

SINTESI DEI PRINCIPALI COMPLESSI ROCCIOSI SEDIMENTARI ITALIANI

a cura di Federico Confortini



Approfondimento on line

SINTESI DEI PRINCIPALI COMPLESSI ROCCIOSI SEDIMENTARI ITALIANI

INDICE

Introduzione	2	3.2.3 Appennino settentrionale	33
La carta geologica d'Italia	3	3.2.4 Appennino meridionale	34
La scala dei tempi geologici	4	3.2.5 Sicilia	35
Il diagramma "ad orologio"	5	3.2.6 Sardegna	36
1. Precambriano	6	3.3 Cretaceo	37
1.1 Italia	6	3.3.1 Alpi centro-orientali	37
1.1.1 Alpi orientali	6	3.3.2 Alpi occidentali	40
1.1.2 Aspromonte, Sila e Monti Peloritani	7	3.3.3 Appennino settentrionale	41
1.1.3 Sardegna	7	3.3.4 Appennino centro-meridionale	42
2. Paleozoico	8	3.3.5 Sicilia	44
2.1 Cambriano, Ordoviciano, Siluriano e Devoniano	8	3.3.6 Sardegna	44
2.1.1 Sardegna	9	4. Cenozoico	45
2.1.2 Alpi orientali	11	4.1 Paleogene e Neogene	46
2.1.3 Toscana	12	4.1.1 Alpi	46
2.1.4 Arco Calabro-Peloritano	12	4.1.2 Appennini	49
2.1.5 Alpi	12	Appennino settentrionale	51
2.2 Carbonifero	13	Appennino meridionale	56
2.2.1 Alpi occidentali	13	4.1.3 Sardegna	62
2.2.2 Alpi centrali	14	4.2 Quaternario	63
2.2.3 Alpi orientali	14	Emilia Romagna	64
2.2.4 Sardegna	15	Piemonte	64
2.2.5 Toscana	15	Lombardia	65
2.3 Permiano	16	Sicilia	65
2.3.1 Alpi occidentali	16	Calabria	66
2.3.2 Alpi centrali	16	Glossario	68
2.3.3 Alpi orientali	19		
2.3.4 Sardegna	20		
2.3.5 Toscana	20		
3. Mesozoico	21		
3.1 Triassico	22		
3.1.1 Prealpi lombarde e Dolomiti	22		
3.1.2 Appennino settentrionale	26		
3.1.3 Appennino meridionale			
3.1.4 Sicilia	27		
3.1.5 Sardegna	28		
3.2 Giurassico	29		
3.2.1 Alpi centro-orientali	29		
3.2.2 Alpi occidentali	32		

In copertina:

Alpi Orobiche. Panoramica del versante meridionale del Pizzo del Diavolo di Tenda. La Formazione del Pizzo del Diavolo (Permiano inferiore) costituita da peliti nere di ambiente continentale alluvio-lacustre e da arenarie vulcanoclastiche di colore marrone chiaro.

Si ringrazia il dott. Sergio Chiesa per la rilettura del testo.

Per fini esclusivamente didattici, nei volumi a stampa e relativi supporti vengono indicati link a siti internet di terze parti. L'Editore non è responsabile dei contenuti dei suddetti siti in data successiva a quella della prima edizione del presente testo scolastico.

INTRODUZIONE

Le rocce sedimentarie sono le litologie che offrono maggiori informazioni sul proprio ambiente di origine e ambito cronostratigrafico. Sulla base di queste conoscenze è possibile realizzare dettagliati modelli paleogeografici interpretativi, che contribuiscono a ricostruire le tappe dell'evoluzione geodinamica globale.

In questo lavoro di sintesi, sulla base delle attuali conoscenze, sono descritte le principali successioni sedimentarie affioranti in Italia, le più interessanti al fine di illustrare le complesse trasformazioni geologiche a cui è stato sottoposto un territorio che, in un arco temporale di svariati milioni di anni, diventerà il nostro paese come lo vediamo oggi.

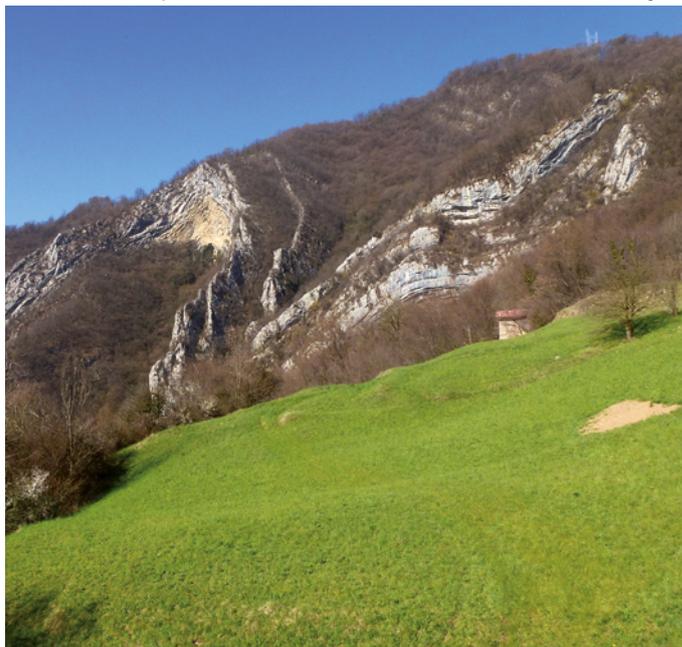
L'introduzione spazio-temporale è fornita dalla carta geologica schematica dell'Italia (1), che consente una lettura immediata delle tipologie di rocce presenti nel nostro paese, e dalle scale dei tempi geologici (2) che permettono di orientarsi consapevolmente attraverso periodi di svariati milioni di anni.

All'inizio di ogni capitolo, le figure con le ricostruzioni paleogeografiche fotografano le differenti situazioni del territorio nel tempo, fissandone l'aspetto durante le fasi evolutive cruciali e contribuendo ad immaginarne l'ambiente originario di formazione nei momenti più salienti (3 e 4). Per ogni intervallo cronologico considerato, dopo un inquadramento geologico, vengono descritte le formazioni rocciose maggiormente significative, partendo dalle più antiche e distinguendole per aree geografiche, in base alla

omogeneità delle principali caratteristiche.

Per destreggiarsi nell'elenco delle unità geologiche esaminate, i testi sono corredati da mappe e schemi geologici che riportano luoghi di affioramento, nomi delle formazioni e rapporti stratigrafici, consentendo di tracciare correlazioni su base cronologica tra le aree trattate.

Alpi Orobiche. Valle Brembana. Pieghe nella Formazione di Zu (Retico) evidenziate dalla presenza di banchi calcarei in marcato rilievo morfologico.



1. APAT, Dipartimento Difesa del Suolo ed.2003 ISPRA
2. ICS-International Chronostratigraphic Chart v.2016/04 e diagramma isocrono
3. Paleomap Project 2010 di Christopher R. Scotese UTA (University of Texas at Arlington)
4. DeepTime MapsTM di Ronald Blakey NAU (Northern Arizona University Geology)

Bibliografia antologica e indicazioni sitografiche per approfondire la storia geologica del nostro paese

A. Desio, *Geologia dell'Italia*, UTET

A. Bosellini, *Storia Geologica d'Italia*, Zanichelli

R. Gelati, *Storia Geologica del paese Italia*, Diabasis

Guide Geologiche Regionali a cura della Società Geologica Italiana, BE-MA editrice

Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 con note illustrative, a cura di ISPRA Servizio Geologico d'Italia, Ist. Poligrafico dello Stato

Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Catalogo delle Formazioni, a cura di ISPRA Servizio Geologico d'Italia, Ist. Poligrafico dello Stato

Geological Field Trips, rivista on-line a cura di ISPRA Servizio Geologico d'Italia e Società Geologica Italiana

<http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>
La Carta Cronostratigrafica Internazionale elaborata dalla Commissione Internazionale di Stratigrafia

<http://www.scotese.com>
Paleomap Project di Christopher R. Scotese

<https://deeptimemaps.com>
Mappe paleogeografiche di R. Blakey

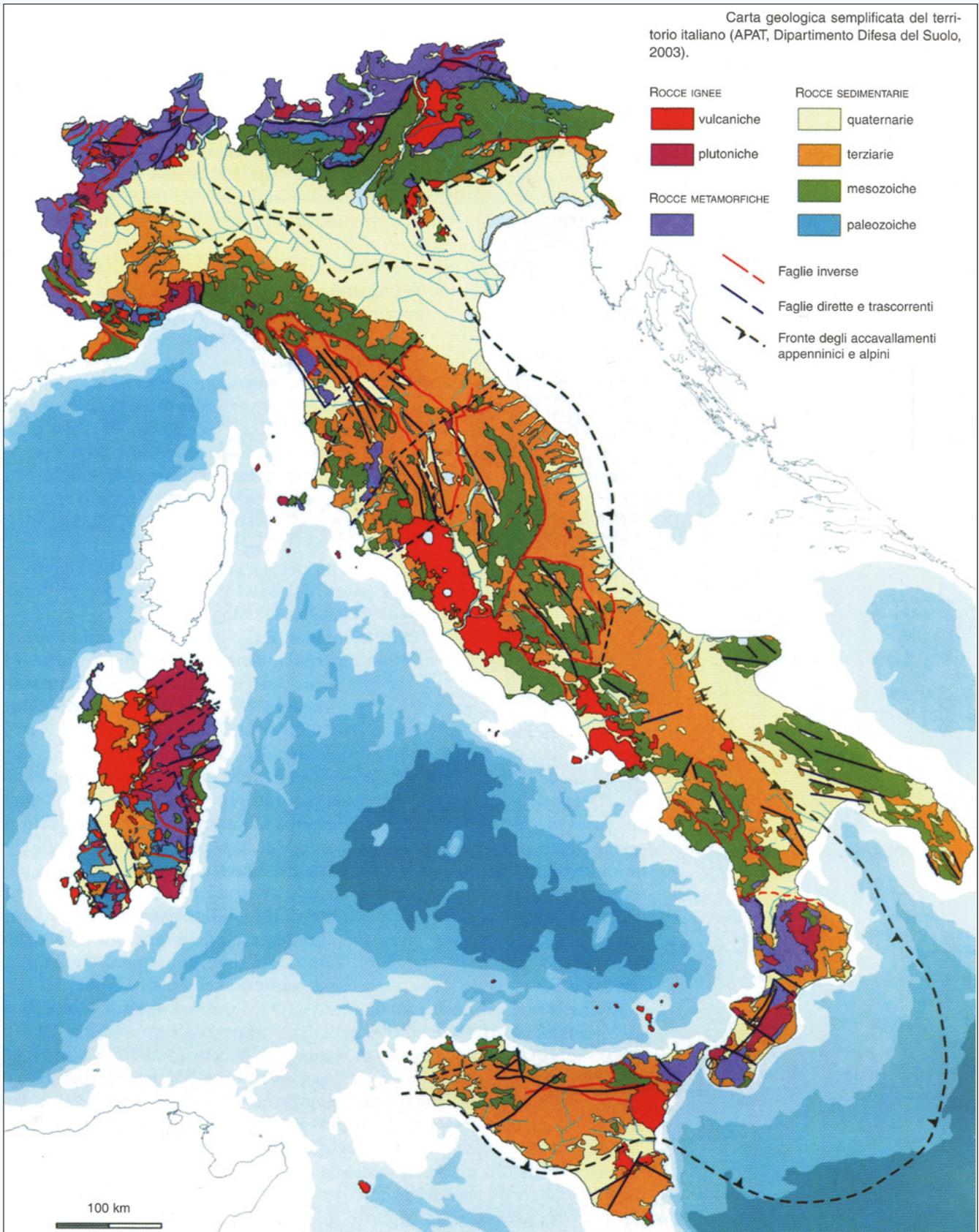
<http://it.wikipedia.com>

<http://www.earthbyte.org>
Sito del gruppo di ricerca EarthByte (Università di Sydney, Australia). Studio dell'interazione tra la superficie e gli strati più profondi della Terra e ricostruzione del movimento delle placche tettoniche

LA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

La carta geologica d'Italia qui riprodotta, redatta dal Servizio Geologico Italiano, mostra in modo semplificato la disposizione delle rocce sul territo-

rio italiano, divise per tipologia. Le rocce sedimentarie vengono ulteriormente distinte e raggruppate in base alla loro età.



LA SCALA DEI TEMPI GEOLOGICI

La scala dei tempi geologici rappresenta un modo per suddividere il tempo trascorso dalla formazione della Terra fino ai nostri giorni.

La **Commissione Internazionale di Stratigrafia** (*International Commission on Stratigraphy, ICS*) è l'organismo, condiviso dalla maggior parte della comunità scientifica, che presiede alla periodica ratifica delle età presenti nella *Carta Cronostratigrafica Internazionale*.

L'ente è delegato a formalizzare l'età numerica e la nomenclatura geologica di questa scala e ne produce una rappresentazione grafica costantemente aggiornata, dove ad ogni fascia d'età corrisponde, per convenzione, un colore diverso.

Ogni suddivisione temporale della scala, misurata in milioni di anni (Ma), vorrebbe raggruppare una distinta fase della storia della Terra caratterizzata da determinati eventi geologici o paleontologici, come per esempio le estinzioni di massa di organismi. Gli altri periodi, precedenti le rocce contenenti fossili, sono definiti da età radiometriche assolute.

Nella *Carta Cronostratigrafica Internazionale* dei tempi geologici l'altezza di ogni voce non ha intenzionalmente alcun legame con la sua effettiva durata.

Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

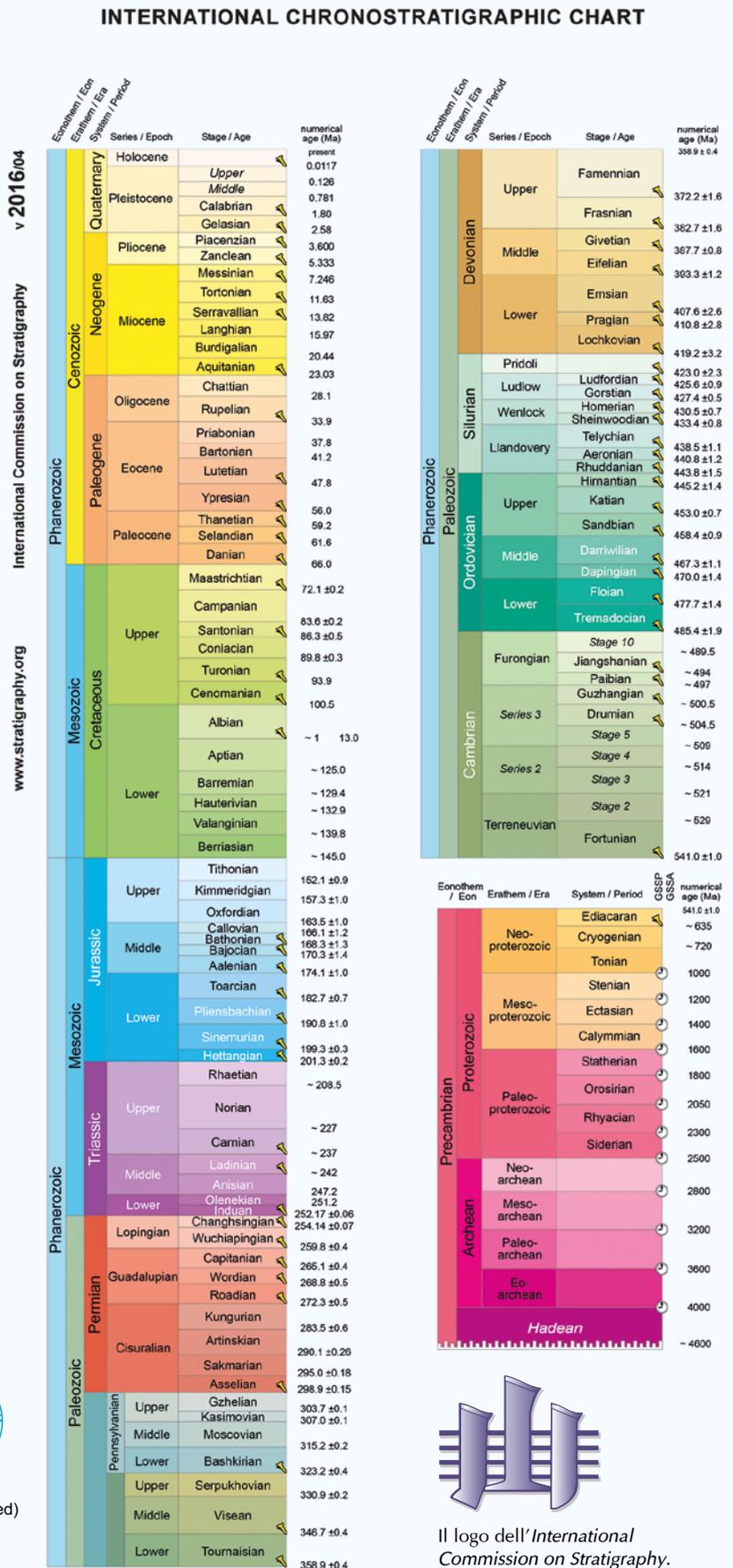
Numerical ages for all systems except Lower Pleistocene, Permian, Triassic, Cretaceous and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012); those for the Lower Pleistocene, Permian, Triassic and Cretaceous were provided by the relevant ICS subcommissions.

Coloring follows the Commission for the Geological Map of the World (<http://www.cgmw.org>)

Chart drafted by K.M. Cohen, S.C. Finney, P.L. Gibbard (c) International Commission on Stratigraphy, April 2016

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013; updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204.

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-04.pdf>



Il logo dell'International Commission on Stratigraphy.

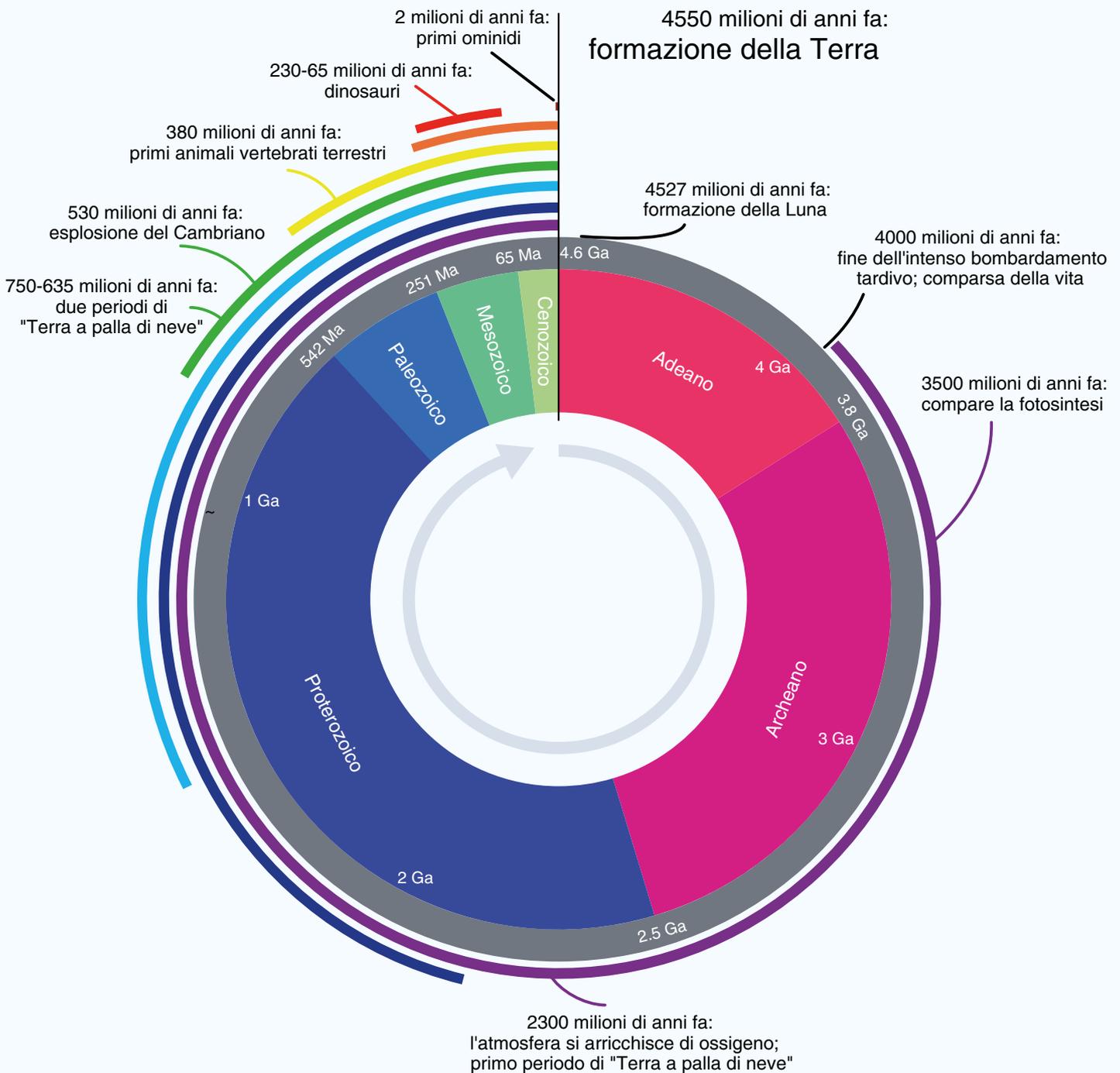
IL DIAGRAMMA "AD OROLOGIO"

Nel diagramma "ad orologio", con la storia della Terra ridotta a 12 ore e con le suddivisioni tra i vari periodi mantenute nelle corrette proporzioni temporali, si comprende meglio la reale misura del tempo trascorso.

In particolare, considerando i principali eventi biologici, dovrebbe far riflettere il fatto che il genere umano compaia sulla Terra all'ultimo istante.

Eventi biologici

- Ominidi
- Piante terrestri
- Vita pluricellulare
- Mammiferi
- Animali
- Eucarioti
- Procarioti



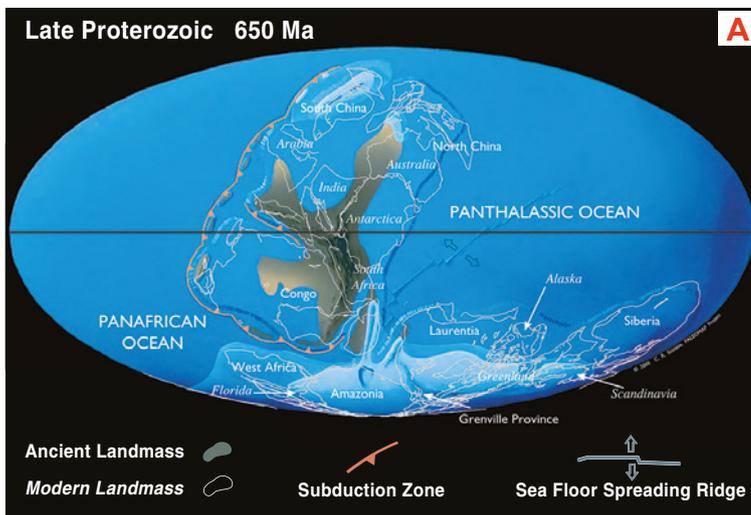
1. PRECAMBRIANO (~ 4600 – 541 MA)

Gli ammassi rocciosi che rappresentano la testimonianza della parte più antica e profonda della crosta terrestre sono raggruppati nel Precambriano. Esso, pur coprendo con l'88% il più vasto intervallo di tempo nella storia della Terra, è anche il periodo per il momento meno conosciuto. Le ricostruzioni paleogeografiche su come si sono evoluti gli assetti tettonici delle zolle sono quindi ancora tutte piuttosto approssimative e rappresentano la situazione verso il termine del periodo.

Sulla superficie del nostro pianeta è possibile osservare rocce di questo periodo quasi esclusivamente in corrispondenza di vaste aree, interne ai perimetri continentali attuali, definite *scudi precambriani*. Qui i grandi eventi tettonici succedutisi col trascorrere del tempo e i processi metamorfici associati non hanno potuto trasformare le caratteristiche originarie fino a cancellarle completamente.

Gli ammassi sono costituiti in prevalenza da rocce me-

tamorfiche (per lo più gneiss, scisti, filladi, quarziti, anfiboliti), magmatiche (generalmente intrusive granitiche, meno frequenti le effusive basaltiche) e solo in minima parte da rocce sedimentarie non metamorfosate (arenarie, conglomerati, argilliti, calcari e dolomie) che talora presentano, oltre a batteri, rari resti fossili di organismi primordiali. I limitati ritrovamenti fossili e la scarsa diversificazione biologica delle loro associazioni non permettono di ordinare cronologicamente le successioni di rocce sedimentarie in base al contenuto paleontologico e, di conseguenza, dare una ricostruzione cronobiostratigrafica attendibile. Allo stato attuale delle conoscenze, l'analisi petrografica delle rocce metamorfiche fornisce poche o dubbie informazioni sulla loro cronologia e origine, mentre maggiori risultati esclusivamente sulla datazione sembrano pervenire dalle indagini di geocronologia isotopica (datazioni radiometriche).



A. Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la posizione delle masse continentali verso il termine del Proterozoico.

B. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da R. Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord Europa (Baltica plate) e del nord America con la Groenlandia (Laurentian plate). Il punto SP, presso la Gondwanan plate, indica l'ubicazione del polo sud mentre il semicerchio 60° S si riferisce ai 60° di latitudine sud.

1.1 Italia

In Italia rocce sedimentarie attribuibili con certezza al Precambriano non esistono. Nel corso del tempo, l'evoluzione geodinamica globale delle placche tettoniche ha profondamente sconvolto l'originaria porzione di crosta terrestre, che è diventata poi il nostro attuale territorio. Dalla frammentazione dell'antico supercontinente Rodinia, molti sono i mutamenti orogenici che hanno caratterizzato la storia geologica locale fino ai giorni nostri. La trasformazione per metamorfismo dei materiali è stata tale da cancellarne l'originaria natura litologica e renderne incomprensibile il paleoambiente di formazione. Ammassi rocciosi di possibile origine sedimentaria riferibili a questo periodo affiorano, solo come complessi metamorfici scistoso-cristallini, in alcuni limitati settori delle Alpi orientali, in ristrette aree dell'Appennino calabrese

(Aspromonte e Sila) e siculo (Monti Peloritani) e in Sardegna, formando il cosiddetto *Basamento Cristallino*, che costituisce le fondamenta su cui poggiano i complessi litologici più recenti. Anche se esula dal discorso sulle rocce sedimentarie, si riportano sinteticamente i dati esistenti in letteratura come utile premessa ai successivi periodi.

1.1.1 Nelle Alpi, le rocce metamorfiche del cosiddetto Cristallino Antico, che si trovano alla base della sequenza stratigrafica sedimentaria, sono di certo almeno anteriori alle formazioni fossilifere del Permiano e del Carbonifero che le sormontano. La presenza, nei conglomerati basali permo-carboniferi, di ciottoli e blocchi appartenenti alle tipiche litologie del basamento cristallino metamorfico sottostante, conferma questa ipotesi.

Da questa considerazione si può supporre che, nelle **Alpi orientali**, le rocce metamorfiche esposte nei nuclei di Bressanone, Pusteria, Comelico, Agordo e Alpi Carniche occidentali (scisti, filladi quarzifere, micascisti e paragneiss), sottostanti stratigraficamente alle formazioni dell'Ordoviciano, formano un basamento cristallino almeno di età cambriana. Per alcuni autori si potrebbe retrodatarne l'età fino al Precambriano, vista la forte differenza litologica del complesso roccioso basale rispetto alla successione soprastante. L'elevata intensità del grado metamorfico raggiunto da tutte le rocce del basamento alpino orientale, osservabile nella complessità dei ripiegamenti, le distingue nettamente dalle formazioni sovrastanti e fa ulteriormente pensare all'effetto di cicli orogenici molto più antichi rispetto a quello ercinico (350-250 Ma) e a quello caledoniano (490-390 Ma).

1.1.2 Formazioni metamorfiche di scisti e gneiss, paragonabili al "Cristallino Antico" rinvenuto nelle Alpi, si trovano in Calabria, sull'**Aspromonte** e **Sila**, e nel massiccio dei **Monti Peloritani** nell'estremità nord orientale della Sicilia. Anche qui, le molteplici fasi metamorfiche riconoscibili nelle rocce indicano processi orogenici precedenti il ciclo ercinico, mentre l'analisi del grado di metamorfismo, via via più intenso dal basso verso l'alto, dimostra il ribaltamento della successione.

Facendo riferimento a nuove datazioni radiometriche assolute di recente pubblicazione, alcuni autori attribuiscono un'età prepaleozoica ai basamenti scistoso-cristallini dell'Unità della Sila e dell'Aspromonte.

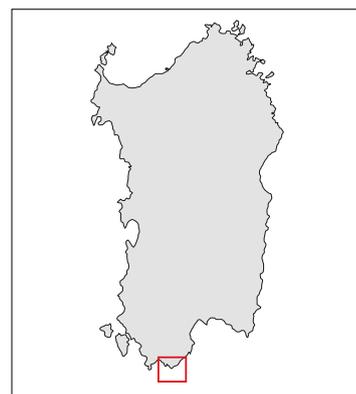
1.1.3 Nella parte settentrionale della **Sardegna** sono attribuite al Precambriano rocce metamorfiche di un esteso complesso migmatitico. Si tratta di affioramenti di rocce di derivazione sedimentaria costituiti principalmente da scisti, filladi, micascisti e gneiss intercalati a quarziti e marmi. Questi erano ritenuti fino a poco tempo fa di età incerta, in quanto poco chiari i rapporti stratigrafici diretti tra questi e le formazioni non metamorfiche riferibili con sicurezza al Cambriano e al Siluriano.

Anche nel sud dell'isola, le filladi della Formazione di Bithia, costituite da una successione di arenarie e peliti metamorfosate, presumibilmente di oltre 600 metri di spessore, si svilupperebbero già nel Precambriano superiore continuando poi per parte del Cambriano inferiore con la Formazione di Nebida.

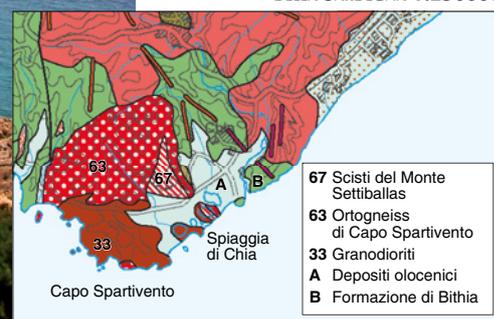
Nuovi dati radiometrici e recenti studi sulle molteplici e caratteristiche fasi metamorfiche, riconoscibili negli scisti cristallini sardi, permettono di paragonare queste rocce con quelle del massiccio calabro-peloritano e del basamento alpino, aggiungendo un nuovo tassello alla conoscenza geologica dell'Italia.

Anche se negli ultimi tempi le indagini radiometriche dei corpi rocciosi del basamento cristallino italiano hanno subito un'accelerazione, migliorandone la conoscenza cronostatigrafica, permangono ad oggi alcune difficoltà nel sottrarre a ritroso nel tempo le varie impronte metamorfiche, fino a ripristinarne gli aspetti litologici originali. Definire le rocce preesistenti da cui derivano, cioè i protoliti, è arduo e tuttora rimane controverso il problema del loro significato paleoambientale.

Sardegna. Baia di Chia, presso Capo Spartivento, zona d'affioramento della Formazione di Bithia.



ESTRATTO DELLA CARTA GEOLOGICA DELLA SARDEGNA 1:250000



2. PALEOZOICO (541 – 252 MA)

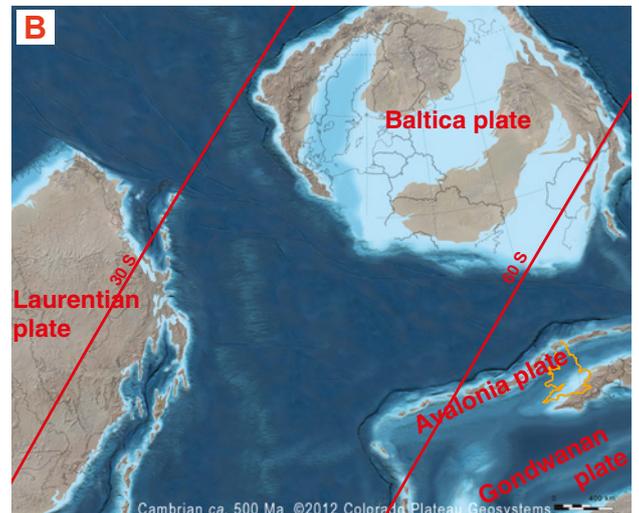
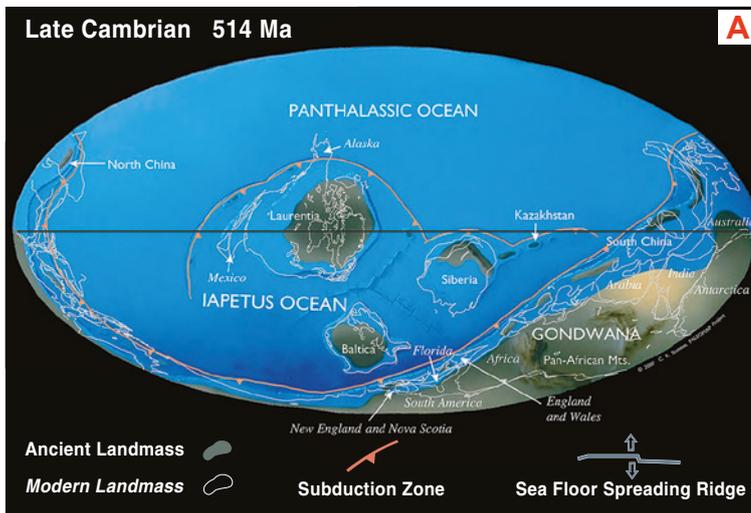
L'evoluzione paleogeografica della Terra durante l'era del Paleozoico inizia convenzionalmente con la disgregazione del supercontinente Rodinia in masse continentali minori. I dati geodinamici indicano che, alla distribuzione delle terre emerse così frantumate, segue una loro riunificazione in un'altra unica grande massa continentale, denominata Pangea. Dal punto di vista paleontologico si assiste alla comparsa di un grande numero di forme viventi, animali e vegetali, progenitrici delle attuali. Un'esplosione di vita che terminerà alla fine del Paleozoico con una grande e repentina estinzione di massa, tanto devastante da eliminare in poco tempo circa il 90% degli organismi allora presenti che ci hanno lasciato traccia.

In Italia, il Paleozoico inferiore (Cambriano, Ordoviciano, Siluriano e Devoniano) è documentato solo in poche località. Esso è costituito da ammassi rocciosi sedimentari con abbondante contenuto fossilifero (graptoliti, conodonti,

trilobiti, molluschi, brachiopodi, echinodermi, ostracodi etc.). Altri organismi marini (foraminiferi, coralli, crinoidi, cefalopodi e conodonti) e, soprattutto, le flore particolarmente abbondanti e caratteristiche (equisetali, licopodiali e filicali) rivestono importanza stratigrafica per i periodi successivi (Carbonifero e Permiano). In entrambi i casi, una dettagliata suddivisione sulla base delle associazioni paleontologiche presenti nei sedimenti ne permette una facile correlazione cronostatigrafica su scala intercontinentale.

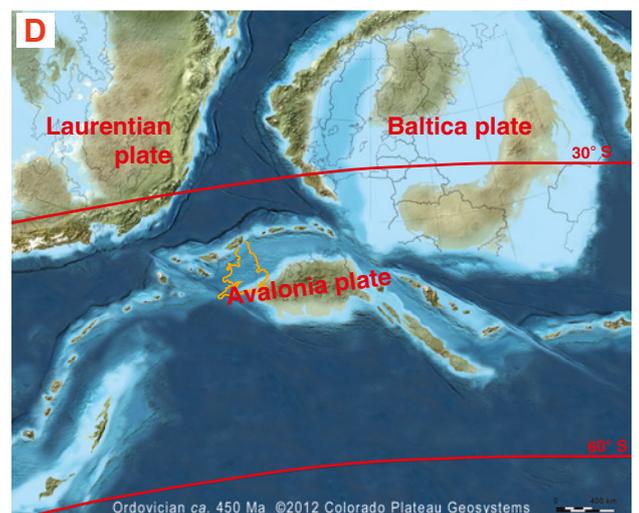
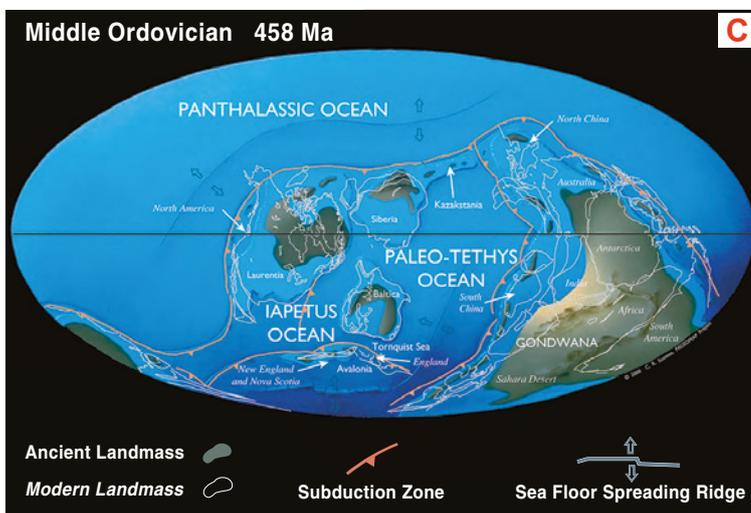
2.1 Cambriano (541 – 485 Ma), Ordoviciano (485 – 443 Ma), Siluriano (443 – 419 Ma) e Devoniano (419 – 359 Ma)

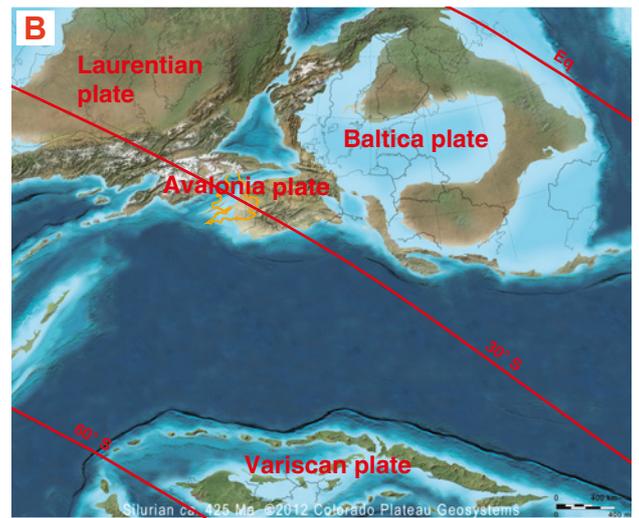
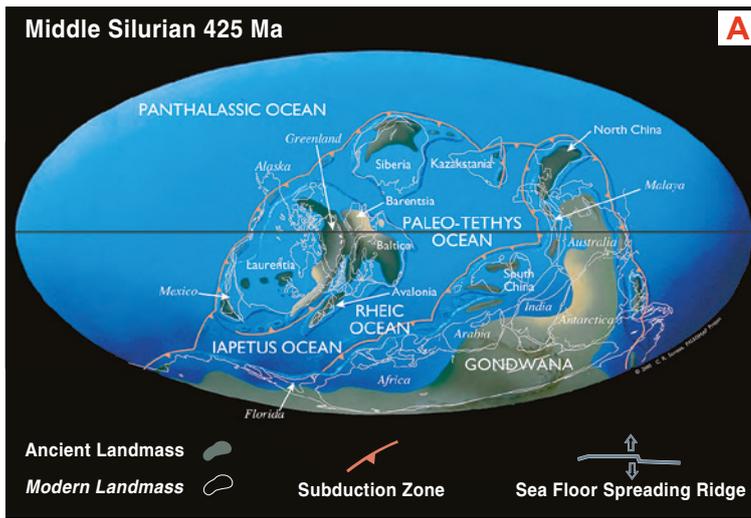
Rocce sedimentarie riferibili al Cambriano, associate a rocce vulcaniche e plutoniche, affiorano con certezza nella porzione sud occidentale della Sardegna (Iglesiente e Sulcis) con formazioni poco o nulla interessate da metamorfismo.



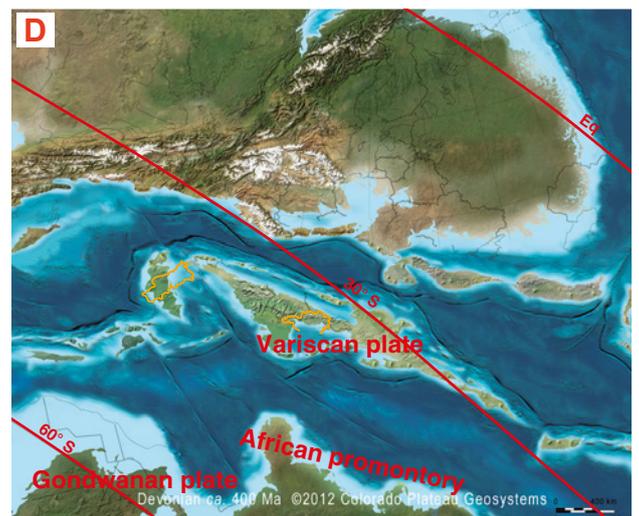
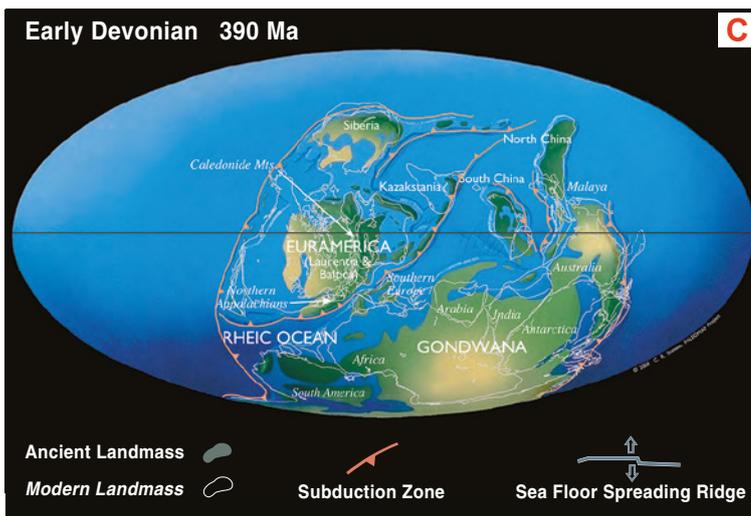
Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la posizione delle masse continentali nel Cambriano superiore (A.) e nell'Ordoviciano medio (C.).

B. e D. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da R. Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord Europa (Baltica plate), del nord America con la Groenlandia (Laurentian plate) e dell'Inghilterra con il centro Europa (Avalonia plate) presso il margine della Gondwanan plate. Le linee con 30S e 60S indicano rispettivamente i 30° e 60° di latitudine sud.





Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la posizione delle masse continentali nel Siluriano medio (A.) e nel Devoniano inferiore (C.). B. e D. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da R. Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord Europa (Baltica plate) e del nord America con la Groenlandia (Laurentian plate) a cui si sono aggiunti l'Inghilterra e il centro Europa (Avalonia plate). Il sud Europa (Variscan plate), con appena delineati Portogallo e Austria, prende forma presso il Promontorio africano al margine settentrionale della Gondwanan plate. Le linee con 60° S, 30° S e Eq indicano rispettivamente i 60° e 30° di latitudine sud e l'equatore.



Per i successivi e più recenti periodi geologici, Ordoviciano, Siluriano e Devoniano, oltre che in Sardegna (Iglesiente, Sulcis, Sarrabus, Gerrei e Gennargentu), serie sedimentarie stratigraficamente continue si trovano anche nelle Alpi orientali (Carnia). In entrambe le regioni, le successioni rocciose proseguono verso l'alto fino alla sommità del Devoniano e oltre.

2.1.1 Nel sud ovest della **Sardegna**, con oltre 2000 metri di spessore, la serie sedimentaria del Cambriano inizia con la Formazione di Nebida, prosecuzione della Formazione di Bithia, costituita principalmente da arenarie quarzose metamorfosate alternate ad argilloscisti con trilobiti. Proseguendo verso l'alto, in continuità stratigrafica, si trovano i calcari e le dolomie della Formazione di Gonnese, unità di piattaforma carbonatica entro la qua-

le s'incontrano importanti manifestazioni minerarie con solfuri di piombo e zinco e abbondanti resti di trilobiti. La sequenza sedimentaria termina con la Formazione di Cabitza, composta da argilloscisti grigiastri fittamente stratificati, che mostrano tipiche strutture legate all'ambiente di sedimentazione e rari fossili. Durante l'Ordoviciano, in discontinuità stratigrafica con il periodo geologico precedente per discordanza dovuta a superficie di erosione, si trova una serie sedimentaria di circa 1000 metri di spessore complessivo. Alla base affiorano i conglomerati poco metamorfosati della Puddinga Basale, costituiti da ciottoli di tutti i tipi litologici cambriani e da una caratteristica matrice rossastra, testimonianza di un paleoambiente a forte ossidazione. Seguono scisti di colorazione variabile, da giallognola a grigio-verdastra, con abbondanti resti fossili di brachiopodi, crinoidi, cistoidi e rari trilobiti.

2.1.2 Nelle Alpi orientali è possibile definire la sequenza paleozoica in relazione alla deformazione acquisita durante l'orogenesi ercinica (350-250 Ma) e distinguere essenzialmente due settori omogenei: Alpi Dolomitiche e Alpi Carniche.

Nel settore delle Alpi Dolomitiche la sequenza è metamorfosata e si trova come basamento cristallino. Per l'evidente posizione stratigrafica, si ritiene che il periodo di messa in posto dei rispettivi protoliti sia Cambriano se non precedente, in coincidenza con recenti datazioni radiometriche ancora da confermare. La successione, descritta schematicamente dal basso verso l'alto, inizia nel Cambriano con scisti e filladi per lo più riferibili a depositi terrigeni di mare basso prossimi alla piattaforma continentale (Fillade di Bressanone, Formazione di Col di Foglia e Scisti Cristallini del Comelico). Durante l'Ordoviciano, una massa magmatica effusiva che forma i Porfiroidi del Comelico le sormonta tutte. Questo esteso orizzonte-guida presente sull'intero settore, testimonia un primo impulso in un contesto geodinamico di regime estensionale. La sequenza di depositi terrigeni metamorfosati (Formazione del Monte Cavallino) prosegue ancora fino a quando, nel Siluriano, i processi estensionali si fanno tanto intensi che, contestualmente alla Fillade di Recoaro, è possibile la messa in posto di magma basaltico (Formazione Gudon). Le caratteristiche geochemiche della massa sono tipiche di vulcanismo sottomarino intraplacca a testimonianza di un vasto processo di rifting continentale. Nel Devoniano le rocce metamorfiche della serie terrigena di mare basso lasciano il posto a sedimenti di piattaforma carbonatica, successivamente metamorfosati in marmi e calcescisti.

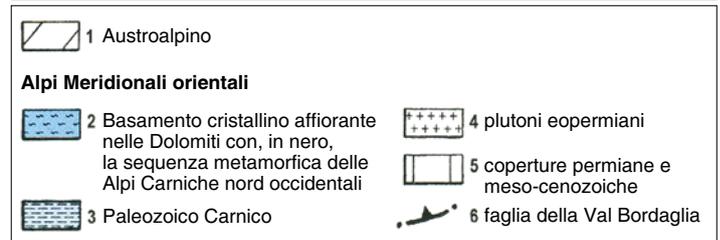
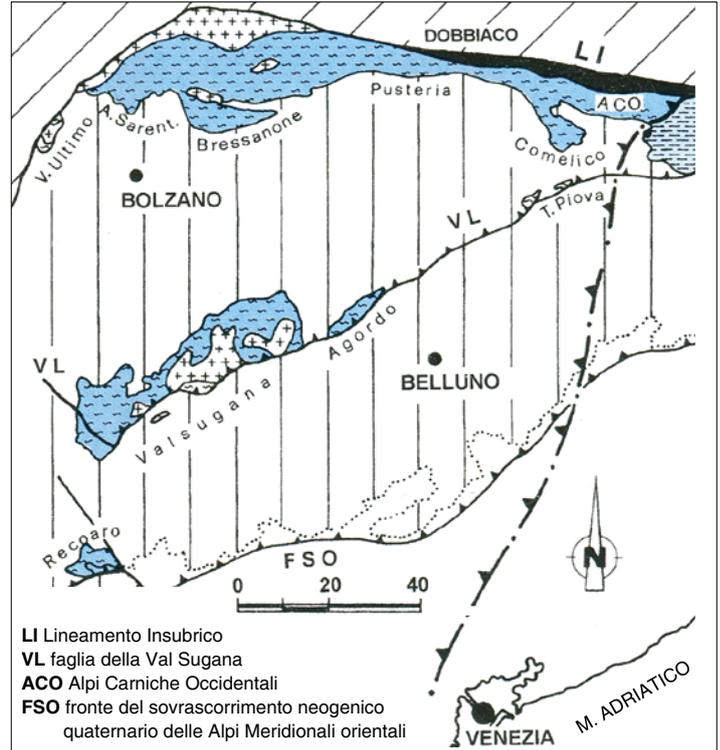
Nel settore delle Alpi Carniche, lungo il confine italo-austriaco, affiora una porzione del sistema orogenico ercinico debolmente metamorfosato che, nonostante le deformazioni alpine, ha conservato propria identità e unitarietà. La continuità di sedimentazione e l'abbondanza di resti fossili, consentono una ricostruzione paleogeografica della Catena Paleocarnica e precise correlazioni cronostratigrafiche con altre successioni sedimentarie paleozoiche, italiane ed europee.

Il basamento cristallino non affiora e la sequenza sedimentaria esposta inizia con rocce terrigene dell'Ordoviciano costituite da argilliti, siltiti e arenarie della Formazione di Uqua (circa 40 metri di spessore). La caratteristica alternanza litologica, assieme alle strutture sedimentarie presenti nella sequenza, fanno pensare a depositi di ambiente sublitorale tipo flysch, cioè ad accumuli generati in una situazione deposizionale sottomarina tramite apporti di corrente di torbida.

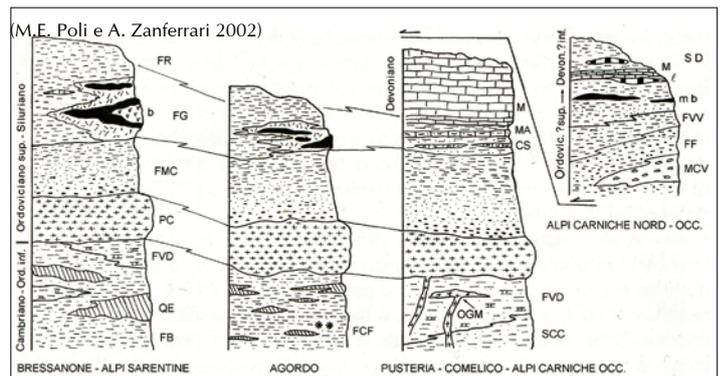
La serie sedimentaria prosegue nel Siluriano in continuità, con un passaggio graduale, a formazioni carbonatiche, prevalentemente calcilutiti e calcareniti grigio-verdastre molto fossilifere (brachiopodi, briozoi, cistoidi, conodonti, crinoidi e trilobiti), tipiche di ambiente marino con acqua bassa. Poi, con l'instaurarsi di un regime distensivo

AREE DI AFFIORAMENTO DEL BASAMENTO CRISTALLINO NELLE ALPI MERIDIONALI ORIENTALI

(M.E. Poli e A. Zanferrari 2002)



SCHEMA DELLE SUCCESSIONI LITOSTRATIGRAFICHE DEI NUCLEI ERCINICI DI BRESSANONE-ALPI SARENTINE, AGORDO-VALSUGANA E PUSTERIA-COMELICO-ALPI CARNICHE OCCIDENTALI



- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>FB Fillade di Bressanone (pre-Caradoc)</p> <p>QE Quarzite di Eores (pre-Caradoc)</p> <p>FVD Formazione della Val Digon (pre-Caradoc)</p> <p>PC Porfidi del Comelico (?pre-Caradoc o ?Caradoc)</p> <p>FMC Formazione Monte Cavallino (Ashgill?)</p> <p>FG Formazione di Gudon con (b) nucleo basaltico non metamorfico (Siluriano inf.?)</p> <p>FR Fillade di Recoaro (Siluriano?)</p> <p>FCF Formazione di Col di Foglia (**=Acratarchi del Cambriano sup.-Ordoviciano basale)</p> <p>SCC Scisti cristallini del Comelico (pre-Caradoc)</p> | <p>OGM Ortogneiss della Malga delle Manze (?Caradoc)</p> <p>CS calcescisti (Siluriano inf.?)</p> <p>MA Marmi Arenacei (Siluriano inf.?)</p> <p>M Marmi (Siluriano pp.-Devoniano)</p> <p>MCV Metaconglomerato di Cima Vallona (?Ordoviciano)</p> <p>FF Formazione di Fleons (?Ordoviciano)</p> <p>FVV Formazione della Val Visdende (?Ordoviciano)</p> <p>SD successione pelagica (Siluriano-Devoniano)</p> <p>mb metabasalti alcalini</p> <p>l liditi</p> <p>M marmi</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

nell'intera area, contemporaneamente alla deposizione di unità calcaree tipiche con *Orthoceras* e *Tentaculites*, si affiancano le argilliti a graptoliti, testimonianza di una relativa maggior profondità di alcune parti esterne del bacino. In totale, le rocce deposte durante il Siluriano non superano i 50 metri di spessore e sono da interpretare come una serie sedimentaria condensata di mare sottile.

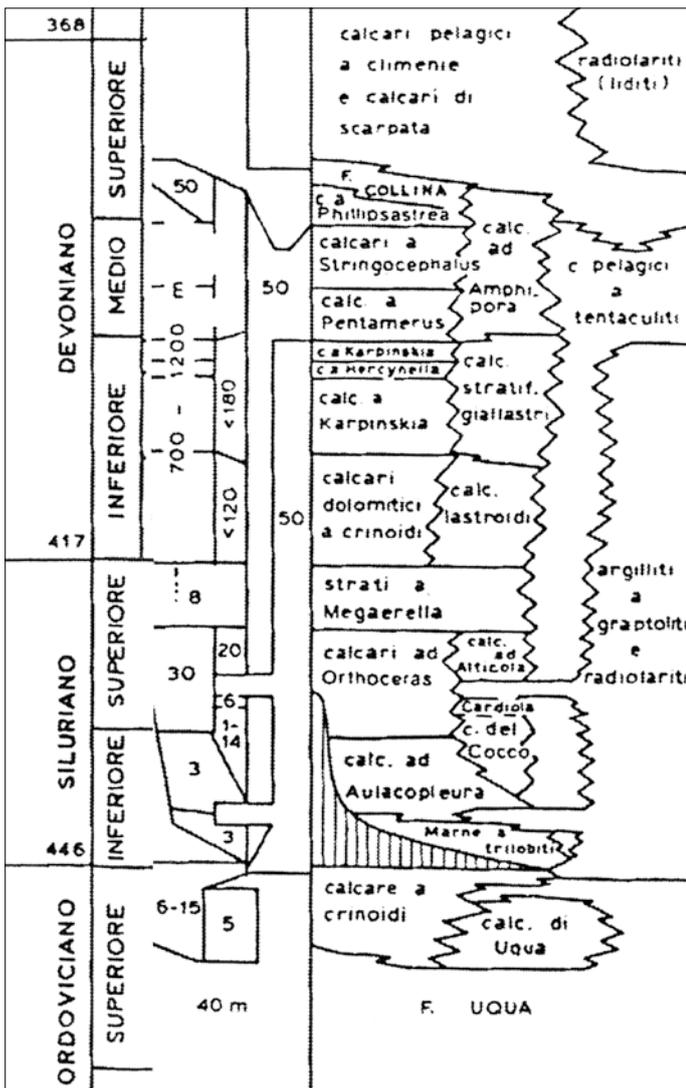
Nel Devoniano i calcari di scogliera sono sempre più estesi e si addossano lateralmente ai tipici calcari pelagici a *Tentaculites*, alle radiolariti e alle argilliti con graptoliti, tutti riferibili a depositi bacinali di mare più profondo. Le scogliere sono riconoscibili per la massiccia presenza di organismi costruttori quali stromatoporidi, tabulati e tetra coralli, oltre a brachiopodi, crinoidi, lamellibranchi, gasteropodi, ostracodi, trilobiti, alghe e foraminiferi. Il persistere delle condizioni ambientali per tutto il periodo permette ai calcari biocostruiti di raggiungere uno spessore complessivo che può arrivare ai 1200 metri.

Verso la fine del Devoniano, una tettonica distensiva porta alla frammentazione delle scogliere e poi alla loro sommersione che sarà completa quando, come registrato nella



SCHEMA DELLA SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA PALEOZOICA NELLE ALPI CARNICHE

(L. Spalletta et al. 1982 semplificato)



(In alto) Alpi Carniche. Il versante settentrionale della Creta di Collinetta. Dalla base alla cima della montagna affiorano in continuità stratigrafica la Formazione Uqua, le unità siluriane e parte di quelle devoniane.

(Sopra) Friuli. Trilobite del genere *Dalmanina* nella Formazione Uqua (Rifugio Nordio). Reperto conservato al Museo Friulano di Storia Naturale di Udine.

sequenza sedimentaria continua, i calcari pelagici a basso tasso di sedimentazione diventeranno uniformemente predominanti sui calcari biocostruiti. Questa tendenza, che trova riscontro in tutto l'areale circummediterraneo, è messa in relazione a uno scenario geodinamico più ampio, in cui dominano processi transtensivi crostali estesi a tutta l'attuale Europa meridionale. L'instaurarsi di bacini sempre più profondi crea i presupposti ambientali per la messa in posto delle torbiditi (accumuli di correnti di torbida) che daranno poi luogo ai flysch ercinici nel Carbonifero.

2.1.3 Recenti studi effettuati in **Toscana** hanno riesaminato la successione stratigrafica delle Alpi Apuane attribuendo all'età cambriano-ordoviciano le rocce metamorfiche terrigene (filliti e metarenarie) e vulcaniche (porfiroidi e scisti porfirici) del basamento paleozoico, in correlazione con le formazioni paleozoiche sarde (formazioni di San Vito e Solanas).

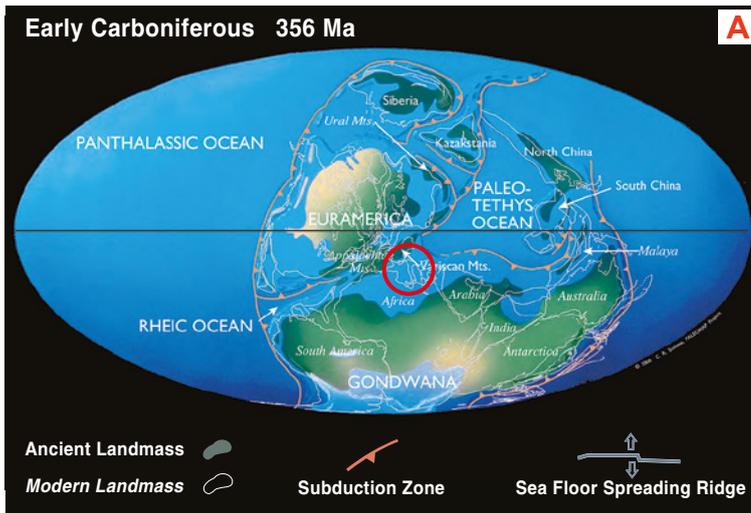
2.1.4 Nell'**Arco Calabro-Peloritano**, nonostante il sovrapporsi delle deformazioni del ciclo orogenico ercinico e alpino, sembra riconoscibile la stessa associazione di rocce metamorfiche terrigene e vulcaniche rinvenute in Sardegna.

2.1.5 In vari settori del basamento cristallino delle **Alpi**, come in Sardegna, si riscontrano rocce metamorfiche che derivano da rocce pelitiche o arenacee marcate da intrusioni granitoidi ordoviciane, ora espresse da rocce gneissiche.

2.2 Carbonifero (359 – 299 Ma)

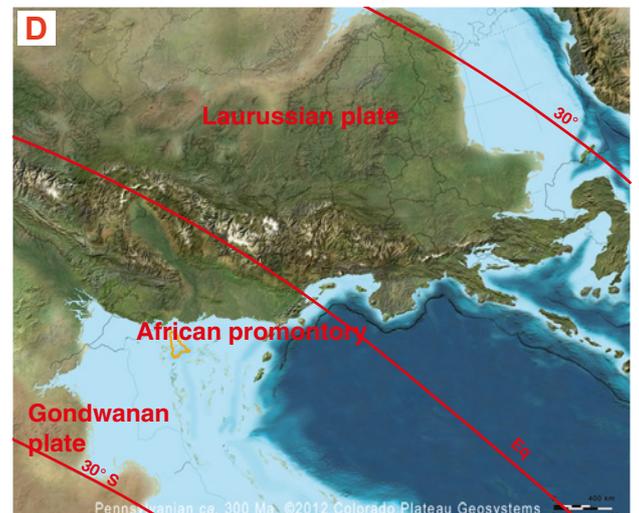
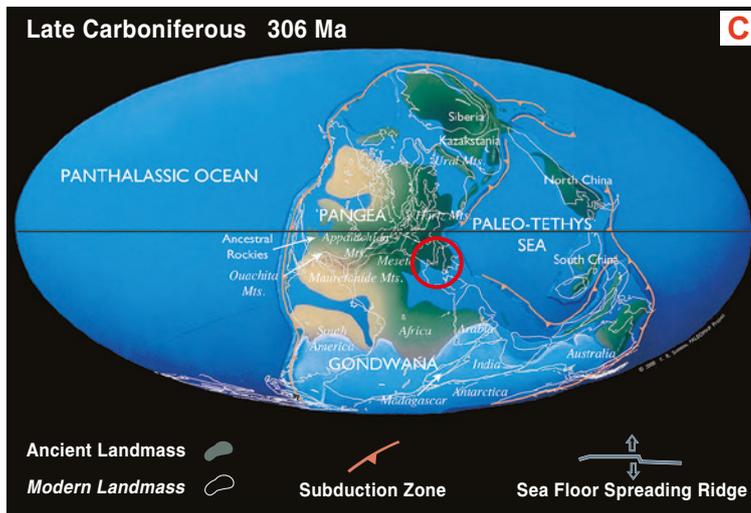
In Italia affioramenti riferibili con certezza al periodo Carbonifero sono abbastanza circoscritti. Ammassi rocciosi, formati da depositi continentali, si trovano nelle Alpi occidentali (Liguria e Val d'Aosta) e centrali (Lombardia) ed in Sardegna, mentre in Toscana e nelle Alpi orientali (Carnia) si incontrano in maggioranza sedimenti marini. La zona carnica, rivestendo particolare importanza per continuità stratigrafica e contenuto fossilifero (fauna: foraminiferi, tetracoralli, crinoidi, brachiopodi, cefalopodi e

conodonti; flora: equisetali, licopodiali e filicali) costituisce la successione classica di riferimento per correlare, come un ponte, le serie sedimentarie coeve presenti in Russia a quelle dell'Europa. Inoltre, per l'ampio intervallo cronologico ricoperto rispetto alle formazioni continentali delle Alpi occidentali e della Sardegna, le formazioni carniche hanno registrato per intero varie fasi dell'orogenesi ercinica.



Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la posizione delle masse continentali durante il Carbonifero (A. e C.). Il cerchio rosso indica la posizione del futuro territorio italiano.

B. e D. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da R. Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord America affiancati al centro-nord Europa (Laurussian plate). Sul promontorio africano (Gondwanan plate) si intravede la Sicilia. Le linee con 30°, 30°S e Eq indicano rispettivamente i 30° nord di latitudine, i 30° sud di latitudine e l'equatore.



2.2.1 Nelle Alpi occidentali le formazioni sedimentarie del Carbonifero, varie per estensione e spessore su tutto il settore, si trovano comunemente metamorfosate. Si tratta di solito di scisti arenacei grigiastri e scisti argillosi neri con impronte di felci; meno frequenti sono i livelli antracitici per alto contenuto organico e i conglomerati scistosi, che mostrano complessivamente caratteri di deposizione tipici di ambiente continentale fluvio-lacustre.

I rari fossili ritrovati negli affioramenti e le notevoli complicazioni tettoniche, che isolano in lembi le sequenze litologiche, rendono difficili le datazioni a carattere paleontologico e le correlazioni. Generalmente il limite inferiore delle serie sedimentarie è netto e in discordanza sul substrato cristallino più antico. Il limite superiore passa invece in modo graduale al sovrastante periodo Permiano.

2.2.2 Nelle **Alpi centrali** le rocce sedimentarie attribuibili al Carbonifero compaiono tra la Lombardia e il Canton Ticino svizzero, con limitati affioramenti in particolar modo in Val Sanagra. Esse sono rappresentate da conglomerati e arenarie, discordanti sul basamento cristallino, che si sono depositati in ambiente subaereo come prodotto dell'erosione dei primi rilievi ercinici. Dall'analisi dei frammenti rocciosi che compongono i clasti si nota l'assenza di elementi porfirici di derivazione vulcanica, che li differenzia dai soprastanti depositi permiani e fa sì che in letteratura siano denominati Conglomerati Apofirici. I resti vegetali fossili (*Calamites*, *Cordaites*, *Lepidodendron*, *Sigillaria* ecc.) sono nel complesso rari e mal conservati, così come le intercalazioni di antracite.

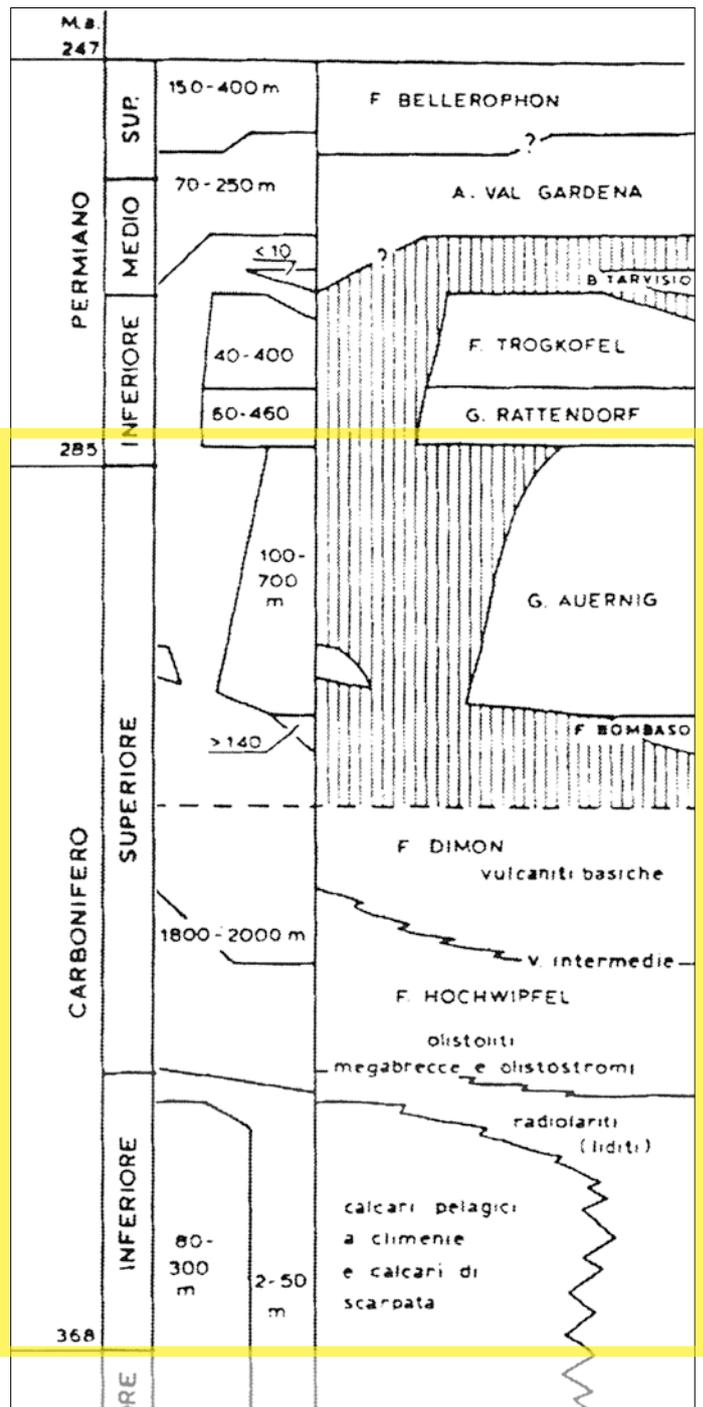


Lombardia. Resti di *Linopteris obliqua* della Val Sanagra. Reperto conservato al Museo di Storia Naturale di Milano.

2.2.3 Nel settore delle **Alpi orientali** il Carbonifero inferiore è presente con certezza solo nella Carnia, dove segue in continuità stratigrafica i calcari devoniani per circa 70 metri di spessore. Si tratta di calcari grigio-rosati con resti organici fossili (prevalentemente a crinoidi, seguiti da trilobiti, molluschi e brachiopodi) affiancati da radiolariti e argilliti tipiche di mare più profondo. La presenza di conodonti tipici del periodo permette una datazione attendibile.

Sempre in continuità stratigrafica, alla base del Carbonifero superiore si trovano sedimenti che rappresentano un tipico flysch, costituito inizialmente da un'enorme massa di arenarie in alternanza con siltiti (Formazione dell'Hochwipfel) e, nella parte alta, rocce con maggiori intercalazioni di vulcaniti e lave a cuscino (Formazione del Dimon). I depositi, stimati in oltre 1800 metri di spessore, conservano omogenee caratteristiche litologiche lungo tutto il settore. Raramente si rinvencono frammenti di resti vegetali fossili (calamariacee, lepidodendracee e felci)

SCHEMA DELLA SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA PALEOZOICA NELLE ALPI CARNICHE (L. Spalletta et al. 1982 semplificato)



che ne permettono la datazione. Al termine del Carbonifero (in discordanza stratigrafica con la precedente) si deposita una serie sedimentaria denominata Gruppo di Pramollo (una volta chiamato Gruppo dell'Auering). Costituita da un'alternanza spessa oltre 1200 metri di conglomerati e arenarie, è tipica di ambiente marino e continentale. Essa rappresenta, per varietà e quantità di fusulinidi (specie diagnostiche fossili di foraminiferi), una tra le sezioni stratigrafiche tipo di riferimento del ciclo sedimentario tardo-ercinico per le correlazioni fra serie dell'Europa centrale e della Piat-taforma Russa.

2.2.4 In **Sardegna**, anche se la discussione scientifica sull'attribuzione cronologica è ancora in corso, sono considerati del Carbonifero solo alcuni limitati affioramenti di rocce sedimentarie e gran parte delle masse granitiche con relative manifestazioni filoniane che si trovano al centro dell'isola. Le rocce sedimentarie sono formate da depositi continentali di ambiente fluvio-lacustre, derivanti dallo smantellamento dei rilievi cambriani. Di modesto spessore e distribuite in aree circoscritte, rappresentano il riempimento di bacini lacustri di piccole dimensioni e con subsidenza limitata. Nel Bacino di San Giorgio, l'unica area della Sardegna dove è possibile rinvenire macroresti vegetali, la presenza di ricche flore fossili (*Callipteris*, *Cordiates*, *Walchia* ecc.) consente un'attendibile datazione. Assieme alle piante, i più rari fossili di aracnidi, artropodi e impronte di tetrapodi contribuiscono a far immaginare con maggior dettaglio l'antico ecosistema.



Sardegna (Iglesiente). Affioramento delle siltiti dolomitiche fossilifere nel giacimento Bacino di San Giorgio.

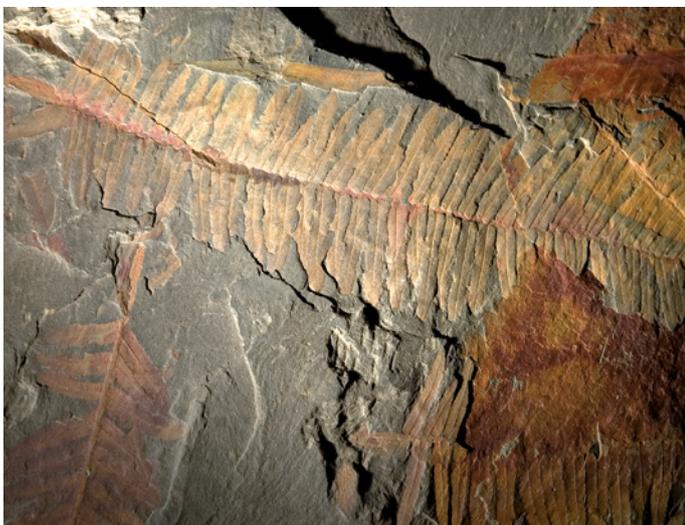
Sardegna (Bacino di San Giorgio). Ala fossile di blattoide (a destra) e impronte di tetrapodi (*Salichnius heringi*). Reperti conservati al Museo di Carbonia e al Museo di Geologia e Paleontologia dell'Università di Cagliari.



Toscana (Monti Pisani). Resti vegetali di *Asterophyllites equisetiformis* nella Formazione Scisti di San Lorenzo. Reperto conservato al Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze.

2.2.5 In **Toscana** le poche rocce di età carbonifera affiorano su aree troppo limitate e molto distanti le une dalle altre. Perciò risulta difficile tratteggiarne un quadro generale stratigrafico d'insieme. Esse sono costituite prevalentemente da scisti di colore scuro (Formazione Scisti di San Lorenzo nei Monti Pisani) e derivano da depositi detritici di ambiente continentale con elevato contenuto organico, soprattutto fossili vegetali.

Toscana (Monti Pisani). Resti di vegetali fossili nella Formazione Scisti di San Lorenzo. Reperto conservato al Museo di Storia Naturale dell'Università di Pisa.

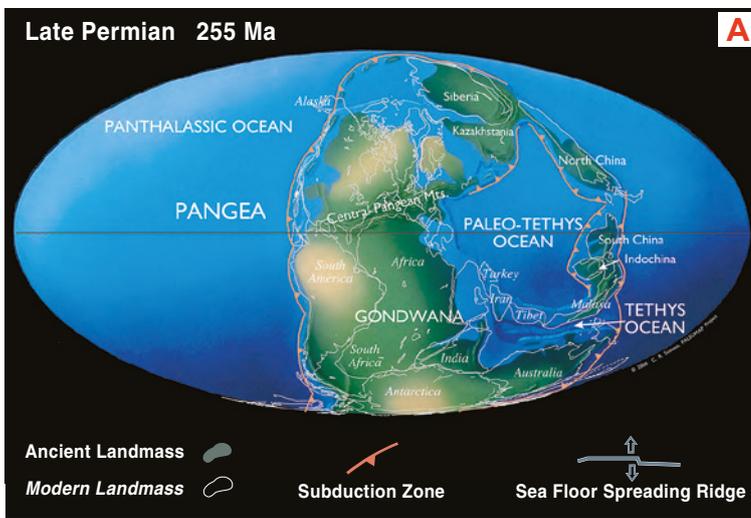


2.3 Permiano (299 – 252 Ma)

In Italia affioramenti attribuibili al Permiano si trovano estesi lungo tutto l'arco delle Alpi e in Sardegna. Le formazioni permiane sono generalmente di ambiente continentale (ad eccezione delle Alpi orientali, dove affiorano rocce costituite da depositi marini), derivate dallo smantellamento dei rilievi ercinici, che hanno riempito bacini sedimentari di diverse dimensioni. La varietà litologica presente nella serie continentale, associata ai potenti accumuli di vulcaniti spessi anche oltre i 1000 metri, rispecchia la grande mobilità tettonica e l'intensa attività vulcanica del periodo, conseguenza delle ultime fasi del ciclo orogenico ercinico. Infatti, col passare del tempo, venendo sempre meno gli impulsi deformativi, il settore italiano divenne strutturalmente più stabile verso il termine del Permiano. L'attività vulcanica e la subsidenza dei

bacini connesse al regime di distensione crostale s'interuppero e la sedimentazione, che riempiva man mano le depressioni intramontane, mutò da depositi argillosi di ambiente fluvio-lacustre a estesi depositi ghiaioso-sabbiosi fluviali.

Nel settore alpino occidentale il limite tra Carbonifero e Permiano è di difficile ubicazione per la graduale transizione litologica esistente tra i due periodi e la scarsità di reperti fossili utili alla correlazione stratigrafica. Viceversa, nella Carnia, il contenuto paleontologico della successione marina permette una definizione certa del limite. Nel resto dell'Italia l'inizio del Permiano viene generalmente posto in corrispondenza della superficie erosiva alla base della serie sedimentaria sovrastante il basamento cristallino.



A. Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la posizione delle masse continentali nel Permiano superiore.
B. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da R. Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord America affiancati al centro-nord Europa (Laurasian plate). Il nord Italia è appena accennato e sul Promontorio africano (Gondwanan plate) si intravede la Sicilia. Le linee con 30° e Eq indicano rispettivamente i 30° nord di latitudine e l'equatore.

2.3.1 Nelle Alpi occidentali le rocce del Permiano sono rappresentate da complessi metamorfici scistoso-cristallini, generalmente riferibili a depositi sedimentari continentali, e da cospicue masse magmatiche associate, in gran parte vulcaniche. Le formazioni permiane sono intimamente connesse alle sottostanti unità del Carbonifero con le quali condividono il medesimo grado metamorfico legato all'orogenesi alpina. L'attribuzione cronologica di queste rocce è fondata per ora solo sulla loro posizione stratigrafica, non esistendo prove paleontologiche valide.

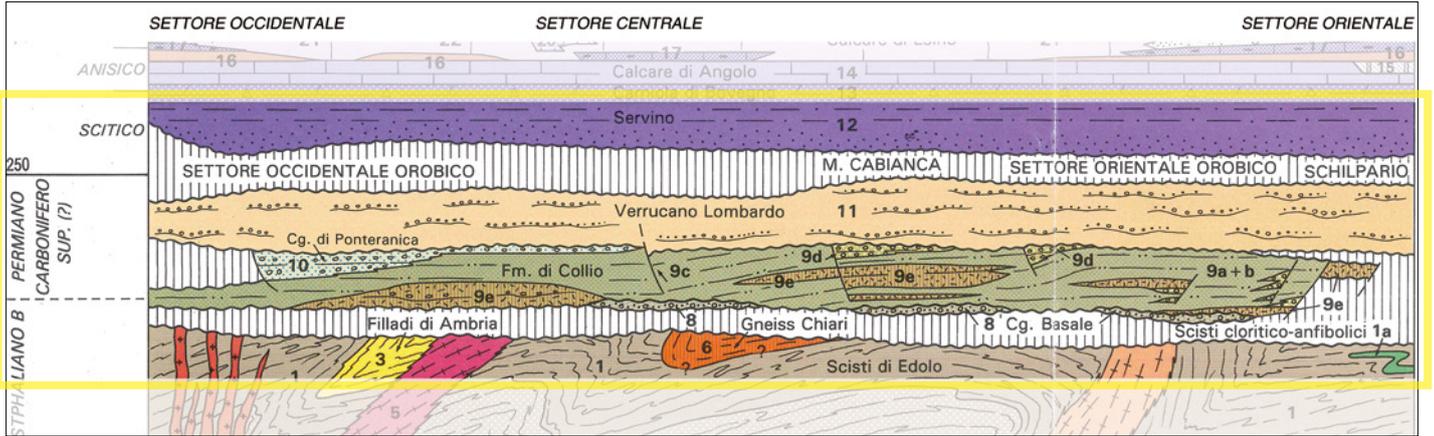
2.3.2 Il Permiano nelle Alpi centrali (Lombardia, Trentino-Alto Adige e Veneto) è costituito da una caratteristica sequenza stratigrafica di formazioni rocciose, sedimentarie e magmatiche, spesse localmente anche oltre i 2000 metri, che hanno registrato in dettaglio gli effetti degli eventi orogenici del ciclo ercinico sul territorio a quel tempo. Alla base della successione, in discordanza angolare di-

rettamente sopra il basamento cristallino, affiora un caratteristico agglomerato roccioso grossolanamente stratificato se non addirittura caotico, con forti variazioni litologiche sia orizzontali sia verticali. Si tratta per lo più di conglomerati, dello spessore massimo di 150 metri, costituiti da ciottoli arrotondati quarzosi, frammenti di scisti e gneiss inglobati in una matrice grigio-verdastra, raramente rossastra, talvolta ricca in muscovite (Serie Basale, Conglomerato Basale e Conglomerato di Pontegardena). L'ambiente di sedimentazione è continentale, probabilmente fluviale torrentizio. Questi depositi derivano dallo smantellamento subaereo dei rilievi innalzati durante l'orogenesi ercinica. I prodotti di questo smantellamento erano trasportati e depositati da corsi d'acqua entro depressioni topografiche il cui fondo era costituito dagli scisti cristallini.

La parte intermedia della successione, circa 800 metri di spessore, è costituita da rocce vulcaniche e vulcano-sedimentarie. Le prime, formate per lo più da masse di lava e

SCHEMA DELLA SUCCESIONE STRATIGRAFICA PERMO-CARBONIFERA NELLE PREALPI LOMBARDE

(Jadoul e Forcella 2000)

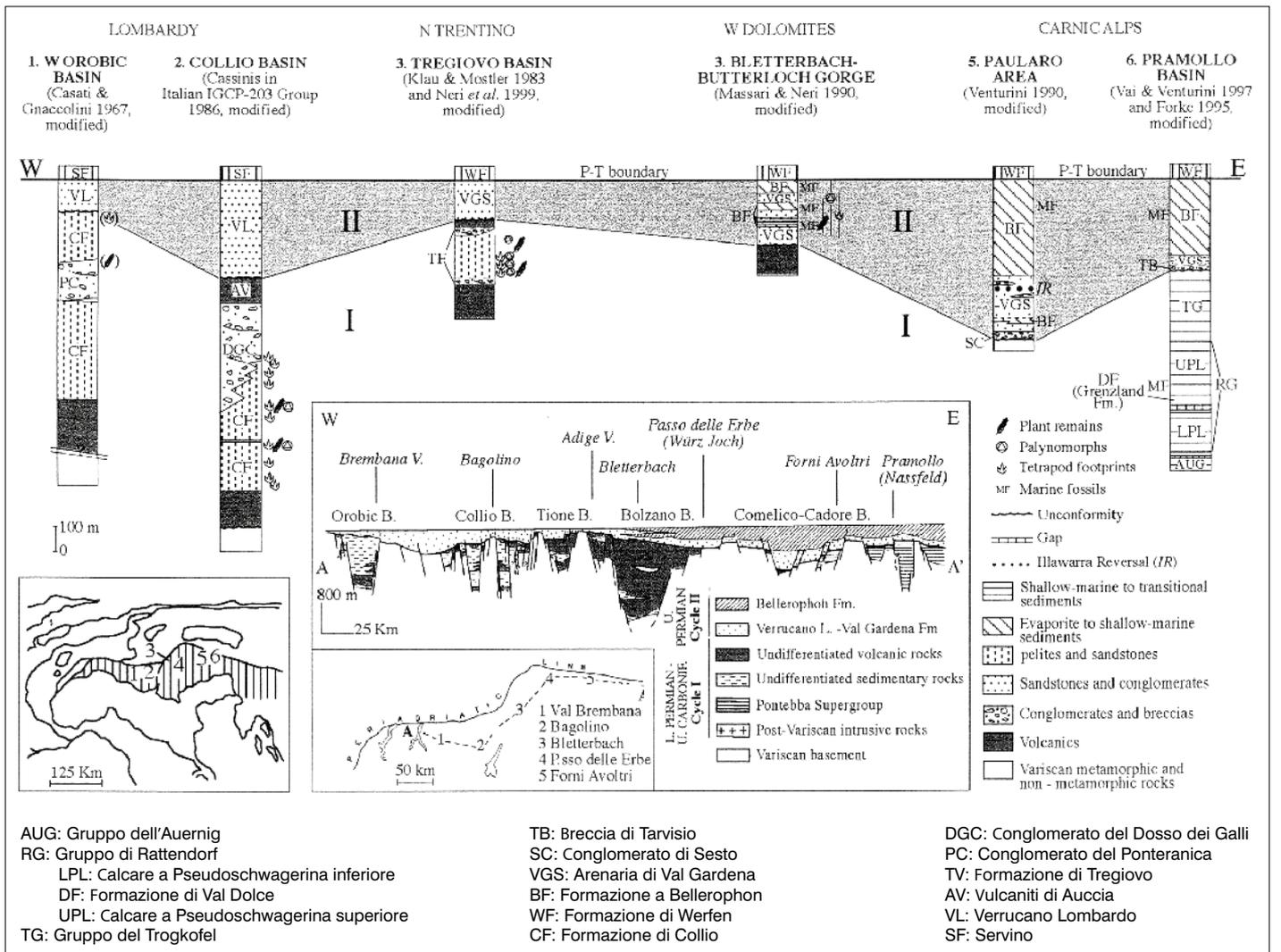


- | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Scisti di Edolo
 1a. Scisti cloritico-anfibolici
 3. Filladi di Ambria
 6. Gneiss Chiari del Corno Stella
 8. Conglomerato basale. Formazioni del basamento metamorfico varisco</p> | <p>9. Formazione di Collio:
 a. litofacies arenacee
 b. litofacies pelitiche
 c. litofacies terrigene indistinte del settore occidentale
 d. conglomerati
 e. vulcaniti</p> | <p>10. Conglomerato di Ponteranica
 11. Verrucano Lombardo
 12. Servino</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

AREE DI AFFIORAMENTO E SEZIONE DEI BACINI PERMIANI NELLE ALPI MERIDIONALI

(APAT - CNR)

La linea di riferimento di queste successioni è data dal limite con le sovrastanti formazioni del Triassico Inferiore.



- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>AUG: Gruppo dell'Auernig
 RG: Gruppo di Rattendorf
 LPL: Calcare a Pseudoschwagerina inferiore
 DF: Formazione di Val Dolce
 UPL: Calcare a Pseudoschwagerina superiore
 TG: Gruppo del Trogkofel</p> | <p>TB: Breccia di Tarvisio
 SC: Conglomerato di Sesto
 VGS: Arenaria di Val Gardena
 BF: Formazione a Bellerophon
 WF: Formazione di Werfen
 CF: Formazione di Collio</p> | <p>DGC: Conglomerato del Dosso dei Galli
 PC: Conglomerato di Ponteranica
 TV: Formazione di Tregiovo
 AV: Vulcaniti di Auccia
 VL: Verrucano Lombardo
 SF: Servino</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

coltri di piroclastiti, indicano un'intensa attività vulcanica che sviluppò depositi di notevoli spessori, come nel caso del Complesso Effusivo Porfirico nella zona atesina. Le rocce sedimentarie, composte in gran parte da arenarie e argilliti di colore grigioverde nerastro con forti variabilità litologiche verticali e laterali (Formazione di Collio), rappresentano invece depositi alluvionali e lacustri di notevole spessore, soprattutto nel settore orobico delle Alpi. Questi ultimi sono gli unici depositi continentali del Permiano che finora abbiano fornito reperti fossili (vegetali e impronte di tetrapodi) utilizzabili per determinazioni cronologiche. Oltre alle orme di anfibi e rettili, nei livelli a grana più fine, si trovano impresse sulla superficie di strato anche strutture legate all'ambiente di sedimentazione. Frequenti sono le increspature di fondo (*ripple marks*), forme erosive di flusso turbolento al fondo (*flute mark*), striature di trascinamento al fondo (*tool mark*), fanghi poligonali d'essiccazione (*mud-cracks*) e addirittura impronte d'impatto di gocce di pioggia.

La porzione superiore della successione permiana, quando presente, è formata da agglomerati massicci di conglomerati di una tipica tinta rossovinata, testimonianza di un paleoambiente a forte ossidazione (Verrucano Lombardo, Arenarie di Val Gardena). Sono costituiti da ciottoli mediamente arrotondati, composti da porfidi quarziferi, quarziti e frammenti di gneiss, alternanti ad arenarie micacee. Essi rappresentano depositi continentali di ambiente desertico che, pur nella loro laterale variazione litologica, mantengono nell'insieme una certa uniformità d'aspetto. Questa sequenza indica che, col trascorrere del tempo, il paesaggio è invecchiato ulteriormente e lo spianamento postercinico è continuato, erodendo i rilievi e riempiendo di conseguenza le depressioni intramontane con accumuli alluvionali spessi fino a 500 metri. La situazione ambientale, prevalentemente continentale con corsi d'acqua a meandri dispersi su ampie superfici, rimane tale fino a quando, al termine del Permiano, s'instaura un nuovo regime di subsidenza su tutta la regione. Il mare, già presente nel settore della Carnia avanza gradualmente estendendosi da est verso ovest (trasgressione marina),

invadendo poco alla volta l'area in esame che passa mano mano da ambiente costiero a uno marino poco più profondo. Dalla regione carnica e dolomitica, andando verso occidente, l'unità si assottiglia di spessore progressivamente fino a scomparire. Nell'ambito delle Alpi centrali, la presenza della Formazione a Bellerophon prelude al passaggio dall'ambiente lagunare di acque basse a marino più profondo.

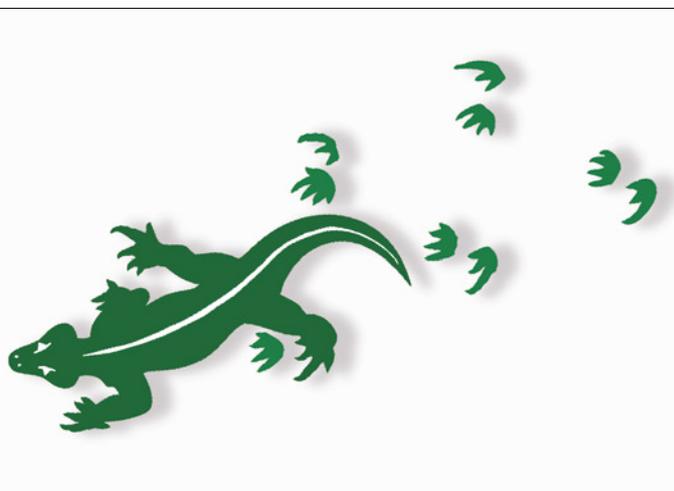
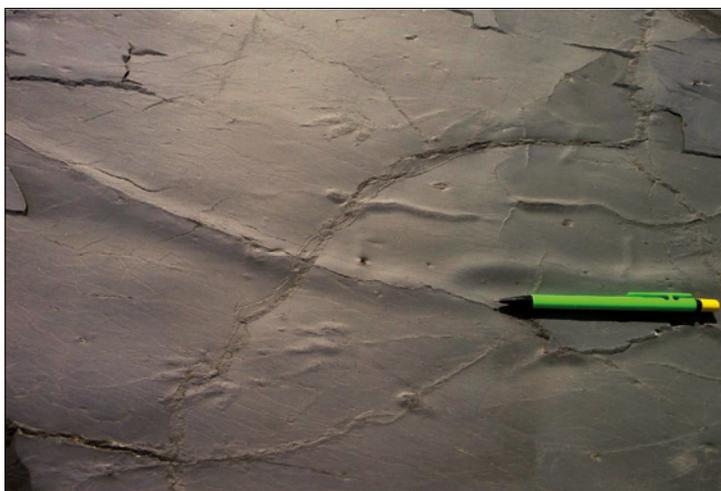


Lombardia. Facies tipica del Verrucano Lombardo.

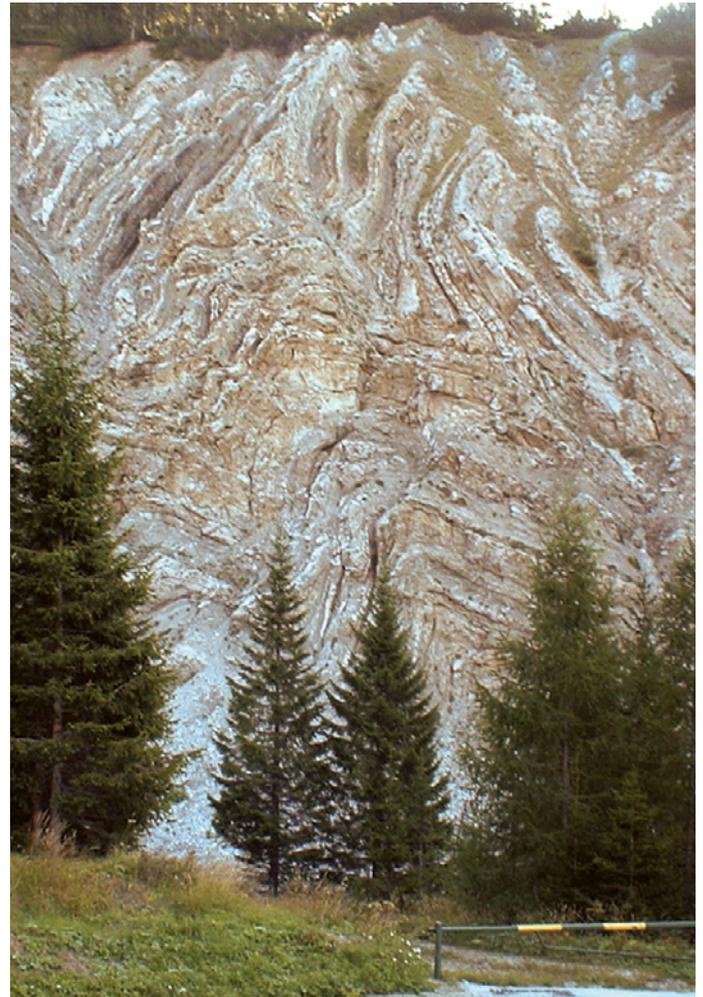
Ripple mark nella Formazione di Collio.



Impronte di tetrapode nella Formazione di Collio e ricostruzione grafica.



Alla sommità della sequenza permiana si trova poi una consistente serie di sedimenti calcarei e dolomitici di mare basso, spesso alcune centinaia di metri (Formazione a Bellerophon), nei quali si rinvencono associati livelli di gessi laminati di natura evaporitica. Ciò rileva il passaggio, per tutto il settore carnico, da un ambiente di piana deltizia a uno lagunare di mare poco profondo, dovuto all'instaurarsi di un nuovo regime di subsidenza su tutta la regione legato a tettonica estensionale, caratterizzato da clima caldo arido. Il mare avanza gradualmente estendendosi da est verso ovest (trasgressione marina), invadendo poco alla volta l'area in esame. I reperti fossili si concentrano nella parte superiore e sono rappresentati da gasteropodi (*Bellerophon*), alghe, foraminiferi, brachiopodi e lamellibranchi. Il passaggio successivo all'unità triassica della Formazione di Werfen è continuo e avviene in modo graduale.



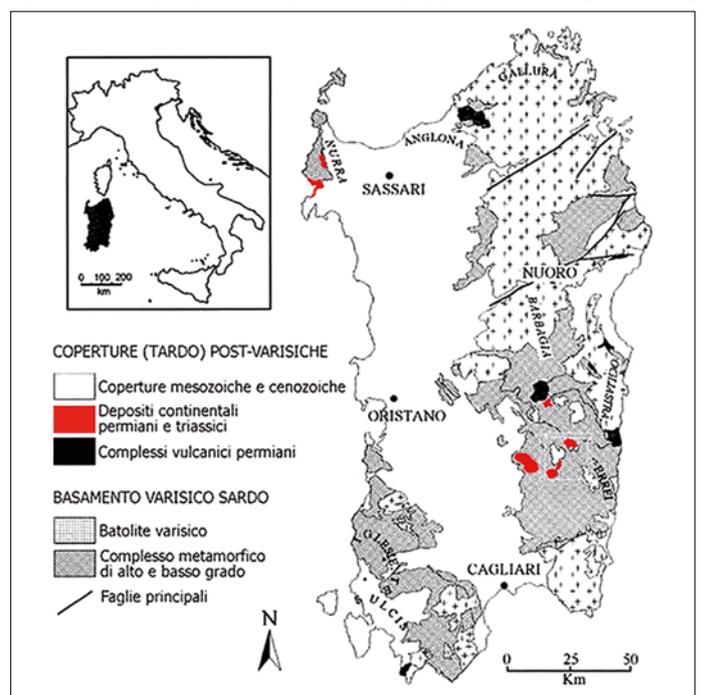
Affioramento in facies evaporitica della Formazione a Bellerophon (Passo Rolle - Trentino).

Esemplari appartenenti al genere *Bellerophon* (molluschi gasteropodi estinti) esposti al Museo Selva di Valgardena.

2.3.4 Durante il Permiano la **Sardegna** attraversa un periodo di emersione, dovuta agli ultimi impulsi legati all'orogenesi ercinica. Contemporaneamente alle diffuse eruzioni di porfiriti e porfidi, a seguito della messa in posto dei graniti, inizia lo smantellamento dei rilievi ercinici e il conseguente riempimento delle poche depressioni intramontane esistenti. Le rocce sedimentarie di questo periodo rappresentano depositi fluvio-lacustri in ambiente continentale e cominciano generalmente con un conglomerato basale, simile a quelli coevi alpini, e prosegue con argilliti antracitifere databili per il contenuto fossilifero (flore a pteridofite e conifere).

2.3.5 In **Toscana** rocce sedimentarie del Permiano, documentate dal ritrovamento di flore fossili, sono ridotte a un limitato affioramento di conglomerati relativi a depositi di ambiente continentale (porzione sommitale degli Scisti di San Lorenzo). Nelle Alpi Apuane e all'Isola d'Elba, rocce magmatiche debolmente metamorfosate (porfiroidi), trovate al di sopra degli scisti del Carbonifero, sono attribuite al Permiano per analogia con simili prodotti eruttivi diffusi nelle Alpi.

I DEPOSITI CONTINENTALI PERMIANI E TRIASSICI IN SARDEGNA (APAT - CNR)



3. MESOZOICO (252 – 66 MA)

Il limite di passaggio tra Paleozoico e Mesozoico è fatto coincidere con un netto e drammatico evento catastrofico, il maggiore tra quelli già accaduti e i successivi, anche se meno famoso dell'evento che portò alla scomparsa dei dinosauri circa 65 milioni di anni fa. L'estinzione di massa Permiano-Triassica è giudicata la più consistente moria di organismi viventi documentata nella storia della Terra, durante la quale scomparve circa il 96% di tutte le specie marine e il 70% dei vertebrati terrestri. Il cambiamento fu tale che, in un relativo breve intervallo di tempo, da un'abbondanza di forme di vita molto specializzate e diversificate si passò quasi alla scomparsa di ogni attività biologica.

Le ipotesi proposte per spiegare le cause di questa imponente crisi globale sono varie, ancora controverse e non necessariamente slegate le une dalle altre. Si ritiene che, dopo la crisi biologica che interessò soprattutto gli organismi marini, siano intercorsi all'incirca 30 milioni di anni prima che la vita si riorganizzasse e si ristabilisse pienamente. Tra le specie che ripresero a fiorire nei mari, sono importanti le comunità di coralli e bivalvi strettamente legati all'ambiente di piattaforma carbonatica, una delle note caratteristiche del Triassico italiano.

I dati paleogeografici indicano che la Terra, all'inizio del Mesozoico, presentava la maggior parte delle aree emerse riunite in un'unica grande massa continentale chiamata Pangea. Un enorme spazio oceanico, detto Tetide, si trovava approssimativamente lungo la fascia equatoriale del pianeta formando un vasto golfo. Con il trascorrere del tempo la situazione geodinamica muta. Durante il Triassico si assiste, contemporaneamente alla chiusura di una parte di questo golfo, la Paleotetide di origine paleozoica, all'apertura di un nuovo tratto oceanico denominato Neo-Tetide. Disposto est-ovest, sempre in prossimità dell'equatore, il golfo s'incunea sempre più estendendosi, al suo culmine, all'incirca dall'attuale Giappone fino all'a-

rea che si trasformerà nell'odierna Italia. Nel Giurassico il supercontinente è separato nel mezzo da un vasto mare con fondo di crosta oceanica. I due blocchi costituiranno poi, a nord, la placca Laurasia e, a sud, la Gondwana.

L'inizio del Mesozoico segna quindi la nascita della storia geologica dell'Europa meridionale. La geodinamica nella lacerazione crostale fa sì che, per locali circostanze, nel nostro territorio s'instaurino durature condizioni marine favorevoli alla deposizione di spesse e ininterrotte successioni sedimentarie pelagiche, affiancate a vaste piattaforme carbonatiche tipiche di latitudini tropicali. Alla fine del Giurassico i movimenti tettonici tra le due placche s'invertono. L'enorme bacino oceanico tra Africa ed Europa, caratterizzato da molteplici situazioni paleoambientali e strutturali, man mano si restringe fino a chiudersi nel Cretaceo. Durante il Cretaceo si svilupparono, accentuandosi, i grandi lineamenti strutturali e tettonici che si erano abbozzati nel corso del Giurassico. Il persistere della collisione continentale origina la catena montuosa delle Alpi, dove oggi, nelle rocce, si ritrovano registrate le testimonianze di quel lontano passato.

Verso la fine dell'era geologica, le terre emerse mostrano già a livello globale una suddivisione simile alle masse continentali attuali, anche se la loro fisionomia e posizione non corrisponde a quelle odierne.

In Italia il Mesozoico, a differenza dei periodi geologici precedenti, è ben rappresentato da importanti affioramenti di rocce sedimentarie soprattutto nelle Alpi. Si tratta quasi sempre di formazioni marine che mostrano una notevole variazione nelle caratteristiche litologiche e paleontologiche riflettendo l'evoluzione paleogeografica del periodo.

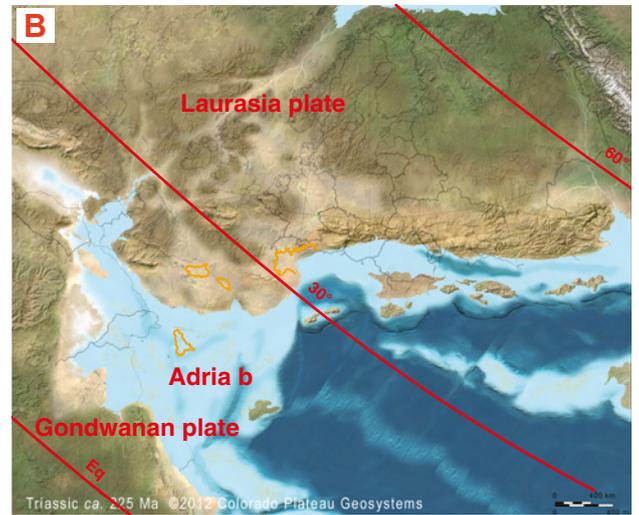
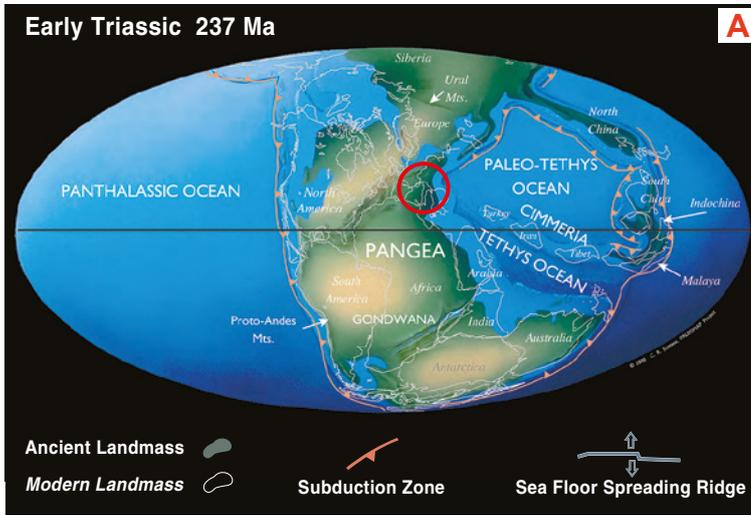
Veduta aerea della *Belize barrier reef*, barriera corallina nel Mar dei Caraibi dinanzi alle coste del Belize. L'area presenta una costellazione di atolli e banchi corallini assai simili a quelli esistenti nella regione dolomitica durante il Triassico.



3.1 Triassico (252 - 201 Ma)

Le rocce sedimentarie del Triassico si trovano diffusamente distribuite nelle Alpi meridionali e negli Appennini, in misura minore in Sicilia e in Sardegna. Al termine del Triassico l'area occupata dalla futura Italia si sviluppa tra le placche

Adria ed Europa, in un territorio dominato da un mare esteso e poco profondo, con vaste piane di marea e lagune a ridotta circolazione d'acqua, collegato più o meno gradualmente a bacini con fondali più profondi talora euxinici.



A. Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la posizione delle masse continentali nel Triassico inferiore. Il cerchio rosso indica la posizione del futuro territorio italiano.

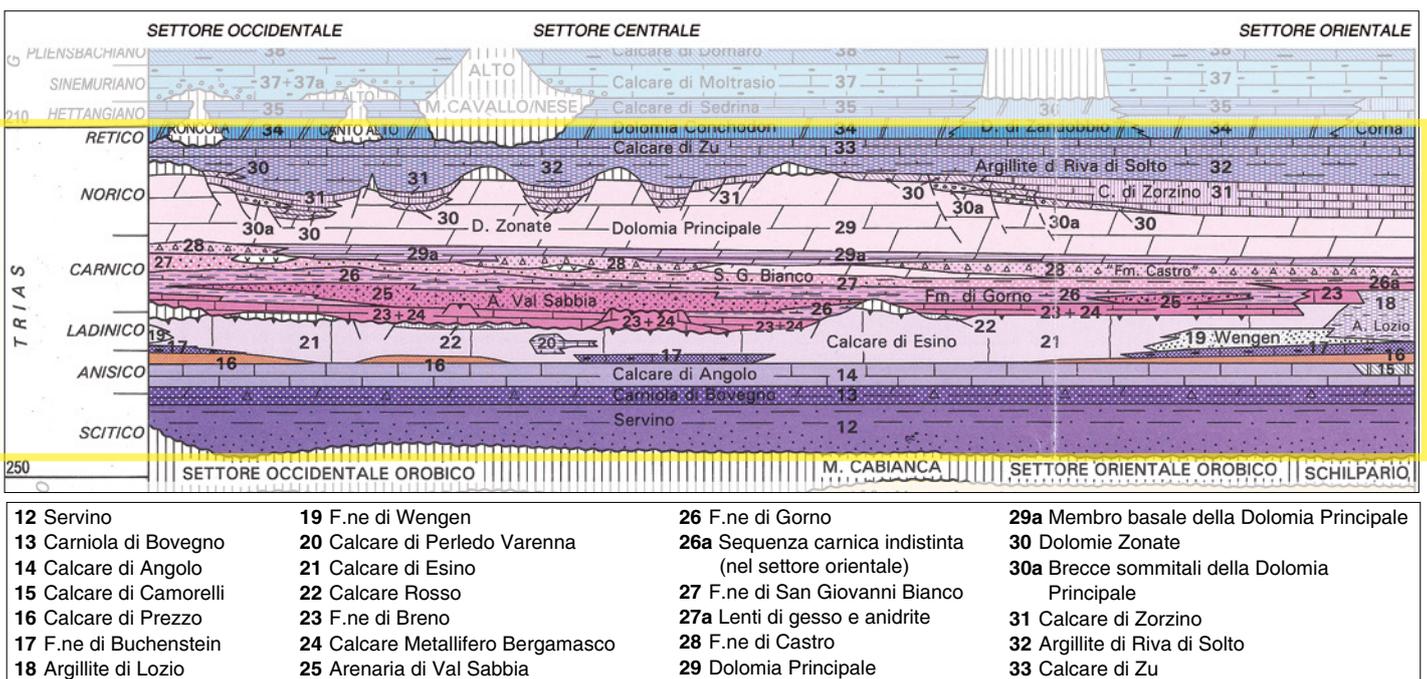
B. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da R. Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord America e del centro-nord Europa (Laurasia plate). Il nord Italia è appena accennato e sul promontorio africano (Adria - Gondwanan plate) si intravede la Sicilia. La Sardegna e la Corsica si trovano tra la penisola Iberica e la Francia meridionale. Le linee con 30°, 60° e Eq indicano rispettivamente l'ubicazione dei paralleli 30° nord, 60° nord e dell'equatore.

3.1.1 Sull'arco alpino, nelle **Prealpi lombarde** e nelle **Dolomiti**, si trovano successioni triassiche molto estese, di notevole spessore, relativamente preservate dalla deformazione tettonica e con buona continuità stratigrafica in senso verticale e laterale. La varietà dei tipi litologici, dovuta all'esistenza di cicli sedimentari trasgressivi/regressivi, e l'abbondante contenuto fossilifero consentono

un dettaglio ulteriore utile alla comprensione dei paleoambienti e sono di notevole importanza per determinare l'evoluzione paleogeografica. Una precisa suddivisione della successione, effettuata sulla base delle associazioni paleontologiche presenti nei sedimenti, ne permette, inoltre, una facile correlazione cronostratigrafica su scala locale, europea e intercontinentale.

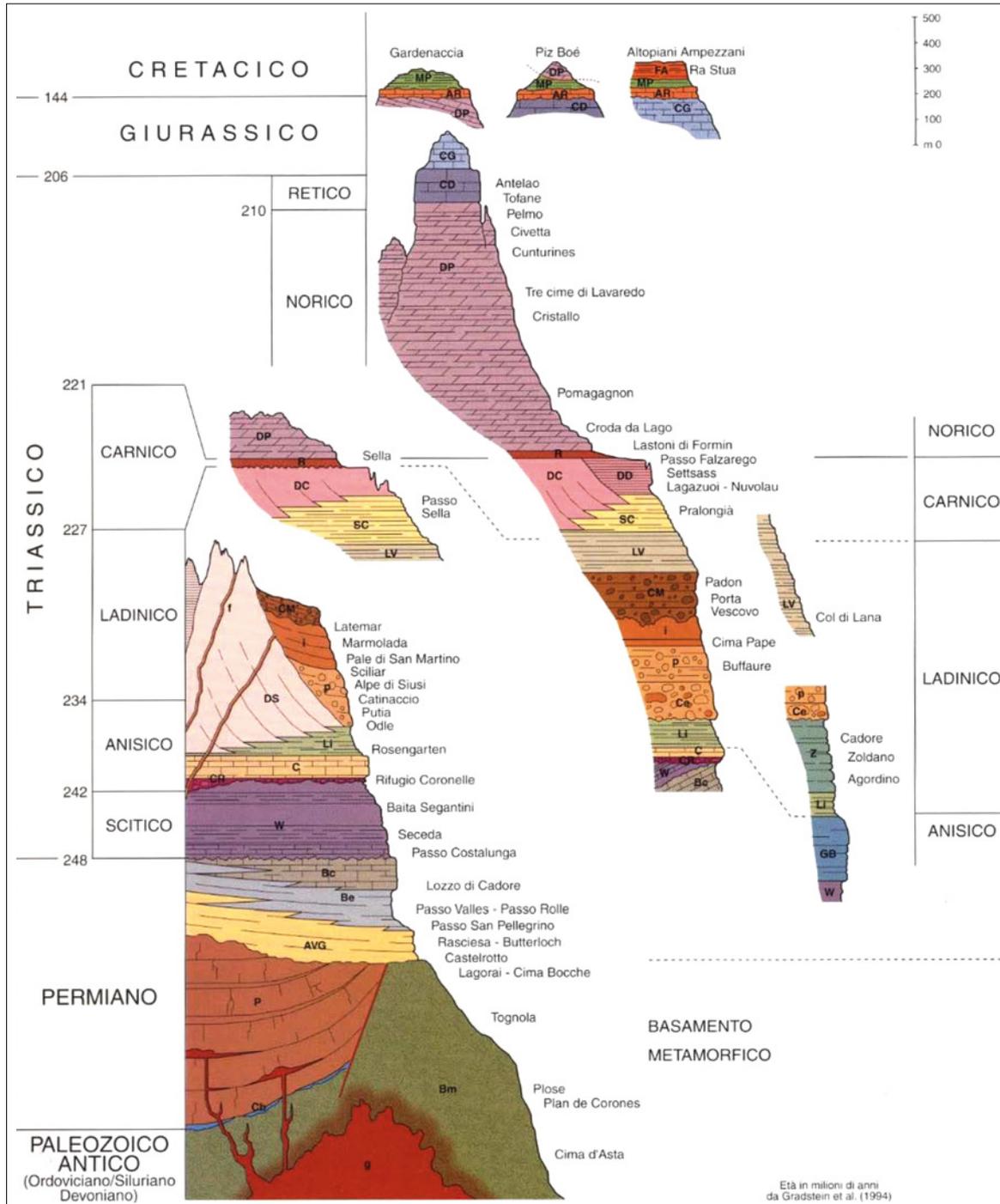
SCHEMA DELLA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA TRIASSICA NELLE PREALPI LOMBARDE

(Jadoul e Forcella 2000)



SCHEMA DELLA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA MESOZOICA NELLA REGIONE DOLOMITICA CON LE LOCALITÀ DI AFFIORAMENTO

(Bosellini, 1996)



- | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| FA Formazione di Antruilles | DC Dolomia Cassiana | f Filoni | Be Formazione a Bellerophon (evaporiti) |
| MP Marne del Puez | DS Dolomia dello Sciliar | LI Formazione di Livinallongo | AVG Arenarie di Val Gardena |
| AR Rosso Ammonitico | SC Formazione di San Cassiano | C Formazione di Contrin | P Porfidi |
| CG Calcarei Grigi | Lv Strati di La Valle o di Wengen | CR Conglomerato di Richthofen | Cb Conglomerato Basale |
| CD Calcare di Dachstein | CM Conglomerato della Marmolada | g formazioni del Gruppo di Braies | Bm Basamento Metamorfico |
| DP Dolomia Principale | i laloclastiti | W Formazione di Werfen | g Granito |
| R Formazione di Raibl | p Lave a Pillows | Bc Formazione a Bellerophon (calcarei neri) | |
| DD Dolomia di Durrenstein | Ce Caotico eterogeneo | | |

Anche se per tutto il Triassico si potrebbero schematicamente ridurre a tre i principali cicli sedimentari presenti nelle Prealpi lombarde e nelle Dolomiti, le situazioni litologiche e le variazioni paleoambientali sono più articolate ed è interessante descriverle con maggior dettaglio. All'inizio del Triassico la sequenza stratigrafica è caratterizzata da una generale trasgressione marina. Una rapida avanzata del mare sulle terre emerse è documentata dalla presenza di corpi rocciosi con tipica alternanza di depositi carbonatici e terrigeni misti varicolori. Questi indicano una sedimentazione in ambiente costiero e di mare basso con piane di marea, lagune, baie poco profonde e con locali e temporali emersioni (Formazione di Werfen e Servino). Proseguendo verso l'alto della sequenza, nell'area lombarda si trovano dei sedimenti evaporitici (Carniola di Bovegno), a suggerire un rallentamento nella trasgressione marina con ripristino di ambiente marino costiero a clima arido, mentre, verso l'area dolomitica, depositi fluviali su superficie erosiva sottolineano addirittura una riemersione con ritorno a condizioni di continentalità (Conglomerato di Richthofen).

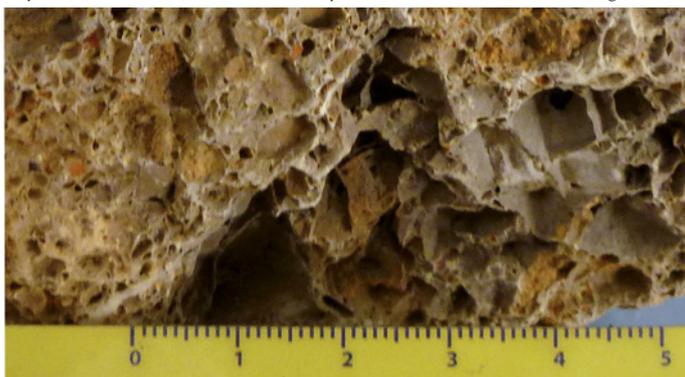
Segue un regime geodinamico distensivo, causato da tettonica transtensionale intracontinentale, che controlla la comparsa e lo sviluppo di un sistema di piattaforme carbonatiche e relativi bacini intrapiattaforma. Il ciclo sedimentario ricomincia con lo sviluppo di condizioni marine di bassa profondità, testimoniate dalla presenza nell'area lombarda di calcari ben stratificati in parte nodulari (Calcare di Angolo) che verso oriente lasciano il posto a dolomie di piattaforma (Dolomia di Serla).

Nel momento in cui la subsidenza inizia ad agire in modo diverso sulle differenti aree del fondale, s'instaurano zone depresse, con bacini relativamente profondi, affiancate da zone rialzate di piattaforma carbonatica. Il perdurare del regime distensivo porta nel settore occidentale a un approfondimento generalizzato con sedimentazione di calcari fini e argille nerastre ricche di materia organica (Calcare di Prezzo), mentre, nell'area dolomitica, una situazione morfologica di alto strutturale mantiene una sedimentazione di fanghi carbonatici di piattaforma (Formazione di Contrin). Nel Triassico medio su tutto il territorio s'instaurano ampie piattaforme carbonatiche, rappresentate prevalentemente da dolomie e calcari di origine organica, con spessore massimo attorno ai 1000 metri, che si originano in un ambiente di scogliera con mare basso e clima caldo (Calcare di Esino, Dolomia dello Sciliar). Queste piattaforme sono separate da zone di bacino intrapiattaforma, cioè da bracci di mare più o meno ampi e profondi, a sedimentazione prevalentemente terrigena e talvolta in condizioni di fondo anossico (formazioni di Buchenstein, di Wengen, di Perledo-Varenna). Alla sommità della piattaforma si trovano talvolta serie di depositi evaporitici, rivelando così la tendenza a chiudere un ciclo sedimentario passando gradualmente a un ambiente lagunare ipersalino con lenta regressione marina. Nel settore lombardo, la sommità è addirittura troncata da una netta superficie erosiva, caratterizzata da brecce calcaree carsificate e paleosuoli rossastri, segno di periodi d'emersione anche prolungati (calcari rossi alla sommità del Calcare di Esino).



Lombardia (Passo di San Simone). Affioramento di Servino con strati verticalizzati.

Aspetto "cariato" dei sedimenti evaporitici nella Carniola di Bovegno.



Lombardia. Ammoniti nel Calcare di Prezzo.

Laminazioni algali nel Calcare di Esino. Presolana (Alpi Orobiche).





Cortina d'Ampezzo. Fossili di bivalvi (*Megalodon hornesi*) rinvenuti nelle dolomie triassiche.



Lombardia (Prealpi Orobiche). Affioramento di Argilliti di Riva di Solto.

Nel Triassico medio-superiore l'ambiente marino viene in parte ripristinato, permettendo lo sviluppo di nuove condizioni favorevoli all'espansione su vaste aree delle piattaforme carbonatiche.

Nel settore lombardo, la ripresa della subsidenza è segnalata dalla presenza di calcari e dolomie biocostruiti (Formazione di Breno), lateralmente accompagnati da calcari neri sottilmente stratificati, depositati in ampie lagune (Formazione di Gorno). Gli accumuli con alternanza di arenarie, argilliti e vulcanoclastiti (Arenarie di Val Sabbia) sono invece connessi ad apparati deltizi alimentati da corsi d'acqua provenienti da terre emerse. Nel settore dolomitico, la piattaforma carbonatica (Dolomia Cassiana) presenta margini di scogliera ben definiti che s'interdigitano con sedimenti torbiditici verso le aree di bacino (Formazione di San Cassiano). Sedimenti terrigeni e localmente evaporitici, presenti alla sommità della serie (Formazione di San Giovanni Bianco, Gruppo di Raibl), manifestano poi, ancora una volta, una tendenza regressiva con chiusura del ciclo sedimentario.

Sul finire del Triassico, un importante evento trasgressivo accompagna il ritorno di un esteso e duraturo paesaggio di piattaforma carbonatica e di bacini intrapiattaforma. Ciò è testimoniato dalla presenza di un monotono com-

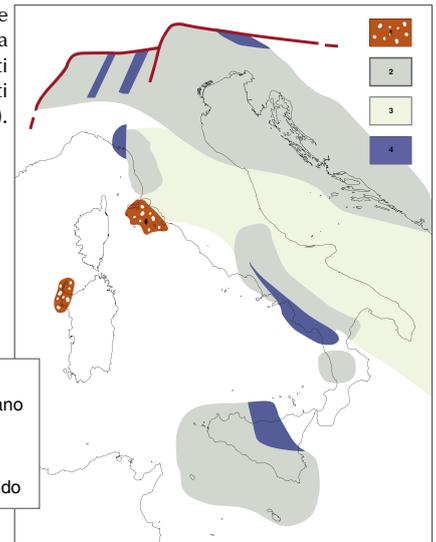
plesso sedimentario di piattaforma carbonatica, per gran parte dolomitico e stratificato in grossi banchi (Dolomia Principale), che può raggiungere quasi 2000 metri di spessore. Mentre nel settore delle Dolomiti la serie sedimentaria prosegue con calcari biancastri ben stratificati (Calcare di Dachstein), nel settore lombardo, con il passare del tempo, la piattaforma si fa più articolata per la presenza di zone a maggiore subsidenza. Alla successione di piattaforma si affiancano intercalazioni di sedimenti in ambiente con scarsa energia di bacini e lagune interne euxiniche, formati da calcari neri fetidi alla fratturazione per l'alto contenuto organico (Calcare di Zorzino). In questa formazione sono stati rinvenuti livelli particolarmente ricchi di vertebrati fossili, tra cui *Eudimorphodon ranzii*, il più antico rettile volante conosciuto. Depositi argilloso marnosi, abbondanti di materia organica (Argillite di Riva di Solto), segnalano l'iniziale tendenza a un abbassamento articolato del fondale in tutto il settore lombardo. Con la deposizione di calcari grigio scuri di ambiente marino stabile con acqua bassa e a più ampia circolazione (Calcare di Zu), la piattaforma carbonatica del Bacino Lombardo si estingue.

Le Tre cime di Lavaredo. La Dolomia Principale forma gran parte delle Dolomiti cadorine e ampezzane.



3.1.2 Nell'Appennino settentrionale, sono da segnalare limitati e isolati depositi triassici di piattaforma carbonatica nelle Alpi liguri (Dolomie di San Pietro ai Monti) e nella zona di La Spezia (Dolomie di Coregna). In Toscana, la piattaforma carbonatica è più esterna ed è rappresentata da sedimenti di ambiente lagunare con dolomie massicce, talora algali, con colonie coralline e di bivalvi (formazione dolomitica dei Grezzoni). Essa, come testimoniano i dati ottenuti dai sondaggi di prospezione effettuati dall'AGIP, si affianca verso est a vasti depositi di rocce evaporitiche tipiche di ambiente lagunare (Anidriti di Burano), sormontate da marne-calcaree tipiche di bassi fondali ricche di lamellibranchi *Rhaetavicula contorta* (Formazione del Monte Cetona), che si estendono fino alle piattaforme dell'Appennino meridionale.

Le rocce triassiche distribuite nella penisola italiana testimoniano ambienti di sedimentazione differenti (da Bosellini, 2005).



1. conglomerati e arenarie
2. evaporiti tipo Anidriti di Burano
3. rocce carbonatiche tipo Dolomia Principale
4. calcari silicei di mare profondo

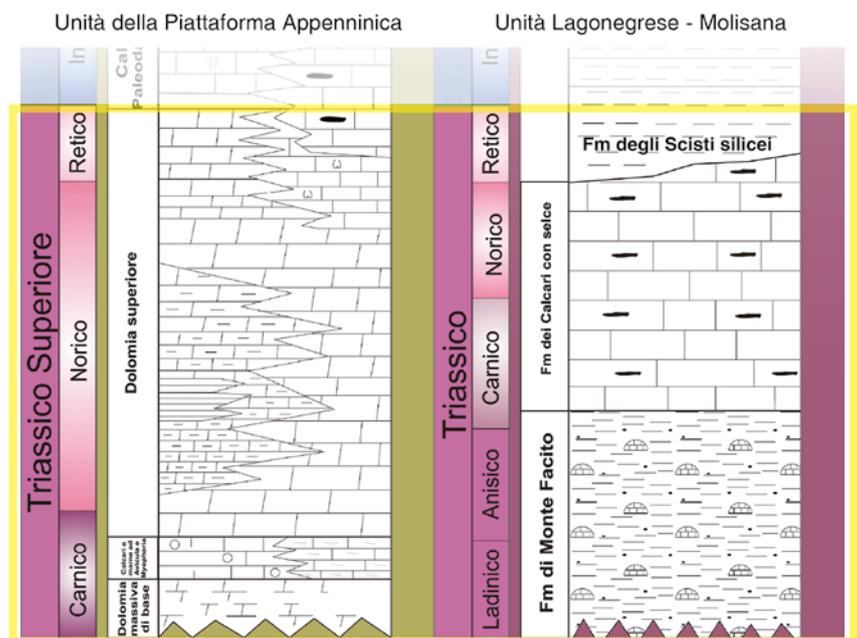
SCHEMA STRATIGRAFICO DELLE SUCCESIONI TRIASSICHE NELL'AREA TOSCO-UMBRO-MARCHIGIANA

(Archivio UniPg)

TEMPO	UNITÀ	SPEZIA	APUANE	W TOSCANA	E TOSCANA	UMBRIA	serie ridotte	MARCHE	
	Pliensbach.	Cs	MS	Calcare selcifero					
LJ	Sinemuriano	RA		RA		Corniola			LJ
	Hettangiano	Angulati	MC		Calcare Massiccio		Calcare Massiccio	Calcare Massiccio	201
UT	Retico	Fm. della Spezia	Grezzoni				Form. M. Cetona		
	Norico				Anidriti di Burano				UT
	Carnico	D. Coregna	F. di Vinca	Fm. M. Serra	Fm. di Tocchi				
MT	Ladinico	F. di M. Marcello			Fm. M. Serra	"Verrucano"			237
	Anisico	F. di Punta Bianca		Fm. M. Verruca	MO				MT
LT	"Scitico"				Fm. Civitella M.				247
									252
P	Dzulfiano				Fm. Poggio al Carpino				P
	Sakmariano			Scisti di S. Lorenzo					299
C	Oreburg.								C

3.1.3 Nell'Appennino meridionale, la diffusione degli affioramenti delle serie stratigrafiche triassiche tipo "Dolomia Principale" nella successione dei Monti Picentini e dei Monti della Maddalena (Formazione Dolomia Superiore), consente di tratteggiare i limiti delle piattaforme carbonatiche campano-lucana, abruzzese-campana e Apula, separate dai bacini Lagonegrese e Molisano con depositi di mare profondo a sedimentazione calcareo-marnosa silicea e radiolariti (Formazione di Monte Facito e Formazione dei Calcari con Selce).

SCHEMA STRATIGRAFICO DELLE SUCCESIONI TRIASSICHE NELL'APPENNINO MERIDIONALE



Esempio di affioramento calcareo-marnoso della Formazione di Monte Facito.

3.1.4 In **Sicilia** la diffusa e spessa successione triassica di dolomie, marne ed evaporiti rappresenta articolati depositi di scogliera e di laguna tipici di piattaforma carbonatica (domini Panormide, Trapanese-Saccense e Ibleo),

mentre depositi pelagici, costituiti da calcari marnosi con lenti e noduli di selce e argilliti (formazioni Mufara e Scillato), documentano l'esistenza del bacino Imerese Sicano.

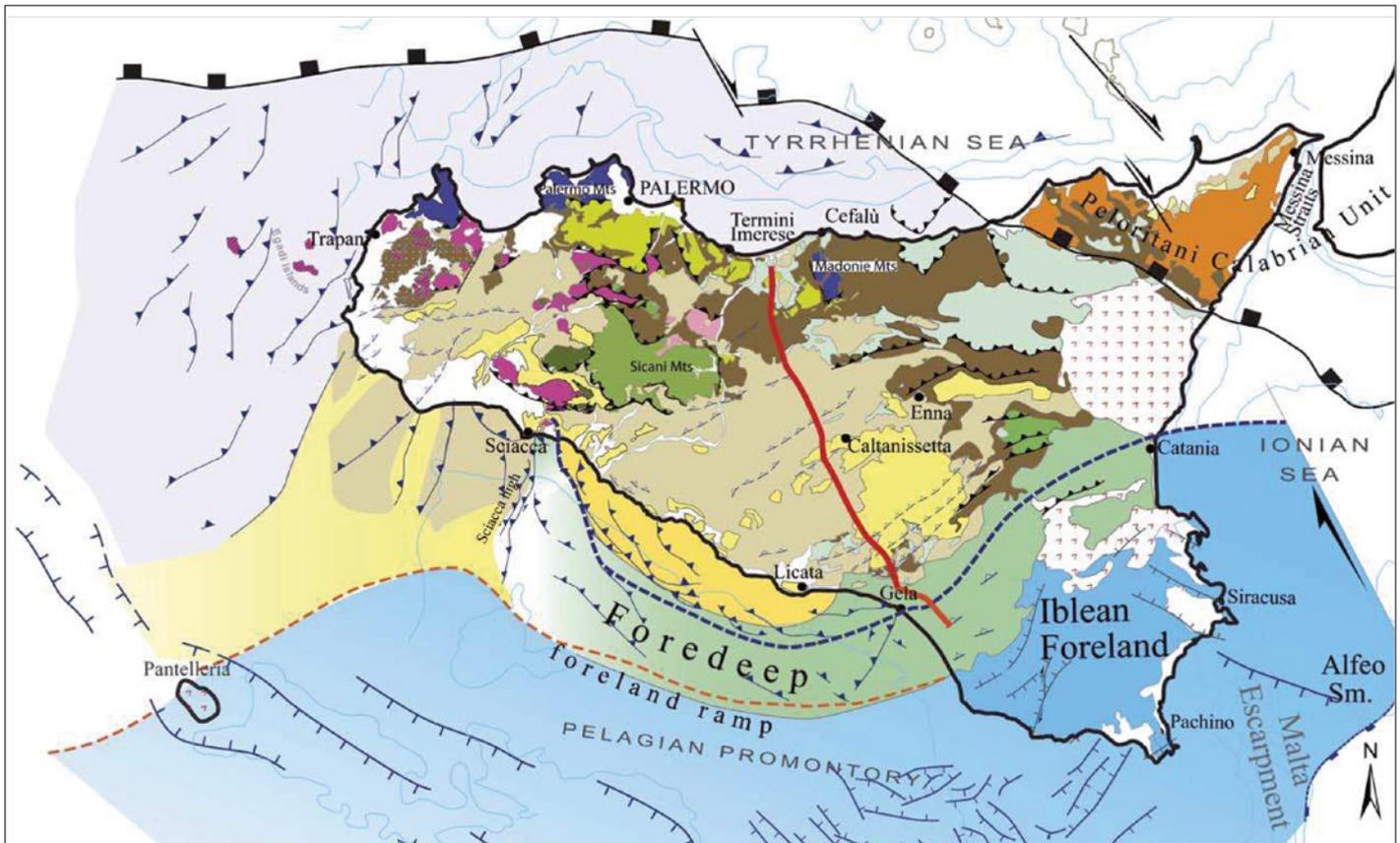
SCHEMA DELLA SUCCESSIONE STRATIGRAFICA TRIASSICA IN SICILIA

(APAT - CNR)

AGE		M.Y.	Tectonic events	STRATIGRAPHY AND FACIES DOMAINS							
MES	TRIASSIC	Early	Rifting	PLAT. LMS (MEDOLO)		PLAT. LMS GAP	SLOPE DOLOSTONE (FANUSI) CHERTY LMS (SCILLATO) MARLS & CALCILUT. (MUFARA)	CALC. TURBIDITES	INTRAPL. BASIN Fm. Inici	CHERTY LMS	Fm. Inici
		Late		RED SANDSTONE		PLATFORM LIMESTONES AND DOLOSTONES		CHERTY LMS	Fm. Sciacca	Fm. Sciacca VOLCANITES	
		Middle						NODULAR LMS BEDDED CHERTS AND TUFFITES	PLATFORM LMS AND DLS	Fm. Sciacca (VIZZINI)	
		Early									
		248									
								SILICICLASTIC TURBIDITES			
DOMAINS				CALABRIAN	SICILIDE	PANORMIDE	IMERESE	SICANIAN	TRAPANESE SACCENSE	HYBLEAN	
LOCATIONS				Peloritani Mts.	Nebrodi Mts.	Palermo-Madonie Mts.	Palermo to Madonie Mts.	Southern Sicily Judica area	Central Western Sicily	Southeastern Sicily	

MAPPA GEOLOGICA STRUTTURALE DELLA SICILIA

(Catalano et alii, 2000)

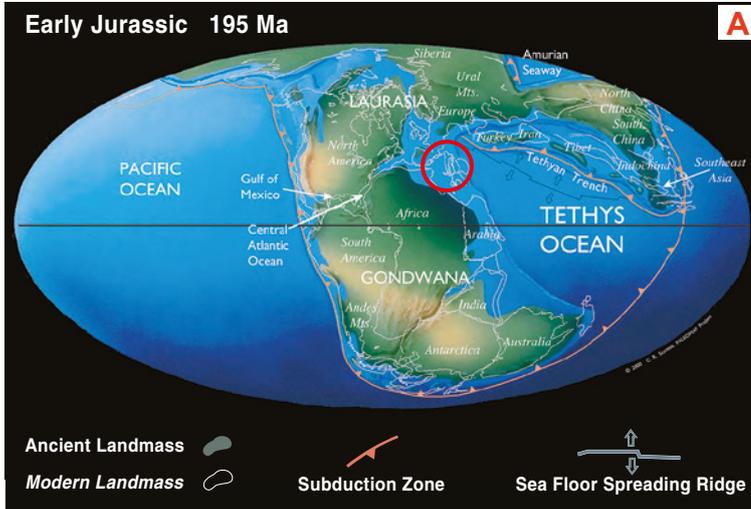


Quaternary overlap	Sicilide units (SC)	Trapanese-Saccense (TP) to Iblean Pelagian (IB) platform units	Normal faults
Gela foredeep basin (FD)	Oligo-Miocene deformed Foreland basin	Submerged Fold and Thrust Belt	Normal faults (Neogene Rift System)
Tertiary-Quaternary volcanic rocks	Lercara units	European/African boundary	Buried and submerged main thrusts
E. Pleistocene - L. Pliocene wedge top basin deposits (PD)	Imerese (IM) and Sicilian (SI) basinal units	Buried or submerged Gela Thrust System Front	Tectonic surfaces
E. Pliocene - L. Miocene wedge top basin deposits (TD)	Saccense-Sicilian transition Genuardo unit	Boundary of undeformed Pelagian (African) Carbonate margin (BUPP)	Bathymetry
Offshore undistinguished G.T.S. extension	Panormide platform units	Main thrusts	Si.Ri.PRo
Paleozoic igneous and metamorphic units			

3.2 Giurassico (201 - 145 Ma)

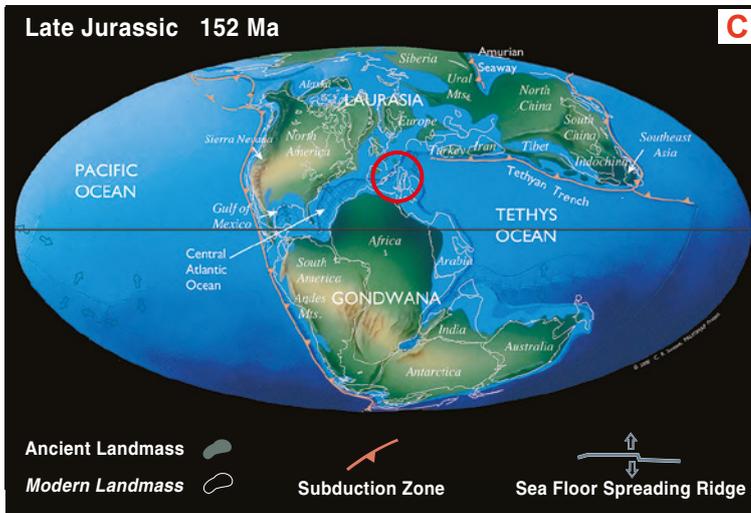
L'intero periodo è bene rappresentato sul versante italiano delle Alpi, anche se con notevoli distinzioni regionali dovute all'alternanza di alti e bassi strutturali legati all'instaurarsi di un regime tettonico distensivo, che porta all'apertura di un profondo tratto di mare chiamato Oce-

ano Ligure-Piemontese. Questa lacerazione crostale, che separa le Alpi occidentali, la Sardegna e la Corsica (margini continentali europei) da Alpi meridionali e Appennini (margine continentale africano), controlla interamente la morfologia giurassica del territorio.



A. e B. Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la posizione delle masse continentali nel Giurassico. Il cerchio rosso indica la posizione del futuro territorio italiano.

C. e D. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da Ron Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord America e del nord Europa ancora uniti (Laurasia plate). Sono visibili il nord Italia, la Sardegna e la Corsica, che si trovano tra la penisola Iberica e la Francia, mentre sul promontorio africano (Gondwanan plate) si intravede la Sicilia (Adria). Le linee con 30°, 60° e Eq indicano rispettivamente l'ubicazione dei paralleli 30° nord, 60° nord e dell'equatore.

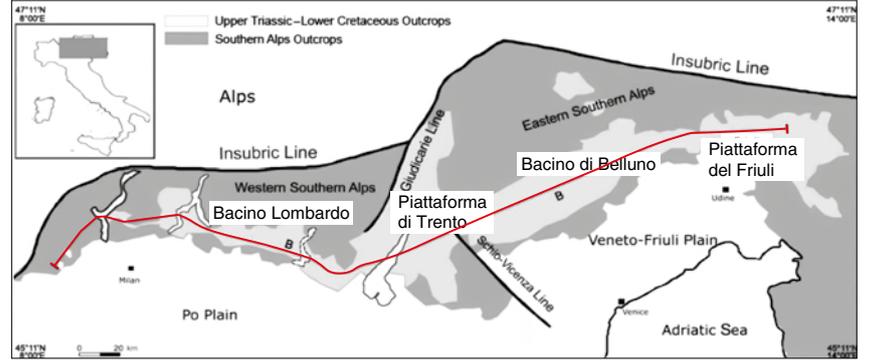


3.2.1 Nelle Alpi centro-orientali e specificamente nella provincia geologica delle Alpi meridionali, porzione settentrionale della più vasta Placca Adria di pertinenza africana, si hanno da ovest a est: il bassofondo del Bacino Lombardo, l'alto strutturale trentino della Piattaforma Veneta, la fossa del Bacino Bellunese e l'alto strutturale della Piattaforma Friulana, con rispettive diverse caratteristiche di deposizione dei sedimenti. La continuità delle successioni sedimentarie esposte e la ridotta complessità strutturale hanno consentito di delineare un significativo quadro paleogeografico della zona, speculare rispetto a quello delle Alpi occidentali. Le faune a molluschi del

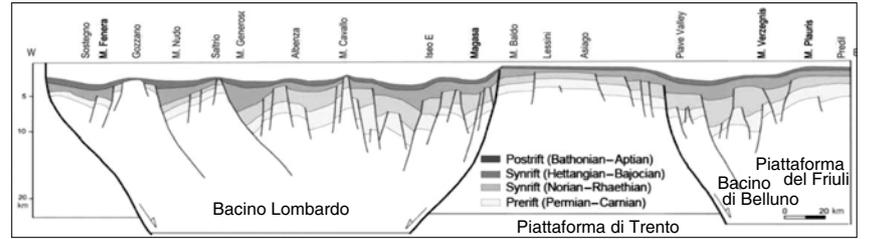
Giurassico, tra le più ricche e illustrate d'Europa, permettono di completare il quadro con sicure correlazioni locali e continentali. All'inizio del Giurassico prima del rifting, in tutta la regione alpina centro-orientale come pure in Italia centrale, si assiste a un diffuso riaffermarsi delle condizioni di piattaforma carbonatica. L'ambiente di mare basso e laguna, in condizioni di stabilità, è testimoniato dalle tipiche formazioni di calcari e calcari-dolomitici chiari generalmente a stratificazione massiccia con banchi a coralli e grossi bivalvi coloniali (Dolomia a Conchodon, Corna e Calcari Grigi). Dalla frammentazione dell'estesa piattaforma carbonatica

nei primi momenti di rifting, il paesaggio si fa più articolato con alcuni settori in cui si conserva la situazione di piattaforma e altri in rapida subsidenza a dare condizioni di mare profondo. Nel Bacino Lombardo, anche se non simultaneamente in tutta l'area, si assiste a un progressivo e articolato abbassamento del fondale per subsidenza; ciò da luogo a estese aree depresse, dove si depositano serie di calcari pelagici grigio-nocciola ben stratificati, talvolta con liste e noduli di selce. Questi sedimenti carbonatici di bacino, tipicamente torbiditici, possono essere spessi oltre 1000 metri (formazioni di Moltrasio e Domaro del Gruppo del Medolo). Affiancate si trovano zone sottomarine di modesta ampiezza, più rilevate, con minor sedimentazione a dare una serie condensata di calcari e calcari-marnosi nodulari compatti di colore rossastro per lo più ammonitiferi (Rosso Ammonitico Lombardo).

Fig. A. Quadro paleogeografico con Alpi meridionali nel Mesozoico (Masetti et al., 2012)

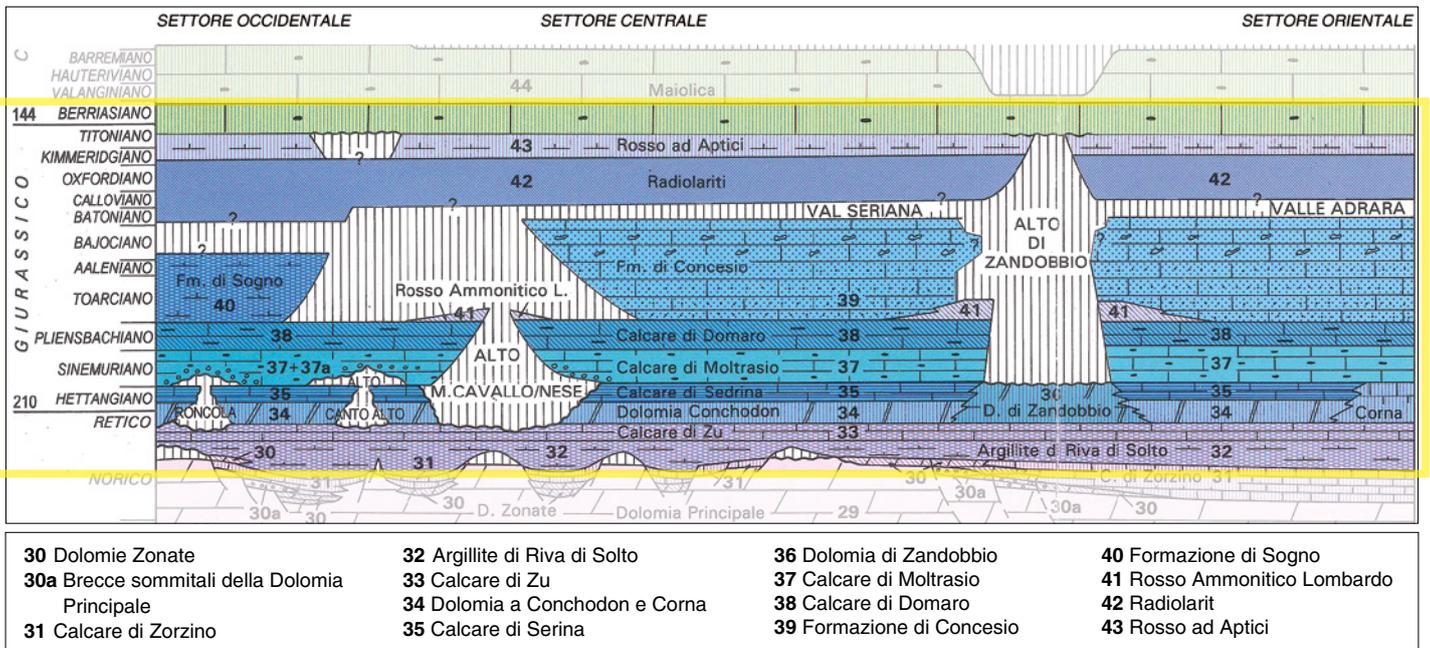


Sezione stratigrafica attraverso i domini strutturali lungo il transetto in rosso di Fig. A



Schema della successione stratigrafica giurassica nelle prealpi lombarde

(Jadoul e Forcella 2000)



Prealpi Lombarde. Esempio di aptice nella Formazione Rosso ad Aptici.

Con l'ulteriore approfondimento del bacino nel Giurassico medio, i sedimenti pelagici da carbonatici (Formazione Concesio) diventano silicei (Radiolariti), una volta che il fondale marino supera per subsidenza la profondità di compensazione dei carbonati. Di seguito alla Formazione Rosso ad Aptici, al

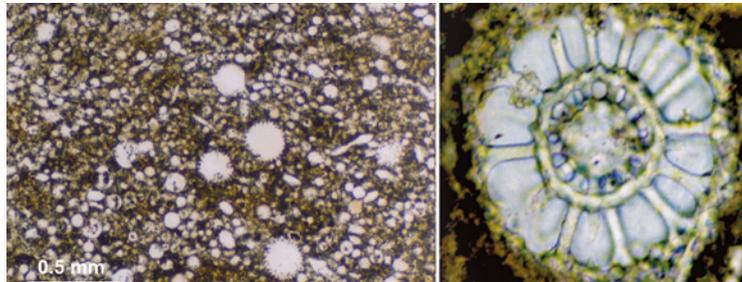
limite tra la fine del Giurassico e l'inizio del Cretaceo, con il sollevarsi relativo del fondale si deposita una formazione calcarea di origine pelagica, una tipica calcilutite

bianca di aspetto porcellanaceo ben stratificata con liste e noduli di selce, ricca di frammenti di gusci calcarei di nannoplancton (Maiolica).

Contemporaneamente a quanto avviene nel settore lombardo, sull'alto strutturale trentino le condizioni di sedimentazione cambiano quando, a metà periodo, si sviluppa la fase trasgressiva giurassica che annega parzialmente la Piattaforma carbonatica Veneta. La Piattaforma è sommersa da un mare epicontinentale e si trasforma in un plateau pelagico, con presenza talvolta di aree emerse, come documentato dalle impronte di dinosauri trovate ai Lavini di Marco presso Rovereto. A differenza di quanto osservato nel Bacino Lombardo, alla serie dei Calcari Grigi

seguono, in continuità, i depositi di calcari nodulari di limitato spessore tipicamente rossastri caratteristici di alto strutturale (Rosso Ammonitico Veneto). Poi, analogamente a quanto avviene nel settore lombardo, al limite tra Giurassico e Cretaceo si deposita un caratteristico calcare di origine pelagica, il Biancone, peculiare calcilutite bianca di aspetto porcellanaceo ben stratificata con liste e noduli di selce ricca di frammenti di gusci calcarei di nannoplancton (= Maiolica).

Nel complesso si riscontra che, man mano ci si sposta verso est, la tettonica distensiva per l'apertura del tratto oceanico ligure-piemontese ha sempre meno effetto, e così la subsidenza. Nel Bacino di Belluno, nello stesso periodo, continuano a depositarsi le serie di sedimenti di mare profondo: calcari grigi selciferi intercalati con sedimenti torbiditici, calcari marnosi selciferi ben stratificati talora nodulari, calcari nodulari rossastri e infine calcari biancastri a grana finissima (Calcari Grigi del Friuli, formazioni di Soverzene, di Igne, Calcare del Vajont, Rosso Ammonitico Superiore, Biancone).



(Sopra) Radiolari al microscopio in sezione sottile.

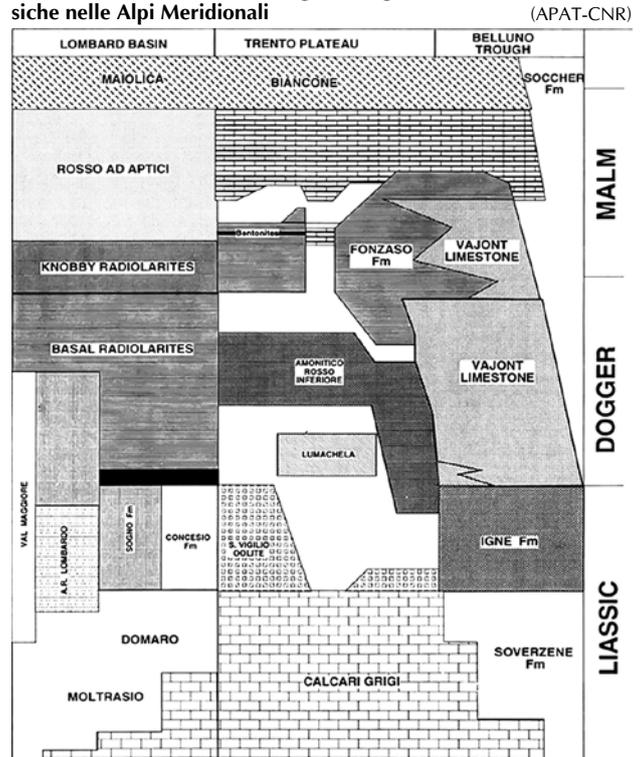
(In basso) Trentino. Impronte di dinosauro nella Serie dei Calcari Grigi affioranti ai Lavini di Marco presso Rovereto.

Nella Piattaforma Friulana lo sviluppo di depositi di calcari corallini biocostruiti tipici di piattaforma carbonatica (Calcari del Cellina, Calcari ad Ellipsactinie, Calcari di Monte Cavallo) non s'interrompe fino a quando, addirittura nell'Eocene, annergerà anch'essa per subsidenza venendo poi ricoperta da flysch.

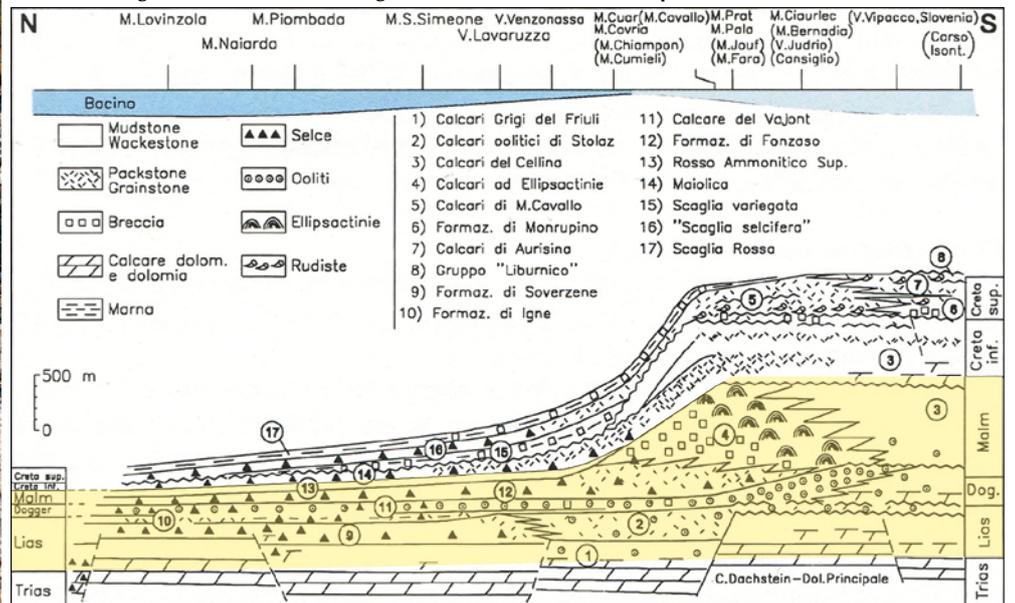


Alpi Lombarde. Affioramento di Rosso Ammonitico Lombardo con ammoniti sulla superficie di strato.

Schema delle successioni stratigrafiche giurassiche nelle Alpi Meridionali



Schema stratigrafico della successione giurassico-cretacea nelle Prealpi Friulane

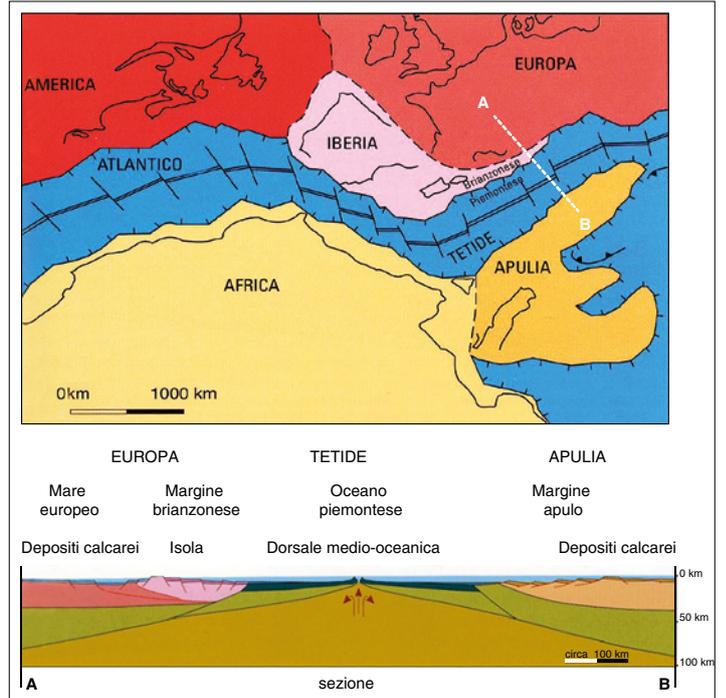


3.2.2 Nelle Alpi occidentali, rocce sedimentarie riferibili al Giurassico affiorano molto limitatamente e la ricostruzione paleogeografica delle serie stratigrafiche risulta difficile per complicazioni tettoniche, grado metamorfico e scarsità di fossili.

Mentre sul margine continentale apulo si estende il Bacino Lombardo, sulla porzione del margine continentale europeo la piattaforma carbonatica viene frammentata in un mosaico di bacini e altifondi strutturali per l'apertura dell'Oceano Ligure-Piemontese. Dal dominio Provenzale-Delfinese posto a ovest, con tipiche condizioni di bacino, si passa verso est all'alto del Brianzonese, a cui segue una serie di ripide scarpate di faglia del Prepiemontese, prevalentemente distensive e disposte nordest-sudovest, di raccordo con il fondo dell'oceano. Mentre il Brianzonese alla sommità dei depositi triassici mostra una superficie di erosione generalizzata, che indica un'emersione giurassica, ai piedi della fascia di raccordo della scarpata verso il fondale oceanico si trovano accumuli di torbiditi dello spessore di alcune centinaia di metri, costituite da breccie poligeniche associate ad alternanza di arenarie (Breccie di Monte Galero).

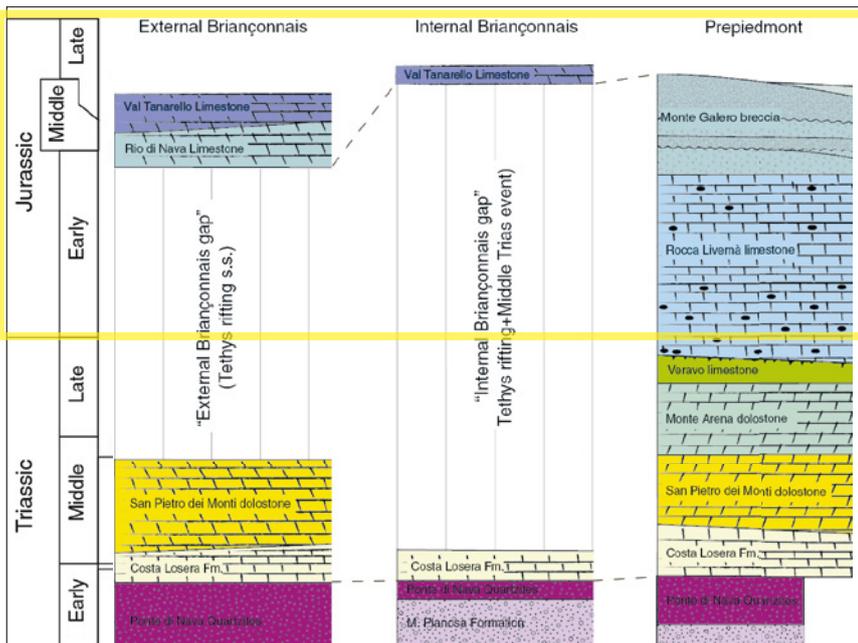
Anche se esula dal discorso sulle rocce sedimentarie, alcune litologie (poi deformate e metamorfosate dall'orogenesi alpina) testimoniano ancora il loro legame originario con il fondo dell'Oceano Ligure-Piemontese esistente a partire dal Giurassico medio tra la placca Europea e la placca Apula. Sull'intero arco alpino e appenninico, a delineare la linea di sutura tra le placche, sono presenti affioramenti di serpentiniti (Ofoliti) associate a calcescisti con micascisti, filladi e quarzoscisti (serie dei Calcescisti con Pietre Verdi). Queste rocce metamorfiche rappresentano rispettivamente le tipiche rocce magmatiche di crosta oceanica con sopra sedimenti marini.

L'Oceano Ligure-Piemontese nel Giurassico medio superiore (M. Marthaler)



Liguria. Le Breccie di Monte Galero.

Schema stratigrafico delle successioni giurassiche nelle Alpi occidentali



Distribuzione delle Ofoliti affioranti in Italia e aree limitrofe



3.2.3 Nell'Appennino settentrionale, le testimonianze geologiche che si trovano nelle unità dell'Autoctono apuano e della Falda toscana consentono di ricostruire un panorama per molti aspetti simile a quello del Bacino Lombardo nell'arco alpino.

All'inizio del Giurassico anche nell'area toско-umbro-marchigiana, come per il settore lombardo, si assiste a un esteso riaffermarsi delle condizioni di piattaforma carbonatica, testimoniate dalla presenza di una spessa sequenza di calcari e calcari-dolomitici biancastri ben stratificati con alto contenuto fossilifero tipicamente di ambiente di piattaforma (Calcare Massiccio).

Il panorama cambia con l'avvio della lacerazione crostale, che porta alla creazione dell'Oceano Ligure-Piemontese. Il bacino si articola in alti e bassi strutturali, separati da faglie a diverso orientamento; in esso si accumula una serie di sedimenti pelagici, soprattutto calcareo-silicei, in grandi spessori nelle aree depresse e in successioni condensate in corrispondenza delle zone a subsidenza ridotta. La sequenza stratigrafica nel Giurassico inferiore comincia con un calcare grigio a grana fine, omogeneo e ben stratificato, con liste e noduli di selce (Corniola), per passare a un'alternanza di strati di marne e calcari rossastri nodulari che si riducono fino quasi a scomparire nelle sequenze condensate (Rosso Ammonitico). Con il successivo approfondimento del bacino nel Giurassico medio, i sedimenti da calcarei biancastri possono diventare marnosi fini, talora nodulari e di colore rossastro, con presenza di gusci sottili di bivalvi pelagici (Calcari e Marne a Posidonia). Poi, sul finire del Giurassico, si sedimentano calcari pelagici con aptici, calcari diasprigni e radiolariti, questi ultimi quando il fondale è al di sotto del limite di compensazione dei carbonati (Diaspri Toscani, Calcari Diasprigni). Al limite tra Giurassico e Cretaceo, come avvenuto per l'area alpina centro-orientale, si depositano i calcari a grana finissima, la calcilutite bianca di aspetto porcellanaceo ben stratificata con liste e noduli di selce ricca di frammenti di gusci calcarei di nannoplancton (Maiolica).

Tra le aree lombarda e toscana, si segnala la presenza nel sottosuolo della circoscritta Piattaforma giurassica di Bagnolo, individuata grazie allo studio delle stratigrafie effettuate durante le prospezioni petrolifere nella pianura padana.



Marche. La Formazione Calcare Massiccio nella Gola del Furlo.

Toscana. Affioramento di Calcari Diasprigni in una cava.



Schema stratigrafico delle successioni giurassiche nell'area toско-umbro-marchigiana

(Archivio UniPg)

TEMPO	UNITÀ	SPEZIA	APUANE	W TOSCANA	E TOSCANA	UMBRIA	serie ridotte	MARCHE	
	Berrasiano	Maiolica	Calceceisti e Cipollini				Maiolica		145
UJ	Titonico				Diaspri				
	Kimmeridg.	Diaspri		Cs Val di Lima		Calcari Diasprigni		Calcari Diasprigni	UJ
	Oxfordiano								163
MJ	Calloviano		Marmo di Roccandaglia		Marne a Posidonia		Bugarone	Calcari a Posidonia	MJ
	Baiociano	Marne a Posidonia		Marne a Posidonia	Marne a Posidonia	Calcari a Posidonia		Calcari a Posidonia	
	Aaleniano		Calceceisti						
	Toarciano								174
	Pliensbach.	Cs	MS		Calcare selcifero			RA + M del Serrone	
LJ	Sinemuriano	RA		RA		Corniola		RA + M del Serrone	LJ
	Hettangiano	Angulati	MC		Calcare Massiccio		Calcare Massiccio	Calcare Massiccio	201
	Retico	Fm. della	Grezzoni				Form. M. Cetona		

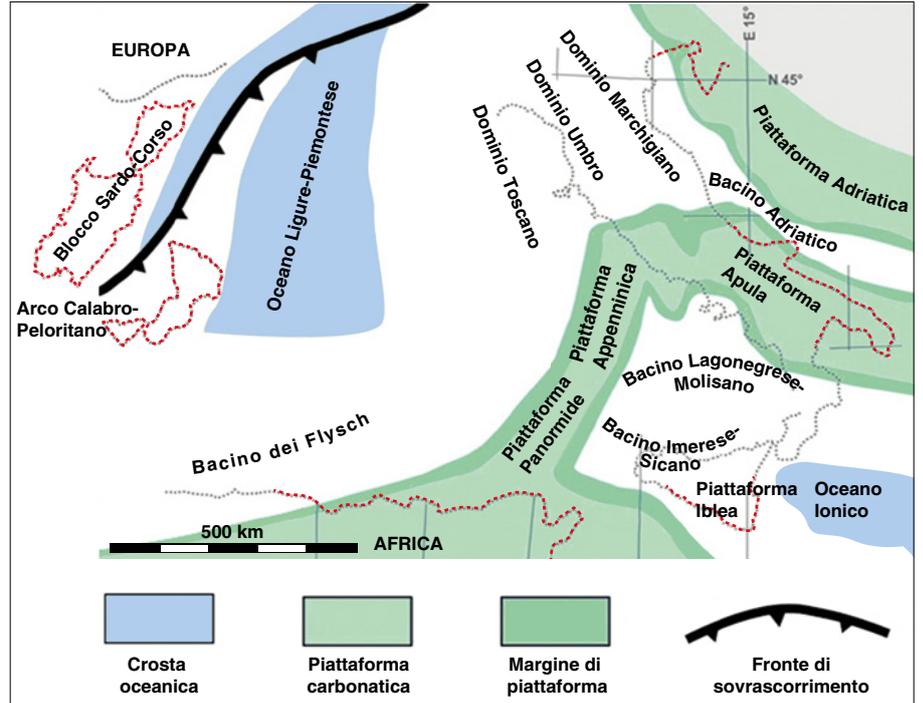
3.2.4 Nell'Appennino meridionale il rifting dell'Oceano Ligure-Piemontese non provoca cambiamenti sostanziali del quadro paleogeografico.

Durante il Giurassico, nell'area di scogliera della Piattaforma carbonatica Abruzzese-Campana, così come nella Piattaforma Campano-Lucana, si trovano prevalentemente successioni monotone di calcari grigi, ricchi di alghe dasycladacee, talvolta dolomitizzati (Calcari a paleodasycladus, Calcari Oolitici e Calcari a Clypeina).

Nel Bacino Lagonegrese, posto tra la Piattaforma Campano-Lucana e la Piattaforma Apula, continua la sedimentazione di mare profondo con depositi di argilliti selciferi, selci radiolaritiche e radiolariti con intercalazioni di calcari spesso silicizzati (Formazione degli Scisti Silicei).

Sulla Piattaforma Apula, è soprattutto

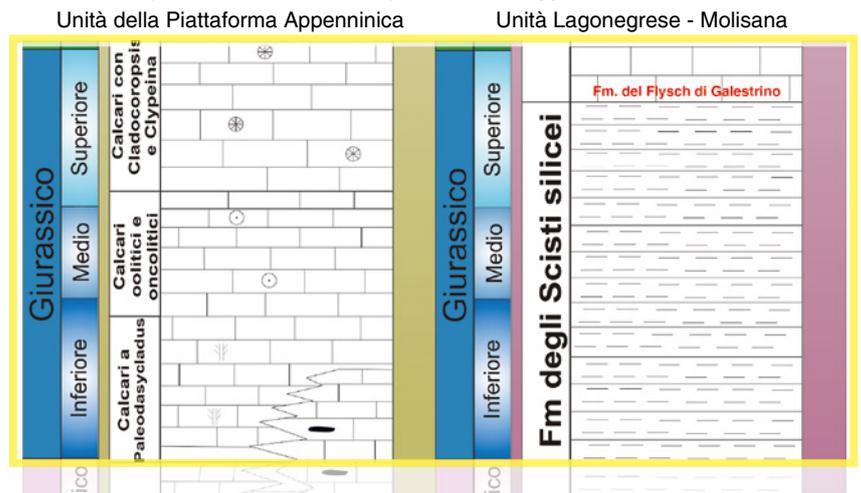
Ricostruzione paleogeografica dell'Appennino meridionale durante il Giurassico (Cortese e Ciarcia, 2013)



Basilicata. Affioramento della Formazione degli Scisti Silicei.



Schema stratigrafico della successione giurassica nell'Appennino meridionale

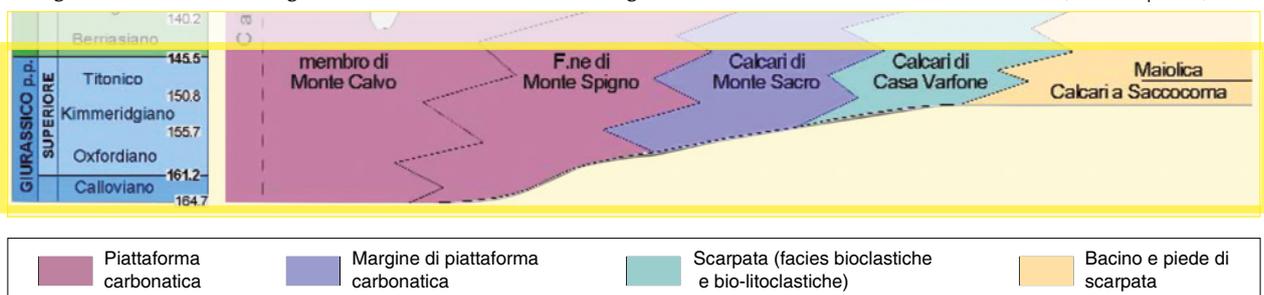


nell'attuale Gargano che si incontrano le peculiarità stratigrafiche e paleontologiche di una delle regioni con la più ricca, completa e meglio studiata testimonianza dell'evoluzione geologica mesozoica, nonché cenozoica e quaternaria, dell'intera area mediterranea. Da ovest verso est,

si riconoscono differenti fasce litostratigrafiche identificabili come zona di scogliera carbonatica (Formazione di Monte Spigno), di margine di piattaforma (Calcari di Monte Sacro), di scarpata (Calcari di Casa Varfone) e di bacino al piede della scarpata (Maiolica).

Schema stratigrafico delle successioni giurassiche nel Promontorio del Gargano

(mod. Graziano, 2001 e Spalluto, 2005)



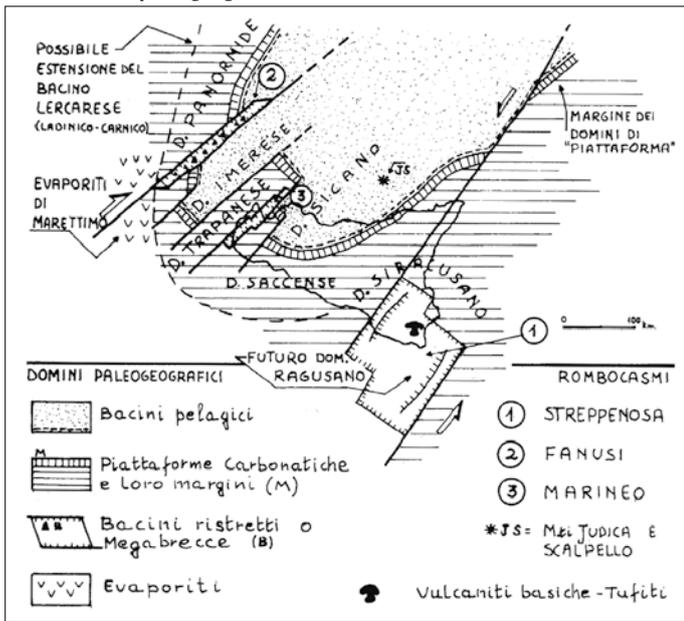
3.2.5 Nella zona della **Sicilia**, all'inizio del Giurassico in concomitanza con l'apertura della Neotetide, le aree di piattaforma e di bacino conservano ancora le forme acquisite nel periodo precedente. Nel Giurassico medio, la tettonica transtensiva provoca l'allargamento e l'approfondimento del Bacino Imerese con deposizione di radiolariti (unità basali della Formazione Crisanti) e avvia la frammentazione delle piattaforme carbonatiche Panormide e Trapanese. In quest'ultima si assiste all'apertura di nuovi bacini romboidali intrapiattaforma come quelli di Marineo e di Erice. Nel Bacino di Marineo, tramite un pozzo di prospezione AGIP, è documentata una successione sedimentaria calcareo-argillosa nerastra che dal Liassico perdura fino al Miocene con quasi 3000 metri di spessore.

Schema delle successioni giurassiche in Sicilia

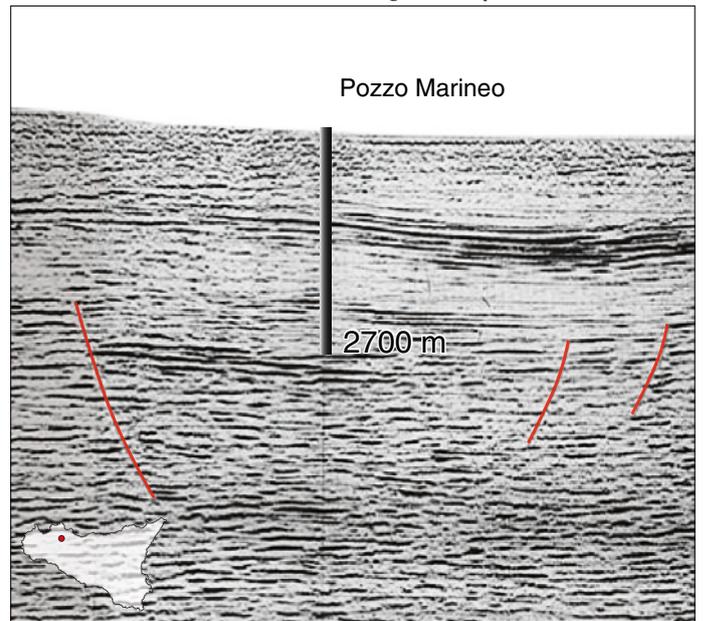
(APAT - CNR)

AGE		M.Y.	Tectonic events	STRATIGRAPHY AND FACIES DOMAINS									
MESOZOIC	JURASSIC	144	Transension	PLATF. LMS	LIMESTONES	PLATFORM LMS	SEDIMENTARY MARLS BEDDED CHERTS	Formazione Hybla					
				CALPIONELLID LMS	CALPIONELLID MARLY LMS	SLOPE CARB.	AND CALCIRUDITES (CRISANTI)	CALPIONELLID LIMESTONES		VOLCANITES AMMONITICO ROSSO			
	Late							VOLCANITES		VOLCANITES			
	Middle			AMMONITICO ROSSO		AMMONITICO ROSSO		RADIOLARITES AND MARLS		AMMONITICO ROSSO			
	Early	213		PLAT. LMS (MEDOLO)		PLATF. LMS GAP		SLOPE DOLOSTONE (FANUSI)	CALC. TURBIDITES	INTRAPL. BASIN	Fm. Inici	STREPPENOSA	Fm. Inici
				RED SANDSTONE				CHERTY LMS (SCILLATO)	CHERTY LMS	Fm. Sciacca		Fm. Sciacca	
DOMAINS				CALABRIAN	SICILIDE	PANORMIDE	IMERESE	SICANIAN	TRAPANESE SACCENSE	HYBLEAN			
LOCATIONS				Peloritani Mts.	Nebrodi Mts.	Palermo-Madonie Mts.	Palermo to Madonie Mts.	Southern Sicily Judica area	Central Western Sicily	Southeastern Sicily			

Ricostruzione paleogeografica dell'area siciliana durante il mesozoico



Ubicazione e stratigrafia del pozzo Marineo (AGIP)



Sicilia. Sotto il Castello di Caccamo affiorano breccie a rudiste appartenenti alle unità sommitali della Formazione Crisanti.



Sicilia. Radiolariti policrome della Formazione Crisanti, intensamente piegate, sul versante orientale del Monte Vassallo.

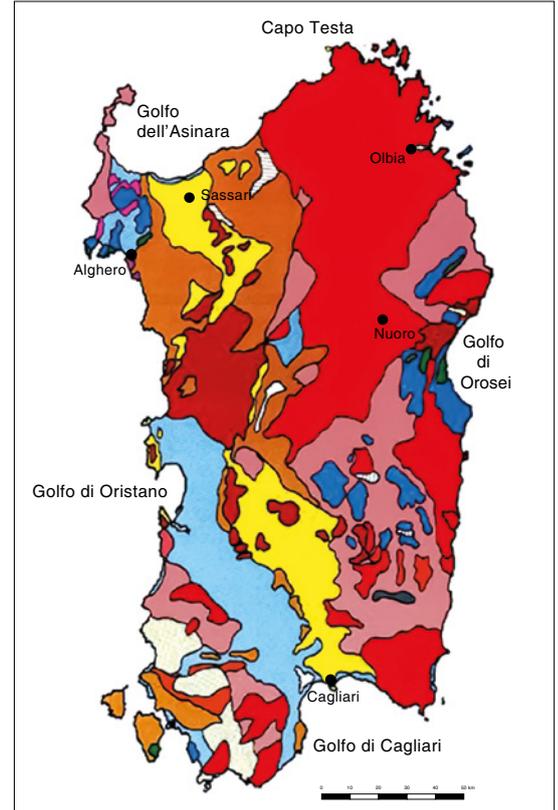


3.2.6 In **Sardegna** durante il Giurassico si assiste a una trasgressione marina che sommerge quasi completamente l'isola. Affioramenti di questo periodo si trovano un po' ovunque e documentano un'estensione delle formazioni maggiore di quanto oggi rimasto testimone nei due principali bacini di sedimentazione. Nel bacino occidentale (Nurra, Sulcis) la successione del periodo ha uno spessore massimo di 700 metri ed è costituita da sedimenti carbonatici di ambiente marino su piattaforma continentale. Nel più importante bacino orientale (Ogliastra, Barbagia) la successione giurassica, spessa al massimo 800 metri, è costituita in prevalenza da dolomie e calcari con ammoniti. Alla base della serie sedimentaria si trovano arenarie, conglomerati e argille lacustri discordanti su substrato scistoso paleozoico. In questo caso, la superficie di discontinuità è ricoperta da una spessa crosta limonitico-emattica, probabile residuo di un paleosuolo lateritico formatosi alla fine del Triassico.

Sardegna. Panoramica dei Tacchi di Jerzu, Ulassai e Osini.



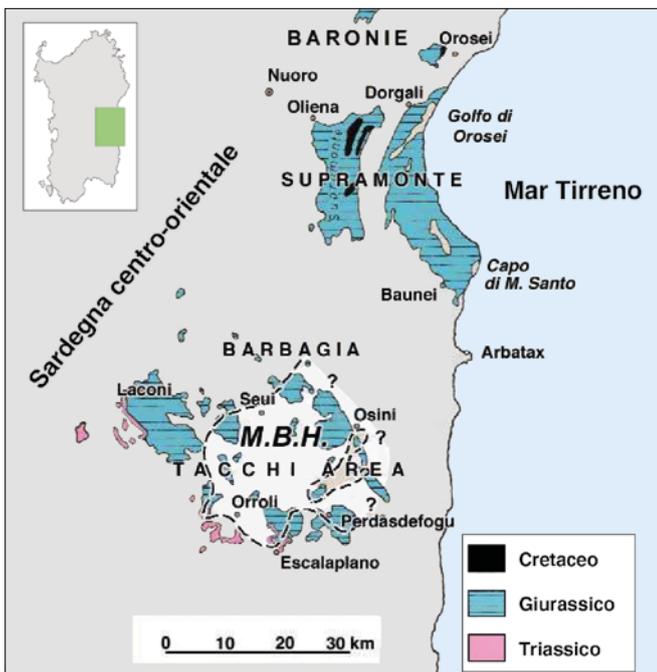
Mappa geologica schematica della Sardegna



MESOZOICO		
Cretaceo	■	calcari
Giurassico	■	calcari, dolomie, argilliti
Triassico	■	arenarie, calcari, dolomie, marne, gessi

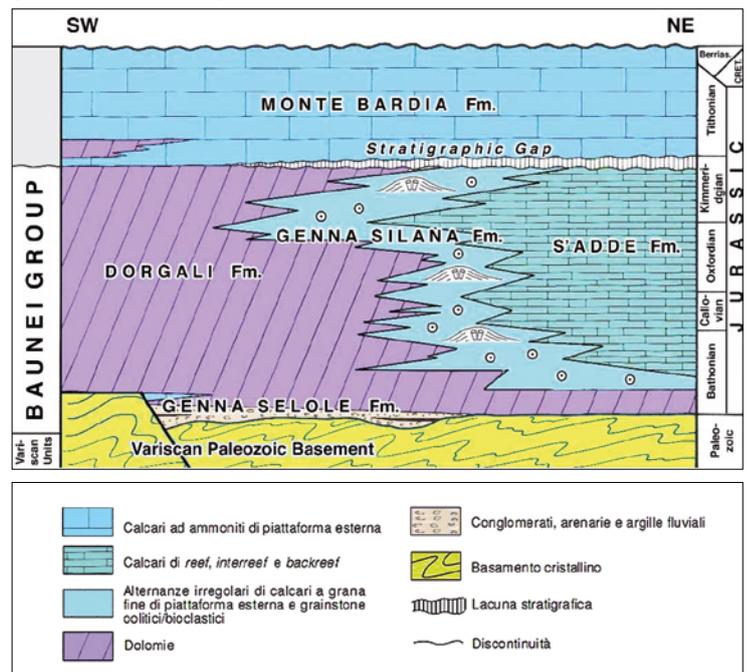
Schemadegliaffioramentimesozoici della Sardegna Orientale

(Costamagna, 2007)



Schema dei rapporti stratigrafici della successione giurassica nella Sardegna orientale

(Costamagna, 2007)

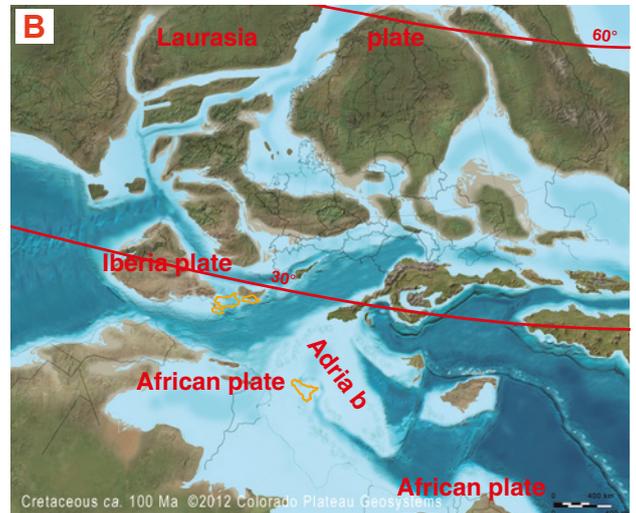
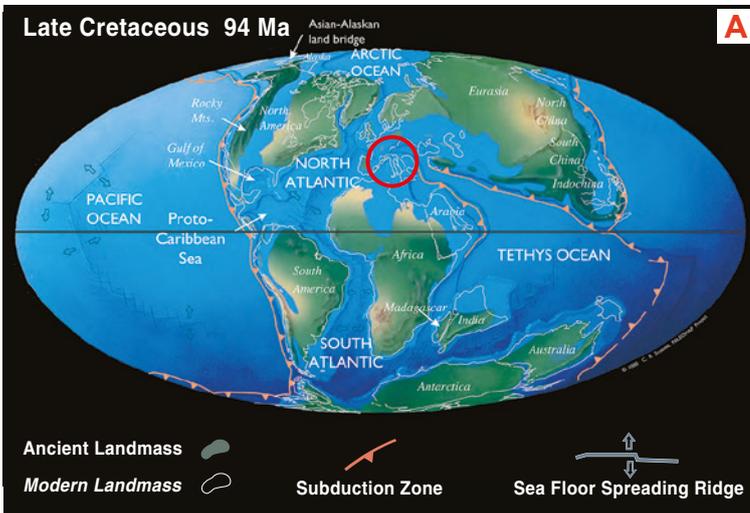


3.3 Cretaceo (145 - 66 Ma)

Il passaggio tra Giurassico e Cretaceo è un momento di relativa stabilità tettonica e, come descritto per il periodo precedente, è contraddistinto da formazioni pelagiche (Maiolica, Biancone).

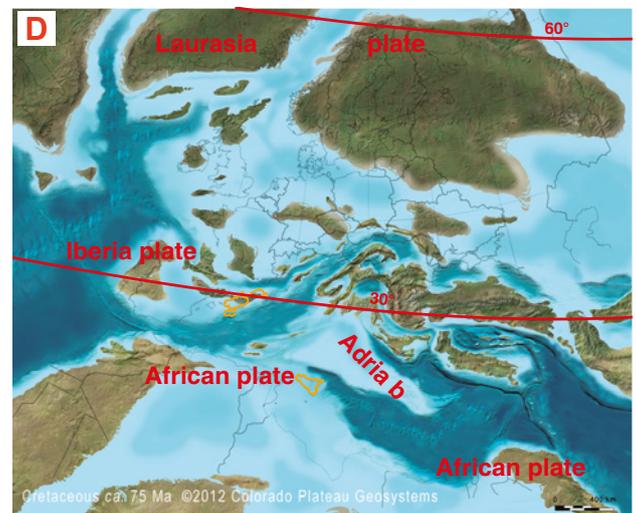
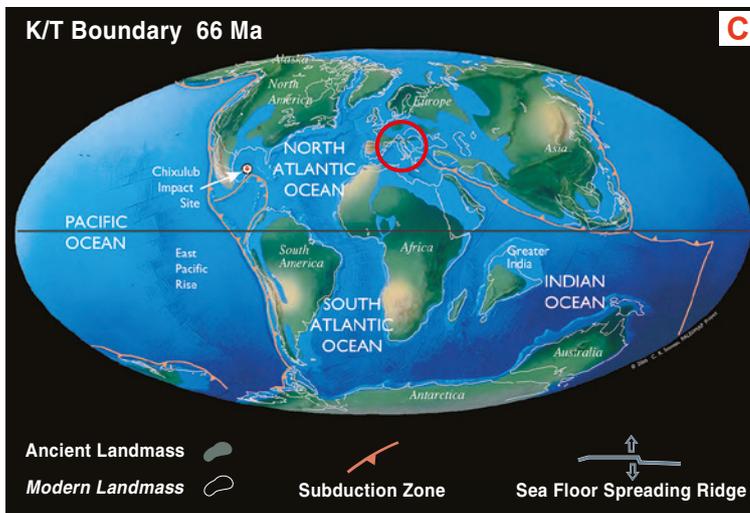
La distribuzione quasi ubiquitaria di queste unità porta alla ricostruzione di un panorama relativamente sempli-

ce, con ambienti di mare aperto largamente distribuiti contigui a condizioni di piattaforma carbonatica. Successivamente, per gran parte del periodo, con il mutare delle condizioni geodinamiche si depositano le sequenze sedimentarie terrigene e, limitatamente, di piattaforma carbonatica.



A. e B. Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la posizione delle masse continentali nel Cretaceo. Il cerchio rosso indica la posizione del futuro territorio italiano.

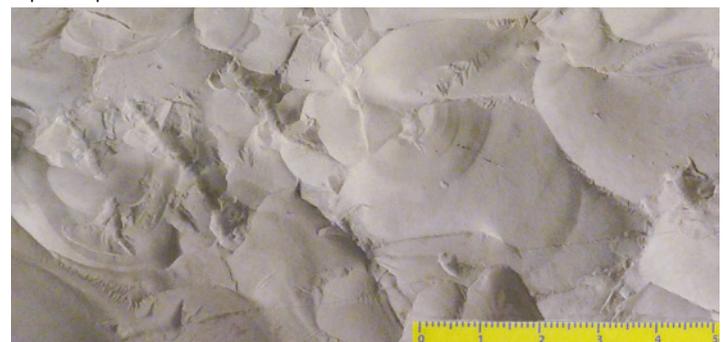
C. e D. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da R. Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord Europa (Laurasia plate), con Sardegna, Corsica e Calabria tra la penisola Iberica e la Francia. Sul promontorio africano (African plate) si intravede la Sicilia a ridosso di Adria. Le linee con 30° e 60° indicano rispettivamente l'ubicazione dei paralleli 30° nord e 60° nord.



3.3.1 Le successioni sedimentarie stratigraficamente più complete e meglio utilizzabili, per ricostruzioni paleogeografiche del Cretaceo su ampia scala, affiorano sul versante meridionale delle **Alpi centro-orientali**, in una fascia prospiciente la pianura.

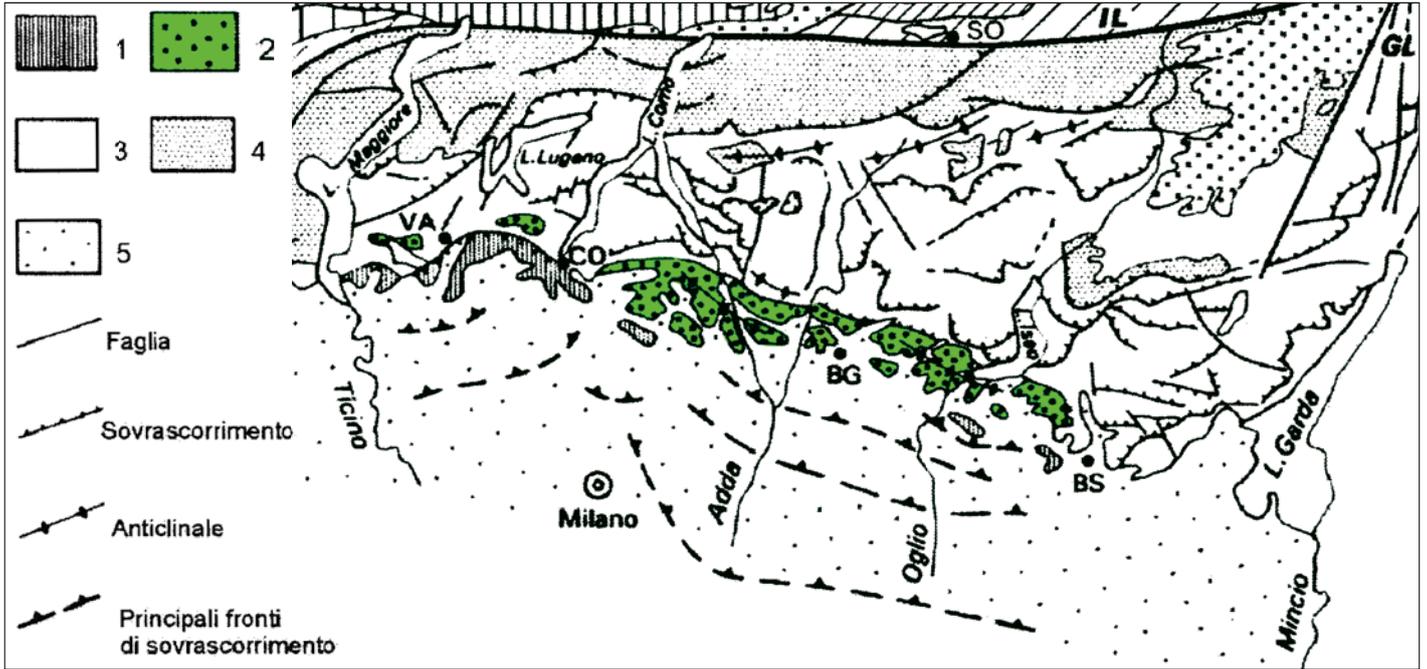
All'inizio del Cretaceo, nel settore occidentale dove si trova il Bacino Lombardo, perdurano condizioni pelagiche di sedimentazione, mentre ad est, sulla Piattaforma Veneta e Friulana, persistono caratteristiche di mare basso. Nel settore lombardo si deposita la Maiolica, calcare di origine pelagica, tipica calcilutite bianca di aspetto porcellanaceo.

Tipico aspetto della Maiolica.



Schema geologico delle Alpi meridionali lombarde

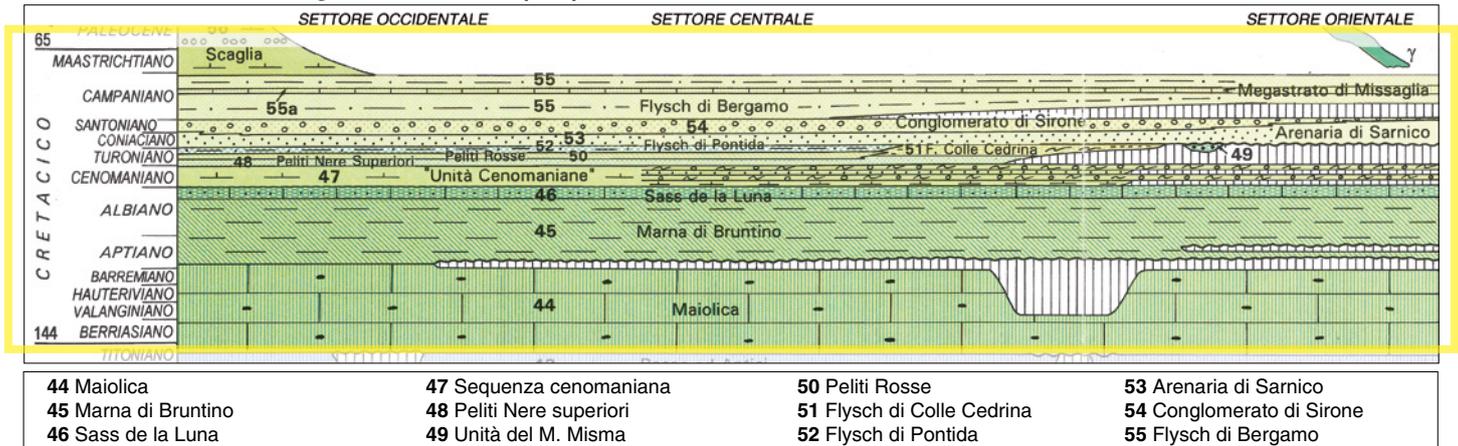
(mod. Bersezio et alii, 1993)



1. Sequenza terrigena oligo-miocenica (Gonfolite s.l.); 2. Sequenza terrigena del Cretaceo superiore (Serie dei Flysch); 3. Successione sedimentaria pre-Cretaceo superiore; 4. Basamento cristallino; 5. Sedimenti plio-quadernari; IL Linea Insubrica; GL Linea delle Giudicarie

Schema della successione stratigrafica cretacea nelle prealpi lombarde

(Jadoul e Forcella 2000)

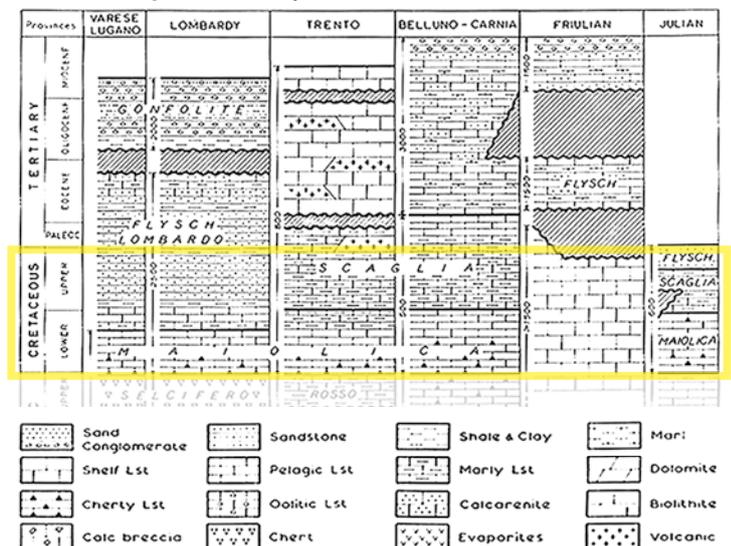


Nella serie sedimentaria del bacino, sopra le marne e i calcari marnosi pelagici (Scaglia Variiegata, Marne di Bruntino), si depositano per tutto il Cretaceo superiore delle spesse sequenze sedimentarie terrigene, prevalentemente torbiditiche con arenarie e peliti in vari rapporti, i cosiddetti flysch.

Le differenze litologiche delle sequenze sono tali che è possibile distinguere diversi sistemi torbiditici. Alla base c'è una formazione marnosa a torbiditi fini (Sass de la Luna), poi un sistema con alternanza di arenarie e peliti abbondanti in strati sottili (Flysch di Pontida), una successione marnoso arenacea (Flysch di Colle Cedrina), una formazione a spessi e compatti strati arenacei (Arenaria di Sarnico), un corpo roccioso prevalentemente conglomeratico (Conglomerato di Sirone) e arenarie silicoclastiche e calcareniti in strati medi sottili (Flysch di Bergamo, Pietra di Credaro). Le tracce delle paleocorrenti e la natu-

Schema stratigrafico delle Alpi meridionali

(Pieri, 1969)



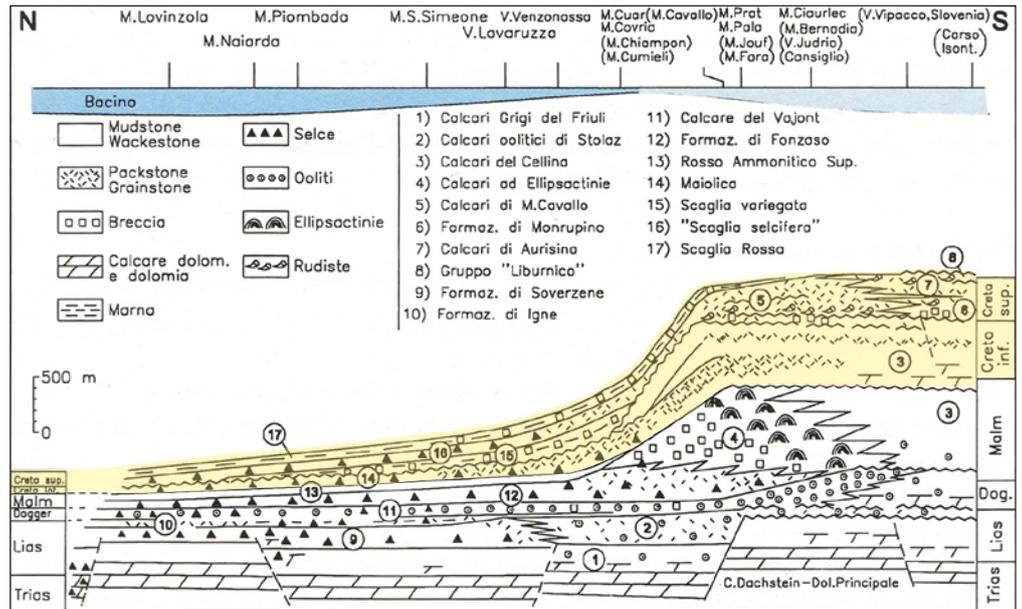
ra dei materiali clastici presenti nelle sequenze dei flysch indicano indirettamente che la catena alpina, localizzata a nord, sta progressivamente innalzandosi ed emergendo. L'erosione dei rilievi alimenta il bacino, disposto grossomodo est-ovest, che in questo caso si configura come l'avanfossa in evoluzione al fronte meridionale delle future Alpi, originate dal progressivo avvicinamento della placca africana alla placca europea. Nella Piattaforma Veneta, analogamente a quanto avviene nel settore lombardo, durante il Cretaceo inferiore si deposita il medesimo calcare di origine pelagica, denominato Biancone (= Maiolica).

Per il resto del periodo, a differenza di quanto avviene per il Bacino Lombardo, le condizioni di altofondo pelagico consentono una sedimentazione relativamente omogenea di marne argillose e marne calcaree definite con il termine generico di "scaglia". La serie inizia con calcari marnosi e marne di colore verdastro, nerastro e rossastro, ben stratificati, che passano a calcareniti selciferi e calciruditi in banchi (Scaglia Variegata). Successivamente, con il diminuire degli apporti terrigeni fini, si fanno prevalenti i calcari selciferi debolmente argillosi, grigiastri verdastri e rosati, a grana fine e sottilmente stratificati (Scaglia Selcifer). Per finire, con l'aumentare degli apporti terrigeni, predominano depositi marnosi di colore generalmente rossastro a stratificazione indistinta privi di selce (Scaglia Rossa).

La Piattaforma Friulana, sviluppata al margine settentrionale della placca Adria, si estende lungo la costa dalmata conservando una sua identità durante tutto il Cretaceo come complesso di scogliera costituito da calcari biocostruiti in strati massicci (Calcare di Monte Cavallo, Formazione di Monrupino, Calcari di Aurisina).

Schema stratigrafico della successione giurassico-cretacea nelle Prealpi Friulane

(Venturini e Tunis, 2002)



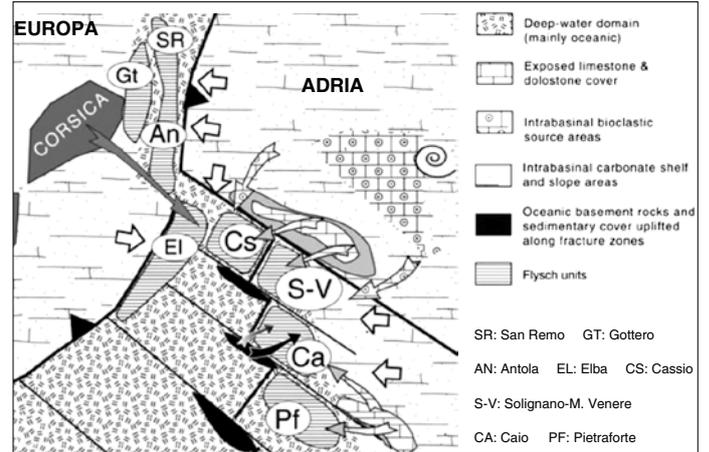
(Sopra) Lombardia. Affioramento di Flysch di Bergamo.

(A lato) Friuli. Maniago, Monte S. Lorenzo. Passaggio stratigrafico dal Calcare di Monte Cavallo alla Scaglia, al Flysch.

3.3.3 In Appennino settentrionale, un'estesa successione sedimentaria prevalentemente argillosa, chiamata "Complessi di Base", è ritenuta il substrato delle unità flyschoidi deposte nel Cretaceo superiore. Tra queste unità, affini a quelle coeve presenti nelle Alpi occidentali, le formazioni più significative del periodo sono Flysch di Monte Cassio, Flysch di Ottone (talvolta definiti nel complesso come "flysch ad elmintoidi"), Flysch del Monte Caio, Flysch di Monte Antola e Arenarie del Monte Gottero. Come osservato nelle Alpi Liguri (Arenarie di Bordighera e Flysch di San Remo), anche qui si trovano depositi riferibili a un ambiente di conoide sottomarina collocata al piede della scarpata continentale europea, rappresentati dalla formazione Arenarie del Monte Gottero, che si estendono verso l'oceano aperto mescolandosi ai sedimenti pelagici dei Flysch di Monte Antola e Flysch di Monte Cassio. Queste monotone formazioni torbiditiche, costituite da arenarie calcaree in strati gradati alternate ritmicamente ad argille marnose, si estendono su aree

Schema paleogeografico della deposizione delle torbiditi durante il Cretaceo superiore-Paleocene nel bacino dell'Oceano Ligure-Piemontese

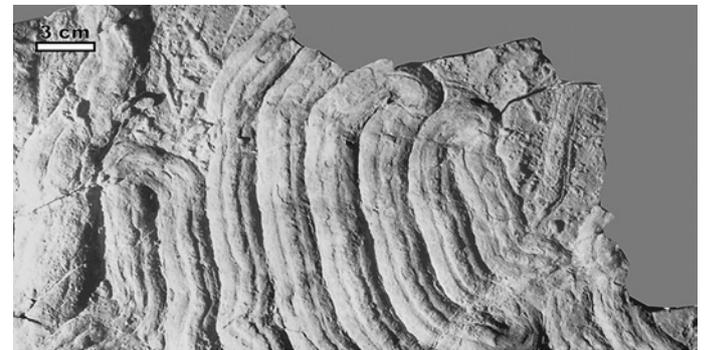
(Argnani et alii, 2006)



molto vaste, fino a coprire oltre 800 km², raggiungendo spessori ragguardevoli compresi tra i 1500 e i 2000 metri.

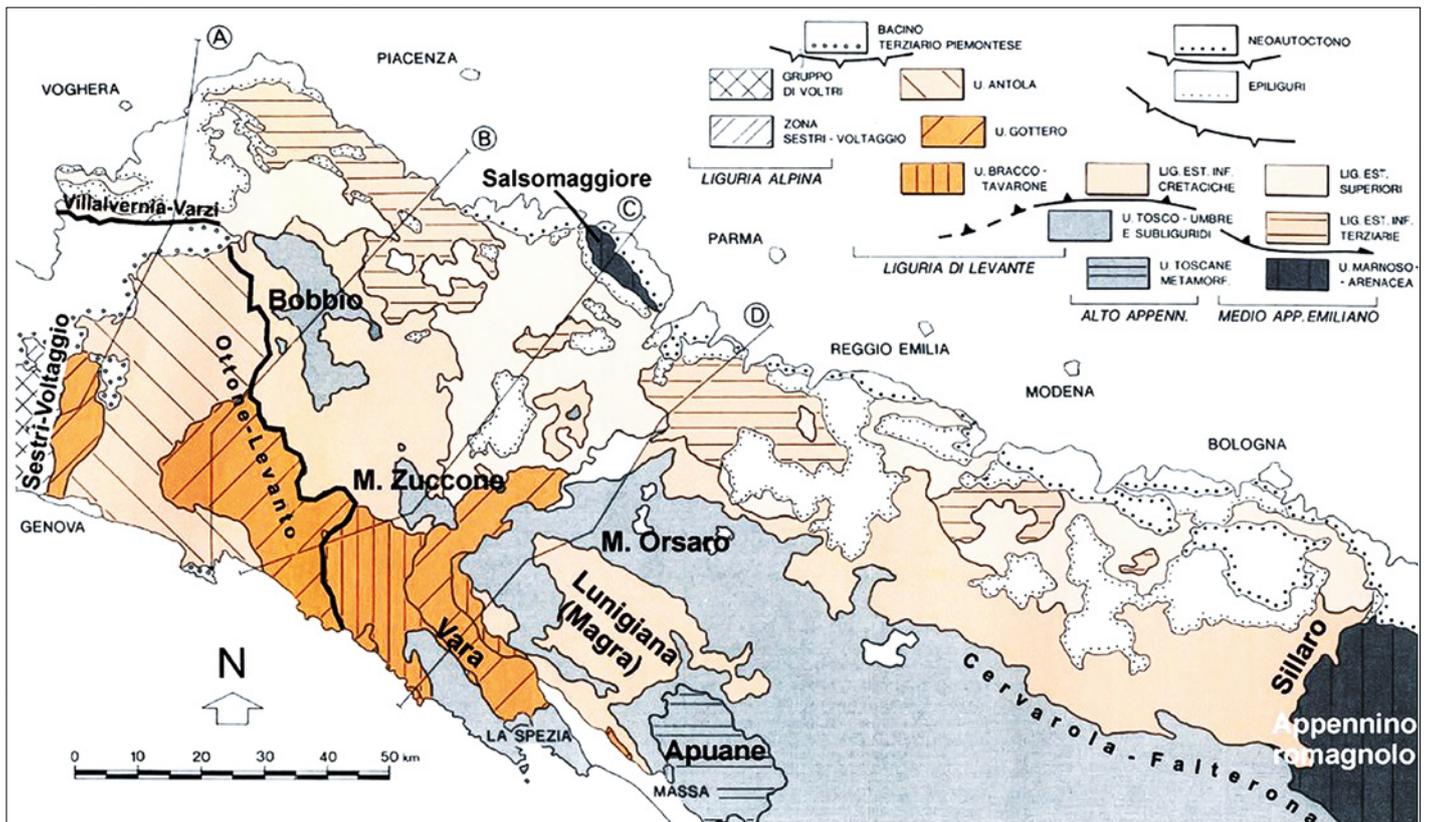


Appennino settentrionale. Il Flysch di Monte Cassio.



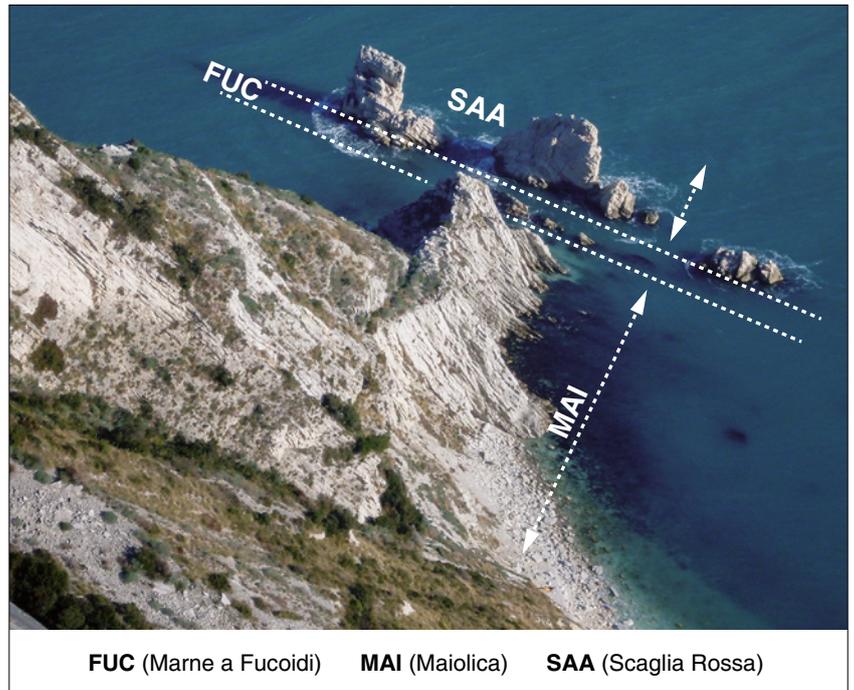
Tracce fossili meandriformi di elmintoidi (*Nereites irregularis*) nella formazione flyschoidi del Monte Antola.

Schema geologico strutturale dell'Appennino settentrionale



(mod. Zanzucchi, 1994)

3.3.4 Nell'Appennino centro-meridionale, e più precisamente nel dominio tosko-umbro-marchigiano come nelle Alpi centro-orientali, si trovano successioni sedimentarie del Cretaceo integre stratigraficamente e tali da essere usate per ricostruzioni paleogeografiche su vasta scala. Qui, come riscontrato in gran parte delle successioni sedimentarie italiane di bacino, al limite tra Giurassico e Cretaceo si trovano i tipici calcari a grana finissima, biancastri, porcellanacei ben stratificati con liste e noduli di selce, ricchi di frammenti di gusci calcarei di nannoplancton (Maiolica). Alla sedimentazione carbonatica dal Cretaceo inferiore segue, in tutto il dominio pelagico, quella terrigena, prevalentemente fine, che in alcuni casi si protrae fino a gran parte del Cenozoico. Di questo periodo, in Toscana sono presenti rocce argillitico-scistose con intercalazioni calcaree e radiolaritiche (Calcarei Selciferi, Scisti Policromi, Scisti Varicolori), mentre nell'areale umbro-marchigiano si rinvencono formazioni omologhe e coeve a quelle rinve-



Marche. Riviera del Conero. Dalla costa affiorano: Maiolica (terraferma), Marne a Fucoidi (quasi del tutto erose dal moto ondoso), Scaglia (i faraglioni delle Due Sorelle).

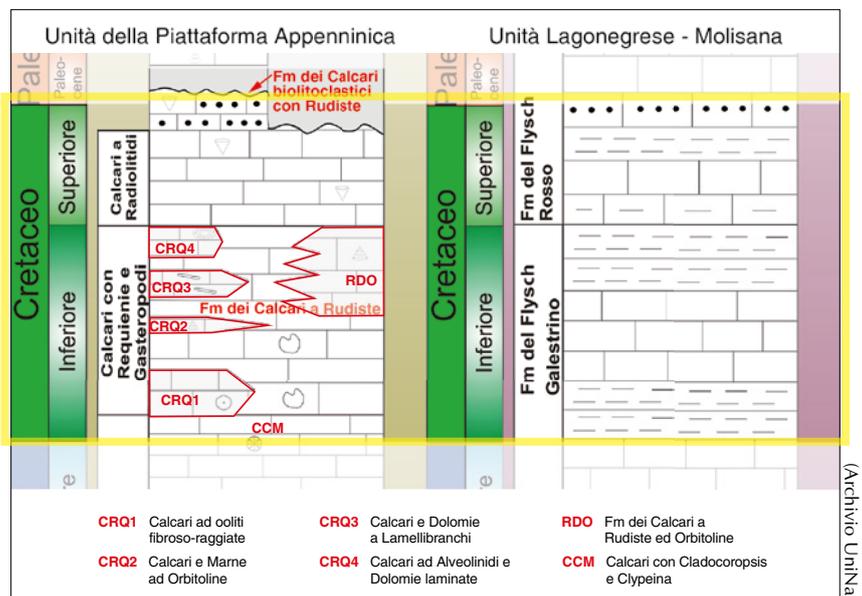
Schema stratigrafico delle successioni cretache nell'area tosko-umbro-marchigiana

(Archivio UniPg)

TEMPO	UNITÀ	SPEZIA	APUANE	W TOSCANA	E TOSCANA	UMBRIA	serie ridotte	MARCHE		
PAL				Montegrossi			Scaglia Rossa			
UK	Maastr.									66
	Cenoman.	SCAGLIA TOSCANA (Scisti di Brolio)	SCAGLIA TOSCANA metamorfica (Scisti Policromi)	Puglianella	SCAGLIA TOSCANA (Scisti di Brolio)		Scaglia Bianca		UK	100
	Albiano						Marne e Fucoidi			
LK	Berrasiano	Maiolica	Calceceisti e Cipolini		Maiolica		Maiolica	Maiolica	LK	145
III	Titonico			Diaspri		Calcarei Diaspriani		Calcarei Diaspriani		
	Kimmeride									

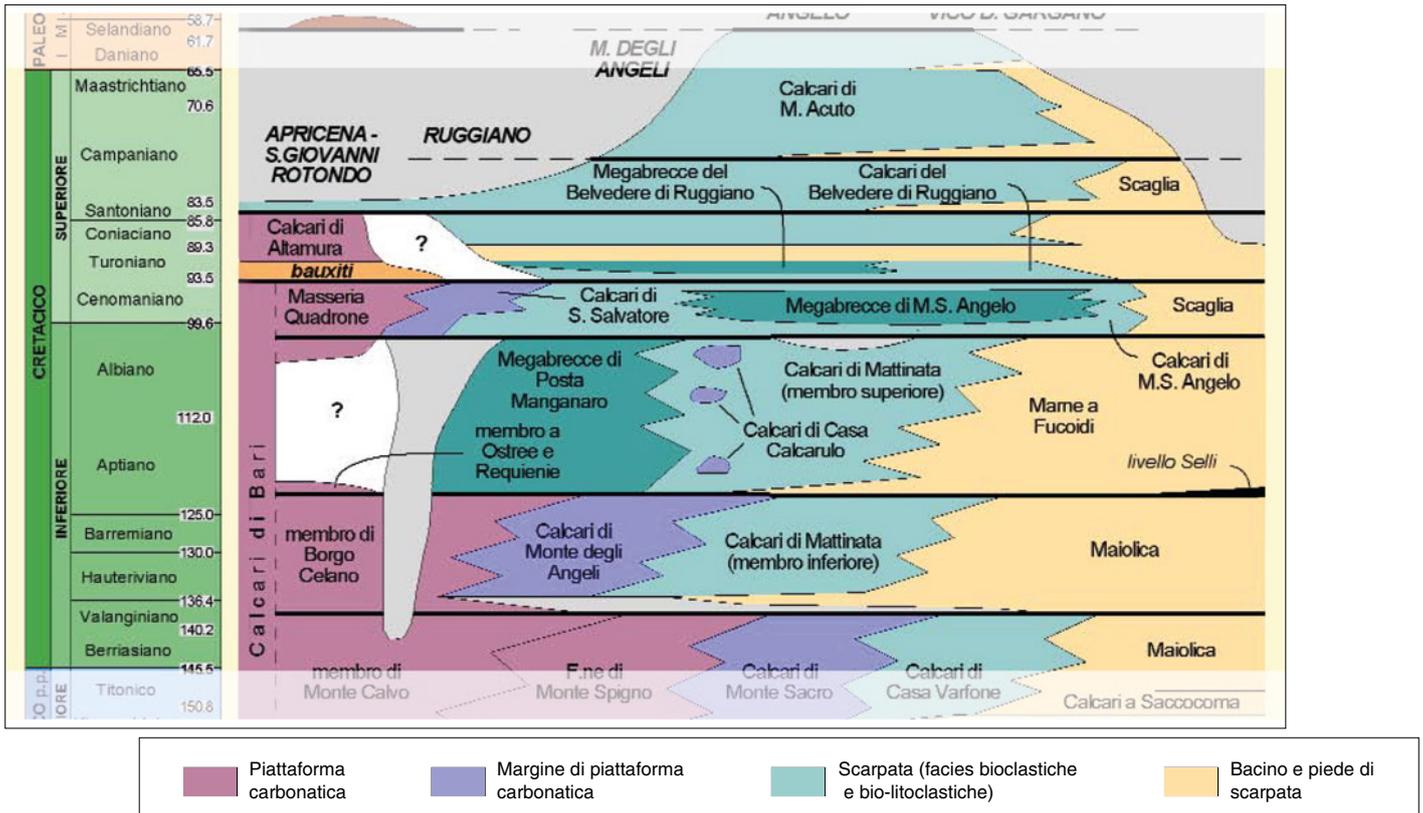
nute nel Bacino Lombardo (Marne a Fucoidi = Marne di Bruntino). In tutta l'area bacinale del dominio tosko-umbro-marchigiano segue una classica successione di flysch costituita da corpi torbiditici, variamente calcareo-marnosi, ben stratificati, a differente compattezza e a diverso cromatismo, solitamente suddivisa in diverse unità, anche se il colore non è costante in tutto lo spessore della singola unità (Scaglia Bianca, Scaglia Rossa). Questa tipica successione, molto diffusa anche nel resto dell'Appennino, è il risultato di un blando "inquinamento" della sedimentazione carbonatica da parte di materiale terrigeno. I depositi terrigeni presenti nei fondali marini in questo periodo, sono probabilmente dovuti a mobilitazione di materiale dagli alti strutturali giurassici innescati dalla tettonica compressiva in atto nel contiguo Oceano Ligure-Piemon-

Schema stratigrafico delle successioni cretache nell'Appennino meridionale



Schema stratigrafico delle successioni cretache nel Promontorio del Gargano

(mod. Graziano, 2001 e Spalluto, 2005)



tese. Nel contempo, le aree di piattaforma carbonatica presenti nella regione friulana, nell'Appennino meridionale e nel settore apulo protraggono il loro sviluppo, a testimoniare un vasto arcipelago tipo Bahamas posto ai margini dell'Oceano Ligure-Piemontese e del golfo della nuova Tetide. Durante il periodo queste piattaforme sono parzialmente sommerse da un mare poco profondo e vaste lagune con presenza talvolta di zone emerse a pelo d'acqua, come documentato dalle numerose tracce e impronte di dinosauri trovate impresse nelle rocce di una cava ad Altamura presso Bari.

Nel Cretaceo la Piattaforma Laziale-Abruzzese presenta una successione molto articolata tipica di ambiente di mare basso lagunare. Inizia con depositi di dolomie in strati sottili e calcari laminati (Calcarei e Marne a Orbitoline, Calcare ad Alveolinidi e Dolomie laminate) seguiti da scogliere talora ricche in rudiste (Calcarei a Radioliti, Calcarei bioclastici con Rudiste). All'inizio del Cenozoico la sedimentazione si interrompe, forse per emersione oppure per mancanza di apporti in ambiente subacqueo, mentre al bordo della piattaforma lungo i gradini di scarpata si depositano calcari costituiti prevalentemente da frammenti di conchiglie (Calcare Saccaroide, Calcarei Cristallini).

Per tutto il Cretaceo la Piattaforma Campano-Lucana, che attualmente si trova smembrata in diverse unità tettoniche, è caratterizzata prevalentemente da calcilutiti, calcari dolomitici e dolomie (Calcarei con Requenie e Gasteropodi) associati a depositi biodetritici, con prevalenti calcareniti a frammenti di rudiste e foraminiferi (Calcarei a

Rudiste e Orbitoline e Calcarei a Radioliti).

Seppure intensamente deformata dalla tettonica, nel Bacino Lagonegrese, interposto tra le piattaforme carbonatiche appenniniche e la Piattaforma Apula, si conserva una significativa successione sedimentaria che definisce la paleogeografia dell'area da tutto il Cretaceo fino all'Eocene. A un'unità pressoché ubiquitaria in tutta l'area, costituita da argilliti scagliose alternate a strati di calcareniti e calcilutiti di origine torbiditica (formazione del Flysch Galestrino), seguono una successione di argilliti e arenarie torbiditiche sottilmente stratificate (Gruppo Argille Variegate), associate lateralmente ad argilliti intercalate a calcareniti torbiditiche (formazione del Flysch Rosso). Nella Piattaforma Apula predomina una successione sedimentaria, litologicamente uniforme, dello spessore di circa 2000 metri. Essa è costituita principalmente da alternanza di dolomie, calcilutiti e calcareniti a rudiste ben stratificate e tipiche di un ambiente che va da laguna retro-scogliera alla scogliera. Sul promontorio del Gargano, la successione cretacea di piattaforma, rappresentata da calcari con alghe, coralli e rudiste (Formazione di San Giovanni Rotondo e Calcarei di Masseria Quadrone), passa lateralmente a depositi di scarpata (Formazione di Mattinata) e ai coevi sedimenti di bacino costituiti ancora una volta da calcari a grana finissima biancastri porcellanacei (Maiolica). Dopo una lacuna della sedimentazione, marcata da una superficie d'erosione, si trova una sequenza quasi esclusivamente di depositi di scarpata (Megabrecce di Monte Sant'Angelo, Formazione di San Salvatore e di Monte Acuto) e bacino (Scaglia).

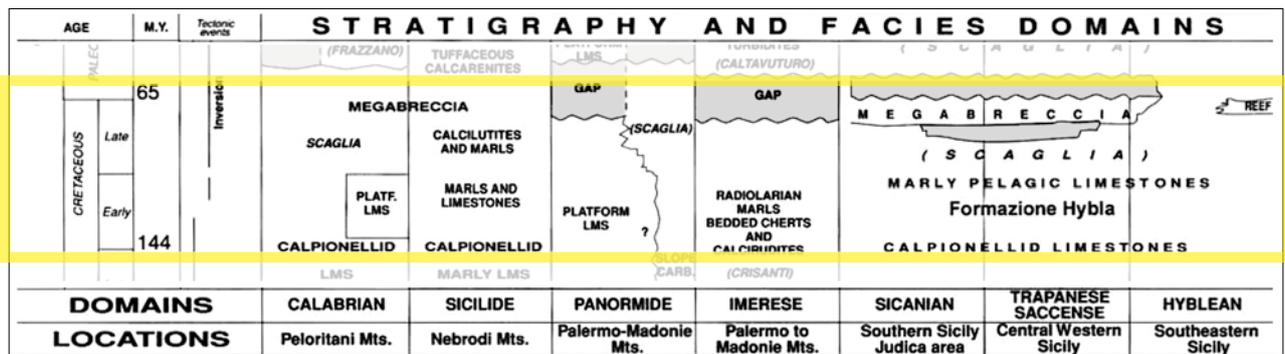
3.3.5 In **Sicilia**, durante gran parte del Cretaceo, le condizioni di mare basso con scogliere e lagune restano confinate quasi esclusivamente nella Piattaforma Panormide, che talvolta sopporta anche condizioni di emersione. A fine Cretaceo anche questo dominio, per ulteriore frammentazione tettonica della piattaforma carbonatica, va incontro ad annegamento per abbassamento del fondo marino. La topografia sottomarina, fino a questo momento molto articolata, si eguaglia e si instaura un ambiente di mare più aperto con sedimentazione prevalentemente pelagica di tipo marnoso (Scaglia).



Sicilia. La Formazione Hybla a Punta Calabianca.

Schema della successione stratigrafica cretacea in Sicilia

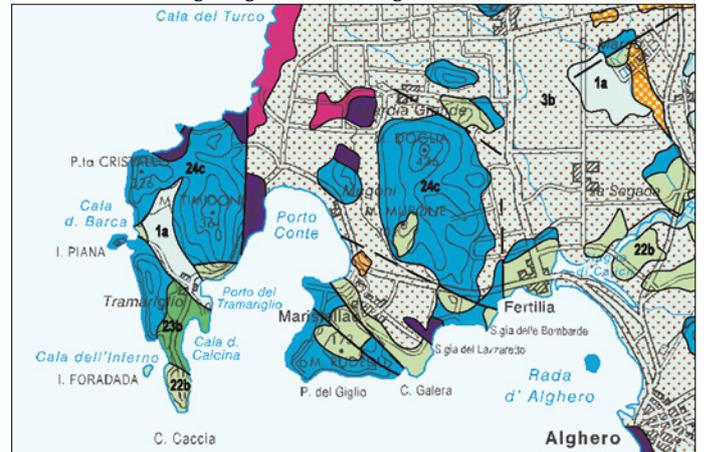
(APAT - CNR)



3.3.6 In **Sardegna**, come nel Giurassico, anche nel Cretaceo persistono due bacini di sedimentazione distinti di cui oggi rimangono testimonianza solo delle limitate estensioni. Nel bacino occidentale (Nurra, Sant'Antioco) la successione ha uno spessore massimo di 350 metri. Nel Cretaceo inferiore è costituita da calcari marnosi e marne di ambiente lagunare che passano verso l'alto a calcari bianchi con rudiste. Una fase di emersione di tutto il bacino è testimoniata dalla presenza di breccie rossastre e bauxiti. Sul finire del Cretaceo superiore riprende l'ambiente di scogliera con ippuriti seguito da marne di ambiente pelagico. Nel bacino orientale (Monte Tuttavista, Dorgali), la successione è di circa 300 metri ed è formata da calcari e marne ricchi di cefalopodi e microfossili planctonici tipici di ambiente pelagico. Anche nel bacino orientale è presente la medesima lacuna stratigrafica individuata nel bacino occidentale, indice della stessa fase d'emersione.

Estratto della carta geologica della Sardegna 1:200.000

(APAT-CNR)



- 22b successione marina del Cretaceo superiore
- 23b successione marina e transizionale del Cretaceo inferiore
- 24c successione marina e transizionale del Giurassico
- 3b-1a depositi quaternari

Sardegna. Capo Caccia, zona d'affioramento dei calcari cretacei.



Sardegna. Capo Caccia. Calcari con colonia di rudiste in posizione di vita.



4. CENOZOICO (66 MA – PRESENTE)

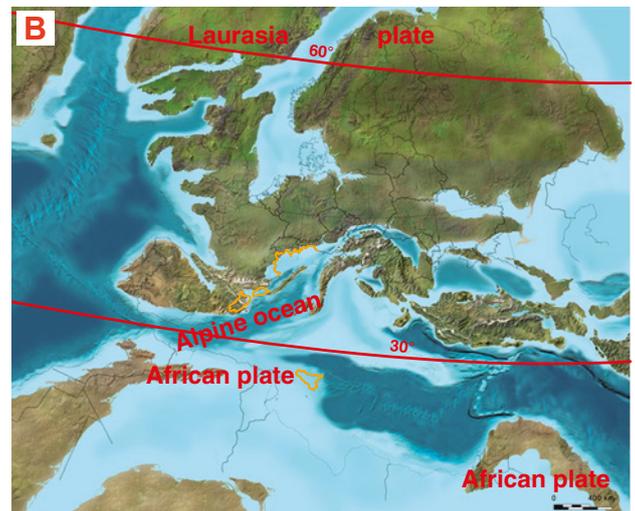
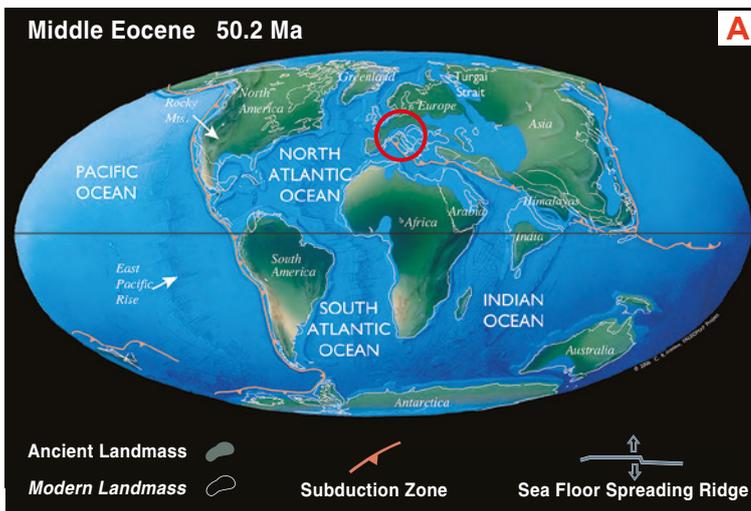
Il limite di passaggio tra Mesozoico e Cenozoico è definito da un'anomala presenza di Iridio riscontrata a livello globale nelle sequenze stratigrafiche sedimentarie. Questo elemento chimico, solitamente raro nella crosta terrestre ma assai comune nelle meteoriti, fu studiato per la prima volta nel 1979 da L. Alvarez in uno strato dello spessore di qualche millimetro nelle rocce affioranti nella Gola del Bocciaudone presso Gubbio. Secondo un'ipotesi, la presenza della traccia minerale potrebbe essere conseguenza dell'impatto di un asteroide, come quello scoperto poi nel 1992 nella penisola messicana dello Yucatan (cratere di Chicxulub). Si pensa che nella collisione si sollevò tanta polvere da oscurare il sole per un lasso di tempo utile a provocare una sensibile e diffusa diminuzione di temperatura. A causa del raffreddamento su scala mondiale si innescarono condizioni tali da generare l'ennesima estinzione di massa nella storia della Terra, che portò alla repentina scomparsa di circa il 76% degli organismi viventi, inclusi i celebri dinosauri.

Malgrado la significativa riduzione nel numero di animali e vegetali, l'attività biologica si riprese dalla crisi dando luogo, ancora una volta, a un ulteriore sviluppo delle specie sopravvissute, fra le quali i gruppi dei mammiferi. Col trascorrere del tempo, durante il Cenozoico, le flore e le faune andarono assumendo caratteristiche sempre più simili agli organismi tuttora viventi.

Le informazioni paleogeografiche suggeriscono che nel complesso, durante l'era Cenozoica, le masse continentali proseguono nella loro deriva avviata già nel Mesozoico. La Terra assume man mano i lineamenti geografici e le tipiche condizioni climatiche, con periodicità stagionale, che attualmente la contraddistinguono.

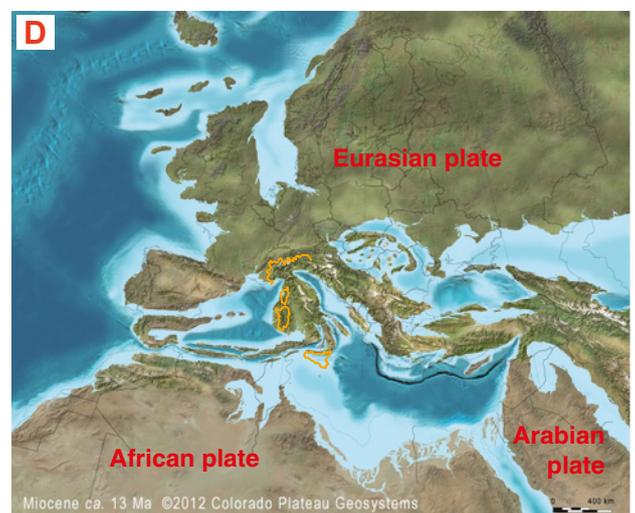
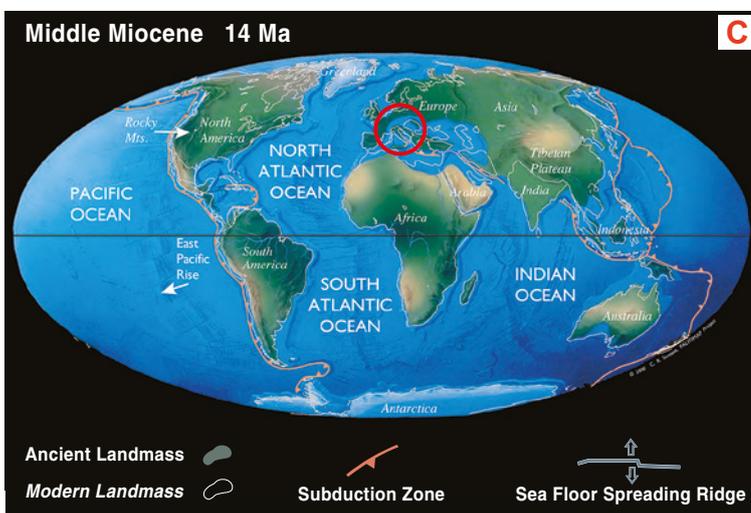
Durante questo periodo l'orogenesi alpino-himaliana (Alpi), iniziata già nel Cretaceo, raggiunge il culmine e successivamente, nel Miocene, comincia l'orogenesi appenninica (Appennini).

In Italia gli affioramenti rocciosi del Cenozoico sono tra quelli maggiormente diffusi.



A. e C. Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): in rosso la posizione del territorio che diventerà la futura Italia.

B. e D. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea (da R. Blakey): il tratto grigio evidenzia parte dei confini del nord Europa (Laurasia plate). Sono visibili il nord Italia, la Sardegna e la Corsica, che si trovano separate dalla Francia dal tratto di mare (Alpine Ocean), mentre sul promontorio africano (African plate) si intravede la Sicilia a ridosso di Adria. Le linee con 30° e 60° indicano rispettivamente l'ubicazione dei paralleli 30° nord e 60° nord.



4.1 Paleogene (66 - 23 Ma) e Neogene (23 - 2.58 Ma)

Nel settore che diventerà la futura Italia, la convergenza tra le Placche Africana ed Europea comporta la completa subduzione della crosta oceanica (fondo dell'Oceano Ligure-Piemontese, parte del più esteso golfo della Tetide) fino alla collisione diretta tra i margini di crosta continentale delle due zolle. La collisione, iniziata circa 100 milioni di anni fa, raggiunge il culmine nell'Oligocene e continua impercettibilmente tuttora. Questa origina l'attuale catena alpino-himalayana, grande sistema montuoso di cui le Alpi sono solo un segmento. La più recente orogenesi appenninica è distinta da quella alpina e, iniziata circa 20 milioni di anni fa, prosegue ancora oggi, come dimostra la continua attività sismica. Per i geologi, il limite Alpi-Appennini corrisponde alla Linea Sestri-Voltaggio.

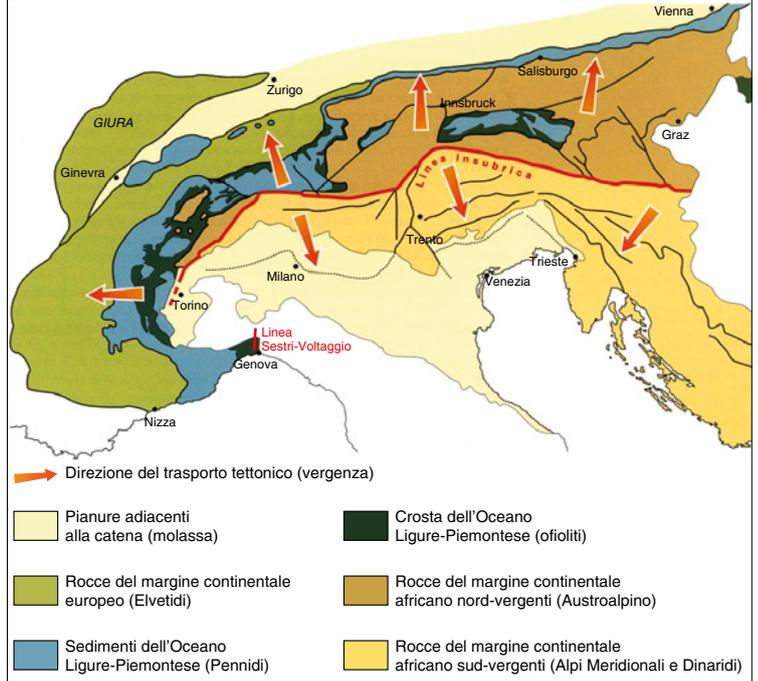
4.1.1 Nelle ALPI (vedi la sezione geologico-strutturale schematica a lato) la struttura della catena montuosa è definita "a falde di ricoprimento con doppia vergenza" in quanto articolata in porzioni rocciose di crosta continentale, piegate e sovrascorse in scaglie tettoniche le une sulle altre; queste hanno direzione dominante verso nord o verso sud rispettivamente se ci si trova a nord o a sud del lineamento di sutura (Linea Insubrica o Linea Periadriatica), cioè della linea tettonica di contatto profondo tra le zolle europea e africana.

I processi erosivi sulle porzioni rocciose che andavano man mano impilandosi, iniziarono a modificare il paesaggio del neonato orogene contemporaneamente al loro sollevamento. Durante l'innalzamento della catena l'azione di modellamento dei rilievi produsse un'enorme quantità di materiale terrigeno che si depositò ai margini delle alture sia a nord che a sud delle primordiali Alpi.

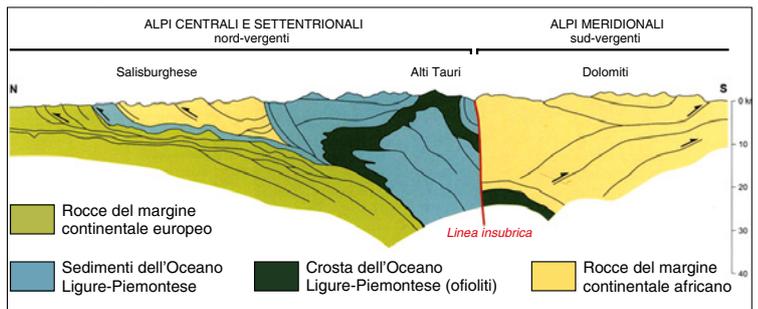
Sul territorio italiano, direttamente connesso all'arco alpino, le rocce sedimentarie cenozoiche sono ben rappresentate, in particolare nell'area immediatamente a sud delle Alpi Meridionali prospiciente la pianura padana. In questo settore, dove per elevata subsidenza si era prodotta una depressione d'avanfossa allungata grossomodo est-ovest, la sedimentazione di flysch, molto attiva fin dal Cretaceo superiore, prosegue nel Paleocene-Eocene con la messa in posto nel bacino di ulteriori depositi clastici di tipo torbiditico (Scaglia). Durante il periodo parossistico dell'orogenesi alpina collocato nell'Oligocene all'incirca 35 milioni di anni fa, nei settori lombardo e veneto si sviluppano due imponenti cunei di depositi clastici di tipo torbiditico, rispettivamente la Molassa sudalpina e la Molassa veneta. Questi depositi, definiti molassa e non più flysch in quanto prodotti dallo smantellamento dell'orogene ormai inattivo, rappresentano l'evoluzione del riempimento del cosiddetto bacino d'avanfossa, cioè della depressione collocata al fronte meridionale della struttura a pieghe e sovrascorrimenti della catena.

Nel settore lombardo, la **Molassa sudalpina**, chiamata anche Gonfolite Lombarda, risulta essere di età compresa

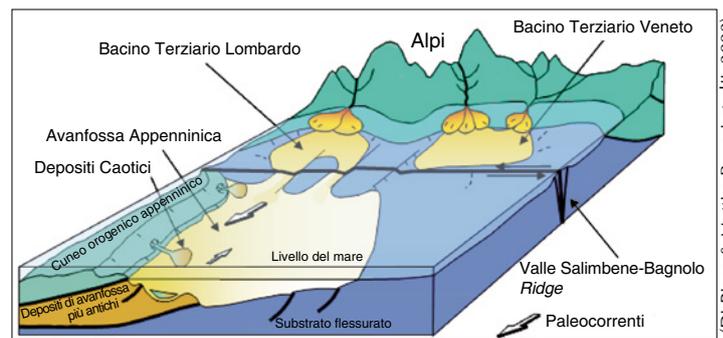
CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE SEMPLIFICATA DELLE ALPI (Bosellini 2005)



SEZIONE GEOLOGICO-STRUTTURALE SCHEMATICA DELLE ALPI



SCHEMA GEODINAMICO DELLA PALEO GEOGRAFIA DEI BACINI DI SEDIMENTAZIONE DELLA MOLASSA DURANTE IL MIOCENE MEDIO RISPETTO AL CUNEO OROGENICO APPENNINICO



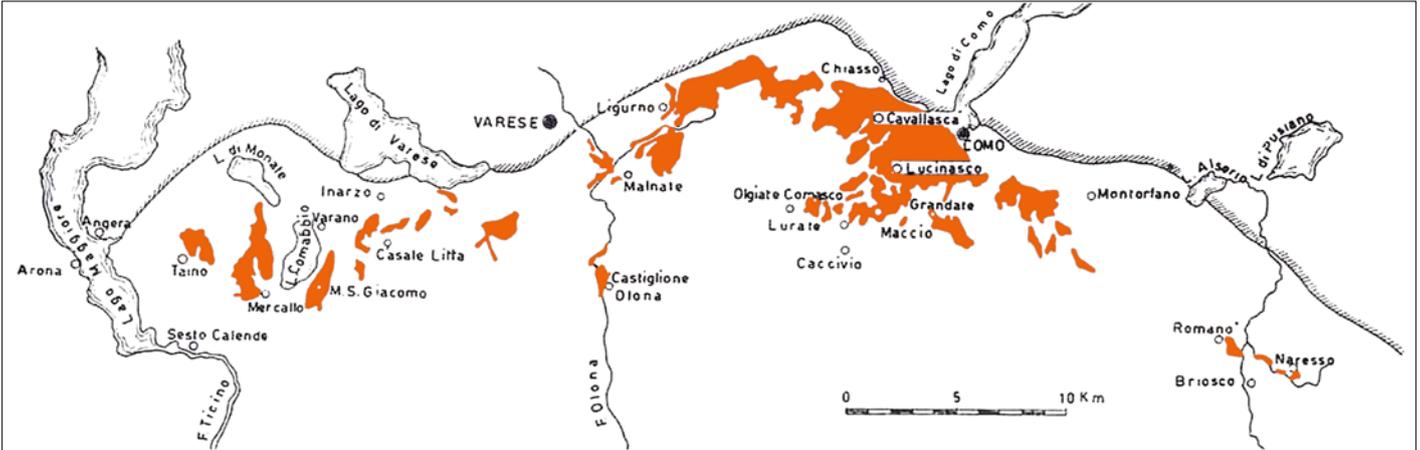
(Di Biase & Mutti e Roveri et alii, 2002)

tra Oligocene superiore e Miocene in base al contenuto paleontologico. Le associazioni faunistiche fossili presenti indicano inoltre che il complesso sedimentario si è formato in condizioni di ambiente marino profondo, per accumulo di un insieme di conoidi sottomarine prossime allo sbocco delle principali valli alpine, ad opera di correnti di torbidità.

La molassa è costituita da caratteristici depositi in massa di detriti terrigeni prodotti dallo smantellamento dell'orogene, composti prevalentemente da articolati corpi conglomeratici e arenacei associati a intervalli pelitici. La natura litologica dei frammenti rinvenuti nel complesso sedimentario, ne documenta un'alimentazione derivante dall'ero-

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEGLI AFFIORAMENTI DI GONFOLITE LOMBARDA (MOLASSA SUDALPINA) NEL VAREOTTO E NEL COMASCO (APAT-CNR)

(APAT-CNR)



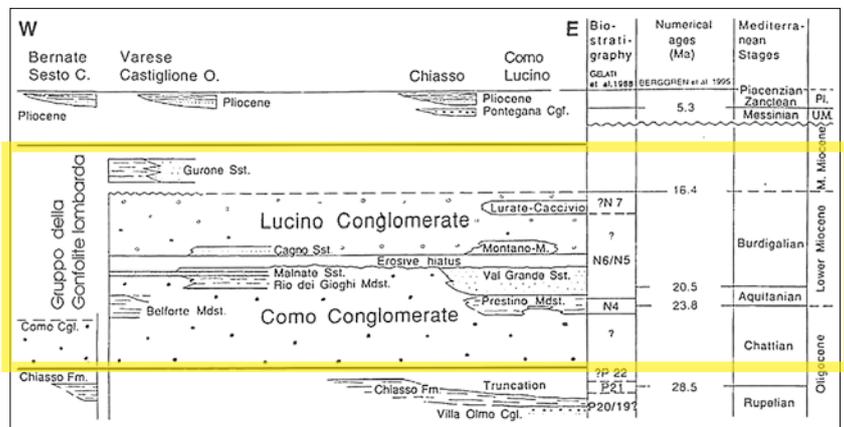
sione delle coperture sedimentarie mesozoiche e dei basamenti cristallini delle Alpi centrali. La Gonfolite Lombarda affiora con discontinuità nella fascia pedemontana a ridosso delle Prealpi lombarde, sicuramente nel tratto tra il lago Maggiore e la città di Como e, probabilmente, più a est fino a Montorfano bresciano. Dalle stratigrafie ricavate da prospezioni petrolifere profonde è possibile seguirla anche nel sottosuolo della pianura padana, nel tratto compreso tra Lombardia e Piemonte settentrionale, dove raggiunge uno sviluppo areale di almeno 200km in direzione est-ovest per circa 40km nord-sud.

Nella successione sedimentaria, valutabile in almeno 3000m di spessore, si possono distinguere diverse superfici di erosione e variazioni nella composizione, che permettono di scomporre ulteriormente la molassa in sequenze deposizionali peculiari, ritenute legate alle varie fasi dell'evoluzione della catena montuosa (Formazione di Chiasso, Conglomerati di Como, Peliti di Prestino e di Belforte, Arenarie della Val Grande, Peliti del Rio dei Gioghi, Conglomerati di Lucino e Peliti di Lurate). Il bacino di avanfossa della Molassa sudalpina continuava probabilmente verso sud, sconfinando nell'area padano-adriatica, dove si andavano a depositare le formazioni appenniniche Macigno e Cervarola.

Nel settore veneto la **Molassa veneta**, anch'essa di età oligo-miocenica, affiora sul bordo pedemontano adiacente alle Prealpi venete e friulane, tra l'alto strutturale dei monti Lessini nel veronese e il fronte delle Dinaridi a est di Udine, e si estende verso sud, assottigliandosi al di sotto della pianura, con spessori che inizialmente superano i 4000m. Il complesso sedimentario è formato da alcuni cunei detritici terrigeni di tipo torbiditico interconnessi, che alimentano una serie di depositi clastici, generalmente di ambiente di mare basso. Gli ammassi, costituiti da conglomerati e arenarie intervallati da peliti, sono controllati dall'evoluzione tettonica delle strutture di sovrascorrimento sudvergenti presenti in questo tratto della catena alpina.

SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DELLA GONFOLITE LOMBARDA IN AFFIORAMENTO (APAT-CNR)

(APAT-CNR)



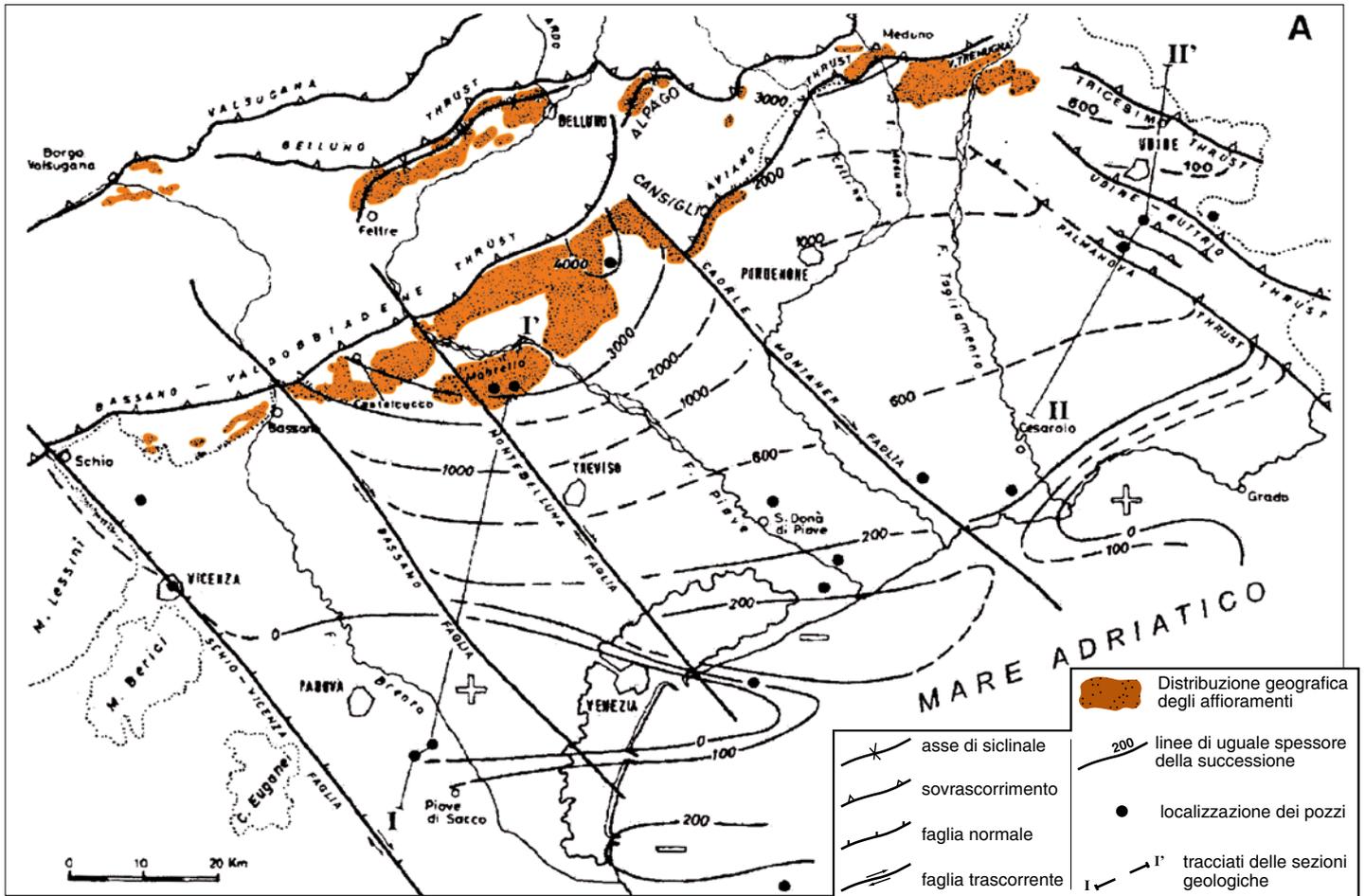
La successione sedimentaria cenozoica depositata nel bacino di avanfossa veneta presenta numerose sequenze deposizionali ciclicamente ripetute, che testimoniano una tendenza trasgressivo-regressiva. Queste sequenze possono essere raggruppate schematicamente in due unità principali, rispettivamente estese dall'Oligocene superiore al Miocene medio e dal Miocene medio alla fine del Miocene, espressione sedimentaria di due differenti stadi evolutivi nella storia del bacino.

L'unità più antica (Gruppo di Cavanella), spesso oltre 800m, è strettamente collegata alla migrazione tettonica dei sovrascorrimenti dinarici. Essa è costituita da depositi silicoclastici e carbonatici di piattaforma deltizia passanti verso l'alto a peliti batiali con foraminiferi planctonici per finire con arenarie di mare basso a composizione mista. L'unità recente, spesso più della precedente, registra viceversa la migrazione tettonica dei sovrascorrimenti sudalpini. Essa è costituita da peliti batiali a foraminiferi planctonici associate ad arenarie torbiditiche, sottilmente stratificate, passanti verso l'alto a depositi di delta e poi di conoide alluvionale.

Complessivamente, l'attività erosiva avvenuta durante l'ultimo periodo, dal Pliocene fino ai nostri giorni, è responsabile dell'attuale modellamento del paesaggio delle Alpi e del conseguente aspetto odierno della pianura padana e delle principali vallate alpine. Questo aspetto è raggiunto con la deposizione di sedimenti (dapprima ma-

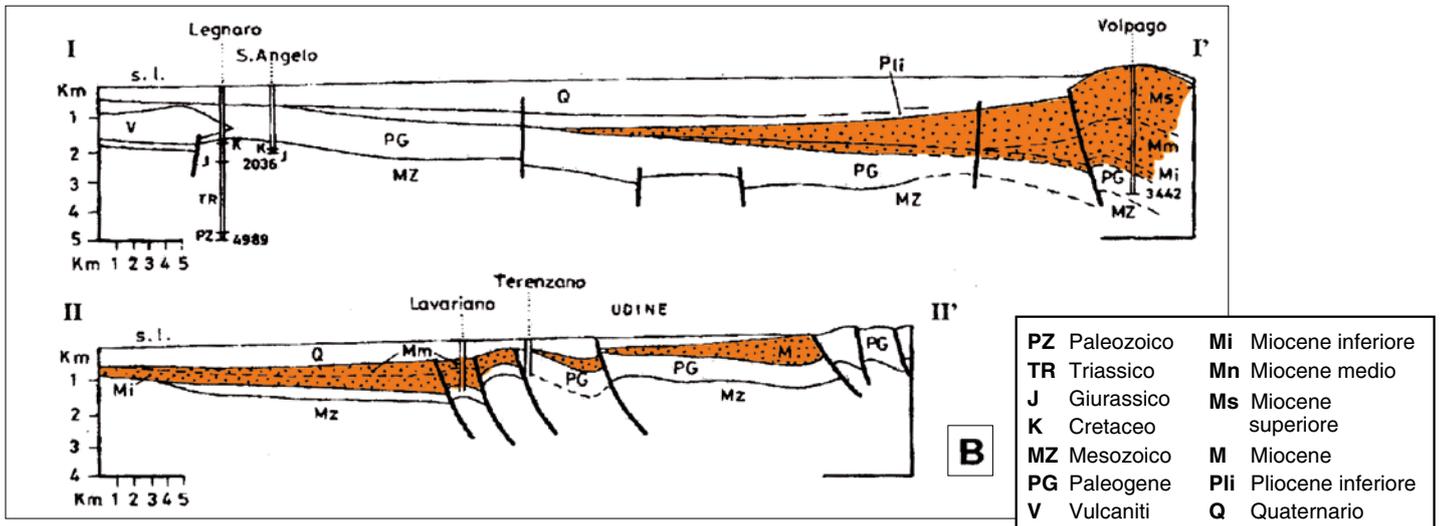
IL CUNEO OLIGO-MIOCENICO DELLA MOLASSA VENETA AL FRONTE DELLE ALPI ORIENTALI

(Massari et alii, 1986)



SEZIONI GEOLOGICHE

(Massari et alii, 1986)



rini e poi continentali) nel bacino di avansfossa fortemente subsidente, sviluppatosi al fronte meridionale della catena montuosa alpina. Si consideri che, al di sotto del delta del Po, i depositi riferibili al Quaternario possono superare i 2000m di spessore, mentre i sedimenti del Pliocene sono nell'ordine dei 3000-3500m.

Sepolta nel sottosuolo di quest'area morfologicamente pianeggiante, costituita superficialmente da depositi quaternari composti da ghiaie, sabbie, limi e argille principalmente di origine fluvio-glaciale, si nasconde una po-

tente successione sedimentaria caratterizzata da pieghe e faglie sud-vergenti con sviluppo planimetrico arcuato. Questa serie articolata di strutture tettoniche, rilevate attraverso prospezioni per ricerche petrolifere, non è altro che il prolungamento degli elementi strutturali presenti nelle Prealpi, risultato dei più recenti eventi deformativi che hanno interessato il fronte delle Alpi meridionali. Non bisogna dimenticare che la pianura padana rappresenta anche la parte frontale della catena appenninica, di opposta vergenza rispetto alle Alpi.

4.1.2 Gli **APPENNINI** ancestrali costituivano un tratto della parte sud-occidentale del continente europeo che univa le Alpi alla Spagna meridionale.

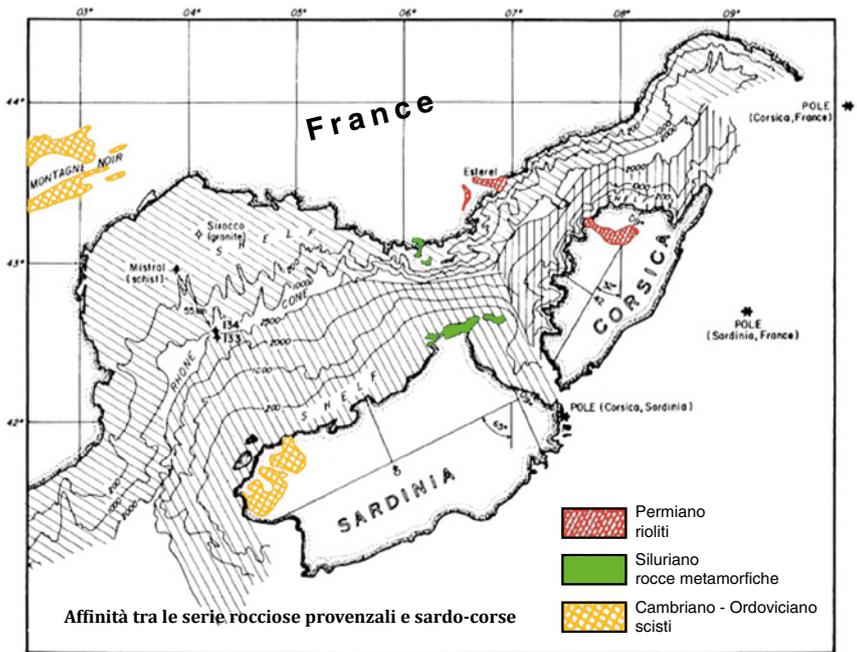
La posizione odierna degli Appennini, e quindi del territorio italiano peninsulare, dipende dalla lacerazione della crosta ercinica europea avvenuta per distensione a partire da circa 25 milioni di anni fa, tra l'Oligocene superiore e il Miocene inferiore, con il conseguente distacco del Blocco Sardo-Corso rappresentato dalle attuali Corsica e Sardegna.

Il movimento rotazionale di questa porzione di terra in senso antiorario di circa 30 gradi, facendo perno su quello che oggi è il Golfo Ligure, oltre a implicare l'apertura del Bacino Ligure-Provenzale, cioè del Mediterraneo occidentale, ha avuto due importanti conseguenze. Da una parte genera una compressione da ovest verso est che causa la subduzione del margine occidentale della placca Adria al di sotto del Blocco Sardo-Corso stesso, creando il corrugamento della primitiva catena appenninica e il suo conseguente avvicinamento alle coste della Dalmazia. Dall'altra parte la progressiva apertura del Bacino Ligure-Provenzale provoca, nella zona del Blocco Sardo-Corso prossima al fronte di subduzione, lo sviluppo di processi estensionali con sistemi di faglie a direzione nord sud tipici di rift, che evolveranno poi nel profondo bacino oceanico del Mar Tirreno tra il Miocene superiore e il Plio-pleistocene. Proprio la graduale espansione del settore tirrenico porterà, dal Miocene superiore, alla formazione della catena appenninica come la vediamo oggi, con il Blocco dell'Arco Calabro-Peloritano che si stacca ulteriormente dalla parte orientale del Blocco Sardo-Corso e va a incunearsi nel settore dell'Appennino meridionale.

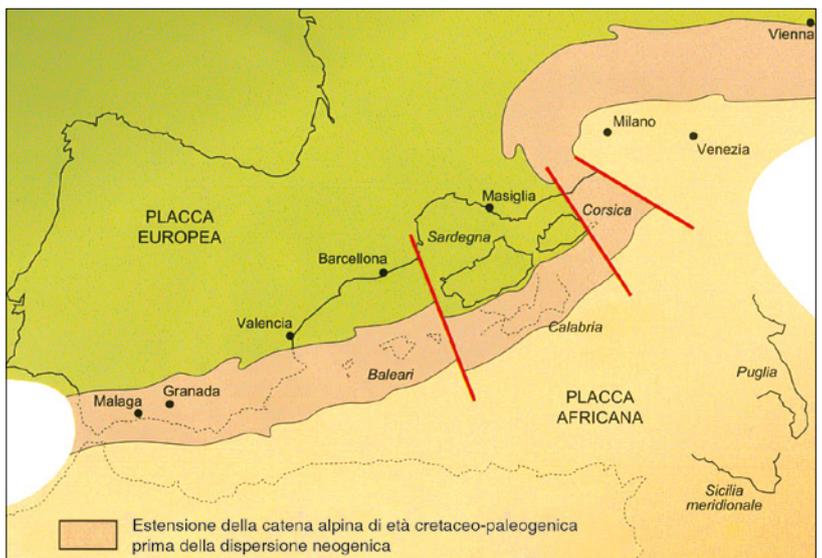
Il Tirreno è il più giovane tra i bacini del Mediterraneo e uno dei più profondi. Sui suoi fondali in espansione si trovano alcuni tra i più importanti vulcani sottomarini del Mediterraneo. La sua apertura, che continua tutt'oggi, sta smembrando la catena appenninica ed è all'origine della forte attività sismica peninsulare. La sua apertura, che continua tutt'oggi, sta smembrando la catena appenninica ed è all'origine della forte attività sismica peninsulare. La continua compressione lungo il margine della placca Adria provoca grandi pieghe con impilamenti nelle rocce del prisma sedimentario presente sul versante adriatico e spinge gli Appennini contro le coste della Dalmazia, con un ritmo di circa 1 millimetro all'anno. Il versante tirrenico della catena appenninica è interessato invece da una tettonica distensiva, con formazione di profonde fosse tettoniche (graben) delimitate da faglie distensive, che

RICOSTRUZIONE PALEO GEOGRAFICA AL MESOZOICO INFERIORE

(Cassinis et alii, 2003)

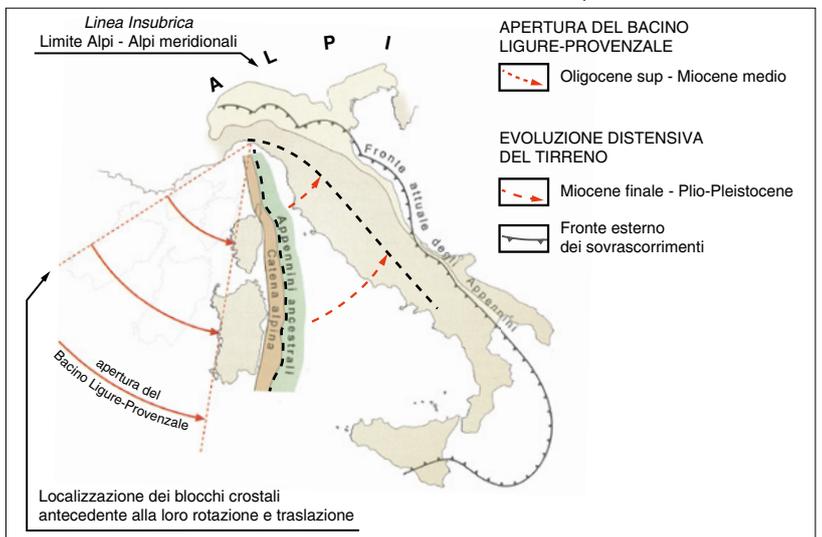


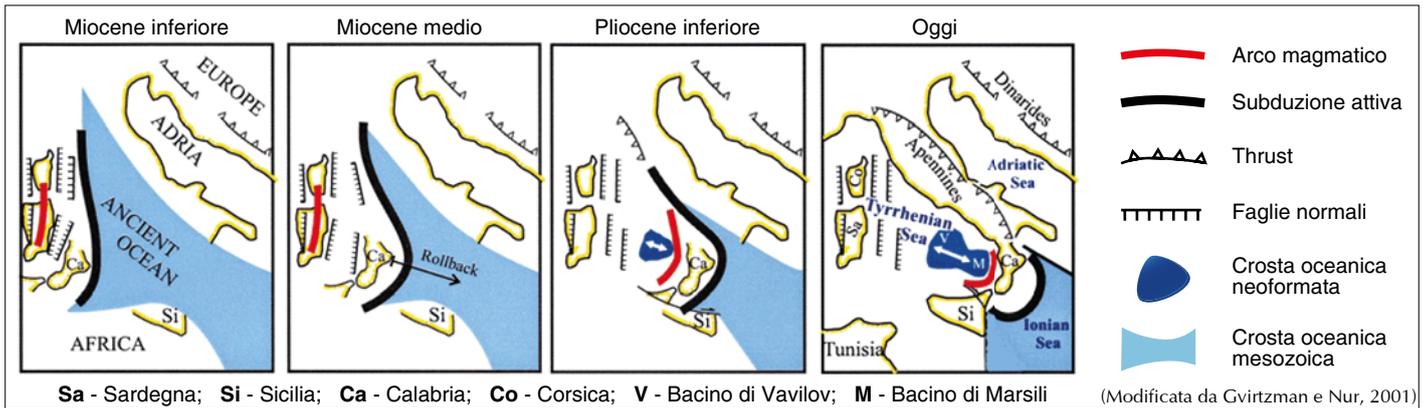
RICOSTRUZIONE DELLA CATENA ALPINA ORIGINATASI CON LA CHIUSURA DELL'OCEANO LIGURE-PIEMONTESE



MOVIMENTO DI DERIVA DEL BLOCCO SARDO-CORSO

(semplificato da Castellarin 1992)





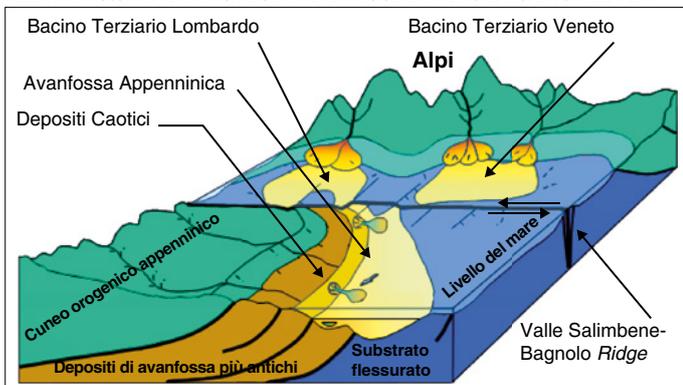
Rappresentazione schematica del processo di arretramento del piano di subduzione (*rollback*) che produce la progressiva rotazione antioraria del Blocco Sardo-Corso nel Miocene e della penisola italiana poi.

Successivamente lo stesso processo genera l'apertura del Bacino Tirrenico con traslazione della porzione alpina calabro peloritana.

consentono la risalita di magmi verso la superficie e conseguenti fenomeni vulcanici nelle regioni toско-laziali e campano-lucane, parte dei quali oggi estinta.

Considerando l'orogene appenninico come un sistema "catena-avanfossa-avampaese", all'interno di questo quadro strutturale molto attivo di cui l'alta sismicità italiana è una prova, la storia recente dell'Appennino è raccontata dalle successioni sedimentarie accumulate in differenti ambienti deposizionali, distribuiti nel tempo e nello spazio, in relazione allo spostamento verso est dell'ancestrale catena montuosa fino all'attuale assetto.

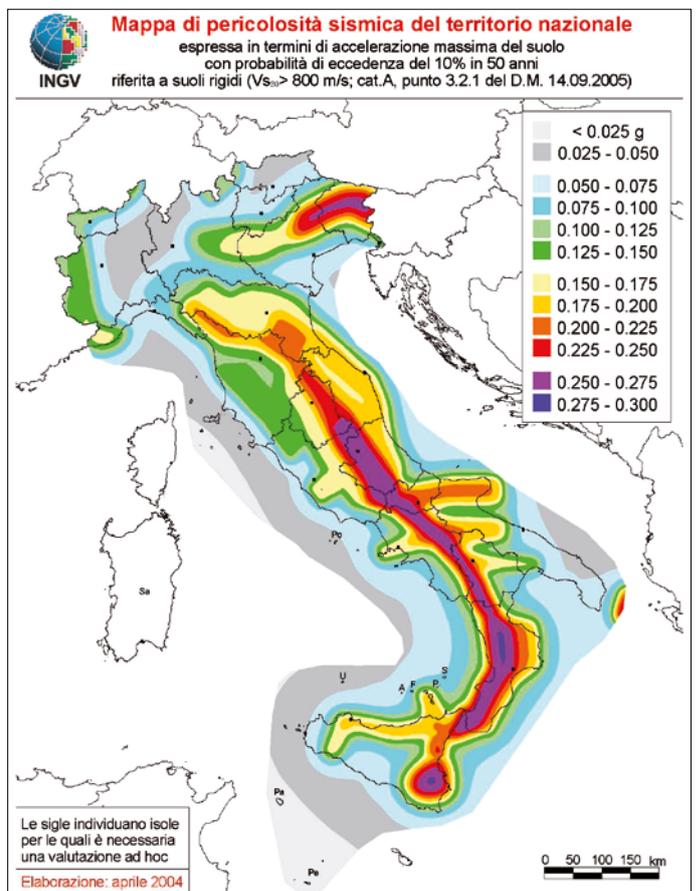
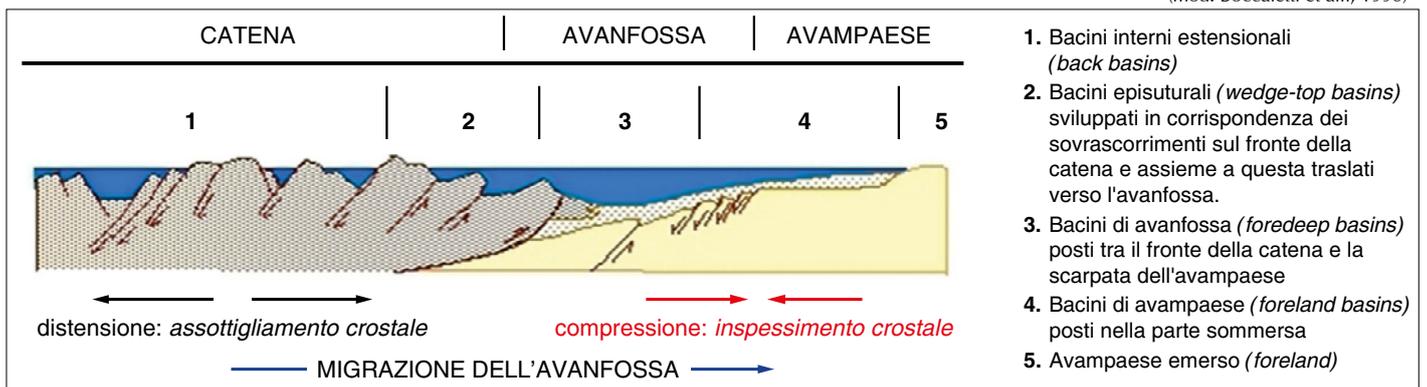
SCHEMA GEODINAMICO DELLA PALEO GEOGRAFIA DEL BACINO DI SEDIMENTAZIONE NELL'AVANFOSSA APPENNINICA DURANTE IL MIOCENE INFERIORE RISPETTO ALLE ALPI



(Di Biase & Mutti e Roveri et alii, 2002)

MODELLO DI SVILUPPO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE NEL CORSO DELL'OLIGOCENE-MIOCENE

(mod. Boccaletti et alii, 1990)



Nell'**Appennino settentrionale** la successione sedimentaria dell'**avampaese** adriatico è rappresentata da depositi di ambiente marino pelagico, caratterizzati da un considerevole contenuto paleontologico in foraminiferi planctonici, che si estendono in continuità stratigrafica dal Cretaceo all'inizio del Messiniano. Alla base della serie, al limite Cretaceo/Terziario (come visibile nella Gola del Bottaccione a Gubbio), si trova un'alternanza di marne calcaree e calcari marnosi, prevalentemente in strati sottili, che superiormente passano a marne e marne-argillose grigio-verdastre (Scaglia Rossa e Variegata, Scaglia Cinerea). Intercalati in questa unità si trovano calcari biodetritici a resti fossili di alghe, echinodermi, mol-

luschi e foraminiferi provenienti in parte dall'erosione della Piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese. Segue una formazione rocciosa costituita da marne silicee e calcari marnosi ben stratificati di colore verde-grigiastro con diffusi noduli o liste di selce nera e intercalazioni di vulcanoclastiti (Formazione Bisciario). Per le tipiche caratteristiche litologiche, questa unità è facilmente riconoscibile attraverso tutto l'areale umbro-marchigiano. Sovrapposte si trovano marne calcaree e argillose grigie (Formazione Schlier) in strati medio-sottili, frequentemente bioturbate, associate a livelli di torbiditi carbonatiche provenienti ancora dallo smantellamento per erosione della Piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese.

SCHEMA STRATIGRAFICO DELLE SUCCESIONI PALEOGENICHE E NEOGENICHE NELL'AREA TOSCO-UMBRO-MARCHIGIANA

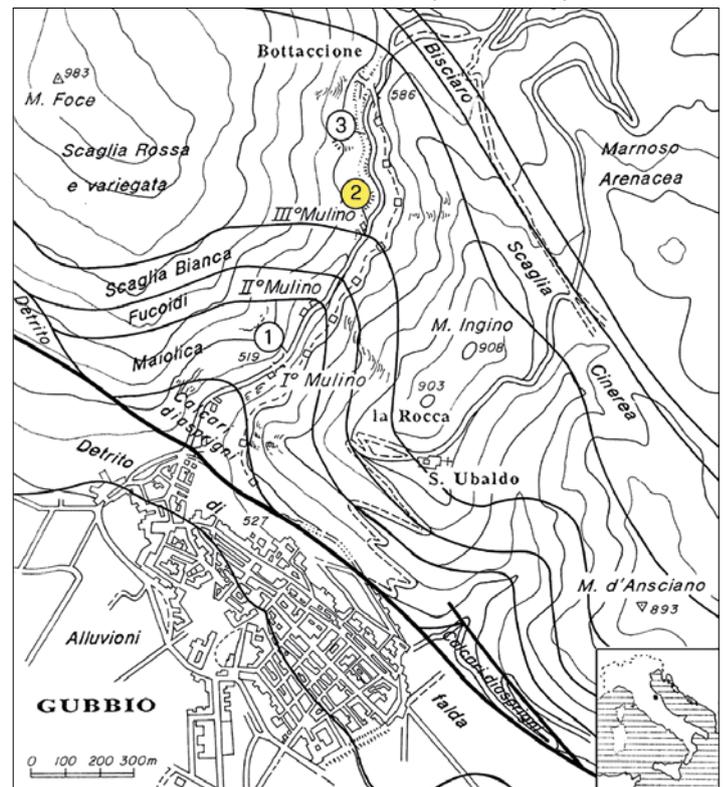
(Archivio UniPg)

TEMPO	UNITÀ	SPEZIA	APUANE	W TOSCANA	E TOSCANA	UMBRIA	serie ridotte	MARCHE		
PL								Arenarie Flysch Piceno (Laga)	PL	5
MIO	Messiniano Tortoniano Serravalliano Langhiano Burdigaliano Aquitano						Marnoso Arenacea	Schlier Cerrognola	MIO	
OL	Clattiano Rupeliano	Macigno delle 5 Terre	Pseudomacigno	Macigno di Barga	Macigno Monte Modino Monte Falterona		Scaglia Cinerea		OL	23
EO			SCAGLIA TOSCANA metamorfica (Scisti Policromi)	Dudda			Scaglia Rossa		EO	34
PAL				Scisti di Brolio					PAL	56
										66



(A sinistra) Umbria. La sezione tipo con lo strato ricco di iridio che segna il limite di passaggio tra Cretaceo-Terziario (65 milioni di anni fa) nella gola del Bottaccione.

(Sotto) Carta geologica schematica dell'area di Gubbio. Il numero 2 nel cerchietto indica l'ubicazione della sezione tipo nella foto qui accanto.



Marche. Affioramento della Formazione Schlier al Monte dei Corvi sul Mare Adriatico presso Ancona.

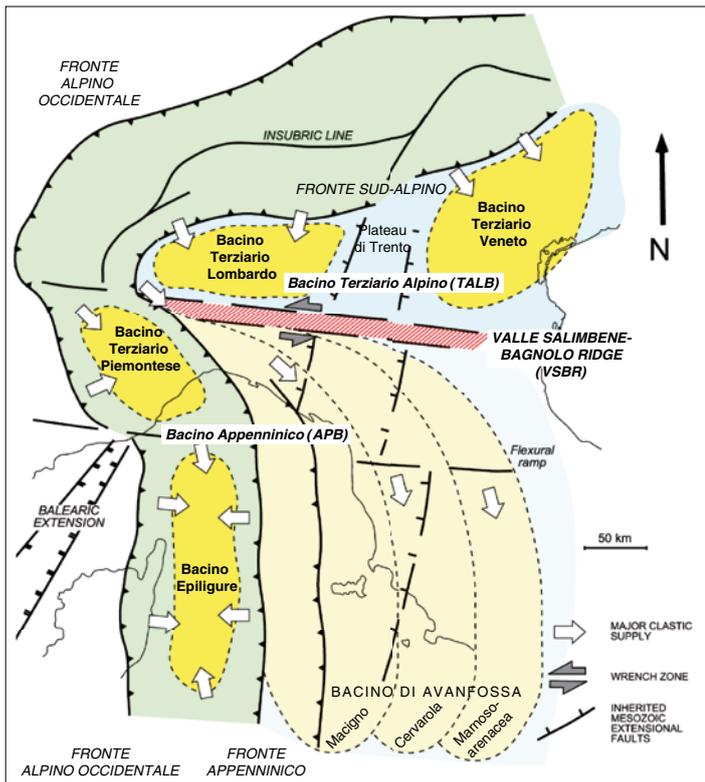


I sedimenti di **avanfossa** presenti nell'Appennino settentrionale sono costituiti principalmente da successioni di torbiditi tra le più rappresentative al mondo, accumulate in una depressione a forte subsidenza al fronte della catena montuosa. La direzione di avanzamento delle falde, progressivamente deformate e inglobate nella catena appenninica stessa, descrive un fronte arcuato che va da nord a est. Queste imponenti serie silicoclastiche, sovrapposte in parte alle formazioni Scisti Policromi e Scaglia Cinerea, si trovano distribuite su un territorio di circa 250km, tra l'Emilia e l'Umbria, e possono essere suddivise in tre grandi unità.



Appennino settentrionale. Affioramento della Marnoso-Arenacea in località Scalacce presso il passo Mandrolì.

SCHEMA PALEOGEOGRAFICO DEL BACINO DI AVANFOSSA NELL'APPENNINO SETTENTRIONALE TRA L'OLIGOCENE SUPERIORE E IL MIOCENE MEDIO (Di Biase & Mutti, 2002)

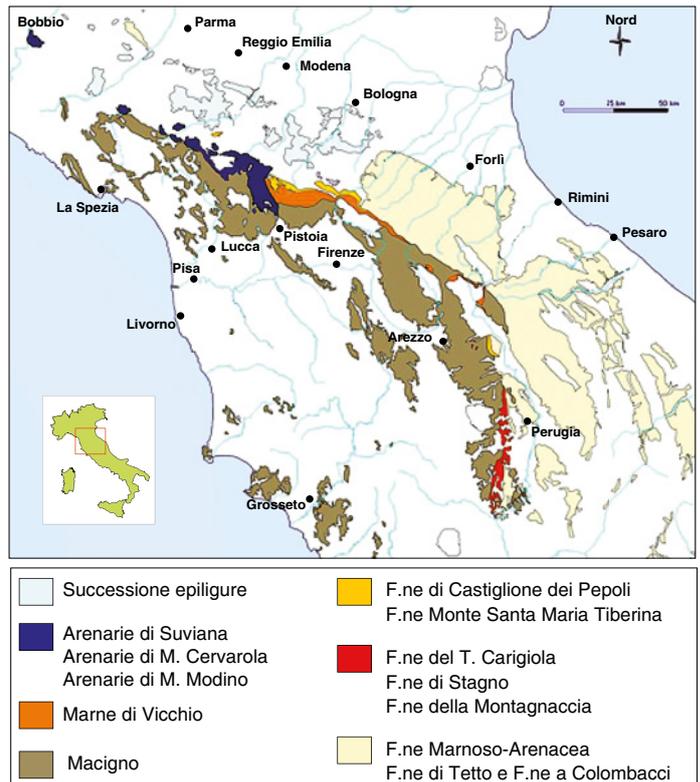


Il Macigno è ritenuto, con i suoi 2000m e più di spessore, un esempio classico della sedimentazione torbiditica e per le sue caratteristiche litologiche viene preso a modello per le sequenze deposizionali dei conoidi sottomarini. In questa serie si sono riconosciute nell'accumulo le varie associazioni di facies riconducibili alle differenti parti della conoide. Da arenarie e arenarie-conglomeratiche gradate in strati massicci, interpretate come prodotto di correnti di torbida nella parte mediana della conoide, si passa alla tipica alternanza di strati regolari arenaceo-pelitici, espressione dei lobi deposizionali presenti nella parte esterna, per finire a sfumare gradualmente nell'alternanza dei sottili livelli di arenarie e peliti del settore più marginale della conoide.

La Cervarola è costituita essenzialmente da una serie torbiditica con arenarie gradate, in strati prevalentemente massicci con al tetto un sottile intervallo pelitico, alternate a sequenze pelitico-arenacee fittamente stratificate, queste ultime riferibili alle frange periferiche del deposito torbiditico.

La Marnosa-arenacea, con quasi 3000m di spessore, rappresenta il principale prisma terrigeno del Miocene. La sua facies più tipica è composta da peliti e arenarie sottilmente stratificate intercalate da strati individuali di arenaria, che mantengono il loro spessore arealmente per decine di chilometri costituendo degli orizzonti guida. La presenza di fossili nella formazione, principalmente foraminiferi, ne ha consentito una datazione accurata. Verso l'alto della sequenza sedimentaria, corpi lenticolari a granulometria grossolana sormontati da peliti indicano le ultime fasi di riempimento del bacino di avanfossa.

CARTA GEOLOGICA SCHEMATICA CON LA DISTRIBUZIONE AREALE DEI SISTEMI TORBIDICI DELL'AVANFOSSA OLIGO-MIOCENICA NELL'APPENNINO SETTENTRIONALE (mod. Botti)



I **bacini episuturali**, distribuiti sulla catena montuosa, sono riempiti da successioni sedimentarie terrigene spesso arealmente e stratigraficamente discontinue. Le sequenze rocciose, raggruppate nel Bacino Terziario Ligure-Piemontese e nel Dominio Epiligure, affiorano rispettivamente sul versante padano e adriatico dell'Appennino settentrionale.

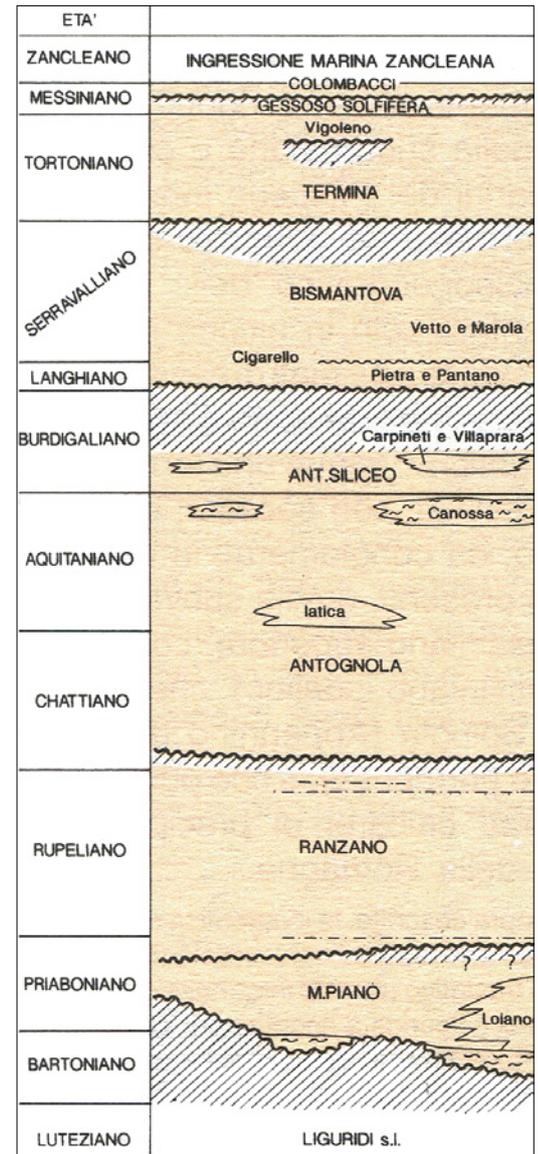
Il *Dominio Epiligure*, in discordanza stratigrafica sulle unità precedenti, è costituito da una serie di depositi molto diversificati tra loro, ognuno con caratteristiche peculiari tali da poter definire le principali fasi deformative e l'evoluzione del prisma orogenico appenninico tra l'Eocene medio e il Miocene superiore.

La successione Epiligure inizia con peliti di mare profondo (Marne Monte Piano) seguite in discordanza da torbiditi silicoclastiche dello spessore massimo di 1000m (Arenarie di Ranzano). Dopo una superficie di discontinuità, si trovano marne argillose grigio-verdi di mare profondo (Marne di Antognola) intercalate localmente da corpi caotici (es. Olistostroma di Canossa), che rappresentano grandi frane sottomarine in zone prossimali al fonte orogenico. Verso la sommità, la presenza di livelli a silice diffusa



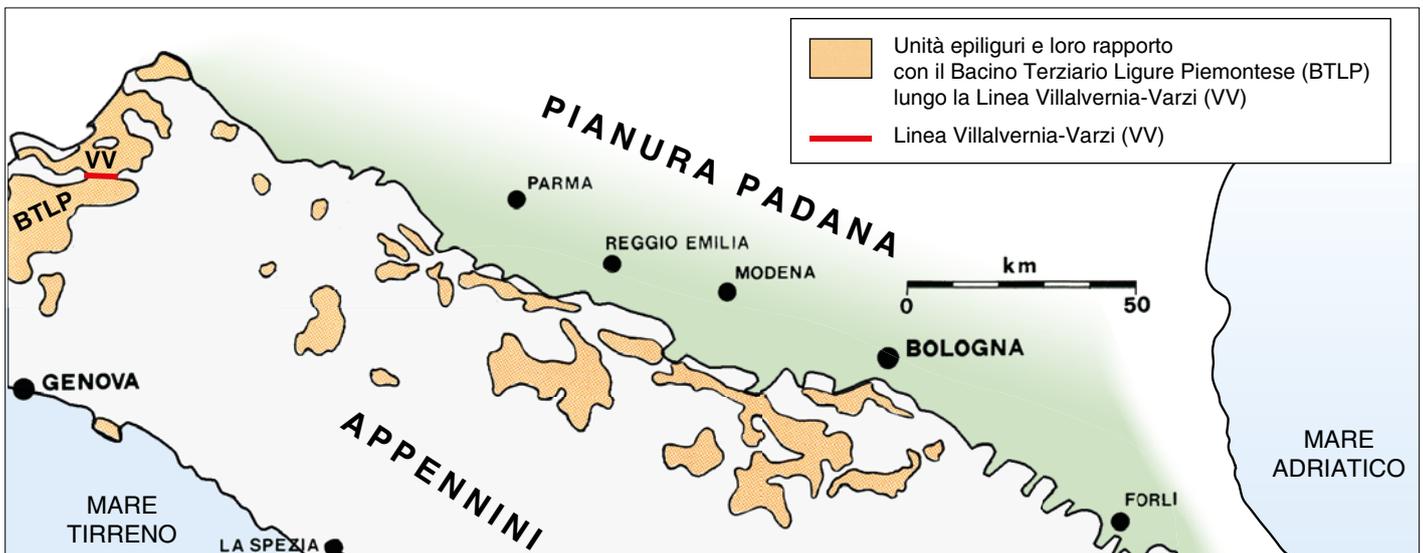
Appennino Emiliano. La Formazione Marne di Antognola; sullo sfondo, il corpo caotico su cui sorge il Castello di Canossa.

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEL DOMINIO EPIGIGURE DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE



(Semplificato da Papani e Vernia, 1990)

DISTRIBUZIONE AREALE DEGLI AFFIORAMENTI DELLE SUCCESSIONI DEL DOMINIO EPIGIGURE SUL VERSANTE PADANO DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE



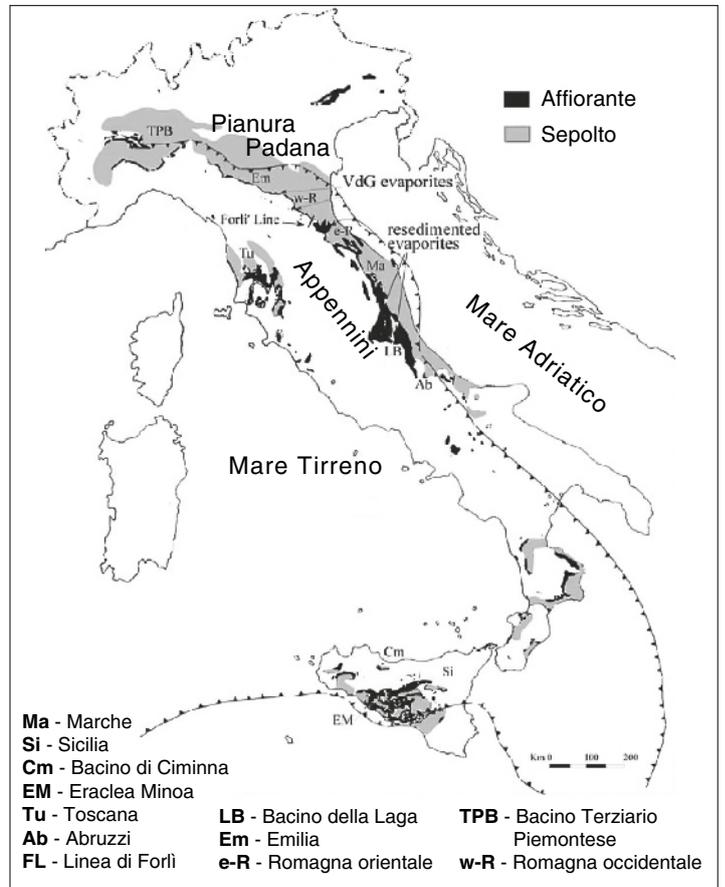
testimoniano un'estesa attività vulcanica e, come orizzonti guida, si rintracciano anche nella sedimentazione delle unità di avanfossa (Cervarola, Marnoso-Arenacea) e di avampaese (Bisciario, Schlier). Dopo una lacuna nella sedimentazione, corrispondente a un acme orogenico appenninico, la successiva Formazione di Bismantova mostra al suo interno una notevole variabilità litologica che si esprime anche nella morfologia del paesaggio. Lo sperone della Pietra di Bismantova, come la comparabile rupe su cui sorge l'antico abitato fortificato di San Marino, ne è un spettacolare esempio. La sedimentazione prosegue con marne molto fossilifere abbondanti in molluschi di mare profondo, Formazione Marne del Termina, sovrastata dalla Formazione Gessoso Solfifera. Quest'ultima, affiorante dall'Appennino settentrionale (sull'appennino bolognese è chiamata "vena del gesso") alla Sicilia, presenta una tipica sequenza di orizzonti gessiferi e contrassegna la "crisi di salinità messiniana". Con questa espressione si indica il processo di disseccamento del Mediterraneo, verificatosi quando questo rimase isolato dall'Oceano Atlantico per la chiusura della stretto di Gibilterra, riducendosi a una serie di depressioni marine con acque ipersaline. Le rocce evaporitiche che ne derivarono, costituite da salgemma, gesso e sali potassici, sono individuabili in molte delle sequenze sedimentarie dell'intero bacino. Esse si depositarono per precipitazione direttamente in acque basse in condizioni di clima arido e inadeguati apporti di acque meteoriche e fluviali tali da provocare un bilancio idrico nettamente negativo. La riapertura del collegamento con l'Atlantico, all'inizio del Pliocene, è contraddistinta dal ritorno improvviso e isocrono a condizioni marine normali su tutta l'area mediterranea. Localmente questo evento è rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre, equivalenti ai Trubi in Sicilia, composta da sedimenti di mare aperto e profondo costituiti da una monotona successione marnoso-argillosa con abbondante contenuto fossilifero di foraminiferi planctonici. L'unità si trova immediatamente sovrapposta in discontinuità stratigrafica ai depositi bacinali e fluvio-deltizi continentali della Formazione Colombacci.



Appennino Emiliano. Lo sperone della Pietra di Bismantova.

MAPPA DELLA DISTRIBUZIONE AREALE DELLA FORMAZIONE GESSOSO SOLFIFERA MESSINIANA IN ITALIA

(APAT-CNR)



Appennino Romagnolo. Affioramento della vena del gesso bolognese.

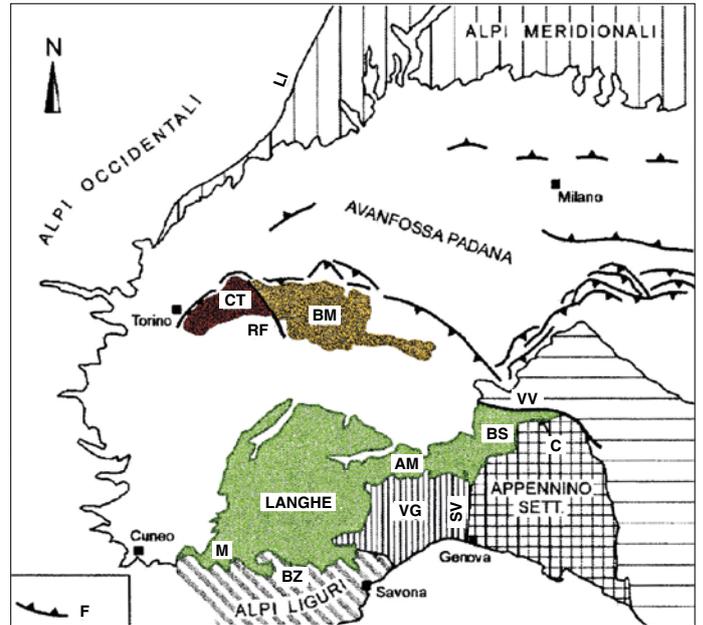


La successione del *Bacino Terziario Ligure-Piemontese*, strettamente connessa con l'apertura e l'evoluzione del Bacino Ligure-Provenzale, inizia nell'Oligocene inferiore con depositi grossolani di ambiente variabile da continentale a costiero (Formazione di Molare, Conglomerati della Val Borbera). Col trascorrere del tempo la depressione si fa più articolata con aree a differente tasso di sedimentazione e subsidenza. Ciò permette di distinguere ulteriormente dei sottobacini, all'incirca coevi tra loro ma con facies caratteristiche proprie, di cui Langhe e Monferrato sono i più indicativi.

Nelle Langhe, con spessori di poco superiori ai 1000m, ci sono estesi sedimenti pelitici di mare aperto intercalati a corpi lenticolari arenacei e arenacei-conglomeratici di natura torbiditica (Formazione Rocchetta-Monesiglio). Sopra, per un massimo di 2500m di spessore, si ripetono monotone alternanze di strati arenaceo-pelitici riferibili a classiche torbiditi (formazioni Cortemilia, Cassinasco). Tra queste si trova la Formazione di Cessole, caratterizzata da un alto contenuto in foraminiferi planctonici, rilevante in quanto include la sezione tipo a livello globale del tempo geologico Langhiano.

Nell'Alto Monferrato, ai depositi pelagici marnoso-argilloso (Marne di Rigoroso) sono associati sedimenti carbonatici di piattaforma (Formazione di Visone). Rispetto alla sequenza stratigrafica precedente, questa è condensata e lacunosa, riflettendo così la condizione di alto strutturale del fondale. Continuando nella serie si trova la Formazione Arenarie di Serravalle, rappresentata da areniti con silicoclasti e a bioclasti calcarei in strati con laminazioni oblique, tipiche di un accumulo controllato da moto ondoso. La parte superiore della successione del Bacino

IL BACINO TERZIARIO LIGURE PIEMONTESE NELLA ZONA DI GIUNZIONE TRA ALPI E APPENNINO SETTENTRIONALE (APAT-CNR)

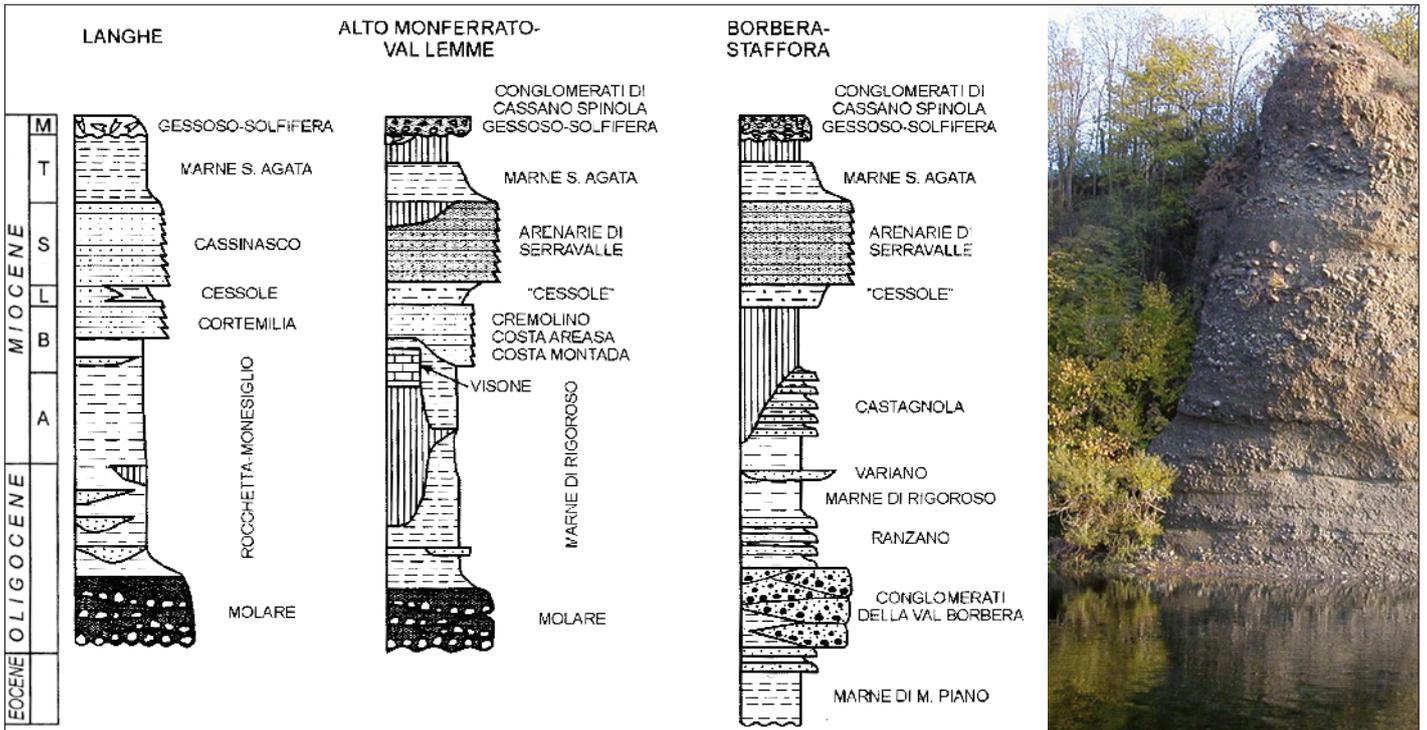


CT	Collina di Torino	VV	linea Villalvernia-Varzi
BM	Basso Monferrato	SV	linea Sestri-Voltaggio
M	Monregalese	LI	linea insubrica
AM	Alto Monferrato	VG	Gruppo di Voltri
BS	area Borbera-Staffora	BZ	zona Brianzonese
C	Castagnola	F	fronti di sovrascorrimento sepolti
RF	linea Rio Freddo		

Terziario Ligure-Piemontese termina in tutta l'area con silti bioturbate ricche in fossili di bivalvi, foraminiferi e gasteropodi, caratteristici di ambiente prossimo al litorale (Marne di Sant'Agata Fossili), sormontate infine dalla Formazione Gessoso Solfifera messiniana.

SCHEMA DELLE PRINCIPALI SUCCESIONI STRATIGRAFICHE DEL BACINO TERZIARIO LIGURE-PIEMONTESE

Piemonte. Formazione di Molare sul torrente Orba.



Nell'Appennino settentrionale i **bacini estensionali** dovuti al rifting tirrenico, che frammentano la struttura a falde della parte interna della catena montuosa, si trovano principalmente nell'area toscano-laziale. Queste depressioni tettoniche intramontane sono costituite da una complessa serie di graben e semigraben, delimitati da faglie normali, riempiti da successioni sedimentarie molto articolate e diversificate da bacino a bacino, difficili da organizzare in un contesto unitario.

La serie miocenica, nella parte inferiore, è formata da depositi fluvio-lacustri composti da conglomerati basali seguiti da alternanze pelitico-sabbiose con livelli lignitiferi, dai quali provengono importanti ritrovamenti fossili. Verso l'alto depositi marini-lagunari sono costituiti da conglomerati, calcari e argille. In particolare, la Formazione Calcari di Rosignano rappresenta un imponente complesso di scogliera con rocce biodetritiche di scarpata associate a calcari stratificati di laguna. Chiude la sequenza la caratteristica serie di orizzonti gessiferi che marcano l'evento della "crisi di salinità messiniana".

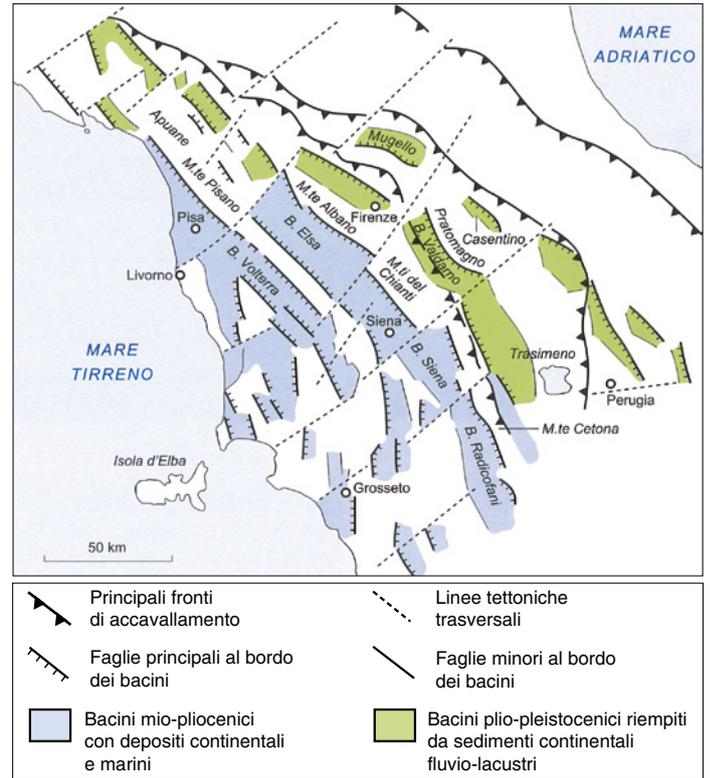
La serie pliocenica inferiore è formata prevalentemente da depositi marini argillosi fossiliferi molto estesi e potenti, soprattutto nei bacini prossimi alla costa (Bacino di Radicofani, Bacino di Volterra-Radicondoli-Chiustino). La tipologia dei sedimenti e il contenuto paleontologico mostrano la tendenza regressiva di questa serie, con la porzione inferiore costituita da argille di ambiente profondo a foraminiferi e chiusa alla sommità da sabbie litorali (Sabbie di Castell'Anselmo), preludio all'emersione del territorio toscano.

Dal Pliocene medio fino a tutto il Quaternario, i bacini estensionali (Valdarno, Val Magra, Val di Pugna) sono colmati da depositi, inizialmente argilloso-siltosi palustro-lacustri e poi conglomerati-sabbiosi alluvionali, nei quali si sono trovati fossili di vertebrati terrestri di grossa taglia tra i più significativi di quell'epoca.

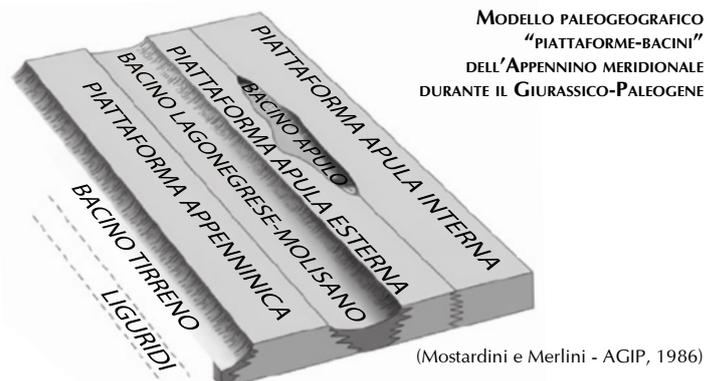
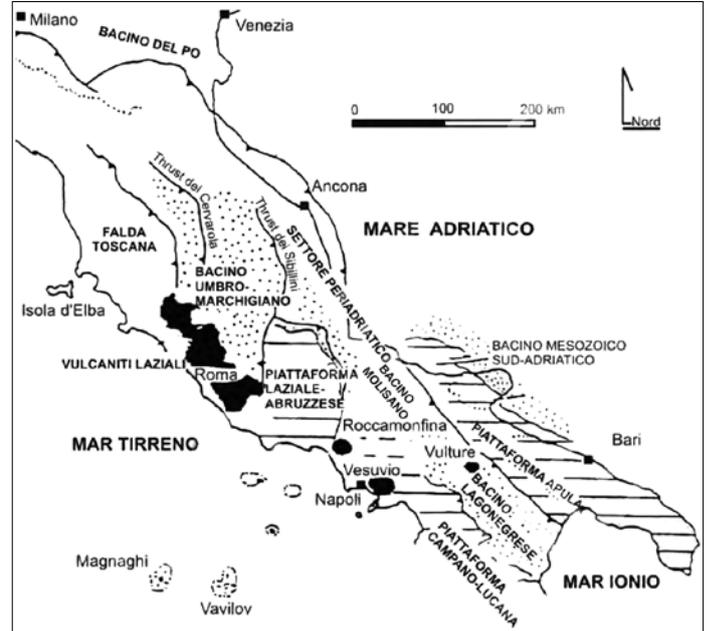
Rispetto al tratto settentrionale della catena montuosa, oltre alla migrazione nel tempo e nello spazio del fronte dell'orogene e al relativo spostamento progressivo dell'avanfossa e dei bacini episuturali, nell'**Appennino meridionale** sono coinvolte nella deformazione anche le **piattaforme carbonatiche**. In quest'area, alla fine del Cretaceo, le piattaforme carbonatiche emersero su vaste estensioni e talvolta per lungo periodo, dando luogo a depositi bauxitici. La lacuna stratigrafica che si venne a creare nel Paleogene non interessò viceversa i margini delle piattaforme dove il materiale continuò invece a sedimentarsi, dando luogo a depositi di calcareniti a grossi foraminiferi.

Successivamente, durante una fase trasgressiva avvenuta nel Miocene, acque basse ricoprirono nuovamente le zone di piattaforma, poco prima che la sedimentazione di materiale terrigeno, proveniente dall'emergente catena in accrescimento, le estinguesse definitivamente.

DISTRIBUZIONE DEI BACINI ESTENSIONALI DEL MIOCENE SUPERIORE-QUATERNARIO NELL'APPENNINO SETTENTRIONALE (Bossio et alii)



SCHEMA STRUTTURALE TETTONICO DELL'APPENNINO MERIDIONALE (APAT - CNR)

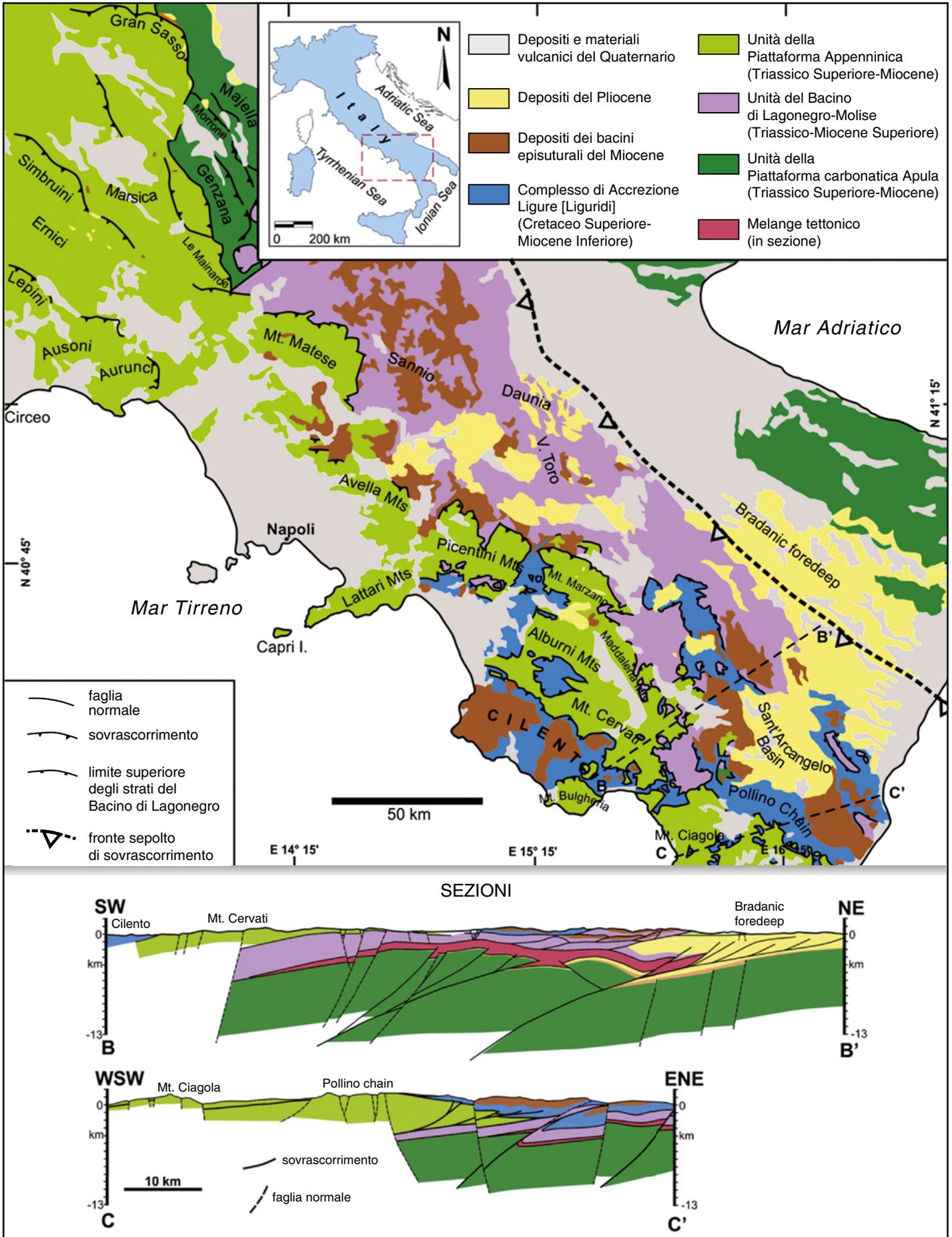


MODELLO PALEOGEOGRAFICO "PIATTAFORME-BACINI" DELL'APPENNINO MERIDIONALE DURANTE IL GIURASSICO-PALEOGENE

(Mostardini e Merlini - AGIP, 1986)

SCHEMA GEOLOGICO STRUTTURALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE CON LE PRINCIPALI UNITÀ TETTONICHE

(mod. da Vitale e Ciarcia, 2013)

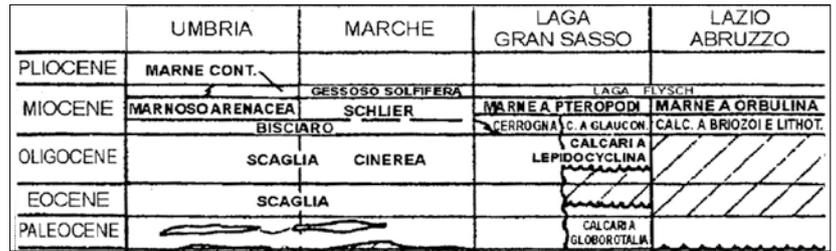


Nella zona laziale-abruzzese questi eventi sono rappresentati quasi esclusivamente dai Calcari a Briozoi e Litotamni. Questa formazione organogena e bioclastica, caratterizzata da una forte eterogeneità, è organizzata nel complesso come una rampa di raccordo con la piattaforma carbonatica, in graduale subsidenza e sotto il controllo tettonico. Le sovrastanti Marne a Orbulina, di ambiente pelagico con foraminiferi planctonici, mostrano un progressivo coinvolgimento dei sedimenti di rampa nel sistema di avanfossa.

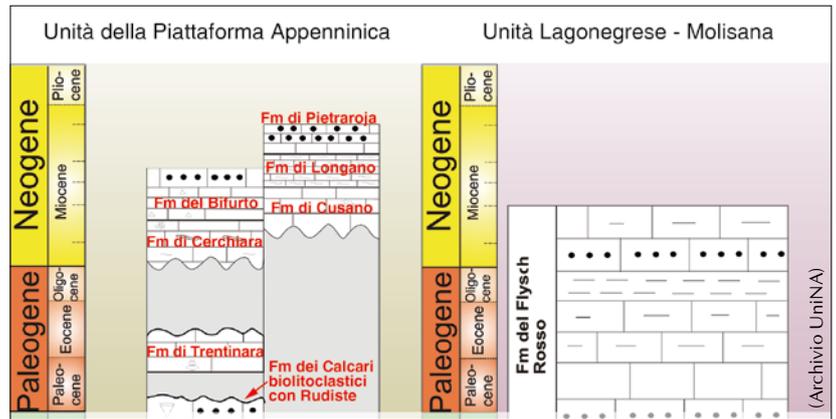
Nella zona campano-lucana-calabrese gli stessi eventi sono testimoniati da depositi carbonatici di mare basso e accumuli torbiditici, rispettivamente delle formazioni Cerchiara e Bifurto.

Nell'Appennino meridionale, le successioni sedimentarie di *avanfossa* sono intensamente deformate dalla tettonica compressiva della catena montuosa, tanto da risultare difficile comprendere la loro collocazione paleogeografica originaria. Il Flysch Numidico è l'unità oligo-miocenica che meglio ha registrato le più significative fasi della progressiva migrazione dell'avanfossa. Per le sue peculiari facies litologiche e la diffusa distribuzione su un'area molto vasta, rappresenta un elemento fondamentale di studio per la ricostruzione dell'evoluzione dell'avanfossa. Questo flysch affiora da Gibilterra fino all'Appennino meridionale, attraverso tutto il nord Africa. In Italia è ben esposto su vaste aree di Sicilia, Basilicata e Campania, con spessori complessivi che possono arrivare a 2500m. Le differenti facies sedimentarie terrigene sono l'espressione dei diversi ambienti deposizionali, in cui si sono accumulati i materiali trasportati dalle correnti di torbidità. Nel Miocene la sedimentazione del Bacino Numidico è caratterizzata dalla regressività delle successioni, che terminano tutte con depositi pelitici. Il

SCHEMA STRATIGRAFICO DELLE SUCCESIONI CENOZOICHE NELL'APPENNINO CENTRALE (Bally et alii, 1986)



SCHEMA STRATIGRAFICO DELLE SUCCESIONI CENOZOICHE NELL'APPENNINO MERIDIONALE

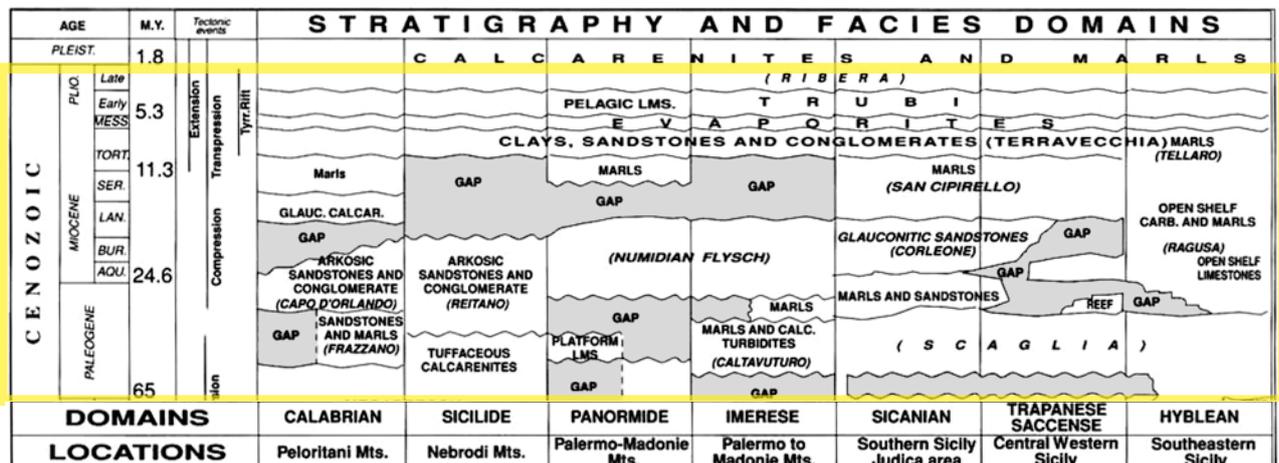


Lazio. Castel di Tora (Rieti) sulla rupe formata dai Calcari a Briozoi e Litotamni (CBL) del Miocene medio, sovrascorsi sulle Marne a Orbulina (MO).



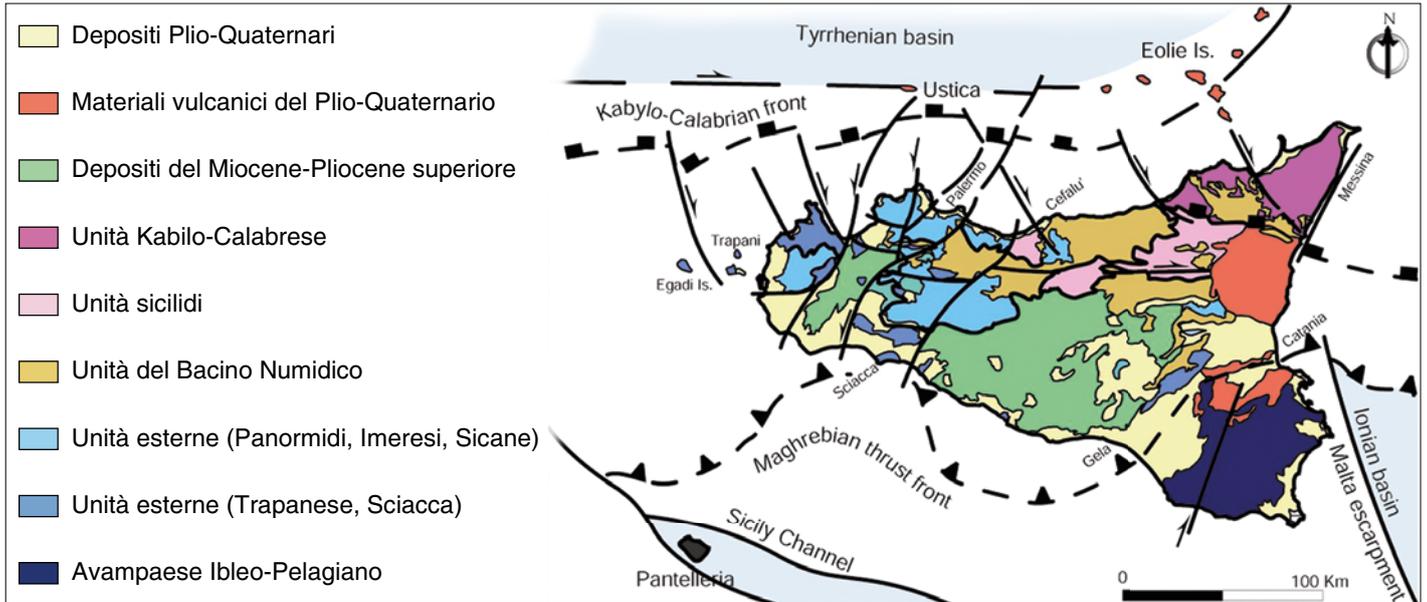
SCHEMA DELLA SUCCESIONE STRATIGRAFICA CENOZOICA IN SICILIA

(APAT-CNR)



SCHEMA GEOLOGICO STRUTTURALE DELLA SICILIA

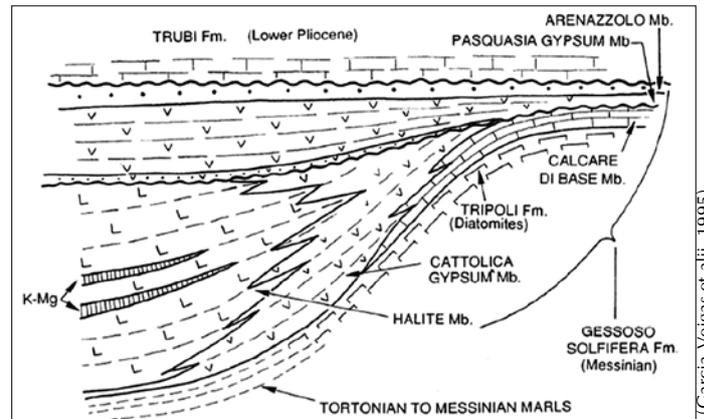
(mod. Tondi et alii, 2006)



parziale sollevamento delle zone più interne della catena genera un'avanfossa nelle aree più meridionali con la conseguente deposizione delle molasse della Formazione Terravecchia, che vanno a ricoprire unità già deformate. Anche nell'articolata avanfossa siciliana, alla fine del Miocene, si trova la serie evaporitica che contrassegna la "crisi di salinità messiniana". Per le sue caratteristiche sedimentarie, la spessa coltre di sedimenti di tipo salino è ritenuta la più affine alla successione stratigrafica incontrata nelle perforazioni esplorative dei fondali più profondi del Mediterraneo. La successione comprende, al di sopra dei gessi inferiori della Formazione di Cattolica, l'Unità del Sale che, nella storica miniera di Realmonte (Agrigento), raggiunge uno spessore massimo di circa 600m, con halite grigia da massiccia a laminata con sottili intercalazioni argillose. L'inizio del Pliocene è contraddistinto dal ritorno improvviso a condizioni marine normali su tutta l'area mediterranea. In Sicilia, sedimenti di mare aperto e profondo sono costituiti da alternanze ben stratificate di argille e calcari marnosi con foraminiferi planctonici della Formazione dei

Trubi, equivalenti alle Argille Azzurre dell'Appennino settentrionale. Essi si trovano immediatamente sovrapposti, in discontinuità stratigrafica, ai depositi continentali della Formazione Arenazzolo, costituita da sabbie quarzose giallo brunastre poco cementate di ambiente fluvio-deltizio con tipiche associazioni fossili di acque dolci.

SCHEMA DEI RAPPORTI STRATIGRAFICI DEL MESSINIANO DI SICILIA



Sicilia. La Formazione dei Trubi alla "Scala dei Turchi" a Punta Majata.

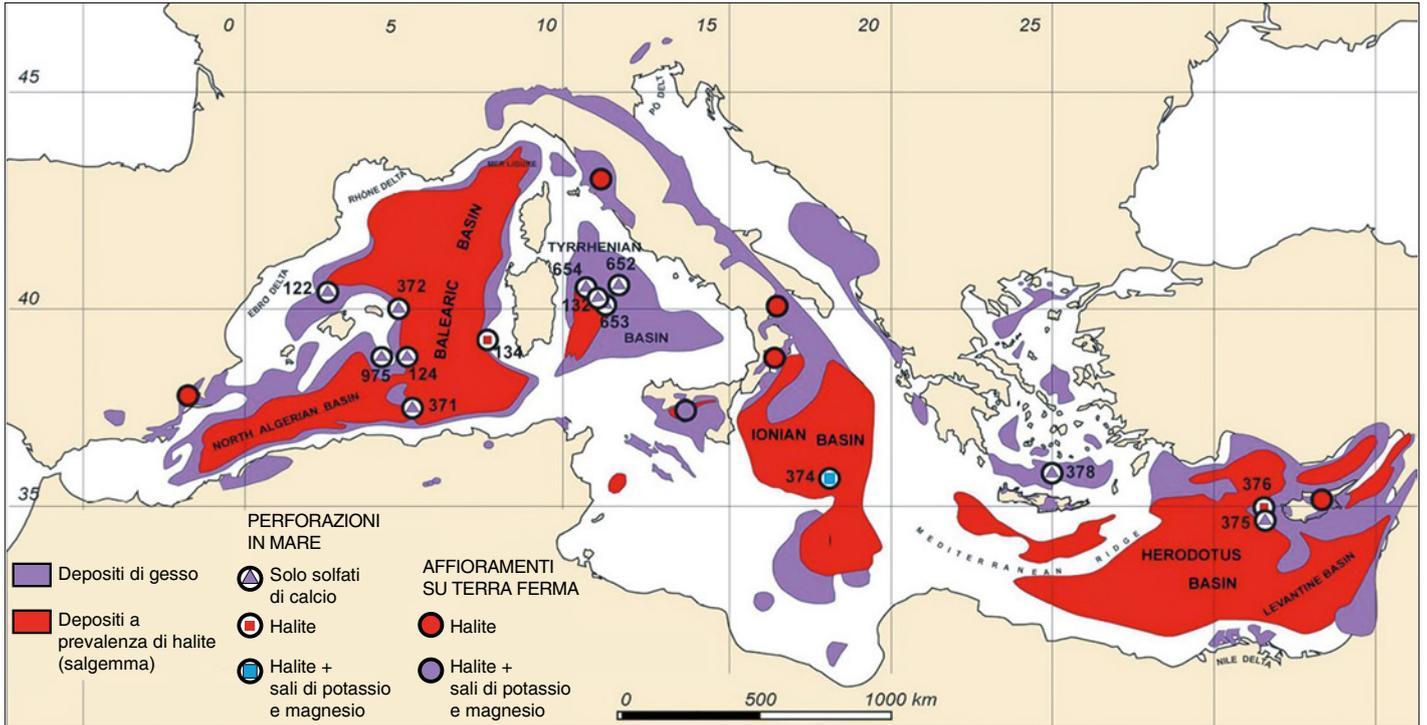


Sicilia. Attività estrattiva in una miniera di sale della Italkali.



DISTRIBUZIONE DEI SEDIMENTI EVAPORITICI MESSINIANI NEL MEDITERRANEO

(Rouchy e Caruso, 2006)

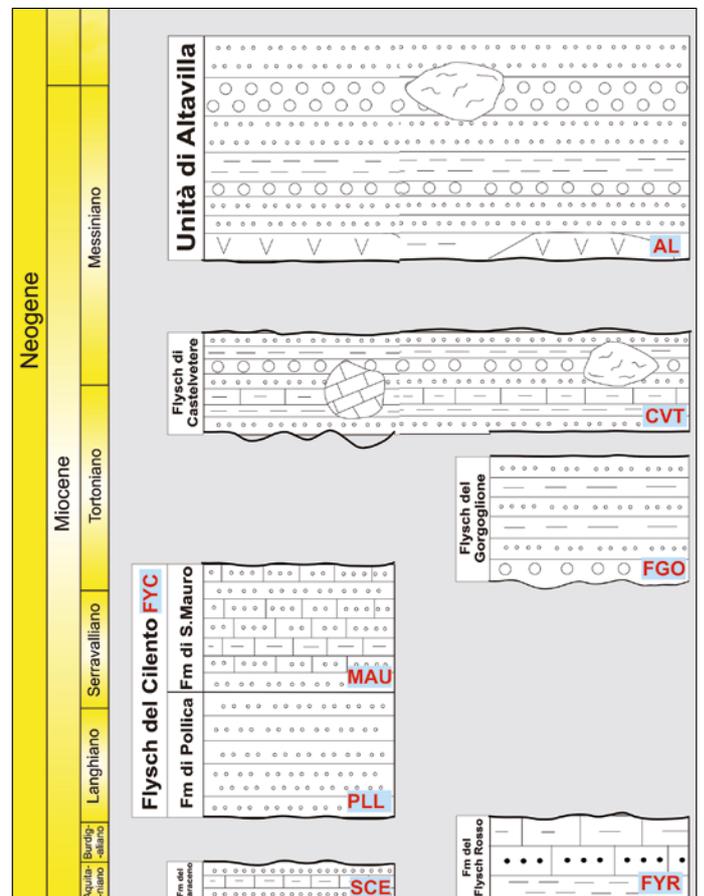


I **bacini episuturali** dell'Appennino meridionale, rispetto al tratto settentrionale, sono arealmente disgiunti, stratigraficamente frammentari, di difficile collocazione originaria e in genere intensamente coinvolti nelle deformazioni della catena montuosa. Tra le successioni più rappresentative c'è la Formazione di Albidona, composta da una classica sequenza torbiditica costituita prevalentemente di arenarie silicoclastiche associate ad argilliti marnose grigioscure, che affiora tra Calabria e Basilicata con spessore di circa 2000m. Significative, per comprendere il complesso ciclo sedimentario sinorogenco oli-

go-miocenico, sono anche le formazioni Flysch del Cilento, Gorgoglione e Castelvete con le siciliane di Reitano e Capo d'Orlando.

SCHEMA STRATIGRAFICO DEI DEPOSITI MIOCENICI NEI BACINI EPISUTURALI DELL'APPENNINO MERIDIONALE

(Archivio UniNa)



Basilicata. Affioramento del Flysch di Albidona.





Campania. Il Flysch del Cilento a Punta Licosa.

Negli Appennini meridionali, i ***bacini estensionali*** dovuti all'apertura del Tirreno, presenti di solito nella parte più interna della catena montuosa, si trovano soprattutto in corrispondenza dell'Arco Calabro-Peloritano. Di età neogenico-quadernari, arrivano talvolta a superare i 70km di lunghezza e 30km in larghezza. Si tratta di depressioni controllate soprattutto da tettonica estensionale e transtensionale, che risultano quindi allungate parallelamente o trasversalmente alla catena, e possono svilupparsi sia in terraferma che in mare aperto.

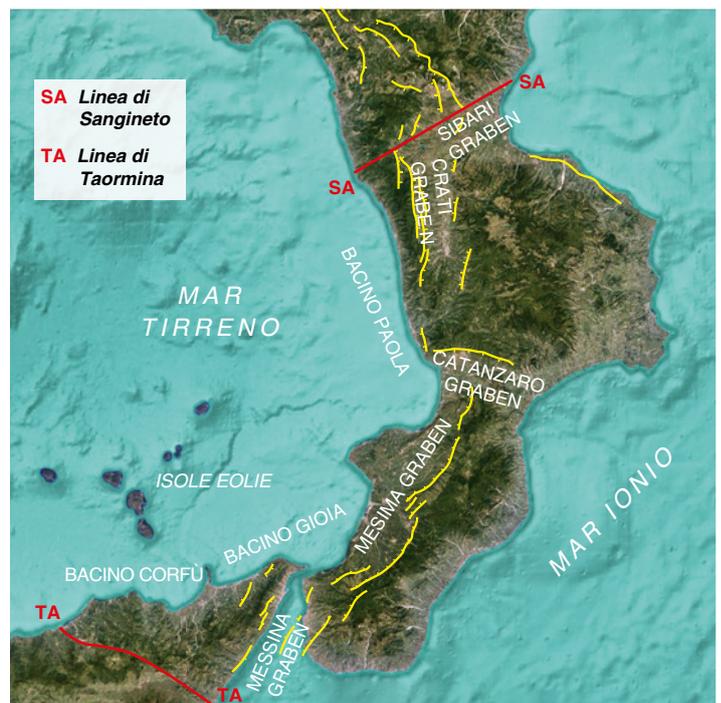
Il Bacino di Paola e quello di Gioia sono i principali bacini estensionali presenti al largo delle coste calabresi del Mar Tirreno. In essi la subsidenza è stata tale da instaurare un elevato tasso di sedimentazione con accumuli di oltre 4000m di spessore.

Al largo delle coste siciliane, tra Palermo e le isole Eolie, il Bacino di Cefalù mostra un'evoluzione tettonica e sedimentaria analoga al Bacino Gioia. La sedimentazione inizia con i Trubi e si evolve verso l'alto con calcareniti e sabbie plioceniche, estese a una sequenza clastica plio-pleistocenica.

Il Bacino estensionale intramontano di Crati è una depressione molto articolata separata al suo interno da alti strutturali che ne delimitano dei sottobacini. La serie sedimentaria, di età pliocenica-olocenica, è costituita all'inizio da peliti, seguono alternanze di conglomerati e peliti, fino a chiudere con conglomerati-arenacei di conoide delizia associati a peliti lacustri.

In Calabria, il Bacino intramontano di Mesima presenta una successione sedimentaria miocene-pleistocenica, che inizia con un'alternanza argilloso-arenacea spessa circa 600m su cui poggiano marne e marne calcaree simili ai Trubi. L'attività tettonica sinsedimentaria in certi periodi è rappresentata da tipici depositi detritici di arenarie e sabbie litorali (Sabbie di Cataforio, Calcareniti di Vinco) e ghiaie e sabbie di conoide sottomarina (Ghiaie di Messina).

I BACINI ESTENSIONALI NEOGENICO-QUATERNARI NELL'ARCO CALABRO-PELORITANO



Sicilia. Affioramento della Formazione delle Ghiaie di Messina alla cava Curcuraci.



4.1.3 Nella parte occidentale della **Sardegna** si trovano alcune testimonianze geologiche del distacco del Blocco Sardo-Corso dalla zolla europea, che ha poi generato, per rotazione antioraria, l'apertura del Bacino Ligure-Provenzale, tra l'Oligocene superiore e il Miocene medio.

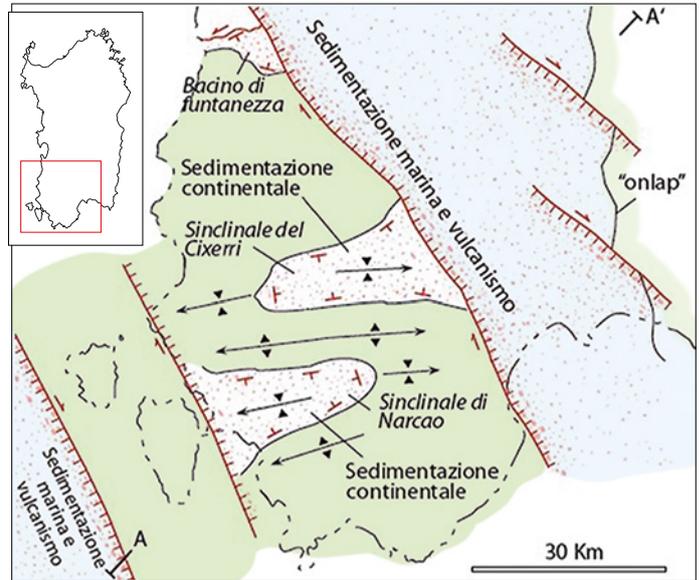
Sistemi di faglie distensive, sviluppati in direzione nord-sud e su tutta la lunghezza dell'isola, rappresentano il margine orientale della lacerazione crostale, tagliando le rocce del basamento e delle coperture meso-cenozoiche con rigetti di diverse centinaia di metri. Ciò provoca un'estesa struttura tettonica con porzioni ribassate e basculate, il rift sardo oligo-miocenico, riempito da una successione sedimentaria di circa 1km di spessore, che mostra depositi continentali e marini associati a prodotti vulcanici. Lo studio litologico, cronologico e paleontologico di questi depositi permette di comprendere le condizioni ambientali presenti nei vari periodi evolutivi al procedere del rifting, delineandone le tappe principali.

Alla base della serie la Formazione Cixerri (Eocene-Oligocene), costituita da arenarie quarzose a matrice carbonatica alternate ad argille marnose tipiche di ambiente continentale fluvio-lacustre, illustra le fasi iniziali di rifting, ricoprendo in discordanza, per oltre 100kmq e con spessori massimi di circa 100m, le unità del basamento e di copertura meso-cenozoica. L'analisi di dettaglio sul contenuto paleontologico dei ciottoli carbonatici, che si trovano in alcuni livelli conglomeratici all'interno dell'unità, ha permesso di riconoscerne la provenienza da rocce presenti nella regione nord iberica, a dimostrazione che la Sardegna, nell'Eocene, era ancora congiunta all'Europa. La Formazione Ussana (Oligocene sup.-Miocene inf.), sovrastante la precedente con contatto discordante per presenza di superficie erosiva, è costituita da conglomerati, breccie, arenarie e argille che possono raggiungere circa 500m di spessore e oltre 100kmq di estensione. L'unità, percorsa da faglie sinsedimentarie che danno luogo a strutture tipo graben, rappresenta accumuli detritici con-

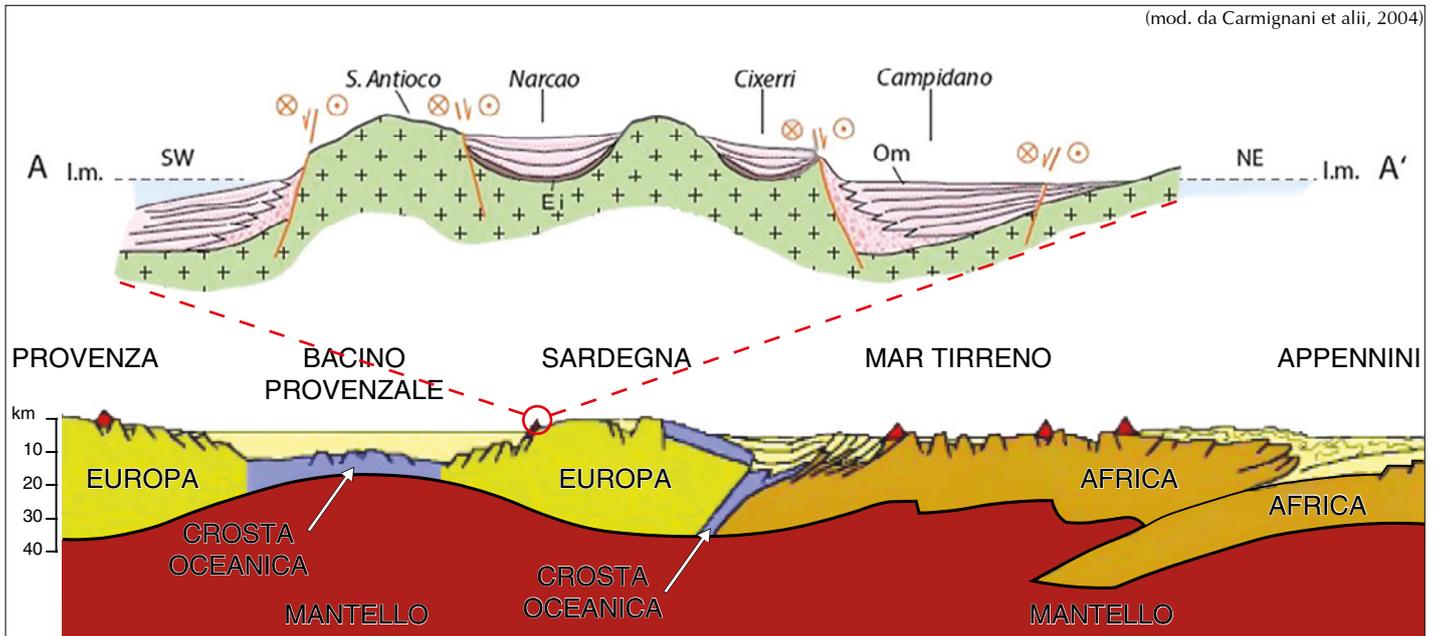
tinentali provenienti dall'erosione delle scarpate tettoniche prodotte durante il rifting e, verso l'alto, è intercalata da sabbie contenenti echinidi, molluschi, briozoi e alghe rosse incrostanti o addirittura calcareniti bioclastiche, a indicare una progressiva trasgressione marina. L'ambiente deposizionale varia, dunque, da fluviale lacustre, alla base, fino a litorale alla sommità, dove localmente si possono incontrare anche superfici di esposizione subaerea documentate da paleosuoli bruno rossastri.

Le successive Marne di Ales (Oligocene sup.-Miocene inf.) e la Formazione della Marmilla (Miocene inf.), spesse insieme al massimo 600m e costituite rispettivamente da marne argillose sottilmente stratificate e da un deposito vulcano-sedimentario molto vario, mostrano il progressivo affermarsi di un ambiente con mare sempre più aperto e profondo, dove abbondano foraminiferi planctonici, evidenza di una definitiva ingressione marina nel rift sardo.

SCHEMA PALEOGEOGRAFICO E SEZIONE DELLA SARDEGNA SUD-OCCIDENTALE DURANTE IL RIFT OLIGO-MIOCENICO



(mod. da Carmignani et alii, 2004)

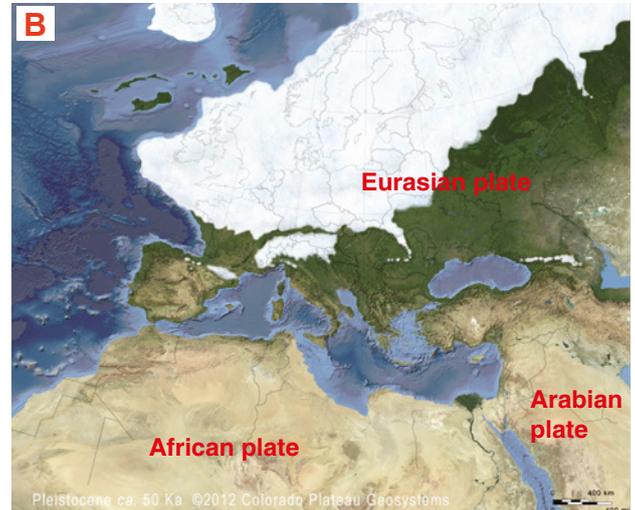
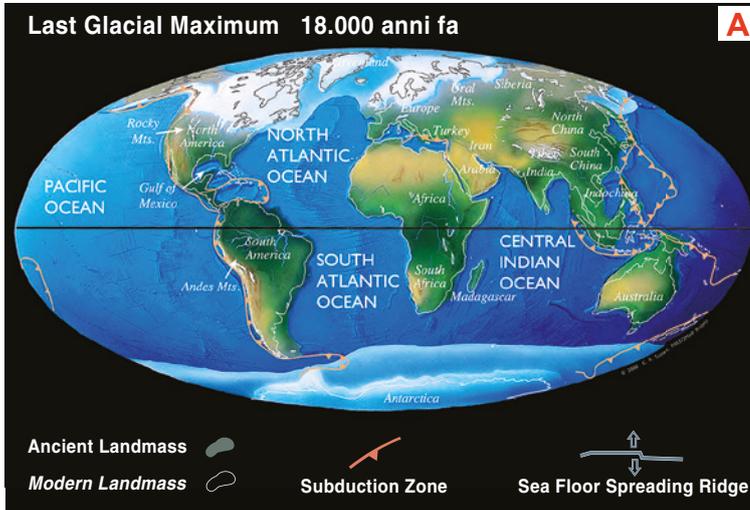


4.2 Quaternario (2.58 Ma - presente)

Il Quaternario è il periodo geologico più recente e viene suddiviso in due epoche: Pleistocene (2.58 - 0,0117 Ma) e Olocene (11700 anni fa - presente); quest'ultima, quella in cui viviamo, è tuttora in corso.

Durante il Quaternario si assiste a una persistente instabi-

lità climatica, contraddistinta da una ripetuta alternanza di intervalli caldi e freddi (cicli glaciali-interglaciali), ben evidenziata dagli studi sui sedimenti oceanici perforati di tutto il mondo e dalle ricerche sui ghiacci di Antartide e Groenlandia.



A. Ricostruzione paleogeografica mondiale (da C. Scotese): la superficie terrestre durante l'Ultimo Massimo Glaciale (in inglese *Last Glacial Maximum* o *LGM*), il periodo in cui si ebbe l'ultima massima espansione dei ghiacci, 18 000 anni fa.

B. Ricostruzione paleogeografica dell'area europea nel Pleistocene, circa 50 000 anni fa.

Nella tradizione geologica italiana i sedimenti quaternari, e in particolare quelli depositi in ambiente continentale e costiero, sono stati considerati inizialmente come semplici "coperture" che impedivano o rendevano problematica l'osservazione delle rocce sottostanti.

Riconsiderati dall'odierna comunità scientifica, questi depositi presentano un interesse scientifico del tutto pari a quello dei sedimenti più antichi e possono dare notevoli contributi alla comprensione dell'evoluzione recente del territorio anche sotto il profilo applicativo.

La geologia del Quaternario rappresenta, infatti, un indispensabile supporto per studi di idrogeologia, geotecnica, geofisica, geomorfologia e per la pianificazione territoriale in generale.

Definire la natura e la geometria dei diversi tipi di depositi quaternari e le superfici che li separano non è comunque semplice.

Il rilevamento dei depositi recenti presenta notevoli difficoltà, più che altro per le frequenti discontinuità stratigrafiche laterali, le brusche e ripetute variazioni laterali e verticali delle caratteristiche sedimentarie anche su brevi distanze, la distribuzione areale generalmente frammentaria con spessori frequentemente modesti a dare scarsi affioramenti e da ultimo la carenza di elementi utili per le attribuzioni cronologiche o paleoambientali.

Nel nostro paese affiorano importanti successioni rocciose riferite a questo periodo. Alcuni termini con i quali si designano i piani di suddivisione del Pleistocene derivano da nomi di località italiane in cui sono state identificate e studiate per la prima volta le sezioni stratigrafiche di riferimento.

Le successioni sedimentarie italiane del Quaternario sono controllate dalla loro collocazione tettonico-sedimentaria ereditata dal Pliocene. I caratteri principali sono dunque governati da contesti strutturali distensivi in corrispondenza dei bacini interni (aree peritirreniche e intracatena), da situazioni compressive nei bacini satelliti e di avanfossa al fronte di accrescimento della catena montuosa, nonché dalle morfologie.

Lombardia. Val Borlezza. Sequenza dei sedimenti quaternari del Bacino Lacustre di Pianico-Sellere in affioramento lungo l'alveo.



Le più significative successioni marine di bacini satelliti esposte in superficie, sono quelle classiche che si trovano lungo i torrenti Stirone e Santerno, nella fascia pedeappenninica padana.

In **Emilia Romagna**, nell'alveo dello Stirone, tra Appennino e alta pianura parmense, affiora una successione di sedimenti di ambiente marino (Supersintema Quaternario Marino), che prosegue nel sottosuolo per almeno 1600m di spessore. La serie è molto fossilifera e di notevole importanza paleontologica. Essa è costituita inizialmente da depositi prevalentemente limosi-argillosi di conoide deltizio distale, di colore tipicamente azzurrognolo, che verso l'alto passano ad alternanze sabbioso-argillose di ambiente marino di margine e poi a sabbie e ghiaie di ambiente di piana costiera. Oltre a registrare una tendenza regressiva, all'interno della serie sono presenti superfici di discontinuità stratigrafica per erosione, che definiscono temporanee condizioni di emersione dovute all'attività tettonica. La successione marina è sormontata dai depositi alluvionali attuali della pianura.

Nella valle del Santerno, tra Appennino e bassa pianura romagnola, affiora una successione sedimentaria di ambiente marino profondo, dello spessore di circa 3200m, costituita dalle classiche argille grigio-azzurre. Verso l'alto della sequenza si trovano depositi di sabbia di ambiente costiero testimonianza, come nel caso precedente del torrente Stirone, di una tendenza regressiva. La serie, che inizia a depositarsi nel Pliocene e prosegue in continuità stratigrafica nel Pleistocene, grazie all'importante contenuto paleontologico in foraminiferi, permette di definire il limite di passaggio tra i due periodi geologici, termine di paragone per tutta l'area mediterranea.

In **Piemonte**, un esempio di bacino di accumulo interno alla catena si trova collocato all'estremità occidentale della pianura padana, tra Langhe e Monferrato. Anche se recenti ricerche ne hanno ridimensionato l'importanza, una classica successione di ambiente continentale affiora in superficie presso la località di Villafranca d'Asti, dalla quale prende il nome il piano del Villafranchiano. La successione, da tempo studiata e famosa per l'abbondanza e la qualità dei resti fossili di vertebrati terrestri, risulta suddivisibile in due complessi separati da una superficie erosionale di discontinuità. La serie sedimentaria inferiore, che appoggia sulle Sabbie di Asti in continuità stratigrafica, è costituita prevalentemente da depositi sabbioso-argillosi di piana costiera, mentre la serie superiore pleistocenica, sabbiosa-ghiaiosa e limoso-argillosa, rappresenta un ambiente di piana fluvio-lacustre.



Emilia-Romagna. *Sopra*: il torrente Stirone e (*nel riquadro*) i numerosi fossili affioranti lungo il suo alveo. *Sotto*: i calanchi nelle argille azzurre plioceniche nei pressi di Casalfiumanese, nella Valle del Santerno.



Piemonte. Depositi fluvio-lacustri nell'area-tipo del Villafranchiano.

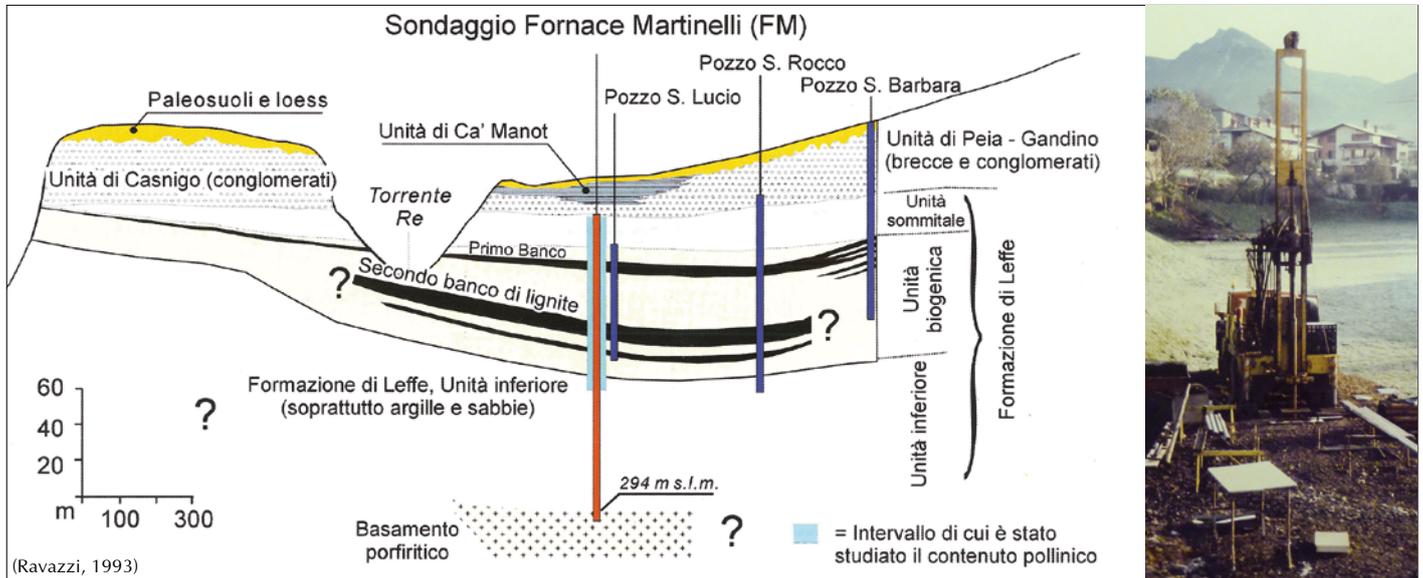


In **Lombardia**, i circa 200m di sedimenti lacustri del Bacino di Leffe, nelle Prealpi Bergamasche, documentano l'evoluzione degli ambienti montani nel corso del Pleistocene inferiore. Oltre a resti scheletrici di mammiferi terrestri, pesci e molluschi, sono i pollini fossili ad aver consentito le ricostruzioni ambientali e le relative oscil-

lazioni climatiche, già individuate nei coevi sedimenti marini presenti sui fondali oceanici. Ultimamente, sempre nelle Prealpi Bergamasche, anche gli affioramenti dei sedimenti quaternari del Bacino lacustre di Pianico Selle-re stanno fornendo interessanti dati paleoambientali del recente passato geologico.

SEZIONE GEOLOGICA ATTRAVERSO IL BACINO DI LEFFE

Il sondaggio "Fornace Martinelli" nel 1991.



In **Sicilia**, presso Gela, affiorano rilevanti depositi marnoso-calcarei fossiliferi in cui è stato evidenziato il profilo stratigrafico tipo di riferimento per la base del Quaternario. In particolar modo, nella successione affiorante lungo le pendici meridionali del Monte San Nicola è stato individuato il riferimento globale (GSSP-Global Boundary

Section and Point) per il limite Pliocene/Pleistocene fissato a 2.58 Ma.

Nella scala dei tempi geologici redatta dalla Commissione Internazionale di Stratigrafia il piano temporale compreso tra 2,58 e 1,806 Ma ha assunto il nome di *Gelasiano*.

Sicilia. Vista della sezione sul Monte San Nicola. La freccia indica il GSSP.

LOCALIZZAZIONE DEL LIMITE PLIOCENE/PLEISTOCENE NELLA SEZIONE AFFIORANTE AL MONTE SAN NICOLA (GELA)

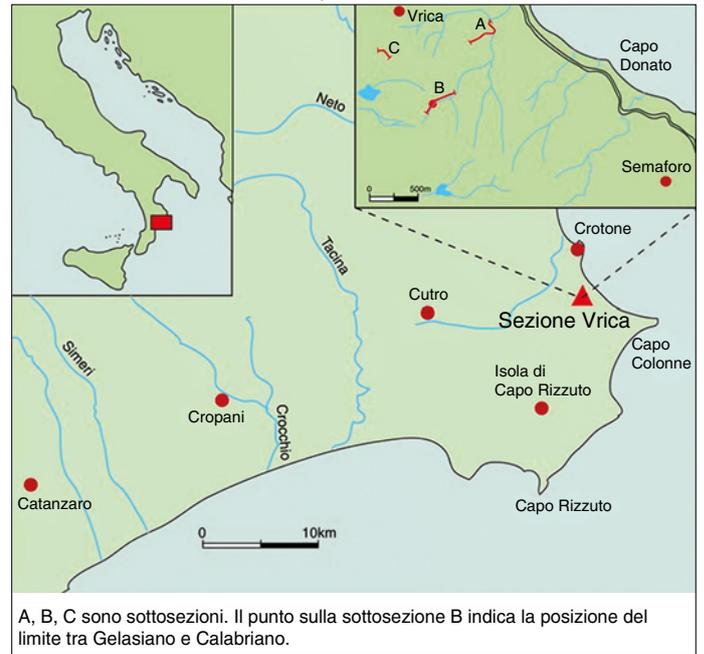


In **Calabria**, dove affiorano estesi depositi di argille marnose grigio-bluastre marine fossilifere, sono state individuate sezioni stratigrafiche tipo di riferimento per il Pleistocene. Nei 300m della successione esposta lungo la sezione Vrica, nel Bacino di Crotona, si trova il riferimento globale per il limite di passaggio tra Gelasiano e Calabriano, fissato a 1,806 Ma.

Calabria. Le argille marnose della sezione Vrica, presso Crotona. La linea tratteggiata indica il GSSP del piano Calabriano.



LOCALIZZAZIONE DEL LIMITE GELASIANO/CALABRIANO NELLA SEZIONE VRICA



A, B, C sono sottosezioni. Il punto sulla sottosezione B indica la posizione del limite tra Gelasiano e Calabriano.

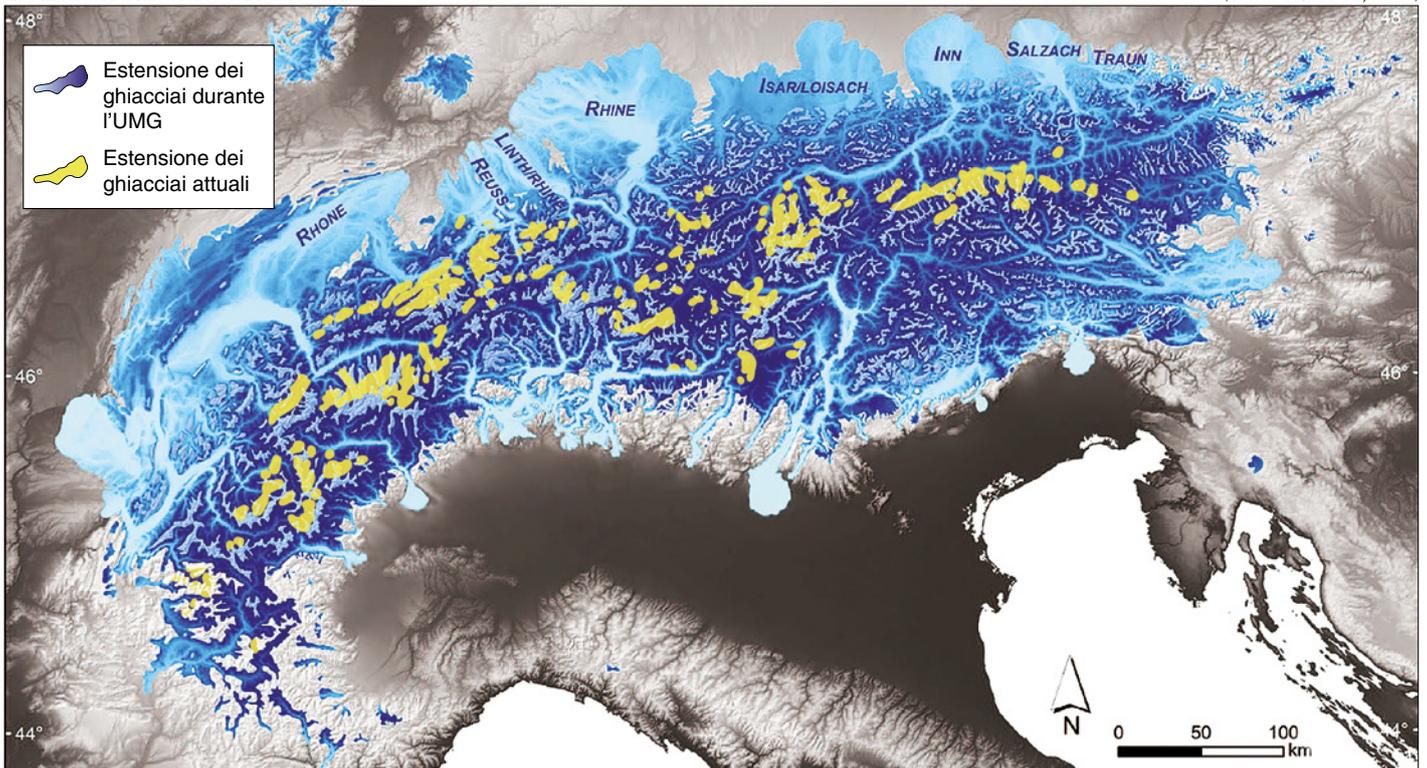
Il Pleistocene medio-superiore è caratterizzato da alterne fasi glaciali-interglaciali, che hanno lasciato tracce importanti nella morfologia del territorio italiano. A testimonianza del modellamento prodotto dalle espansioni glaciali e subito dalle montagne, ci sono gli ampi anfiteatri morenici ed i relativi apparati fluvio-glaciali generati dai ghiacciai allo sbocco delle principali valli alpine, nella pianura padana e veneta. Evidenze di glaciazioni si trovano anche negli Appennini, al Gran Sasso in Abruzzo e in alta Valle del Parma in Emilia.

Emilia-Romagna. Depositi glaciali nell'Alta valle del Parma.



LE ALPI DURANTE L'ULTIMO MASSIMO GLACIALE

(Ehlers e Gibbard, 2004)



Successioni rocciose attribuibili al Pleistocene superiore, definito anche con il termine Tirreniano, affiorano diffusamente in prossimità dei litorali della nostra Penisola e delle isole.

Si tratta prevalentemente di sedimenti costieri costituiti da depositi calcarei bioclastici, frequentemente fossiliferi, di ambiente di spiaggia di limitato spessore che, a causa delle oscillazioni climatiche, formano terrazzi marini posti a diverse quote rispetto all'attuale livello del mare. Essi raggiungono nei pressi di Reggio Calabria addirittura l'altitudine massima di 120m slm.

Il contenuto paleontologico di questi sedimenti è caratterizzato dalla presenza di una ricca fauna tipica di molluschi di clima caldo, di cui *Strombus bubonius* e *Conus guinaicus* sono le specie più significative, attualmente viventi nell'Oceano Atlantico tropicale ma estinte all'interno del Mediterraneo.

L'Olocene è l'epoca geologica più recente, quella in cui la civiltà umana si è sviluppata e nella quale viviamo tuttora. Convenzionalmente ha avuto inizio approssimativamente al termine dell'ultima fase glaciale che ha interessato l'emisfero settentrionale, cioè circa 11700 anni fa, un'inezia temporale rispetto agli altri periodi geologici che si misurano in milioni di anni.

È durante l'Olocene, successivamente al ritiro dei ghiacciai, che si sono definiti i caratteri morfologici delle nostre pianure. Al posto delle lingue glaciali alpine si sono formati i grandi laghi prealpini: Lago Maggiore, Lago di Como, Lago d'Iseo e Lago di Garda. I fiumi che scendevano dalle Alpi e dagli Appennini hanno provveduto a riempire di materiale alluvionale le aree costiere, tanto che il mare si ritirò più o meno sulle posizioni che occupa attualmente, e molti bacini lacustri si colmarono dando luogo a pianure intramontane.

Ultimamente più che la deriva dei continenti, con insignificanti spostamenti delle masse dal punto di vista del tempo geologico, sono le oscillazioni climatiche che hanno prodotto i maggiori mutamenti ambientali e condizionato

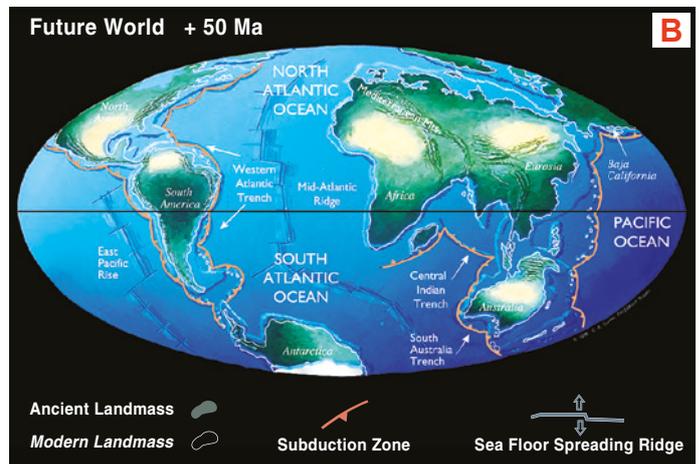
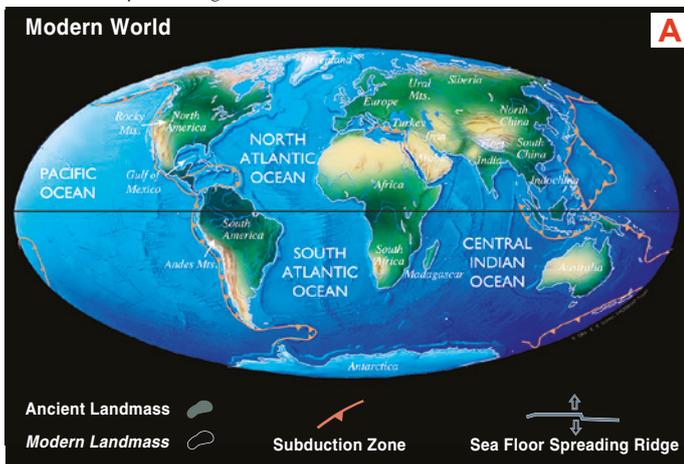


Esemplare fossile di *Strombus bubonius*, conservato presso il Museo di Geologia e Paleontologia "D. Lovisato" dell'Università di Cagliari. Il fossile è stato rinvenuto in un affioramento di conglomerati, arenarie e biocalcareni di ambiente marino databile al Tirreniano.

le attività umane che hanno a loro volta cambiato radicalmente il paesaggio, modellando il territorio a proprio uso e consumo. Il nostro è un tempo comunque non tranquillo ed immutabile come sembra, ma costellato di eventi climatici brevi ed intensi che provocano talora conseguenze catastrofiche. Anche l'attività sismica e vulcanica si manifesta in relazione al regime tettonico dinamico che caratterizza l'Italia, con pesanti ripercussioni sul territorio colpito.

L'Italia è un territorio frutto di una lunga evoluzione e con un fragile equilibrio geologico, troppo spesso sfruttato e maltrattato che andrebbe invece capito, rispettato, curato e difeso per le prossime generazioni. Studiare il passato impresso nelle rocce, capendone gli eventi ed i conseguenti sviluppi, permette di avere basi di conoscenza per riflettere consapevolmente sulle strategie di tutela da porre in atto per il futuro geologico, e non solo, del nostro territorio, evitando di essere inermi di fronte alla natura dalla quale ci siamo allontanati.

A. Il mondo attuale. B. Un'ipotetica ricostruzione geografica della superficie terrestre tra 50 Ma (da C. Scotese). Si noti la scomparsa del Mar Mediterraneo, al cui posto sorge una catena montuosa, e l'unione dell'Africa all'Eurasia.



GLOSSARIO

Abissale (*Abyssal*)

Ambiente marino sotto i 2000m di profondità.

Accrezione, prisma di (*Accretionary wedge*)

Processo che si verifica durante la subduzione lungo un margine convergente, in seguito al quale volumi di materiale di abrasione della placca sottoscorrente vanno ad accrescere la placca sovrascorrente dando luogo al cuneo d'accrezione.

Adria = Placca Adriatica o Apula (*Adriatic or Apulian Plate*)

Placca litosferica minore, appartenente alla Placca Africana. Nel corso dell'orogenesi Alpina è entrata in collisione con la Placca Euroasiatica. Attualmente corrisponde al basamento della penisola italiana, dell'Adriatico e di parte della catena Dinarica.

Alloctono (*Allochthon*)

Corpo roccioso interessato da trasporto tettonico e sovrapposto ad altri corpi.

Anidrite (*Anhydrite*)

Minerale, solfato di calcio, presente in depositi sedimentari evaporitici

Antiforme (*Antiform*)

Termine generico per piega a convessità verso l'alto.

Autoctono (*Autochthon*)

Corpo roccioso che non ha subito trasporto tettonico dopo la sua genesi.

Alto e basso strutturale (*Structural high - structural low*)

Zona sollevata o depressa rispetto alle aree contigue, in seguito ad attività tettonica distensiva (Horst/Graben).

Anticlinale (*Anticline*)

Piega degli strati rocciosi con concavità rivolta verso il basso e rocce più antiche al nucleo.

Arenaria (*Sandstone*)

Roccia sedimentaria clastica costituita da granuli con dimensioni tra 0,06 e 2 mm.

Argillite (*Shale*)

Roccia sedimentaria clastica costituita da granuli di dimensioni inferiori a 0,06 mm.

Avampaese (*Foreland*)

Rispetto a una catena di montagne è l'area antistante l'avanfossa, non interessata dal corrugamento orogenico, verso cui è diretta la spinta orogenetica e avviene il trasporto tettonico.

Avanfossa (*Foredeep*)

Area depressa subsidente antistante la catena orogenica, progressivamente colmata dai sedimenti derivanti dallo smantellamento delle rocce della catena in fase di innalzamento.

Basalto (*Basalt*)

Roccia magmatica effusiva con contenuto in SiO₂ tra 45-52%.

Basamento cristallino (*Crystalline basement*)

Porzione di crosta continentale, costituita da rocce magmatiche e/o metamorfiche, che funge da substrato della copertura sedimentaria.

Batiale, zona (*Bathyal zone*)

Zona di mare profondo che si estende dall'orlo della piattaforma continentale sino al piano abissale, a una profondità compresa tra i 200 e i 2000 m.

Bauxite (*Bauxite*)

Roccia sedimentaria ricca di ossidi e idrossidi di Fe e Al. Costituisce la principale materia prima per la produzione dell'alluminio.

Bioclasto (*Bioclast*)

Frammento di fossile.

Breccia (*Breccia*)

Roccia sedimentaria clastica costituita da ciottoli con dimensioni maggiori di 2 mm che presentano spigoli vivi.

Calcarea (*Limestone*)

Roccia sedimentaria chimica od organogena costituita soprattutto da carbonato di calcio (CaCO₃).

Calcarenite (*Calcarenite*)

Roccia sedimentaria clastica costituita da particelle calcaree delle dimensioni della sabbia (tra 2 mm e 0.062 mm) unite da un cemento anch'esso solitamente calcareo. I clasti che la compongono sono spesso costituiti da frammenti di organismi fossili.

Calcilutite (*Calcilutite*)

Roccia sedimentaria clastica costituita da particelle calcaree di dimensioni inferiori a 0.062 mm unite da un cemento anch'esso solitamente calcareo. I clasti che la compongono sono spesso costituiti da frammenti di organismi fossili.

Calcirudite (*Calcirudite*)

Roccia sedimentaria clastica costituita da particelle calcaree di dimensioni superiori a 2mm unite da un cemento anch'esso solitamente calcareo. I clasti che la compongono sono spesso costituiti da frammenti di organismi fossili.

Carbonatico (*Carbonate*)

Termine che si riferisce in genere a rocce sedimentarie composte quasi esclusivamente da carbonato di calcio (CaCO₃) e/o dolomite [CaMg(CO₃)₂].

Catena orogenica (*Orogenic belt*)

Rilievo montuoso che si forma lungo i margini convergenti di due placche continentali in collisione, in seguito all'accavallamento di unità tettoniche (orogenesi).

Clasto (*Clast*)

Frammento di roccia di qualunque natura e dimensione.

Clima (*Climate*)

Insieme delle condizioni meteorologiche medie di una certa regione.

Collisione continentale (*Continental collision*)

Scontro tra due blocchi continentali preceduto dalla progressiva riduzione del bacino oceanico che li separa.

Concoide (*Conchoidal*)

Tipo di fratturazione di una roccia a grana molto fine che dà luogo a superfici lisce concavo-convexe.

Concordanza stratigrafica (*Concordant*)

Si dice di due porzioni di una serie stratigrafica sovrapposte in continuità di sedimentazione e con stratificazione parallela.

Conglomerato (*Conglomerate*)

Roccia sedimentaria clastica costituita da ciottoli con dimensioni maggiori di 2mm e che presentano spigoli arrotondati.

Conoide sottomarina (*Submarine fan*)

Corpo sedimentario esteso, a forma di cono, generato da correnti di torbida scorrenti lungo una scarpata continentale. I depositi a granulometria più grossa sedimentano vicino al piede della scarpata, mentre quelli più fini nella parte distale del cono.

Copertura sedimentaria (*Sedimentary cover*)

L'insieme della sequenza di rocce sedimentarie di spessore variabile deposto al di sopra di un basamento cristallino.

Corrente di torbida (*Turbidity current*)

Densa miscela di acqua e materiale in sospensione originata prevalentemente da frane sottomarine, discendente per gravità in modo repentino lungo la scarpata continentale, dando origine a depositi, spesso gradati, chiamati torbiditi.

Crosta (*Crust*)

Lo strato superficiale della Terra solida, costituito da rocce con densità relativamente bassa rispetto al sottostante mantello terrestre.

Deriva dei continenti (*Continental drift*)

Teoria proposta da A. Wegener secondo la quale i continenti attuali, un tempo riuniti in un supercontinente, si sarebbero in seguito separati e, muovendosi gli uni rispetto agli altri, avrebbero raggiunto le attuali posizioni.

Diagenesi (*Diagenesis*) = **Litogenesi** (*Lithogenesis*)

Insieme di processi che trasformano un sedimento sciolto in roccia coerente.

Diaspro (*Jasper*)

Roccia silicea di origine chimica e in parte organogena, è composta da quarzo (SiO₂) e contiene spesso impurità di ferro. Presenta generalmente colorazione rossastra.

Discordanza stratigrafica (*Stratigraphic unconformity*)

Superficie di discontinuità che separa due corpi sedimentari, corrispondente a una lacuna stratigrafica nella sedimentazione.

Dolomia (*Dolomite limestone*)

Roccia sedimentaria carbonatica composta prevalentemente da dolomite CaMg (CO₃)₂.

Dominio (*Domain*)

Suddivisione geologica regionale basata su criteri paleogeografici e/o strutturali.

Dorsale medio-oceanica (*Mid-oceanic ridge*)

Catene montuose sottomarine di origine vulcanica che formano un unico sistema che attraversa tutti gli oceani. Corrispondono ai margini divergenti delle placche litosferiche, dove si forma nuova litosfera oceanica.

Elmintoidi (*Elmintoidi*)

Tracce fossili di forma serpeggiante lasciate sul fondo marino da organismi presumibilmente limivori. Sono caratteristiche di molte torbiditi cretacee delle Alpi e degli Appennini.

Episuturale, bacino (*Piggy back, Wedge-top basin*)

Detto di bacini sviluppati all'interno di una catena orogena e traslati insieme a questa verso l'avanfossa.

Euxinico, ambiente (*Euxinic environment*)

Ambiente di sedimentazione marino caratterizzato dalla persistenza di un basso tenore di ossigeno disciolto nell'acqua. Tale condizione ambientale, sfavorevole alla vita, permette la conservazione della materia organica.

Evaporite (*Evaporite*)

Roccia sedimentaria costituita da carbonati, formata per precipitazione chimica di sali sciolti in acqua in seguito ad evaporazione della massa liquida.

Facies (*Facies*)

Insieme dei caratteri litologici e paleontologici tipici di una roccia che permettono di identificare l'ambiente di formazione.

Faglia, superficie di (*Fault*)

Rottura di una roccia con spostamento relativo lungo il piano di frattura dei due blocchi a contatto. Le faglie possono essere verticali, dirette o normali (distensive), inverse (compressive) e trascorrenti (movimento orizzontale).

Falda di ricoprimento (*Thrust*)

Corpo di dimensioni chilometriche originato da un sovrascorrimento. Associazione di rocce, anche diverse tra loro, impilate le une sulle altre per effetto dello sforzo compressivo.

Fillade (*Phyllite*)

Roccia metamorfica di basso grado derivata da argilliti.

Flessura (*Flexure*)

Tipo di piega che raccorda senza discontinuità i due settori di uno strato o di una serie di strati con uguale giacitura (ad esempio, entrambi orizzontali) ma non allineati in verticale, mediante un terzo settore con giacitura diversa.

Flysch (*Flysch*)

Complesso di sedimenti terrigeni costituiti da strati arenacei e argillosi messi in posto da correnti di torbida. Documentano la fase iniziale precedente alla definitiva emersione della catena orogena.

Foraminiferi (*Foraminifera*)

Protozoi microscopici dotati di scheletro, già comparsi nel Cambriano ma assai diffusi nella successiva era Mesozoica. Alcune famiglie a guscio calcareo, note come Macroforaminiferi, raggiungeranno dimensioni maggiori (fino a qualche cm); tra esse: Fusuline, Orbitoline, Alveoline, Orbitoidi, Nummuliti, Lepidocicline.

Formazione geologica (*Geological formation*)

È l'unità fondamentale della litostratigrafia; indica un complesso di rocce con caratteristiche ben definite, formatosi in un ambiente omogeneo in un determinato lasso di tempo, con una precisa posizione stratigrafica.

Fossa oceanica (*Oceatrench*)

Depressione molto profonda e lineare del fondo oceanico che si forma per effetto della subduzione di una placca oceanica.

Fossile (*Fossil*)

Resti o tracce di attività di un'antica forma di vita conservati nelle rocce.

Fucoidi (*Furoids*)

Impronte fossili a forma di filamenti cilindrici ramificati, che si possono rinvenire su rocce calcaree di diversa età geologica.

Giacitura (*Attitude*)

Disposizione nello spazio di uno strato o di una superficie in genere.

Glaciazione (*Glaciation*)

Fase climatica in cui i ghiacciai si espandono ricoprendo vaste aree della superficie terrestre.

Graben (*Graben*)

Depressione tettonica, delimitata da faglie normali, parte di una struttura a fosse e pilastri tipica di un regime distensivo.

Horst (*Horst*)

Rilievo tettonico, parte di una struttura a fosse e pilastri tipica di un regime distensivo.

Ingressione = Trasgressione (*Ingression = Transgression*)

Avanzamento del mare su aree emerse.

Lacuna stratigrafica (*Stratigraphic gap*)

Interruzione nella regolare successione stratigrafica di una serie sedimentaria.

Laterizzazione (*Laterization*)

Trasformazione di suoli sottoposti a un'alternanza di piogge intense e temperature elevate che determina la formazione di uno strato di laterite, roccia ricca in ferro e alluminio, di colore rossastro.

Lava (*Lava*)

Magma che raggiunge la superficie terrestre in seguito a un'eruzione vulcanica e perde la sua componente gassosa.

Liguridi, unità (*Ligurids*)

Gruppo di falde provenienti dall'Oceano Ligure-Piemontese, con età variabili dal Giurassico al primo Cenozoico, oggi affioranti nell'Appennino dove ricoprono le unità toso-umbre.

Litificazione = diagenesi (*Lithification*)

Insieme di processi che trasformano un sedimento sciolto in roccia coerente.

Magma (*Magma*)

Materiale incandescente fluido di composizione prevalentemente silicatica, contenente anche gas dissolti e frammenti solidi.

Mantello (*Mantle*)

Strato della Terra per la maggior parte solido compreso tra la crosta e il nucleo.

Mare epicontinentale (*Epicontinental sea*)

Ambiente di sedimentazione marina poco profondo situato su vaste aree interne di una piattaforma continentale.

Margini di placca (*Plate boundaries*)

I bordi o limiti delle placche litosferiche, che possono essere di tre tipi principali: margini divergenti (o costruttivi), dove due placche si allontanano l'una dall'altra; margini convergenti (o distruttivi), dove due placche collidono; margini trasformati (o conservativi), dove due placche scorrono l'una rispetto all'altra lungo una faglia trasforme.

Marna (*Marl*)

Rocce sedimentaria clastica composta da frazione carbonatica e argillosa in proporzione variabile.

Matrice (*Matrix*)

Insieme dei clasti a granulometria più fine compresi fra i granuli di dimensioni maggiori in un sedimento clastico grossolano.

Melange (*Melange*)

Corpo roccioso costituito dalla associazione caotica di frammenti di origini, età e dimensioni variabili, generata da processi di subduzione.

Meteoriti (*Meteorites*)

Frammenti di materiali extraterrestri che attraversano l'atmosfera terrestre e cadono sulla Terra.

Minerale (*Mineral*)

Sostanza solida naturale che possiede una composizione chimica definita, proprietà fisiche specifiche e in genere una caratteristica struttura cristallina.

Molassa (*Molasse*)

Deposito clastico di ambiente marino o continentale originato dallo smantellamento di una catena montuosa.

Morena (*Till*)

Accumulo di materiale detritico trasportato e depositato da un ghiacciaio.

Ofiolite (*Ophiolite*)

Associazione di rocce metamorfiche che derivano da lembi di crosta oceanica e di mantello sovrascorsi su aree continentali durante la subduzione e attualmente affioranti lungo le fasce orogeniche.

Olistostroma (*Olistostrome*)

Massa rocciosa caotica, derivante da frane e scivolamenti sottomarini, formata da grandi blocchi (olistoliti) e frammenti minori legati da una matrice a grana per lo più molto fine.

Oolite (*Oolite*)

Rocchia formata da granuli di forma sferica (ooidi) di diametro inferiore ai 2 mm, costituiti da carbonato di calcio.

Orogenesi (*Orogenesis*)

Insieme di fasi tettoniche che determina la formazione di catene montuose al limite tra due placche convergenti in seguito a deformazioni e sollevamenti della crosta continentale.

Paleocorrente (*Paleocurrent*)

Corrente che in un determinato ambiente sedimentario ha operato il trasporto del materiale detritico il cui accumulo ha prodotto il deposito.

Paleogeografia (*Paleogeography*)

Distribuzione delle terre emerse e dei mari nei diversi periodi della storia del globo terrestre.

Paleosuolo (*Paleosol*)

Suolo formatosi in una passata epoca geologica e conservatosi sotto la copertura di sedimenti alluvionali o vulcanici.

Pelagico, ambiente (*Pelagic environment*)

Ambiente sedimentario di mare aperto con acqua profonda comprendente la scarpata continentale e il fondo marino.

Pelite (*Pelite*)

Rocchia sedimentaria clastica a grana molto fine, costituita generalmente da minerali argillosi.

Piattaforma carbonatica (*Carbonate platform*)

Vasto corpo roccioso sedimentario di notevole spessore costituito da depositi calcarei autoctoni di origine organica formati in mare basso e clima caldo.

Piattaforma continentale (*Continental shelf*)

Parte sommersa dei continenti che si estende in mare per decine di km e che raggiunge profondità di 150-200 metri. È delimitata dalla scarpata continentale.

Piega (*Fold*)

Deformazione di tipo duttile subita da una roccia sottoposta a compressione.

Placca (*Plate*)

Una delle porzioni rigide che costituiscono la litosfera terrestre e che è in grado di muoversi indipendentemente dalle altre placche. Si modifica nel tempo accrescendosi o consumandosi in subduzione.

Planctonico (*Planktonic*)

Organismo acquatico vegetale o animale di piccole dimensioni, che vive sospeso al di sopra del fondo in balia delle onde e delle correnti.

Plateau (*Plateau*)

Vasta area pianeggiante, sommersa o emersa, posta ad altitudine maggiore rispetto al territorio circostante, di origine varia.

Plutone (*Pluton*)

Corpo roccioso che si forma per solidificazione di magma a una certa profondità nella crosta terrestre.

Poligenico (*Polygenetic*)

Rocchia formata da elementi di origine e natura diverse (es. breccia poligenica).

Porfirica, tessitura (*Porphyric texture*)

Tessitura di roccia magmatica effusiva, caratterizzata dalla presenza di cristalli di dimensioni apprezzabili, visibili a occhio nudo (fenocristalli), immessi in una matrice di cristalli finissimi o vetrosa.

Porfirite (*Porphyrite*)

Rocchia magmatica effusiva con tessitura porfirica.

Potenza (*Thickness*)

Lo spessore di uno strato o di una serie di strati, ossia la distanza tra superfici limite.

Profondità di compensazione dei carbonati (CCD, *carbonate compensation depth*)

Profondità oltre la quale i gusci calcarei dei microorganismi vengono disciolti, passando in soluzione. Tale profondità si aggira intorno ai 4500-5000 m.

Radiolarite (*Radiolarite*)

Rocchia sedimentaria silicea costituita principalmente da scheletri di radiolari.

Rampa carbonatica (*Carbonate ramp*)

Superficie poco inclinata di raccordo tra piattaforma carbonatica e bacino.

Regressione (*Regression*)

Ritiro del mare e conseguente emersione di aree precedentemente sommerse.

Rift, Rifting

Fessurazione e lacerazione con successiva estensione della crosta terrestre. In un regime tettonico distensivo prelude all'apertura di un oceano.

Rigetto (*Displacement*)

Distanza che misura lo spostamento relativo dei blocchi lungo il piano di faglia.

Rocce magmatiche effusive (*Extrusive magmatic rocks*)

Rocce che si formano per rapido raffreddamento di lava in superficie.

Rocce magmatiche intrusive (*Intrusive magmatic rocks*)

Rocce che si formano per lento raffreddamento di magma in profondità.

Rocce metamorfiche (*Metamorphic rocks*)

Rocce che si formano da rocce preesistenti sottoposte a variazioni di pressione e temperatura che determinano trasformazioni allo stato solido della loro composizione mineralogica e della loro tessitura.

Rocce sedimentarie (*Sedimentary rocks*)

Rocce che si formano per accumulo di materiali differenti che possono essere: detriti solidi che provengono dalla degradazione meteorica di rocce preesistenti (rocce clastiche); sostanze minerali presenti in soluzione nelle acque che precipitano come sali (rocce chimiche); resti la cui origine è legata alla presenza e all'attività di organismi viventi (rocce organogene).

Scarpata continentale (*Continental rise*)

Pendio che raccorda la piattaforma continentale (crosta continentale sottomarina) con la piana abissale oceanica, scendendo ripido fino a profondità di 2000-4000 m.

Scistosità (*Schistosity*)

Tessitura planare di alcune rocce metamorfiche che conferisce la capacità di suddividersi o sfaldarsi in lastre lungo piani dove si attuano fenomeni di ricristallizzazione.

Sedimento (*Sediment*)

Accumulo sciolto di particelle erose e trasportate dagli agenti esogeni.

Selce (*Chert*)

Roccia sedimentaria silicea (SiO₂) a grana fine.

Semi-graben (*Half-graben*)

Depressione tettonica asimmetrica delimitata da faglie normali, tipica di un regime distensivo. A differenza del Graben, l'azione tettonica è concentrata su uno solo dei margini.

Sequenza deposizionale (*Depositional sequence*)

Successione di strati diversi, geneticamente legati tra di essi, che sono compresi alla base e al tetto da superfici di discordanza.

Serie stratigrafica (*Stratigraphic series*)

Successione di più formazioni geologiche sedimentarie e/o vulcaniche deposte una sull'altra in un dato intervallo di tempo e in una data regione.

Silicati (*Silicates*)

Vasto gruppo di minerali, che rappresentano circa il 90 % della crosta terrestre, costituiti da aggregazioni di atomi di silicio e ossigeno, in combinazione con uno o più metalli.

Siltite (*Silt*)

Roccia detritica fine con granuli di diametro compreso tra 0,064 e 0,004mm.

Sinclinale (*Syncline*)

Piega degli strati rocciosi con cavità rivolta verso l'alto e rocce più giovani al nucleo.

Sinforme (*Synform*)

Termine generico per piega a convessità verso il basso.

Sintema (*Synthem*)

Unità stratigrafica di base: corpo roccioso delimitato alla base e alla sommità da discontinuità significative ed estese a scala regionale o interregionale.

Sovrascorrimento, falda di (*Thrust*)

Fenomeno geologico di dimensioni chilometriche che determina la sovrapposizione tettonica di masse rocciose scollate dal substrato. Il fenomeno è all'origine delle falde di ricoprimento e può dar luogo al rovesciamento delle successioni sedimentarie portando terreni più antichi sopra terreni più giovani.

Stratigrafia (*Stratigraphy*)

Branca della geologia che studia l'ordine, la successione, l'età, la litologia delle formazioni rocciose e i loro rapporti laterali e verticali.

Stromatoliti (*Stromatolite*)

Lamine piane o variamente ondulate osservabili in rocce carbonatiche formate da microorganismi pellicolari, principalmente feltri algali di cianofite, che intrappolano fango o piccoli granuli carbonatici.

Subduzione (*Subduction*)

Sprofondamento di una placca litosferica al di sotto di una placca litosferica adiacente lungo margini convergenti.

Subsidenza (*Subsidence*)

Abbassamento più o meno continuo del fondo di un bacino sedimentario.

Substrato (*Bedrock*)

Generico basamento su cui poggia una formazione rocciosa.

Terrazzo marino (*Marine terrace*)

Superficie topografica piana collegata alla costa da una scarpata, originata dalla deposizione di sedimenti marini e dalla successiva regressione del livello relativo del mare.

Terremoto (*Earthquake*)

Movimento della crosta terrestre, di solito causato dal rilascio improvviso di energia elastica lungo una faglia.

Terrigeno =Clastico (*Terrigenous*)

Materiale detritico presente nei depositi marini, proveniente dall'erosione delle terre emerse.

Tessitura (*Texture*)

Dimensioni, forma, disposizione spaziale e rapporti reciproci delle particelle che costituiscono una roccia.

Tettonica (*Tectonics*)

Branca della geologia che studia le deformazioni delle rocce e i movimenti delle zolle litosferiche.

Tidale, ambiente (*Tidal*)

Piana costiera interessata dalla fluttuazioni delle maree.

Torbidite (*Turbidite*)

Deposito, spesso gradato, generato dalle correnti di torbidità.

Trasgressione (*Transgression*)

Avanzamento della linea di costa su aree precedentemente emerse, che vengono quindi sommerse.

Vergenza (*Vergence*)

Direzione verso cui tendono a rovesciarsi o coricarsi le pieghe di una struttura geologica; direzione verso cui si muove una falda di sovrascorrimento.

Vulcanite (*Volcanite*)

Tipo di roccia derivante dal consolidamento della lava in superficie; sinonimo di roccia effusiva.