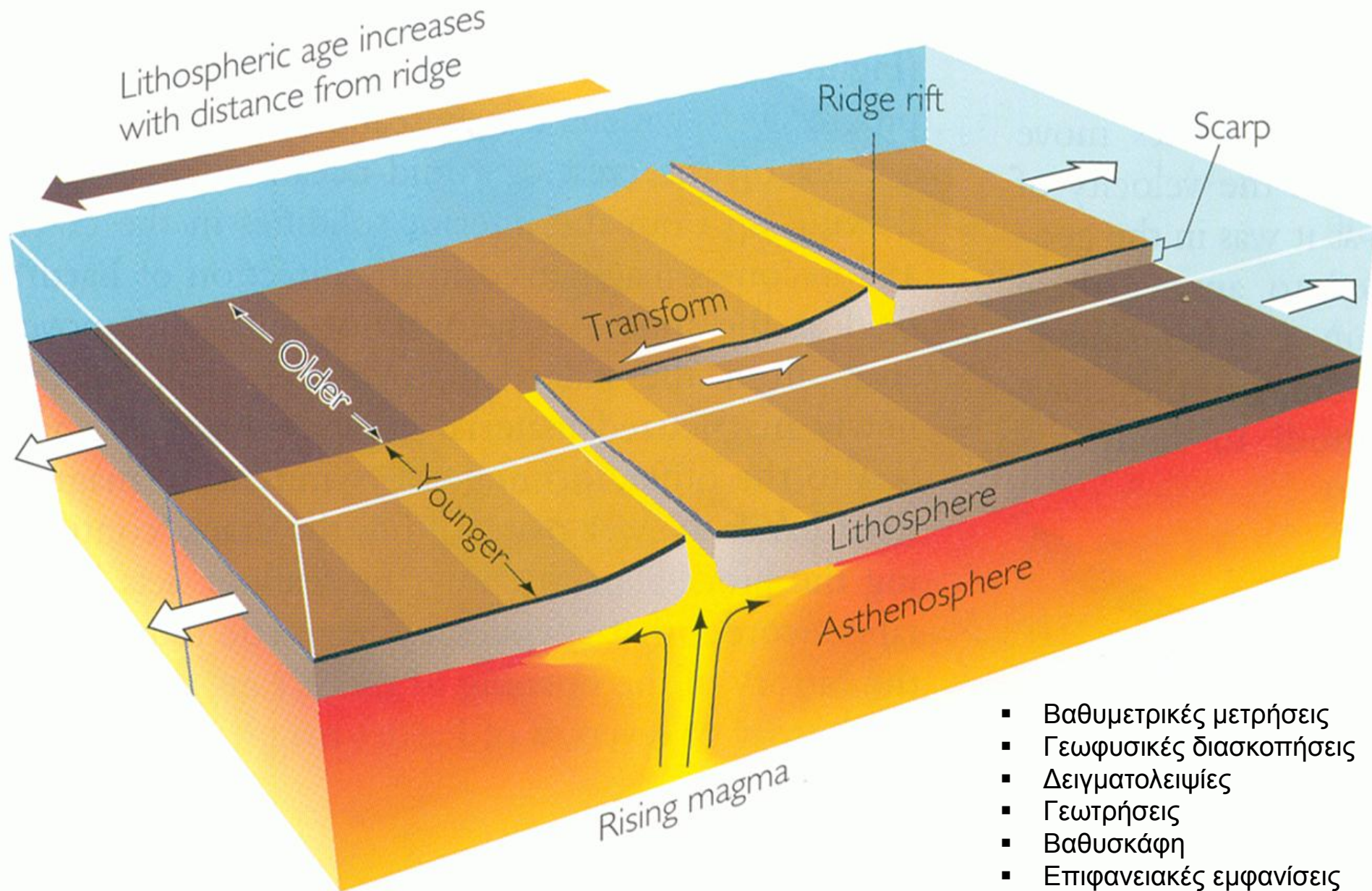


- Τα ηπειρωτικά ρήγματα μετασχηματισμού δίνουν πιο μεγάλα μεγέθη σεισμών.
- Συχνά οι σεισμοί είναι πολύ καταστροφικοί γιατί γειτνιάζουν με πυκνοκατοικημένες περιοχές.

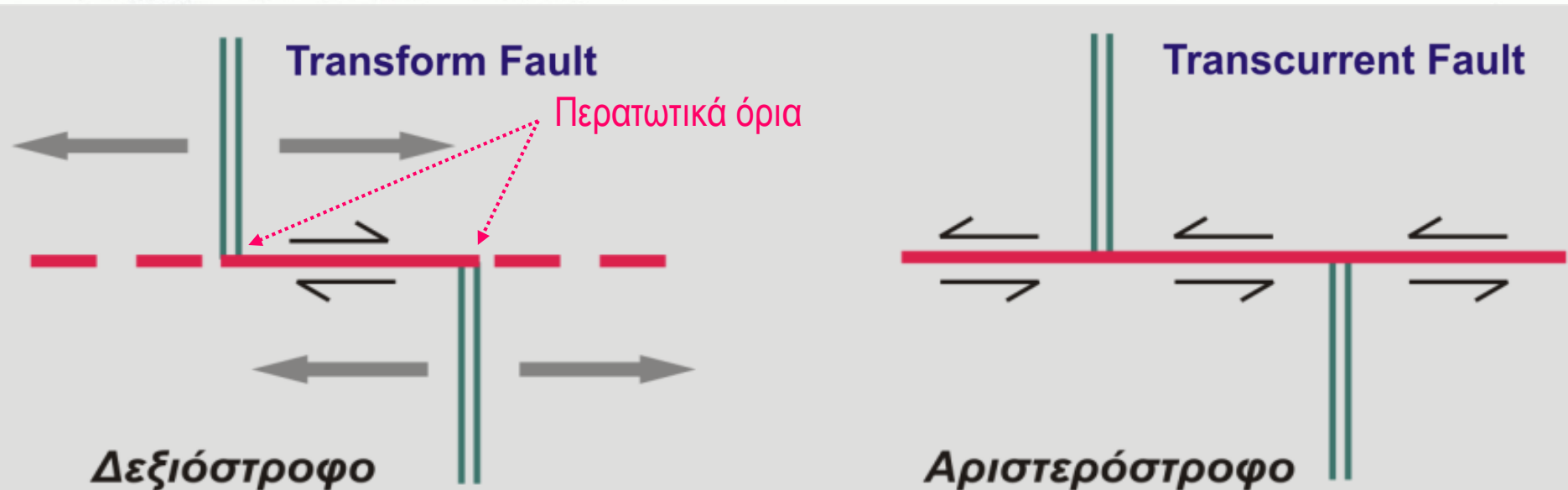
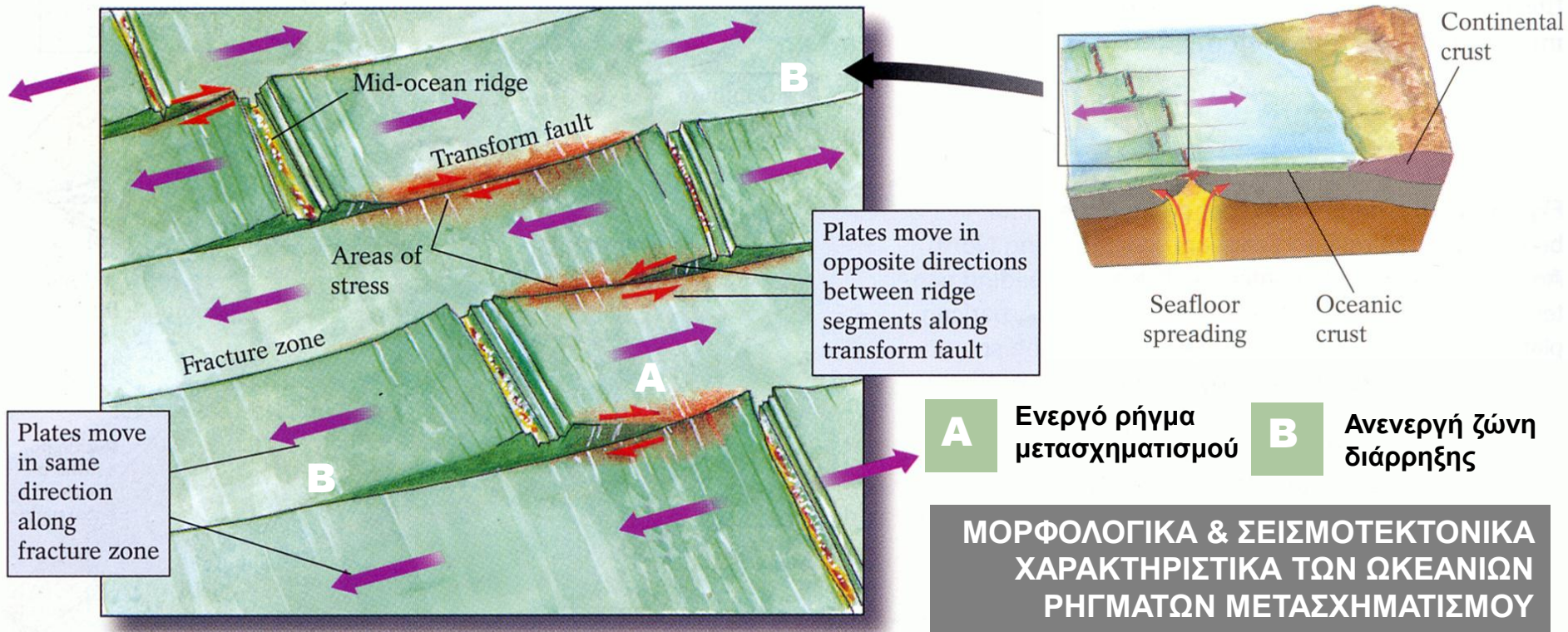
Σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά ηπειρωτικών ΡΗΞΙΓΕΝΩΝ ΖΩΝΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ & Strike-Slip Fault Zones



ΩΚΕΑΝΙΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ



- Βαθυμετρικές μετρήσεις
- Γεωφυσικές διασκοπήσεις
- Δειγματοληψίες
- Γεωτρήσεις
- Βαθυσκάφη
- Επιφανειακές εμφανίσεις



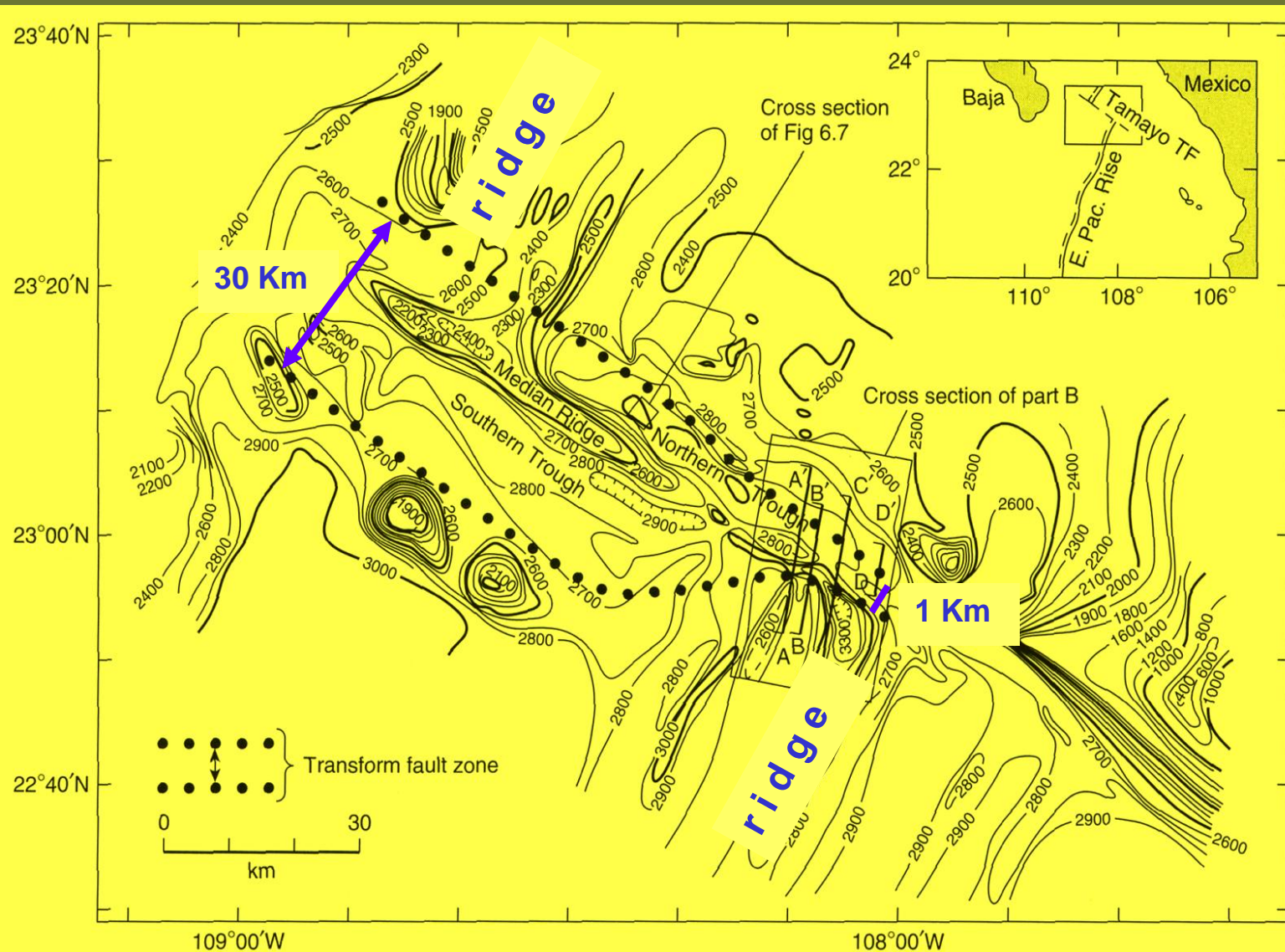
ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΡΗΓΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑ/ΣΜΟΥ

- Δραματική και απότομη αλλαγή στη γεωμετρία των μορφοτεκτονικών δομών.

- Πολύπλοκη και έντονη τοπογραφία.

- Σύνθετη ρηξιγενής ζώνη πλάτους αρκετών Km.

- Αλλαγή στην κλίση του μετώπου ανάμεσα στα τμήματα της ράχης.



- Πιο έντονα μέτωπα στα ridge-ridge ρήγματα ιδίως όταν αυτά έχουν > μήκος και άρα > διαφορά στην ηλικία (θερμοκρασία) εγκάρσια στο ρήγμα.

- Πολύπλοκη γεωλογική δομή (σερπεντινίτες, μυλονιτωμένα βασικά και υπερ-βασικά πλουτώνια πετρώματα, ηφαιστίτες, τουρβιδίτες, κλαστικά πετρώματα, διάπυροι σερπεντινιτών κλπ.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΡΖΜ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΥΝ ΡΑΧΕΣ ΑΡΓΟΥ ΡΥΘΜΟΥ (< 5 cm/yr)

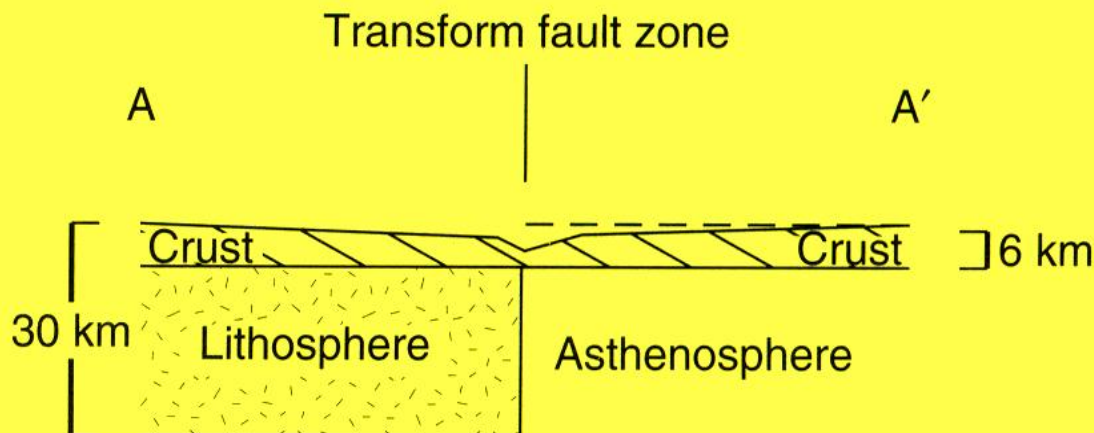
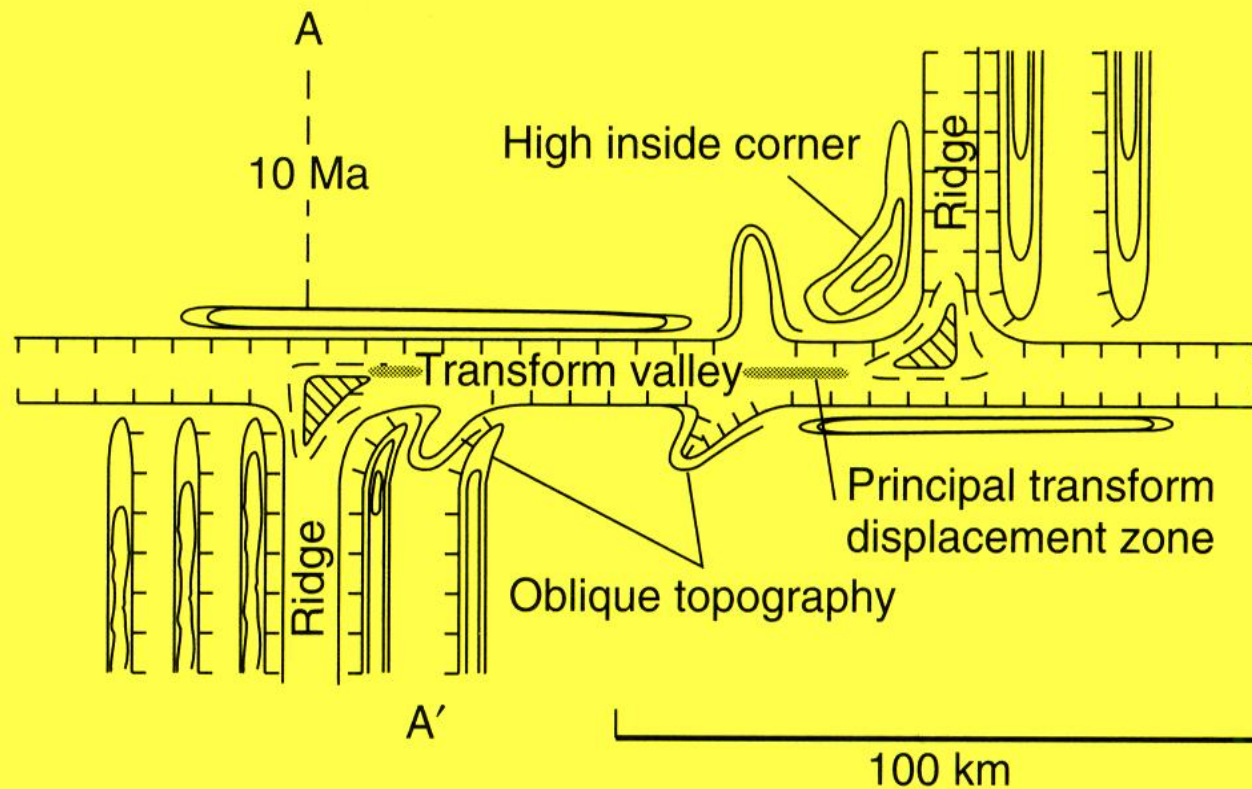
- Έντονη μορφολογικά λεκάνη κατά μήκος της ρηξιγενούς ζώνης μετασχηματισμού (ΡΖΜ).
- Στενή ΡΖΜ (≈ 1 km) που εκτονώνει το μεγαλύτερο μέρος της κίνησης.
- Έντονες μεταβολές στο πάχος της λιθόσφαιρας. Παλαιότερης ηλικίας λιθόσφαιρα ψυχρότερη και άρα παχύτερη απ' ότι η νεότερης ηλικίας.

Στο παράδειγμα της διπλανής εικόνας:

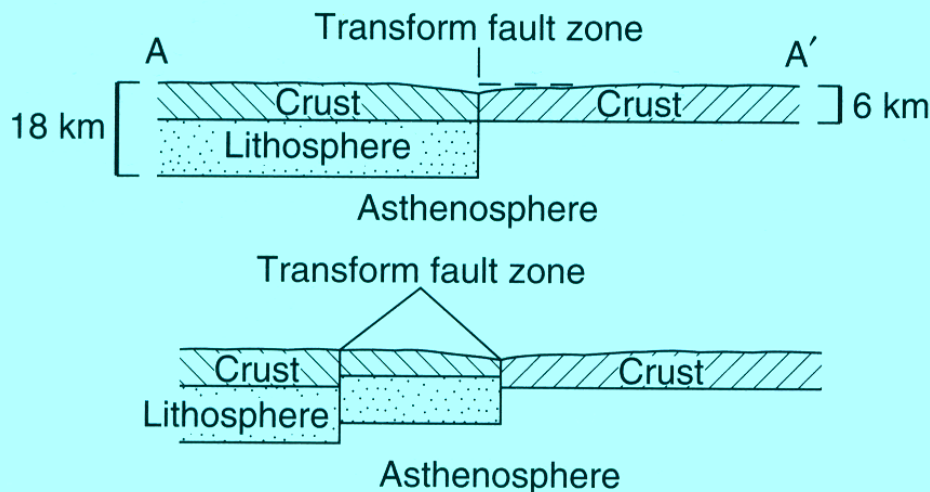
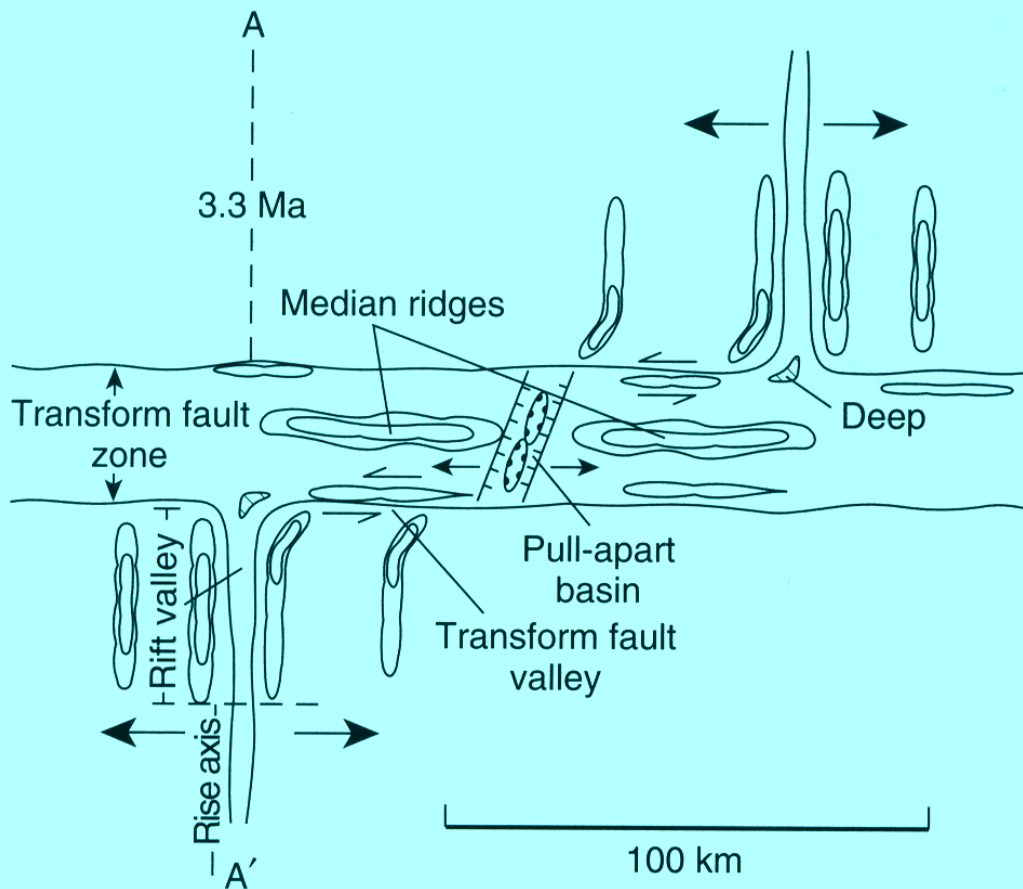
- μήκος ΡΖΜ $\rightarrow 100$ Km.
- διάνοιξη στις ράχες $\rightarrow 2$ cm/yr.
- άρα στην άλλη άκρη 10 Ma και πάχος 30 Km.

Η διαφορά αυτή τείνει να εμποδίσει τη μετανάστευση και επέκταση της Ρ.Ζ. μετασχηματισμού.

- μικρή εκλέπτυνση του φλοιού κάτω από τη ράχη και στην άμεση γειτονία με την ΡΖΜ.



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Ρ.Ζ.Μ. ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΥΝ ΡΑΧΕΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ (5-9 cm/yr)



- Πιο πλατειά ΡΖΜ που εκτονώνει την κίνηση.
- Εναλλαγές ράχων (διεισδύσεις) και λεκανών (εφελκυσμός) // στην ΡΖΜ.
- Δημιουργία pull-apart λεκανών σε λοξή διάταξη ως προς την ΡΖΜ.
- Πιθανά περισσότερες από μία ζώνες οριζόντιας ολίσθησης.
- Λιγότερο έντονες μεταβολές στο πάχος της λιθόσφαιρας (λόγω μικρότερων ηλικιακών διαφορών).

Στο παράδειγμα της διπλανής εικόνας:

- μήκος ΡΖΜ → 100 Km.
- διάνοιξη στις ράχες → 6 cm/yr.
- πάχος σημερινής λιθόσφαιρας κάτω από τη ράχη 6 Km.
- εγκάρσια της ΡΖΜ πάχος παλαιότερης λιθόσφαιρας (3,3 m.y.) 18 Km.
- μικρή εκλέπτυνση του φλοιού κάτω από τη ράχη και στην άμεση γειτονία με την ΡΖΜ.

- Αν οι ζώνες οριζόντιας ολίσθησης είναι περισσότερες από μία η προσαύξηση του πάχους της λιθόσφαιρας κυμαίνεται εγκάρσια στη ΡΖΜ.

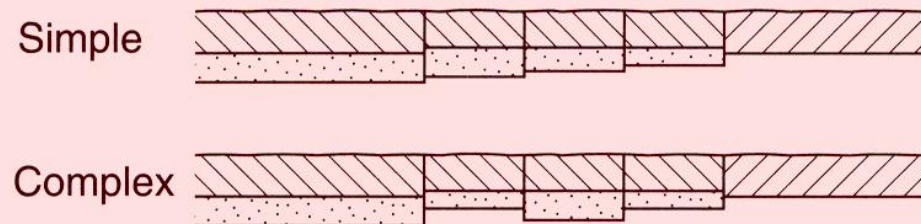
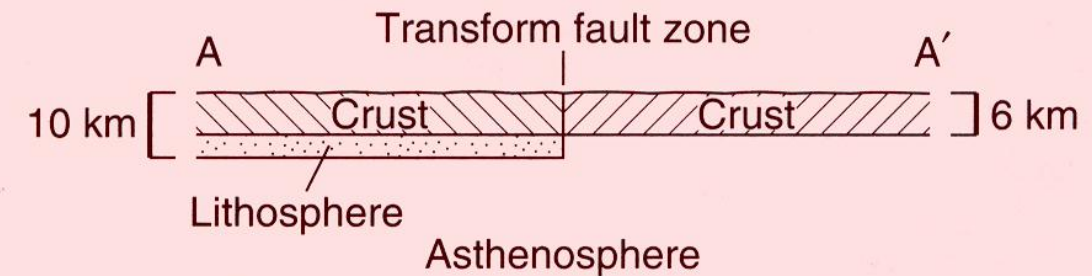
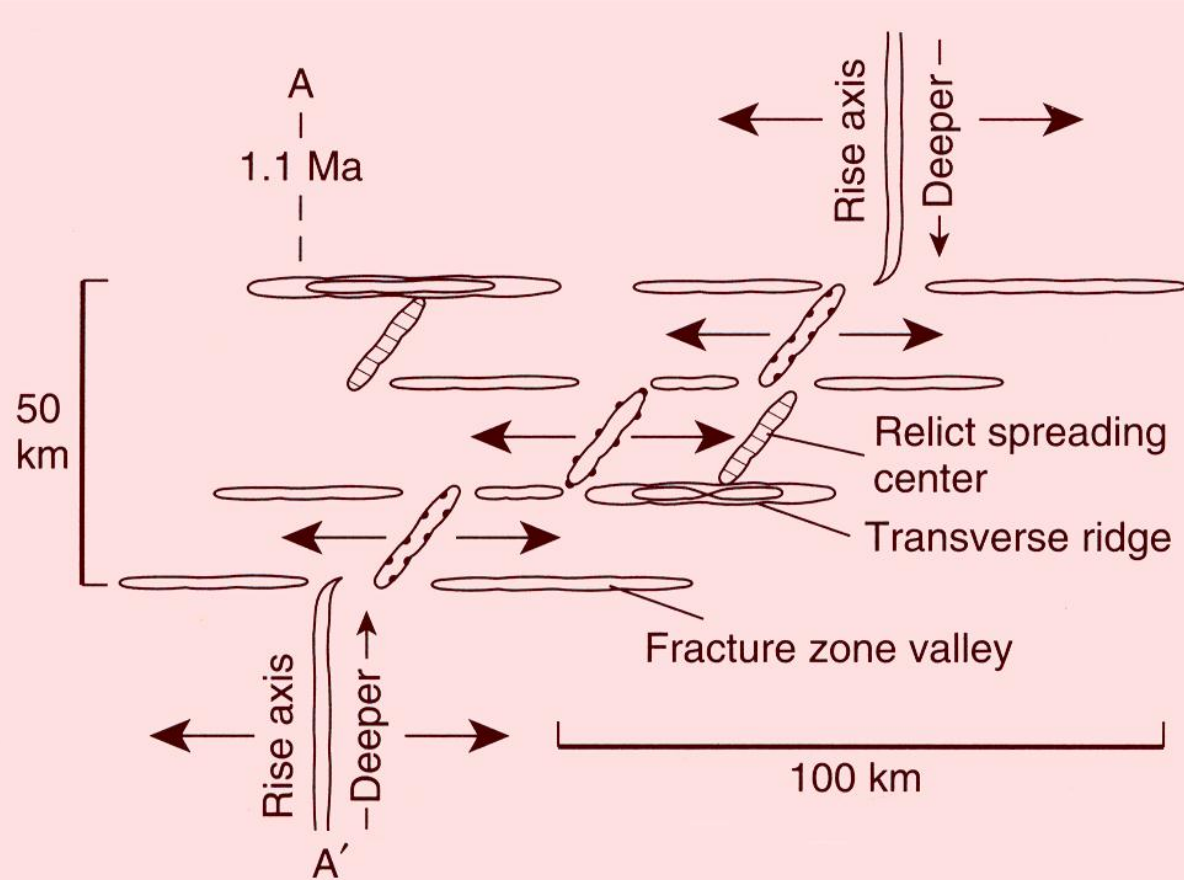
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Ρ.Ζ.Μ. ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΟΥΝ ΡΑΧΕΣ ΓΡΗΓΟΡΟΥ ΡΥΘΜΟΥ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ (9-18 cm/yr)

- Πλατειά ΡΖΜ (10 – 100 Km ή >) με πολύπλοκη δομή ρηγμάτων.
- Περιλαμβάνει ράχες, κοιλάδες αλλά και μικρά κέντρα διάνοιξης ή pull-apart basins (ενεργά ή όχι), που κατανέμονται σε όλο το πλάτος της ζώνης και διατάσσονται συνήθως λοξά ως προς τη φορά διάνοιξης.
- Πολύ μικρές μεταβολές στο πάχος της λιθόσφαιρας (λόγω πολύ μικρών ηλικιακών διαφορών στην ωκεανική λιθόσφαιρα). ΔΥΣΚΟΛΟΣ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ

Στο παράδειγμα της διπλανής εικόνας:

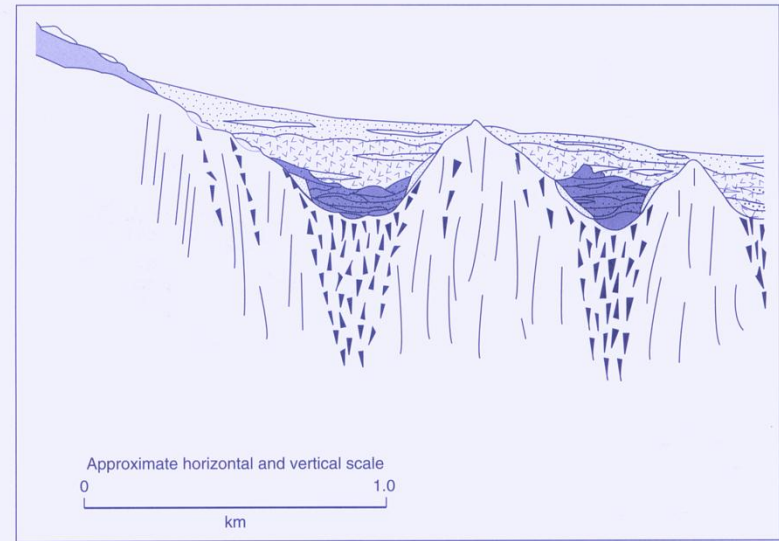
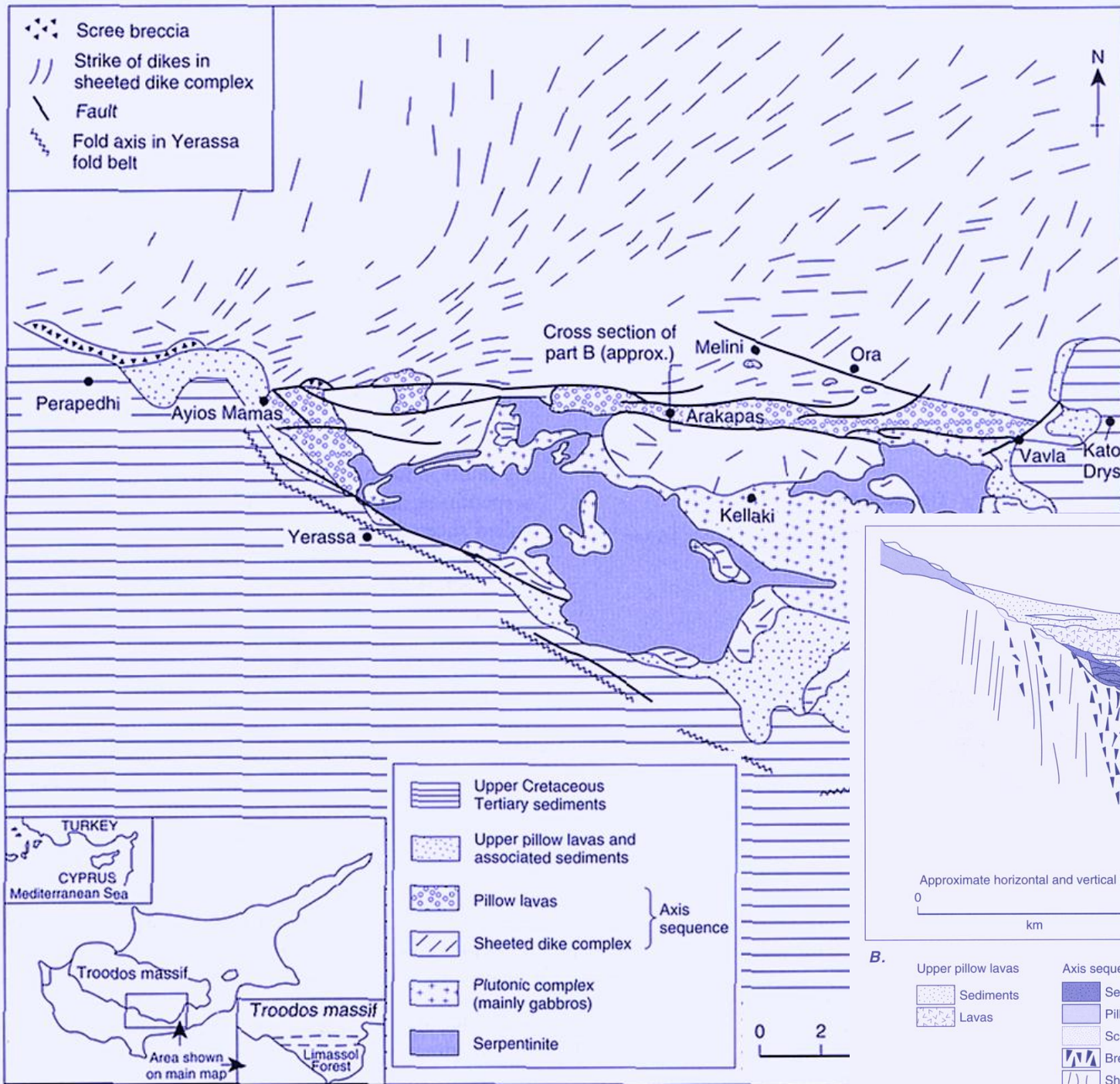
- μήκος ΡΖΜ → 100 Km.
- διάνοιξη στις ράχες → 12 cm/yr.
- πάχος σημερινής λιθόσφαιρας κάτω από τη ράχη 6 Km.
- εγκάρσια της ΡΖΜ πάχος της ελάχιστα παλαιότερης λιθόσφαιρας (1,1 m.y.) 10 Km.

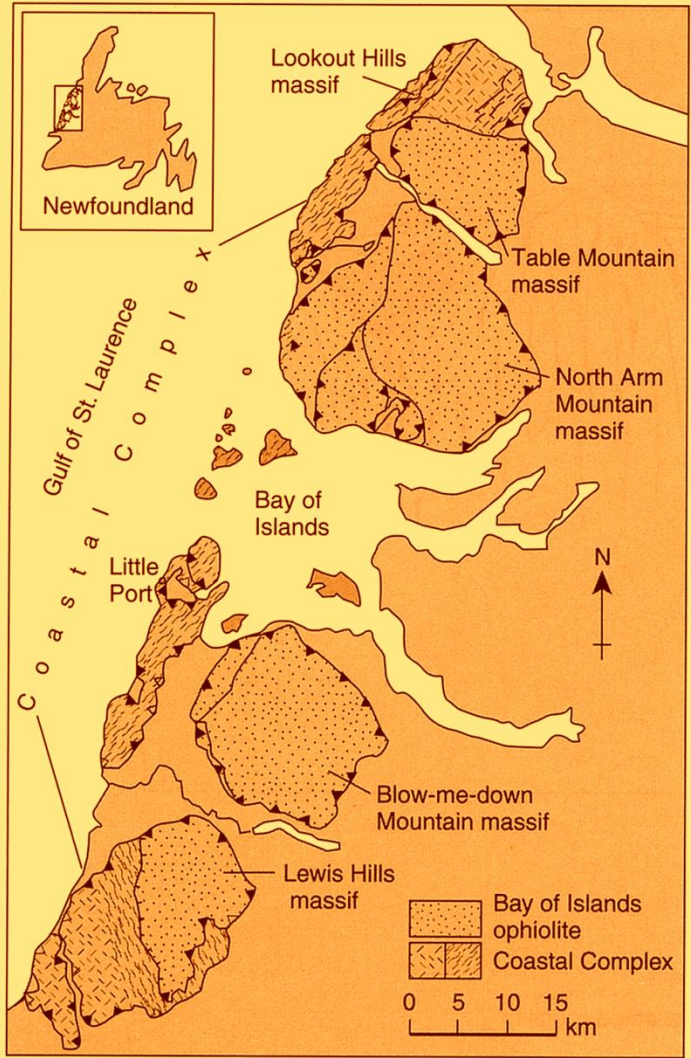
- Ανάλογα με τη δομή, τη θέση και τον αριθμό των επιφανειών ολίσθησης της ΡΖΜ, η μετάβαση από το παχύτερο στο λεπτότερο τμήμα της λιθόσφαιρας μπορεί να είναι απλή ή σύνθετη.



ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΕΣ ΩΚΕΑΝΙΕΣ Ρ.Ζ.Μ.

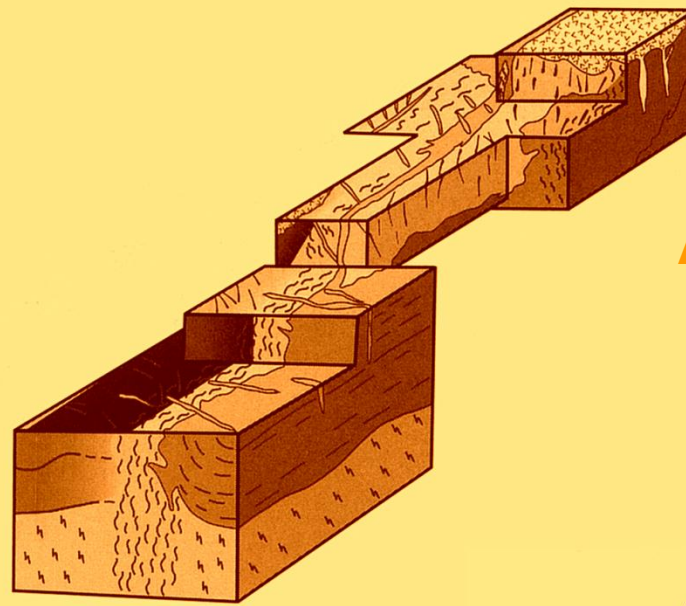
Το παράδειγμα του
ρήγματος του Αρακαπά
στη Λεμεσό στην Κύπρο
(οφιολιθικό σύμπλεγμα
Τρόδος).




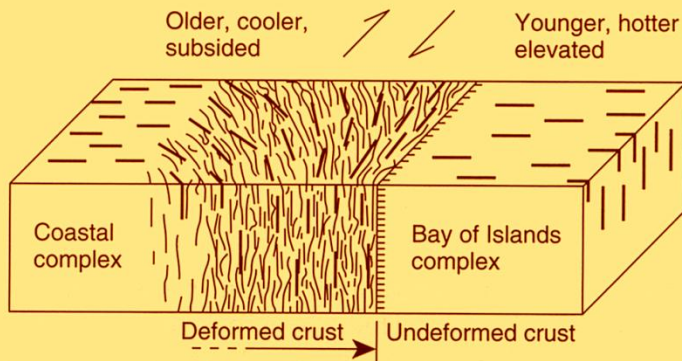
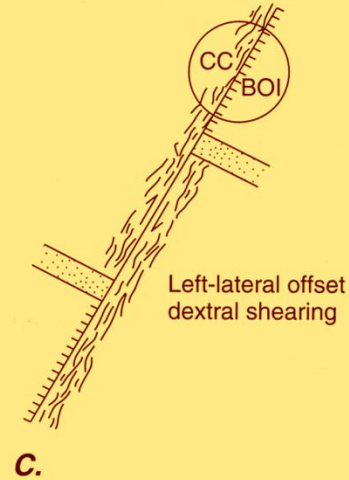


Το παράδειγμα του Coastal Complex στη Newfoundland (Bay of Islands ophiolite complex).

ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΕΣ P.Z.M.



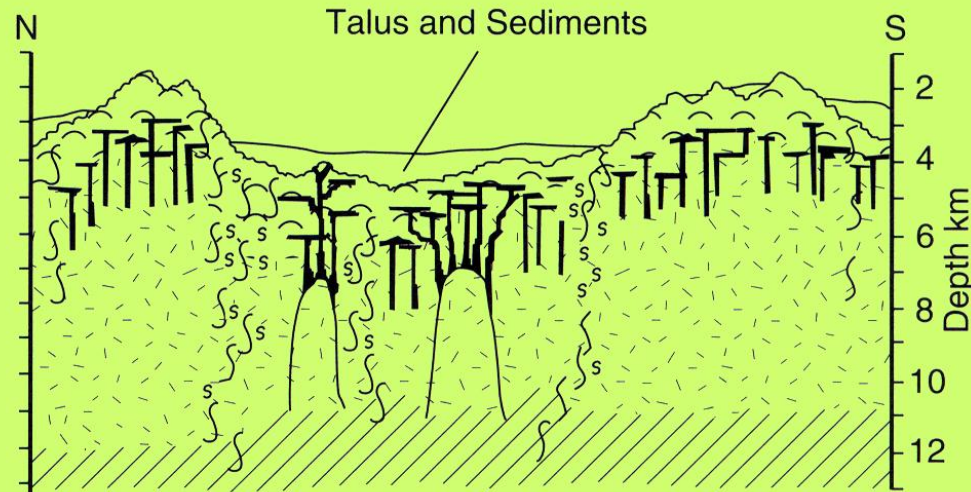
-  Volcanic rocks
-  Late dikes
-  Dike complex, general trends
-  Older dikes
-  Intrusive rocks, with layering
-  Mantle tectonite
-  Sheared rocks



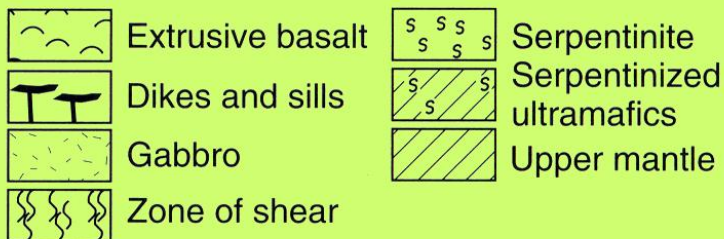
ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΤΙΣ Ρ.Ζ.Μ.



A.



B.



- Το τυπικό οφιολιθικό σύμπλεγμα παρουσιάζεται μερικά μεταμορφωμένο και διασχίζεται από τεκτονισμένες ζώνες με έντονα φαινόμενα σερπεντινιτώσεως.

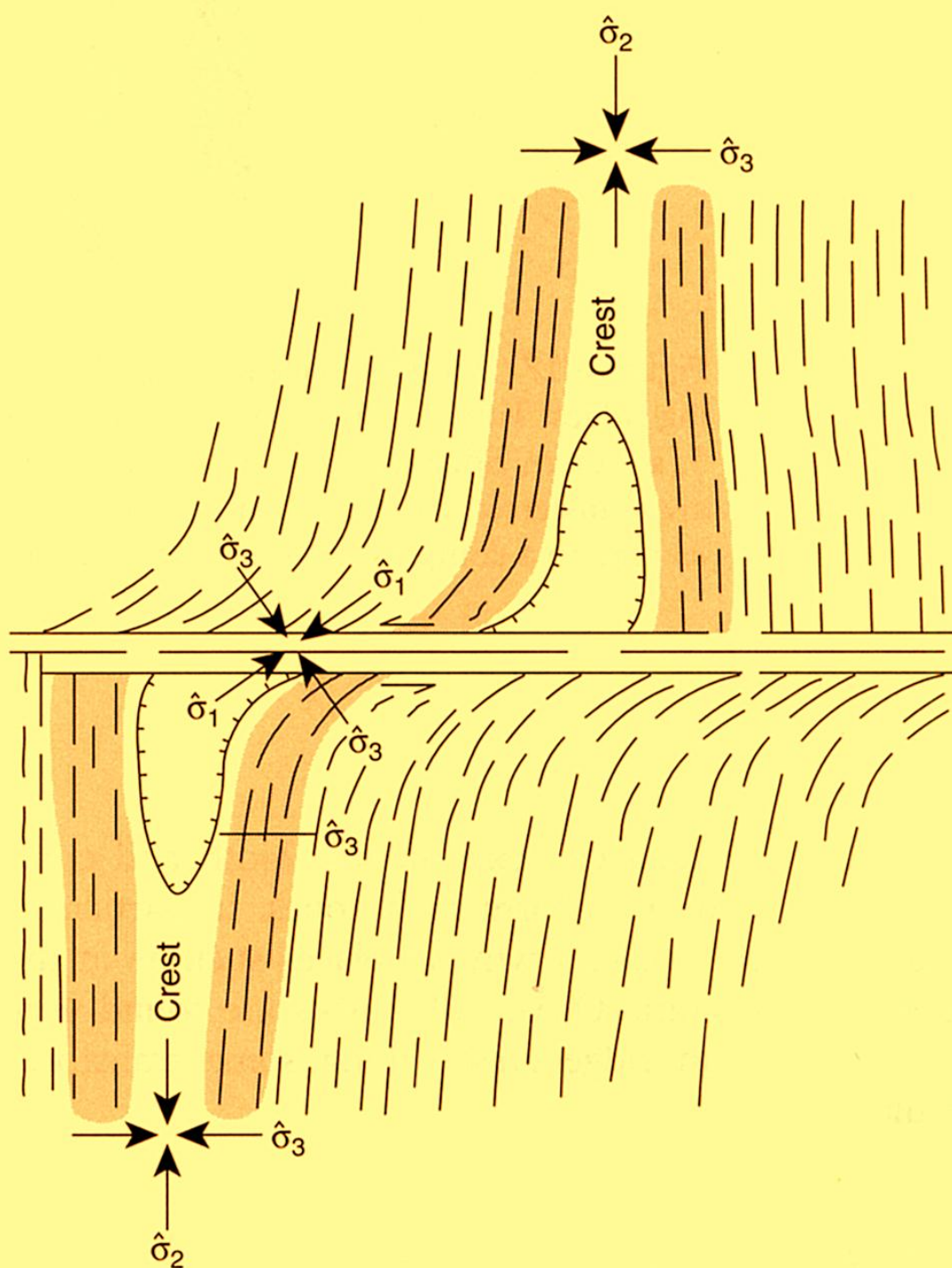
- Διάπυροι σερπεντινιτών διεισδύουν κατά μήκος των ρηξιγενών ζωνών, τέμνουν την τυπική οφιολιθική ακολουθία και σχηματίζουν τεκτονικά κέρατα. Οι σερπεντινίτες μπορούν να καλύψουν μεγάλη περιοχή των ΡΖΜ.

- Κλαστικό υλικό συγκεντρώνεται στα μορφολογικά μέτωπα και νεότερες διεισδύσεις καλύπτουν τόσο τα τεκτονισμένα πετρώματα αλλά και το υλικό αυτό.

- Μορφολογική και γεωλογική πολυπλοκότητα οφείλονται εν μέρει στην τάση των ΡΖΜ να ακολουθούν μικρούς κύκλους γύρω από τον πόλο περιστροφής, ο οποίος ταυτόχρονα μεταναστεύει σχετικά και με τις δύο πλάκες κατά τη διάρκεια της διάνοιξης.

- Έτσι η ΡΖΜ «προσαρμόζεται» με αλλαγή των γεωμετρικών και κινηματικών χαρακτηριστικών με εναλλασσόμενα πεδία εφελκυστικής ή συμπιεστικής παραμόρφωσης.

ΜΟΝΤΕΛΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΤΙΣ Ρ.Ζ.Μ.



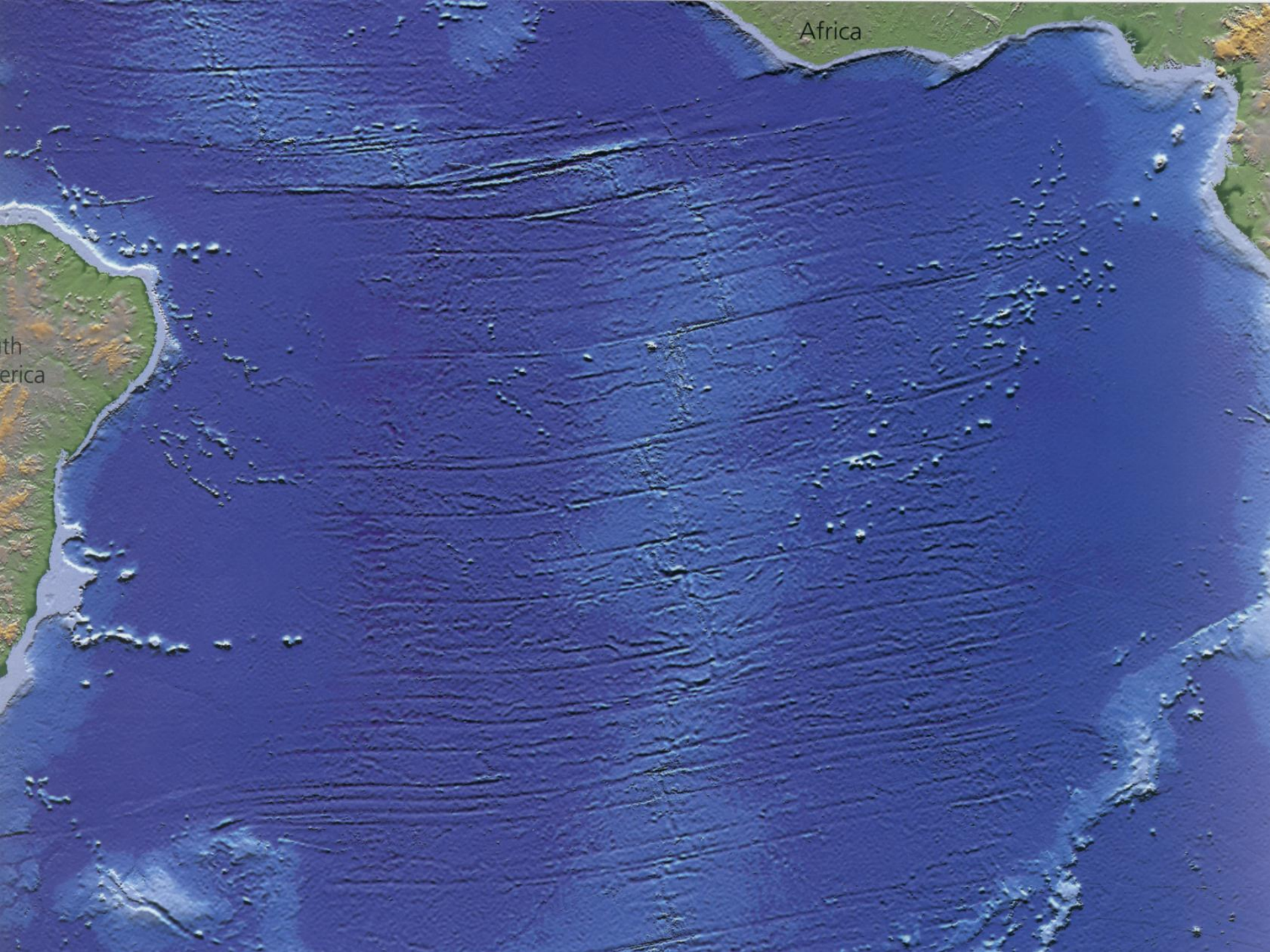
- Σύνθετη γεωλογική δομή με ΤΕΚΤΟΝΙΣΜΕΝΟ ΩΚΕΑΝΙΚΟ ΦΛΟΙΟΪ να τέμνεται και να καλύπτεται από διεισδύσεις και εκχύσεις, αλλά και ιζήματα.

- Η εκλέπτυνση του φλοιού κοντά στις ΡΖΜ οφείλεται στο ιδιόμορφο θερμικό καθεστώς της λιθόσφαιρας στην περιοχή αυτή που έχει ως αποτέλεσμα την μερική ψύξη της ανερχόμενης λιθόσφαιρας που οδηγεί σε μικρότερο διαχωρισμό του τήγματος από το στερεό μανδύα, άρα λιγότερο μάγμα είναι διαθέσιμο για το σχηματισμό φλοιού και έτσι αυτός γίνεται λεπτότερος.

- Ο ίδιος μηχανισμός ερμηνεύει την ανάπτυξη αξονικών κοιλάδων πλησίον των ΡΖΜ στις ράχες ταχείας διάνοιξης, γιατί το θερμοδυναμικό καθεστώς τις κάνει να συμπεριφέρονται σαν αργής διάνοιξης και άρα να δίνουν κοιλάδα.

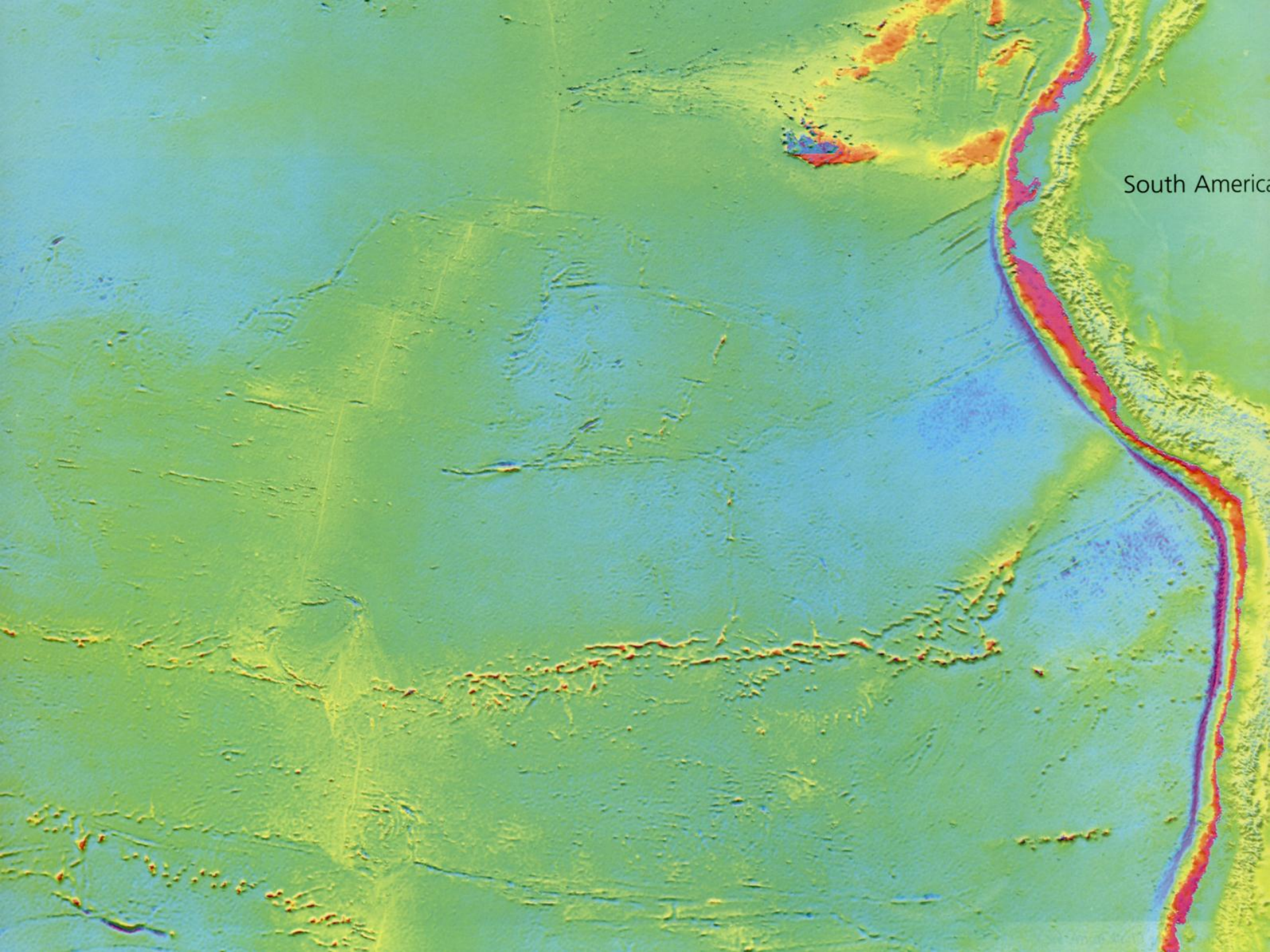
- Οι propagating ridges συμβάλλουν επίσης στην πολυπλοκότητα των ΡΖΜ.

- Η δραματική αλλαγή των μορφοτεκτονικών χαρακτηριστικών στις ΡΖΜ είναι το αποτέλεσμα της αλλαγής του προσανατολισμού του εντατικού πεδίου.

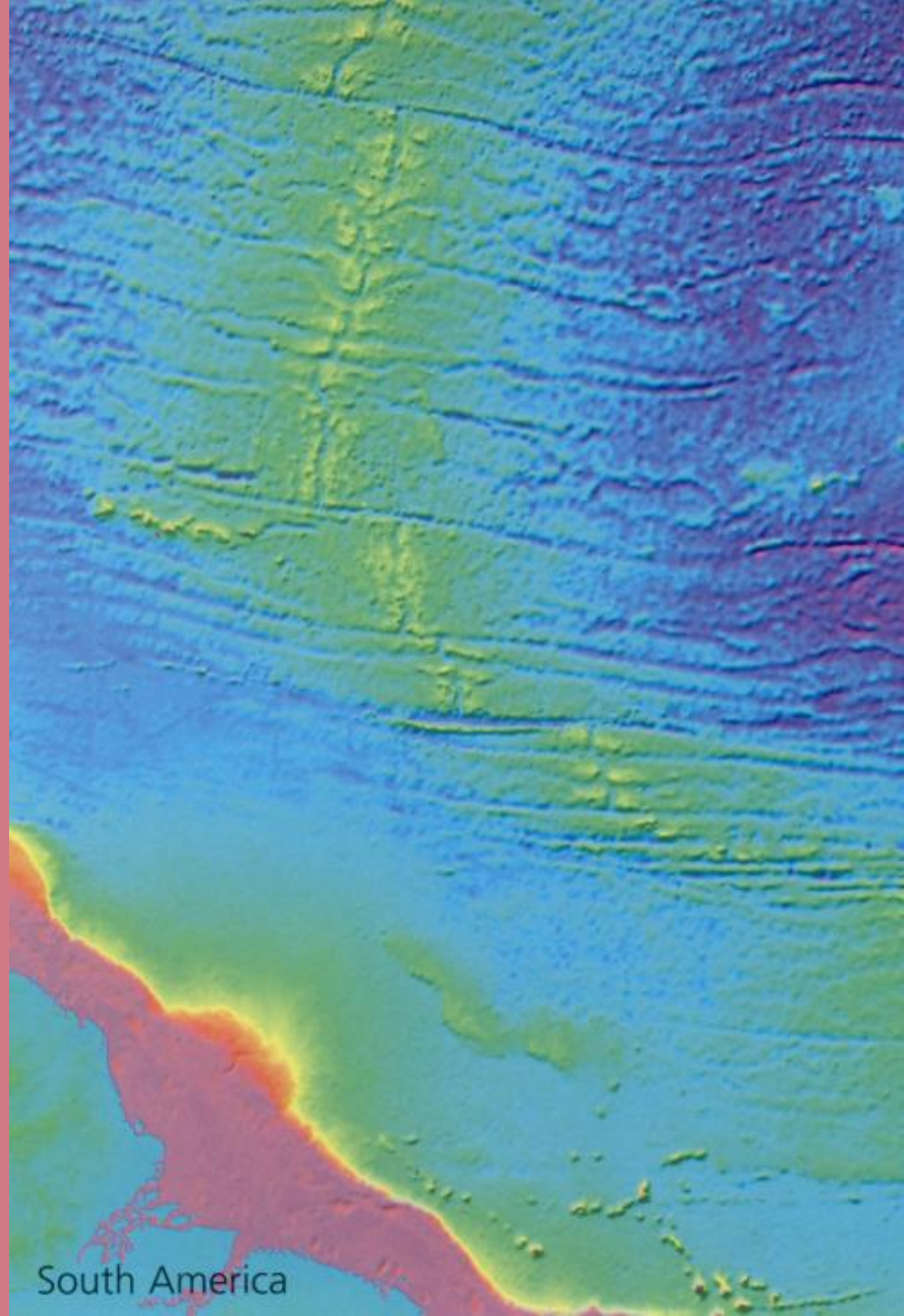


Africa

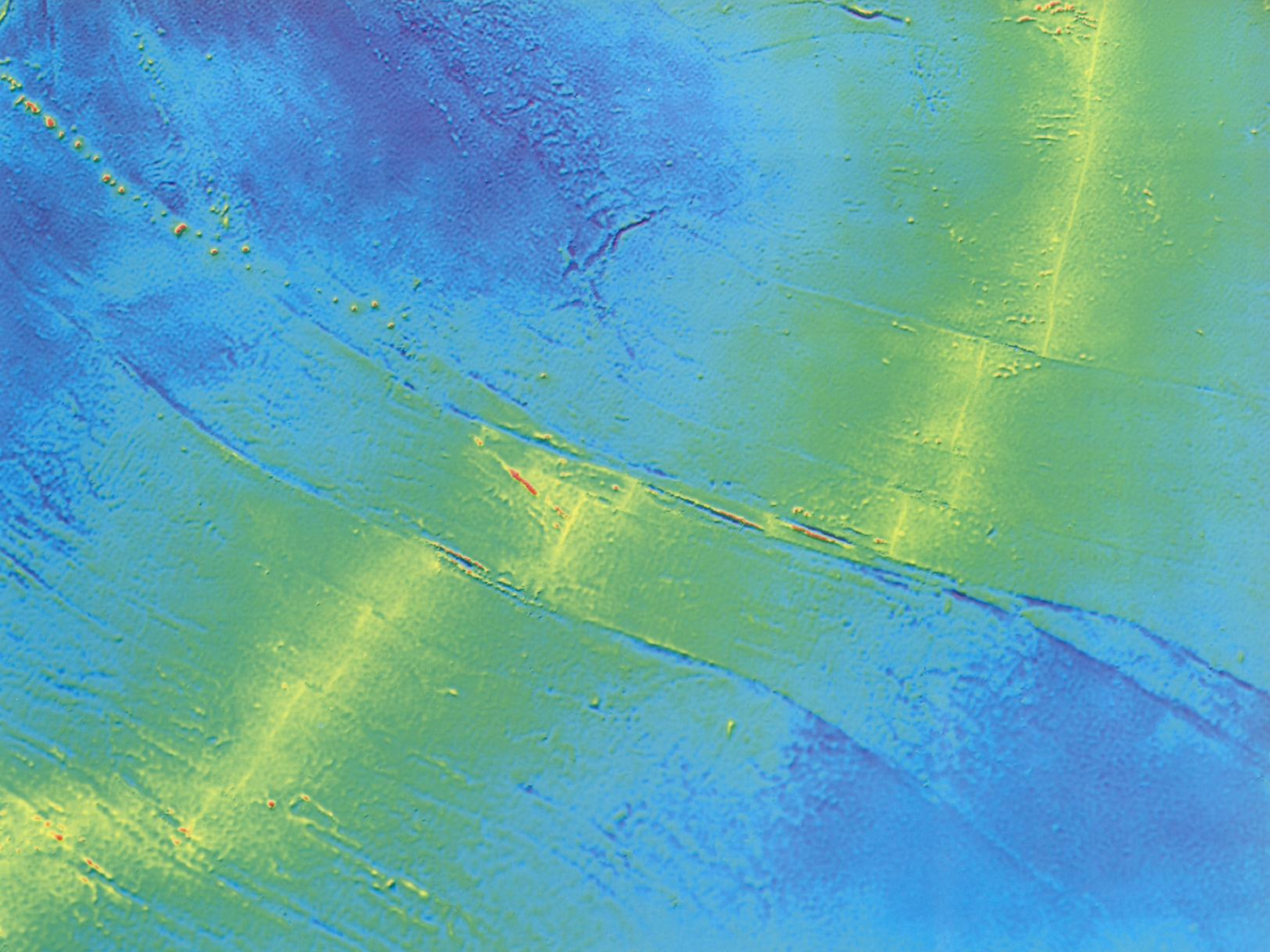
th
erica

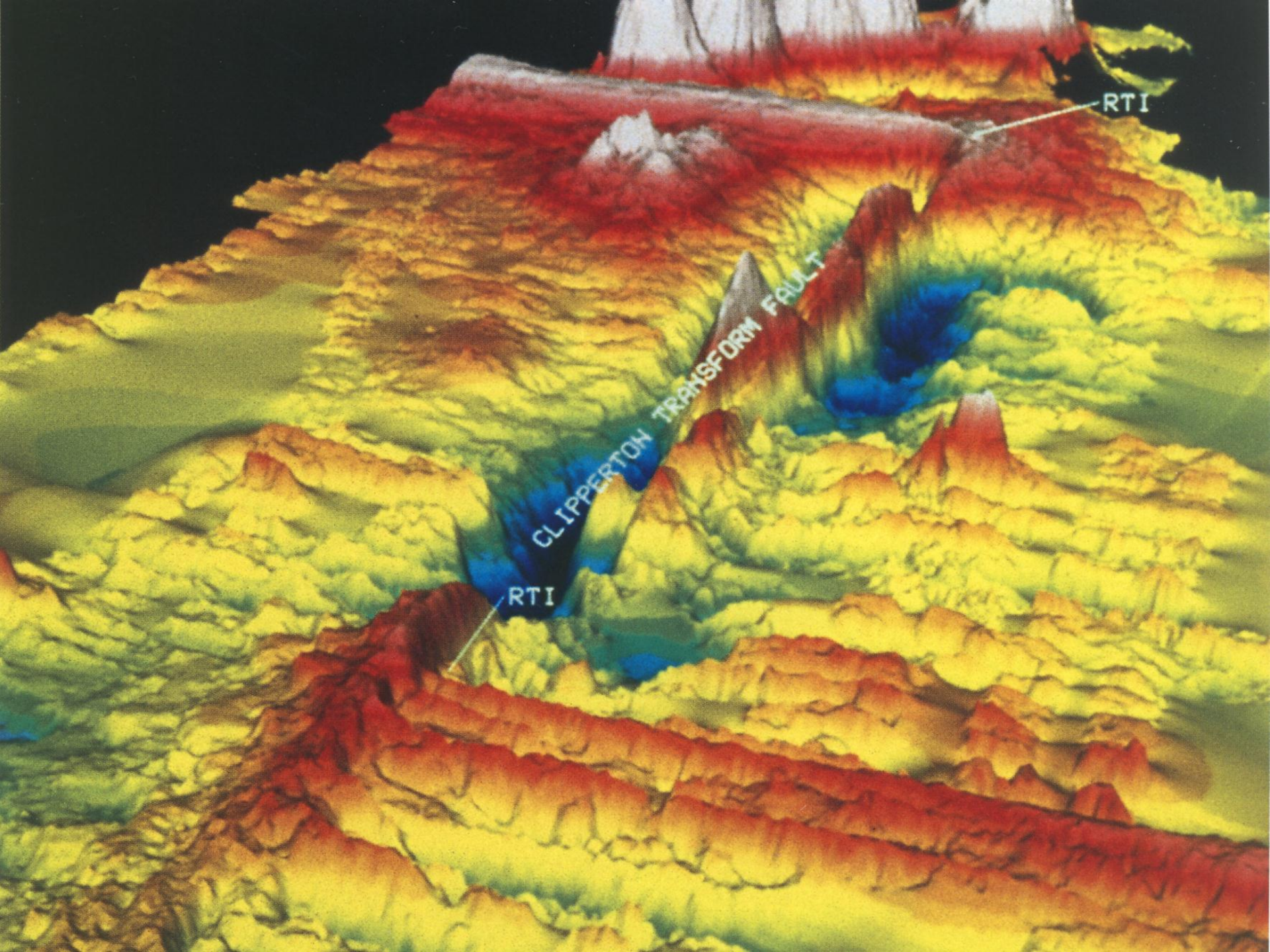


South America



South America

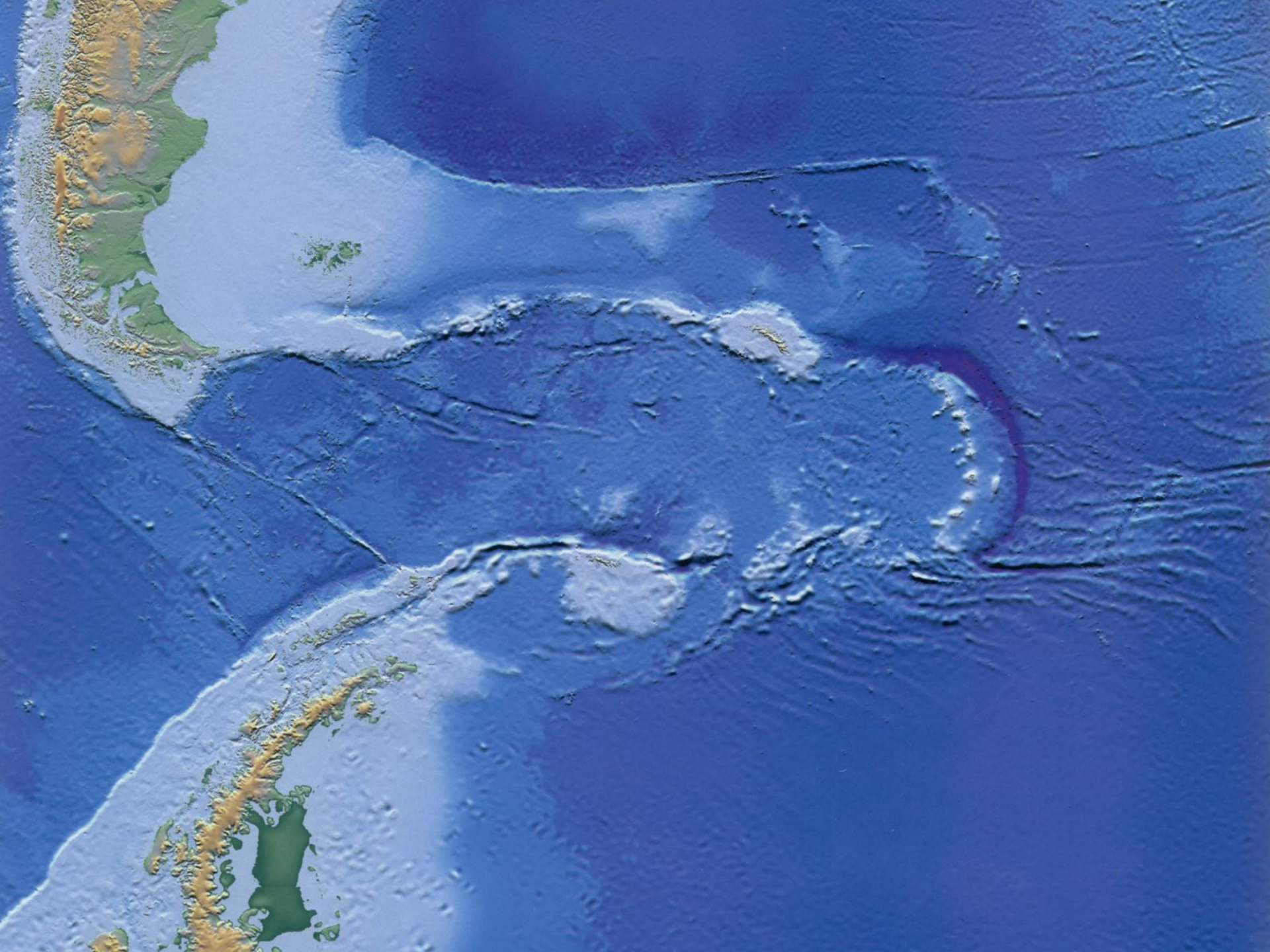




RTI

CLIPPERTON TRANSFORM FAULT

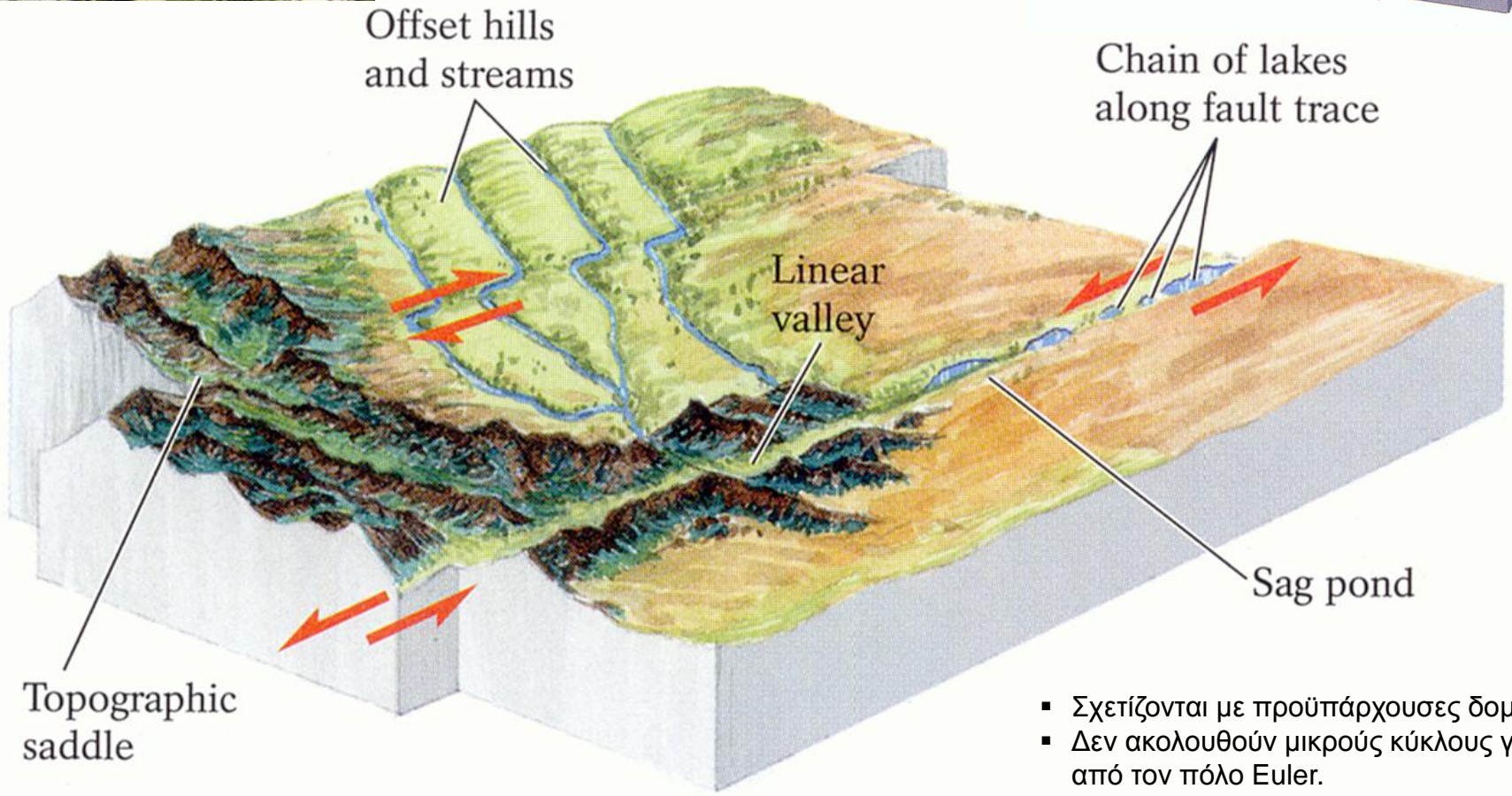
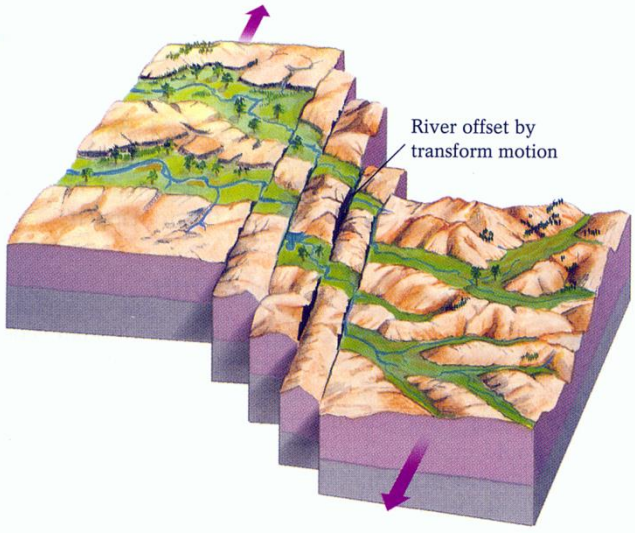
RTI





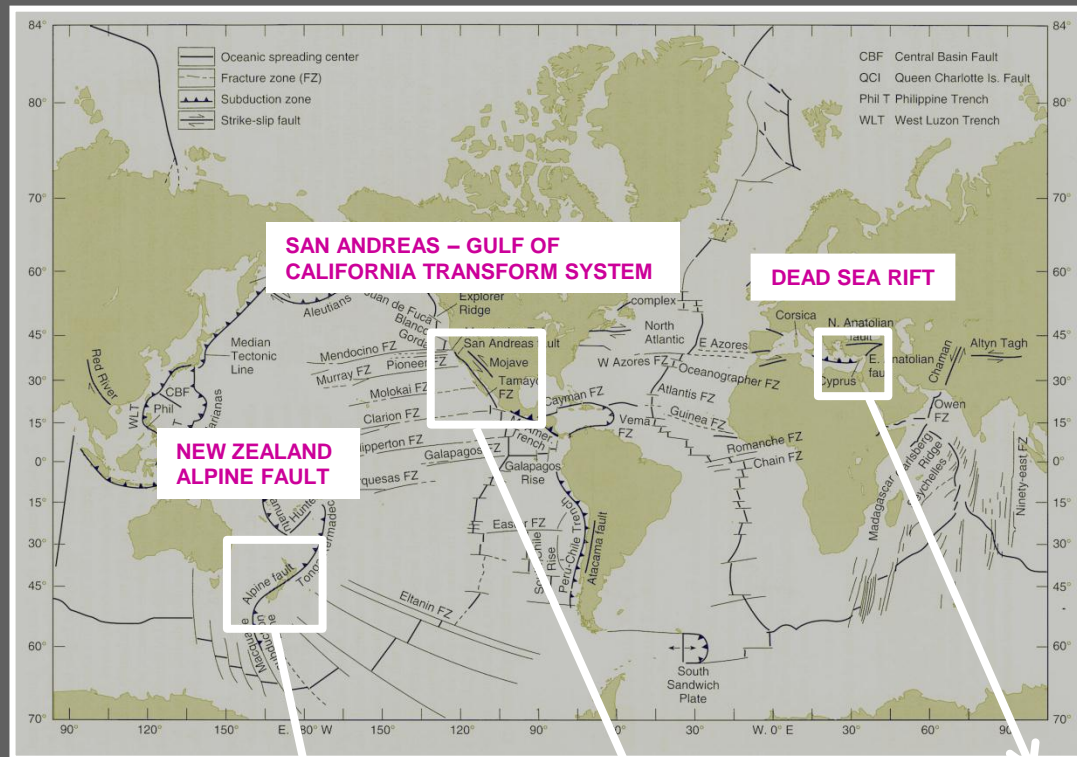
ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ ΕΝΕΡΓΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

Μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά
Ηπειρωτικών P.Z.M. & Strike-Slip F.Z.



- Σχετίζονται με προϋπάρχουσες δομές.
- Δεν ακολουθούν μικρούς κύκλους γύρω από τον πόλο Euler.

ΕΝΕΡΓΑ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

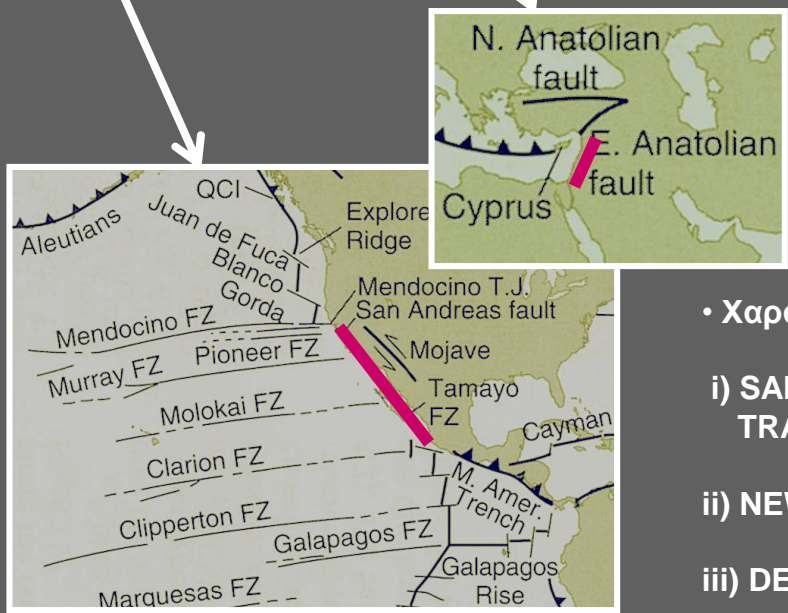
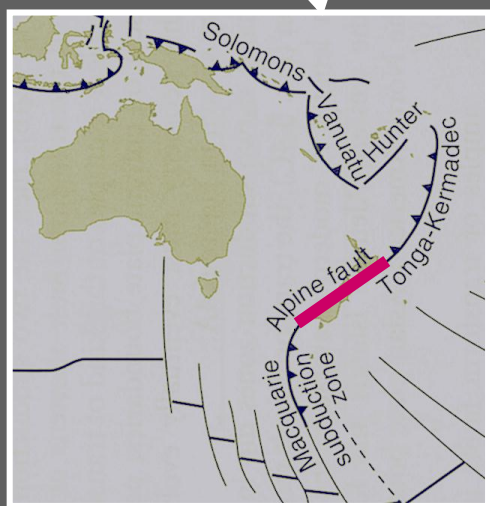


SAN ANDREAS – GULF OF CALIFORNIA TRANSFORM SYSTEM

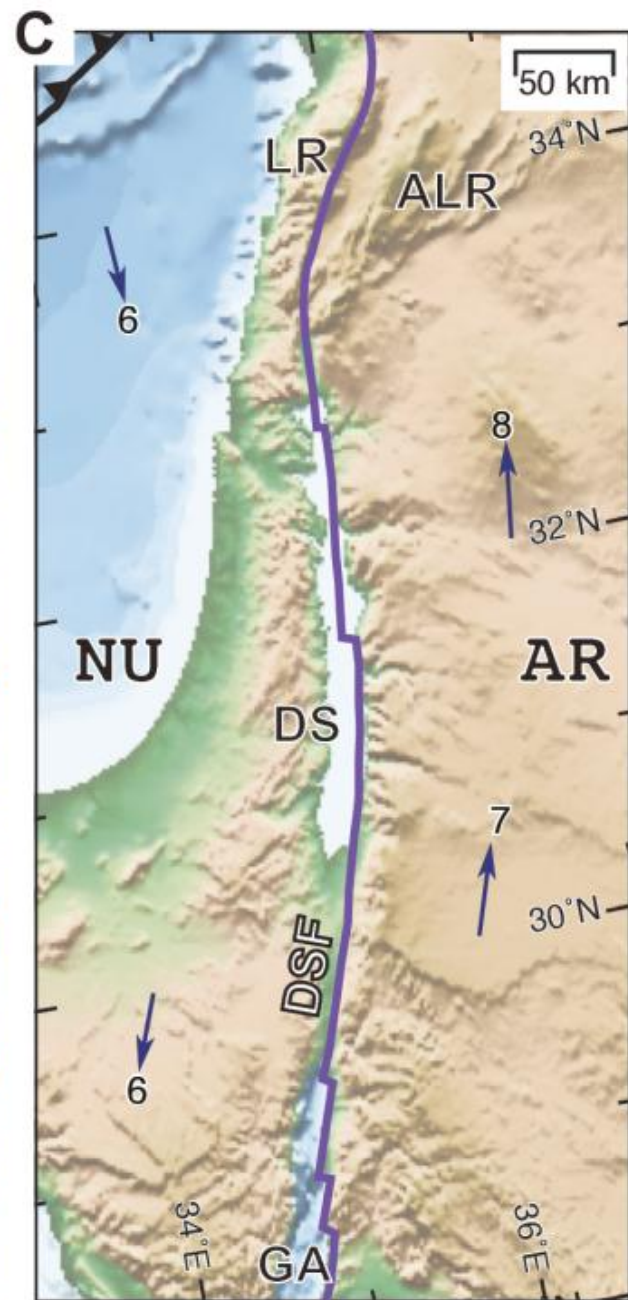
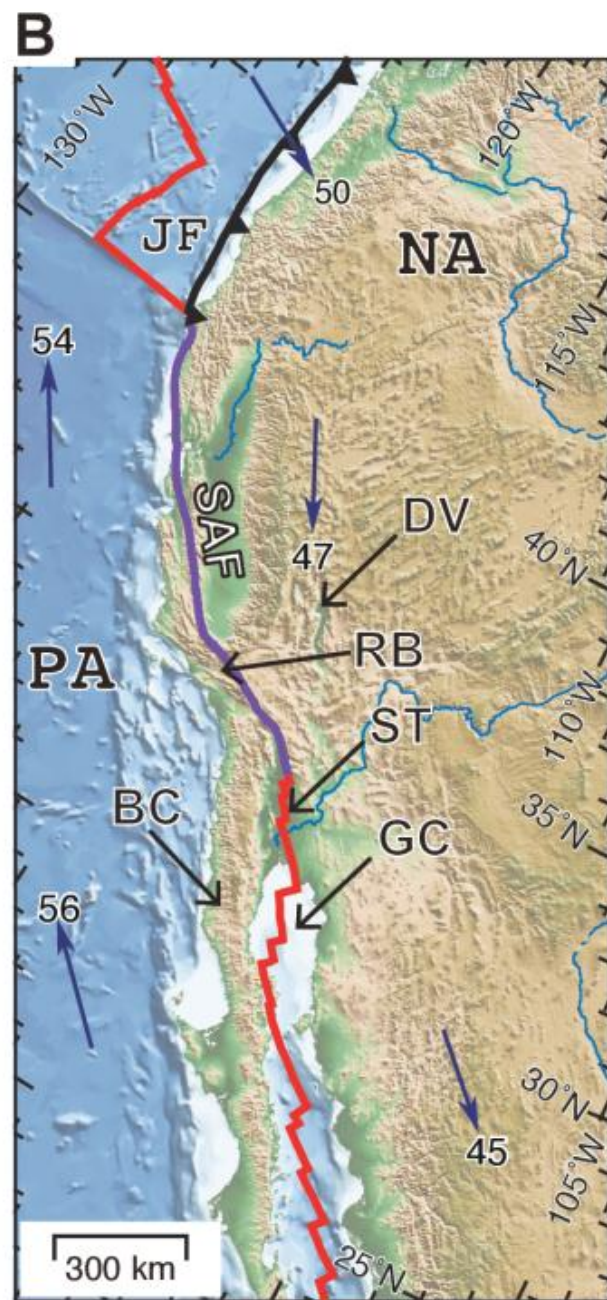
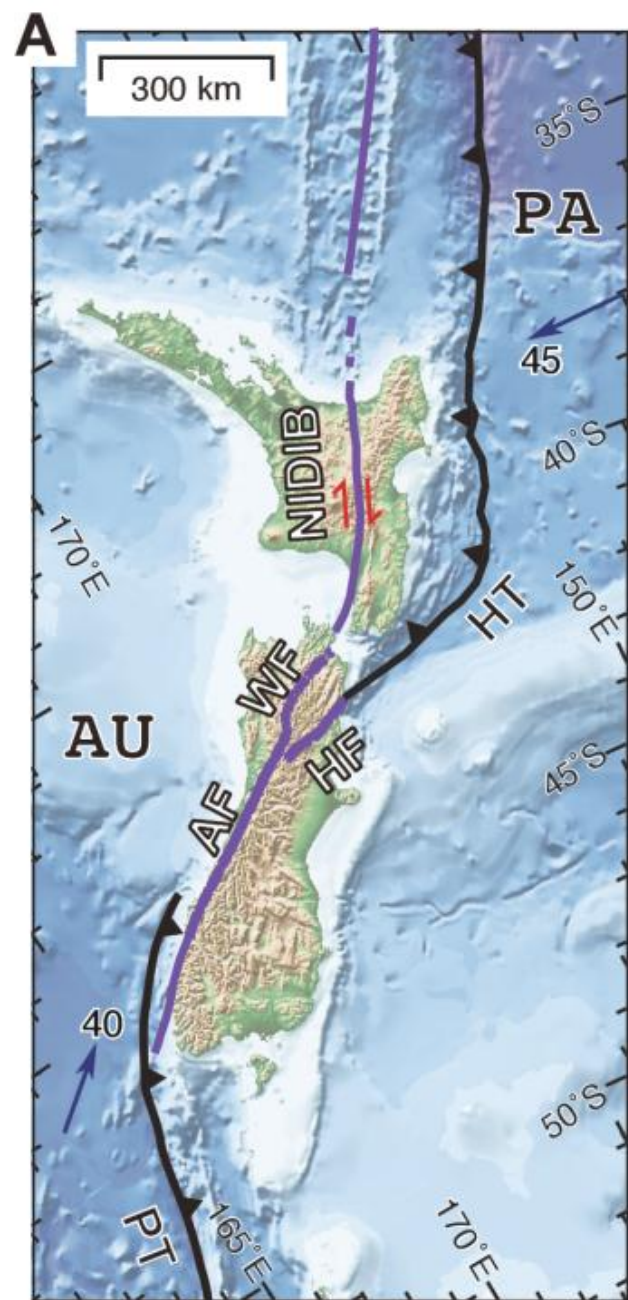
DEAD SEA RIFT

NEW ZEALAND ALPINE FAULT

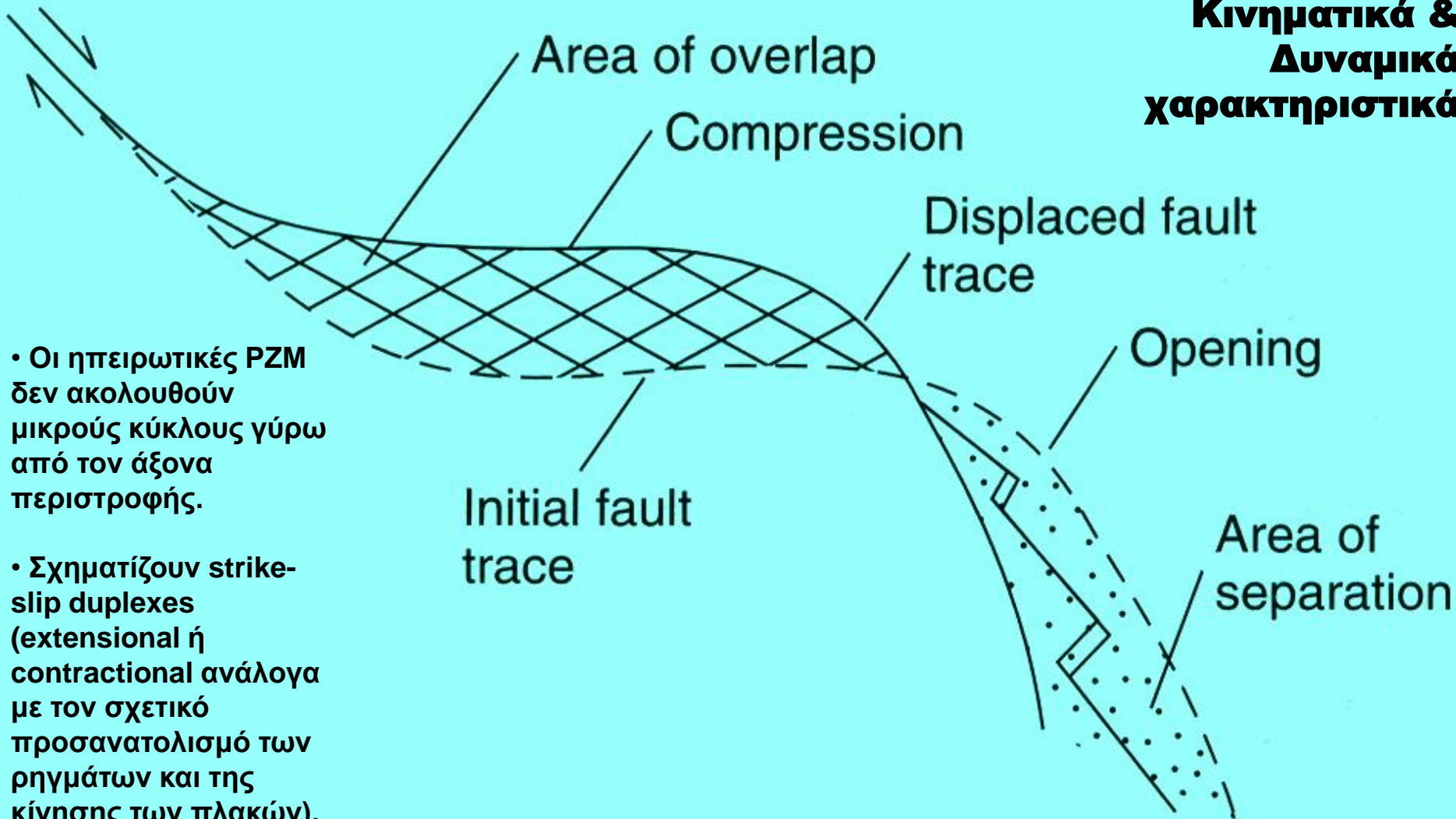
- Οριζόντια ολίσθηση και μικρού βάθους σεισμικότητα οι μόνες ομοιότητες με τις ωκεανικές.
- Μεγάλη πολυπλοκότητα λόγω ηπειρωτικού φλοιού.
- Ερμηνεία παλαιών δομών – Σεισμικός κίνδυνος.
- Ακολουθούν προϋπάρχουσες ζώνες αδυναμίας (π.χ. παλαιά ρήγματα) με διαφορετικό πρωτογενή χαρακτήρα.



- Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι τα:
- i) SAN ANDREAS – GULF OF CALIFORNIA TRANSFORM SYSTEM
- ii) NEW ZEALAND ALPINE FAULT &
- iii) DEAD SEA RIFT (?)



Κινηματικά & Δυναμικά χαρακτηριστικά



Όταν η γεωμετρία της ηπειρωτικής PZM δεν είναι παντού παράλληλη με το άνυσμα της σχετικής ταχύτητας των πλακών,

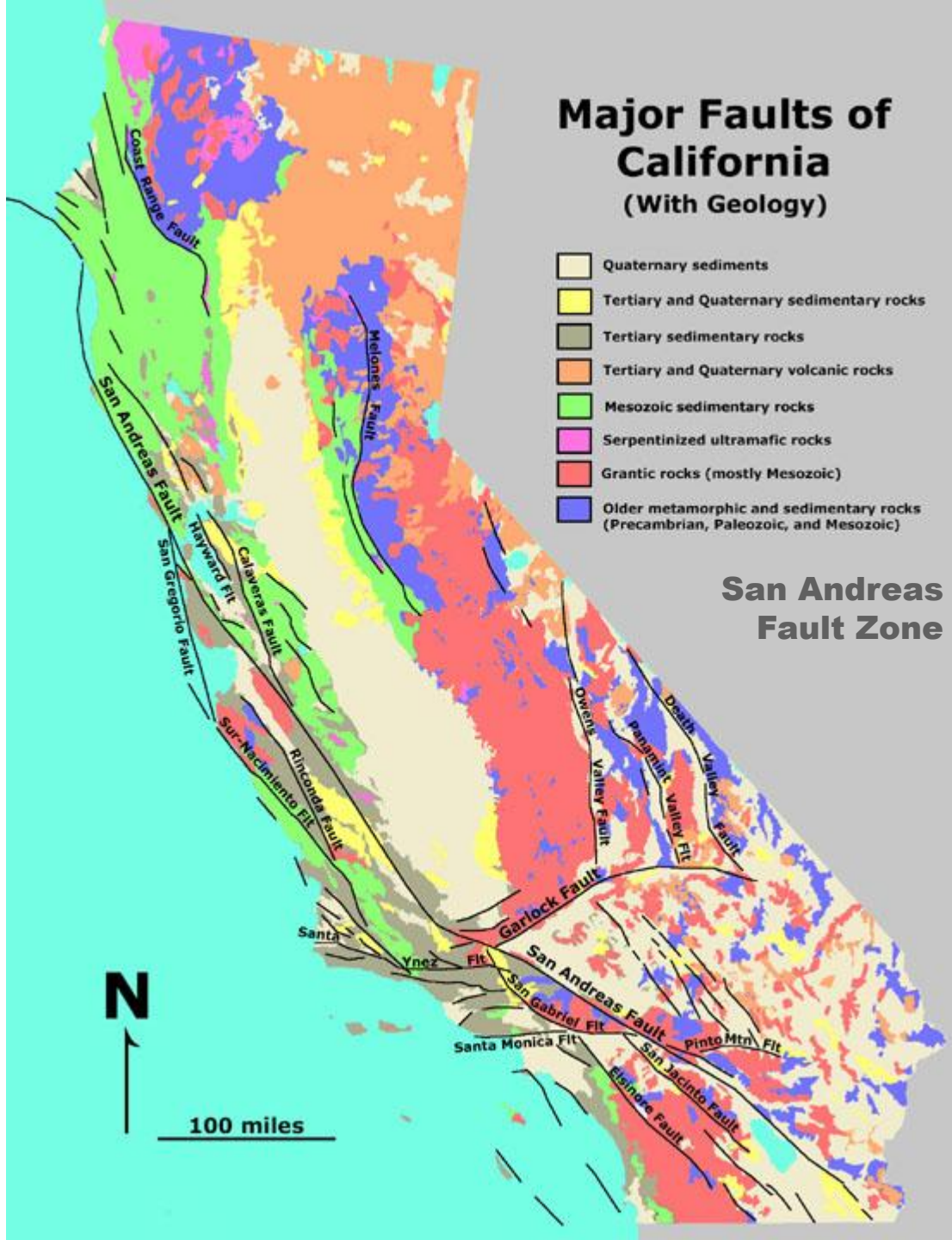
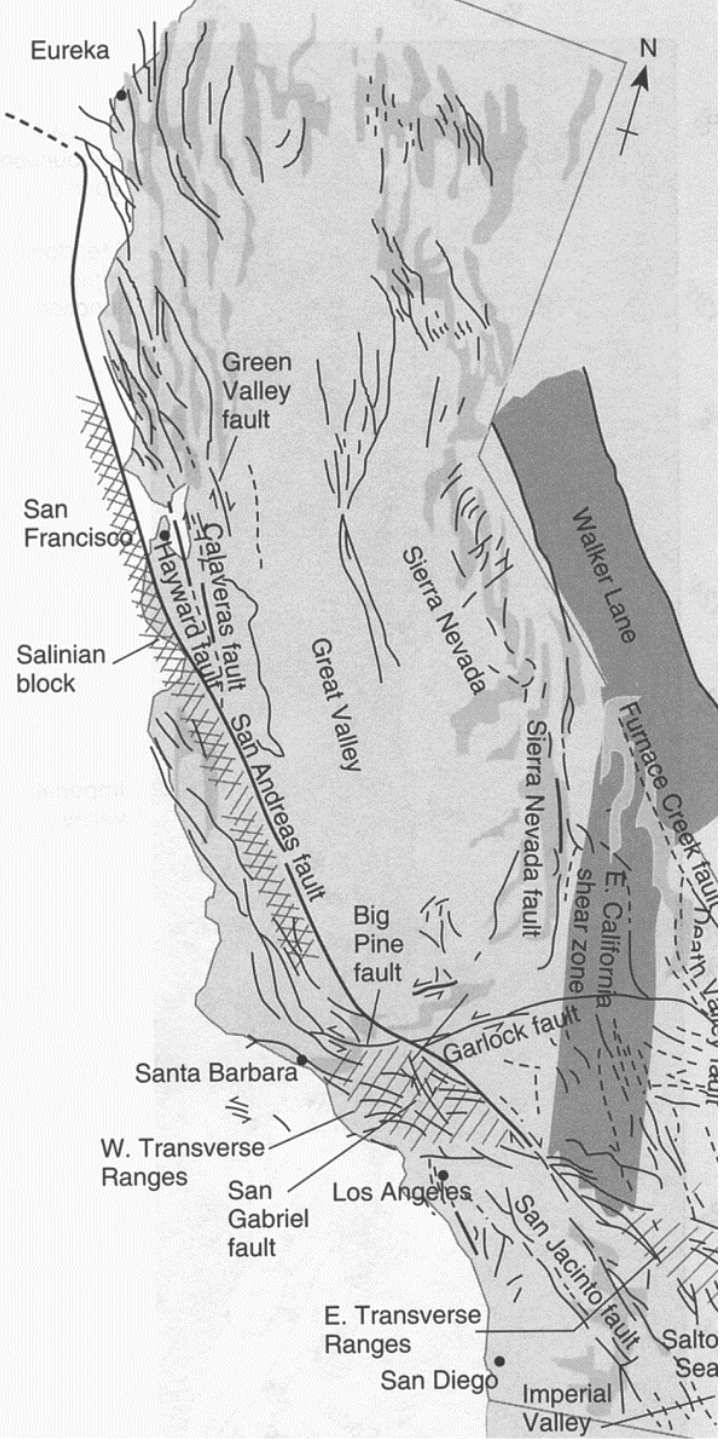
δημιουργούνται περιοχές όπου η μία πλάκα επωθείται πάνω στην άλλη (διαγραμμισμένη περιοχή) και άρα σχηματίζονται contractional δομές, όπως πτυχές, ανάστροφα ρήγματα και επωθήσεις,

και περιοχές απόκλισης των πλακών (εστιγμένη περιοχή) όπου σχηματίζονται εφελκυστικού χαρακτήρα δομές, όπως pull-apart basins και μικρά τμήματα ράχων (διάνοιξη) που χωρίζονται από ωκεανικές PZM.



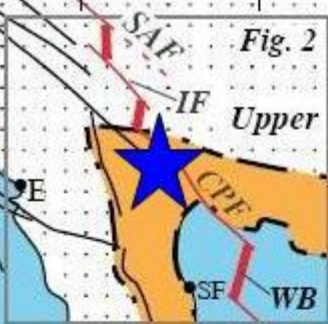
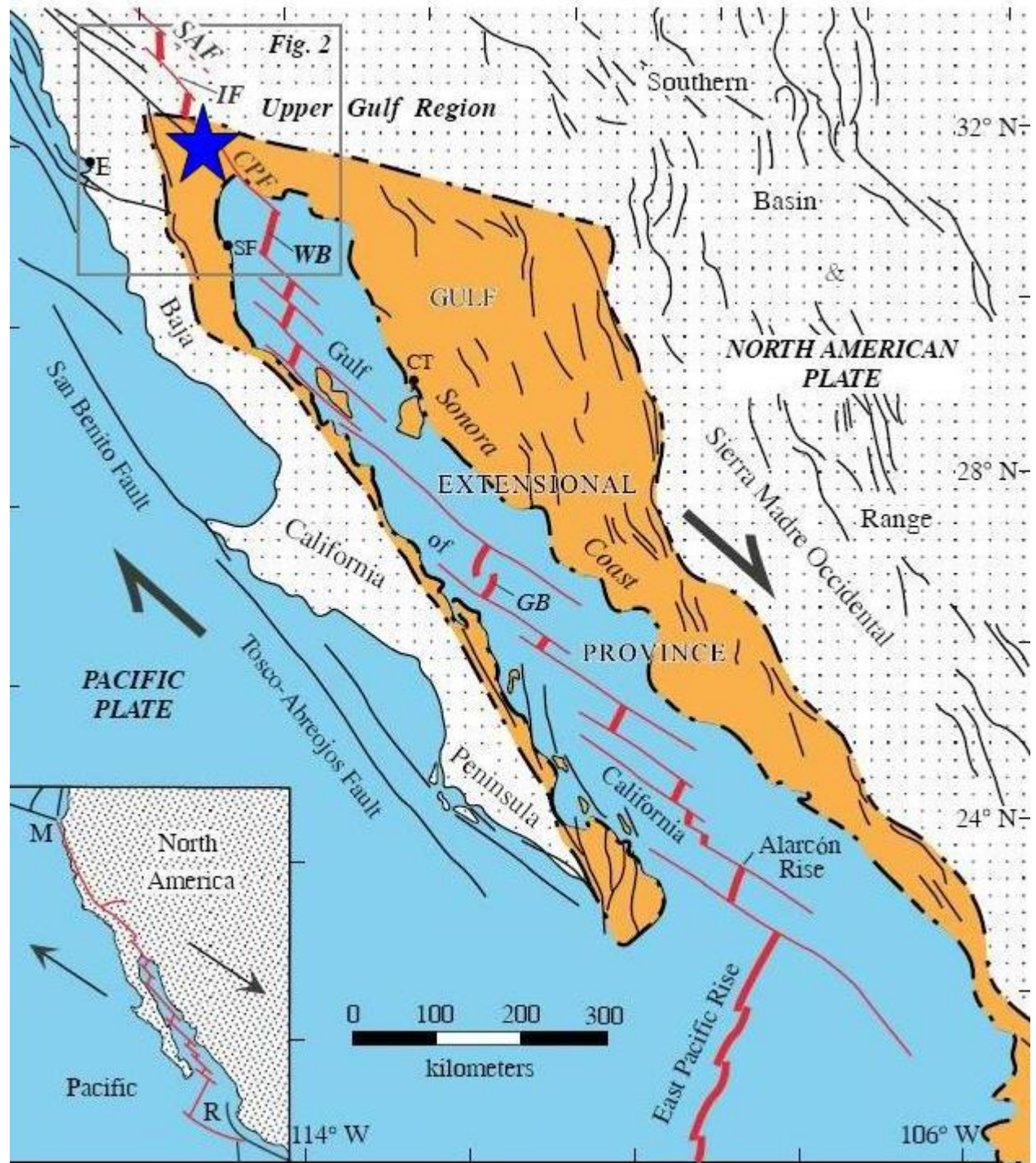
Λεκάνες πλάγιας απομάκρυνσης (pull apart basins) στις ζώνες διεφελκυσμού (transtension) κατά μήκος του ρήγματος του Αγ. Ανδρέα



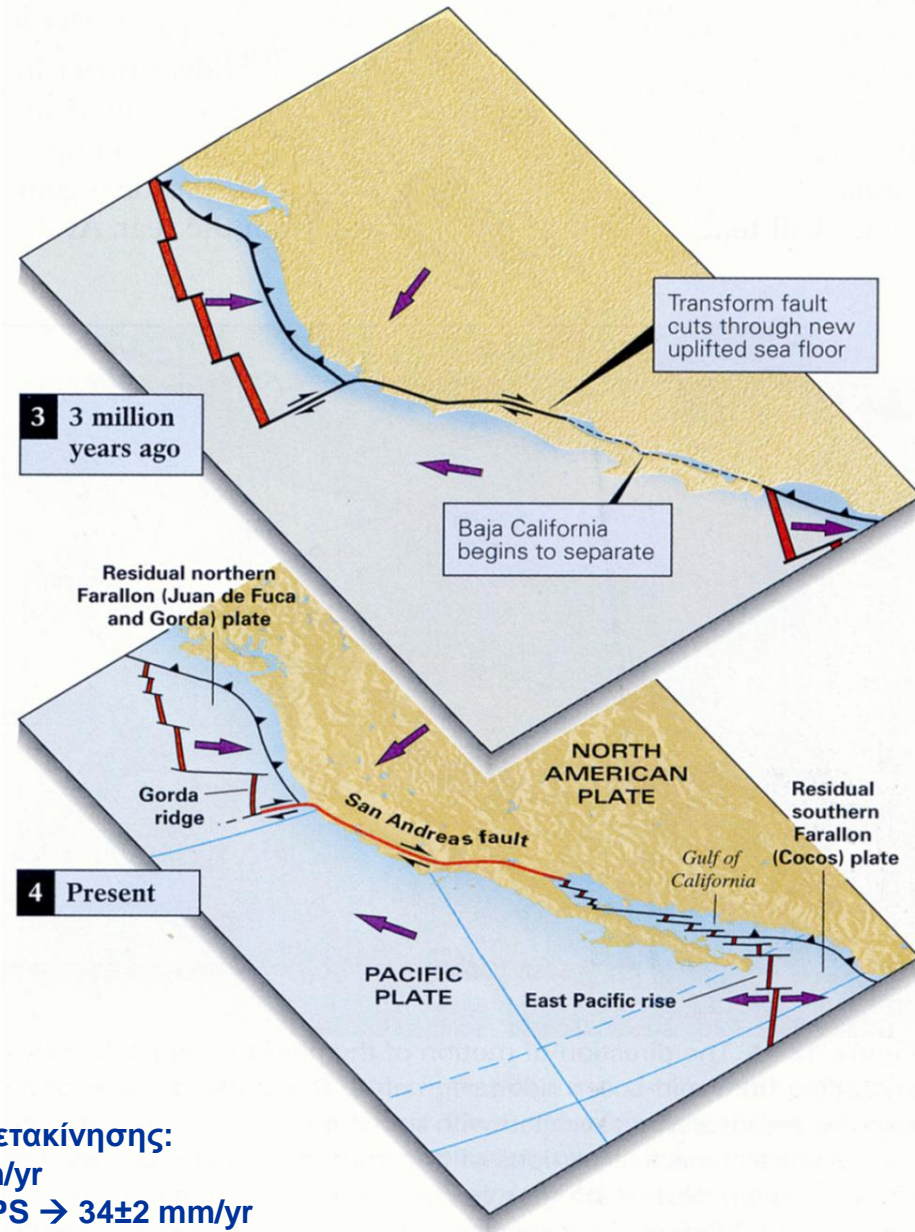
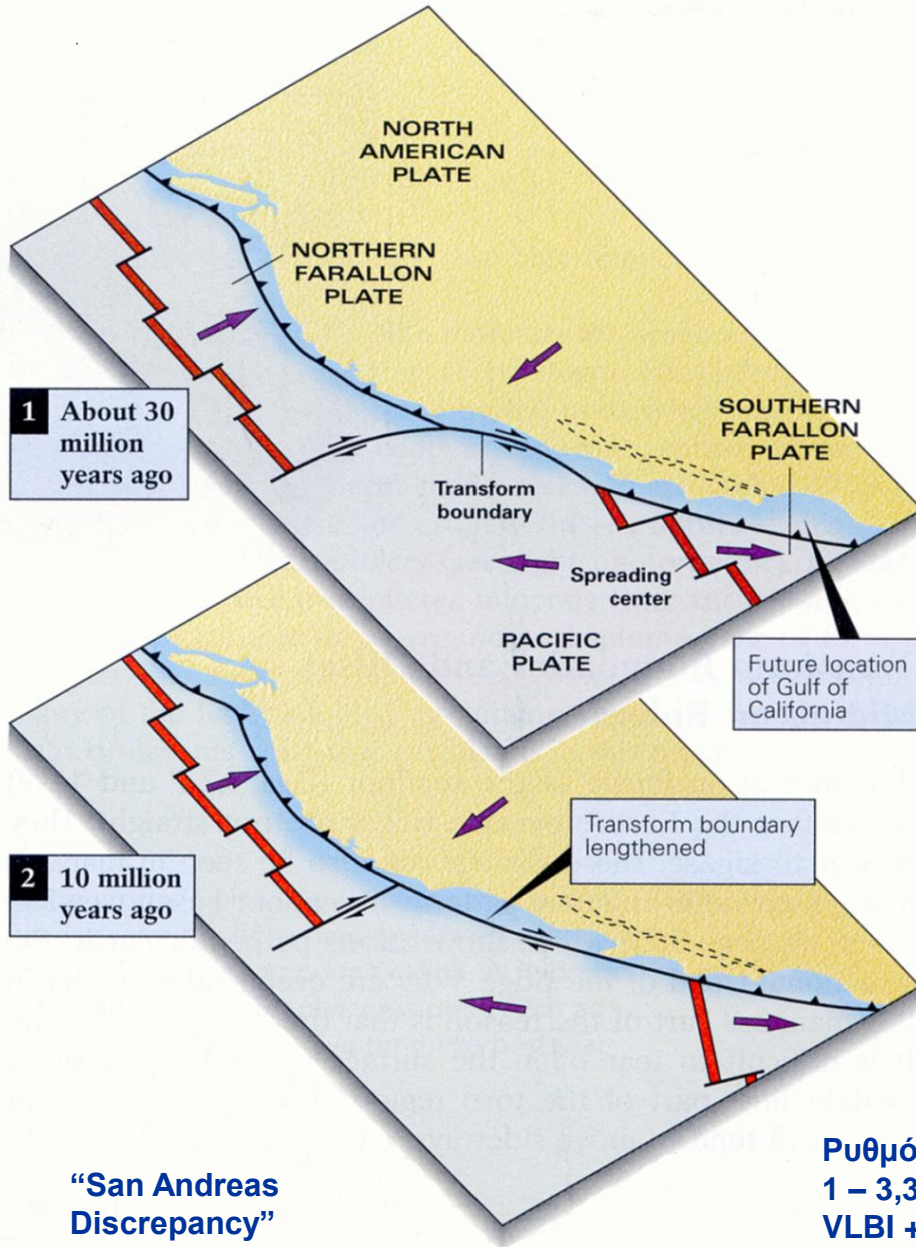


Gulf of California Spreading System

Αποτελεί μοντέλο για την αποκόλληση (με πλάγιο rifting και διάνοιξη) μικρής κλίμακας ηπειρωτικών θραυσμάτων που περιβάλλονται από ωκεανικό φλοιό. → Μαδαγασκάρη – Αρχιπέλαγος Σεύχελών.



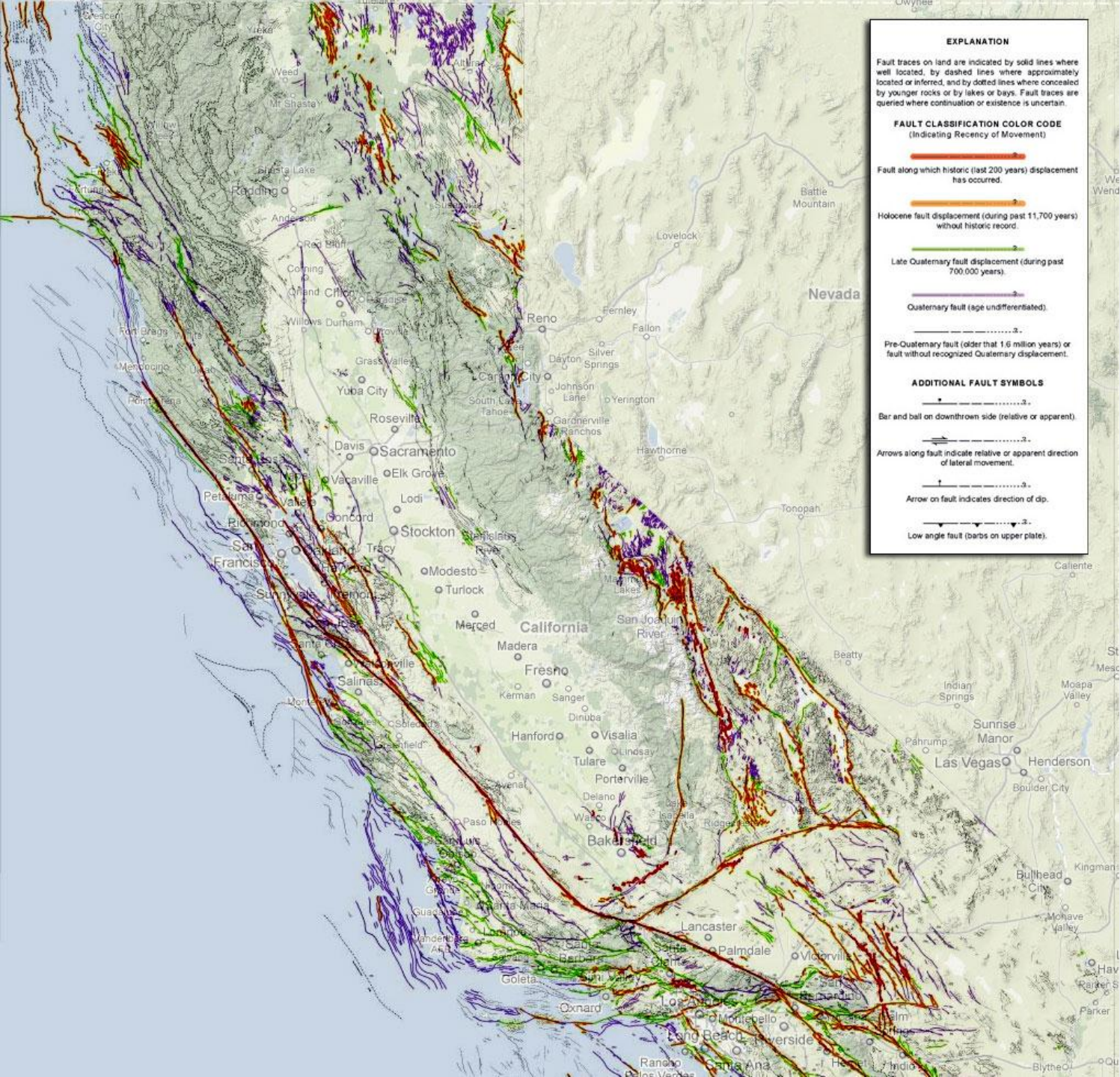
Εξέλιξη του «San Andreas – Gulf of California» Transform System



“San Andreas Discrepancy”

Ρυθμός μετακίνησης:
1 – 3,3 cm/yr
VLBI + GPS → 34±2 mm/yr





EXPLANATION

Fault traces on land are indicated by solid lines where well located, by dashed lines where approximately located or inferred, and by dotted lines where concealed by younger rocks or by lakes or bays. Fault traces are queried where continuation or existence is uncertain.

FAULT CLASSIFICATION COLOR CODE
(Indicating Recency of Movement)

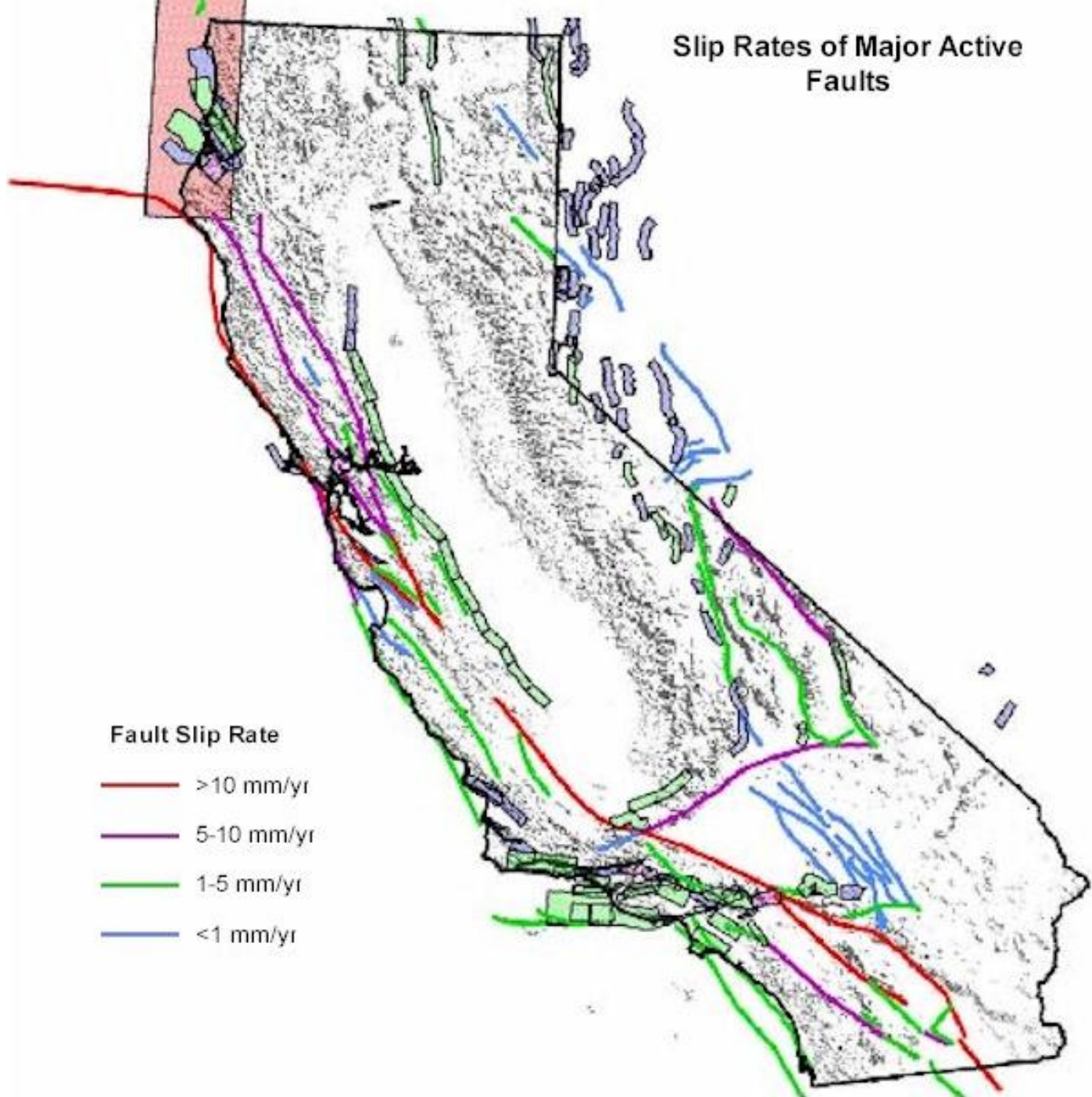
- Fault along which historic (last 200 years) displacement has occurred.
- Holocene fault displacement (during past 11,700 years) without historic record.
- Late Quaternary fault displacement (during past 700,000 years).
- Quaternary fault (age undifferentiated).
- - - - - Pre-Quaternary fault (older than 1.6 million years) or fault without recognized Quaternary displacement.

ADDITIONAL FAULT SYMBOLS

- | Bar and ball on downthrown side (relative or apparent).
- > Arrows along fault indicate relative or apparent direction of lateral movement.
- ↑ Arrow on fault indicates direction of dip.
- | Low angle fault (barbs on upper plate).

Ταξινόμηση ρηγμάτων

Slip Rates of Major Active Faults

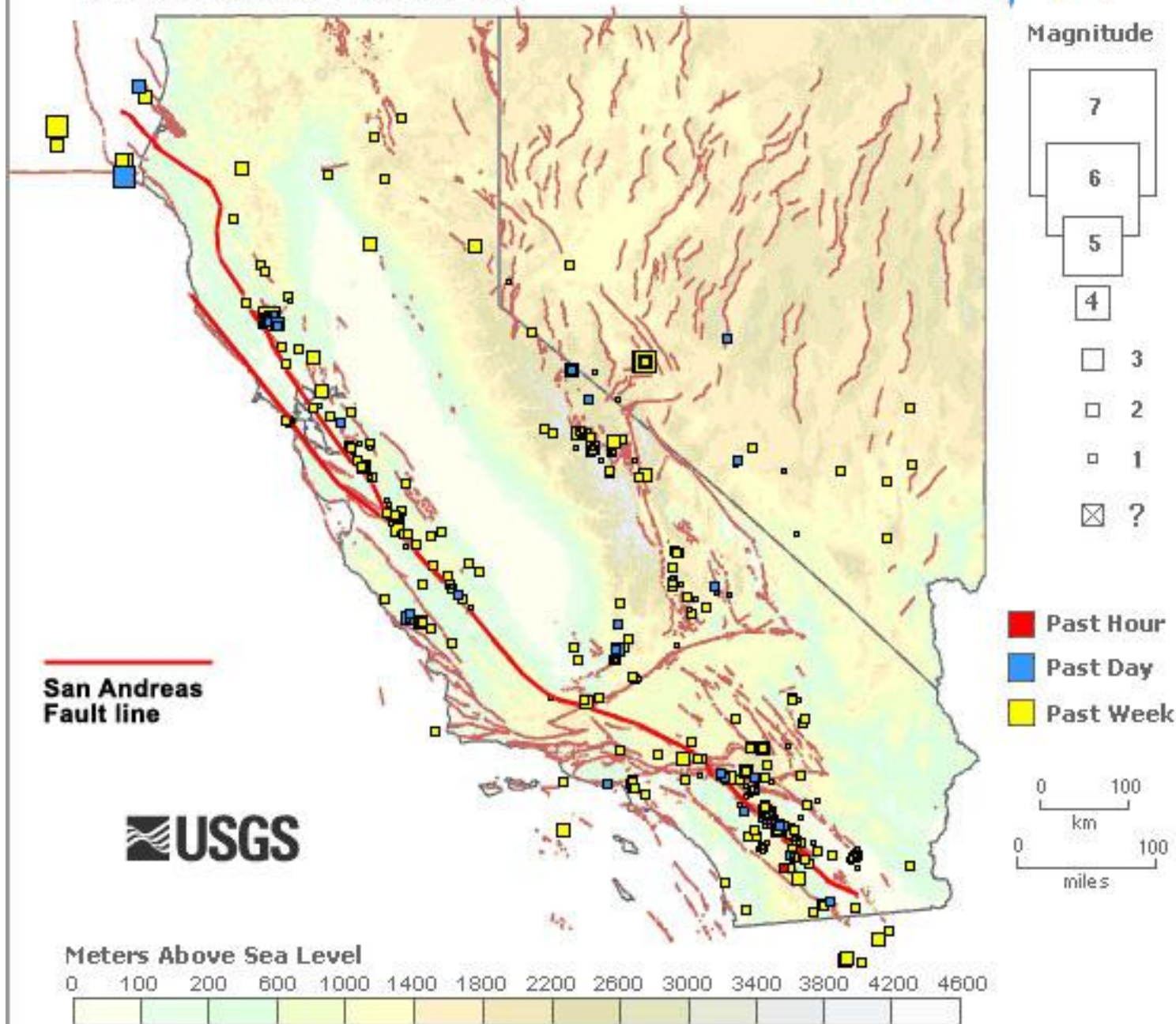


Fault Slip Rate

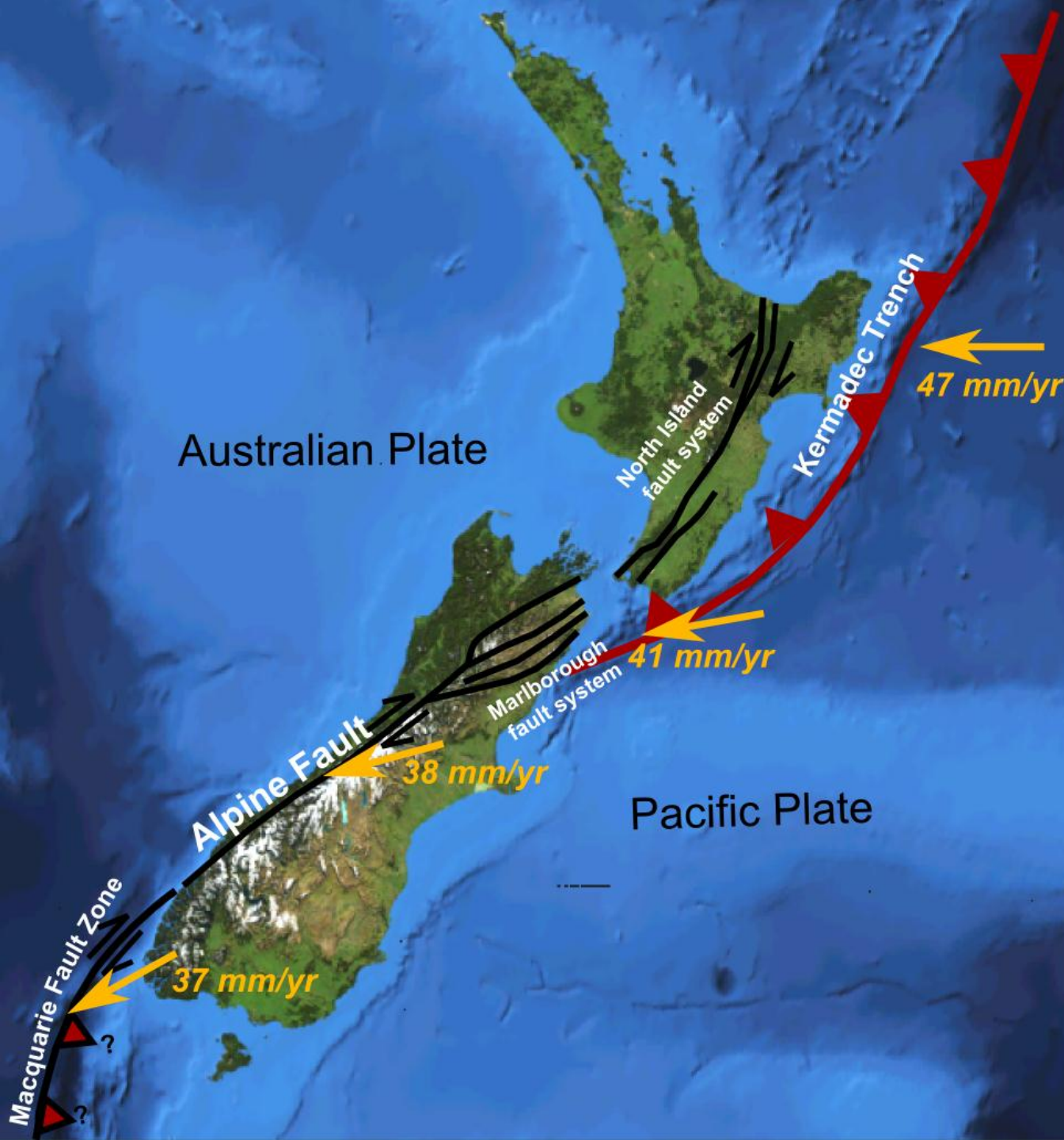
- >10 mm/yr
- 5-10 mm/yr
- 1-5 mm/yr
- <1 mm/yr

Thu Jul 9 14:11:05 PDT 2009

532 earthquakes on this map



New Zealand Alpine Fault



- Trench – trench transform fault.

- Δεξιόστροφη κίνηση.

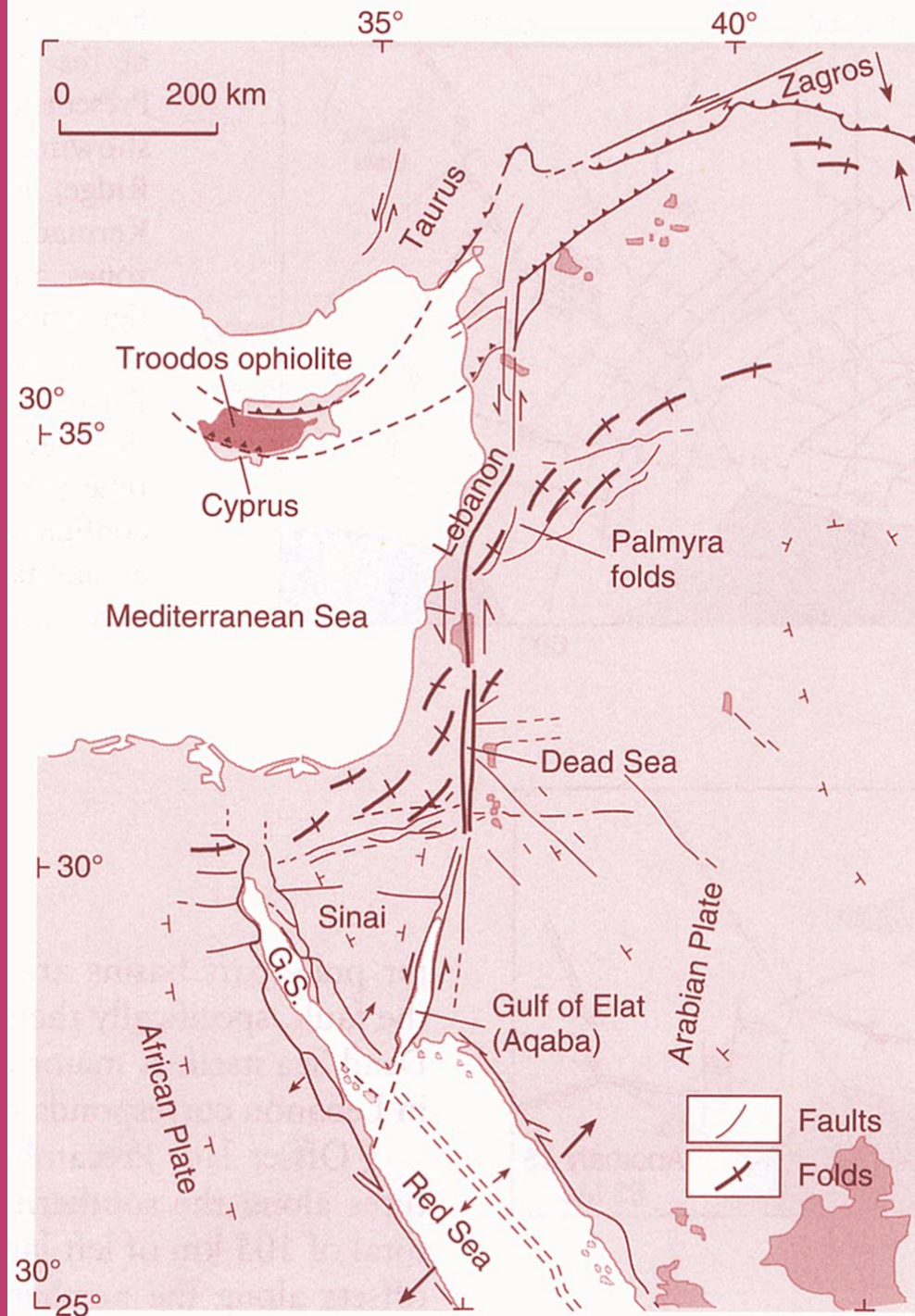
- Μία κύρια επιφάνεια ολίσθησης και πολλές θυγατρικές.

- Συνολική οριζόντια μετατόπιση 800 – 1.000 Km.

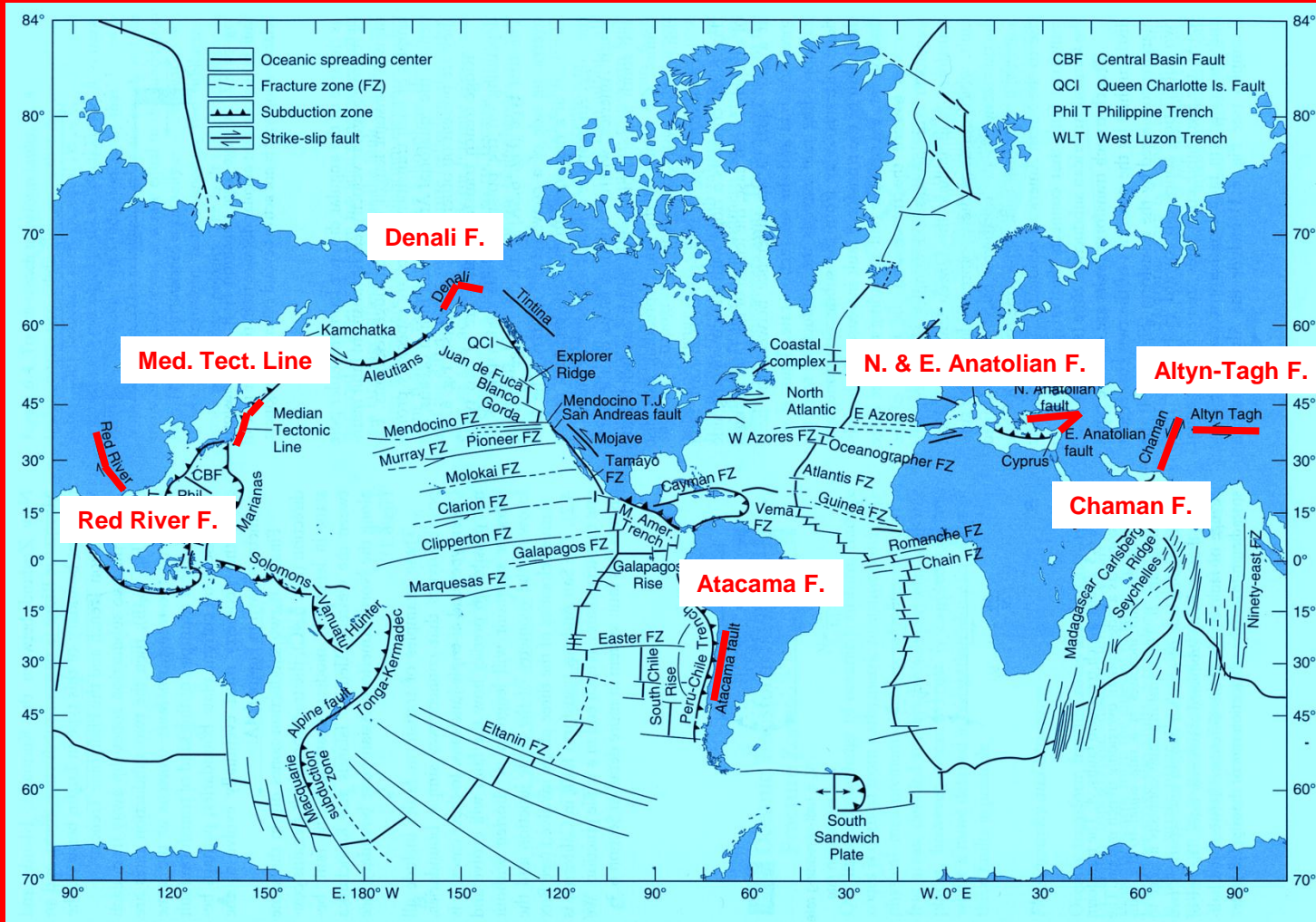
- Δημιουργήθηκε σαν το αποτέλεσμα της σχετικής κίνησης ανάμεσα στην πλάκα της Ανταρκτικής, την πλάκα Αυστραλίας-Ινδίας και την πλάκα του Ειρηνικού.

Dead Sea Rift

- Περίπου 1.000 Km, συνδέει το σύστημα διάνοιξης της Ερυθράς Θάλασσας με τη ζώνη σύγκλισης Ταύρου – Ζάγκρος.
- Δημιουργήθηκε το Τριτογενές, με αφορμή τη μεγα-διάρρηξη της Αφρικανο-Αραβικής ασπίδας και το σχηματισμό της Ερυθράς Θάλασσας.
- Elat & Dead Sea pull-apart basins.
- Η μεγάλη right-step transpression zone στο Λίβανο σχετίζεται με το Palmyra Fold Belt.
- Η πλάγια μετατόπιση χαρακτηριστικών γεωλογικών δομών δείχνει μια αριστερόστροφη κίνηση της τάξης των 100 Km. Μέρος της κίνησης αυτής στο βόρειο τμήμα εκτονώνεται από το Palmyra Fold Belt.



ΜΕΓΑΛΑ ΕΝΕΡΓΑ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΑ ΡΗΓΜΑΤΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ (ΟΧΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ)



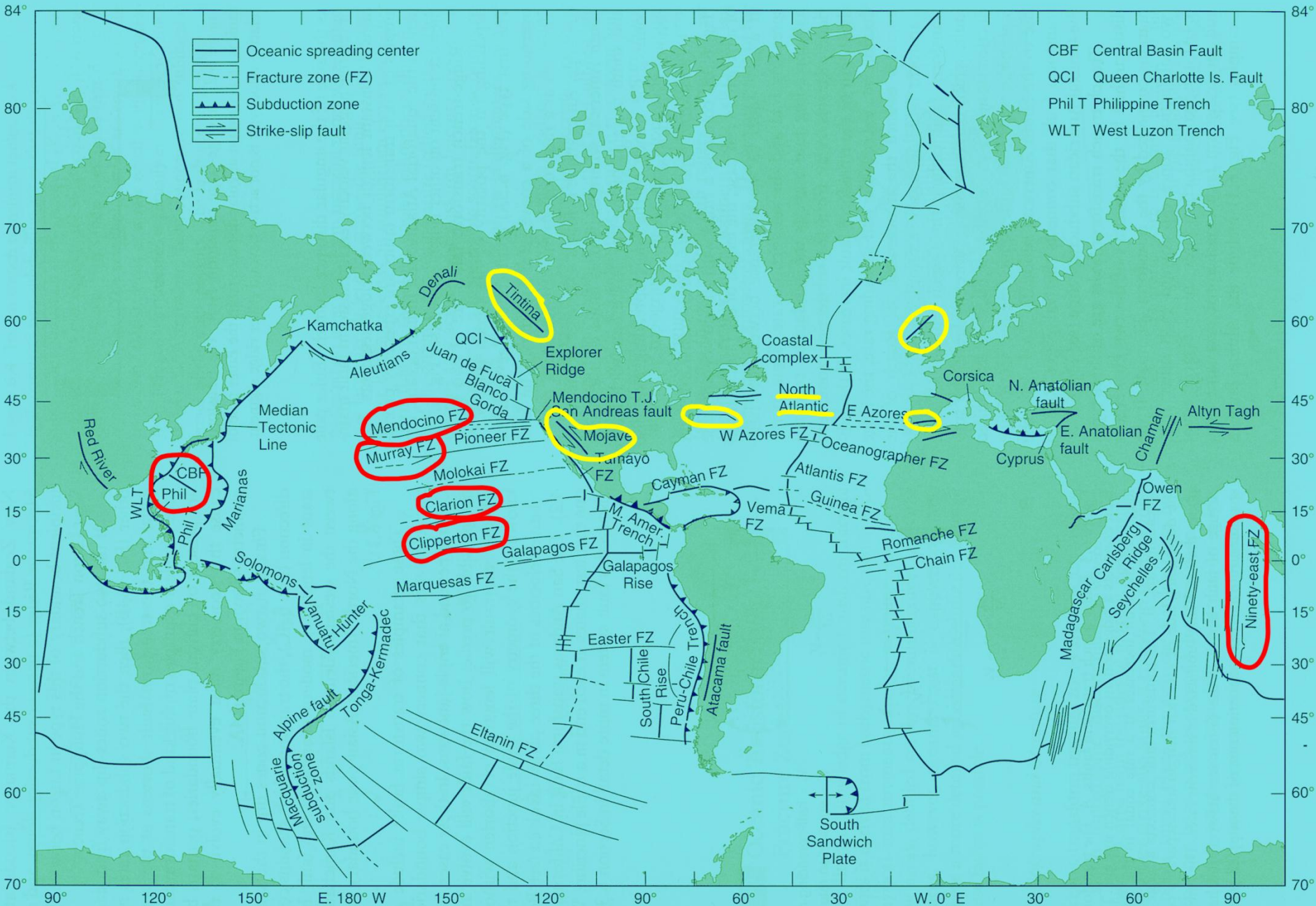
- Διαφορά στο γεωδυναμικό πλαίσιο σε σχέση με τα μετασχηματισμού.
- Σχετίζονται με ενεργές ζώνες καταβύθισης (Median Tectonic Line Ιαπωνία, Denali F.Z. Αλάσκα & Atacama F. Χιλή) και ζώνες σύγκρουσης (N. & E. Anatolian F. Τουρκία, Chaman F. Αφγανιστάν & Πακιστάν, Altyn-Tagh F. & Red River F. Α. Ασία).

Το μέγεθος της strike-slip ολίσθησης είναι της τάξης των 100άδων Km.

ΑΠΟΛΙΘΩΜΕΝΑ Ρ. Μ.

Ανενεργές Ωκεάνιες Ζώνες Διάρρηξης

Ανενεργές Ηπειρωτικές Ρ. Ζ. Ορ. Ολ.



Τέλος

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση διαθέσιμη εδώ <http://eclass.uoa.gr/courses/GEOL170/>



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Στυλιανός Λόζιος, Μανώλης Σκούρτσος 2015, Στυλιανός Λόζιος, Μανώλης Σκούρτσος. «Δυναμική Γεωλογία. Ενότητα 1: Ρήγματα Μετασχηματισμού και Οριζόντιας Ολίσθησης». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/GEOL101/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/11)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Εικόνα 1, Διαφάνεια 3: Tectonic plates. Copyrighted.

http://sci.gallaudet.edu/Mary/0829_08_plates.jpg

Εικόνα 2, Διαφάνεια 4: Χάρτης όπου διακρίνονται οι κύριες ωκεάνιες ζώνες διάρρηξης, τα ενεργά ρήγματα μετασχηματισμού και τα ενεργά και μη ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης. Copyrighted.

Εικόνα 3, Διαφάνεια 5: Age of oceanic crust. Public domain.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth_seafloor_crust_age_1996_-_2.png

Εικόνα 4, Διαφάνεια 6: Fracture zones. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/11)

Εικόνα 5, Διαφάνεια 7: The geometry of a constructive boundary in which two plates are separating. Copyrighted.

https://acontent.atutorspaces.com/content/17/3ae83e/Items/s279_1_026i.jpg

Εικόνα 6, Διαφάνεια 7: Schematic illustration of relationship between local linear rate of extension (V), distance from rotation pole (d), and angular rate of extension (ω). Copyrighted. http://www.mantleplumes.org/images3/UnzippingFig2_300.gif

Εικόνες 7-8-9-10-11-12-13-14, Διαφάνειες 10-11-12: Τύποι ρηγμάτων μετασχηματισμού. Copyrighted.

Εικόνα 15, Διαφάνεια 13: Σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά ρηγμάτων μετασχηματισμού. Copyrighted.

<https://nonzaapemsc812.files.wordpress.com/2015/06/6.gif>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/11)

Εικόνα 16, Διαφάνεια 14: Κάτοικος της πόλης Selfos βλέπει το χάσμα στον κήπο του μετά από έναν ισχυρό σεισμό που έπληξε το νησί. Copyrighted.

http://imgs.idnes.cz/zpr_archiv/000621_itu_OtresyV_V.jpg

Εικόνα 17, Διαφάνεια 14: Earthquake Selfos, Iceland, June, 2000. Copyrighted.

Εικόνα 18, Διαφάνεια 14: Health workers care for patients outside a hospital after an earthquake in Selfos. Copyrighted. <http://a.bimg.dk/node-images/340/620x/340237-island-ramt-af-kraftigt-jordsklv--.jpg>

Εικόνα 19, Διαφάνεια 14: Earthquake Selfos, 2008. Copyrighted.

Εικόνα 20, Διαφάνεια 14: Earthquake Selfos, 2008. Copyrighted.

<http://www.mannvit.no/Media/w350/3bd2b0b9f3ec2d3.jpg>

Εικόνα 21, Διαφάνεια 15: Τα τμήματα του ηπειρωτικού ρήγματος μετασχηματισμού του San Andreas που έχουν επαναδραστηριοποιηθεί από τους ιστορικούς χρόνους. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/11)

Εικόνα 22, Διαφάνεια 16: Map of California area earthquake probabilities. Copyrighted. http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2013/01/29/article-2270022-173B55A0000005DC-160_634x622.jpg

Εικόνες 23-24, Διαφάνεια 17: Πρόδρομα φαινόμενα στα υψηλής σεισμικότητας ηπειρωτικά ρήγματα μετασχηματισμού. Copyrighted.

Εικόνα 25, Διαφάνεια 18: Transform plate boundary along a divergent ocean boundary. Copyrighted.

<http://www.earth.northwestern.edu/public/seth/107/Platemotion/Image93.gif>

Εικόνες 26-27, Διαφάνεια 19: Η κινηματική ιδιομορφία των ωκεάνιων ρηγμάτων μετασχηματισμού (φορά κίνησης και περατωτικά όρια), σε σχέση με τα συνήθη ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης. Copyrighted.

Εικόνα 28, Διαφάνεια 20: Η ρηξιγενής ζώνη μετασχηματισμού Tamayo στην είσοδο του Κόλπου της Καλιφόρνια. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/11)

Εικόνα 29, Διαφάνεια 21: Μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά ρηξιγενών ζωνών μετασχηματισμού που συνδέουν ράχεις με αργό ρυθμό διάνοιξης. Copyrighted.

Εικόνα 30, Διαφάνεια 22: Μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά ρηξιγενών ζωνών μετασχηματισμού που συνδέουν ράχεις με μέσο ρυθμό διάνοιξης. Copyrighted.

Εικόνα 31, Διαφάνεια 23: Μορφοτεκτονικά χαρακτηριστικά ρηξιγενών ζωνών μετασχηματισμού που συνδέουν ράχεις με ταχύ ρυθμό διάνοιξης. Copyrighted.

Εικόνες 32-33, Διαφάνεια 24: Η ρηξιγενής ζώνη του Αρακαπά στην Κύπρο. Copyrighted.

Εικόνα 34, Διαφάνεια 25: Απολιθωμένες ρηξιγενείς ζώνες μεταμόρφωσης στο παράδειγμα του Coastal Complex στη Newfoundland. Copyrighted.

Εικόνα 35, Διαφάνεια 26: Ένα τυπικό μοντέλο, που προέρχεται από το σύνολο των στοιχείων που είναι διαθέσιμα για τις ρηξιγενείς ζώνες μετασχηματισμού και δείχνει τη γεωλογική και μορφολογική πολυπλοκότητά τους. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/11)

Εικόνα 36, Διαφάνεια 27: Σχηματική απεικόνιση μιας ράχης που χαρακτηρίζεται από ταχεία διάνοιξη και η οποία πλησίον του ρήγματος μετασχηματισμού μετατρέπεται σε αργής διάνοιξης, γι' αυτό και επιτρέπει τη δημιουργία αξονικής κοιλάδας. Copyrighted.

Εικόνα 37, Διαφάνεια 28: Copyrighted.

Εικόνα 38, Διαφάνεια 29: Copyrighted.

Εικόνα 39, Διαφάνεια 30: Copyrighted.

Εικόνα 40, Διαφάνεια 31: Copyrighted.

Εικόνα 41, Διαφάνεια 32: A three-dimensional (3-D) seismic refraction study of the Clipperton transform fault. Copyrighted.

Εικόνα 42, Διαφάνεια 33: Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (7/11)

Εικόνα 43, Διαφάνεια 34: San Andreas fault. Copyrighted.

<http://structuralgeology.50webs.com/SANAND~1.JPG>

Εικόνα 44, Διαφάνεια 34: Χαρακτηριστικές μορφοτεκτονικές μεταβολές που προξενούν στο ανάγλυφο τα ηπειρωτικά ρήγματα μετασχηματισμού. Copyrighted.

<http://image.slidesharecdn.com/dobrasfalhasmontanhas2-130319202634-phpapp01/95/dobras-falhas-montanhas-2-39-638.jpg?cb=1363724978>

Εικόνα 45, Διαφάνεια 34: Transform motion. Houghton Mifflin Company.

Copyrighted. http://images.slideplayer.com/8/2262161/slides/slide_5.jpg

Εικόνα 46, Διαφάνεια 36: Plate-boundary transform fault systems. Copyrighted.

<http://www.intechopen.com/source/html/45342/media/image4.png>

Εικόνα 47, Διαφάνεια 37: Περιοχές συμπίεσης ή εφελκυσμού (και δημιουργία αντίστοιχων δομών) ανάλογα με το σχετικό προσανατολισμό του ρήγματος και τη σχετική κίνηση των πλακών. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (8/11)

Εικόνα 48, Διαφάνεια 38: The San Andreas fault and Salton Trough in southern California, USA. Copyrighted.

<http://www.nature.com/ngeo/journal/v4/n7/images/ngeo1198-f1.jpg>

Εικόνες 49-50, Διαφάνεια 39: Το σύστημα μετασχηματισμού Αγίου Ανδρέα - Κόλπου Καλιφόρνιας. Copyrighted.

Εικόνα 51, Διαφάνεια 40: Απλοποιημένος τεκτονικός χάρτης, όπου απεικονίζεται το ρήγμα του Αγίου Ανδρέα, αλλά και όλα τα υπόλοιπα κύρια ρήγματα που, μαζί με αυτό, σχηματίζουν μια σύνθετη και πολύπλοκη ρηξιγενή ζώνη μετασχηματισμού. Copyrighted.

http://telem.openu.ac.il/courses/2002a/c20307/seminar/20307_files/image046.gif

Εικόνα 52, Διαφάνεια 40: Physiographic Provinces on a geologic map. Copyrighted.

<http://www.geologycafe.com/images/CAprovinces.jpg>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (9/11)

Εικόνα 53, Διαφάνεια 41: Gulf of California, spreading system. Copyrighted.

<http://4.bp.blogspot.com/-dNs1EskY6i0/TdSmJD6djTI/AAAAAAAAABYM/JWitPX7dwIU/s1600/mapa%2Bfallas%2Bgolfo.jpg>

Εικόνα 54, Διαφάνεια 42: Εξέλιξη του «San Andreas - Gulf of California». Copyrighted.

Εικόνα 55, Διαφάνεια 43: Landscape Shifting, Wallace Creek San Andreas Fault. Copyrighted. http://images.slideplayer.com/14/4196650/slides/slide_38.jpg

Εικόνα 56, Διαφάνεια 44: Map which compiles all discovered earthquake fault lines in California until 2010. Photo: California Geological Survey. Copyrighted. <http://strangesounds.org/wp-content/uploads/2014/09/earthquake-fault-lines-california.jpg>



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (10/11)

Εικόνα 57, Διαφάνεια 45: Slip rates of major active faults. Copyrighted.

<http://www.conservation.ca.gov/cgs/rghm/psha/PublishingImages/slipratemd.jpg>

Εικόνα 58, Διαφάνεια 46: Real-Time Earthquake Map of California and Nevada on October 17, 2012. Copyrighted.

http://www.standeyo.com/NEWS/09_Earth_Changes/09_Earth_Changes_pics/090709.San.Andreas.map.jpg

Εικόνα 59, Διαφάνεια 47: Main fault zones associated with the plate boundary in New Zealand with displacement vectors relative to the Australian plate. Public domain. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NZ_faults.png

Εικόνα 60, Διαφάνεια 48: Απλοποιημένος τεκτονικός χάρτης του Ρήγματος Μετασχηματισμού της Νεκράς Θάλασσας και των σχετιζόμενων με αυτό τεκτονικών δομών. Copyrighted.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (11/11)

Εικόνα 61, Διαφάνεια 49: Οι κυριότερες ενεργές ρηξιγενείς ζώνες οριζόντιας ολίσθησης, που δεν αντιπροσωπεύουν όρια μετασχηματισμού, αλλά συνδέονται με ζώνες σύγκλισης ή σύγκρουσης των πλακών. Copyrighted.

Εικόνα 62, Διαφάνεια 50: Τα κυριότερα απολιθωμένα ρήγματα μετασχηματισμού, στον ωκεάνιο αλλά και στον ηπειρωτικό χώρο. Copyrighted.

