

Università degli Studi di Trieste
Dipartimento di MATEMATICA E GEOSCIENZE

Anno accademico 2015-2016

CORSO DI GEOLOGIA STRATIGRAFICA E SEDIMENTOLOGIA

MODULO B

La geologia del Friuli Venezia Giulia

Fulvio Podda

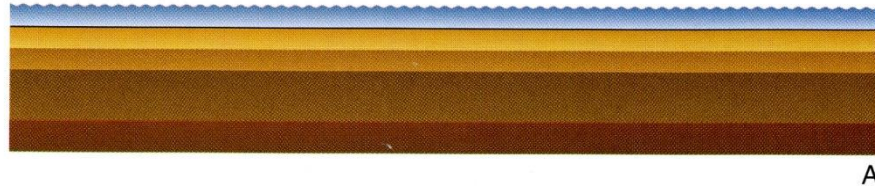
Novembre 2015

- 1) Concetti base di geodinamica ripresi dal corso di Geologia 1
- 2) La storia geologica del Friuli Venezia Giulia dal Paleozoico ad oggi
- 3) Un cenno alla geologia delle Dolomiti

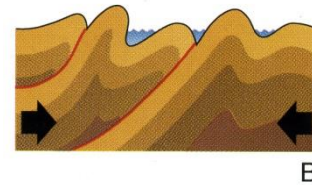
Concetti base:

Le montagne sono il risultato di tre differenti periodi della storia geologica:

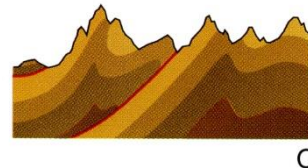
- periodo litogenetico: è responsabile della formazione delle rocce



- periodo orogenetico: ha portato al sollevamento delle rocce (scontro fra grandi blocchi continentali – teoria della tettonica a zolle)

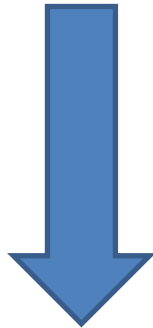


- periodo morfogenetico: è il diretto responsabile del paesaggio attuale



COME SI DATANO LE ROCCE?

- Datazione relativa:
 - 1) sovrapposizione degli strati
 - 2) evoluzione biologia con i fossili
- Datazione assoluta o radiometrica: radioattività scoperta nel 1896, decadimento radioattivo (Rutherford, 1905), da isotopo o nuclide radioattivo si trasforma in isotopo radiogenico esempio K/Ar, Rb/Sr, U/Pb



Determinazione delle età, epoche, periodi, ere (unità geocronologiche); viene costruita la **scala cronologica**

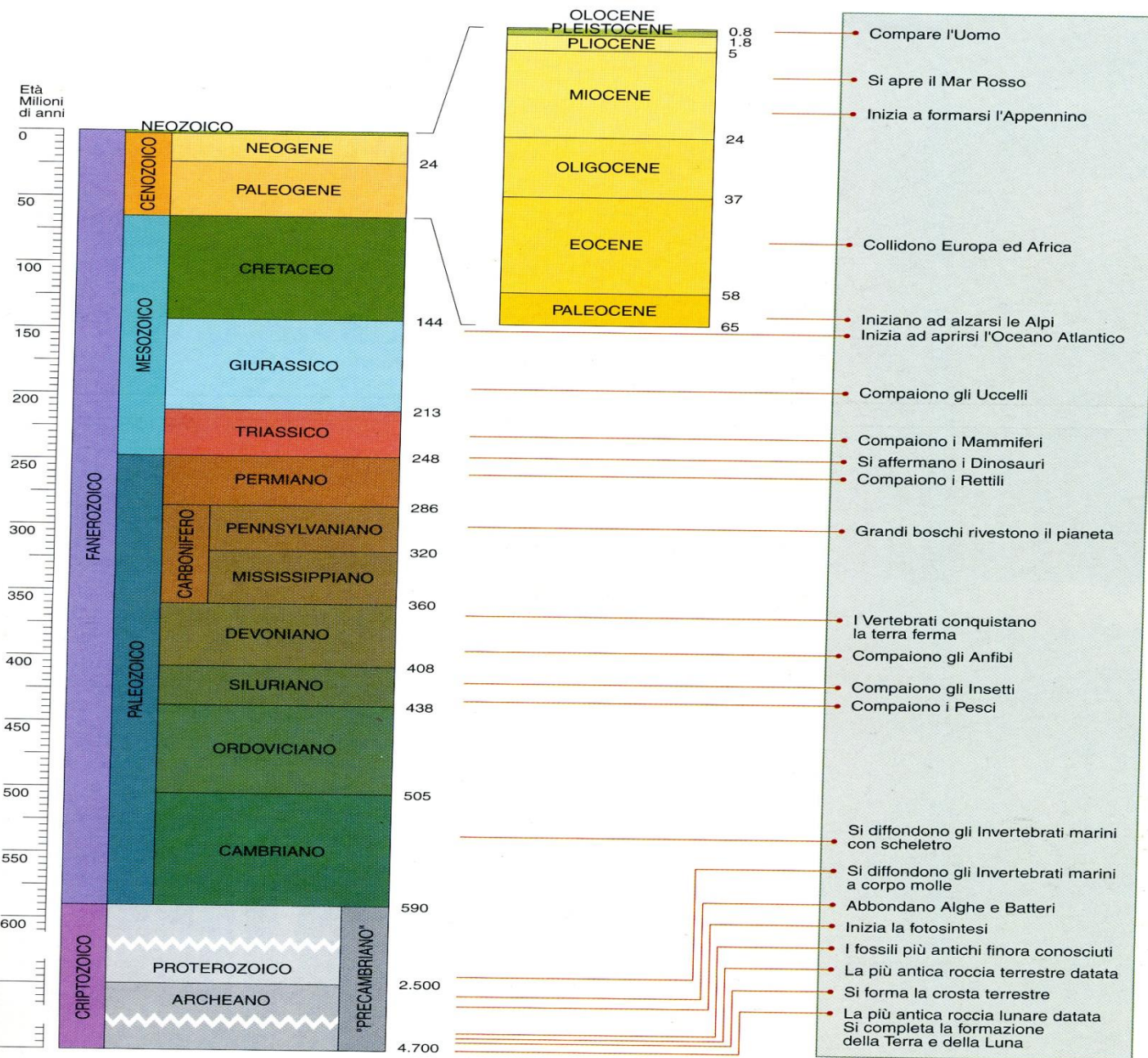
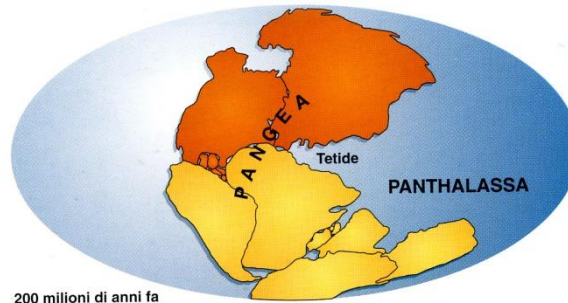


Fig. 3.7 - La scala dei tempi geologici con la nomenclatura stratigrafica principale. I numeri indicano le «età assolute» in milioni di anni, secondo la scala dei tempi proposta da Harland et al. (1989). Nel dicembre 1994 (Gradstein et al.) è stata pubblicata una nuova scala, specifica del Mesozoico, più aggiornata, che verrà adottata in questo libro (vedi figura 3.8). Sono pure indicati i tempi di progressiva apparizione dei principali gruppi di organismi, una successione di eventi che testimonia in modo inconfutabile la teoria dell'evoluzione.

Triassico
superiore



200 milioni di anni fa

Cretacico
inferiore



135 milioni di anni fa



Oggi



Tra 50 milioni di anni

Margine convergente di tipo alpino-himalaiano

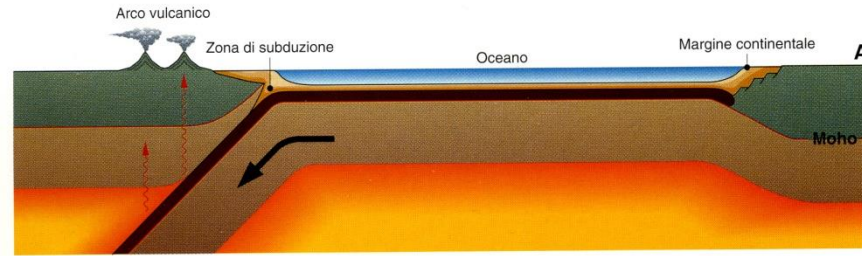
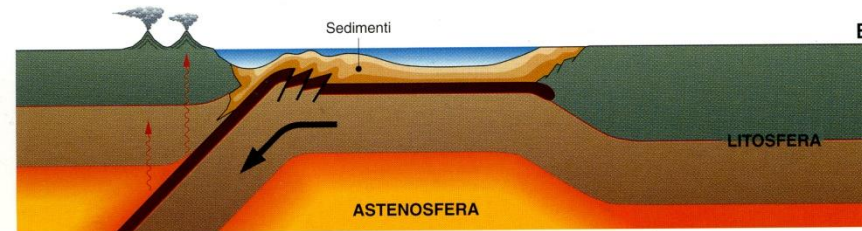
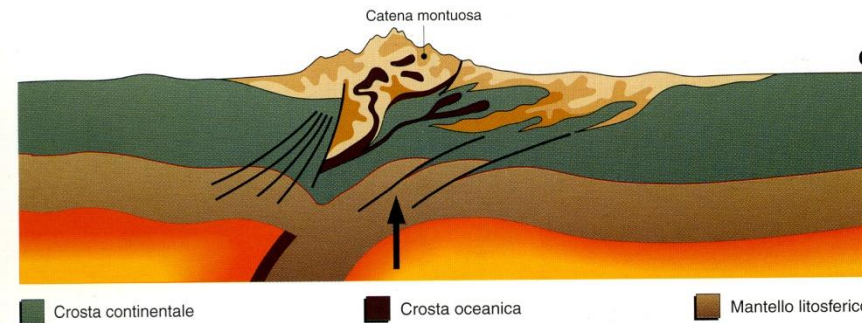


Fig. 5.8 - La collisione tra due blocchi continentali trascinati passivamente da due placche porta necessariamente alla formazione di una catena di montagne.

In A la convergenza tra le due placche avviene a spese della subduzione di crosta oceanica. Adiacente alla zona di subduzione si forma una serie di vulcani che derivano dalla fusione della placca inghiottita all'interno della Terra.



In B il bacino oceanico che stava in mezzo è quasi chiuso; la crosta oceanica si rompe in cunei che tendono ad accavallarsi verso la placca che sta scendendo e i sedimenti marini cominciano a deformarsi sensibilmente.



In C i due continenti sono entrati in collisione; compressione e deformazione raggiungono la massima intensità. Lembi di crosta oceanica (*ofioliti*), sedimenti marini e rocce dei margini dei blocchi continentali vengono ridotti in cunei e scaglie che si accavallano reciprocamente. A questo punto il processo di convergenza si blocca e l'intero edificio di scaglie accavallate, non più compresso, si solleva lentamente per riequilibrare le masse. Infatti, nell'area dove è avvenuta la collisione, lo spessore della crosta è notevolmente aumentato (c'è un continente sotto l'altro) e, analogamente a quanto avviene nel caso di un *iceberg* (tanto più emerge dal mare tanto più pesca sott'acqua), al maggior spessore della crosta deve corrispondere una maggiore elevazione della superficie terrestre. Durante il lento sollevamento l'edificio collisionale viene attaccato, inciso e scolpito dagli agenti atmosferici. Nasce così una catena di montagne. Ricordiamoci però che l'intero processo si svolge nell'arco di svariati milioni di anni, equivalente quindi a sollevamenti impercettibili, di qualche millimetro all'anno: non pensiamo a catastrofi, cataclismi, diluvi!

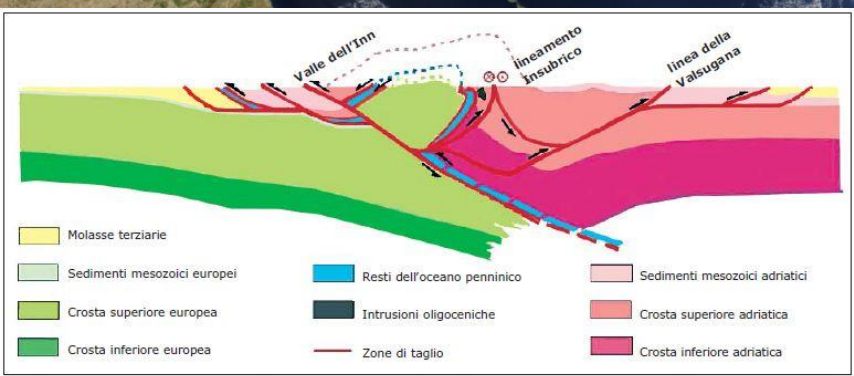


Fig. 20 - Modello interpretativo del profilo TRANSALP (TRANSALP Working Group, 2002) con l'estrusione dei Tauri, il cuneo crostale adriatico e il sottocorrimento crostale con sviluppo di thrust vergenti a S (Modello B, da CASTELLARIN et al., 2006).

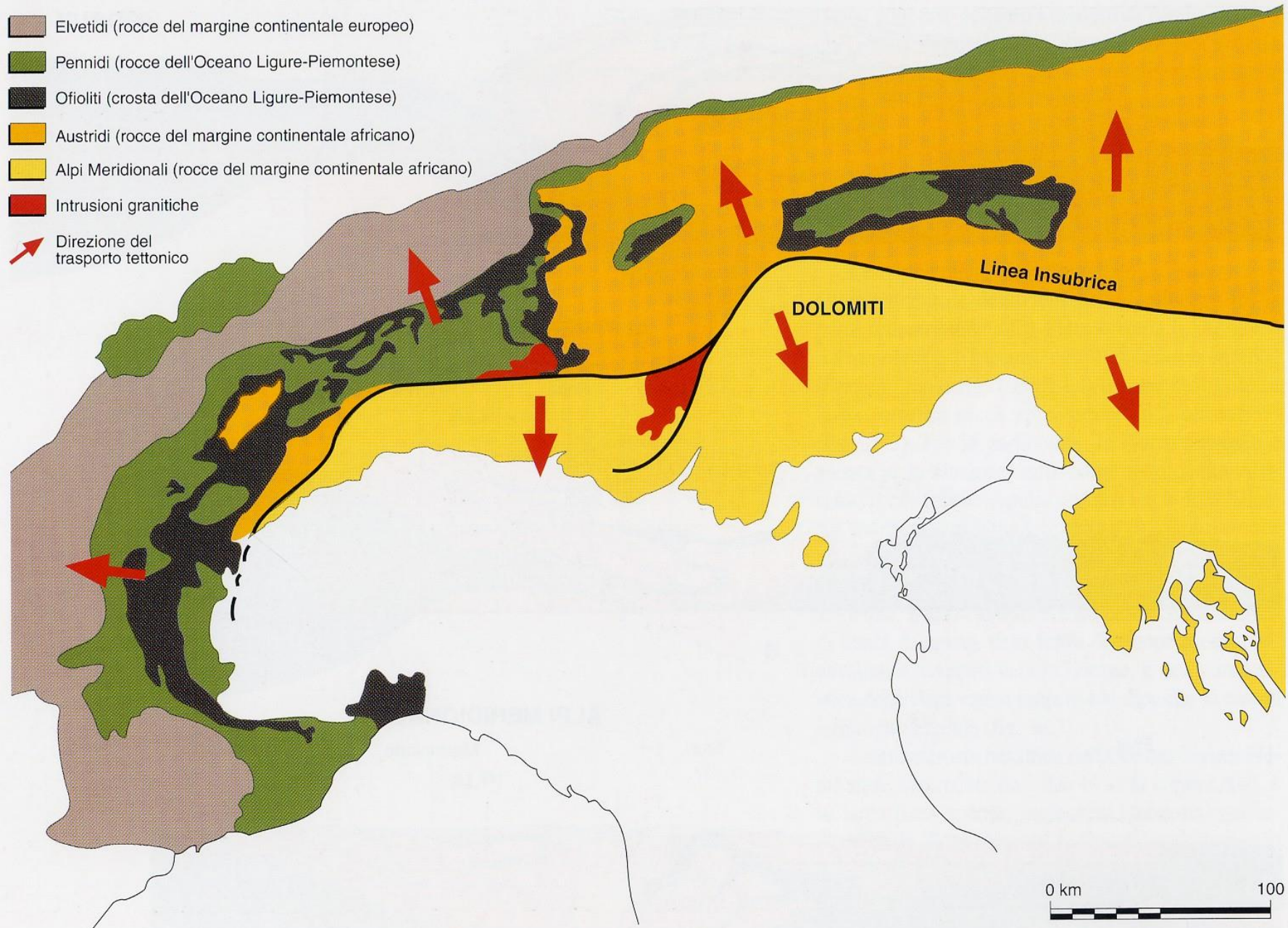


Fig. 18.4 - Carta geologica semplificata delle Alpi. Le frecce grandi indicano la vergenza opposta della parte settentrionale e della parte meridionale della catena separate dalla Linea Insubrica. Le Alpi Meridionali o Sudalpino sono un sistema di accavallamenti sudvergenti, le Alpi vere e proprie, a nord, sono invece Europa-vergenti.

La struttura delle Alpi orientali

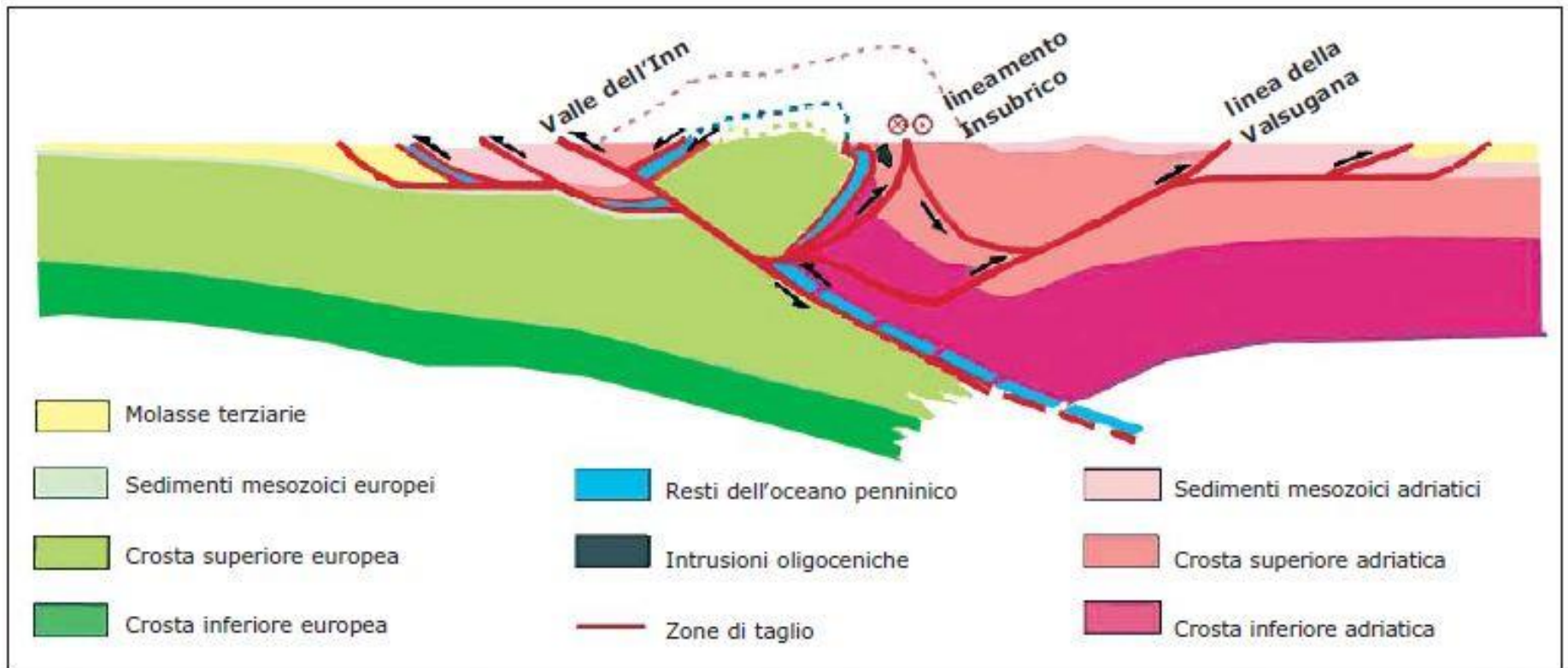


Fig. 20 - Modello interpretativo del profilo TRANSALP (TRANSALP Working Group, 2002) con l'estrusione dei Tauri, il cuneo crostale adriatico e il sottoscorrimento crostale con sviluppo di thrust vergenti a S (Modello B, da CASTELLARIN et al., 2006).

- Crosta continentale
- Crosta oceanica
- Mantello litosferico
- Mantello astenosferico

A

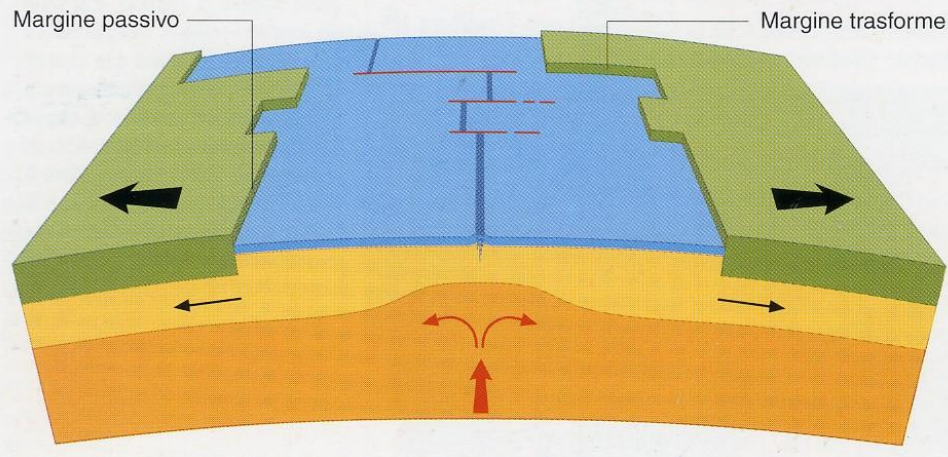
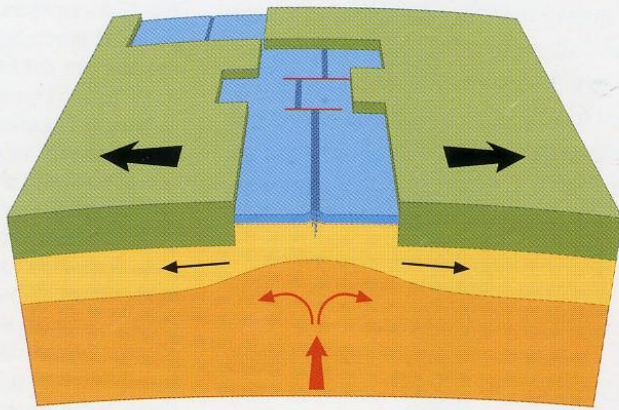
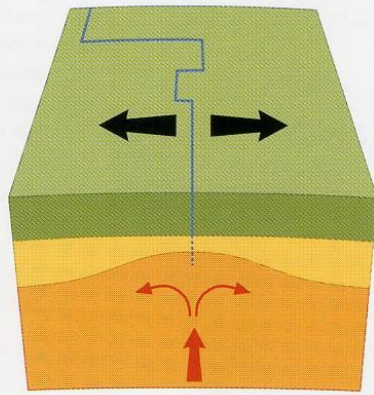


Fig. 17.3 - Formazione e struttura profonda dei margini continentali. A. I vari stadi di lacerazione di un continente, con comparsa di crosta oceanica e formazione di margini continentali coniugati. B. Sezione ideale di un margine continentale che mostra la differenziazione tra crosta continentale, più spessa e leggera, e crosta oceanica, più sottile ma più pesante. Il maggior accumulo di sedimenti è localizzato proprio al margine del blocco continentale.

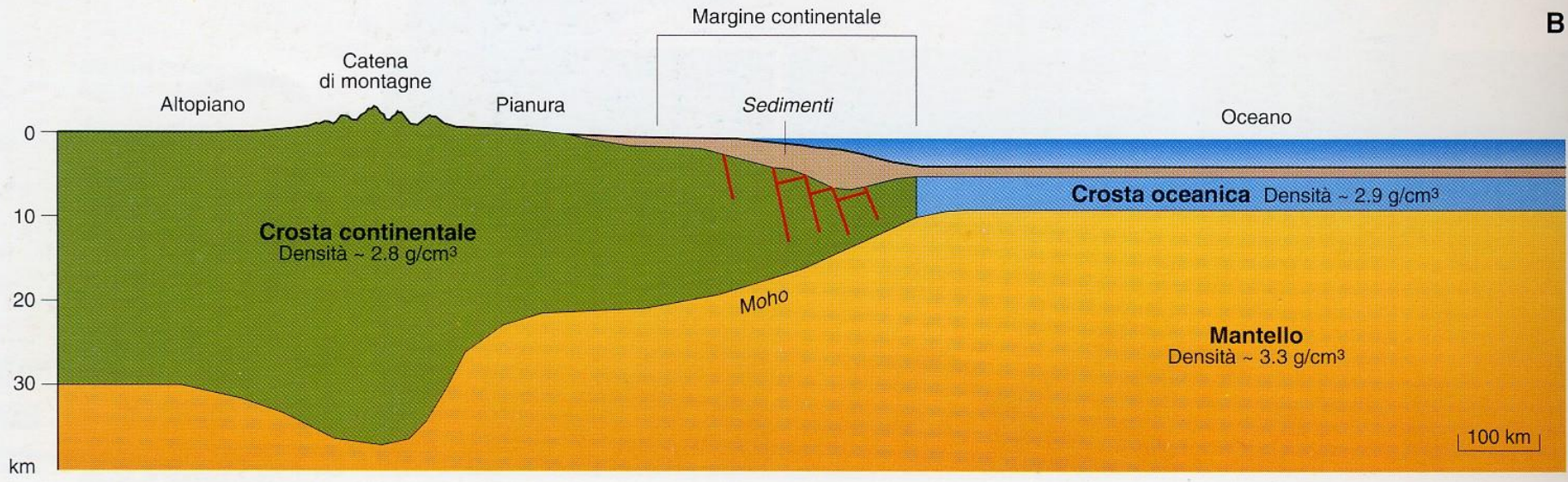


Fig. 17.3 - Formazione e struttura profonda dei margini continentali. A. I vari stadi di lacerazione di un continente, con comparsa di crosta oceanica e formazione di margini continentali coniugati. B. Sezione ideale di un margine continentale che mostra la differenziazione tra crosta continentale, più spessa e leggera, e crosta oceanica, più sottile ma più pesante. Il maggior accumulo di sedimenti è localizzato proprio al margine del blocco continentale.

Triassico
superiore

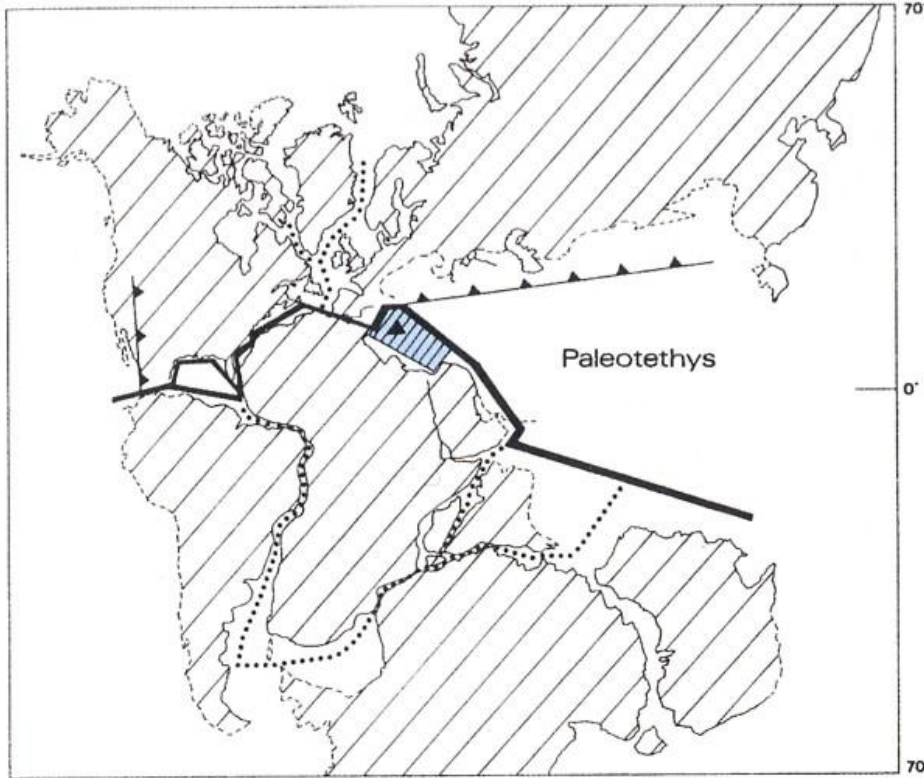


Fig. 64a - Paleogeografia delle principali masse continentali nel Triassico circa 220 ± 20 Ma fa. Nella fig. sono indicate le zone di subduzione (linee dentellate), le zone di lacerazione della Pangea lungo gli allineamenti circa E-O (linee grosse), le zone di espansione oceanica cretaceo-terziaria (linee puntinate); le zone relitte della Paleotetide tra Eurasia e zolla africo-arabica sono indicate dalla zona centrata dal triangolo pieno. (Da Laubscher e Bernoulli, 1977).

Giurassico
medio-sup.

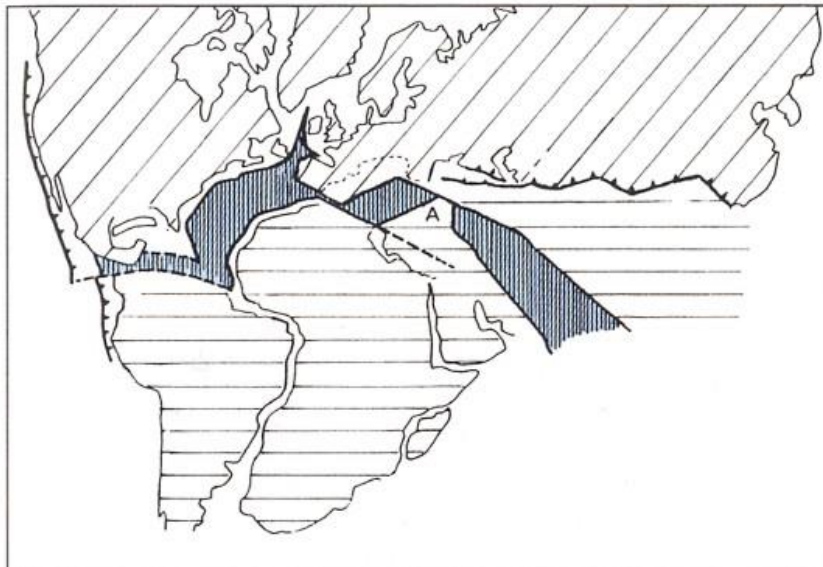
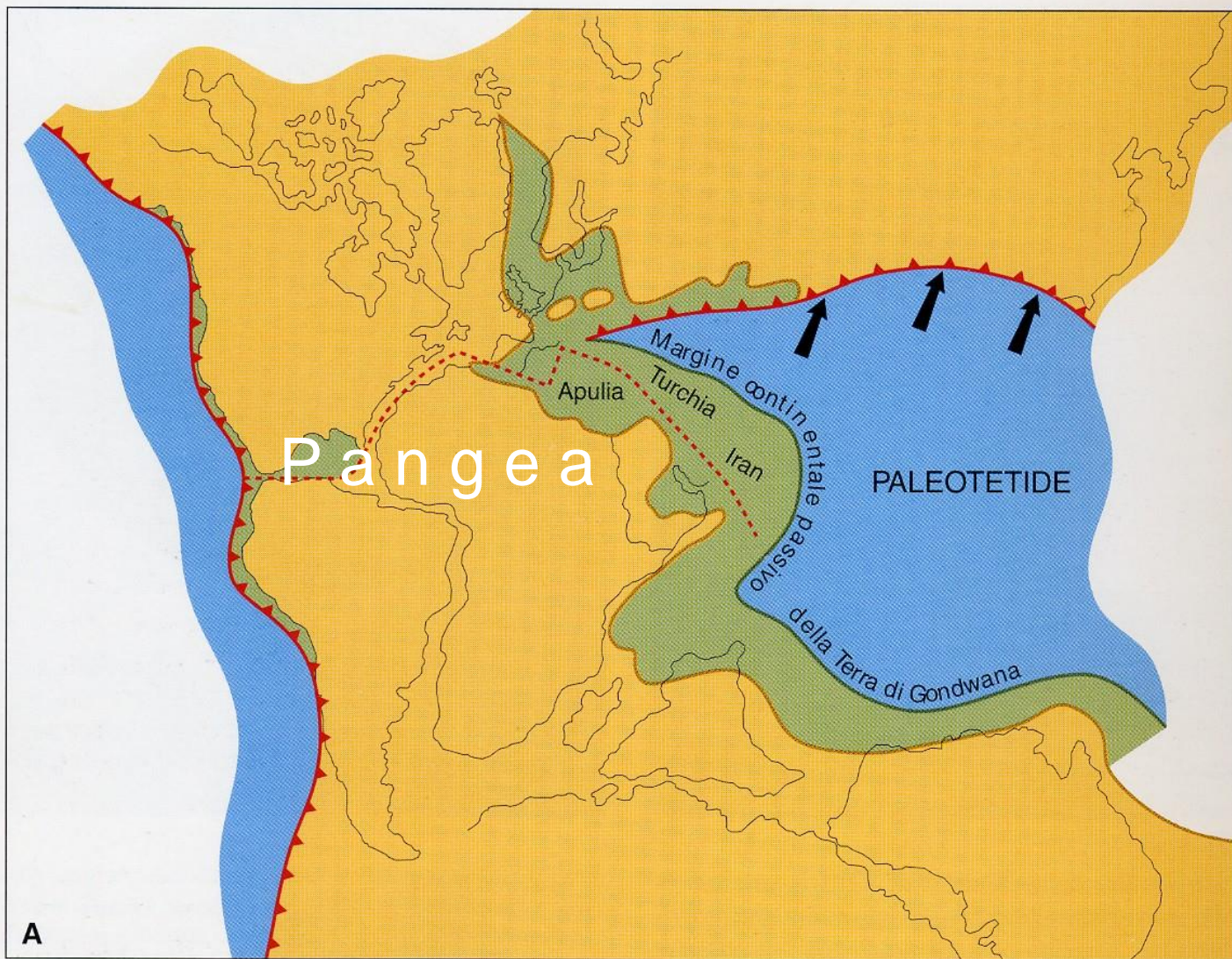


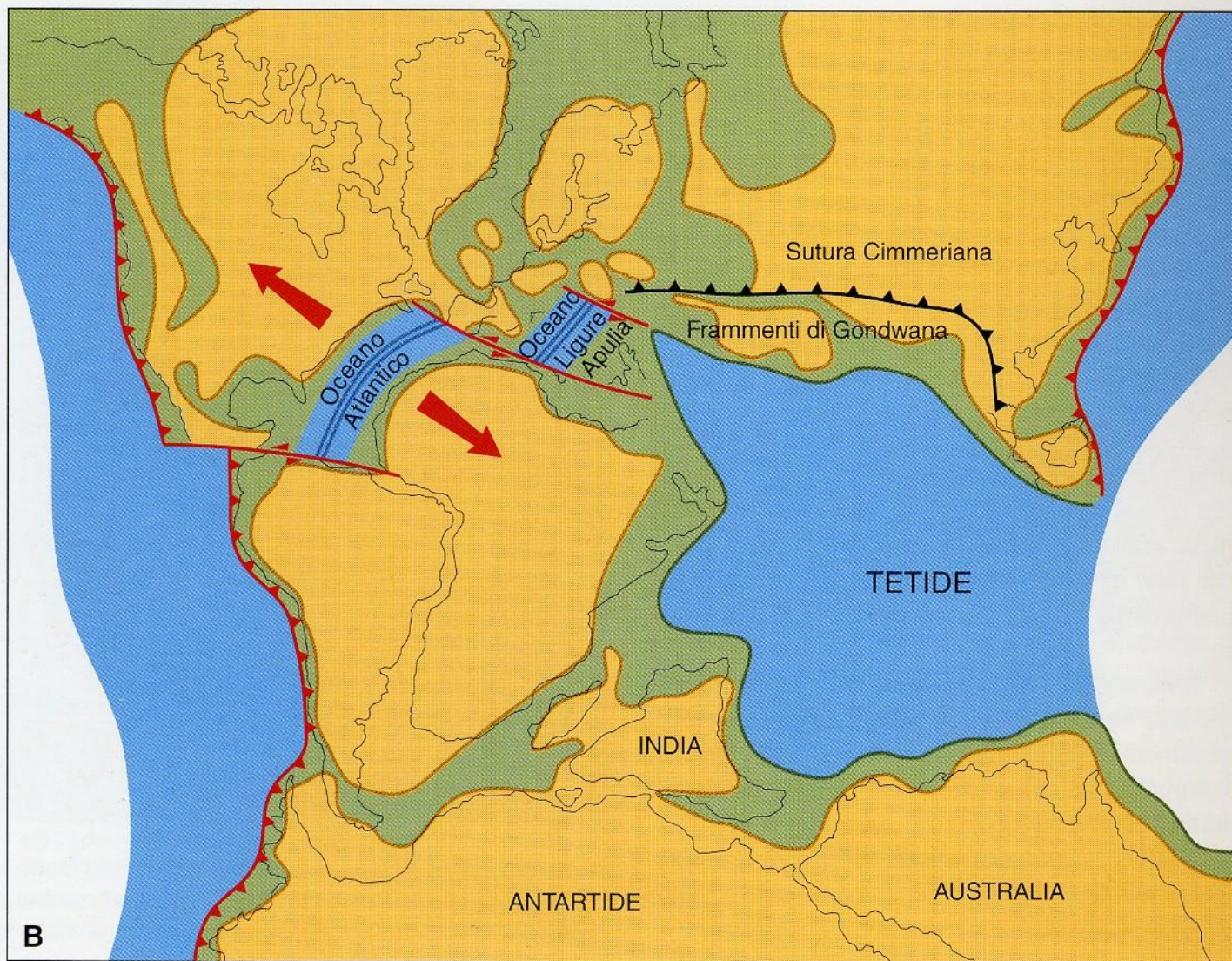
fig. 64b. Cinematica delle placche connesse all'apertura dell'Atlantico Centrale e suo raccordo con la zona oceanica della Tetide interpretata come bacino di pull-apart. **A**, Promontorio Africano. (Da Bernoulli e Lemoine, 1980).

Fig. 17.1 - A. Il supercontinente Pangea e gli oceani circostanti durante il Permo-Trias, cioè 200-250 milioni di anni fa. Si noti la Paleotetide, il grande oceano che separava le terre australi, note anche con il termine collettivo di Terra di Gondwana, da quelle euroasiatiche. E' anche indicata, col tratteggio rosso, la traccia della spaccatura che dividerà in due tronconi Pangea (vedi figura seguente).



B. La distribuzione delle terre e dei mari durante il Giurassico superiore (circa 150 milioni di anni fa). Pangea si è ormai separata in due blocchi e sono comparsi due nuovi oceani, l'Atlantico Centrale e l'Oceano Ligure-Piemontese. Si noti che diversi blocchi australi (frammenti di Gondwana) sono già entrati in collisione con il continente euroasiatico.

-  Margine continentale con subduzione
-  Zone di sutura
-  Faglie trasformati
-  Futura linea di separazione giurassica
-  Limite delle terre emerse
-  Terre emerse
-  Crosta continentale
-  Crosta oceanica
-  Dorsale medio-oceanica



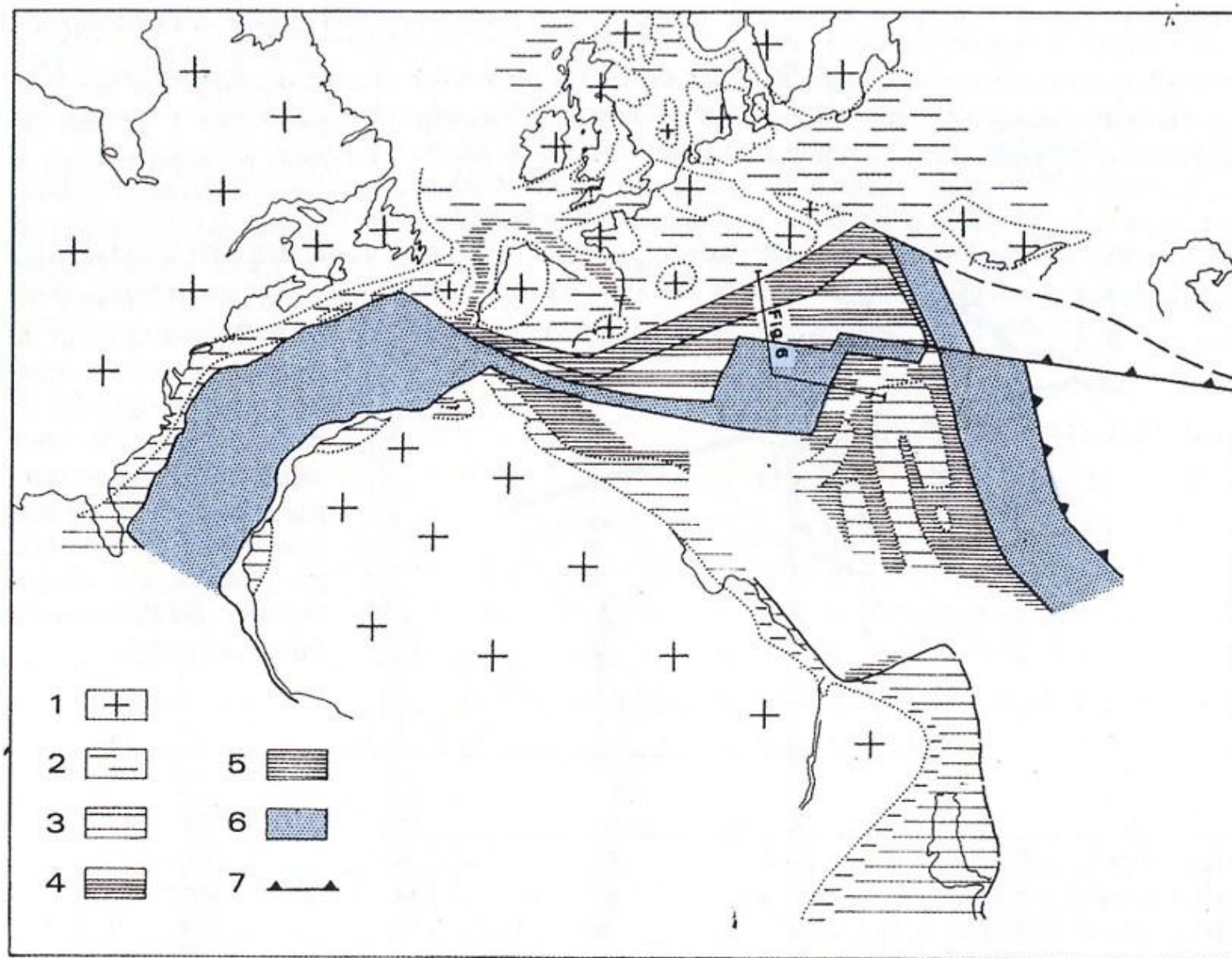


fig. 65. Sintesi cinemática del raccordo tra Atlantico Centrale e zona oceanica della Tetide. Spiegazione dei numeri: 1, aree continentali; 2,3, zone marine di bassa profondità (2) e piattaforme carbonatiche (3); 4, zone instabili del rifting; 5, zone bacinali profonde; 6, zone oceaniche; 7, subduzione giurassica. (Da Laubscher e Bernoulli, 1977).

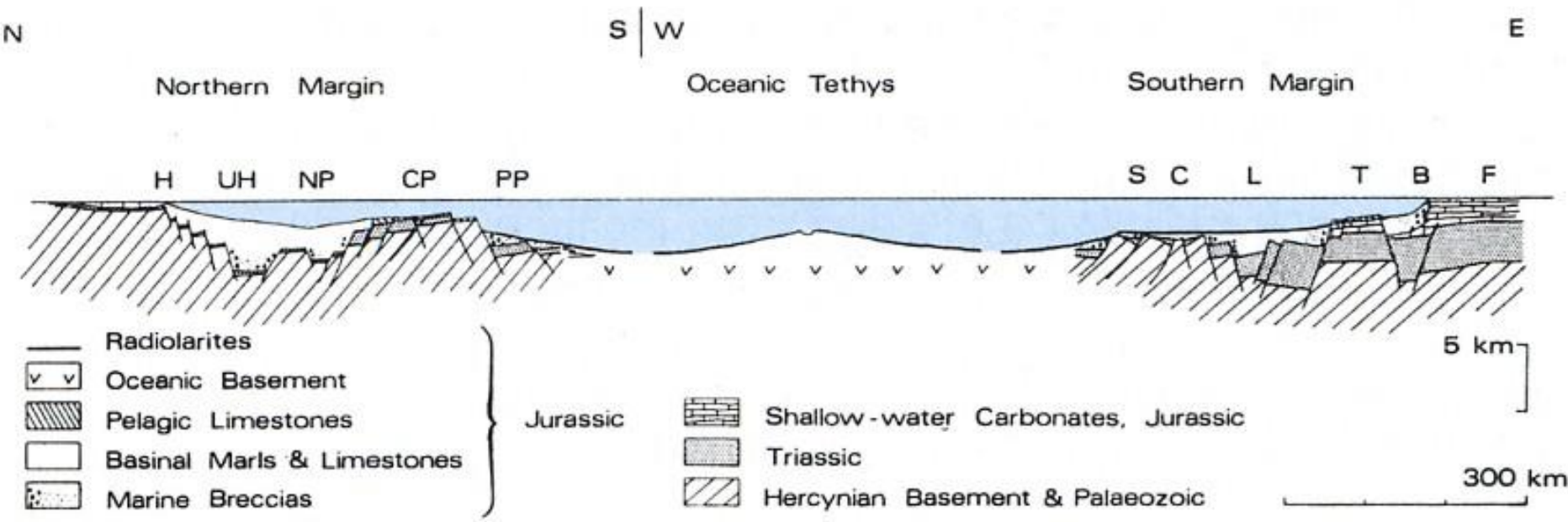







fig. 66. Sezione interpretativa palinspastica dei margini continentali della zona oceanica della Tetide: elvetico (H), ultraelvetico (UH), pennidico settentrionale (NP), pennidico centrale (CP), prepiemontese (PP), Sesia-Dent Blanche (S), Canavese (C), bacino lombardo (B), piattaforma veneta (T), piattaforma friulana (F). (Da Laubscher e Bernoulli, 1977).

 Margini passivi coinvolti in collisioni prevalentemente frontali

 Margini di taglio coinvolti in aree orogenetiche a prevalente tettonica trascorrente

 Placca iberico-europea

 Placca apulo-africana

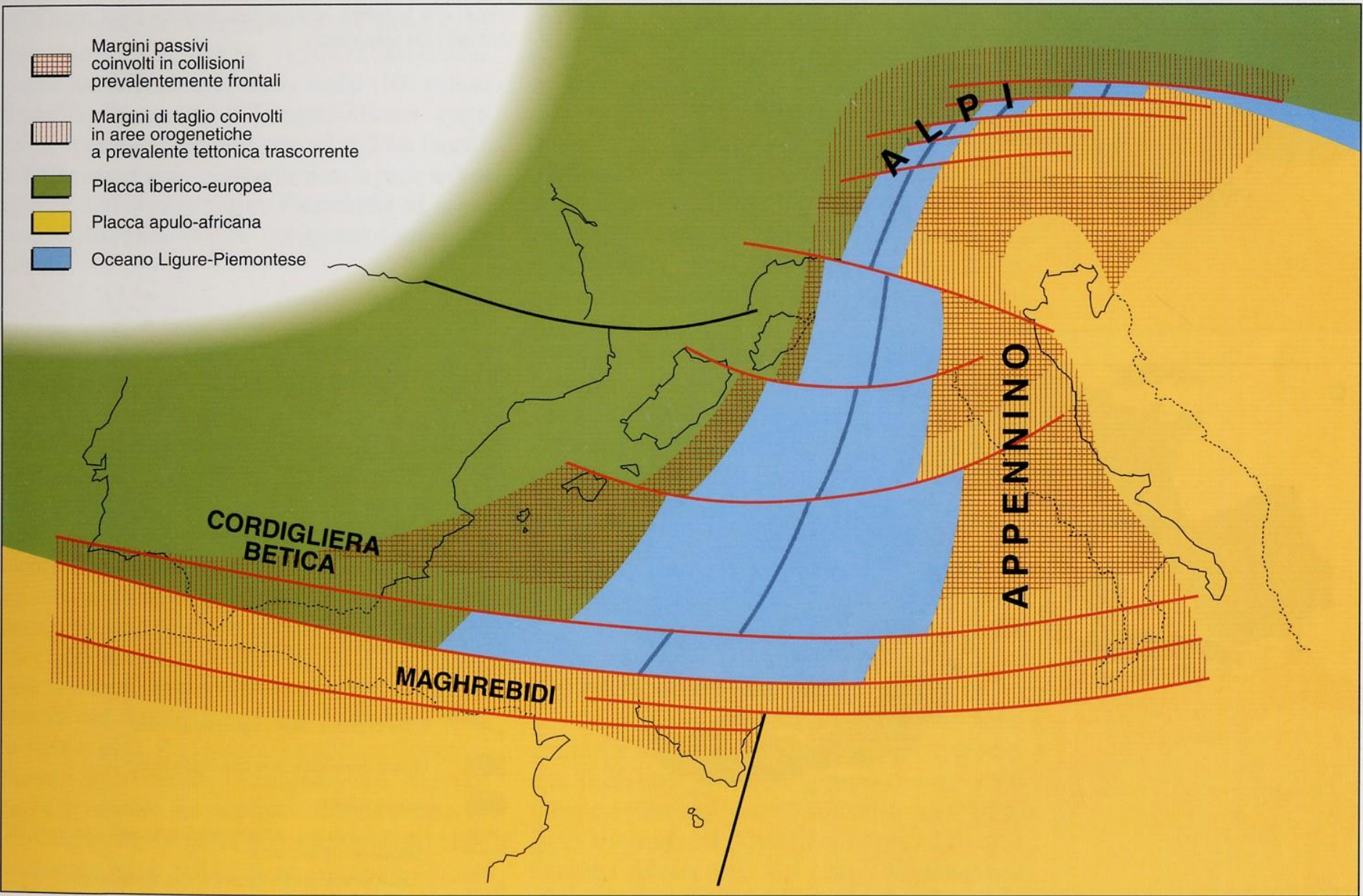
 Oceano Ligure-Piemontese

**CORDIGLIERA
BETICA**

MAGHREBIDI

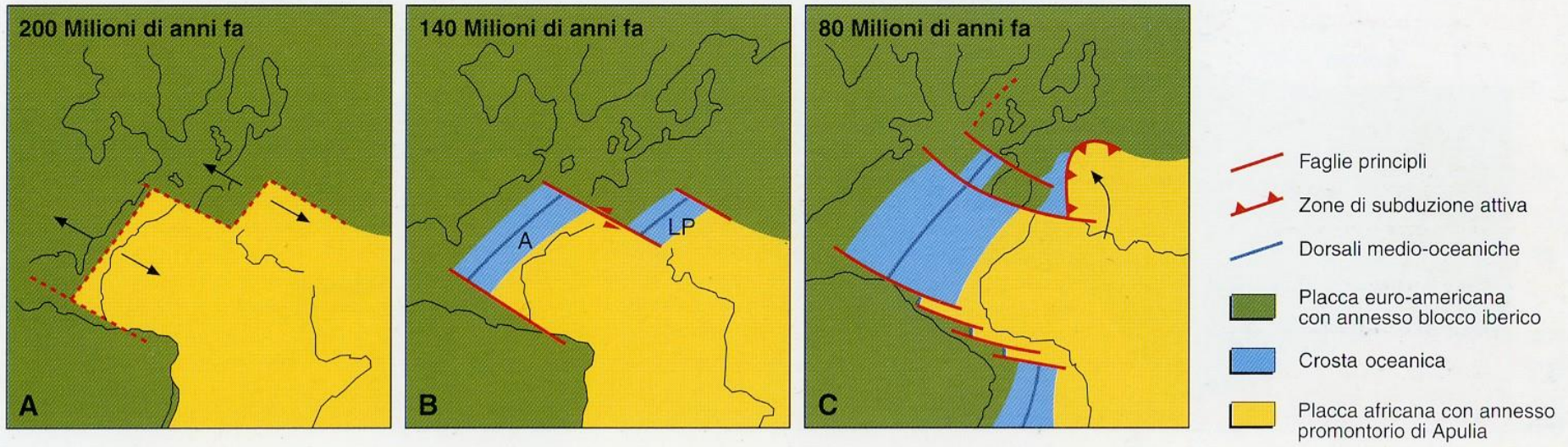
ALPI

APPENNINO



Cretacico medio – superiore: inizia la chiusura dell' Oceano Ligure - piemontese

Triassico sup.



Giurassico medio-sup

Fase eoalpina:
Cretacico – Paleocene
(vedi le due diapo successive per
le Dinaridi)

Fase mesoalpina:
Eocene - Oligocene

Fase neoalpina:
Miocene - Attuale

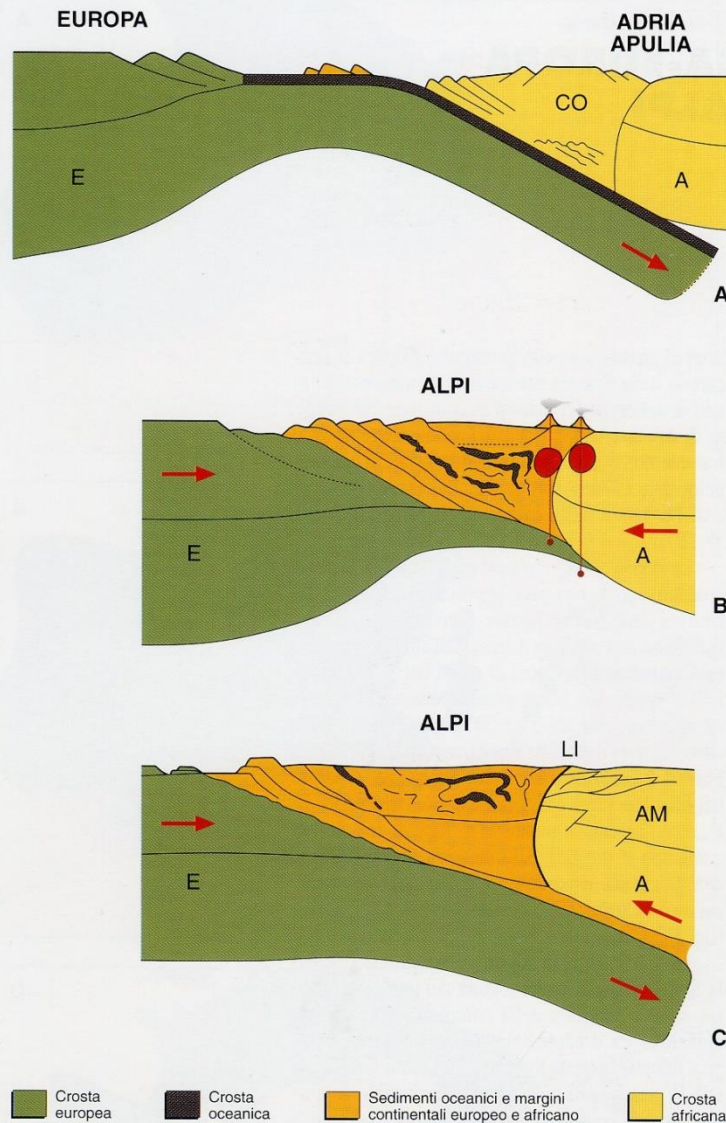


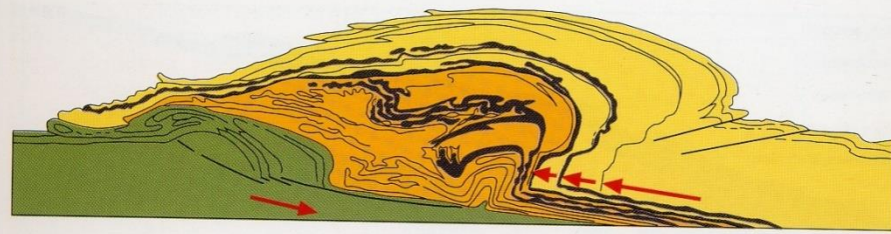
Fig. 18.2 - Lo sviluppo della catena alpina per progressivo avvicinamento e collisione tra la Placca europea e quella africana.

A. **Fase eoalpina** (Cretaceo): la parte oceanica (in nero la crosta) della Placca europea (E) va in subduzione sotto quella africana (Apulia, Adria) (A) e si forma un «cuneo orogenico» (CO) sul margine di Apulia, con falde e accavallamenti.

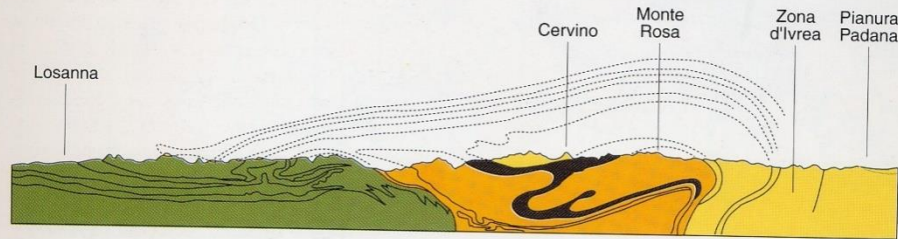
B. **Fase mesoalpina** (Eocene-Oligocene): sparisce l'Oceano Ligure-Piemontese, si verifica la collisione tra le due placche e i resti oceanici, le ofioliti (in nero), sono coinvolti nel grande sistema orogenico. Si ha sollevamento e si sviluppano vulcani e plutoni sul margine di Apulia.

C. **Fase neoalpina** (Miocene-Attuale): si verifica il maggiore sollevamento e si ha forte erosione; si attiva la Linea Insubrica (LI) e si sviluppa il sistema sudvergente delle Alpi meridionali (AM) di cui fanno parte le Dolomiti.

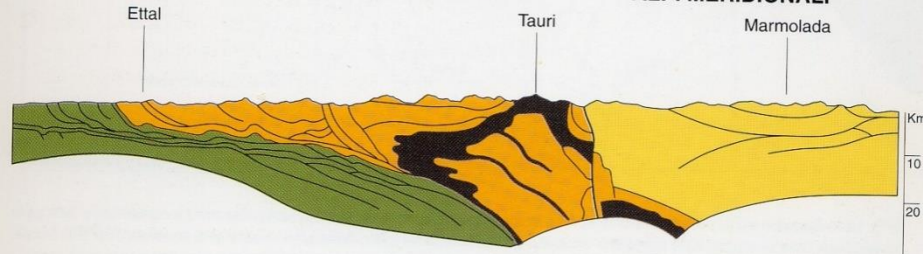
Le diverse fasi dell'orogenesi alpina



ALPI PENNINE



ALPI MERIDIONALI



- | | | | |
|---|--|---|--|
| <p>1. Rocce del margine continentale africano</p> | <p>2. Crosta dell'Oceano Ligure-Piemontese</p> | <p>3. Sedimenti dell'Oceano Ligure-Piemontese</p> | <p>4. Rocce del margine continentale europeo</p> |
|---|--|---|--|

Fig. 18.3 - La catena alpina è il risultato della collisione tra una protuberanza della Placca africana, il cosiddetto Promontorio africano detto anche Adria o Apulia (qui in giallo), e la Placca europea (qui in verde). E' stata la Placca europea che è andata in subduzione sotto la Placca africana, per cui i terreni «africani» si sono rovesciati e accavallati sul margine del continente europeo. Anche i sedimenti e le rocce (qui in rosa e nero) dell'originario Oceano Ligure-Piemontese, un tempo interposto tra i due blocchi, ma ora totalmente scomparso, hanno contribuito in modo consistente alla costruzione dell'edificio alpino.

A. La famosa sezione di Argand, un grande geologo svizzero, che già negli anni venti aveva correttamente interpretato, nelle sue linee generali, la struttura della catena alpina. La sezione di Argand, ideale perchè non tiene in considerazione la successiva erosione che ha intaccato e smantellato la catena, è oggi un documento storico, ma mostra chiaramente la vergenza europea delle Alpi e il sottoscorrimento (ora detto subduzione) dell'Europa rispetto all'Africa.

B. Sezione geologica attraverso le Alpi occidentali, dalla pianura piemontese al Lago di Ginevra, in cui è evidente il risultato dello smantellamento subito dall'edificio alpino: senza l'erosione, le Alpi sarebbero alte 30-40 km. I detriti asportati costituiscono ora i sedimenti della Pianura Padana, dell'alto Adriatico e delle pianure situate all'esterno delle Alpi, dal Rodano a Vienna.

C. La struttura della catena alpina secondo una delle interpretazioni più recenti (da Dal Piaz).

1. Rocce del margine continentale africano. Esse costituiscono il blocco delle Alpi meridionali (Alpi lombarde e venete, incluse le Dolomiti) e, più a nord, le cosiddette Alpi Calcaree Setentrionali che affiorano dalla Svizzera fino a Vienna;
2. ofioliti (crosta dell'Oceano Ligure-Piemontese);
3. sedimenti accumulatisi nello stretto Oceano Ligure-Piemontese e sui suoi margini;
4. rocce del margine continentale europeo.

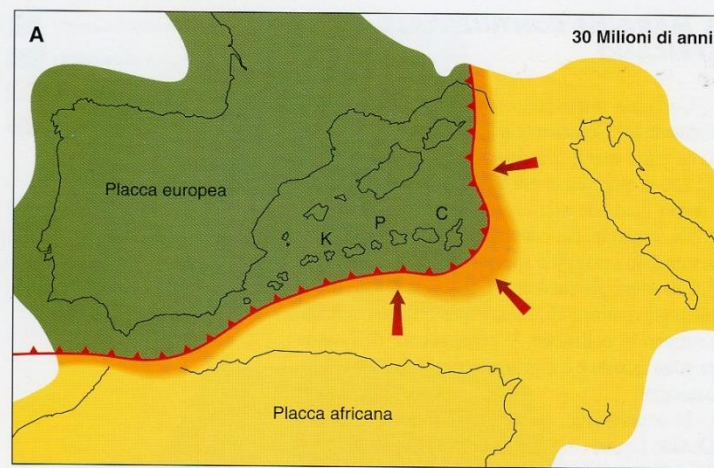
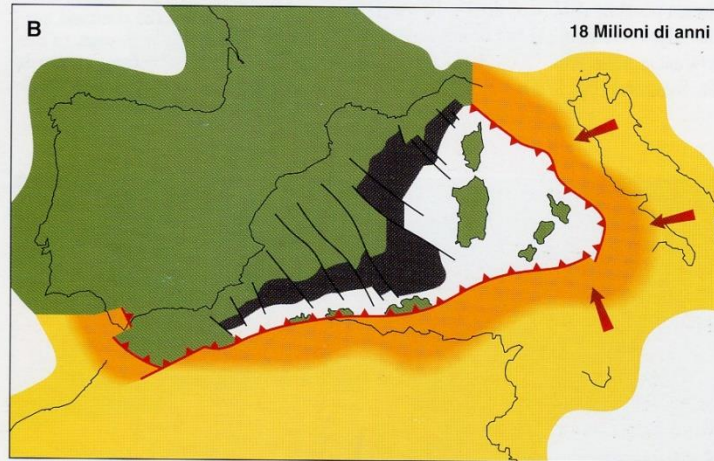


Fig. 18.1 - L'evoluzione geologica del Mediterraneo occidentale a partire da 30 milioni di anni fa.

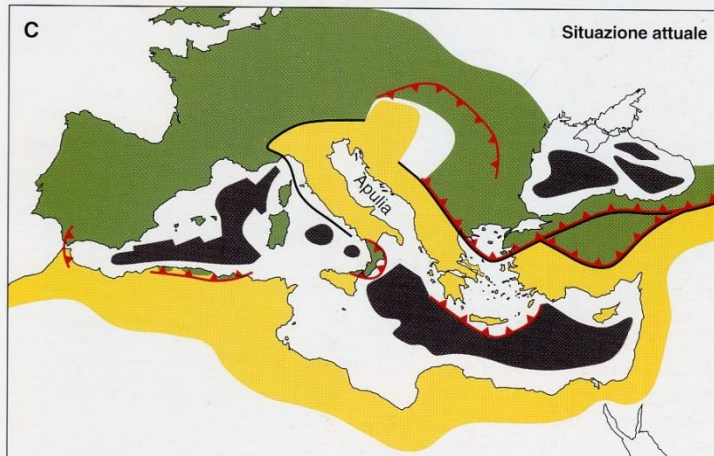
A. Nell'Oligocene medio (30 milioni di anni fa), la Sardegna, la Corsica e altri blocchi minori quali il massiccio calabro (C), composto da Sila, Serre e Aspromonte, i Peloritani (P) e le Kabilie algerine (K) sono ancora tutti assemblati nella Placca iberico-europea. Tra 30 e 21 milioni di anni fa, la parte orientale di questa placca comincia a fratturarsi e, a poco a poco, si staccano il blocco Sardo-Corso ed i vari blocchi minori, iniziando la loro deriva verso est e sud.

OLIGOCENE MEDIO 30 MILIONI DI ANNI FA



B. Nel Miocene medio (18 milioni di anni fa), Corsica e Sardegna raggiungono la loro attuale posizione, mentre alle loro spalle, nell'intervallo tra 21 e 18 milioni di anni, si è formata nuova crosta oceanica (Bacino Provenzale). I microblocchi calabro e peloritano continuano invece la loro migrazione verso SE, iniziando così l'apertura del Mar Tirreno. La deriva antioraria del blocco sardo-corso e dei vari blocchi minori determina la collisione tra il margine di Apulia e la crosta continentale europea: il fronte di deformazione, cioè la catena appenninica, coinvolge ormai quasi tutta l'attuale Italia peninsulare.

MIOCENE MEDIO 18 MILIONI DI ANNI FA



C. La situazione attuale nell'area mediterranea. Il vecchio oceano Ligure-Piemontese è ormai completamente suturato (linee rosse), mentre il blocco calabro-peloritano si è vieppiù spostato verso SE determinando così, da una parte la definitiva apertura del bacino tirrenico e dall'altra l'insorgere di un arco di subduzione frontale nello Ionio. Anche nel Mediterraneo orientale la crosta oceanica sta entrando in subduzione sotto l'arco ellenico.

- Direzione del movimento
- zone subduzione passate e presenti
- Zona di sutura degli oceani mesozoici
- Placca euro-asiatica e sue dipendenze
- Crosta oceanica
- Fasce di intensa deformazione adiacenti alle zone di subduzione e collisione
- Placca africana con Apulia e sue dipendenze

Fig. 5.9 - ↑ L'aggancio del subcontinente indiano all'Asia e l'insorgere della catena himalayana sono un tipico esempio di collisione tra due blocchi continentali.

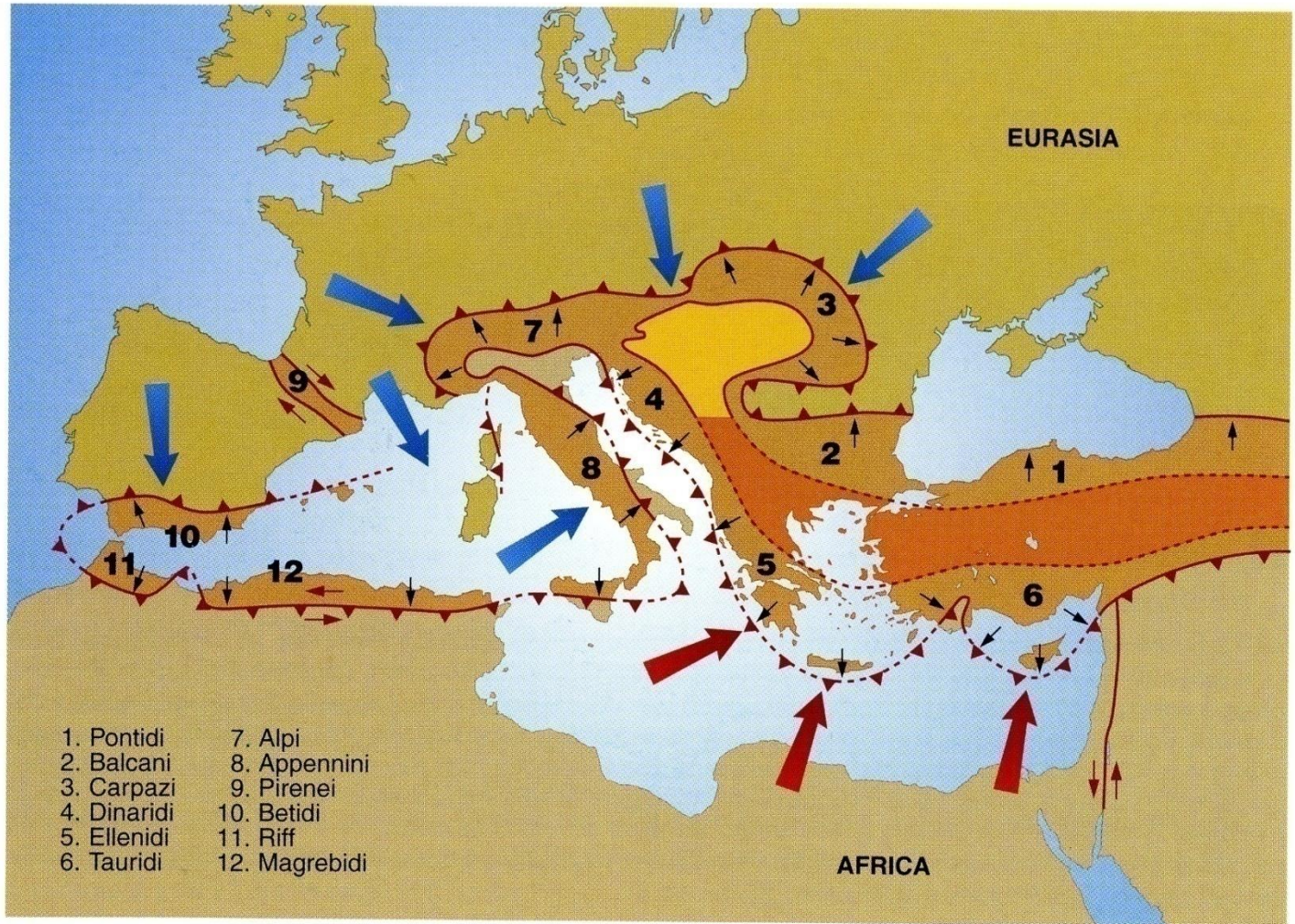


Fig. 5.10 - Tutte le maggiori catene montuose dell'area mediterranea (in marrone) sono il risultato del progressivo avvicinamento dell'Africa all'Europa. Il fenomeno, tuttora in atto, è testimoniato dall'elevata similitudine dell'intera regione e dalla presenza di numerosi vulcani attivi. Le grandi frecce colorate indicano, grossomodo, il senso del movimento relativo di Africa ed Europa; le linee rosse con i piccoli triangoli segnano il limite delle catene, mentre le frecce nere indicano direzione e verso dell'accavallamento delle rocce.

La storia geologica
del
FRIULI VENEZIA GIULIA



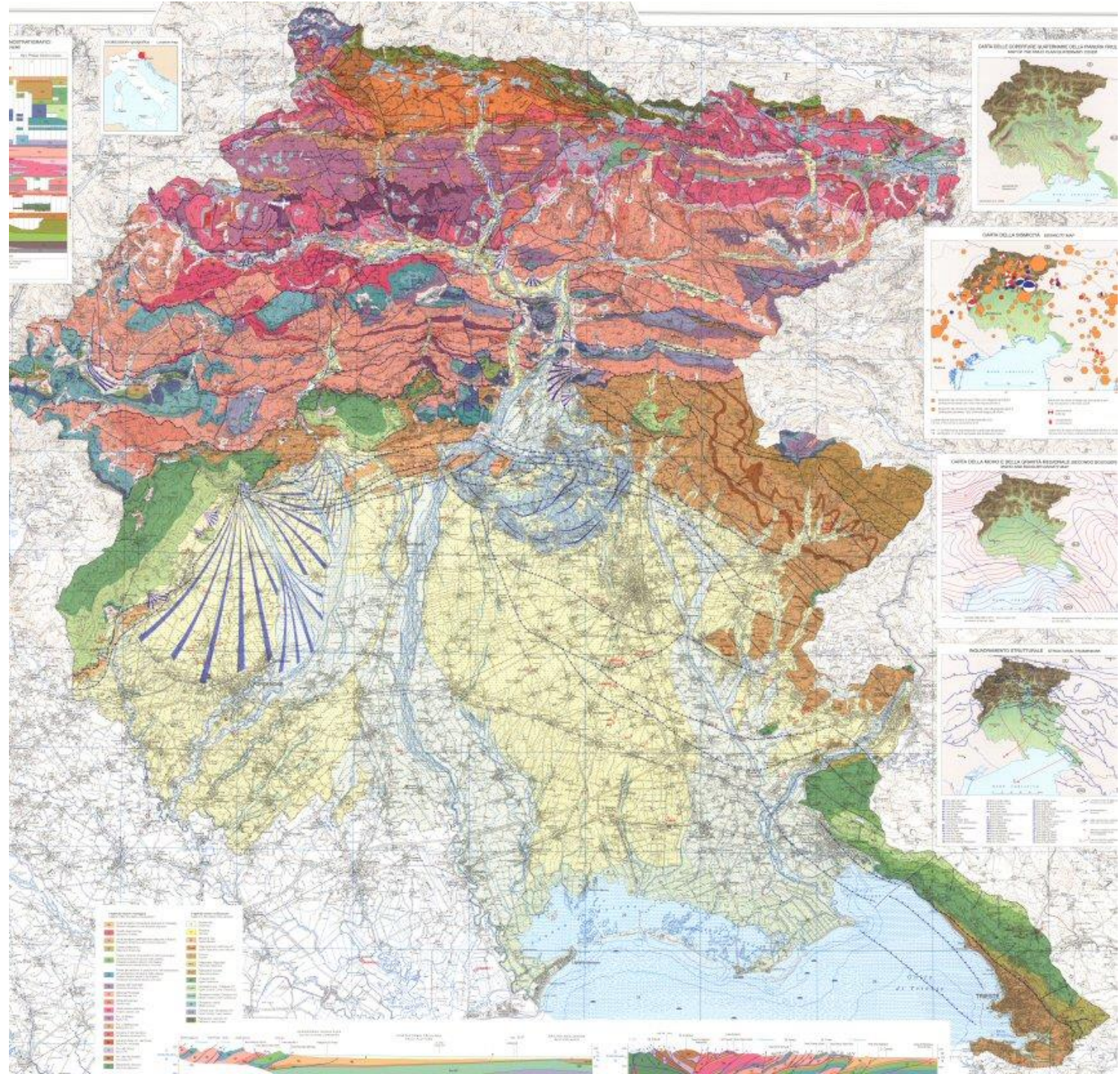
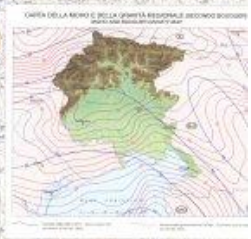
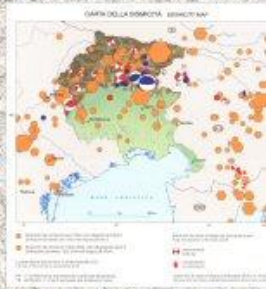
di Fulvio Podda

Le unità orografiche del Friuli Venezia Giulia

- 1) La catena Carnica o Paleocarnica
- 2) Le Alpi Carniche Meridionali o Tolmezzine
- 3) Le Alpi Giulie
- 4) Le Prealpi Carniche
- 5) Le Prealpi Giulie
- 6) L'anfiteatro glaciale o tilaventino
- 7) La Pianura Friulana (alta e bassa)
- 8) Il Carso goriziano e triestino



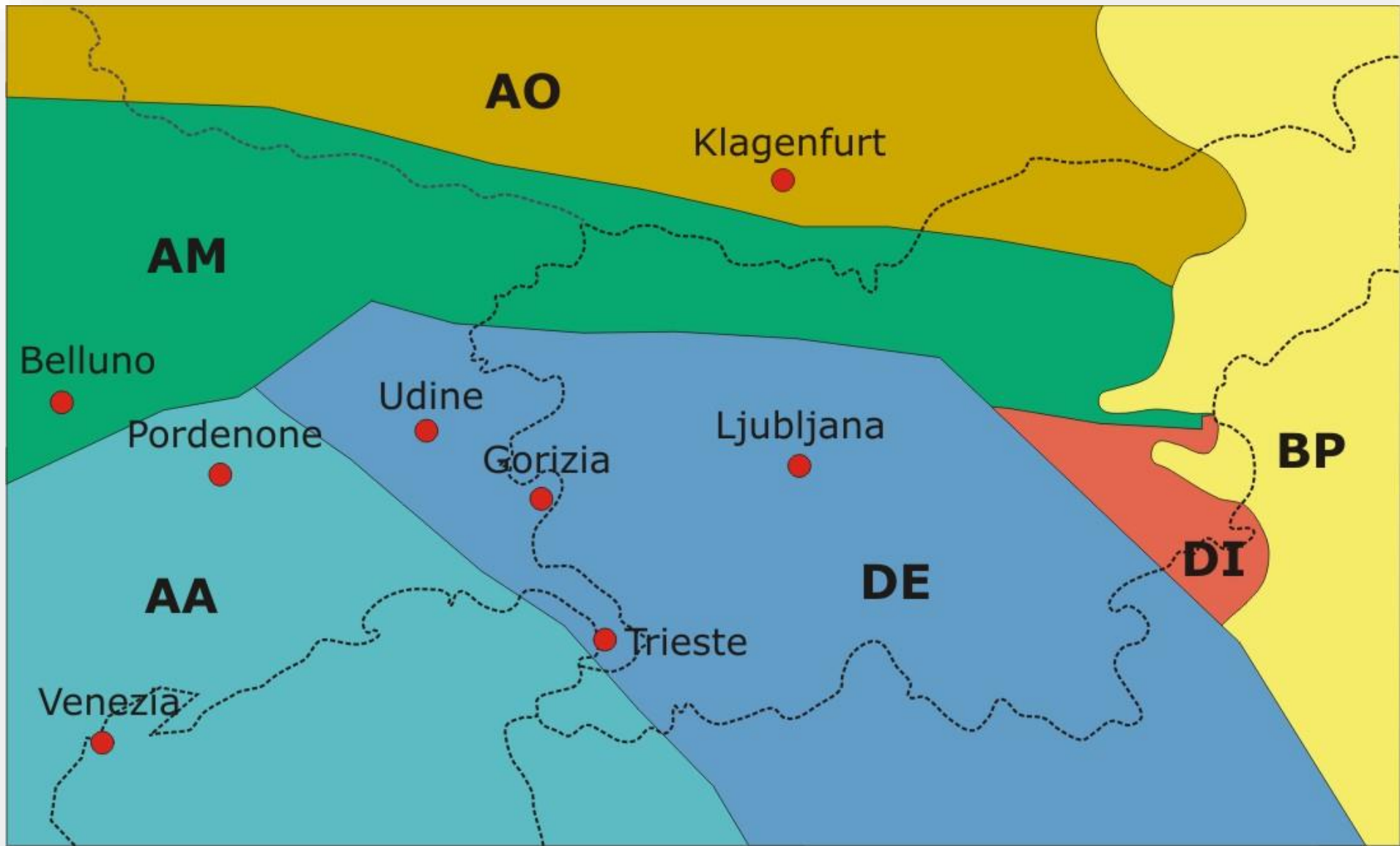
fig. 6 - Le unità orografiche del Friuli Venezia Giulia.

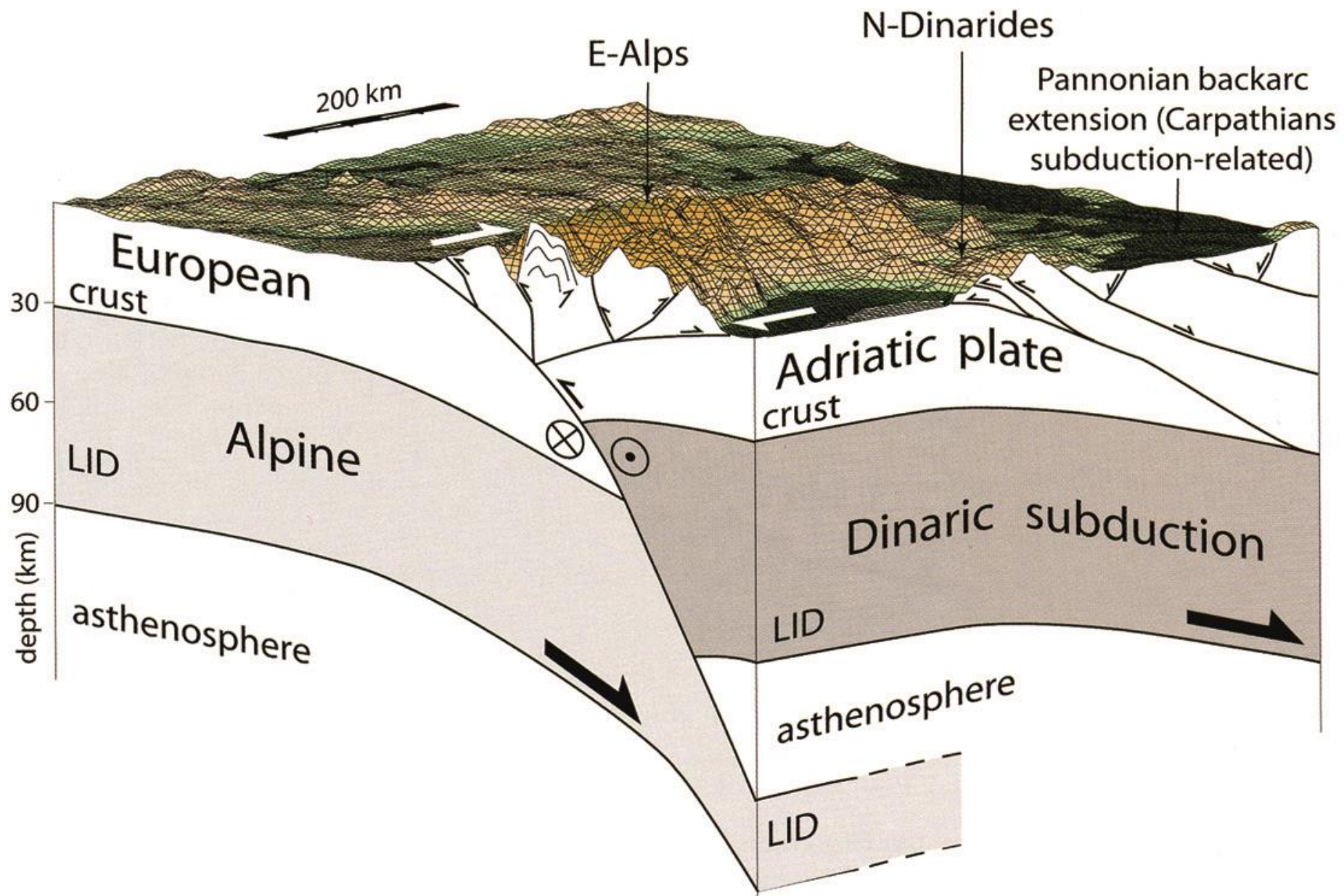


Quante catene montuose esistono in Friuli Venezia Giulia?

- - **La catena Paleocarnica** (strutturata nel Carbonifero sup. con l'orogenesi ercinica)
- - **Le Dinaridi esterne** (strutturate nell'Oligocene con l'orogenesi alpina)
- - **La Catena Sudalpina** (strutturata dal Miocene sup. ad oggi con l'orogenesi alpina)

La successione completa è potente
30.000 metri e rappresenta 450 Ma





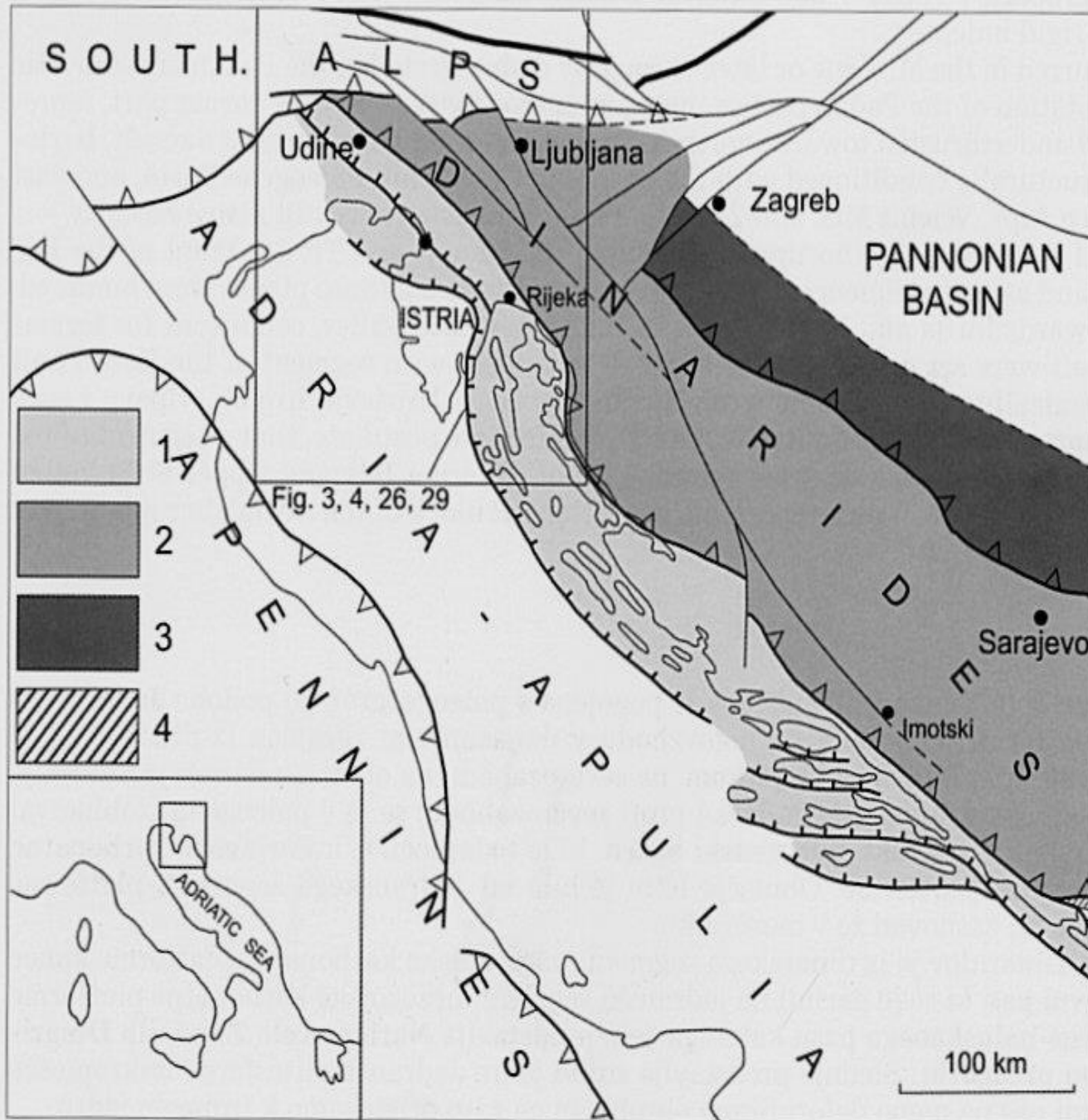
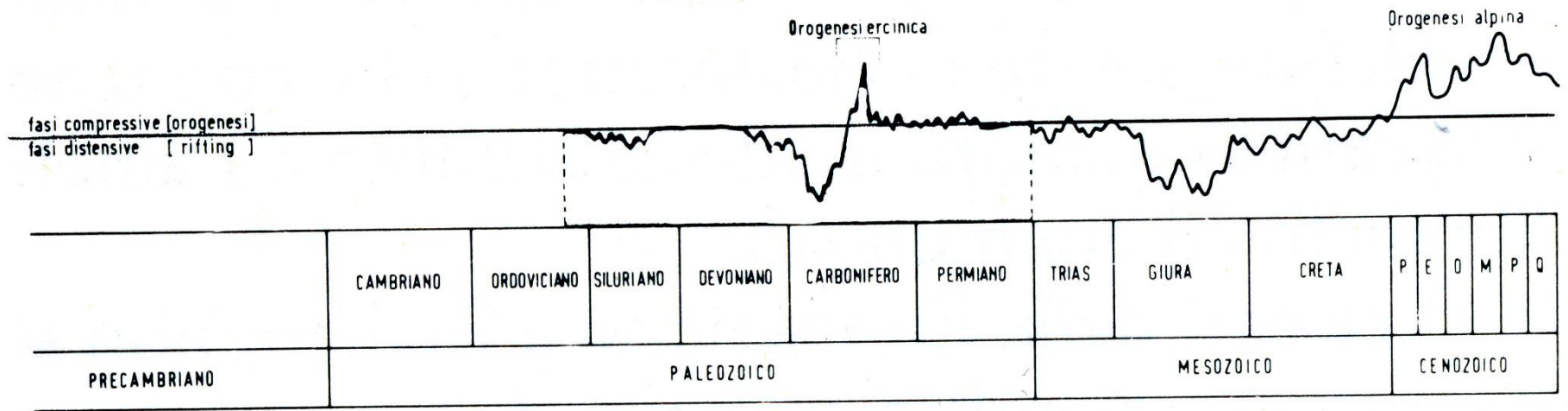
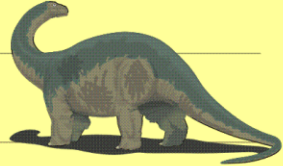


Fig. 1. Orientation sketch. Thrust subdivision of the Dinarides.
 1. External Dinaric Imbricated Belt;
 2. External Dinaric Thrust Belt;
 3. Internal Dinaric Thrust Belt;
 4. Budva Trough.



Distribuzione nel tempo delle fasi compressive (*orogenesi*) e distensive (*rifting*) alternatesi nell'area carnica durante gli ultimi 460 milioni di anni.

IL PALEOZOICO CARNICO

Cenozoico	Quaternario	Olocene	0,01
		Pleistocene	1,6
	Terziario	Pliocene	5,3
		Miocene	23
		Oligocene	36
		Eocene	53
		Paleocene	65
Mesozoico	Cretaceo		135
	Giurassico		210
	Triassico		250
Paleozoico	Permiano	290	
	Carbonifero	355	
	Devoniano	410	
	Siluriano	438	
	Ordoviciano	510	
	Cambriano	570	
Proterozoico		2500	
Archeano			

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
		Superiore
		Medio
	Inferiore	

**Sequenza
Permo-
Carbonifera**

← **Orogenesi
Ercinica**

**Sequenza
Ercinica**



La catena Paleocarnica

- Rocce formatesi **dall'Ordoviciano medio-sup. al Carbonifero sup.** per uno spessore complessivo di 5.000 m (*periodo litogenetico*) e sollevatesi durante l'orogenesi ercinica nel Carbonifero superiore (*periodo orogenetico*).

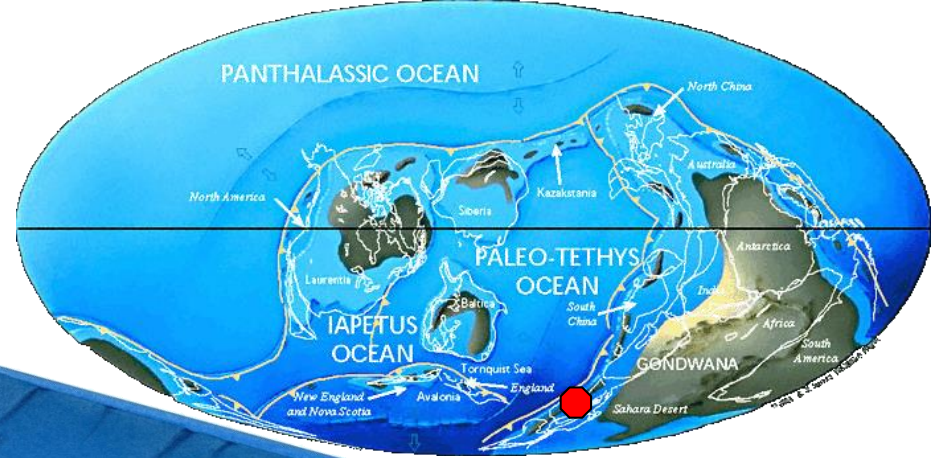
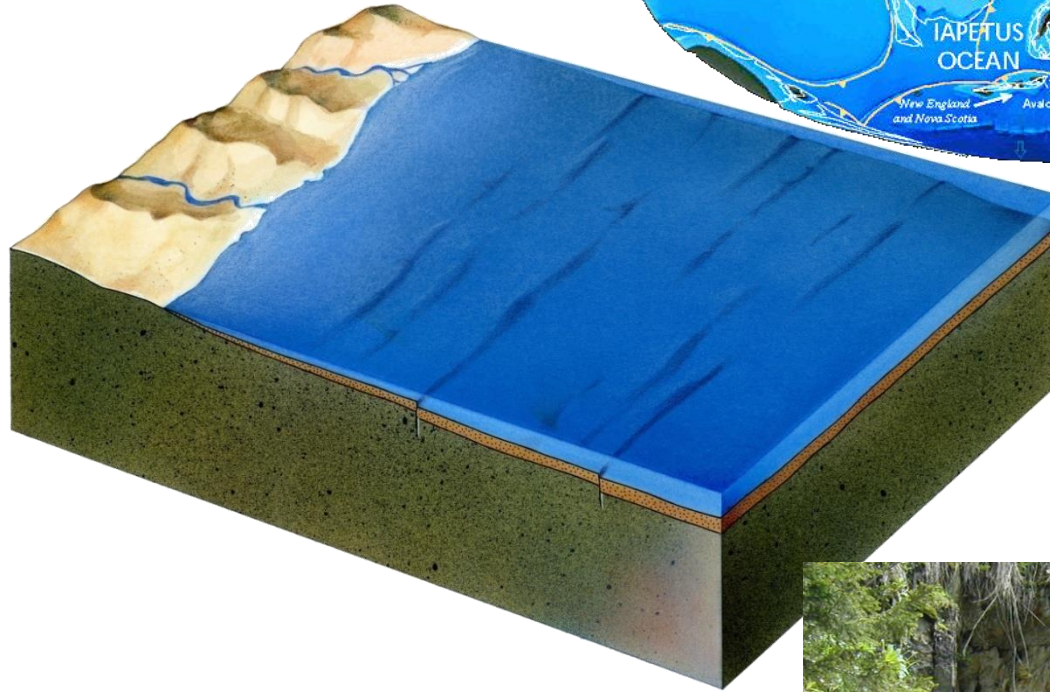
PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
	CAMBRIANO	Superiore
		Medio
Inferiore		

Orogenesi Ercinica



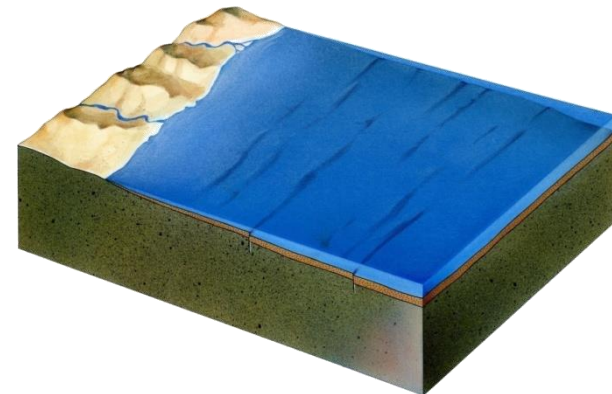
Ordoviciano Superiore

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandoverly
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
		Superiore
	CAMBRIANO	Superiore
Medio		
Inferiore		



Ordoviciano sup.

- Le rocce più antiche della regione appartengono alla Fm. dell'Uqua (località tipo è la Val Uqua a nord di Ugovizza).
- Sono sedimenti clastici: arenarie quarzose, calcareniti, rarissimi conglomerati.
- Ambiente di formazione: mare poco profondo a ridosso di un piccolo continente o di una vasta isola.
- Clima: temperato-freddo
- Velocità di sedimentazione: estremamente bassa (3m/Ma)
- Fossili: brachiopodi, conodonti, crinoidi, trilobiti.



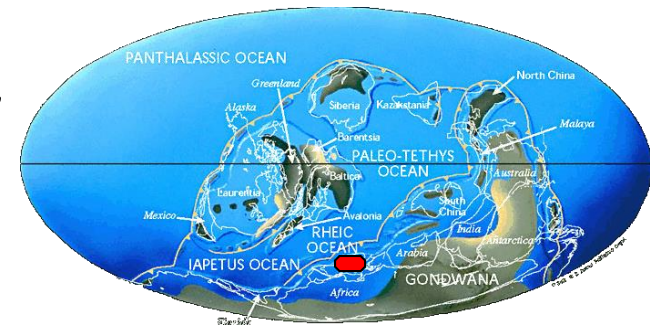
Siluriano

Si formano sedimenti clastici finissimi in ambienti poco ossigenati (argilliti a Graptoliti), i primi calcari fossiliferi (Orthoceratidi, Lamellibranchi, Gasteropodi, Brachiopodi, Trilobiti), i primi livelli di rocce silicee (radiolariti). Velocità di sedimentazione: meno di 1m/Ma

Innalzamento del livello marino (trasgressione) al passaggio Ordoviciano-Siluriano inferiore dovuto a:



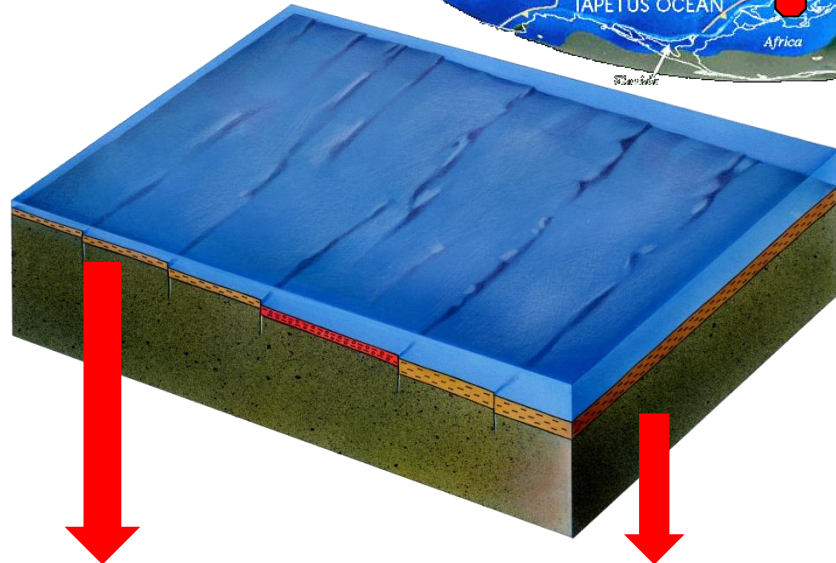
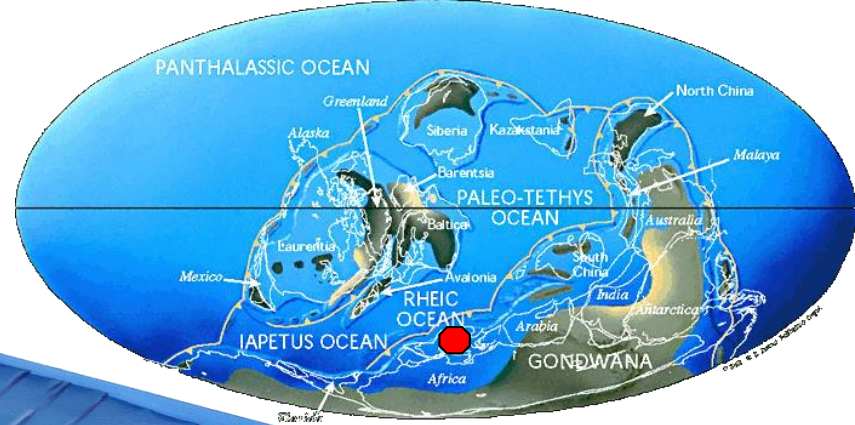
- 1) *scioglimento di una antica calotta glaciale centrata sull'attuale Sahara occidentale*
- 2) *fase di distensione crostale (rifting) di entità molto modesta con faglie dirette.*



N.B: contemporaneamente in Scozia, Norvegia, Groenlandia, si forma la catena caledoniana (orogenesi Caledoniana)

Siluriano

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
		Superiore
	Medio	
	Inferiore	



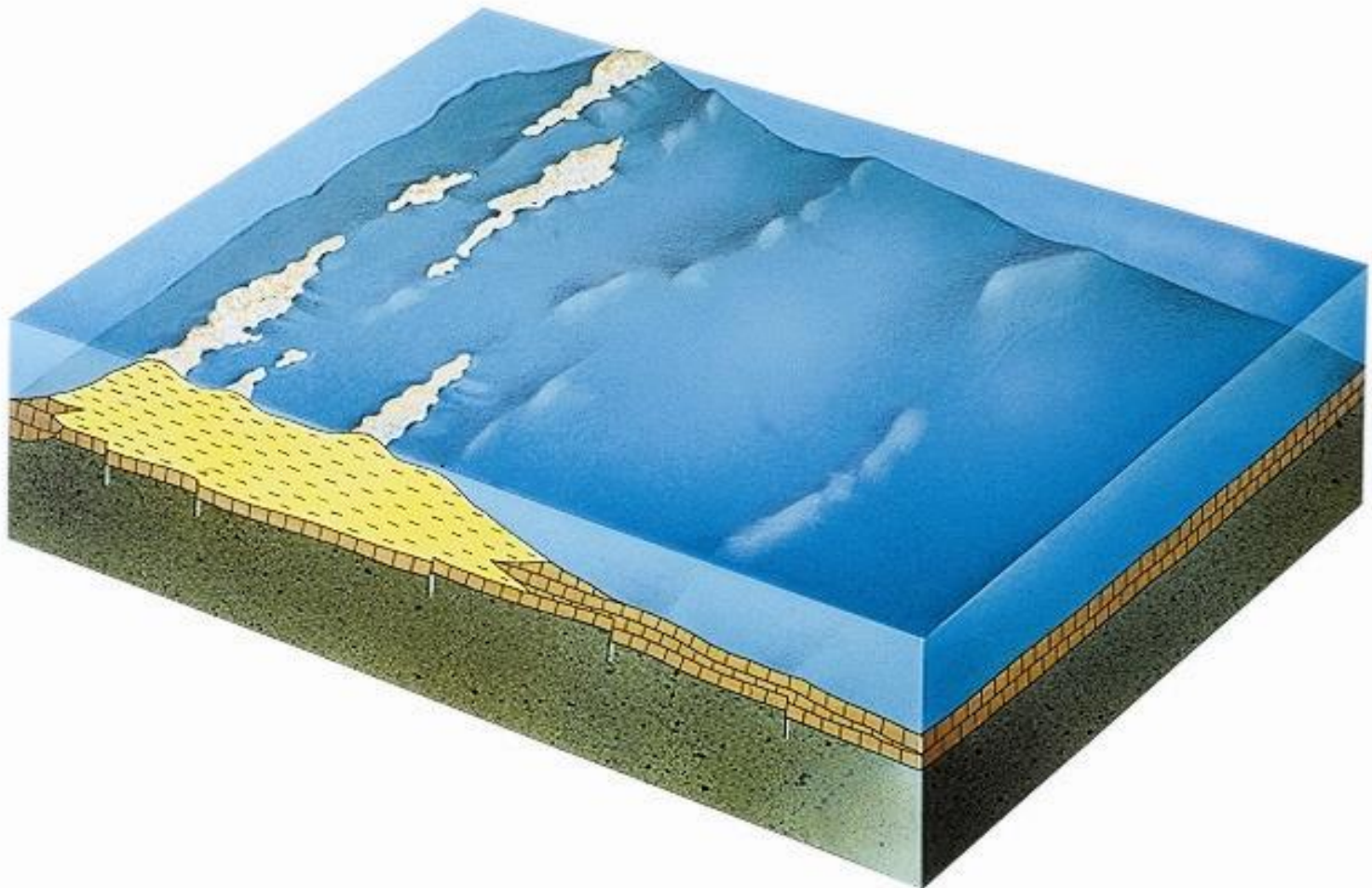
Calcari a Orthoceras



Scisti a graptoliti

Devoniano inferiore-medio (400 milioni di anni fa)

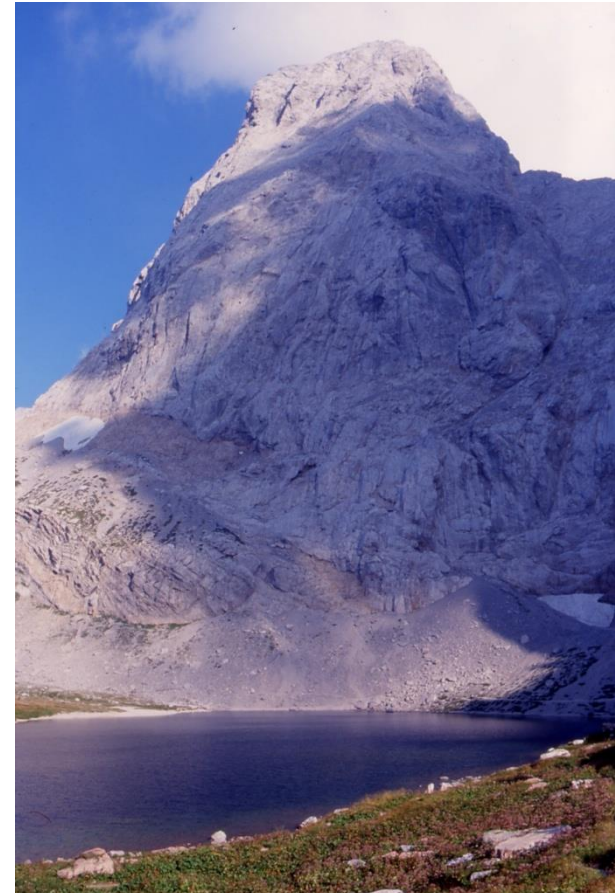
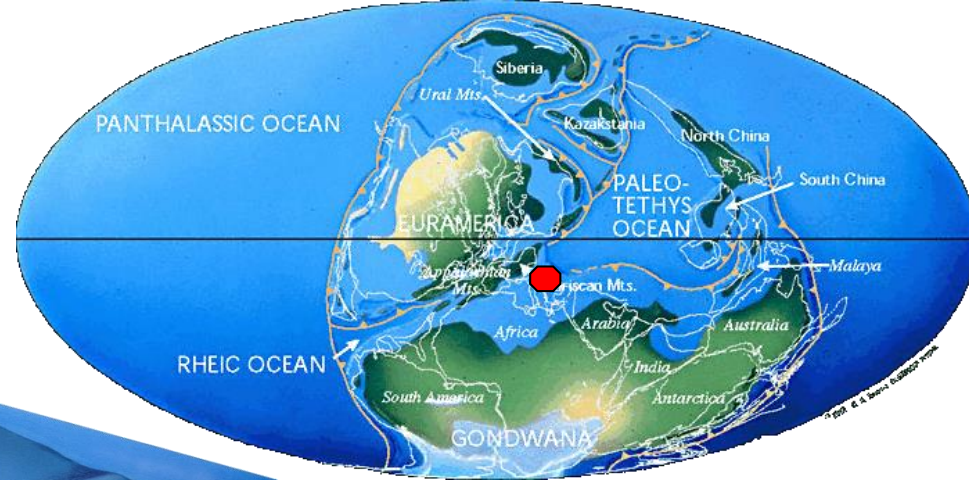
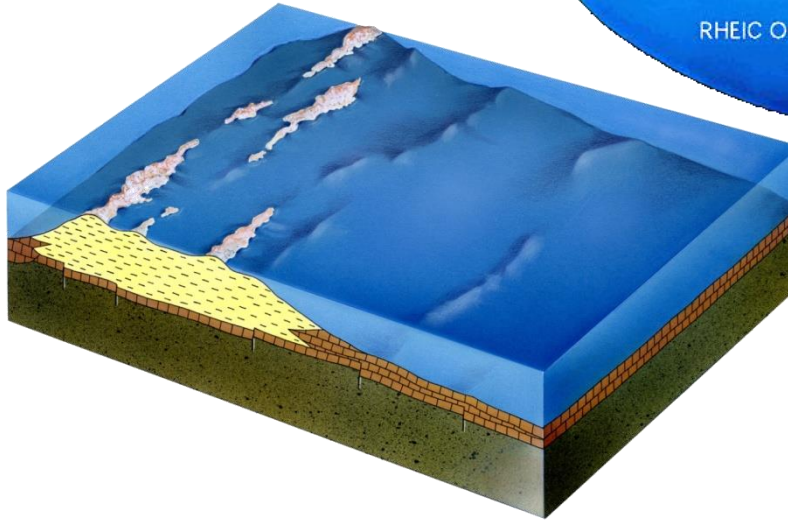
(prime piattaforme carbonatiche di mare basso e scogliere coralline in zone intraoceaniche)



- Clima tropico-equatoriale
- Calcari massicci grigio chiari con Tetracoralli e Stromatoporoidi (dal Monte Volajaia al Monte Cavallo di Pontebba).
- Spessore della piattaforma: 1200m
 - Importante effetto della subsidenza!

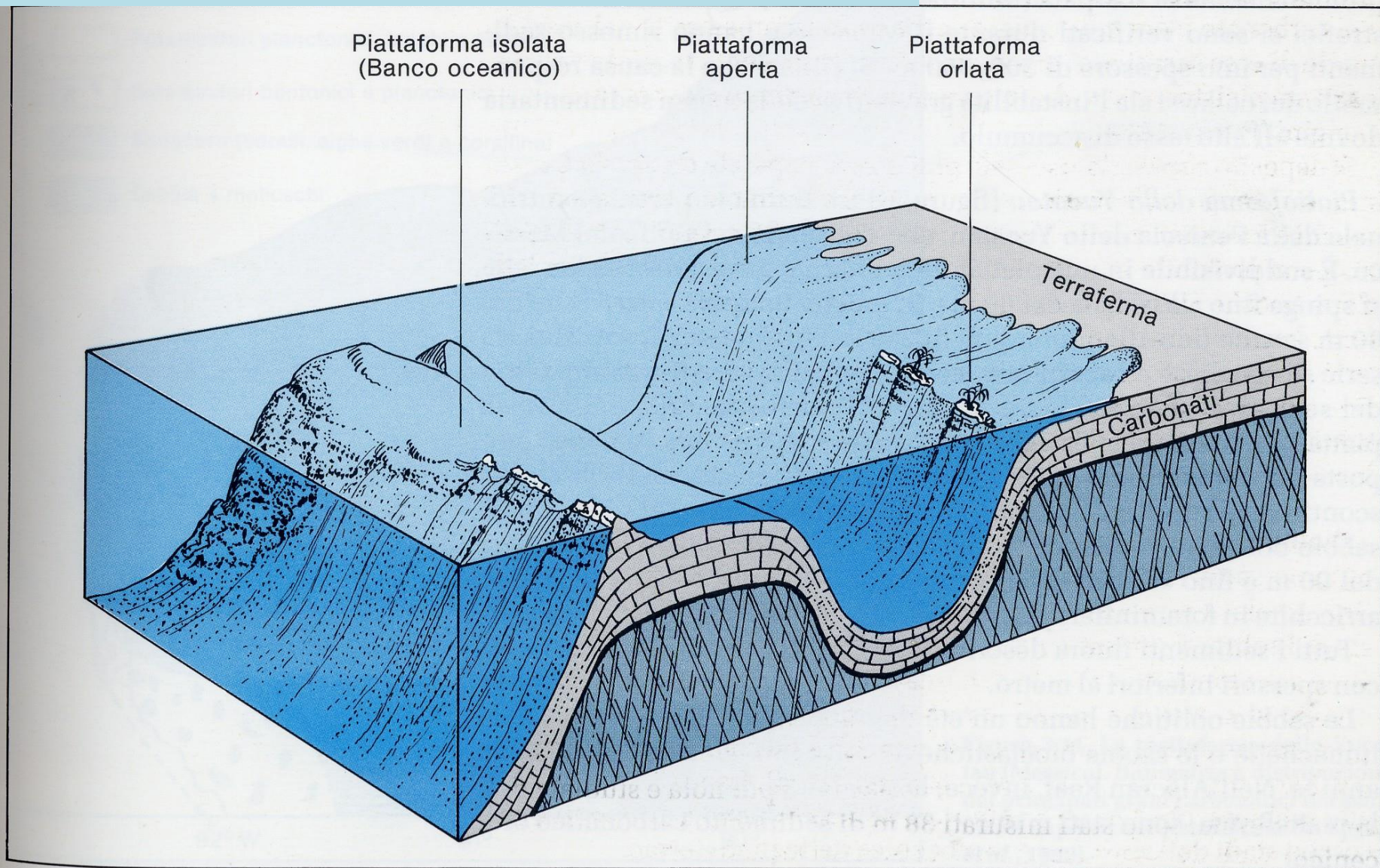
Devoniano Inferiore-Medio

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
	Inferiore	
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
		Superiore
	Medio	
	Inferiore	



La scogliera devoniana era una piattaforma isolata in zona intraoceanica

Figura 3.9. Rappresentazione schematica di sistemi orlati e aperti, sia come piattaforme carbonatiche adiacenti ad una massa continentale che come banchi oceanici isolati.



Splendido esempio di scogliera devoniana: il monte Coglians



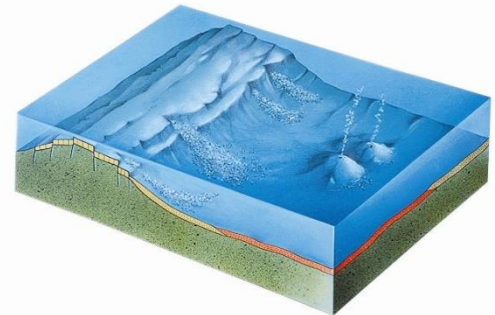
Esempio di scogliera devoniana al Pizzo Timau

Pizzo Timau

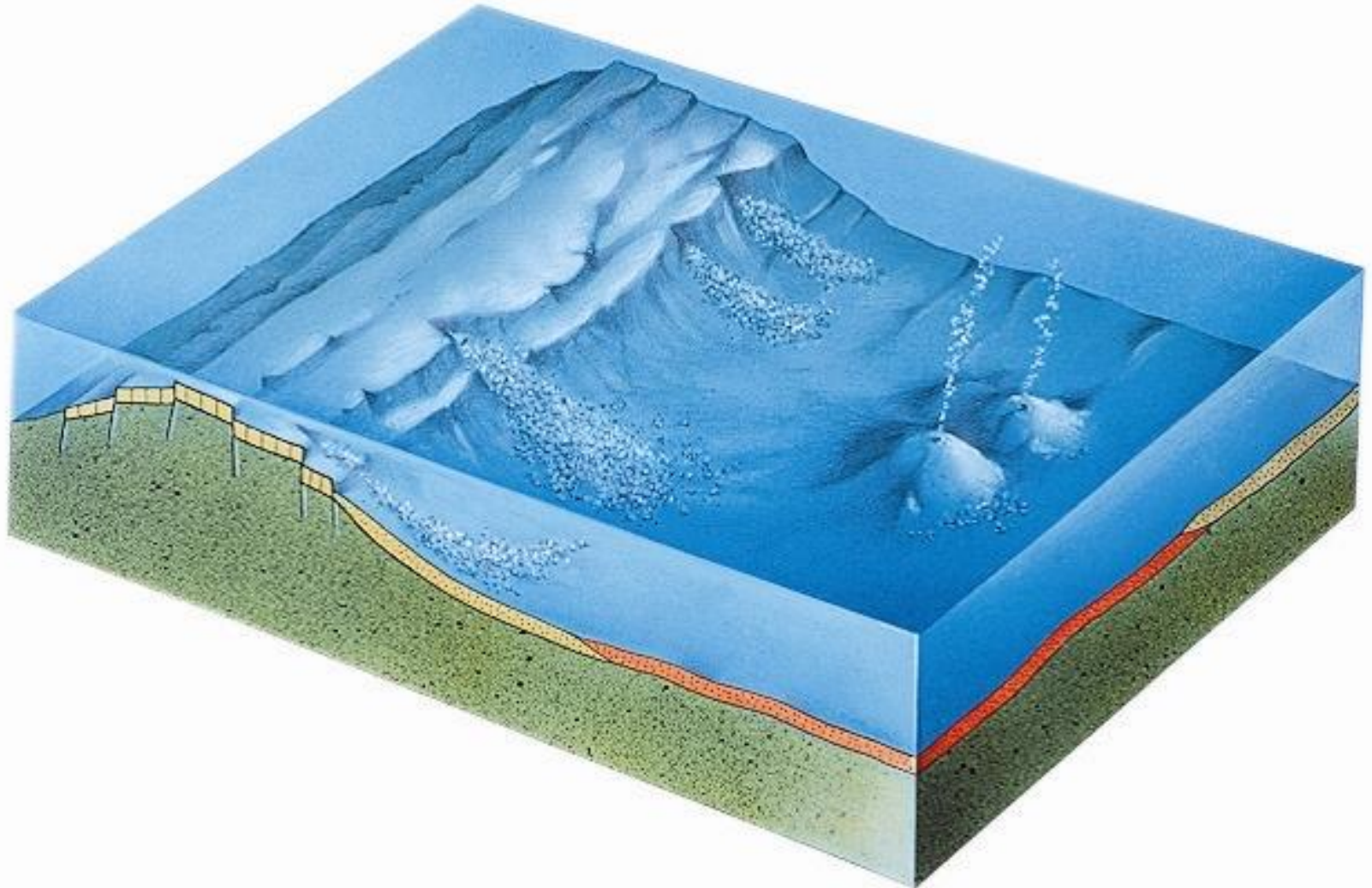


Devoniano superiore-Carbonifero inferiore (360 milioni di anni fa)

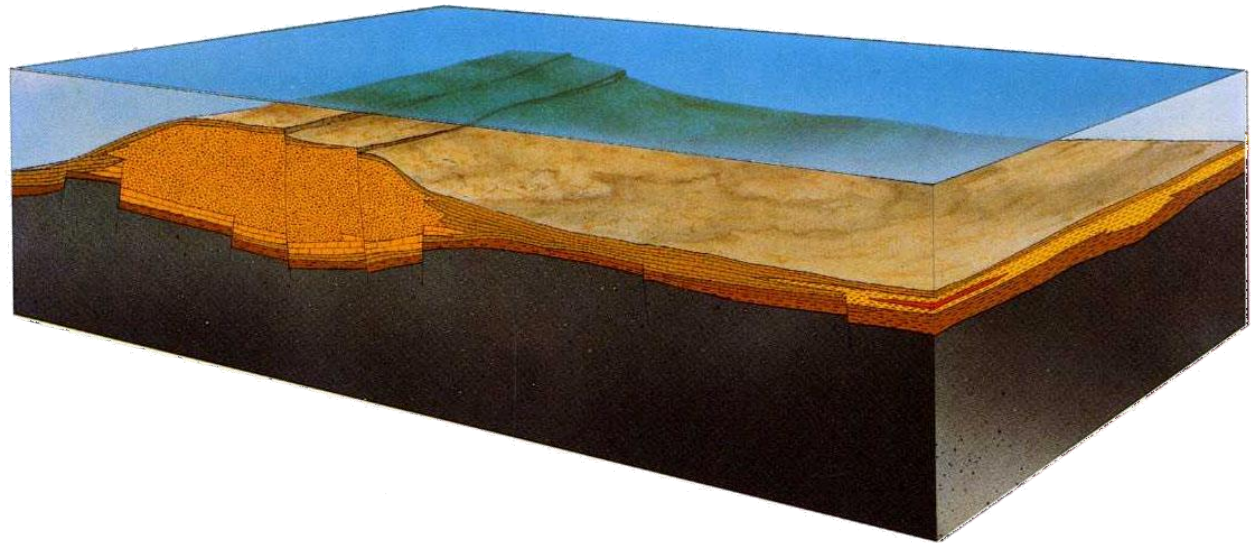
- **Fase di rifting**: faglie distensive smembrano la piattaforma carbonatica la quale sprofonda. Gli organismi costruttori muoiono.
- Si depositano calcari pelagici (con Ammonoidi primitivi) e depositi silicei (radiolariti) – il fondo marino è situato ora a 1000-2000 m di profondità.
- Localmente si depositano corpi di breccie calcaree (frane sottomarine) e grandi blocchi carbonatici (al Passo di Monte Croce Carnico)
- Velocità di accumulo dei sedimenti (10m/Ma)



Ricostruzione ambientale nel Devoniano superiore-Carbonifero inferiore 360 milioni di anni fa



Devoniano Superiore - Carbonifero Inferiore



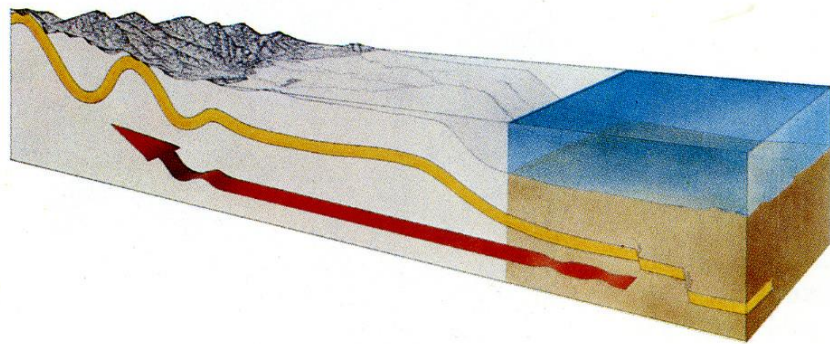
PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
		Superiore
	DEVONIANO	Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
	CAMBRIANO	Superiore
Medio		
Inferiore		

Timau

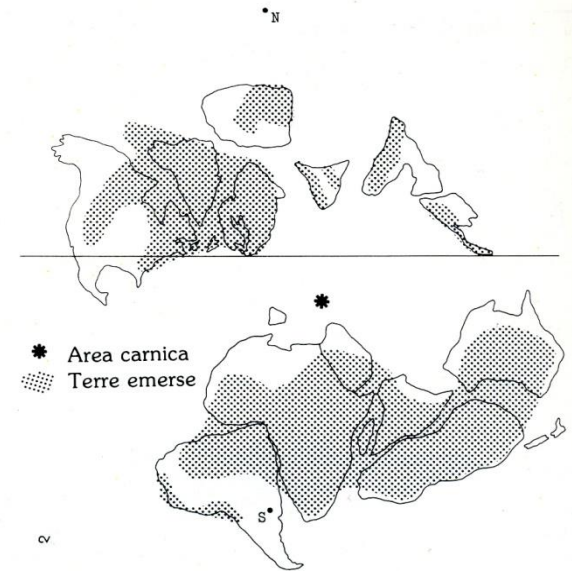
Calcari pelagici nodulari
in strati sottili con
interstrati marnosi rosso
cupo (Rosso
Goniatitico)- Devoniano-
Carbonifero inferiore

Carbonifero inferiore

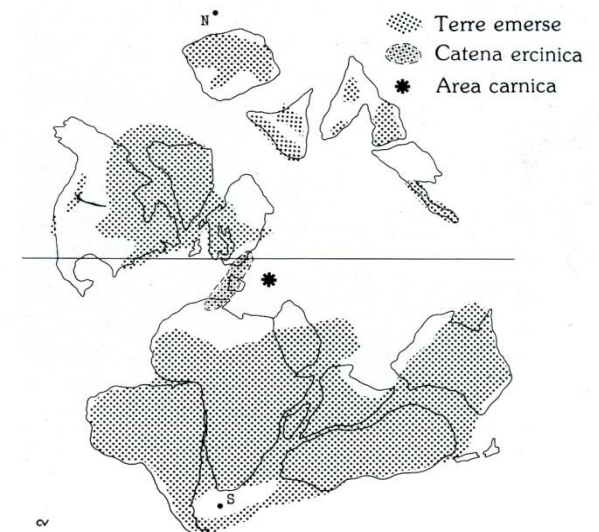
- In contemporanea al rifting del Paleozoico carnico avviene la collisione della placca africana con quella dell'America del Nord e chiusura dell'antico oceano Atlantico.
- Si sta formando la **Catena ercinica** (Marocco, Spagna, Francia, Germania, parte delle Alpi)



Spostamento verso W o NW della zolla contenente il settore carnico. Da un lato si verifica una collisione tra blocchi continentali mentre dall'altro proseguono condizioni di trascinalamento con distensioni crostali (vedi testo).



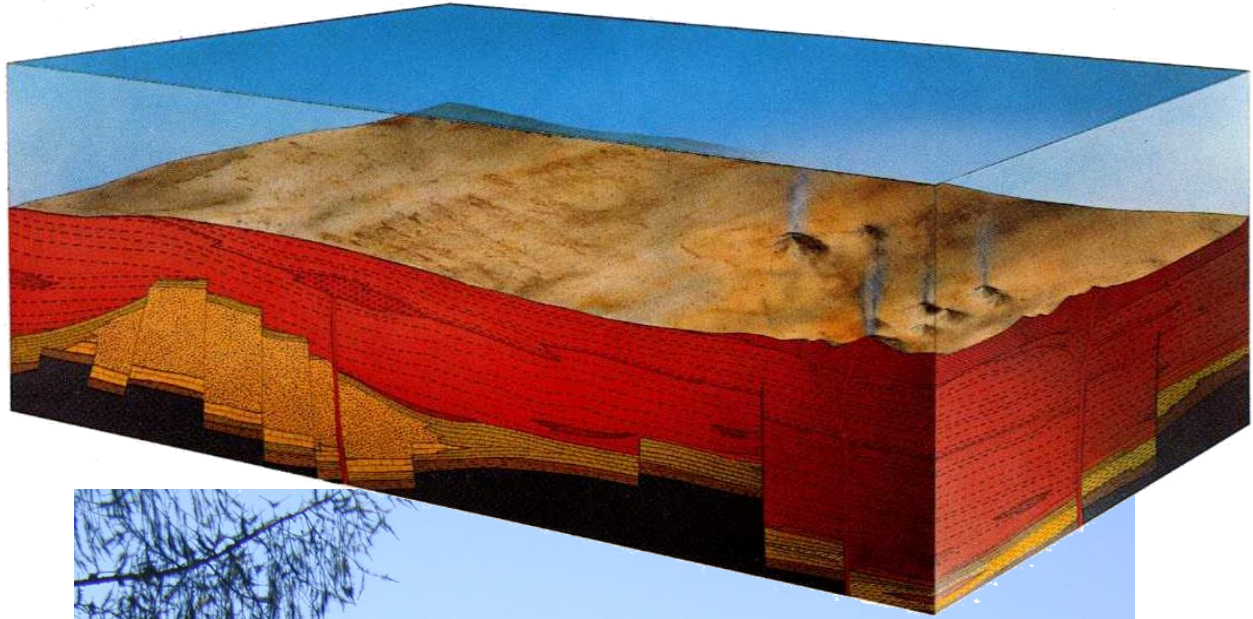
Ricostruzione della posizione delle terre emerse e dei mari durante il Devoniano inf. (sopra) e il Carbonifero inf. (sotto), (rielab. da SCOTESE et al., 1979).



- Erosione catena ercinica: elevata quantità di detriti (ghiaie, sabbie, limi) vengono trasportati nell'area carnica (*Flysch ercinico* nella Catena Paleocarnica)
- In seguito all'assottigliamento crostale risale in superficie magma di tipo basaltico (vulcanesimo sottomarino basaltico) intercalato ai depositi clastici

Carbonifero inferiore

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
	CAMBRIANO	Superiore
Medio		
Inferiore		



Flysch ercinico

- Costituito da due formazioni:

Formazione del Hochwipfel: arenarie e peliti, talora grossi olistoliti carbonatici

Formazione del Dimon: arenarie, peliti, argille rosse e **lave basaltiche** aventi 300m di spessore.

Spessore complessivo delle due formazioni: 2000 m

Tasso di sedimentazione: **molto elevato 90m/Ma**

Affioramenti: tra Forni Avoltri e Paularo. Costituiscono il 50% di tutti i terreni paleozoici.

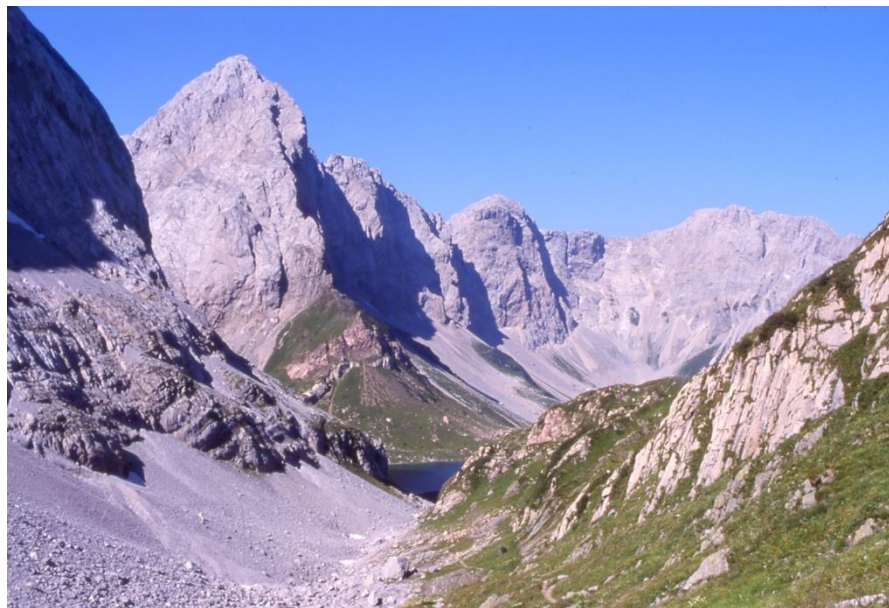
-Fine della sequenza ercinica-

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
	CAMBRIANO	Superiore
		Medio
Inferiore		

Sequenza Permo-Carbonifera

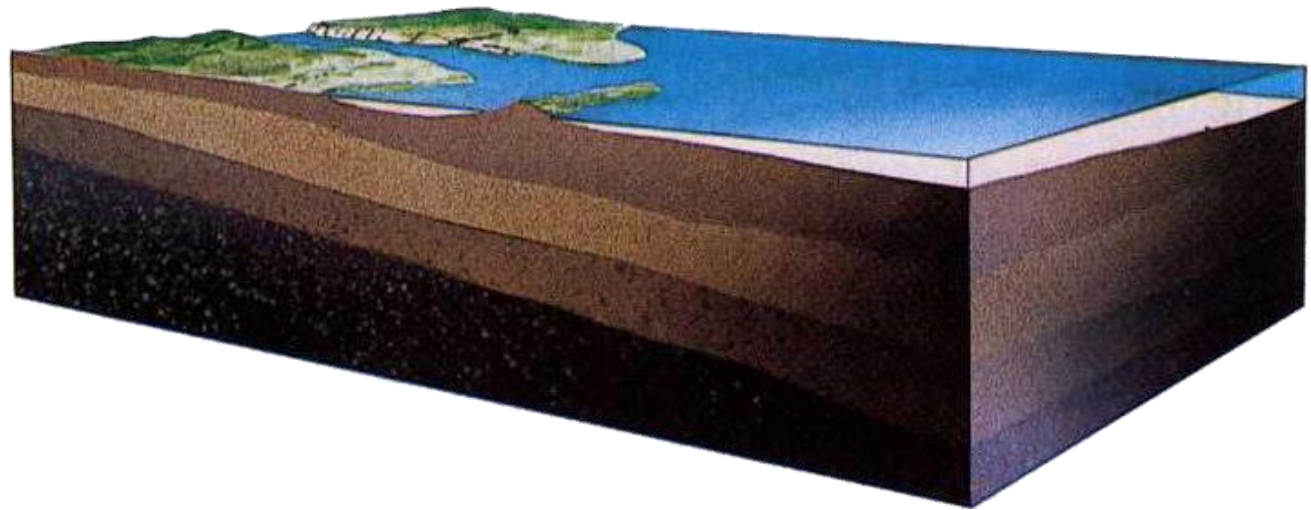
← **Orogenesi Ercinica**

Sequenza Ercinica



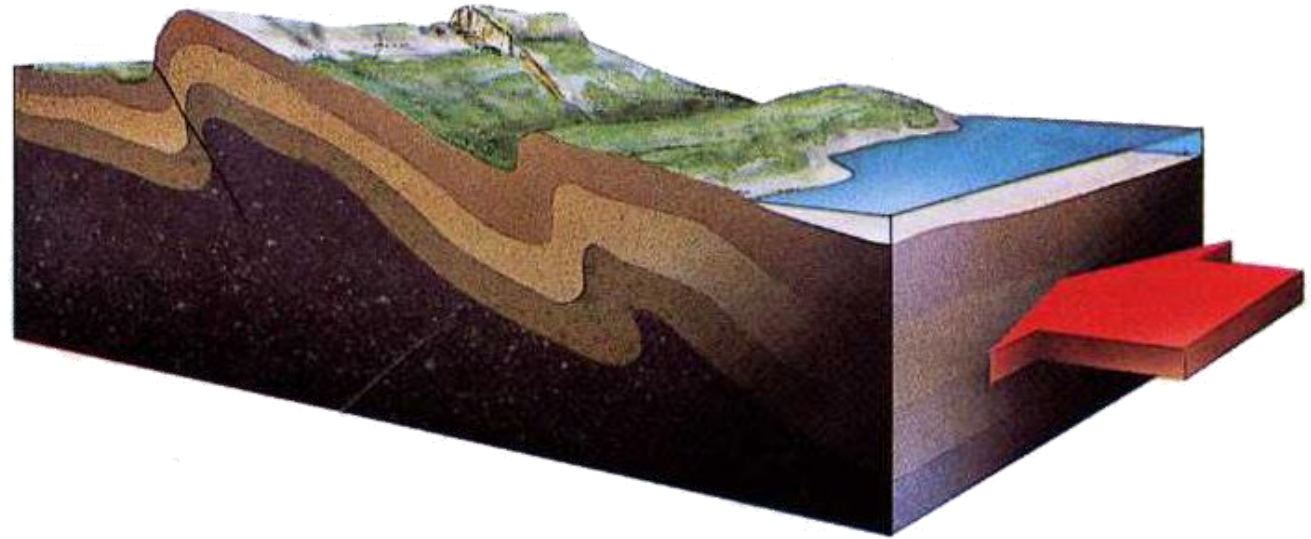
Carbonifero superiore - L'Orogenesi Ercinica interessa ora l'area carnica

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
CAMBRIANO	Superiore	
	Medio	
	Inferiore	



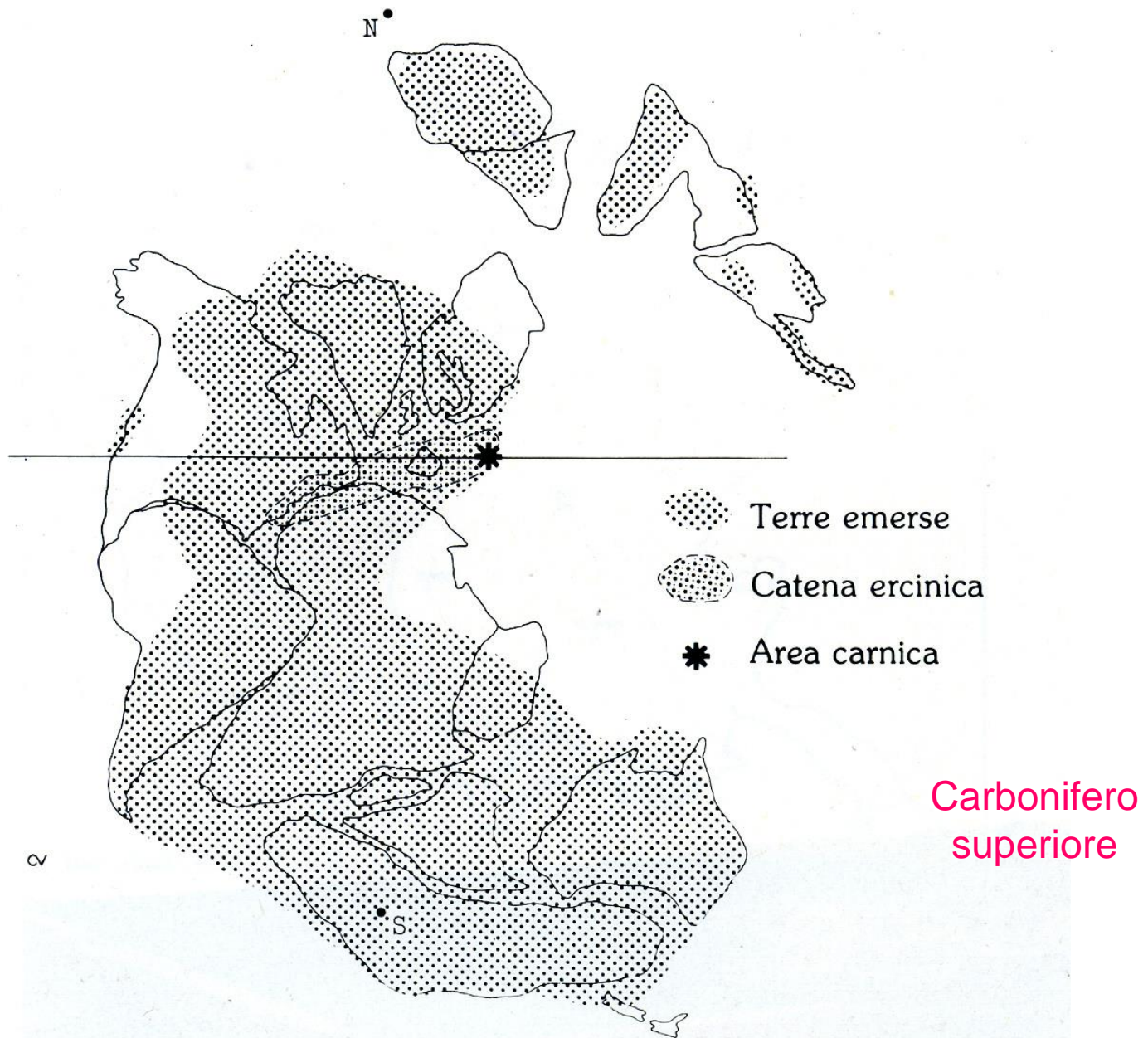
Carbonifero superiore - L'Orogenesi Ercinica forma la catena Paleocarnica

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
	CAMBRIANO	Superiore
		Medio
Inferiore		



Continua la collisione fra il blocco africano e quello nord-americano coinvolgendo sia le coste orientali degli Stati Uniti (formazione degli Appalachi), l'Africa occidentale (catena delle Mauritanidi), l'intera Europa sud-occidentale (Spagna, Francia, Germania, Austria, Italia, ex Jugoslavia, Medio oriente), e **anche l'area carnica.**

Tutti i sedimenti precedentemente deposti subiscono una compressione. Le rocce si piegano, si accavallano, si innalzano, emergono dal mare formando una serie di bassi rilievi: **la Catena paleocarnica**



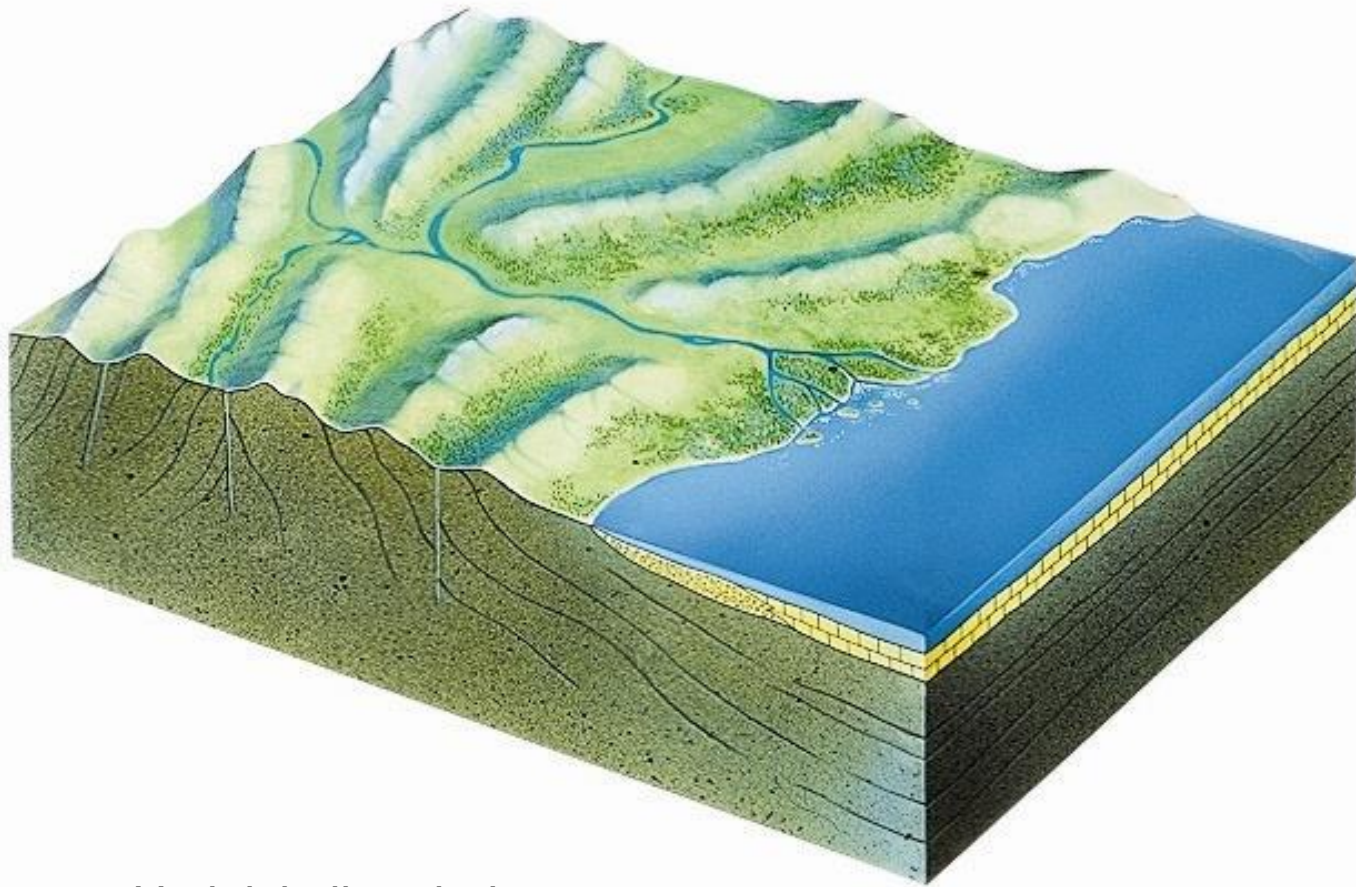
Ricostruzione della posizione delle terre emerse e dei mari durante il Carbonifero superiore, (rielab. da SCOTSESE *et al.*, 1979).

Perché è così importante lo studio della Catena paleocarnica?

La sequenza stratigrafica ordoviciano-carbonifera della Catena paleocarnica, composta da sedimenti che raggiungono i 5000m di spessore, non ha subito notevoli effetti dall'orogenesi ercinica (per es. metamorfismo) in quanto si trovava nelle zone più esterne della Catena Ercinica, quelle meno deformate. Per tale motivo la successione paleozoica carnica permette di trarre importanti informazioni litologiche, paleontologiche, climatiche, paleoambientali, paleogeografiche, etc..., non riscontrabili in altre parti dell'Italia (a parte la Sardegna!!)

Carbonifero superiore

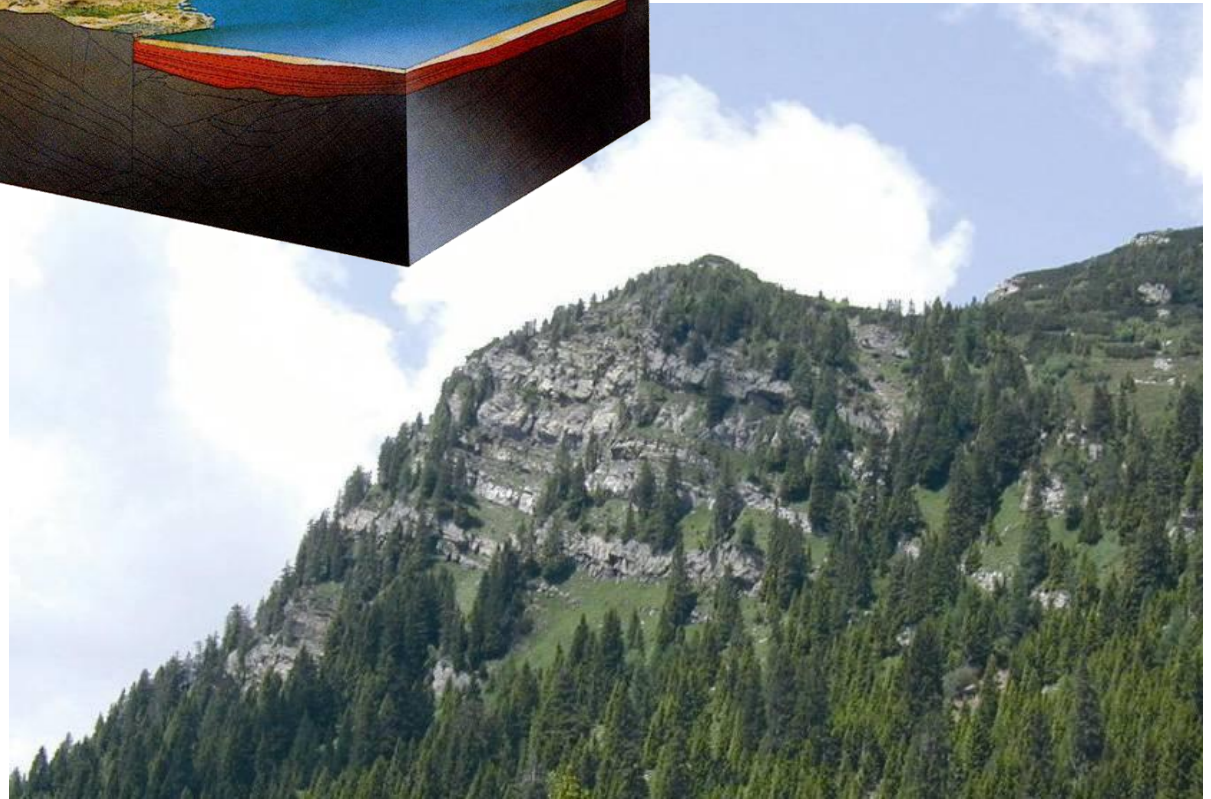
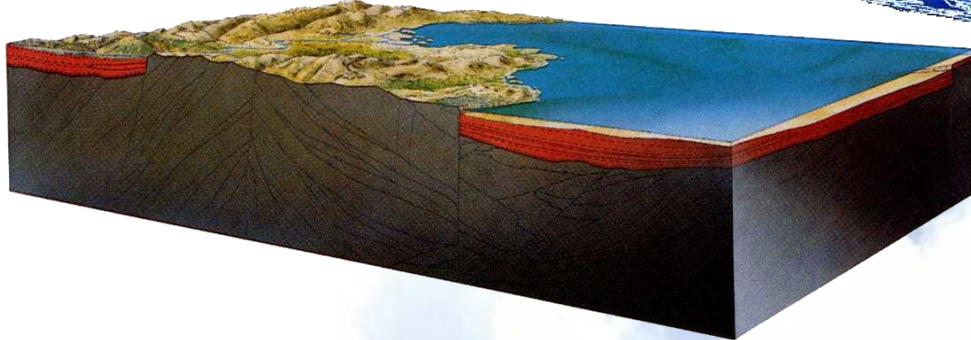
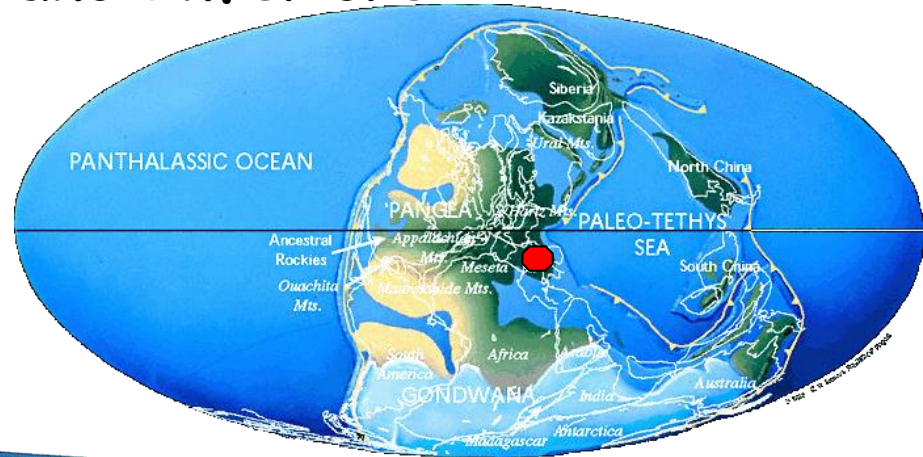
300 milioni di anni fa (hanno termine i movimenti compressivi)



Ha inizio il periodo
morfogenetico

Carbonifero superiore - Permiano Inferiore

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
		Superiore
	Medio	
	Inferiore	



- Durante il sollevamento della Catena Paleocarnica avviene la sua erosione (*periodo morfogenetico*) per mezzo di rapidi torrenti che trasportano notevoli quantità di detriti verso il mare (ghiaie, sabbie: Formazione del Bombaso); si attivano ora faglie verticali che abbassano certi settori formando ampie vallate percorse da fiumi che vengono riempite da materiale detritico fluviale: Gruppo di Pramollo (30-35 m/Ma). Localmente, in zone costiere, si formano nuove scogliere coralline (Calcare del Trogkofel). Affioramento: Creta di Aip.

DEPOSITI CLASTICI + CALCARE DI SCOGLIERA



SEQUENZA PERMO-CARBONIFERA (o PERMO-CARBONIFERO PONTEBBANO o SUPERGRUPPO DI PONTEBBA)

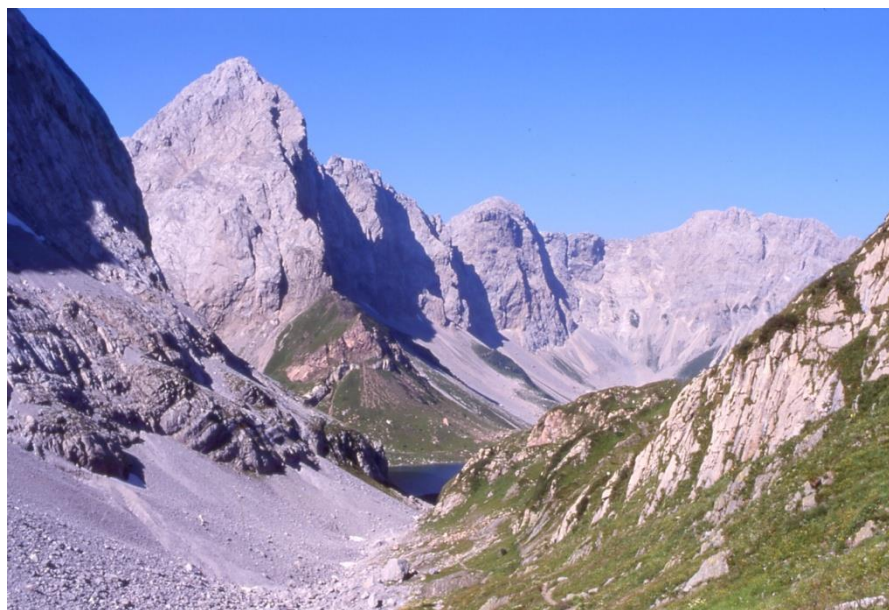
- Ambiente deltizio e costiero con paludi, lagune, stagni (con lussureggiante flora) e dominio marino di bassa profondità (Brachiopodi, Fusuline)
- Clima tropicale caldo umido testimoniato dalla flora

PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	CAMBRIANO ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
	CAMBRIANO	Superiore
		Medio
Inferiore		

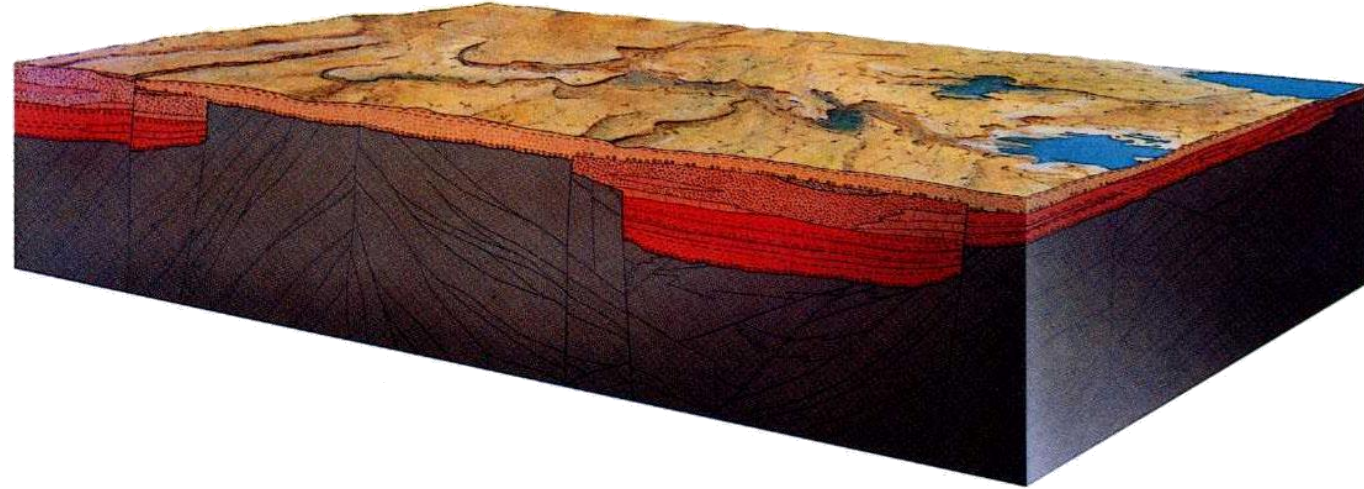
Sequenza Permo-Carbonifera

← **Orogenesi Ercinica**

Sequenza Ercinica



Permiano Superiore, riprende la sedimentazione dopo la fase orogenica



PALEOZOICO	PERMIANO	Lopingian
		Guadalupian
		Cisuralian
	CARBONIFERO	Pennsylvanian
		Missipiano
	DEVONIANO	Superiore
		Medio
		Inferiore
	SILURIANO	Pridoli
		Ludlow
		Wenlock
		Llandovery
	ORDOVICIANO	Superiore
		Inferiore
	CAMBRIANO	Superiore
Medio		
Inferiore		



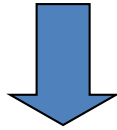
Arenaria di Val Gardena

Il Permiano superiore è caratterizzato da due importanti formazioni:

Arenaria di Val Gardena: ambiente di piana alluvionale, vasta ed arida pianura sabbiosa (apporto detritico di corsi d'acqua provenienti da zone molto distanti ubicate verso l'attuale area trentina) : **è un ambiente continentale**



Trasgressione marina



Formazione a Bellerophon: inizialmente gessi e dolomie evaporitiche (depositi di laguna evaporitica) e superiormente calcari scuri (depositi di piattaforma carbonatica) – **è un ambiente marino**

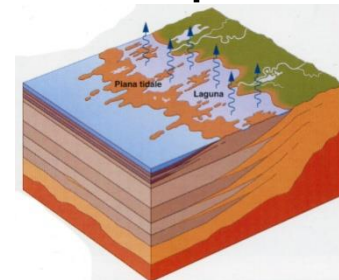


Fig. 8.32 - Il «mare permiano», nella sua avanzata verso occidente, era preceduto da una bassa area costiera costellata di lagune e stagni.

Nota:

Nelle aree in cui affiora la formazione a Bellerophon:

- 1) presenza di sorgenti di acque sulfuree (Arta Terme, Bagni di Lusnizza,...)
- 2) sede di disturbi tettonici (gessi: lubrificanti tettonici)

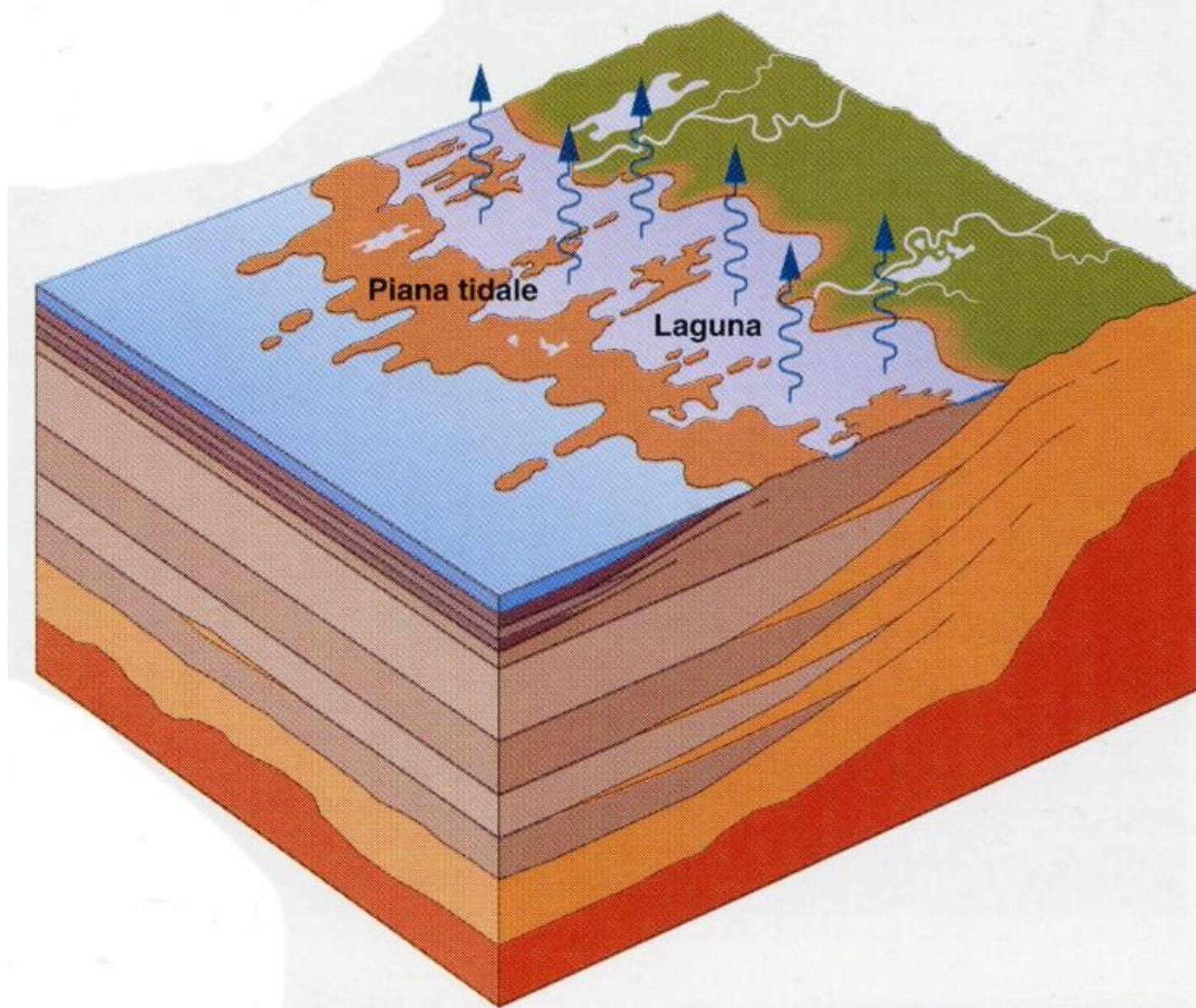
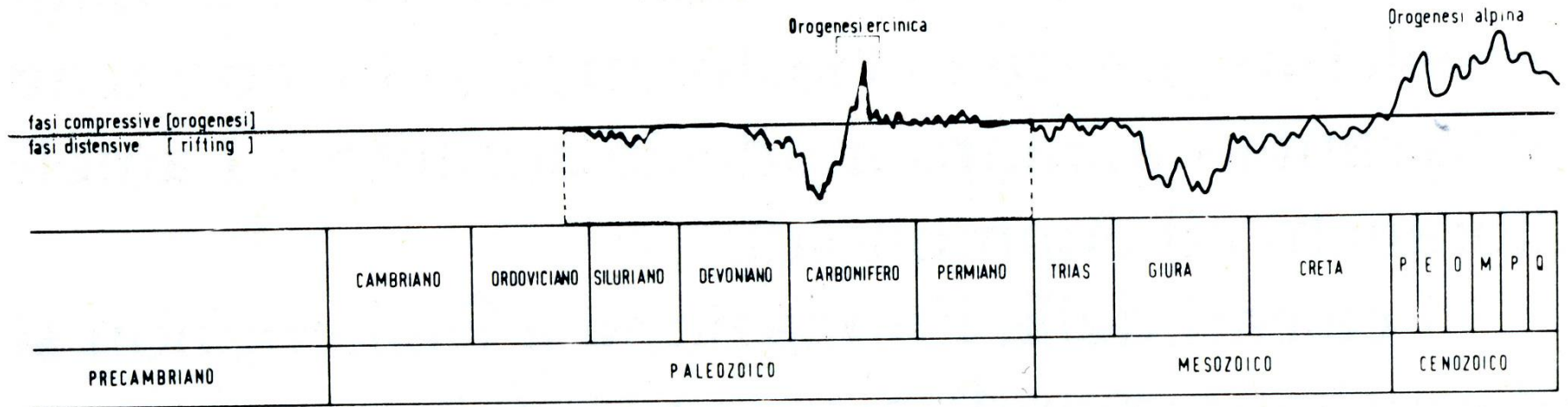


Fig. 8.32 - Il «mare permiano», nella sua avanzata verso occidente, era preceduto da una bassa area costiera costellata di lagune e stagni.



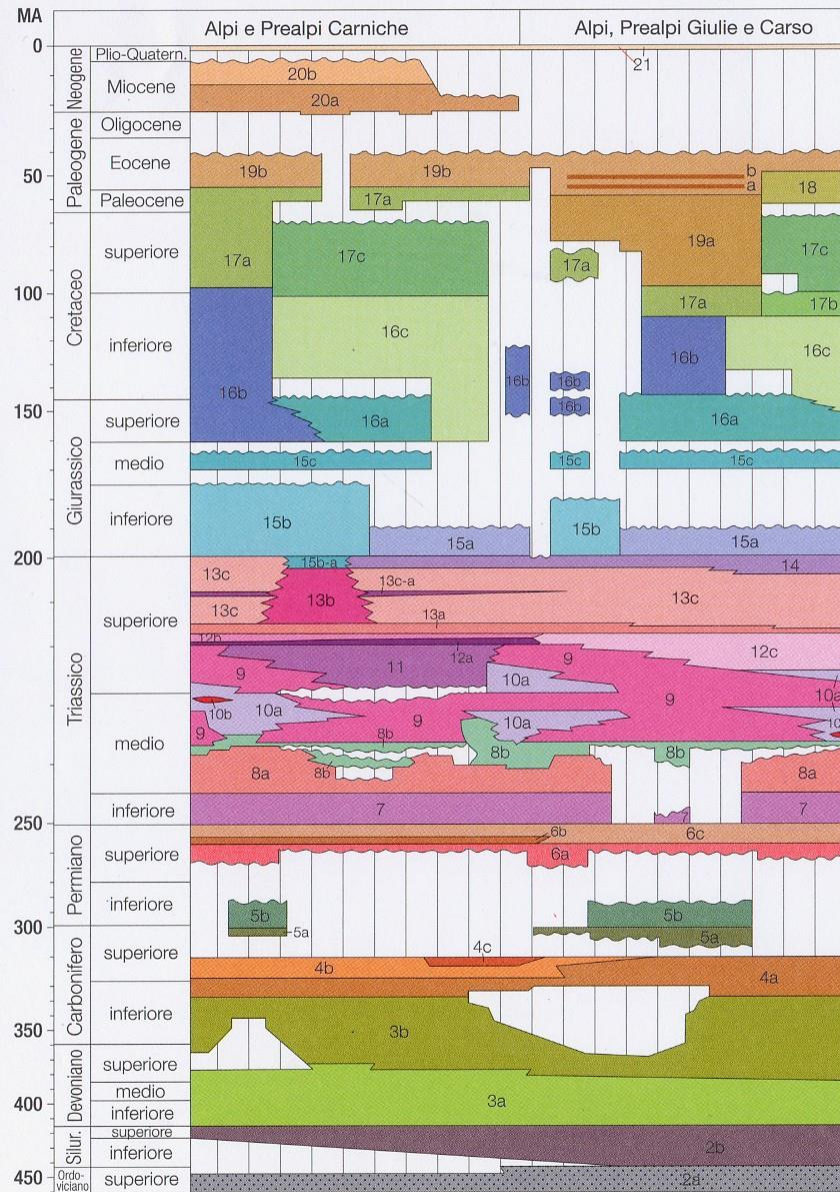
Esempio di deformazione orogena in depositi evaporitici di età permiana (Formazione a Bellerophon) (Valle di S. Nicolò, a ovest della Marmolada).

RIVEDIAMO I MOMENTI PRINCIPALI DEL PALEOZOICO NEL FRIULI VENEZIA GIULIA



Distribuzione nel tempo delle fasi compressive (*orogenesi*) e distensive (*rifting*) alternate nell'area carnica durante gli ultimi 460 milioni di anni.

SCHEMA DEI RAPPORTI CRONOSTRATIGRAFICI STRATIGRAPHIC SCHEME

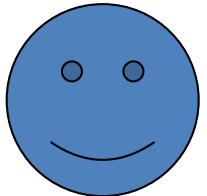


da Venturini, 2002; modif.

Catena Paleocarnica

- per il significato di colori e numeri vedi legenda della Carta geologica
for the colours and the numbers see the legend of the Geological Map
- lacuna stratigrafica per mancata deposizione e/o erosione
erosional and/or sedimentary hiatus
- discordanza angolare e/o paraconcordanza
angular unconformity and/or paraconformity

FINE PALEOZOICO



IL MESOZOICO

(Il passaggio Paleozoico-Mesozoico è definito su base paleontologica: totale estinzione di forme del Permiano superiore)

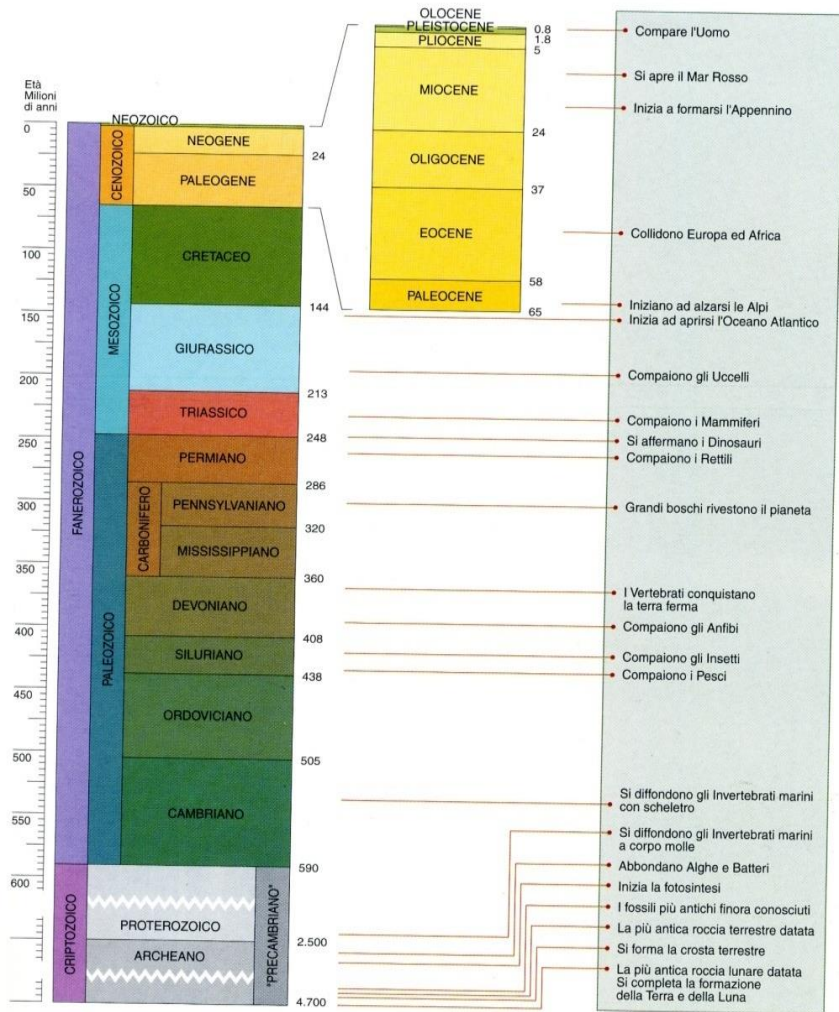


Fig. 3.7 - La scala dei tempi geologici con la nomenclatura stratigrafica principale. I numeri indicano le «età assolute» in milioni di anni, secondo la scala dei tempi proposta da Harland et al. (1989). Nel dicembre 1994 (Gradstein et al.) è stata pubblicata una nuova scala, specifica del Mesozoico, più aggiornata, che verrà adottata in questo libro (vedi figura 3.8). Sono pure indicati i tempi di progressiva apparizione dei principali gruppi di organismi, una successione di eventi che testimonia in modo inconfutabile la teoria dell'evoluzione.

Cretacico (145-66 Ma)

Giurassico (200-145 Ma)

Triassico (250-200 Ma)

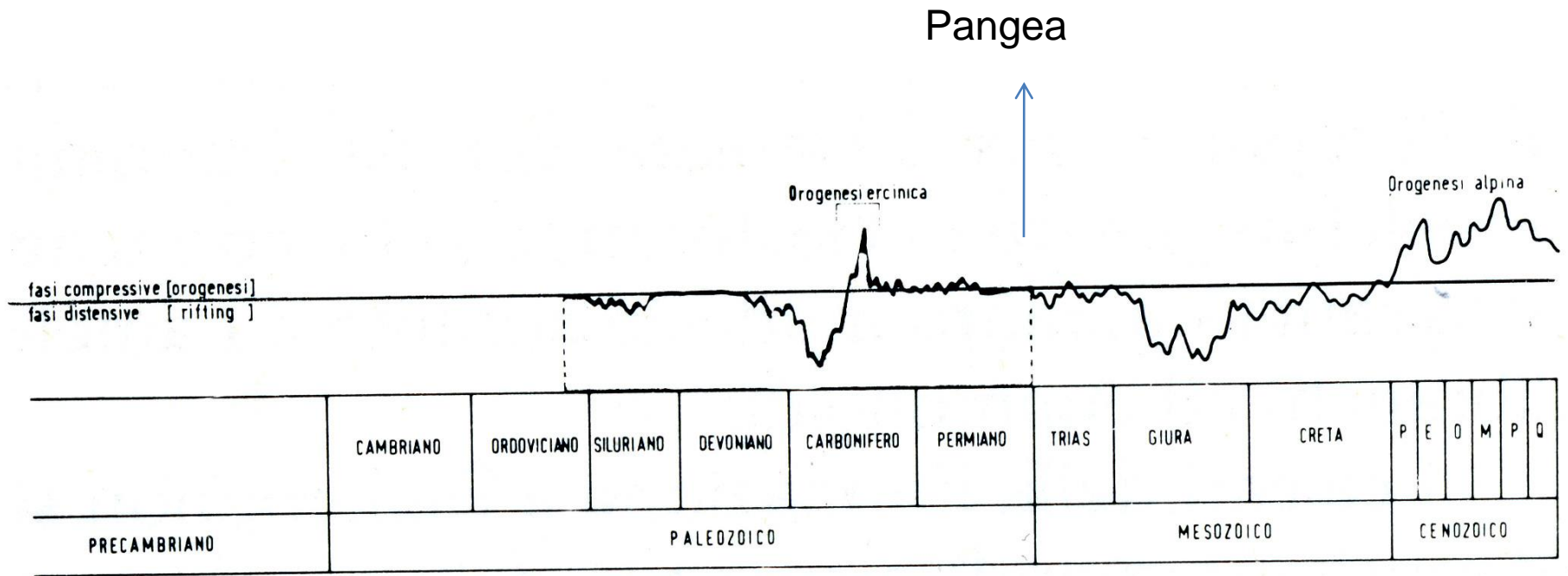
La successione mesozoica è quasi esclusivamente marina, con limitati episodi vulcanici. Spessore complessivo: 10.000 metri

Caratteri generali:

Triassico: sviluppo di piattaforme carbonatiche e di bacini con rare effusioni vulcaniche nel Trias medio dovute a momenti di rifting crostale

Giurassico: le aperture dell'Oceano Atlantico centrale e dell'Oceano Ligure-Piemontese (RIFTING) condizionano la paleogeografia regionale con importanti unità paleogeografiche in evoluzione (Piattaforma Friulana, Bacino di Belluno, Piattaforma Trentina, Bacino Lombardo.....);

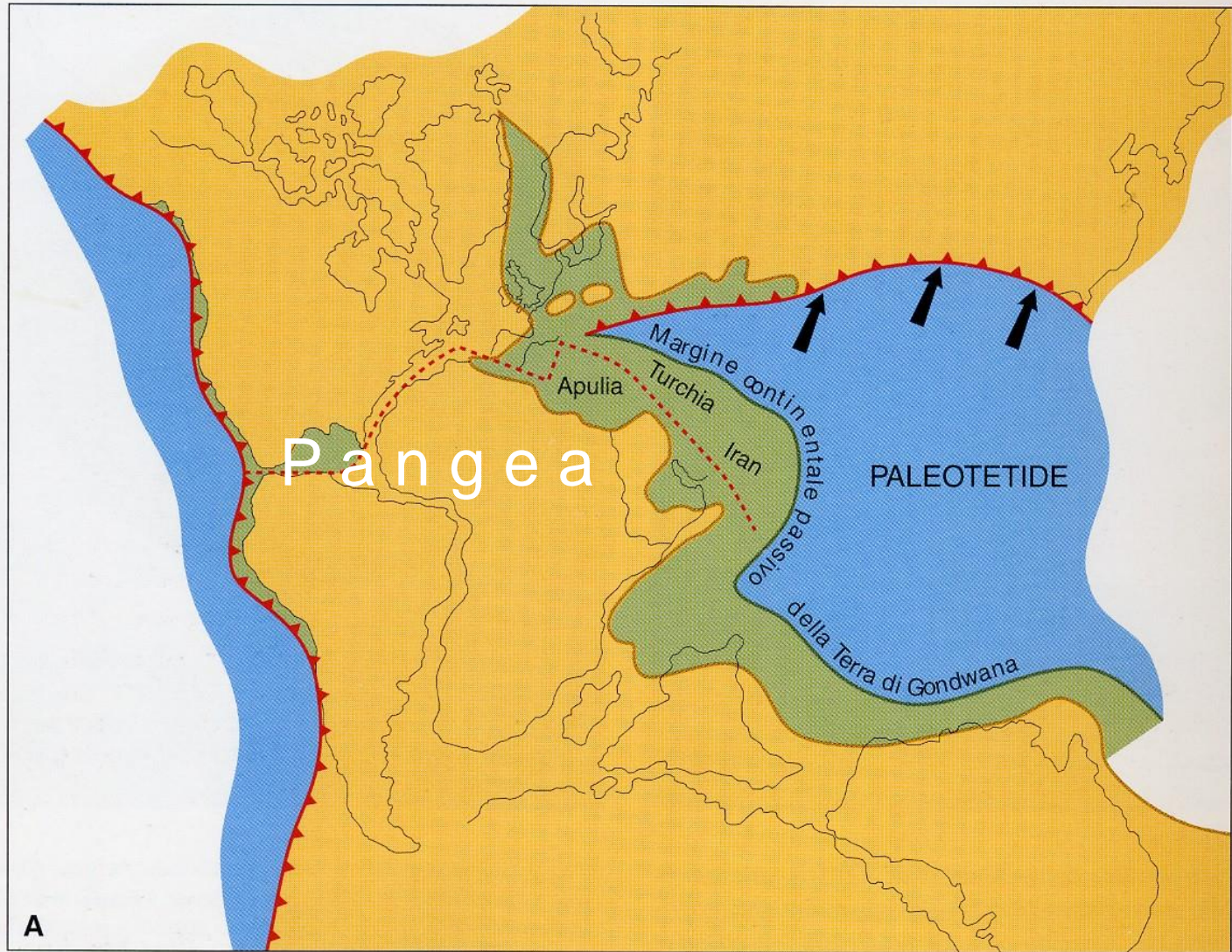
Cretacico: apertura dell'Oceano Atlantico merid.; coesistono le piattaforme carbonatiche con i bacini e avvengono le prime fasi compressive dell'orogenesi alpina (Cretac. sup).



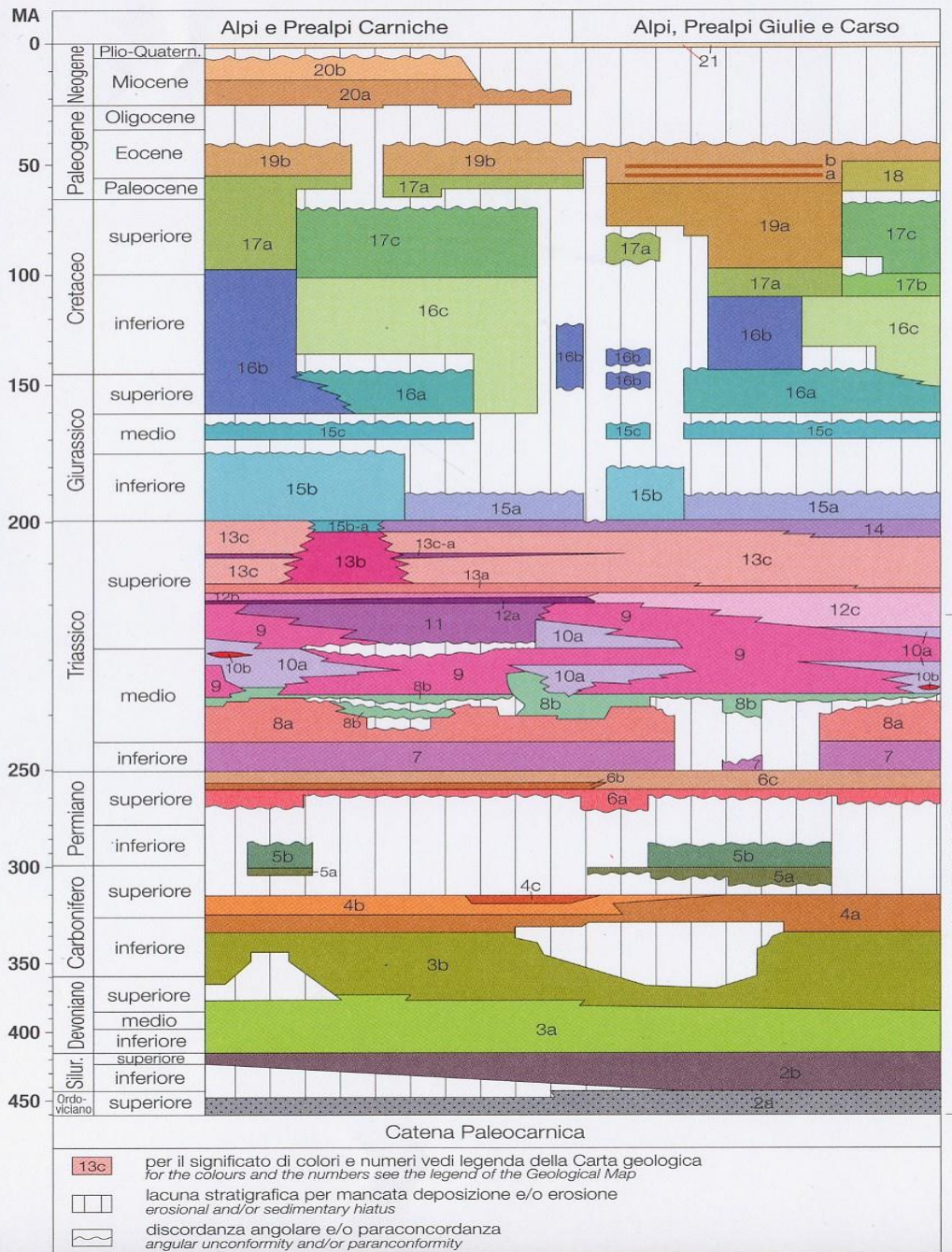
Distribuzione nel tempo delle fasi compressive (*orogenesi*) e distensive (*rifting*) alternate nell'area carnica durante gli ultimi 460 milioni di anni.

RICOSTRUZIONE PALEOGEOGRAFICA DURANTE IL PERMO-TRIAS: FINE PALEOZOICO-INIZIO MESOZOICO

Fig. 17.1 - A. Il supercontinente Pangea e gli oceani circostanti durante il Permo-Trias, cioè 200-250 milioni di anni fa. Si noti la Paleotetide, il grande oceano che separava le terre australi, note anche con il termine collettivo di Terra di Gondwana, da quelle euroasiatiche. E' anche indicata, col tratteggio rosso, la traccia della spaccatura che dividerà in due tronconi Pangea (vedi figura seguente).



SCHEMA DEI RAPPORTI CRONOSTRATIGRAFICI STRATIGRAPHIC SCHEME



Triassico: sviluppo di
piattaforme carbonatiche e
di bacini

LA PRIMA FORMAZIONE TRIASSICA E' LA F. DI WERFEN

Piana di marea attuale
(Grado)

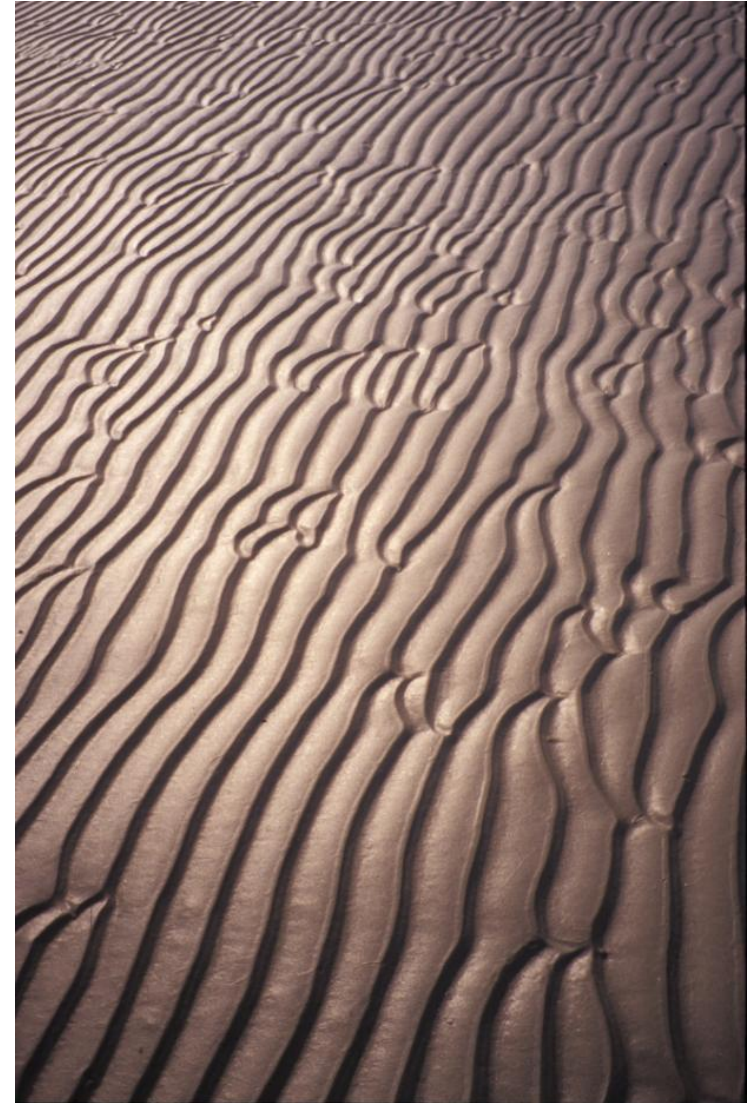


Piana di marea di
240 milioni di anni fa

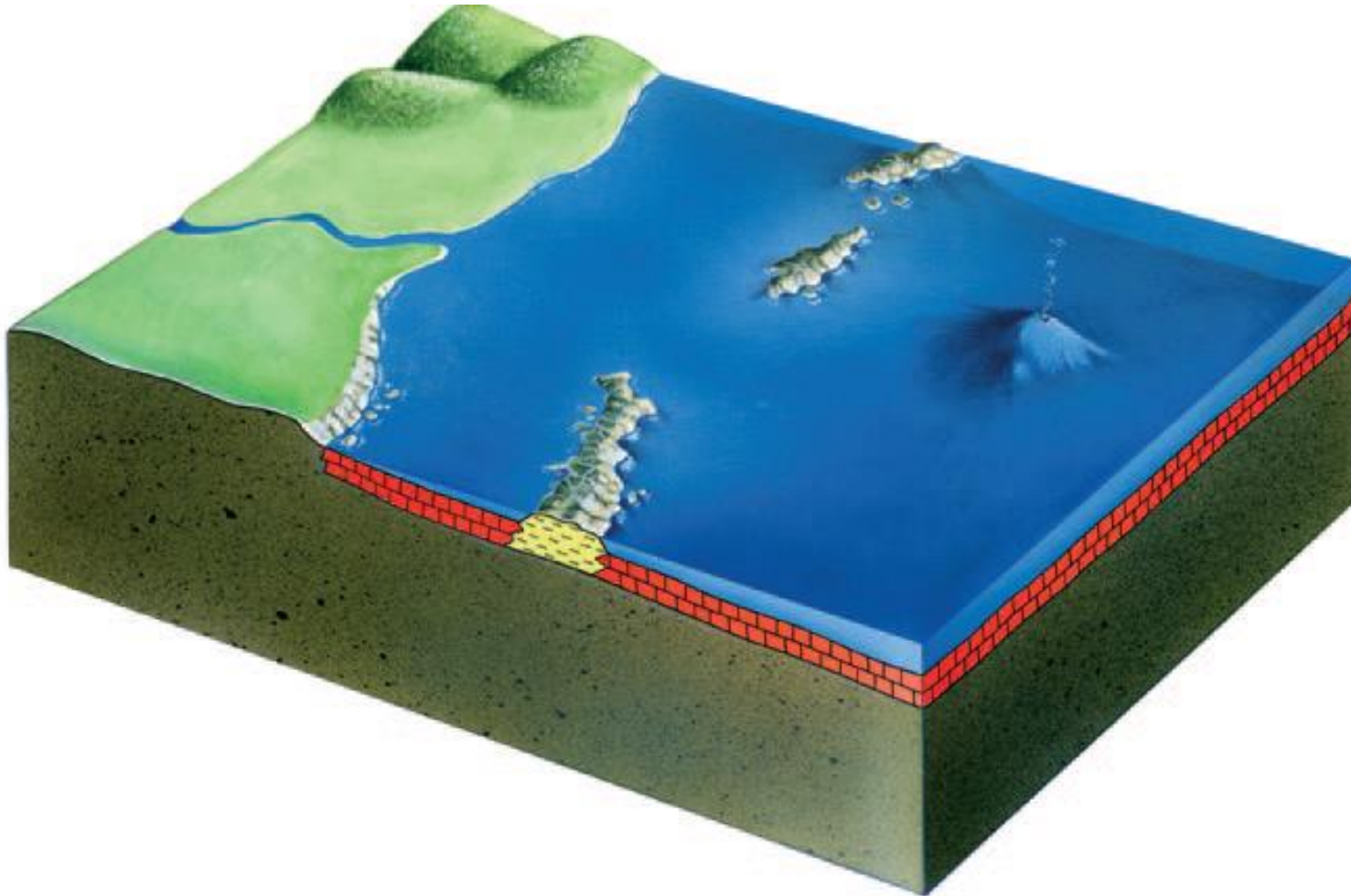
(Formazione di Werfen)

n.7 nello schema dei rapporti
cronostratigrafici del FVG

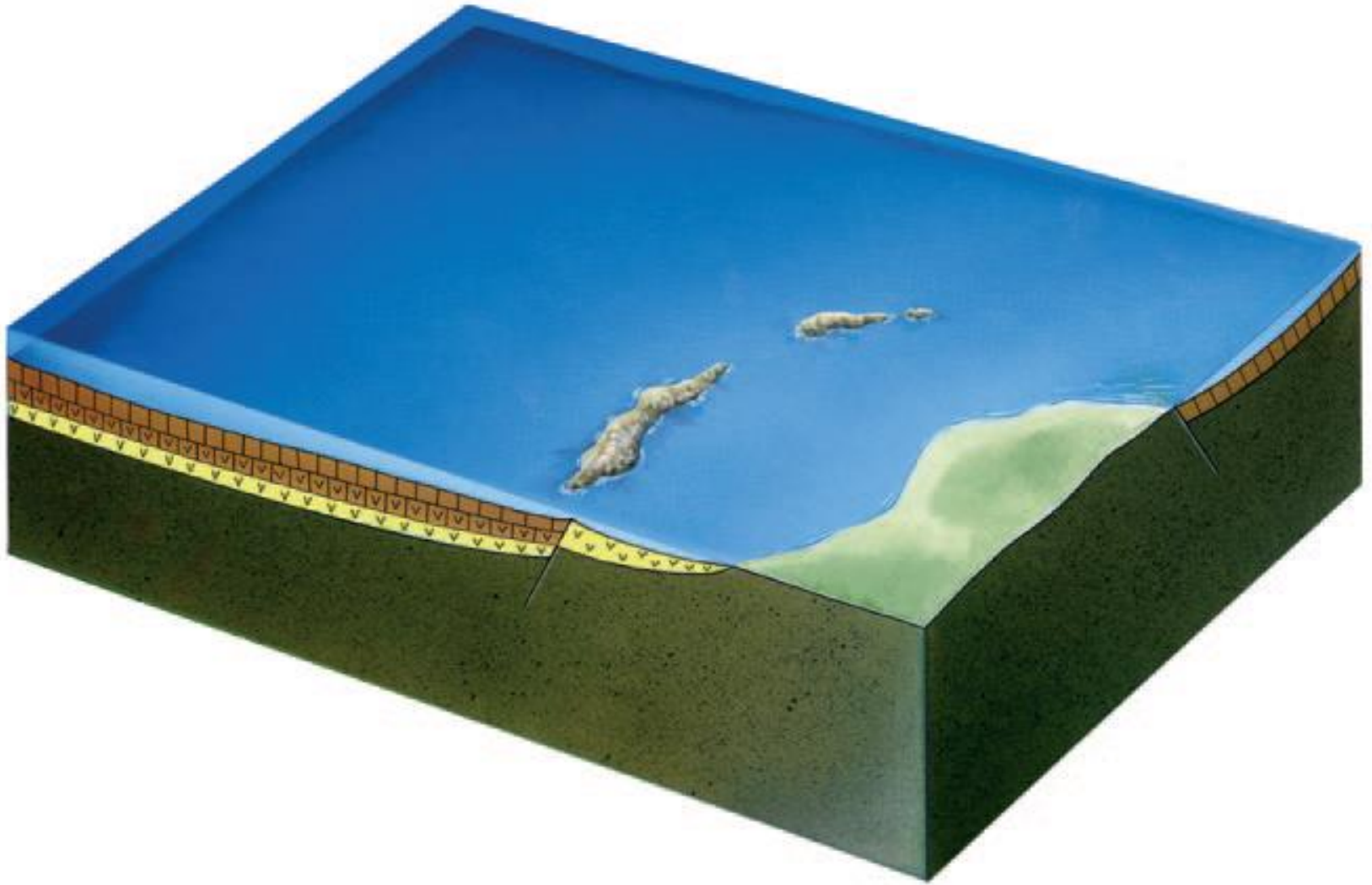
(Triassico inferiore)



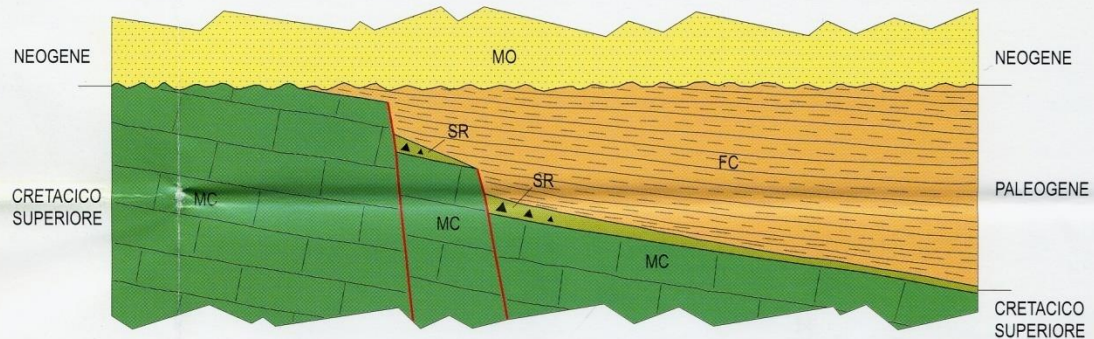
Triassico medio: coesistenza di piattaforme carbonatiche e bacini, locali episodi di rocce effusive



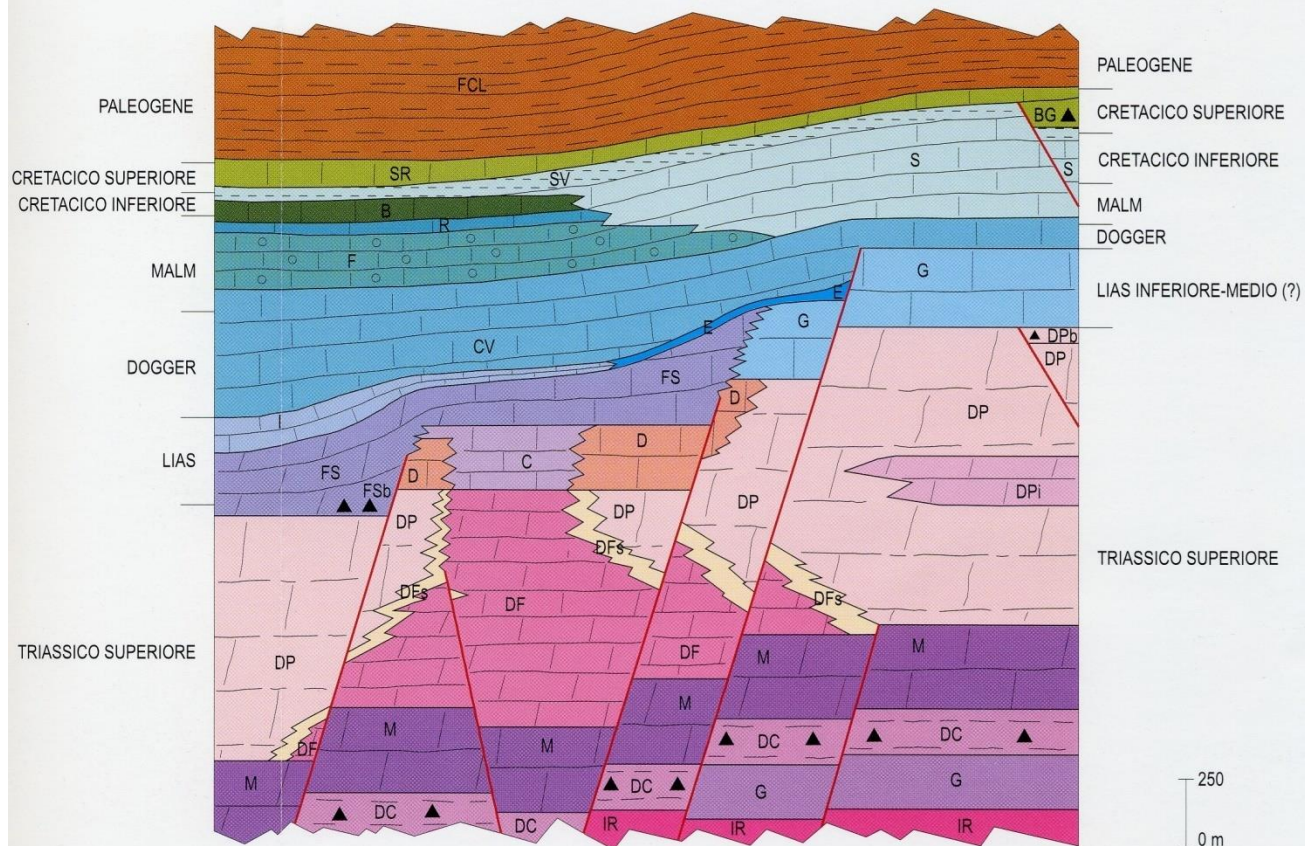
Triassico superiore: piattaforma della Dolomia Principale e bacini coevi



SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI A SUD DELLA LINEA BARCIS - STARO SELO



SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI



Formazioni di
piattaforma carbonatica
e di bacino dal
Triassico superiore al
Cretacico superiore
nelle Prealpi Carniche.
Si noti l'influenza della
tettonica
sinsedimentaria

Esempio di piattaforma carbonatica del Triassico superiore: LA DOLOMIA PRINCIPALE



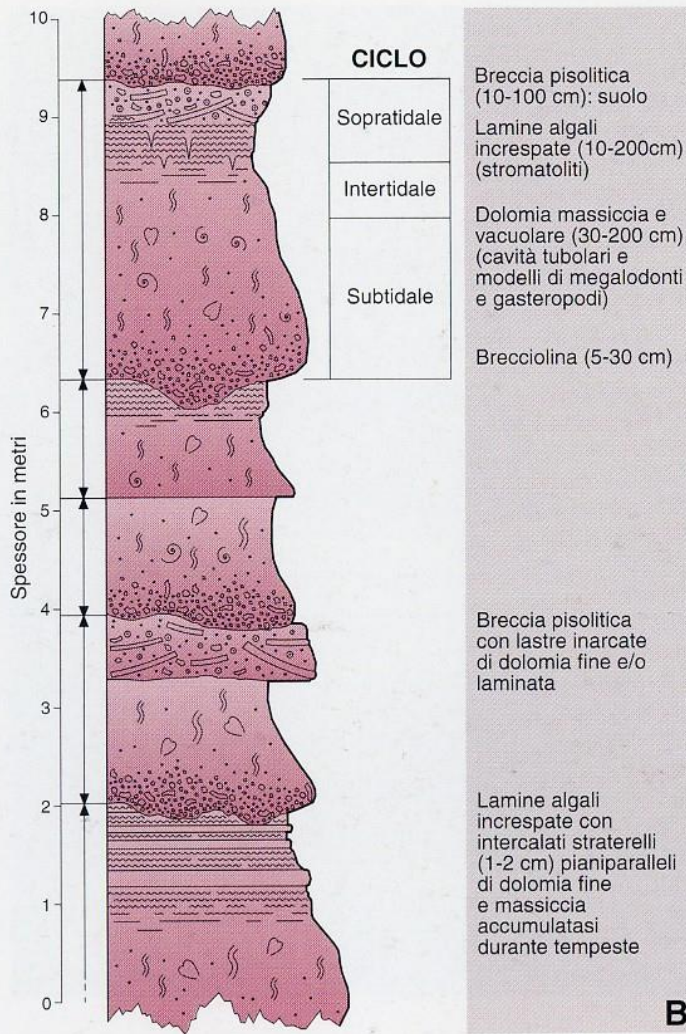


Fig. 15.9 - La Dolomia Principale   costituita da una successione ciclica di dolomie subtidali (strati massicci con megalodonti) e inter-sopratidali (strati con stromatoliti, pisoliti e varie strutture associate). A. La Dolomia Principale nel gruppo del Cristallo; B. colonna stratigrafica con descrizione particolareggiata di un tratto di Dolomia Principale esposta nel Canale d'Agordo.

Ambiente di formazione della Dolomia Principale



Piana tidale (tidal flat) di Andros (arcipelago delle Bahama)

Megalodon nella Dolomia Principale (Norico)



osservando
le strutture
sedimentarie
si ricostruiscono
gli ambienti
del passato





Esempio di formazione bacinale del Triassico superiore: la Dolomia di Forni presso Caprizzi



Dolomia di Forni: dolomia bituminosa laminata

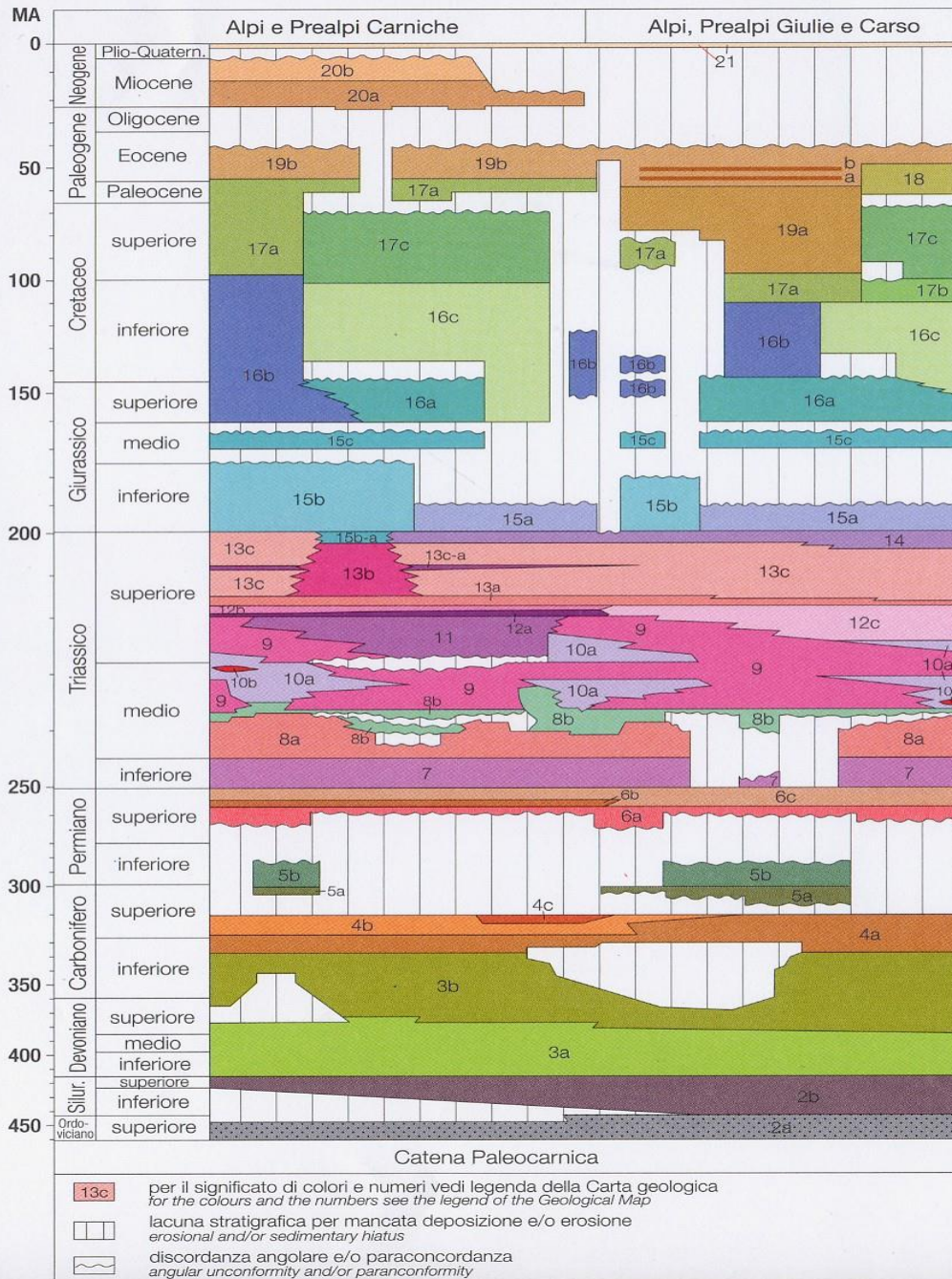
Crostacei nella Dolomia di Forni (Norico)





Unità a laminiti organiche
del rio Resartico
-Norico-
(Triassico superiore)

SCHEMA DEI RAPPORTI CRONOSTRATIGRAFICI STRATIGRAPHIC SCHEME



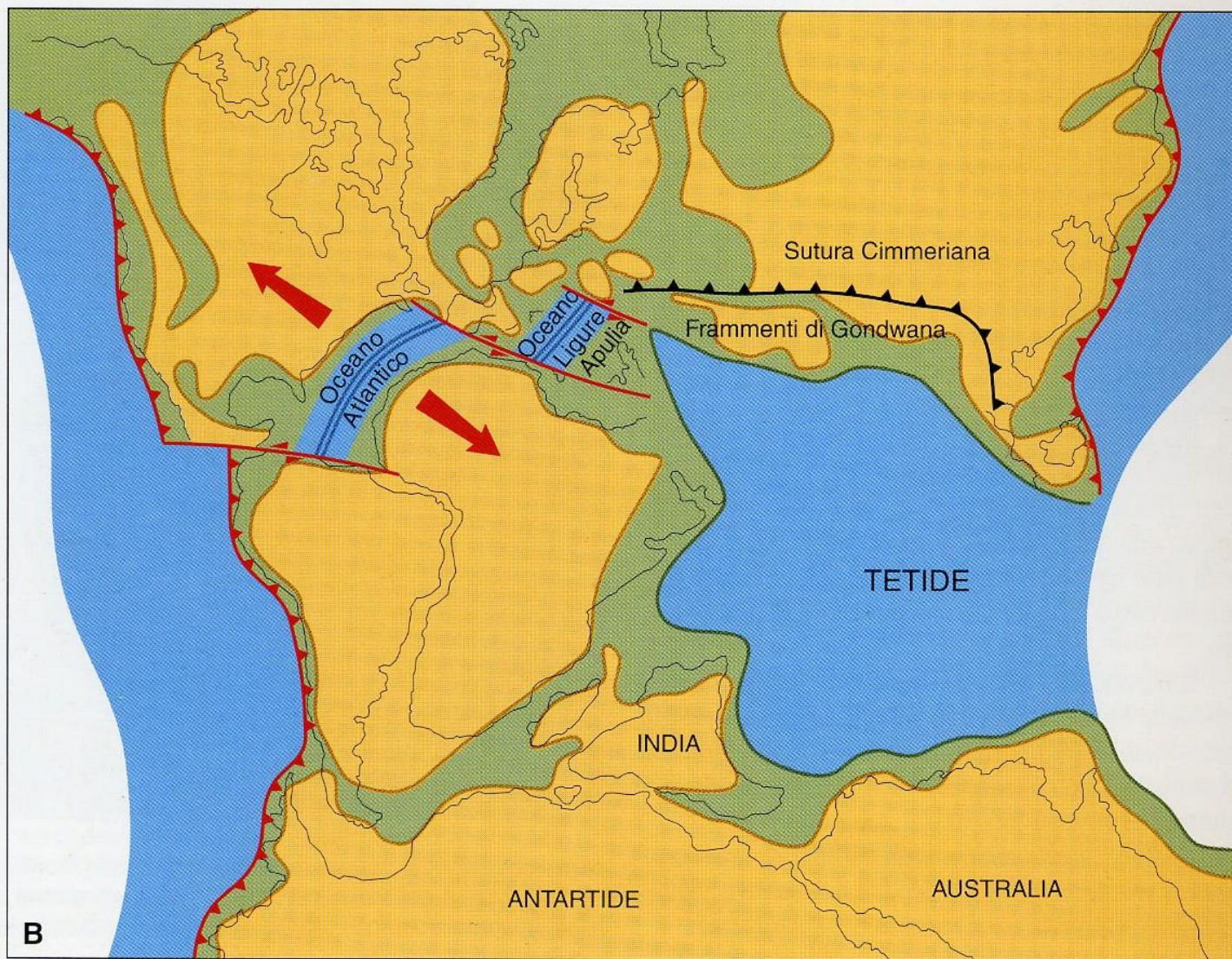
Giurassico: importante fase di rifting, vaste aree di piattaforma annegano.

l'apertura dell'Oceano Atlantico centrale (Nord America e Africa si separano) condiziona la paleogeografia regionale con la formazione di importanti unità paleogeografiche in evoluzione

da Venturini, 2002; modif.

B. La distribuzione delle terre e dei mari durante il Giurassico superiore (circa 150 milioni di anni fa). Pangea si è ormai separata in due blocchi e sono comparsi due nuovi oceani, l'Atlantico Centrale e l'Oceano Ligure-Piemontese. Si noti che diversi blocchi australi (frammenti di Gondwana) sono già entrati in collisione con il continente euroasiatico.

-  Margine continentale con subduzione
-  Zone di sutura
-  Faglie trasformi
-  Futura linea di separazione giurassica
-  Limite delle terre emerse
-  Terre emerse
-  Crosta continentale
-  Crosta oceanica
-  Dorsale medio-oceanica



Margini passivi coinvolti in collisioni prevalentemente frontali



Margini di taglio coinvolti in aree orogenetiche a prevalente tettonica trascorrente



Placca iberico-europea



Placca apulo-africana



Oceano Ligure-Piemontese



**CORDIGLIERA
BETICA**

MAGHREBIDI

ALPI

APPENNINO

L'Oceano Ligure-Piemontese nel Giurassico superiore

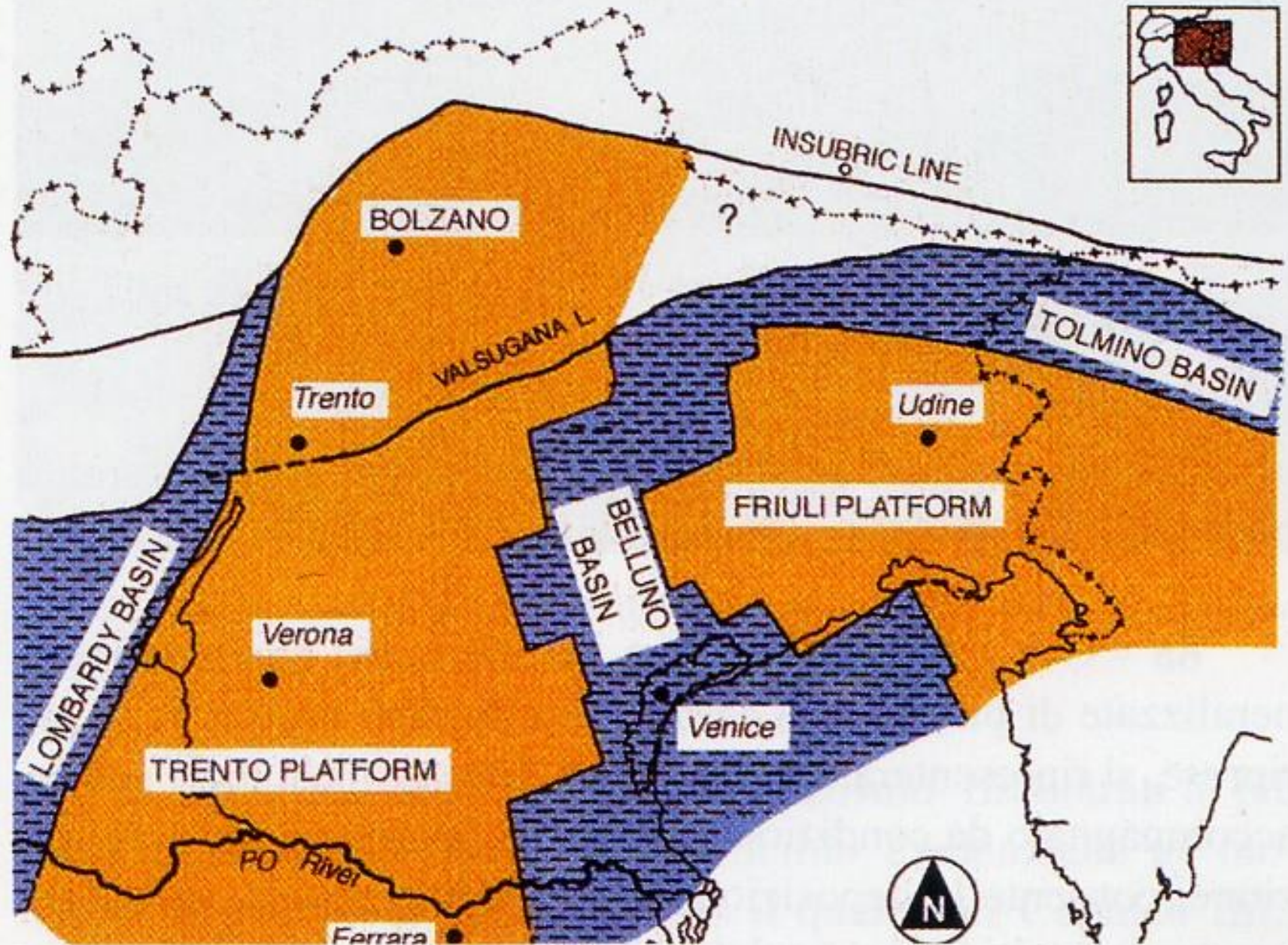
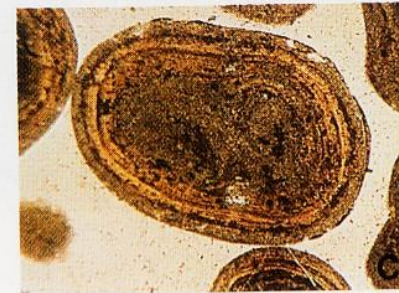


fig. 18 - Individuazione di bacini e piattaforme nella paleogeografia del Giurassico inf. delle Alpi Venete a seguito della tettonica distensiva (da MASETTI, 1996).

A) Esempio di margine sabbioso attuale composto da sabbie oolitiche. Ricorda il margine della Piattaforma di Trento durante il Giurassico inf.

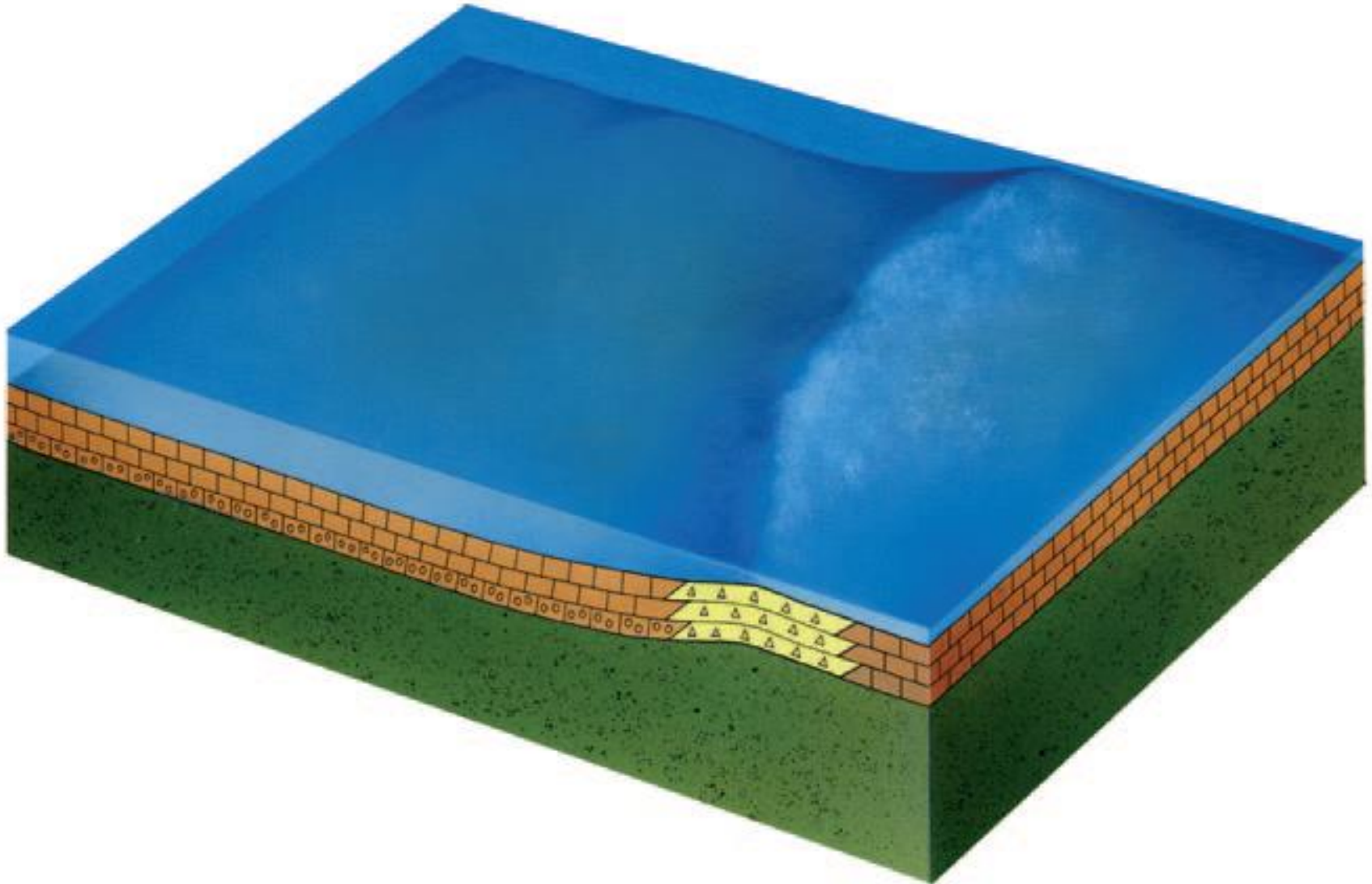


B) Sabbia oolitica di una spiaggia delleBahama (circa 5X)

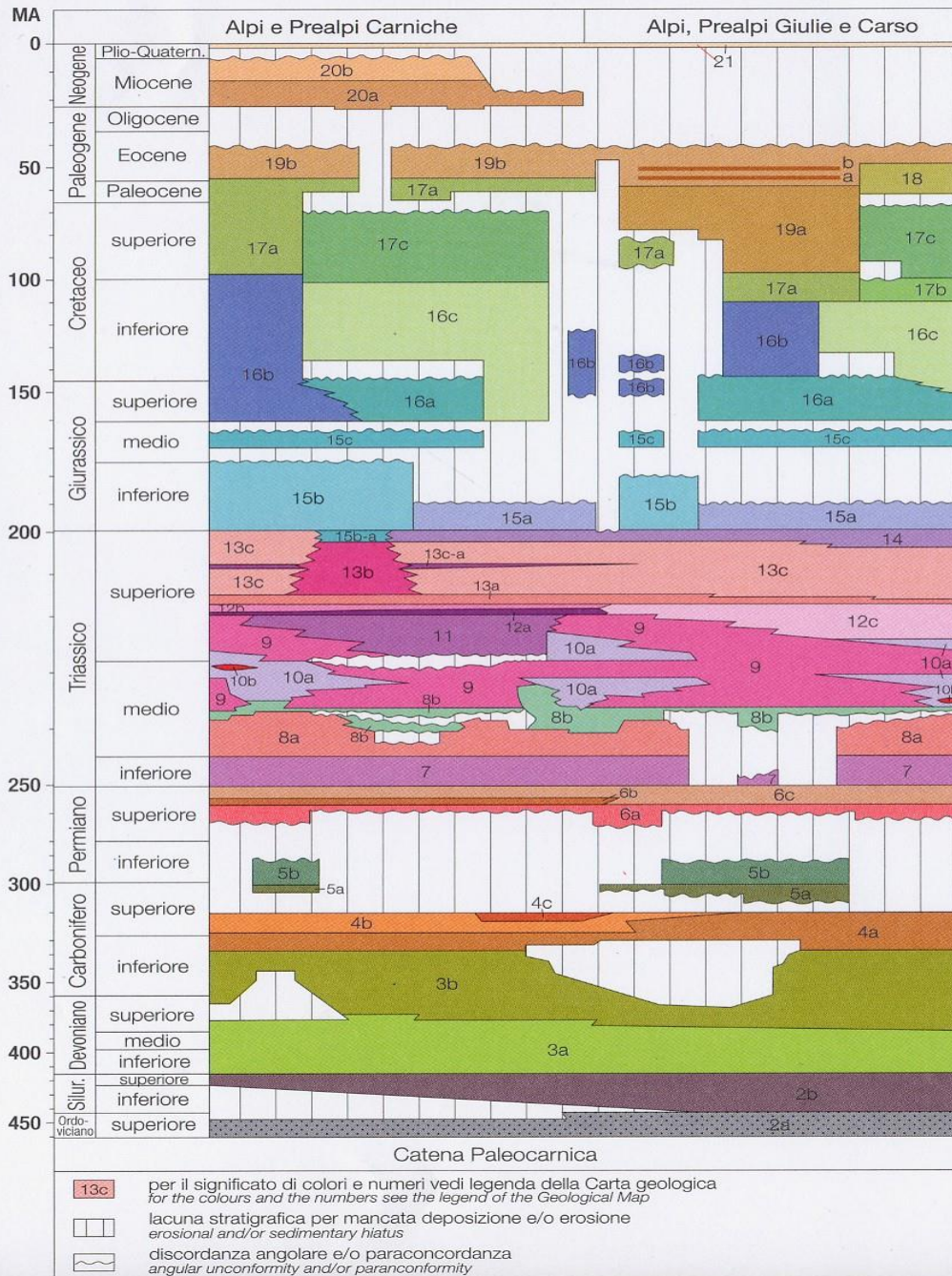
C) Sezione sottile di oolite attuale.

GIURASSICO

Periodo geologico compreso fra 201 e 145 milioni di anni fa. Il suo nome deriva da quello della Catena del Giura, in Francia, dove sono molto sviluppate le formazioni rocciose di questa età.



SCHEMA DEI RAPPORTI CRONOSTRATIGRAFICI STRATIGRAPHIC SCHEME



Giurassico: importante fase di rifting, vaste aree di piattaforma annegano.

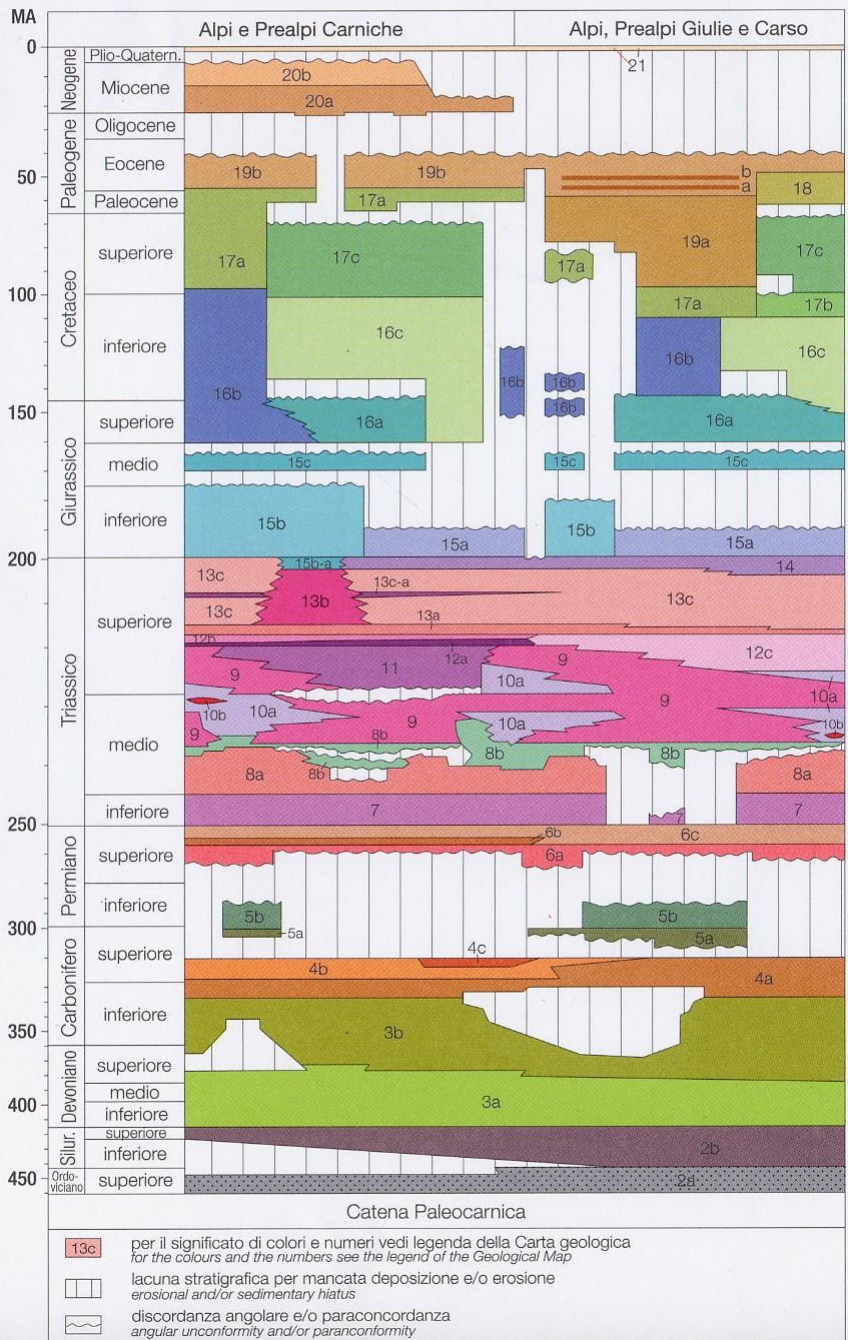
l'apertura dell'Oceano Atlantico centrale (Nord America e Africa si separano) condiziona la paleogeografia regionale con la formazione di importanti unità paleogeografiche in evoluzione (piattaforme e bacini)

Cretacico

Periodo geologico compreso fra 145 e 66 milioni di anni fa. Il suo nome deriva da “creta”, una roccia calcarea bianchissima di origine marina composta da miliardi di gusci di foraminiferi e frammenti di altri frammenti molto diffusa in Francia, Inghilterra (le bianche scogliere di Dover) e Germania.



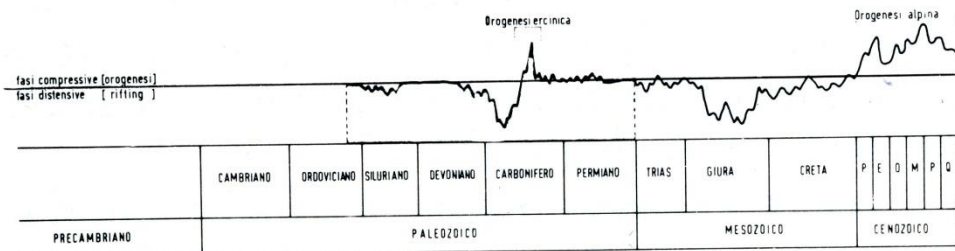
SCHEMA DEI RAPPORTI CRONOSTRATIGRAFICI STRATIGRAPHIC SCHEME



Cretacico: nel Cretacico medio: apertura dell'Oceano Atlantico meridionale (Africa e S-America si separano). Nel Cretacico sup.: prime fasi dell' orogenesi alpina (fase dinarica) e inizio deposizione del flysch

Giurassico: l'apertura dell'Oceano Atlantico centrale (N-America e Africa si separano) condiziona paleogeografia regionale con importanti unità paleogeografiche in evoluzione

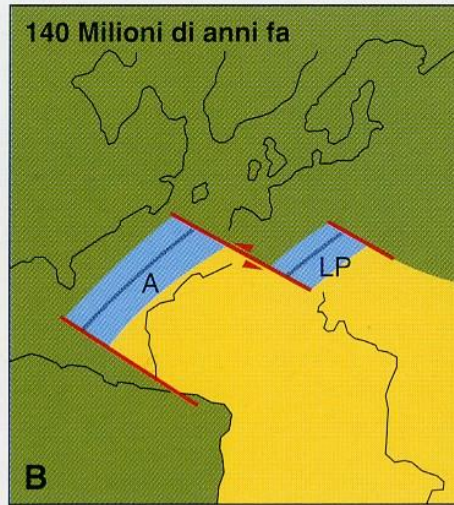
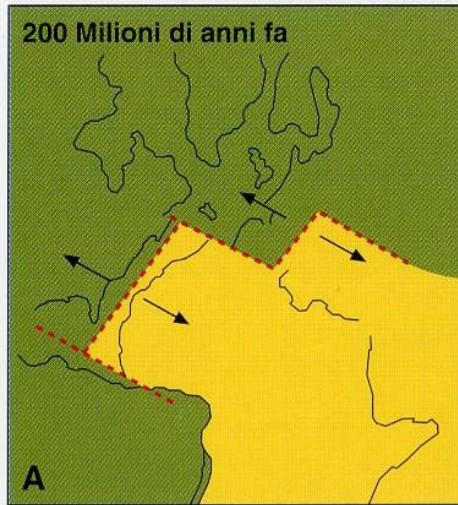
Triassico: sviluppo di piattaforme carbonatiche e di bacini



Distribuzione nel tempo delle fasi compressive (*orogenesi*) e distensive (*rifting*) alternatesi nell'area carnica durante gli ultimi 460 milioni di anni.

C) Cretacico medio – superiore: inizia la chiusura dell' Oceano Ligure – piemontese e si apre l'Oceano Atlantico meridionale

A) Triassico sup.



Oceano Ligure-
Piemontese

- Faglie principali
- Zone di subduzione attiva
- Dorsali medio-oceaniche
- Placca euro-americana con annesso blocco iberico
- Crosta oceanica
- Placca africana con annesso promontorio di Apulia

B) Giurassico medio-sup

Oceano Atlantico centrale

Oceano Atlantico meridionale

Successione cenozoica Mesozoic sequence

20b Marne silteose grigie (*Marna di Tarzo, Marna di S. Donà*); alternanze di areniti e siltiti grigie (*Arenaria di Vittorio Veneto*); conglomerati poligenici ed eterometrici prevalenti, siltiti ed arenarie (*Conglomerato del Montello*); depositi molassici epibatiali, deltizi e di conoide alluvionale con episodi lacustri. *Grey silty marls; interbedded sandstones and grey siltstones; polygenic and heterometric conglomerates. Molasse deposited in epibatyal, deltaic and alluvial fan environments, with lacustrine episodes. Miocene medio - sup.*

20a Breccie calcaree e conglomerati (*Breccia di Peonis*); calcareniti grossolane, siltiti e arenarie grigie con resti fossili; locali livelli conglomeratici a ciottoli carbonatici, selciferi e metamorfici (*Arenaria di Preplans, fm. di Val Tremugna*); areniti glauconitiche grossolane verdastre a pettinidi (*Marna di Bolago, Gruppo di Cavanella*); alternanze di areniti glauconitiche e siltiti arenacee (*Arenaria di S. Gregorio*); peliti con resti di molluschi e coralli (*Marna di Montumo*); areniti glauconitiche e biocalciruditi (*fm. del M. Baldo*); depositi molassici marini di piattaforma e deltizi. *Calcareous breccias, megabreccias and conglomerates; coarse calcarenites, siltstones and grey sandstones with plant remains; locally conglomerates with carbonate, siliceous and metamorphic pebbles coarse, green glauconitic sandstones with peccinids; interbedded glauconitic sandstones and sandy siltstones; shales with mollusks and corals; glauconitic sandstones and biocalcirudites: marine platform and deltaic Molasse. Oligocene sup. - Miocene medio*

19b Alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici (*Flysch del Grivò: a - Megastato del M. Ioanaz; b - M. di Vernasso; Flysch di Claut*); alternanze di areniti e/o siltiti con marne calcareo-silicee a clasti di quarzo e selce (*Flysch di Cormons, Flysch di Clauzetto, "Flysch di Trieste"*); depositi di bacino. *Interbedded shales and sandstones with calcirudites and calcarenites, sometimes in thick carbonate beds (a, b); alternation of sandstones and/or siltstones with calcareous-siliceous marls with quartz and silica clasts: basinal deposits. Paleocene p.p. - Eocene medio.*

19a Calcisiltiti grigio-nerastre con banchi di breccia ed areniti nella parte superiore (*Membro di Drenchia, Flysch di Uccia*); calcareniti con breccie e calcilutiti (*Flysch di Clodig, Flysch di M. Brieka*); alternanze arenaceo-pelitiche, con spessi orizzonti di breccia (*Flysch dello Iudrio*) e peliti rossastre ad arenarie grigie intercalate (*Flysch di Calla*); arenarie con orizzonti calciclastici (*Flysch di Masarolì*); depositi di bacino. *Grey-blackish calcisiltites, with breccia beds and sandstones intercalations towards the top; calcarenites with breccias and mudstones; sandstone-shale alternations, with frequent breccia beds and reddish shales with interbedded grey sandstones; sandstones with calcareous clastic beds: basinal deposits. Cretaceo sup. - Paleocene p.p.*

18 Calcarei grigi e nocciola a stratificazione metrica o indistinta molto fossiliferi (*Calcarei a Miliolidi, Calcarei a Nummuliti ed Alveoline, Mb. di M.te Grisa e Opicina, Liburnico: Vreme e Cosina*); breccie carbonatiche e marne debolmente arenacee con nummuliti; depositi di piattaforma. *Grey and dark brown fossiliferous limestones in m-thick beds or massive; carbonate breccias and sandy marls with nummulites: platform deposits. Paleocene - Eocene inf.*

Successione mesozoica Mesozoic sequence

17c Calcarei bioclastici biancastri, massicci con abbondanti rudiste, talora con intercalazioni di calcari micritici (*Calcarei di M. Cavallo, Calcareniti del Molassa, Calcarei di Aurisina, Fm. del Calcarei del Carso triestino p.p., Calcarei di Monte San Michele*); depositi di piattaforma aperta. *Whitish bioclastic limestones, massive, with abundant rudists, sometimes with interbedded micritic limestones: carbonate platform deposits. Cretaceo sup.*

17b Breccie con clasti dolomitici, compatte, di colore grigio; dolomie grigio chiare e grigio scure, con laminazioni nerastre (*scisti di Comeno*), dolomie nere saccaroidi; lenti di breccie e calcari dal rosso mattone al giallastro; calcari grigi a rudiste (*Fm. di Monrupino, Mb. di Rupingrande*); depositi di piattaforma. *Grey breccias with dolomitic clasts; light grey spartic dolostones, dark grey dolostones with blackish laminations; breccia lenses and brick red-yellowish limestones: carbonate platform deposits. Cretaceo inf. - sup. p.p.*

17a Marne e calcari marnosi rossastri e grigi a frattura scagliosa, debolmente nodulari, a stratificazione cm-dm; locali breccie ed olistoliti carbonatici (*Scaglia rossa, selciferi e variegata*); depositi di bacino. Talora, alla base, breccie in bancate massicce con clasti calcarei a frammenti di rudiste (*Breccia di Grignes, Calcarea di Volzana, Calcarei del Fadalto, Calcarei di Andreis*); depositi di scarpata. *Reddish and grey marls and marly limestones, slightly nodular, in cm-dm-thick beds; locally, carbonate olistoliths and breccias are found: basinal deposits. Sometimes at the base, massive calcareous breccias with clasts of rudist-bearing limestones occur. Cretaceo inf. - Eocene inf.*

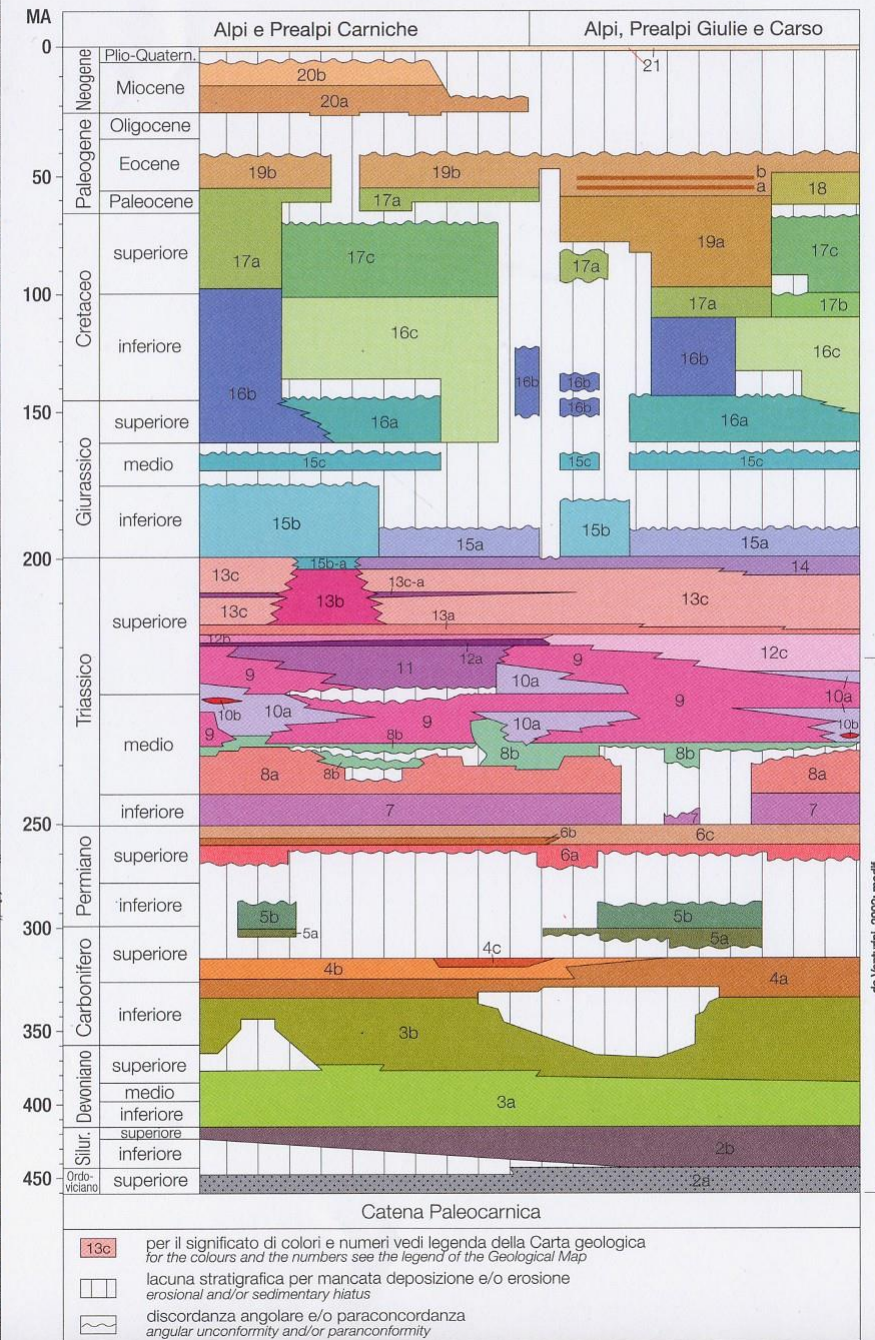
16c Calcarei stratificati dm-m, biancastri, grigi e nocciola, di aspetto porcellanaceo, con frequenti strutture di emersione, talora con breccie, argille residuali e stromatoliti (*Calcarea del Cellina, Mb. di M.te Coste, Calcarei di S.Donà*); depositi di piattaforma protetta. *Well stratified whitish, greyish and brownish limestones, with karst features, sometimes with presence of breccias, residual clays and stromatolites: protected shallow water platform deposits. Giurassico sup. - Cretaceo inf.*

16b Calcarei micritici e calcareniti in strati dm, con abbondante selce policroma (*Fm. di Forzaso*); calcari nodulari da grigio-verdastri a rossastri, con selce rossa e ammoniti (*Rosso Ammonitico superiore*); calcari micritici nocciola e grigio chiari, a frattura concoide, con selce grigio scura o biancastra (*Biancone o Maiolica*); calciruditi bioclastiche, calcareniti grossolane, calcari micritici grigi con selce scura (*Calcarea di Soccherè*); depositi di scarpata-bacino. *Micritic limestones and calcarenites in dm-thick beds, with abundant multicoloured silica nodules; grey-greenish and reddish nodular limestones, with red silica nodules and ammonites; light brown-grey micritic limestones with conchoidal fracture and dark grey or whitish silica nodules; bioclastic calcirudites, coarse grained calcarenites, grey micritic limestones with dark grey silica nodules: slope-basinal deposits. Giurassico sup. - Cretaceo inf.*

16a Calcarei massicci di scogliera ricchi di faune. Talora, alla sommità, tasche bauxitiche (*Calcarei di Polcenigo, Calcarei ad Ellipsactinie*); depositi di scogliera. *Massive limestones rich in fossils; sometimes, at the top, bauxites in lenses occur: bioconstructed carbonate platform deposits. Giurassico sup.*

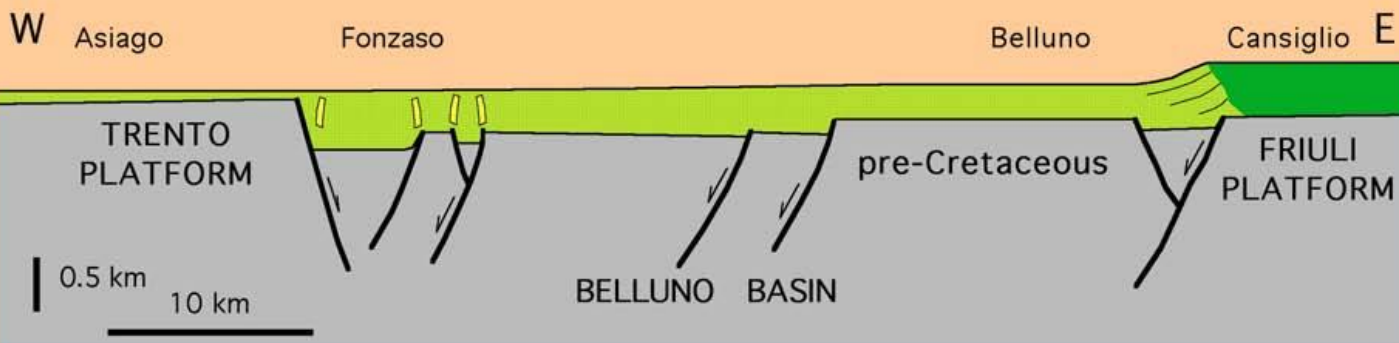
15c Calcarei oolitico-bioclastici in strati da dm a m, alternati a calcari micritici a lamellibranchi pelagici con rari noduli di selce alla base (*Calcarea del Vajont*); torbiditi oolitiche di scarpata. *Oolitic-bioclastic limestones in dm-to m-thick beds, alternating with pelagic bivalves; micritic limestones with rare silica nodules at the base of the unit; oolitic calcareous turbidites deposited in a slope setting. Giurassico medio.*

SCHEMA DEI RAPPORTI CRONOSTRATIGRAFICI STRATIGRAPHIC SCHEME

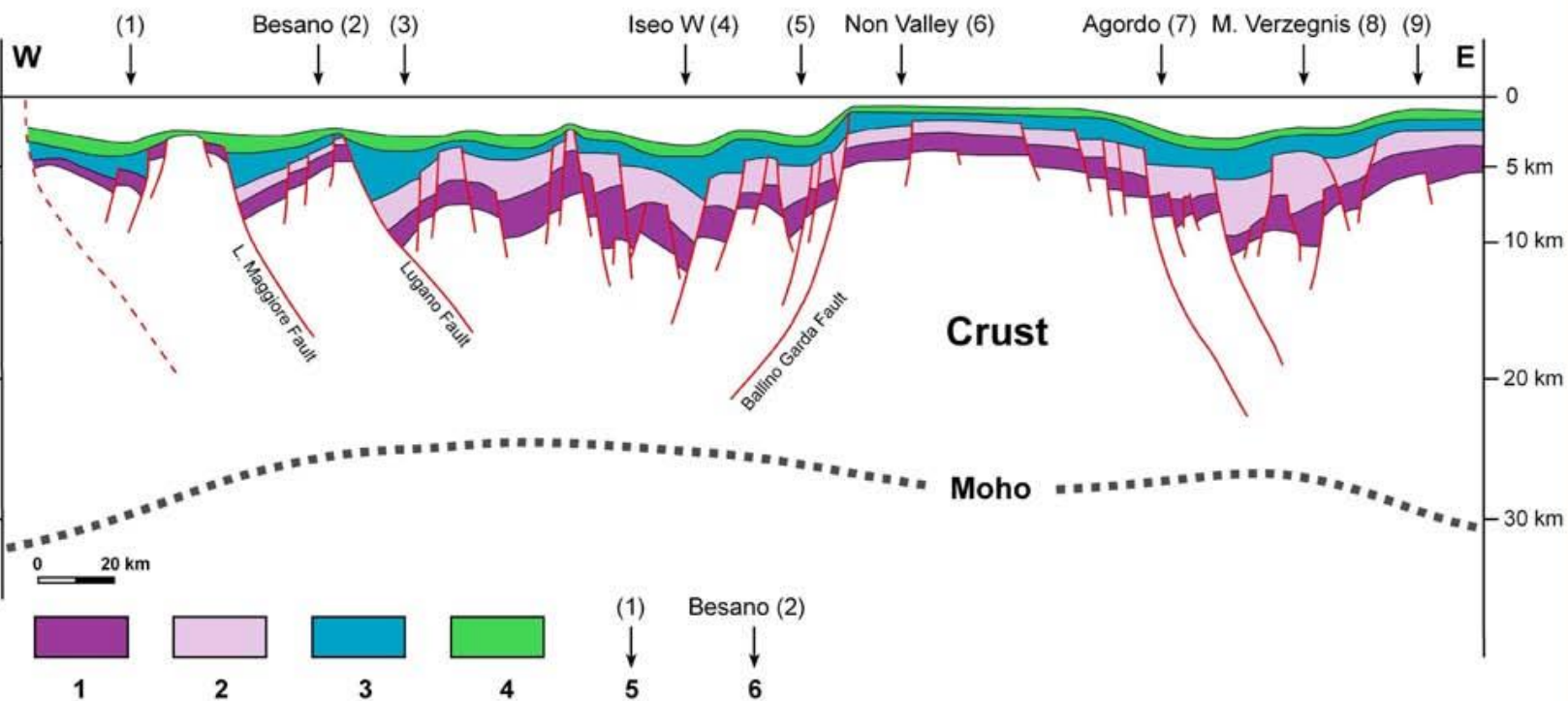


da Venturini, 2002; modif.

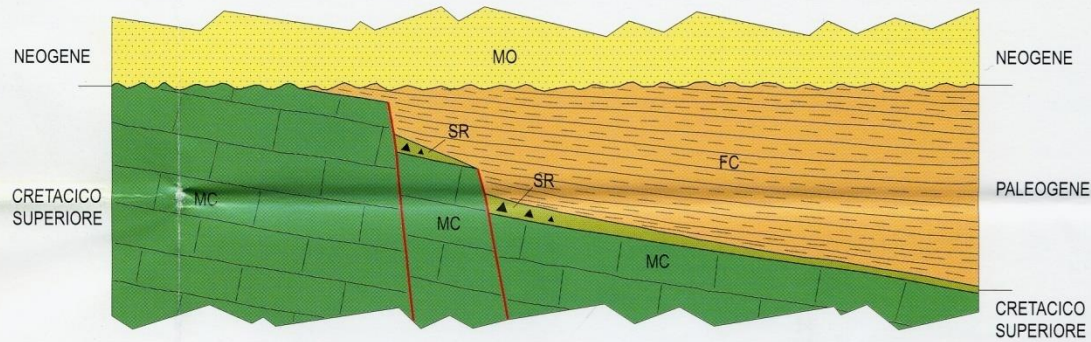
Early Cretaceous



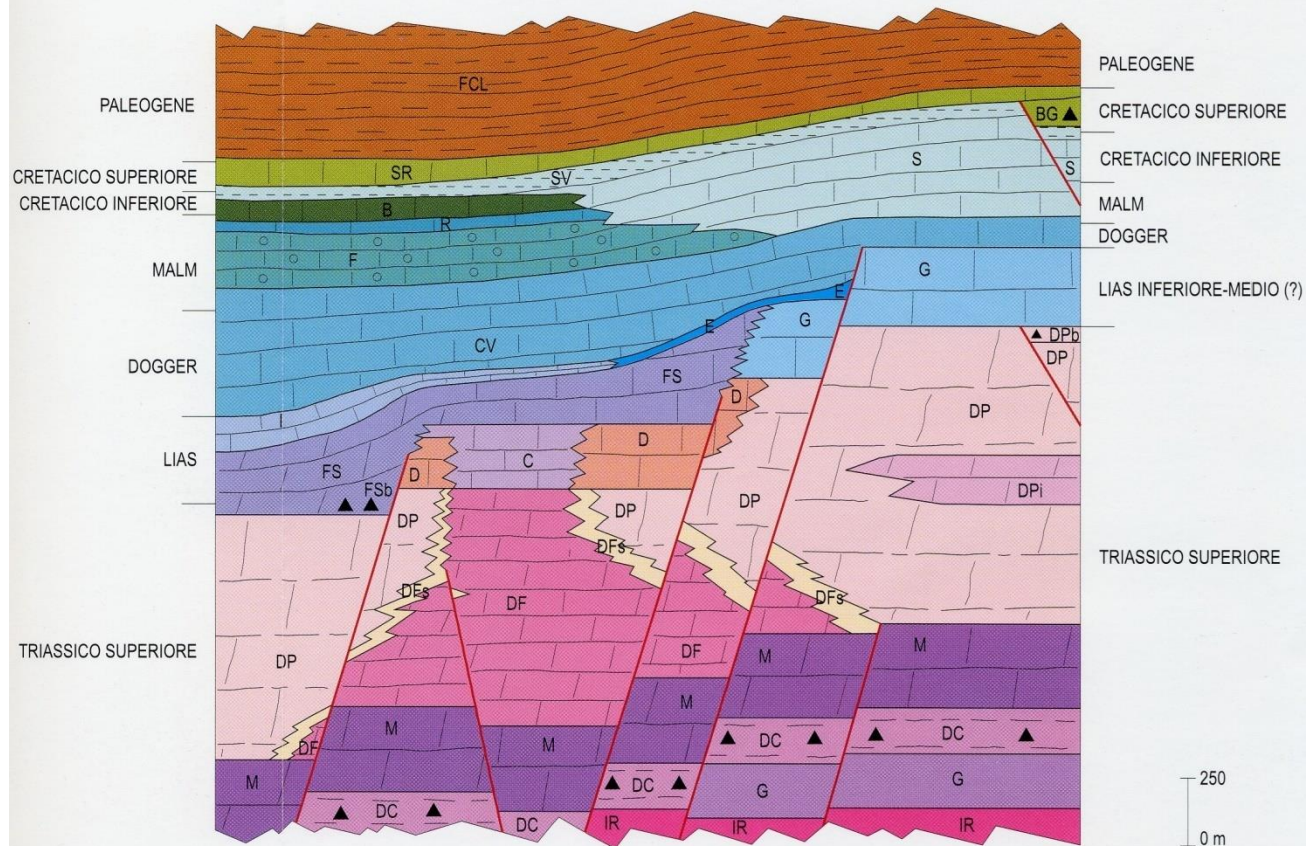
Lombardian Basin Trento Plateau Belluno Basin Julian Plateau



SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI A SUD DELLA LINEA BARCIS - STARO SELO

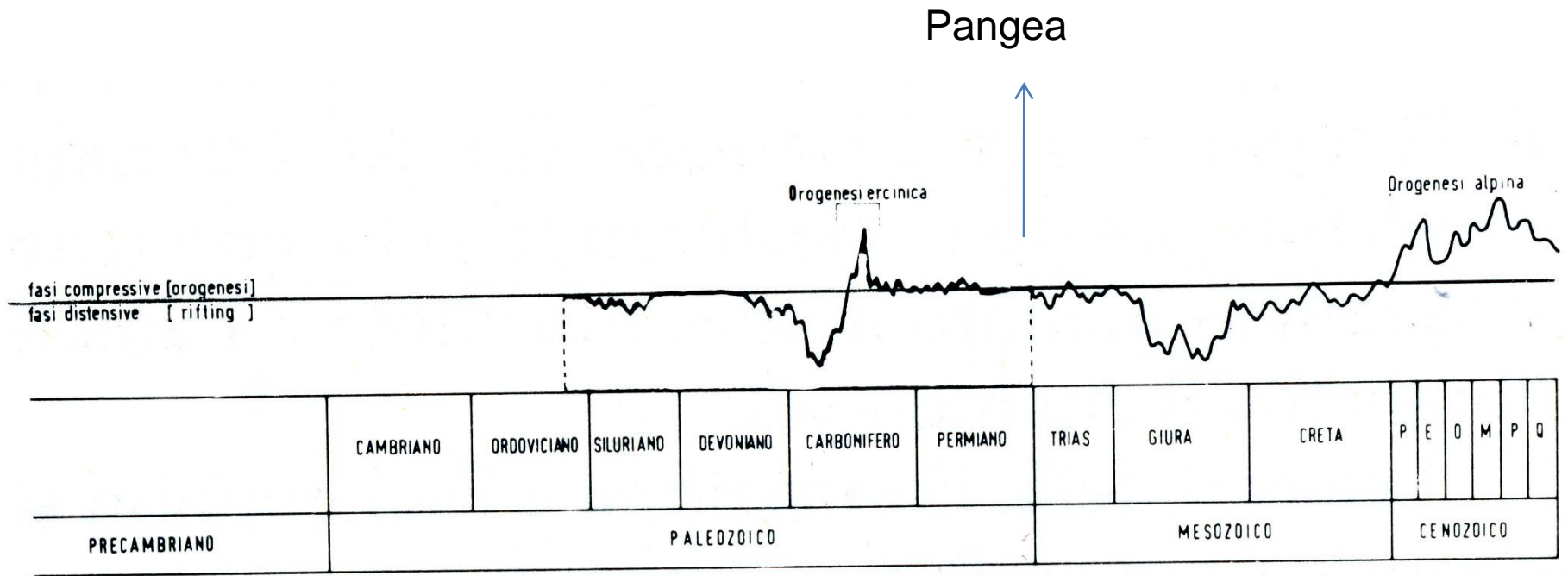


SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI





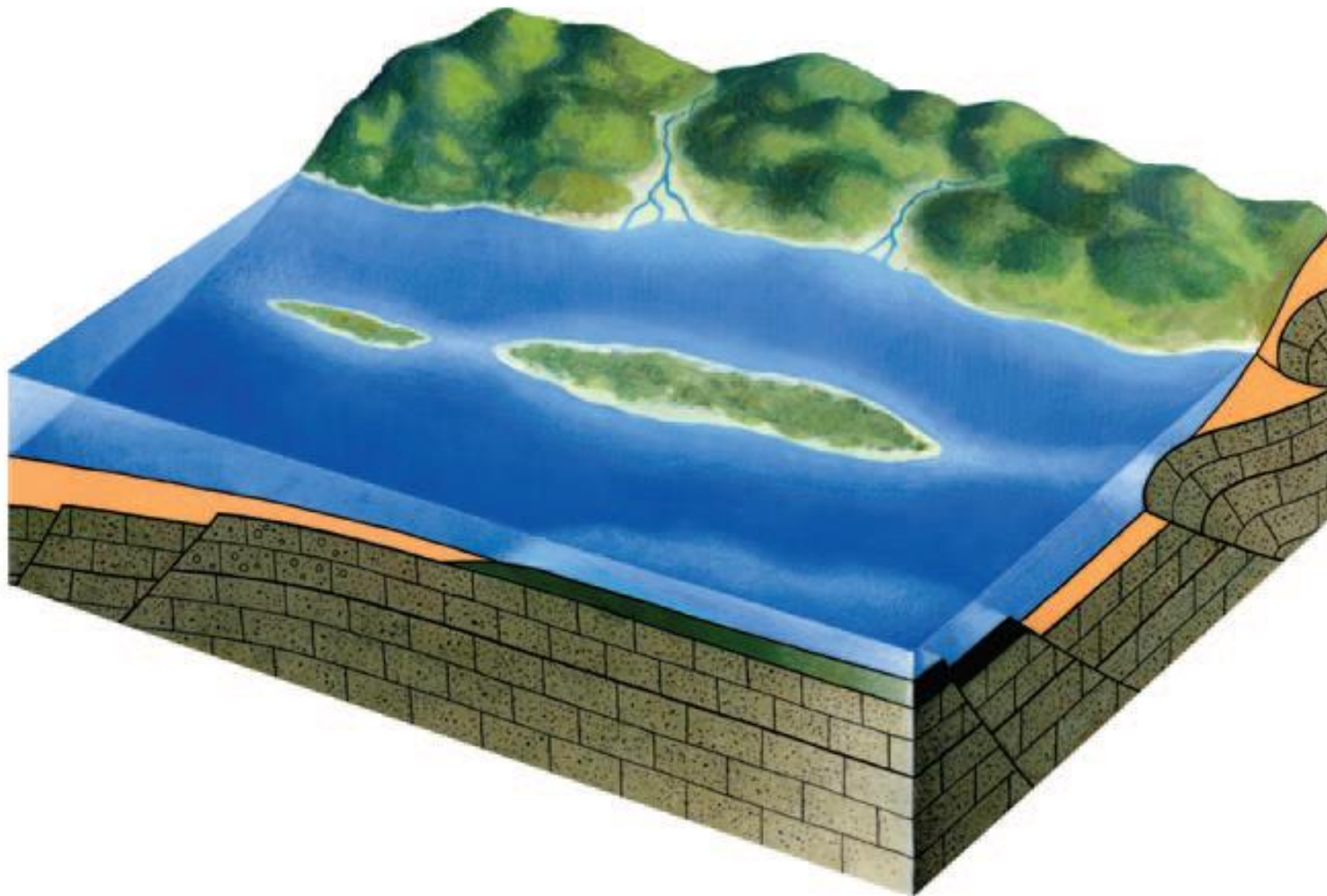
Calcarei
 Cretacici (in
 verde) nel
 Carso
 Triestino e
 goriziano



Distribuzione nel tempo delle fasi compressive (*orogenesi*) e distensive (*rifting*) alternate nell'area carnica durante gli ultimi 460 milioni di anni.

TERZIARIO

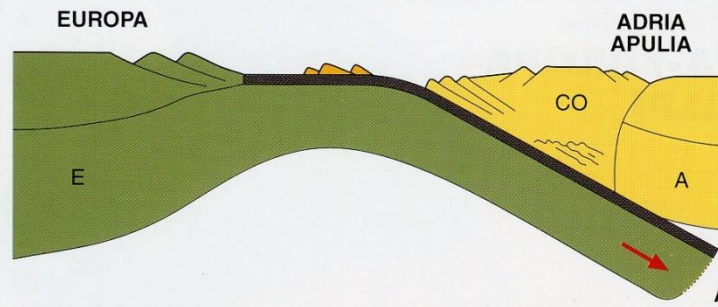
(Paleogene e Neogene)



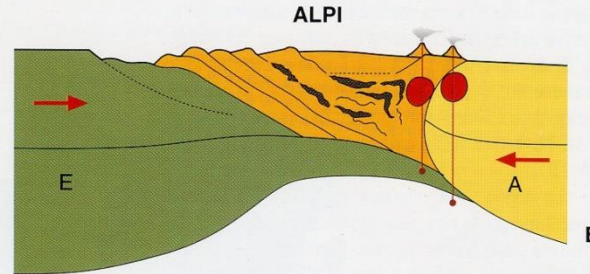
Paleogene: 66 e 23 milioni di anni fa. Il suo nome è una parola composta dal greco che significa antica generazione, nel senso di più antica età della nuova Era. È chiamato anche Nummulitico a causa della comparsa e dell'enorme sviluppo delle Nummuliti. Comprende :Paleocene, Eocene e Oligocene.

Fasi compressive dell'orogenesi alpina; in regione domina il flysch

Fase eoalpina:
Cretacico sup. –
Paleocene
(iniziano a strutturarsi
le Dinaridi)



Fase mesoalpina:
Eocene – Oligocene
(si strutturano le Alpi s.s.)



Fase neoalpina:
Miocene – Attuale
(si struttura la catena
Sudalpina)

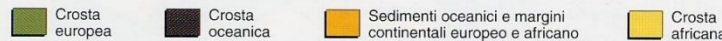
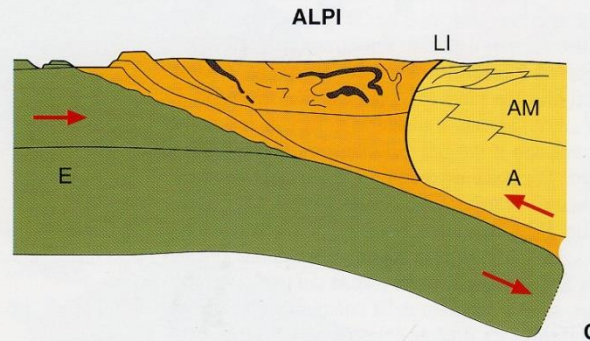


Fig. 18.2 - Lo sviluppo della catena alpina per progressivo avvicinamento e collisione tra la Placca europea e quella africana.

A. **Fase eoalpina** (Cretaceo): la parte oceanica (in nero la crosta) della Placca europea (E) va in subduzione sotto quella africana (Apulia, Adria) (A) e si forma un «cuneo orogenico» (CO) sul margine di Apulia, con falde e accavallamenti.

B. **Fase mesoalpina** (Eocene-Oligocene): sparisce l'Oceano Ligure-Piemontese, si verifica la collisione tra le due placche e i resti oceanici, le ofioliti (in nero), sono coinvolti nel grande sistema orogenico. Si ha sollevamento e si sviluppano vulcani e plutoni sul margine di Apulia.

C. **Fase neoalpina** (Miocene-Attuale): si verifica il maggiore sollevamento e si ha forte erosione; si attiva la Linea Insubrica (LI) e si sviluppa il sistema sudvergente delle Alpi meridionali (AM) di cui fanno parte le Dolomiti.

Neogene

Periodo geologico compreso tra 23 e 2,58 milioni di anni fa. Il suo nome è una parola composta dal greco che significa “nuova generazione”, nel senso di più recente età della nuova Era. è suddiviso in Miocene e Pliocene



Successione cenozoica Mesozoic sequence

20b Marne silteose grigie (*Marna di Tarzo, Marna di S. Donà*); alternanze di areniti e siltiti grigie (*Arenaria di Vittorio Veneto*); conglomerati poligenici ed eterometrici prevalenti, siltiti ed arenarie (*Conglomerato del Montello*); depositi molassici epibatiali, deltizi e di conoide alluvionale con episodi lacustri. *Grey silty marls; interbedded sandstones and grey siltstones; polygenic and heterometric conglomerates. Molasse deposited in epibatyal, deltaic and alluvial fan environments, with lacustrine episodes. Miocene medio - sup.*

20a Breccie calcaree e conglomerati (*Breccie di Peonis*); calcareniti grossolane, siltiti e arenarie grigie con resti fossili; locali livelli conglomeratici a ciottoli carbonatici, selciferi e metamorfici (*Arenaria di Preplans, fm. di Val Tremugna*); areniti glauconitiche grossolane verdastre a pettinidi (*Marna di Bolago, Gruppo di Cavanella*); alternanze di areniti glauconitiche e siltiti arenacee (*Arenaria di S. Gregorio*); peliti con resti di molluschi e coralli (*Marna di Montumo*); areniti glauconitiche e biocalciuriditi (*fm. del M. Baldo*); depositi molassici marini di piattaforma e deltizi. *Calcareous breccias, megabreccias and conglomerates; coarse calcarenites, siltstones and grey sandstones with plant remains; locally conglomerates with carbonate, siliceous and metamorphic pebbles coarse, green glauconitic sandstones with peccinids; interbedded glauconitic sandstones and sandy siltstones; shales with mollusks and corals; glauconitic sandstones and biocalciuridites: marine platform and deltaic Molasse. Oligocene sup. - Miocene medio*

19b Alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici (*Flysch del Grivò: a - Megastato del M. Ioanaz; b - M. di Vernasso; Flysch di Claut*); alternanze di areniti e/o siltiti con marne calcareo-silicee a clasti di quarzo e selce (*Flysch di Cormons, Flysch di Clauzetto, "Flysch di Trieste"*); depositi di bacino. *Interbedded shales and sandstones with calcirudites and calcarenites, sometimes in thick carbonate beds (a, b); alternation of sandstones and/or siltstones with calcareous-siliceous marls with quartz and silica clasts: basinal deposits. Paleocene p.p. - Eocene medio.*

19a Calcisiltiti grigio-nerastre con banchi di breccia ed areniti nella parte superiore (*Membro di Drenchia, Flysch di Uccia*); calcareniti con breccie e calcilutiti (*Flysch di Clodig, Flysch di M. Brieka*); alternanze arenaceo-pelitiche, con spessi orizzonti di breccia (*Flysch dello Iudrio*) e peliti rossastre ad arenarie grigie intercalate (*Flysch di Calla*); arenarie con orizzonti calciclastici (*Flysch di Masarolì*); depositi di bacino. *Grey-blackish calcisiltites, with breccia beds and sandstones intercalations towards the top; calcarenites with breccias and mudstones; sandstone-shale alternations, with frequent breccia beds and reddish shales with interbedded grey sandstones; sandstones with calcareous clastic beds: basinal deposits. Cretacico sup. - Paleocene p.p.*

18 Calcarei grigi e nocciola a stratificazione metrica o indistinta molto fossiliferi (*Calcarei a Miliolidi, Calcarei a Nummuliti ed Alveoline, Mb. di M.te Grisa e Opicina, Liburnico: Vreme e Cosina*); breccie carbonatiche e marne debolmente arenacee con nummuliti; depositi di piattaforma. *Grey and dark brown fossiliferous limestones in m-thick beds or massive; carbonate breccias and sandy marls with nummulites: platform deposits. Paleocene - Eocene inf.*

Successione mesozoica Mesozoic sequence

17c Calcarei bioclastici biancastri, massicci con abbondanti rudiste, talora con intercalazioni di calcari micritici (*Calcarei di M. Cavallo, Calcareniti del Molassa, Calcarei di Aurisina, Fm. del Calcarei del Carso triestino p.p., Calcarei di Monte San Michele*); depositi di piattaforma aperta. *Whitish bioclastic limestones, massive, with abundant rudists, sometimes with interbedded micritic limestones: carbonate platform deposits. Cretacico sup.*

17b Breccie con clasti dolomitici, compatte, di colore grigio; dolomie grigio chiare e grigio scure, con laminazioni nerastre (*scisti di Comeno*), dolomie nere saccaroidi; lenti di breccie e calcari dal rosso mattone al giallastro; calcari grigi a rudiste (*Fm. di Monrupino, Mb. di Rupingrande*); depositi di piattaforma. *Grey breccias with dolomitic clasts; light grey spartic dolostones, dark grey dolostones with blackish laminations; breccia lenses and brick red-yellowish limestones: carbonate platform deposits. Cretacico inf. - sup. p.p.*

17a Marne e calcari marnosi rossastri e grigi a frattura scagliosa, debolmente nodulari, a stratificazione cm-dm; locali breccie ed olistoliti carbonatici (*Scaglia rossa, selciferi e variegata*); depositi di bacino. Talora, alla base, breccie in bancate massicce con clasti calcarei a frammenti di rudiste (*Breccie di Grignes, Calcarea di Volzana, Calcarei del Fadalto, Calcarei di Andreis*); depositi di scarpata. *Reddish and grey marls and marly limestones, slightly nodular, in cm-dm-thick beds; locally, carbonate olistoliths and breccias are found: basinal deposits. Sometimes at the base, massive calcareous breccias with clasts of rudist-bearing limestones occur. Cretacico inf. - Eocene inf.*

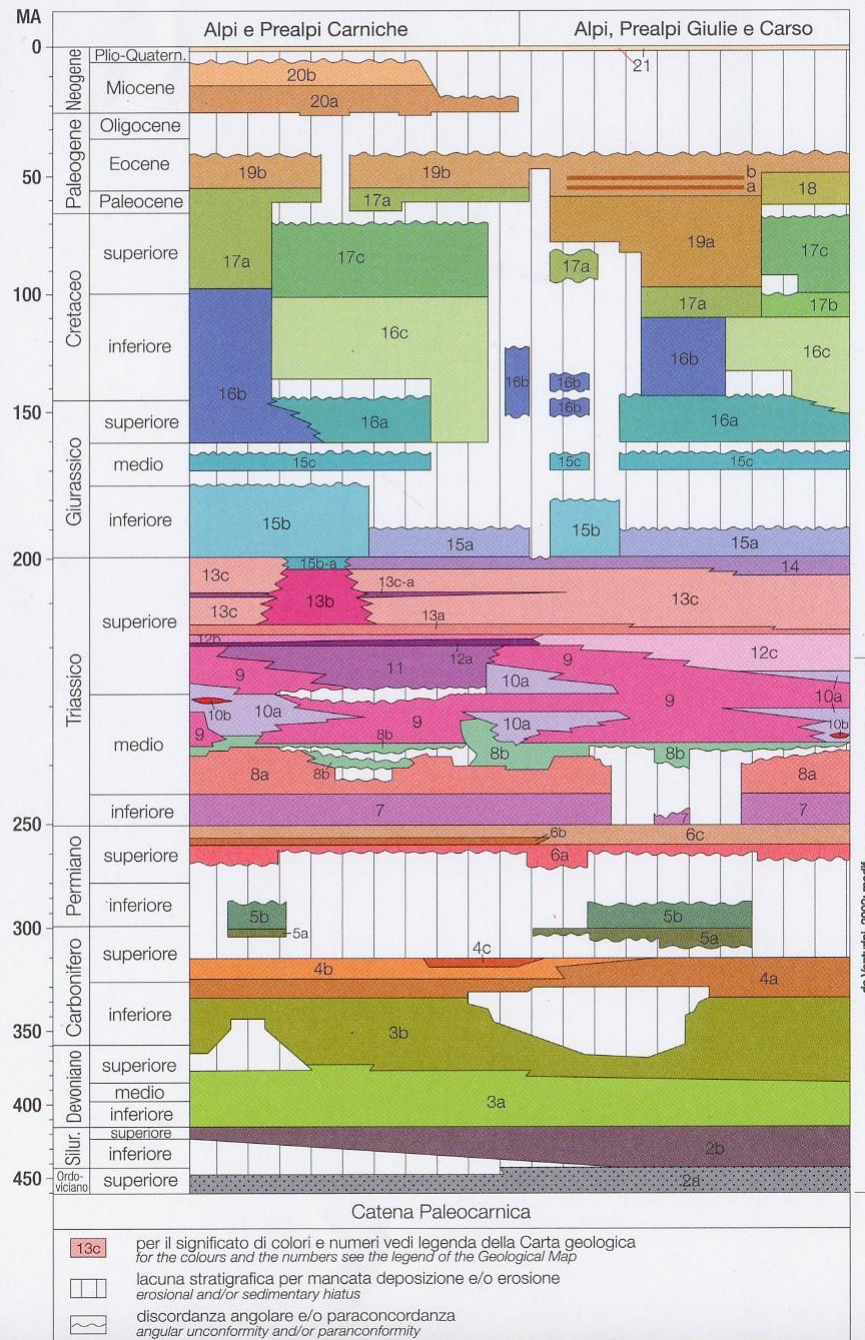
16c Calcarei stratificati dm-m, biancastri, grigi e nocciola, di aspetto porcellanaceo, con frequenti strutture di emersione, talora con breccie, argille residuali e stromatoliti (*Calcarea del Cellina, Mb. di M.te Coste, Calcarei di S.Donà*); depositi di piattaforma protetta. *Well stratified whitish, greyish and brownish limestones, with karst features, sometimes with presence of breccias, residual clays and stromatolites: protected shallow water platform deposits. Giurassico sup. - Cretacico inf.*

16b Calcarei micritici e calcareniti in strati dm, con abbondante selce policroma (*Fm. di Forzaso*); calcari nodulari da grigio-verdastri a rossastri, con selce rossa e ammoniti (*Rosso Ammonitico superiore*); calcari micritici nocciola e grigio chiari, a frattura concoide, con selce grigio scura o biancastra (*Biancone o Maiolica*); calciruditi bioclastiche, calcareniti grossolane, calcari micritici grigi con selce scura (*Calcarea di Soccherè*); depositi di scarpata-bacino. *Micritic limestones and calcarenites in dm-thick beds, with abundant multicoloured silica nodules; grey-greenish and reddish nodular limestones, with red silica nodules and ammonites; light brown-grey micritic limestones with conchoidal fracture and dark grey or whitish silica nodules; bioclastic calcirudites, coarse grained calcarenites, grey micritic limestones with dark grey silica nodules: slope-basinal deposits. Giurassico sup. - Cretacico inf.*

16a Calcarei massicci di scogliera ricchi di faune. Talora, alla sommità, tasche bauxitiche (*Calcarei di Polcenigo, Calcarei ad Ellipsactinie*); depositi di scogliera. *Massive limestones rich in fossils; sometimes, at the top, bauxites in lenses occur: bioconstructed carbonate platform deposits. Giurassico sup.*

15c Calcarei oolitico-bioclastici in strati da dm a m, alternati a calcari micritici a lamellibranchi pelagici con rari noduli di selce alla base (*Calcarea del Vajont*); torbiditi oolitiche di scarpata. *Oolitic-bioclastic limestones in dm-to m-thick beds, alternating with pelagic bivalves; micritic limestones with rare silica nodules at the base of the unit; oolitic calcareous turbidites deposited in a slope setting. Giurassico medio.*

SCHEMA DEI RAPPORTI CRONOSTRATIGRAFICI STRATIGRAPHIC SCHEME





Gli unici
 Calcari
 di piattaforma
 del Paleocene-
 Eocene
 inferiore
 presenti in
 Regione si
 trovano
 nell'area del
 Carso
 triestino e
 goriziano

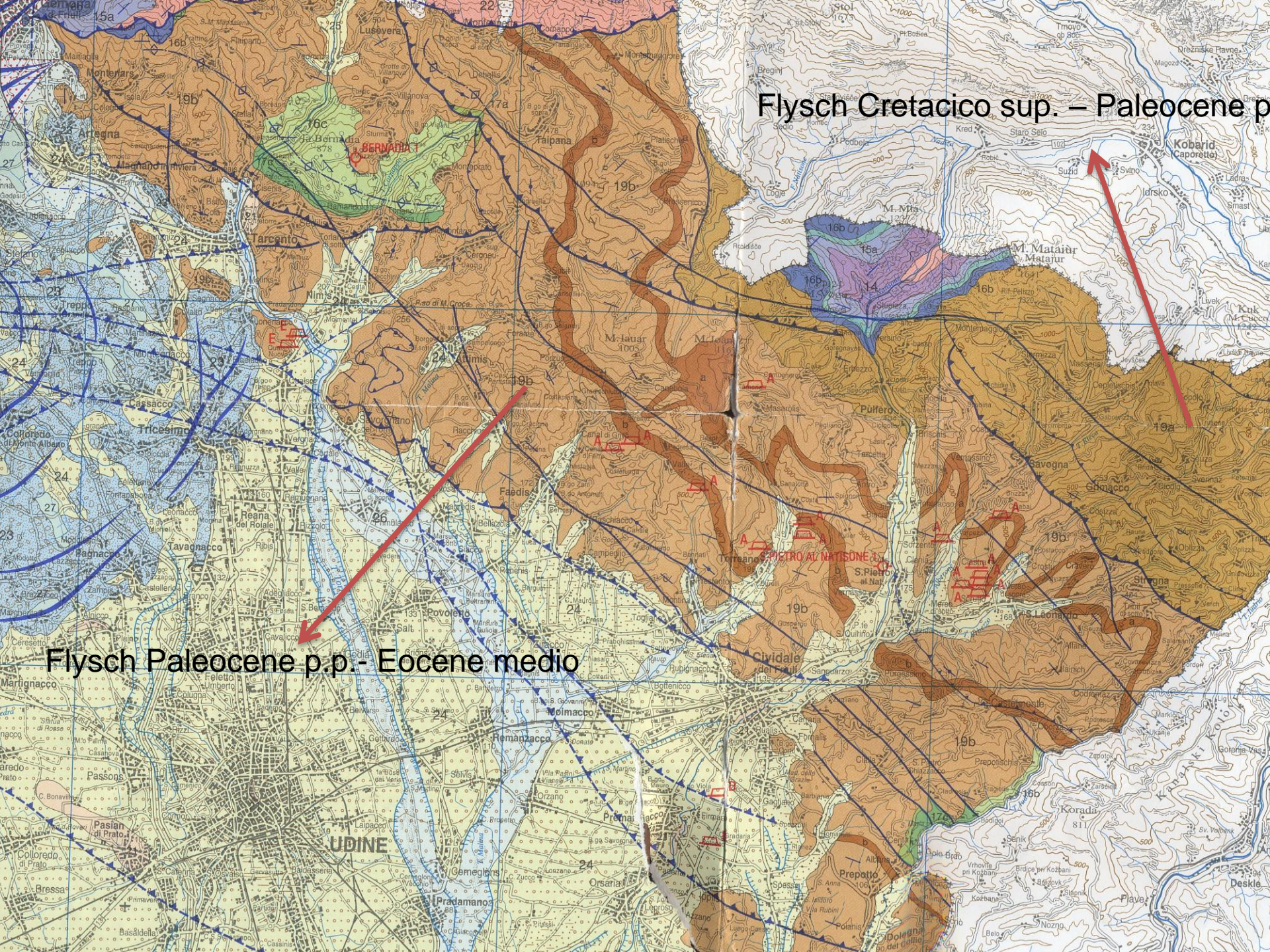
Affioramento di flysch (EOCENE INFERIORE) nella cava di Muggia (Trieste)





Esempio di flysch:

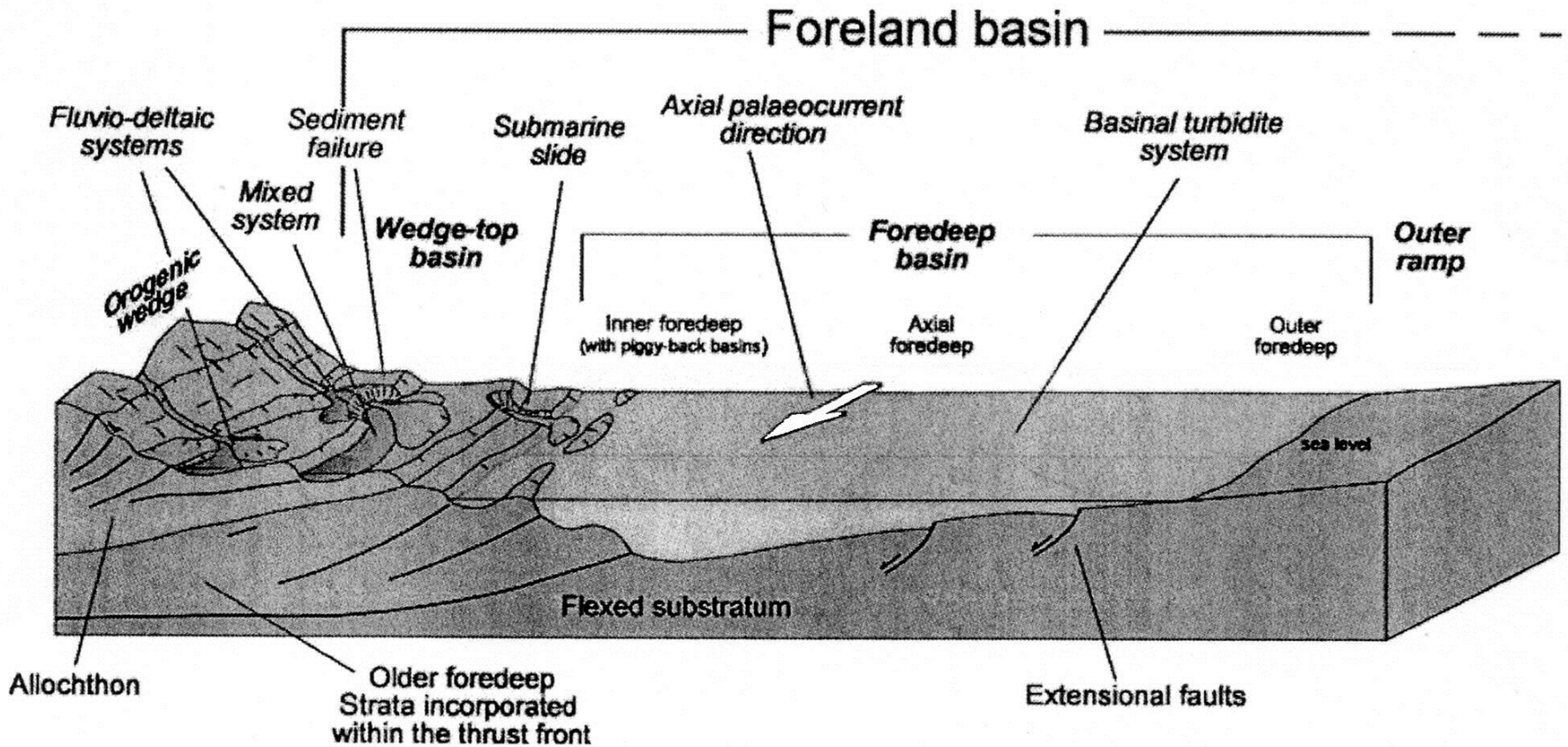
Flysch di Trieste nella cava di Elleri
(Slovenia)



Flysch Cretacico sup. – Paleocene p.p.

Flysch Paleocene p.p. - Eocene medio

AVANFOSSA E FLYSCH



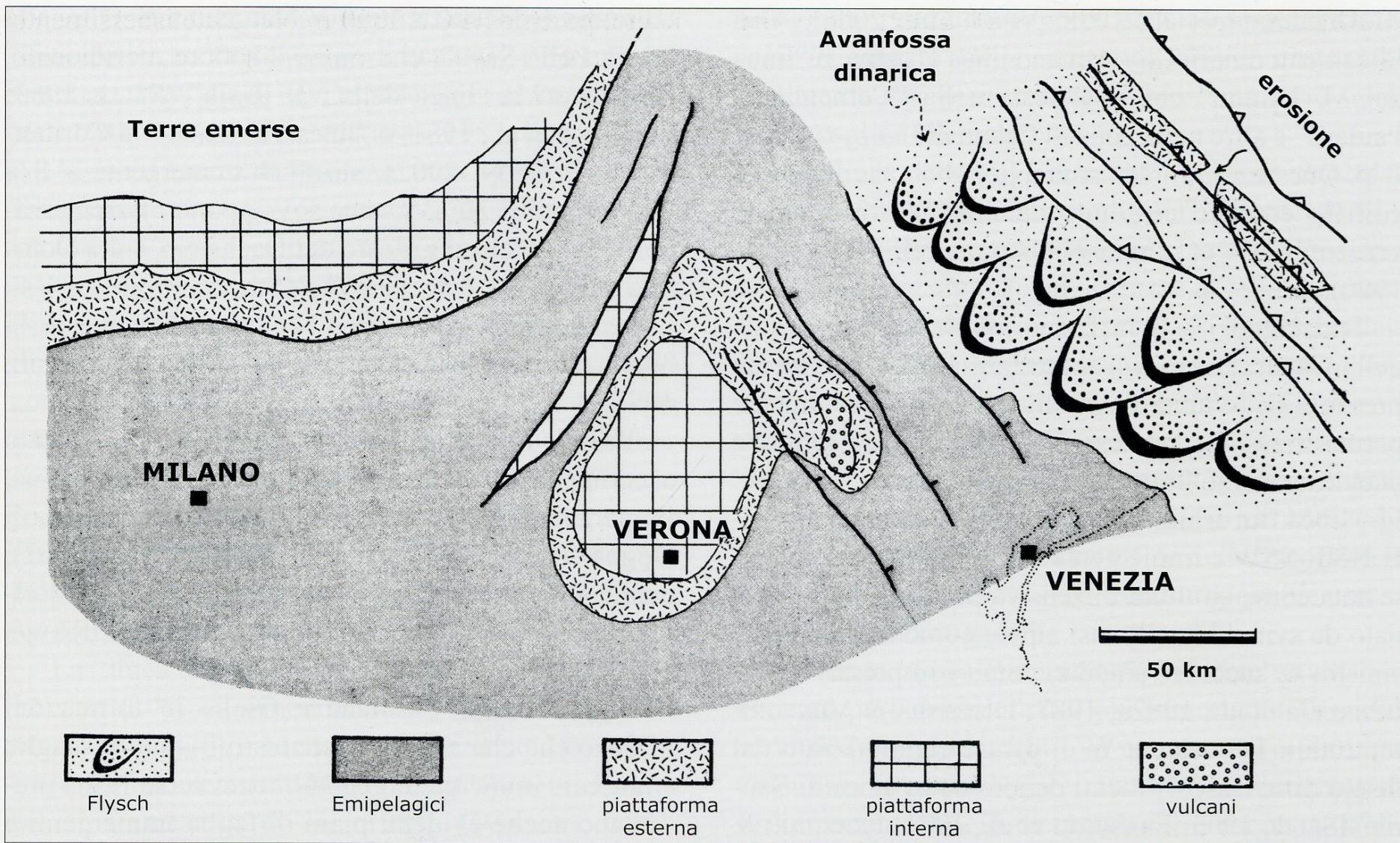


Fig. 10 - Schema paleogeografico dell'Eocene medio delle Alpi Meridionali con l'avanzata dell'avanfossa verso SW e le torbiditi che hanno ormai quasi ricoperto la Piattaforma Friulana (da DOGLIONI & BOSELLINI, 1987).

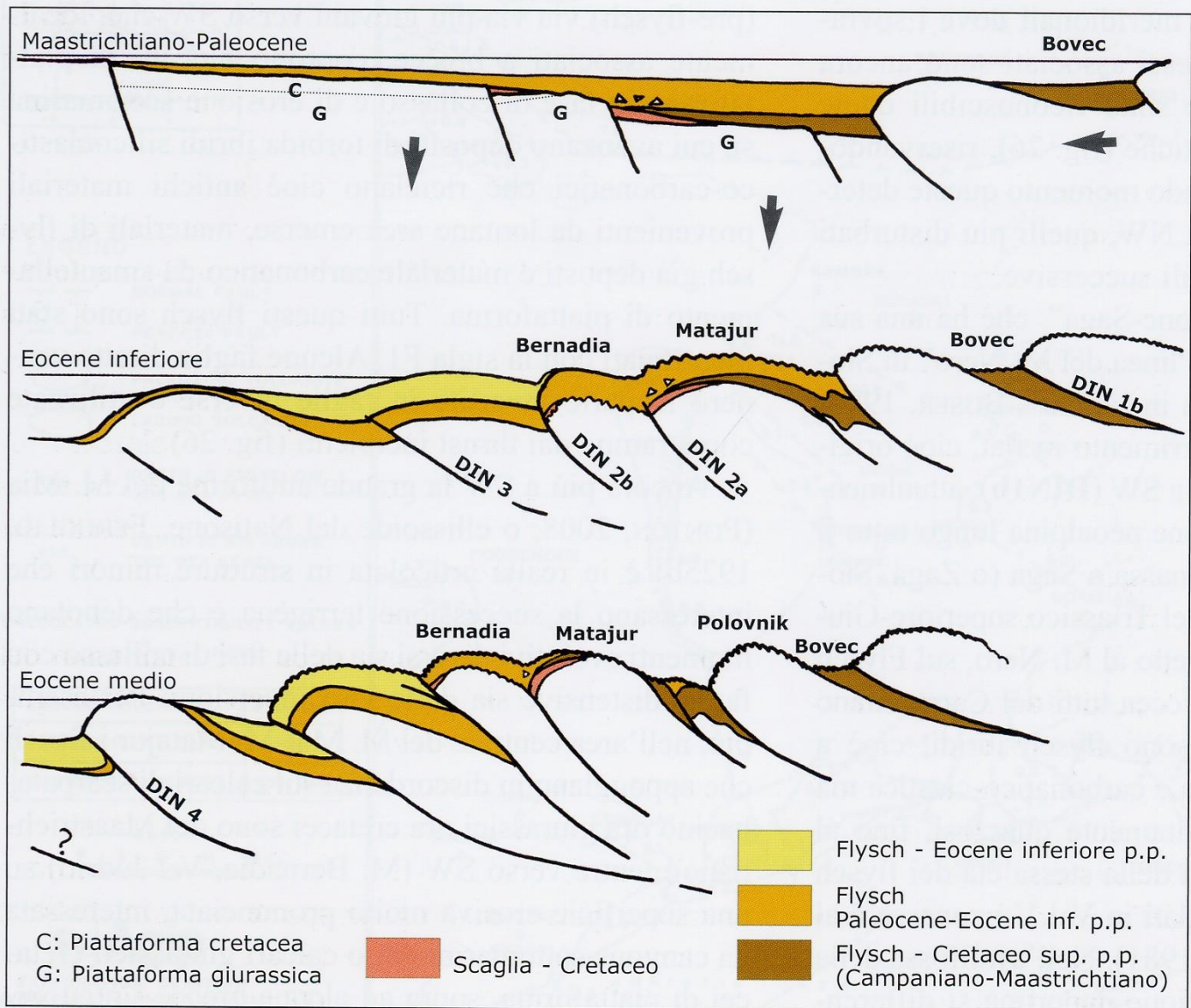
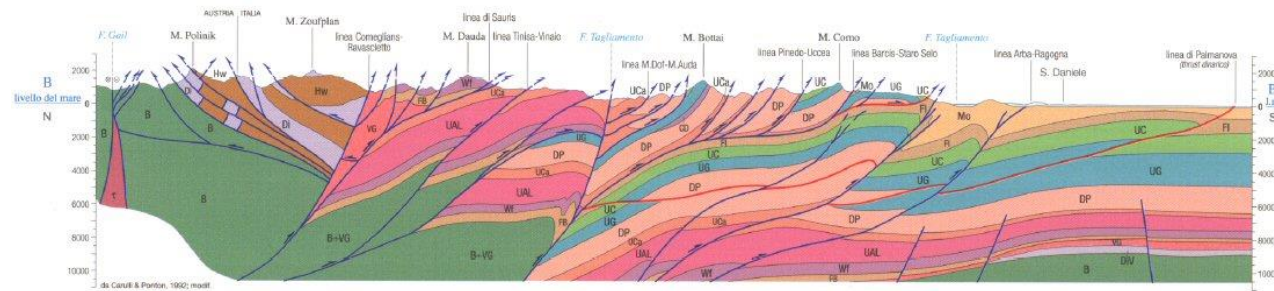
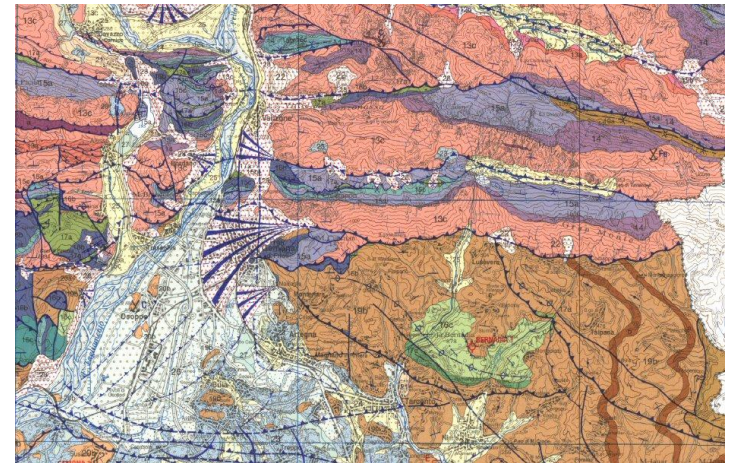
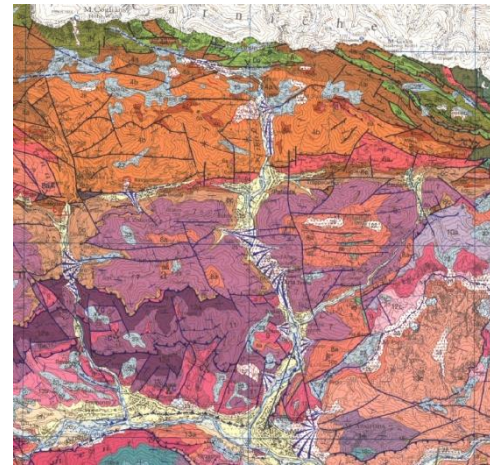
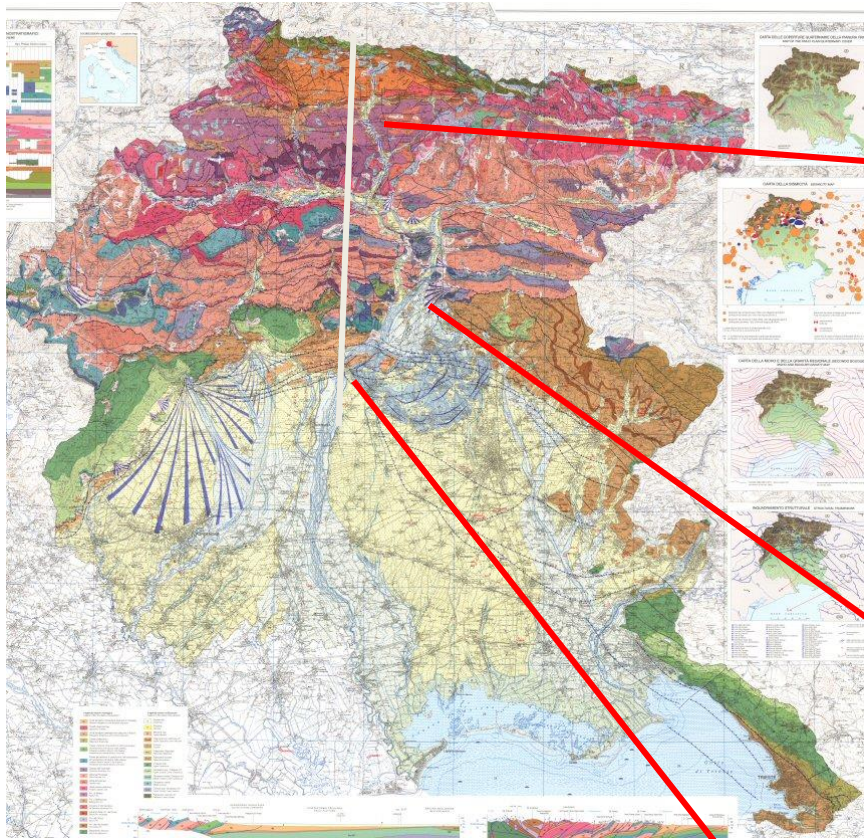
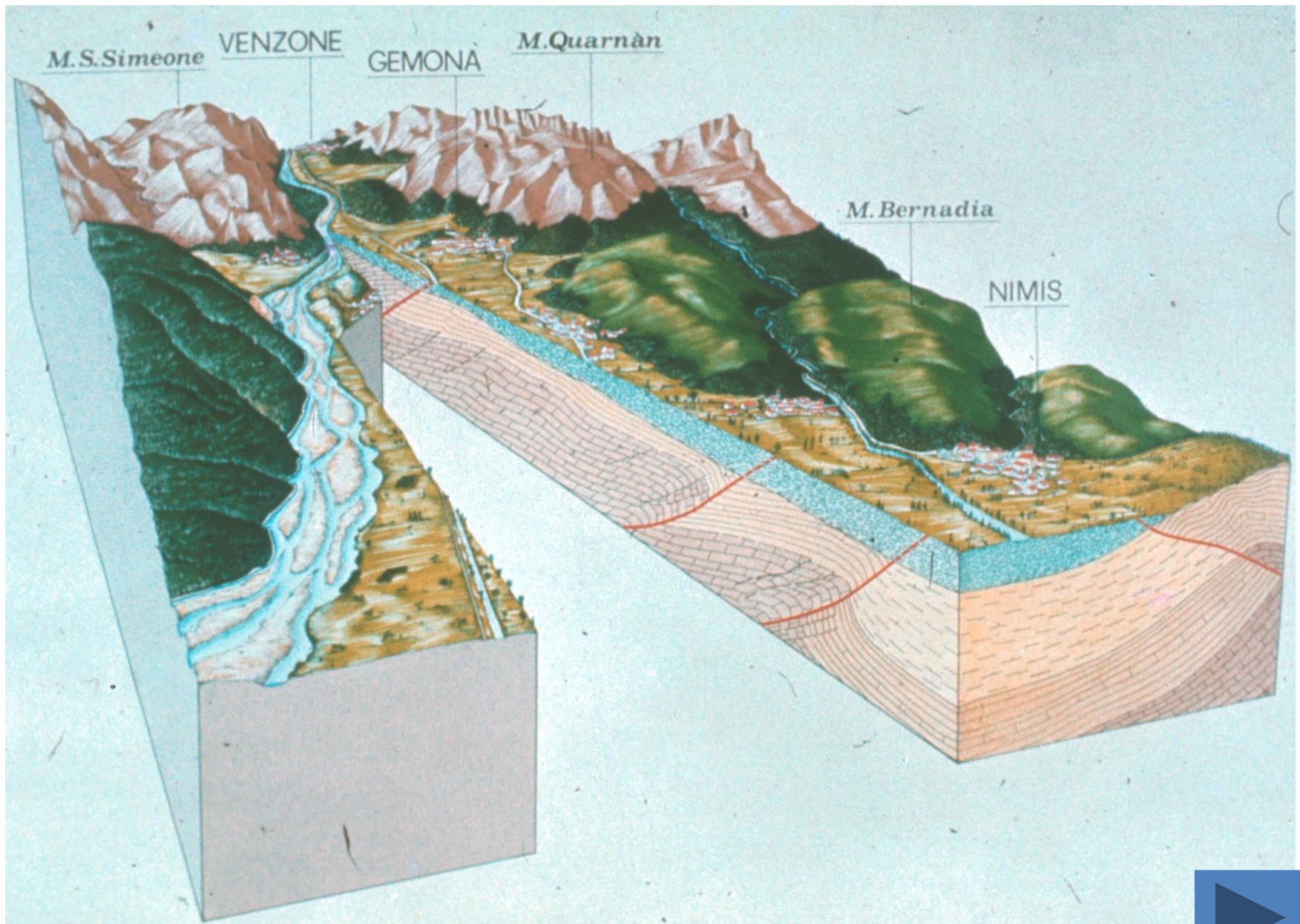


Fig. 26 - Sezioni evolutive schematiche delle Prealpi Giulie meridionali con propagazione delle strutture verso l'avampaese che collassa e progressiva migrazione dell'avanfossa (disegni non in scala).





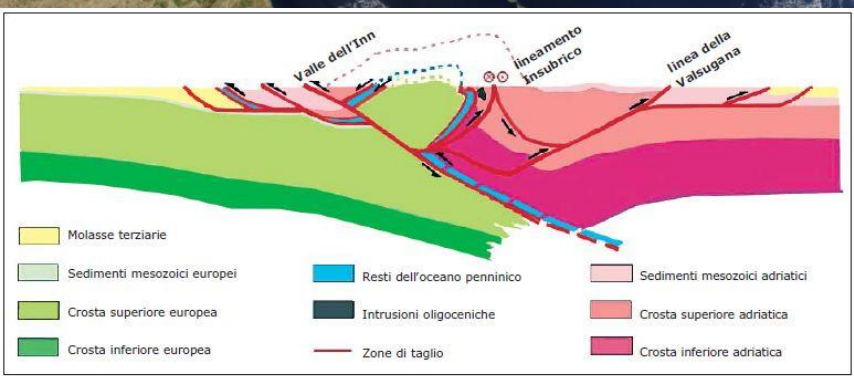
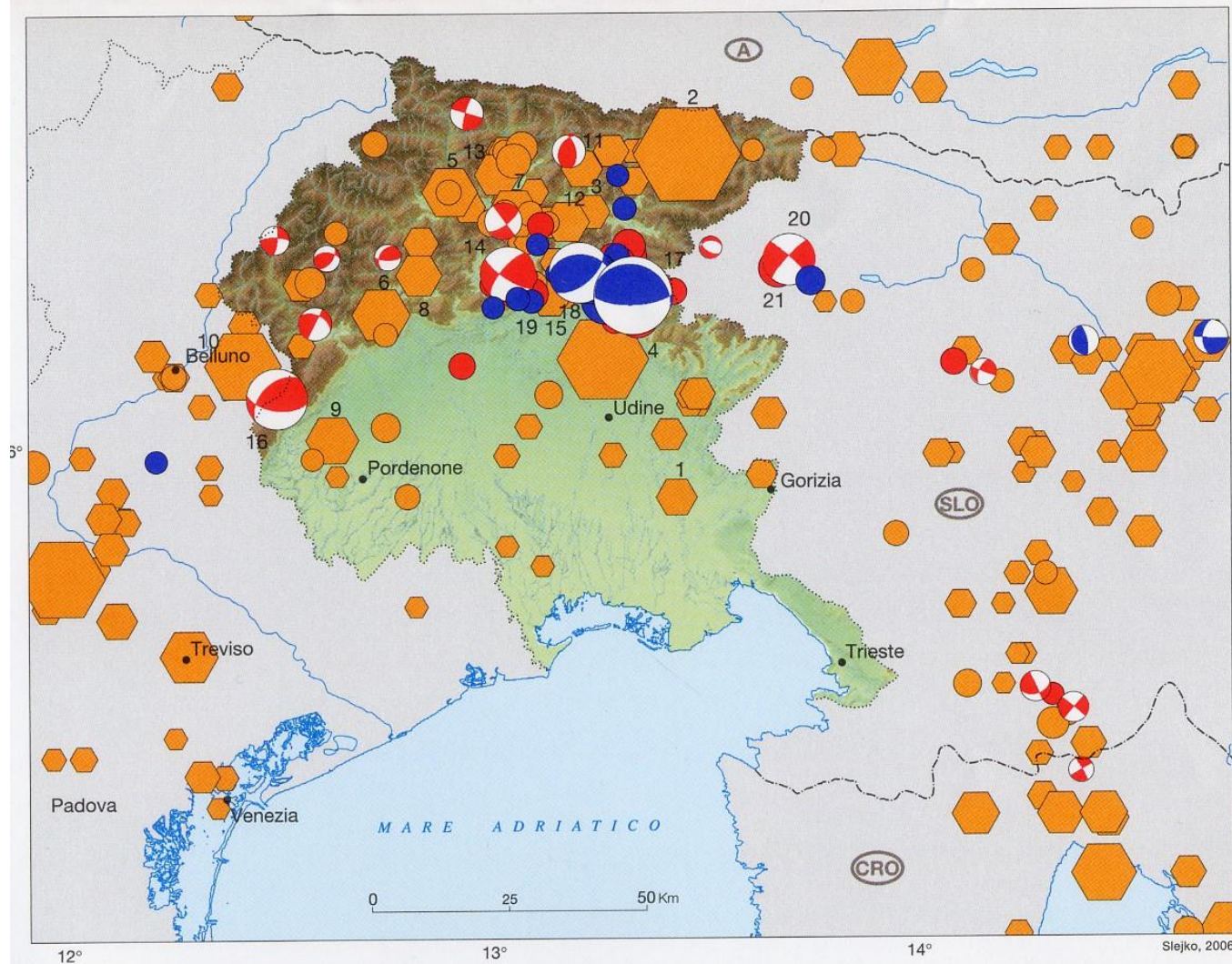


Fig. 20 - Modello interpretativo del profilo TRANSALP (TRANSALP Working Group, 2002) con l'estrusione dei Tauri, il cuneo crostale adriatico e il sottocorrimento crostale con sviluppo di thrust vergenti a S (Modello B, da CASTELLARIN et al., 2006).

CARTA DELLA SISMICITÀ SEISMICITY MAP



● Epicentri dei terremoti pre-1932 con Magnitudo $M \geq 4.0$
Earthquake epicenters pre-1932 with Magnitude $M \geq 4.0$

● Epicentri dei terremoti 1932-2004 con Magnitudo $M \geq 4.0$
Earthquakes epicenters 1932-2004 with Magnitude $M \geq 4.0$

La grandezza del simbolo è proporzionale a M
The size of the symbol is proportional to M

14 - n° di riferimento del terremoto (vedi Note Illustrative)
14 - identification n° of each earthquake (see Explanatory Notes)

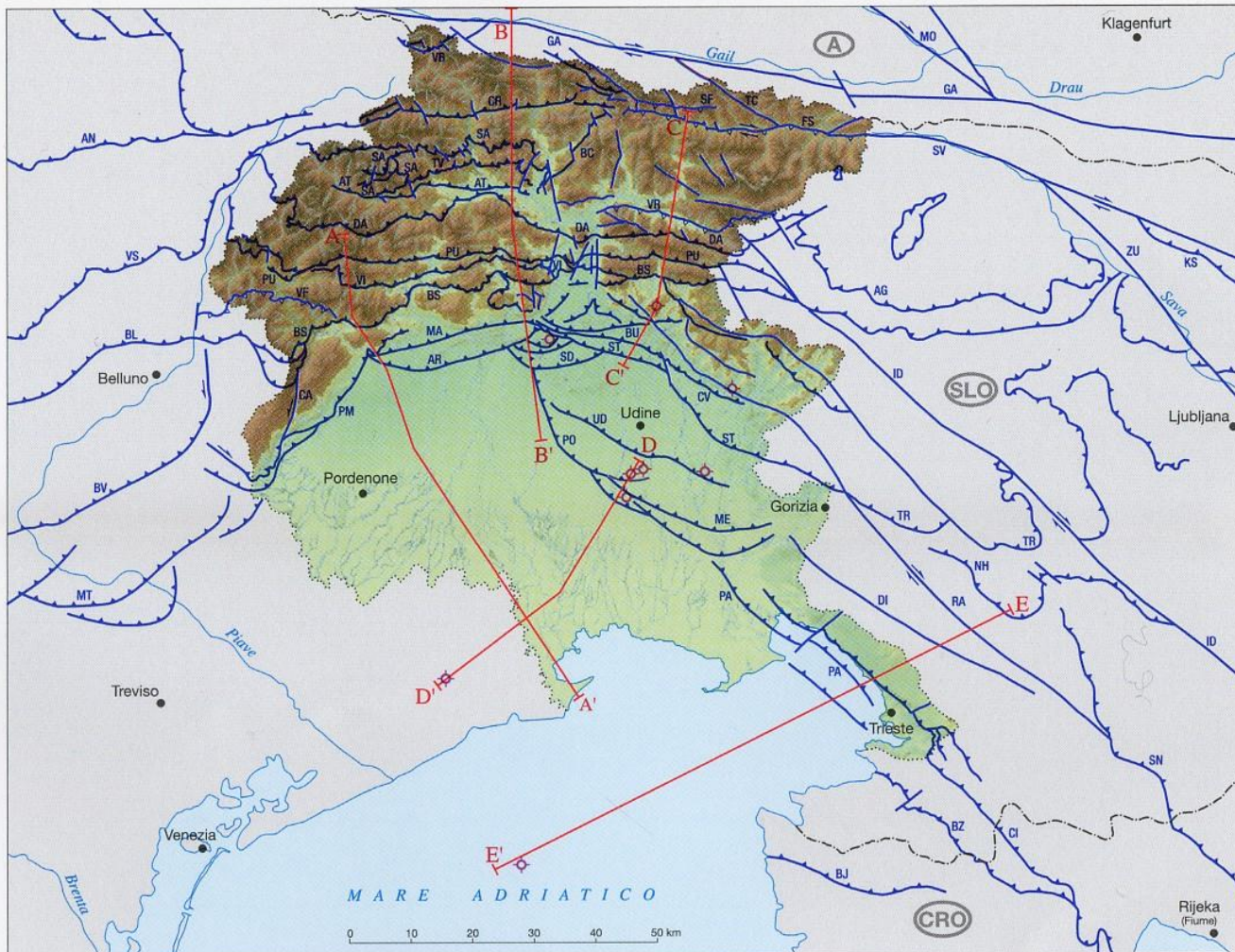
Soluzioni dei piani di faglia dei principali eventi
Focal mechanisms of the main events

● trascorrente
strike slip

● compressivo
compressional

I colori blu e rosso indicano profondità ≤ 8 km e > 8 km
The blue and red colors indicate hypocenters ≤ 8 km and > 8 km

INQUADRAMENTO STRUTTURALE STRUCTURAL FRAMEWORK



AG linea delle Alpi Giulie
AN linea dell'Antelao
AR linea Arba-Ragogna
AT linea dell'Alto Tagliamento
BC linea But-Chiarzò
BJ linea di Buje
BL linea di Belluno
BS linea Barcis-Staro Selo
 (sovrascorrimento periadriatico)
BU linea di Buia
BV linea Bassano-Valdobbiadene
BZ linea di Buzet
CA linea del Cansiglio
CD linea di Cividale
CI linea della Ciàrja
CR linea Corneglians-Ravascletto

CV linea di Colle Villano
DA linea M.Dof-M. Auda
DI linea di Divača
FS linea Fella-Sava
GA linea della Gailtal
 (lineamento periadriatico o insubrico)
ID linea di Idrija
KS linea Kamnik-Savinja
MA linea di Maniago
ME linea di Medea
MO linea della Mölltal
MT linea del Montello
NH linea del Nanos e della Hrušica
PA linea di Palmanova
PM linea Polcenigo-Maniago
PO linea di Pozzuolo

PU linea Pinedo-Uccea
RA linea della Raša
SA linea di Sauris
SD linea di San Daniele
SF linea Salinchiè-Acomizza-M. Forno
SN linea dello Snežnik
ST linea Sequals-Tricesimo
SV linea della Sava
TC linea Tröpolach-Camporosso
TR linea di Trnovski gozd
TV linea Tinisa-Vinaio
UD linea di Udine
VF linea della Val Ferron
VI linea della Val Sillisia
VR linea della Val Resia
VS linea della Valsugana
ZU linea di Žužemberk

sovrascorrimenti e faglie inverse
overthrusts and reverse fault

retroscorrimenti
backthrusts

faglie trascorrenti e verticali
transcurrent and vertical faults

pozzi (per la stratigrafia vedi Note illustrative)
wells (see Explanatory Notes for the stratigraphy)

traccia di sezione geologica
track of the Geologic Section

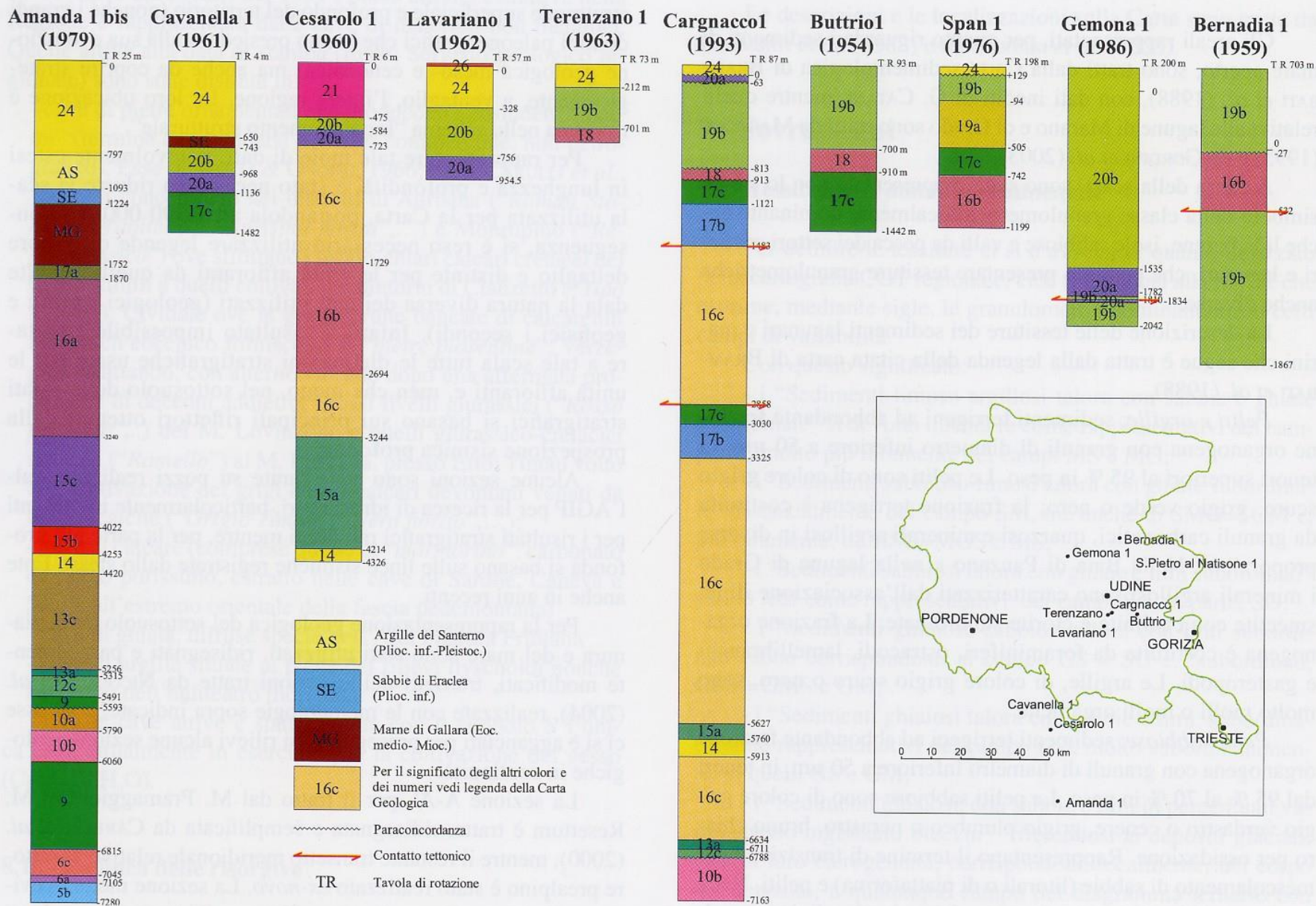


fig. 53 - Sezioni litostratigrafiche dei pozzi per ricerca di idrocarburi perforati nel territorio regionale ed in alcune aree vicine.

8 Il segmento più settentrionale della sezione è tratto, lievemente modificato, da FRASCARI *et al.* (1979)..

FINE DELLA STORIA GEOLOGIA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

W

E

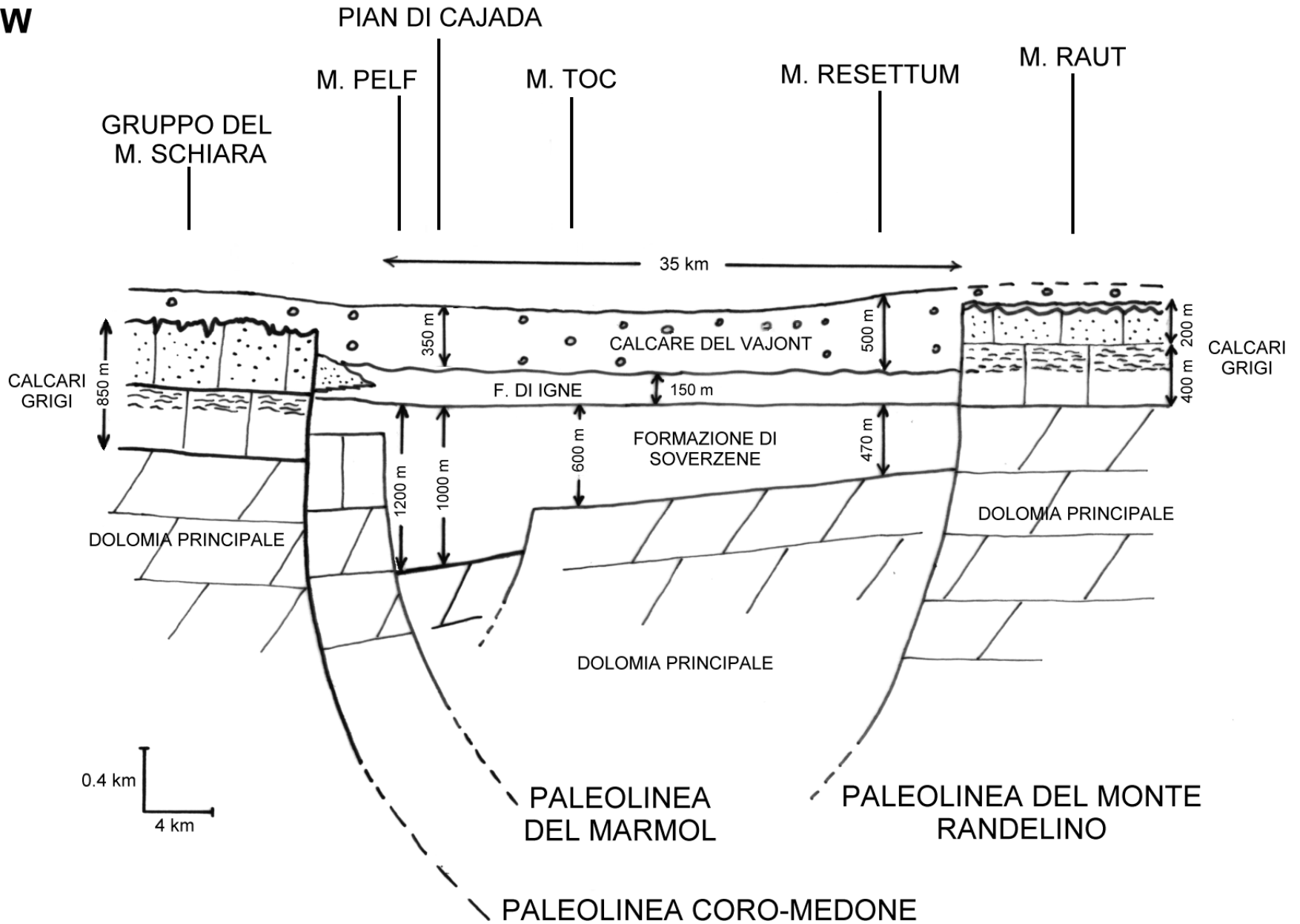


Fig. 20: Sezione E-W del Bacino di Belluno dal Trias sup. al Dogger.

Sistema orogenetico alpino perimediterraneo

Paleozoico caratterizzato da *convergenza* e *collisione* di zolle fino all'aggregazione nel supercontinente Pangea che, nel Permiano, si estende da un polo all'altro

Mesozoico e Cenozoico caratterizzati da *frammentazione* fino a moderna distribuzione dei continenti, con più dati che consentono una ricostruzione migliore

Fine Paleozoico: lungo sistema di piani subduzione a W delle Americhe e a S dell'Antartide

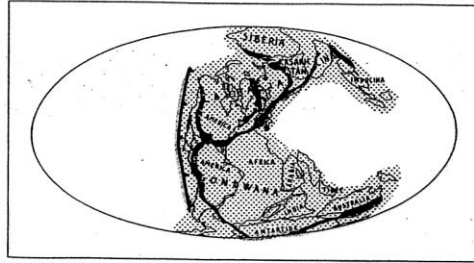


Figura 9.1. Distribuzione delle zolle litofiche al Permiano saldate dalle orogenesi caledoniana ed ercinica a costituire il supercontinente Pangea, circondato da un unico oceano il Panthalassa.

Trias: amalgamazione di zolle che formano la Cina, inizio apertura Golfo del Messico, nella Tetide microzolle (tra le quali l'Apulia?) derivanti da rift al margine N del Gondwana

Giurassico medio-sup.: apertura Atlantico centrale (N-America e Africa iniziano a separarsi), India+Antartide si separano dall'Africa

Cretaceo: apertura Atlantico meridionale (Africa e S-America), penisola iberica ruota in senso antiorario con formazione Golfo di Guascogna

Cretaceo sup.: si apre il Mare del Labrador, Groenlandia si stacca da N-America, si riduce spazio della Tetide per la continua rotazione dell'Africa, il S-Atlantico è ormai un grande oceano, Madagascar raggiunge la sua posizione, India si separa dal Gondwana, si apre il Mare di Tasmania (separazione Nuova Zelanda da Australia), si apre il Mar Cinese meridionale (Borneo si allontana dalla Cina), inizia orogenesi Alpi e Carpazi per collisione di microplacche

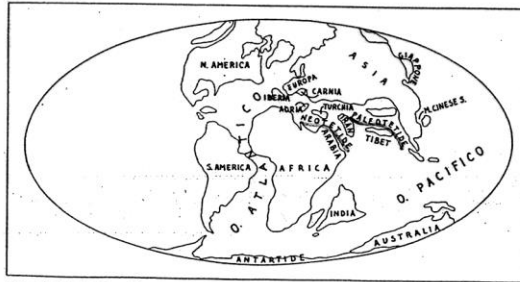


Figura 9.2. Distribuzione delle zolle continentali nel Cretaceo superiore.

Cenozoico: collisione dell'India con zolla Tibet e conseguente orogenesi himalayana, orogenesi sistema alpino per convergenza di microplacche nel Mediterraneo, si apre il Mar del Giappone, il N-Atlantico separa ormai Groenlandia da Scandinavia, Australia si allontana da Antartide, si forma il Graben del Reno, si apre (Oligocene) il Mar Rosso (Arabia si separa da Africa), zolla Araba collide con zolla iraniana con formazione catena dei Zagros, si imposta faglia di S. Andrea, emerge Irlanda, emerge America centrale (collegamento N e S-America, interruzione connessione tra oceano Atlantico e Pacifico), si sviluppano rift africani, si apre il Golfo di Aden.

