

LUCIANO CORTESOGNO \* e MARIO VANOSSI \*\*

## **Introduzione alla geologia delle Alpi Liguri**

### PREMESSA

Il testo e l'iconografia, presentati nel 1982 a Sanremo in occasione del Convegno della Società Italiana di Biogeografia, sono stati aggiornati tenendo presenti i risultati e le ipotesi interpretative messi a punto per il Convegno Internazionale di Geologia delle Alpi Liguri, promosso dalla Società Geologica Italiana e tenuto nel Giugno 1984, comprendente due sedute tematiche (a Pavia e a Genova) ed un'escursione nelle Alpi Liguri.

In tale occasione sono stati distribuiti un Fascicolo Introduttivo alla Geologia delle Alpi Liguri ed una Guida all'escursione, preparati dagli scriventi e da altri collaboratori: a questo materiale (soprattutto al Fascicolo Introduttivo) abbiamo attinto, riprendendo parte dell'iconografia (peraltro a sua volta in parte derivata da quella presentata a Sanremo nell'82) e riassumendo il testo, nelle sue porzioni più significative e non eccessivamente specialistiche.

L'operazione ha condotto ad un elaborato finale che non ha più la pretesa di rappresentare un contributo scientifico originale, ma piuttosto una messa a punto aggiornata e più specificamente indirizzata verso temi di interesse biogeografico, nella quale sono stati fusi dati ed elaborazioni teoriche non solo nostri, ma anche di altri ricercatori.

Mentre ci assumiamo intieramente la responsabilità della sintesi qui presentata, desideriamo ricordare i nomi dei colleghi che hanno collaborato con noi alla preparazione del Fascicolo Introduttivo distribuito nel Giugno 1984, al quale abbiamo attinto ed al

---

(\*) Istituto di Petrografia, Palazzo delle Scienze, Corso Europa, 16132 Genova.

(\*\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Strada Nuova 65, 27100 Pavia.

quale rimandiamo per una più completa bibliografia e per l'identificazione della «paternità» dei vari contributi: A. Boni e B. Galbiati, di Pavia; C. Lorenz, di Parigi; . Messiga e G.B. Piccardo, di Genova; R. Vannucci, di Urbino.

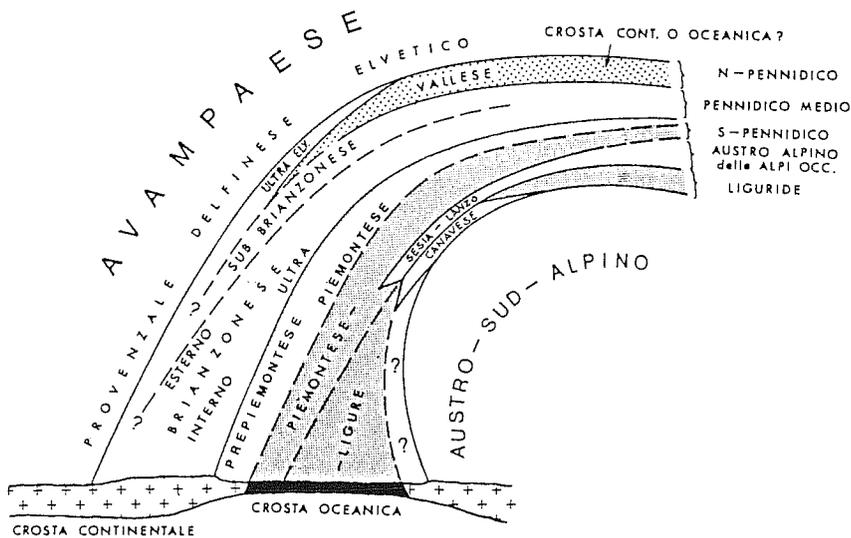


Fig. 1 - Schema paleogeografico ipotetico delle Alpi occidentali e centrali durante il Giurassico medio-superiore dall'esterno (avampaese) all'interno (austro-sud-alpino). (Da Dal Piaz, 1975, modificato).

## INTRODUZIONE

Nella Tav. I è presentata una carta tettonica delle Alpi Marittime, corredata, in basso, da una sezione semplificata e da una possibile ricostruzione, molto schematizzata, della posizione paleogeografica relativa dei differenti gruppi di unità tettoniche. In maniera più dettagliata lo schema è ripreso nella figura 2; tale ricostruzione paleogeografica può essere utilmente confrontata con i principali domini paleogeografici esistenti nel Giurese medio superiore per le Alpi Occidentali (Fig. 1).

Sinteticamente, si possono identificare nelle Alpi Marittime i seguenti domini paleogeografici a partire dall'esterno verso l'interno dell'arco alpino:

*Delfinese-Provenzale*: rappresenta le porzioni più esterne del continente europeo interessato all'orogenesi alpina; consta di un basamento cristallino e di una copertura da carbonifera a eocenica superiore-oligocenica.

*Subbrianzonese*: comprende unità tettoniche costituite da coperture che rappresentano zone di raccordo paleogeografico tra i domini delfinese e brianzonese.

*Brianzonese*: comporta un basamento cristallino, un tegumento permocarbonifero ben sviluppato ed una copertura meso-cenozoica caratteristicamente lacunosa, con successioni sempre più ridotte a partire dai settori esterni (lacuna estesa dal Trias superiore al Lias) a quelli interni (lacuna estesa fino anche a tutto il Trias e a tutto il Giurassico).

*Piemontese s.l.*: comprende unità tettoniche di copertura, derivate da un settore più esterno (prepiemontese) caratterizzato da successioni meso-cenozoiche che dal Norico al Cretaceo inferiore riflettono la evoluzione di un margine continentale passivo ed un settore più interno che comprende successioni carbonatiche «triassico-liassiche» ed altre (considerate ancor più interne) caratterizzate da calcescisti (Giurassico Superiore-Cretaceo Inferiore) privi di un substrato ofiolitico e probabilmente depositate su crosta continentale. Il basamento cristallino del Valosio è attribuito al dominio piemontese di cui dovrebbe aver rappresentato il substrato.

*Piemontese-ligure*: corrisponde al dominio oceanico e comprende varie successioni ofiolitifere depositate in uno stesso bacino assieme alle unità ofiolitifere Liguridi ma diversamente evolute durante le fasi metamorfico-deformative alpine. La deposizione dei termini sedimentari dovrebbe iniziare con il Malm (diaspri). Essenzialmente nello stesso bacino piemontese-ligure si sarebbero deposti, in concomitanza con le fasi cretacee superiori, i Flysch ad Elmintoidi della Liguria Occidentale.

*Insubrico*: non sembra rappresentato nelle Alpi Marittime, anche se non si può escludere una pertinenza insubrica per alcune unità alloctone triassico-liassiche (Zona di Montenotte; Sestri - Voltaggio) peraltro più verosimilmente attribuibili al dominio piemontese o, in via subordinata, ad un microcontinente intraoceanico, possibile

prosecuzione meridionale della zona Sesia-Lanzo. Al dominio insubrico potrebbero dubitativamente essere riferite le serpentiniti lherzolitiche dell'Unità Erro-Tobbio (Gruppo di Voltri).

## PARTE I

### STRATIGRAFIA E PALEOGEOGRAFIA FINO ALL'OLIGOCENE

#### 1) Dominio Delfinese-Provenzale (Cenni)

Il basamento pre-carbonifero superiore affiora nel Massiccio dell'Argentera-Mercantour e comprende gneiss, anfiboliti e rocce granitoidi, la cui complessa storia evolutiva iniziata prima del Paleozoico, è chiusa dall'orogenesi ercinica. La copertura post-ercinica è caratterizzata da un complesso detritico («mollieresite») non datato e da successioni, ancora detritiche (smantellamento dell'orogene ercinico), a flore di età stefaniana. Il Permiano è caratterizzato da serie detritiche continentali molto potenti (3000-4000 metri) cui sono intercalate vulcaniti acide.

Il Trias inizia con arenarie più o meno arcosiche che preludono alla piattaforma carbonatica (Trias medio) successivamente sostituita da facies evaporitiche (Keuper) (Trias di facies germanica).

Durante il Giurassico ed il Cretaceo inferiore si ha una morfologia complessa: il settore orientale presenta un'area emersa (a SE) ed un bacino allungato in senso NE-SW e progressivamente più profondo verso NNW; durante il Lias si stabilisce un regime ad Horst e Graben con variazioni di facies da molto ridotte (calcari ad ammoniti) a lacunose o condensate (hard grounds); il Dogger inferiore è rappresentato da calcari ad ammoniti; nel Dogger superiore - Malm sono frequenti emipelagiti argillo-siltose («terre nere»). La parte alta del Malm è caratterizzata da facies di scogliera (settori meridionali) passanti a pelagiti carbonatiche (Calcari a Calpionelle) verso N.

Durante il Cretaceo inferiore aumentano gli apporti terrigeni in un ambiente di sedimentazione poco profondo (micriti a Cefalopodi, calcari e marne ad ammoniti). Nel Cretaceo superiore si hanno scarse facies di scogliera ed emipelagiti (calcari e marne a foraminiferi, cefalopodi, inoceramidi). Verso la fine del periodo una regressione

marcata da calcari arenacei a glauconite culmina con un'emersione (post-mastrichtiano). Il mare trasgredisce sulla superficie di erosione durante l'Eocene medio dapprima con facies salmastre, quindi con

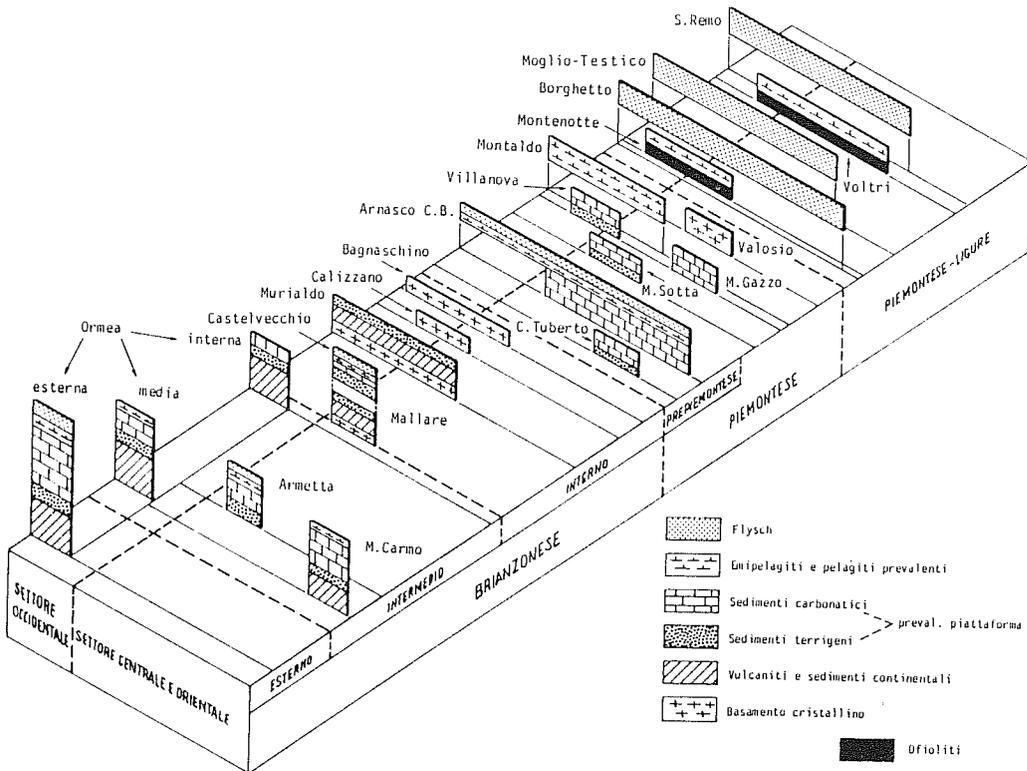


FIG. 2 - Disposizione paleogeografica reciproca delle successioni delle principali unità tettoniche delle Alpi liguri. (Da Vanossi et al., 1984).

facies di spiaggia, facies tidali di piattaforma terrigena (Calcari nummulitici) ed emipelagiti («marnes priaboniennes») fino a facies torbiditiche arenaceo-pelitiche (Flysch di Ventimiglia = Grès d'Annot).

La parte superiore del Flysch di Ventimiglia contiene olistostromi aventi una provenienza occidentale (dalle «marnes priaboniennes») ed una orientale (dal Flysch ad Elmitoidi di Sanremo). Questi olistostromi formano il tetto stratigrafico del Flysch di

Ventimiglia (Schistes-à-blocs) e sono tettonicamente ricoperti dalla falda del Flysch ad Elmintoidi di Sanremo il cui trasporto si è quindi realizzato in ambiente sottomarino.

## 2) Dominio subbrianzone (Cenni).

Durante il Mesozoico è caratterizzato da una successione di depressioni ed alti fondi che danno luogo a successioni da complete a lacunose anche molto diverse tra loro. A sud del Pelvoux e fino al Mar Ligure questo dominio sembra rappresentato esclusivamente da lembi discontinui associati agli «Schistes-à-blocs» e messi in posto mediante complessi meccanismi comprendenti sia scivolamenti gravitativi che scagliamento tettonico.

## 3) Dominio Brianzone Ligure.

Inizia a differenziarsi nel Trias superiore dal dominio Piemontese, assieme al quale rappresenta porzioni del paleocontinente europeo prossime al margine con il futuro dominio oceanico. E' rappresentato da:

### 3.1) Basamento pre-carbonifero superiore.

Affiora in due diverse situazioni tettoniche:

- a) come masse alloctone attualmente prive di tegumento e copertura ed in posizione tettonica molto elevata (Massicci di Savona, Calizzano, Pallare, Loano).
- b) come substrato stratigrafico di successioni brianzonesi interne rappresentate da un tegumento permo-carbonifero e da una copertura mesozoica (Massicci di Barbassiria, Nucetto, Lisio, Costa Dardella).

Al dominio Brianzone, probabilmente in posizione molto interna, sembra riferibile anche il Massiccio di Arenzano; questo è costituito da gneiss, micascisti, marmi ed anfiboliti a metamorfismo pre-alpino polifasico e comprende un tegumento, intensamente laminato da effetti tettonici, in cui è possibile riconoscere metaconglomerati, metavulcaniti a chimismo intermedio e metasedimenti fini ed una copertura permotriassica caratterizzata da una sequenza di conglomerati quarziticci, quarziti, dolomie a livelli di cineriti e scisti pelitico-calcarei.

I massicci cristallini in posizione tettonica elevata sono costituiti da un insieme relativamente omogeneo comprendente gneiss, micascisti ed anfiboliti a metamorfismo pre-alpino polifasico e, nei massicci di Savona e Calizzano, anche metagranitoidi, nei quali sembra presente un solo evento tettonico-metamorfico pre-alpino.

Il substrato pre-carbonifero superiore delle successioni brianzoni interne è costituito invece esclusivamente da metagranitoidi assimilabili a quelli delle masse alloctone.

Gneiss, micascisti ed anfiboliti sono reciprocamente intercalati in banchi o masse lenticolari secondo strutture controllate da scistosità e piegamenti plurifasici. Gli gneiss presentano prevalentemente composizione di paraderivati (da arenarie arcosiche a quarziti) con intercalazioni di micascisti (da termini pelitici) ma localmente hanno anche composizione di ortoderivati: tra questi si possono distinguere facies a grana omogenea, minuta ed altre con tessiture sensibilmente occhiadine; almeno queste ultime parrebbero ascrivibili ad originarie vulcaniti acide (metarioliti?).

Le anfiboliti hanno composizione di metabasalti con caratteri tholeitici.

L'evoluzione metamorfica pre-westfaliana comprende varie fasi di deformazione e ricristallizzazione: la fase più antica, di cui sembrano sopravvivere strutture relitte in rocce anfibolitiche, avrebbe dato luogo a paragenesi «eclogitiche» con granato e pirosseno sodico (Messiga, 1981), che indicherebbero gradienti termici di «tipo caledoniano».

In generale, in tutti i massicci è riconoscibile una fase di grado più elevato, (Fig. 7), caratterizzata nelle anfiboliti da associazioni in facies anfibolitica di alta T e pressione moderata (orneblenda + plagioclasio ( $An > 25$ )  $\pm$  diopside  $\pm$  granato + rutilo) a cui seguirebbero condizioni retrograde (orneblenda + plagioclasio ( $An < 25$ )  $\pm$  epidoto + titanite); nei micascisti le associazioni paragenetiche di grado più elevato comprendono, oltre al quarzo, muscovite  $\pm$  biotite  $\pm$  granato  $\pm$  cianite  $\pm$  sillimanite  $\pm$  staurolite e negli gneiss plagioclasio  $\pm$  K-feldspato + biotite  $\pm$  muscovite  $\pm$  granato.

I metagranitoidi, a composizione da granodioritica a granitica, sono rappresentati da ortogneiss a grana grossolana e tessitura spiccatamente occhiadina per la presenza di grandi K-feldspati, ma in qualche caso la deformazione risulta molto blanda e possono

essere riconosciute sia strutture primarie magmatiche che, talora, relazioni di contatto con parascisti cornubianitici. Il metamorfismo pre-alpino è caratterizzato da ricristallizzazione del K-feldspato assieme ad oligoclasio, biotite e, raramente, sillimanite fibrolitica, granato e talvolta muscovite; quest'ultima appare inoltre talvolta formata a spese di biotite in condizioni retrograde.

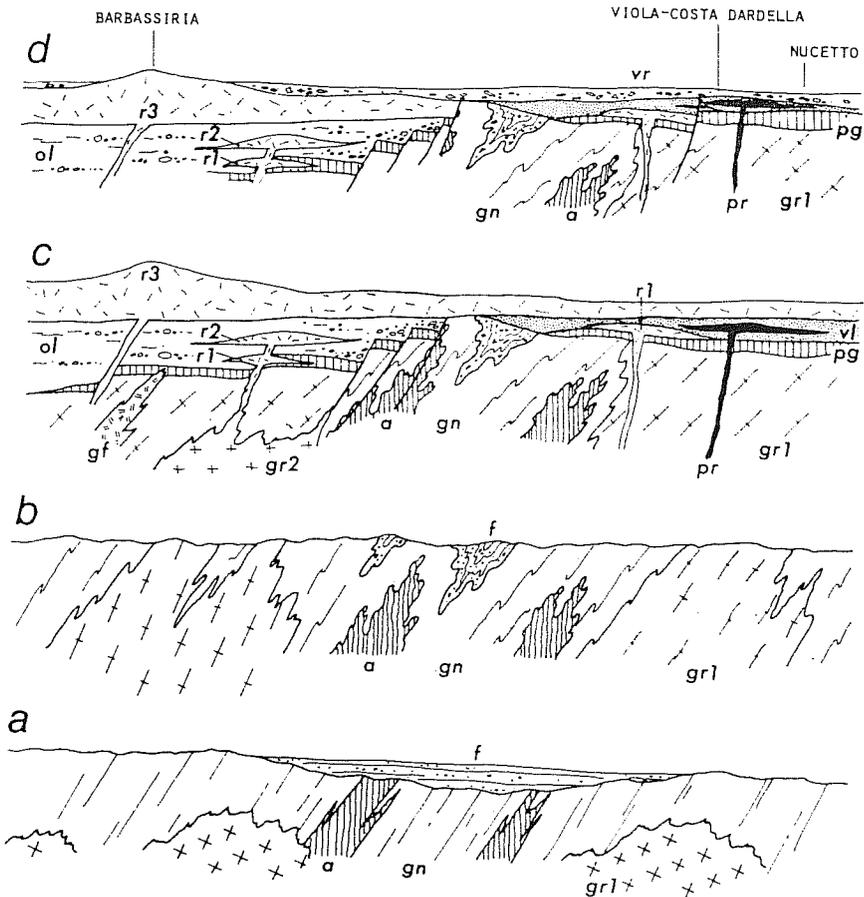


FIG. 3 - Schema ipotetico della storia pre-mesozoica del Briançonnais ligure interno. Le figure, in ciascuna delle quali i settori più interni sono collocati a destra, si riferiscono alle situazioni seguenti: presudetica (a); al termine della fase sudetica (Dinantiano terminale?) (b); intervallo Namuriano (?) - Permiano interiore (c); al passaggio Permiano-Trias (d). Per la spiegazione si veda il testo.

(Da Cortesogno et al., 1982).

Assai ridotti sono gli affioramenti di graniti filoniani in rocce gneissiche, e di granofiri, in metagranitoidi e gneiss, intrusi successivamente alle fasi metamorfico-deformative pre-alpine; questi rappresentano forse le uniche testimonianze, in ambiente ipoabissale, di una attività magmatica tardo-ercinica. La Fig. 3 riassume schematicamente la storia pre-mesozoica del Brianzonese Ligure.

### 3.2) Tegumento Permo-Carbonifero.

La Figura 4 sintetizza i rapporti tra le varie formazioni che costituiscono il tegumento permo-carbonifero.

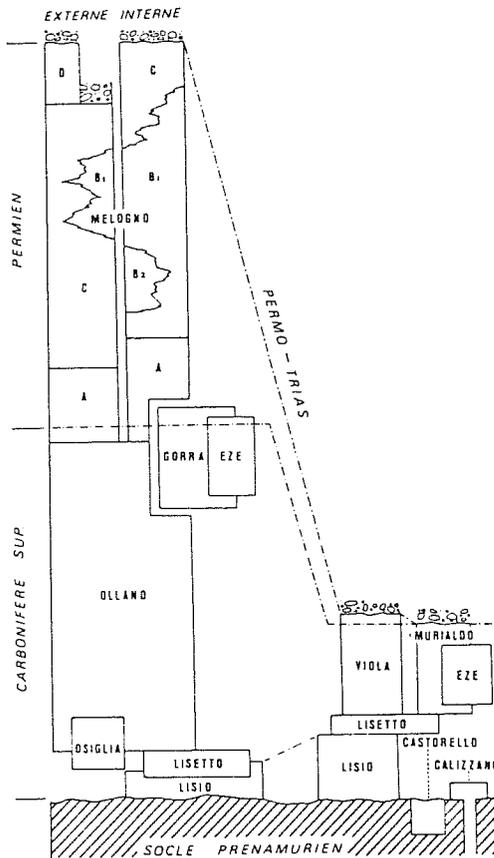


FIG. 4 - Schema dei rapporti tra le formazioni permo-carbonifere del Brianzonese ligure. Per la spiegazione si veda il testo. (Da Cortesogno et al., 1983).

La successione inizia localmente con rocce arcosiche grossolane, con livelli quarziticci fini, più o meno pelitici — successivamente deformate dalla scistosità alpina (Paragneiss di Lisio) — discordanti sui metagranitoidi; nel settore esterno la successione prosegue con depositi clastici (Formazione di Ollano), da metaconglomerati a scisti filladici, localmente a livelli di grafite in cui sono raramente conservate flore fossili, depositati in Graben intracontinentali (fase asturiana); nei settori interni prevalgono sedimenti detritici fini, da metaareniti a filladi più o meno grafitiche (Formazione di Murialdo, Scisti di Viola, Scisti di Gorra). La composizione di questi scisti, che permette la formazione di cloritoide durante l'evento alpino, sembra indicare un prolungato rimaneggiamento ed una profonda alterazione superficiale dei materiali sedimentati. La presenza di clasti ed intercalazioni a composizione da riolitica a riodacitica entro la formazione di Ollano, indica la penecontemporaneità (Westfaliano medio? - superiore) dell'inizio dell'attività magmatica che porta a modeste manifestazioni effusive (Porfidi di Osiglia-Metarioliti di Case Lisetto) a carattere ignimbrico e composizione riolitica (evento magmatico precoce).

Alle manifestazioni precoci segue un episodio intermedio caratterizzato da rari filoni, prodotti lavici (più localizzati) e piroclastici (più diffusi) a chimismo andesitico e probabile tendenza kandesitica (Formazione di Eze e termini assimilabili); questa fase dell'attività magmatica, dovuta verosimilmente ad eruzioni centrali miste, interessa particolarmente le aree più interne, relativamente stabili, del dominio brianzonese ed i relativi prodotti si trovano intercalati ai sedimenti fini.

Assai più diffusa in tutto il Dominio Brianzonese è l'attività vulcanica del Carbonifero terminale-Permiano inferiore (evento magmatico principale) che porta all'effusione di imponenti volumi di vulcaniti acide (Porfiroidi del Melogno) cronologicamente correlabili ad analoghi eventi che interessano tutto il dominio alpino e sono presenti anche in Toscana.

Questa attività, caratterizzata da una successione di almeno quattro litozone differenti, riconoscibili con notevole omogeneità su tutta l'area di affioramento, è associata alla tettonica fragile tardiva della fase asturiana e dà luogo all'emissione di ignimbriti, prevalentemente riolitiche fino a riodacitiche, cui si accompagnano,

a vari livelli, venute laviche e piroclastiche da riodacitiche a dacitiche.

Localmente, soprattutto nel Brianzonese esterno, è presente, forse a tetto dei Porfiroidi, una formazione costituita da metasedimenti fini, probabilmente lacustri, associati a tufiti, tufi ed igninibriti riolitiche (Formazione di Aimoni).

### 3.3) Copertura Meso-Cenozoica.

#### 3.3.1 *Dal Permo-Trias al Ladinico.*

Verso la fine del Permiano, la fase saaliana, con caratteri analoghi a quella asturiana, ma probabilmente più blanda, determina erosioni differenziali del substrato, formando potenti accumuli clastici di ambiente continentale (e deltizio?) - Verrucano Brianzonese.

Nel Trias inferiore l'ingressione marina inizia con quarziti, probabilmente di spiaggia, cui seguono rocce carbonatiche anisico-ladiniche di ambiente intertidale alla cui base sono presenti livelli evaporitici o loro possibili equivalenti (peliti, siltiti, dolomie). Il notevole spessore dei depositi di piattaforma carbonatica (valutabile dove questi non siano stati erosi durante l'emersione pre-giurassico medio-superiore) indica un'attiva subsidenza della piattaforma.

Al passaggio Anisico-Ladinico o Ladinico-Carnico sono inoltre presenti livelli di cineriti testimonianti una diffusa attività vulcanica, sul cui significato geodinamico esistono interpretazioni molto diverse. Nel dominio insubrico l'ambiente deposizionale meso-triassico risulta caratteristicamente articolato in piattaforme e bacini; tale articolazione, benchè verosimilmente presente anche nel dominio brianzonese, non è tuttavia riconoscibile a causa della mancata conservazione di questi terreni su zone molto estese.

#### 3.3.2 *Dal Trias superiore al Lias.*

Nel Trias Superiore del Brianzonese Ligure sono pressochè assenti (tranne locali eccezioni) depositi dal Carnico all'Aaleniano; ciò suggerisce un probabile arresto della subsidenza che avrebbe portato a fasi di emersione della piattaforma carbonatica fin dal Trias superiore. Durante il Lias l'emersione diviene più pronunciata portando all'erosione di larghe porzioni dei depositi triassici.

La degradazione chimica delle rocce carbonatiche emerse è documentata da livelli di paleo-suoli, antiche «terre rosse», presenti

in tasche di erosione alla sommità dei depositi medio-triassici, attualmente trasformati in metapeliti rosse a cloritoide (Siderolitico).

Nel complesso, sulla base dei dati stratigrafici e di una ricollocazione paleogeografica delle varie unità, sembra possibile inquadrare l'evoluzione del Brianzonese Ligure a cominciare dal Trias Superiore secondo gli schemi di evoluzione di un margine continentale passivo: nel Trias Superiore l'arresto della subsidenza corrisponderebbe alla fase di pre-rifting giurassico.

Nel Lias-Dogger inferiore si avrebbe un'emersione generalizzata ed un sollevamento crescente verso il margine del paleocontinente europeo che corrisponderebbe alla fase di rifting pre-oceanico. Nello stesso momento il margine (Dominio pre-piemontese) risulta invece in fase di progressivo approfondimento.

### 3.3.3 *Dal Dogger all'Albo-Cenomaniano.*

Nel Brianzonese esterno il mare ritorna sulle terre emerse con facies calcaree neritiche a Coralli, Nerinee, Briozoi, etc. («Couches à Mytilus»), mentre la parte interna si mantiene probabilmente emersa. Nel Malm, in connessione con la comparsa ed il progressivo ampliamento del bacino oceanico piemontese-ligure, si manifesta una distensione generalizzata che porta ad una brusca sommersione di quasi tutto il dominio brianzonese, salvo eventuali isole (blocchi ruotati lungo faglie listriche distensive?) emergenti dal mare epicontinentale.

I sedimenti che ne derivano sono costituiti da una successione calcarea condensata in cui, quando non si manifestino fenomeni di ricristallizzazione troppo intensi, si possono riconoscere dalla base micriti a crinoidi, facies rosse nodulari di tipo «Rosso Ammonitico», micriti a Saccocoma e Tintinnidi; la successione indica un'area marina in via di approfondimento.

La serie giurassica superiore presenta diversi spessori (topografia sottomarina leggermente accidentata) ricalcando spesso diversità delle sottostanti successioni triassiche, più o meno erose, a loro volta poggianti su terreni permo-carboniferi di facies diverse; ciò suggerisce che le strutture tardo-erciniche continuano a guidare l'evoluzione mesozoica brianzonese, pur in un mutato contesto geodinamico.

Mentre non si hanno dati precisi sulle massime profondità raggiunte dal mare del Malm nel Brianzonese ligure, l'assenza pressochè totale di sedimenti terrigeni indica che il limite delle terre emerse doveva essersi notevolmente allontanato verso W, in direzione della «soglia occitana» (de Graciansky et al., 1979).

Le micriti del Malm hanno al loro tetto un hard ground mineralizzato a fosfati, silicati, ossidi di Fe, spesso fossilifero (denti di Selaci, frammenti di Molluschi, Ostracodi, Crinoidi, Stromatoliti, Globigerine e Globotruncane). Per quanto non sia possibile datare con precisione l'intervallo di tempo corrispondente all'hard ground (Aptiano-Cenomaniano?), questa manifestazione di estrema condensazione è sempre localizzata nella stessa posizione stratigrafica, per cui sembra grossolanamente contemporanea in tutto il Brianzonese ligure. Per la sua ampia distribuzione areale l'hard ground sembra rappresentare la risposta omogenea e relativamente simultanea ad un evento di carattere generale quale potrebbe essere stato, ad esempio, l'arresto dell'espansione e l'inizio della chiusura del vicino bacino oceanico.

#### 3.3.4 *Cretaceo superiore ed Eocene.*

L'insieme dei caratteri dei depositi del Cretaceo superiore (scisti calcarei e subordinate metapeliti derivati da emipelagiti carbonatico-argillose) indica apporti terrigeni molto fini che possono forse essere collegati con fenomeni di emersione nei settori brianzonesi più interni e nell'adiacente dominio piemontese, come conseguenza della tetto-genesi alpina (base del Cretaceo superiore) nel dominio oceanico piemontese-ligure. Localmente sono presenti nel settore interno brecce di scarpata sottomarina a megaclasti (Brecce del Bricchetto) legate ad intensa attività tettonica (faglie transpressive).

I termini postpaleocenici, mal conservati e tuttora incompletamente conosciuti, sono caratterizzati da un aumento degli apporti detritici, da fenomeni di risedimentazione che interessano almeno parte dei «calcarei nummulitici», da depositi torbiditici e dalla locale presenza, alla sommità degli scisti calcarei cretaceo superiori, di un livello di hard ground. Localmente sono presenti anche potenti accumuli di brecce (Brecce della Verzera).

I sedimenti sembrano registrare anche nel Dominio Brianzonese gli effetti di una fase tettonica che porta ad emersioni nel dominio Delfinese-Provenzale e, nel dominio Piemontese-Ligure, all'inizio dell'accavallamento dei flysch e di una successiva fase a cui corrisponde la trasgressione ed il progressivo approfondimento nel bacino delfinese-provenzale.

E' presumibile che sin dalla fine dell'Eocene medio il Flysch ad Elmintoidi di S. Remo sia progressivamente scorso sul dominio brianzonese: col Priaboniano esso giunge sulla porzione esterna di tale dominio, interrompendovi la sedimentazione emipelagica e scaricando dalla sua fronte olistostromi che vanno a costituire gli «schistes-à-blocs» e che vengono progressivamente ricoperti dallo avanzamento della falda verso l'esterno (Campredon, 1972; Kerkhove et al., 1980).

#### 4) Dominio Piemontese s.l.

Il termine *piemontese* viene qui inteso in senso paleogeografico e riservato al dominio con sedimentazione su crosta continentale, privo di ofioliti o con scarsi olistoliti ofiolitici, compreso tra il dominio brianzonese verso l'esterno ed il dominio piemontese-ligure verso l'interno. Il dominio piemontese viene quindi a coincidere con il margine del paleocontinente europeo. La parte del dominio piemontese facente transizione al brianzonese, e quindi priva di olistoliti ofiolitici, è detta *prepiemontese*; quella più prossima al dominio piemontese-ligure può essere detta *piemontese s.s.*

Nelle Alpi Liguri il dominio piemontese è attualmente rappresentato in modo frammentario da alcune unità alloctone, sprovviste dell'originario substrato pre-triassico, e costituite da successioni triassico-liassiche, ad eccezione dell'unità di Montaldo che comprende esclusivamente termini dal Giurassico sup. al Cretaceo inf.

Si possono distinguere *unità in posizione esterna* a tetto del Brianzese esterno, *unità in posizione interna*, a tetto del Brianzese interno, e *unità in posizione molto interna* a tetto di unità interne di pertinenza piemontese-ligure.

La successione comprende generalmente terreni del Norico-Retico-Lias, ciò che distingue queste unità dalle successioni brianzonesi-liguri che ne sono generalmente prive. A causa della loro

posizione strutturale relativamente elevata, per queste unità sono state suggerite ipotesi di una pertinenza austro-alpina, od anche di una provenienza da un «microcontinente» intraoceanico, eventuale prosecuzione meridionale della zona Sesia-Lanzo.

Le unità in posizione esterna (C. Tuberto e Arnasco-Castelbianco) presentano la serie più completa (Tav. II col. 4,5a, 5b) che riflette l'evoluzione, dal Trias sup. al Cretaceo inf., di un margine continentale passivo (quale viene generalmente considerato il margine paleoeuropeo). Esse iniziano nel Permo-Trias con depositi clastici da fini a grossolani (Verrucano), quarziti scitiche e sequenze carbonatiche mesotriassiche di piattaforma. Nel Carnico si sviluppa una fase lagunare documentata da gessi, scisti ad Equisetum e dolomie cariate.

Il ciclo carnico si chiude con brecce di smantellamento di piane tidali carbonatiche. Dal Norico al Sinemuriano basale la sedimentazione è caratteristica di un mare sottile ed evolve da piattaforma carbonatica interna ad esterna. Col Sinemuriano medio, mentre il Brianzese è emerso, il bacino piemontese si approfondisce con depositi di calcari spongolitici a crinoidi caratterizzati dall'abbondanza di selci.

La fase di rifting pre-oceanico, tra il Lias ed il Dogger, è messa in evidenza da accumuli anche molto potenti di megabrecce, brecce e microbrecce, messe in posto come mass flows, debris flows e minori torbiditi («Brecce di Monte Galero»).

Verso la fine del Dogger si ha una pausa dell'attività tettonica con deposizione di torbiditi distali (dal Brianzese interno?) in cui è segnalata una modesta attività vulcanica sottomarina («riodaciti di Case Morteo»); le torbiditi passano gradualmente verso l'alto a depositi pelitico-silicei radiolaritici, a loro volta ricoperti da Calcari a Calpionelle. In questa fase di massima espansione del dominio oceanico il margine del continente europeo riceve quasi la stessa sedimentazione del fondo oceanico.

Durante il Cenozoico si hanno localmente facies di conglomerati ad alghe e nummuliti o torbiditi (Formazione di Albenga), che nell'Eocene medio (?) contengono olistostromi analoghi a quelli che nei domini brianzese e delfinesi-provenzali indicano l'arrivo delle falde di flysch ad Elmintoidi.

Le unità in posizione interna (M. Sotta, Villanova e altre) constano di successioni triassiche di piattaforma carbonatica talvolta culminanti con calcari liassici bacinali (Tav. II col. 6).

Le unità in posizione molto interna (Unità Mt. Gazzo-Isoverde della zona Sestri-Voltaggio) comprendono un Trias-Lias confrontabile con quello delle unità in posizione esterna e culminano con facies pelagiche (scisti filladici più o meno calcariferi) non datate (Tav. II, col. 7).

### 5) Dominio Piemontese-Ligure (Dominio Oceanico).

Da questo dominio si ritiene provengano tutte le successioni ofiolitifere pre-cenomaniane presenti sia nelle Alpi Liguri che nelle unità liguridi dell'Appennino e le unità dei flysch cretaceo sup-terziari con i loro complessi di base.

#### 5.1) Le successioni ofiolitifere.

Si possono ricondurre a due gruppi fondamentali: successioni ofiolitifere a metamorfismo alpino con evoluzione poli-fasica da pressioni molto elevate a scisti verdi del «Gruppo di Voltri», analoghe ai «Calcescisti con Pietre Verdi» dei geologi alpini, e successioni ofiolitifere a metamorfismo alpino di alta pressione e bassa temperatura e successiva evoluzione a pressioni decrescenti dell'unità di Cravasco-Voltaggio-Montenotte.

Nel «Gruppo di Voltri» è inoltre presente l'unità Erro-Tobbio, costituita da ultramafiti tettonitiche (Iherzoliti ed harzburgiti parzialmente serpentizzate) con caratteri metamorfici alpini poco evidenti di provenienza incerta (mantello suboceanico o mantello sub-continentale? e quindi provenienza piemontese-ligure o provenienza insubrica?).

La falda ofiolitifera del «Gruppo di Voltri» è costituita da serpentinoscisti antigoritici (derivati da rocce Iherzolitiche serpentizzate) a lenti di eclogiti (meta-Fe-gabbri) e di metagabbri eclogitici (meta-Mg-gabbri) (Unità di M. Beigua-Ponzema e S. Luca-Colma) che raramente conservano rapporti stratigrafici, attraverso rocce oficarbonatiche (metabrecce ofiolitiche), con sequenze di prasiniti, quarzoscisti manganeseiferi e calcescisti derivate da sequenze vulcano-sedimentarie di tipo oceanico (Unità Voltri-Rossiglione, Alpicella, Ortiglieto, Palmaro-Caffarella). (Tav. II col. 10).

La falda Cravasco-Voltaggio-Montenotte è costituita da serpentiniti poco scistose, metagabbri (Mg- ed Fe-gabbri) con paragenesi di alta pressione, metabasalti filoniani od in colate, scisti silicei (diaspri), marmi e calcari picchiettati, filladi a livelli calcarei. (Tav. II col. 9).



FIG. 5 - Schema ipotetico dell'apertura dell'oceano Piemontese-Ligure alla fine del Giurassico.

1: Atlantico centrale; 2: Oceano Piemontese-Ligure; 3: Zona Caraibica; 4: Tetide orientale; 5: Margine Australiano di Nord Ovest; Am: Placca nord Americana; Eu: Placca Euroasiatica; Af: Placca Africana; A: Blocco Apulico (Insubria); EM: Blocco del Mediterraneo Orientale.

Tratto dentellato: linee di sutura; freccia: locale obduzione. (Poco modificato da Bernoulli e Lemoine, 1980).

La risalita alla superficie di rocce ultrabasiche (serpentinitiche) di origine mantellica, in cui si introducono fusi di composizione basaltica differenziatisi e cristallizzati sotto forma di termini gabbri comprendenti melatroctoliti, troctoliti, Mg-gabbri, Fe-gabbri, Fedioriti, è necessariamente connessa con una elisione di crosta continentale e formazione di un bacino oceanico le cui modalità sono state variamente discusse. Anche l'ampiezza del bacino, in cui la

sostanziale scarsità delle effusioni basaltiche sembra suggerire che strutture di dorsale fossero poco sviluppate, è difficilmente ricostruibile, ma dovrebbe certamente risultare di entità relativamente modesta (probabilmente qualche centinaio di Km).

Sulla base dell'età dei termini sedimentari e dei loro rapporti con i basalti si può ritenere probabile l'apertura del bacino oceanico piemontese-ligure al Giurassico Medio.

Ciò da un lato concorda con le indicazioni di eventi tettonici distensivi nelle successioni prepiemontesi (margine continentale passivo) e dall'altro è coerente con i dati relativi all'apertura dell'Atlantico Centrale alla quale è connessa la deriva verso E della placca africana e la conseguente apertura dell'oceano piemontese-ligure (Fig. 5).

La ricostruzione delle successioni ofiolitifere metamorfiche (v. Tav. II, colonne 9, 10, 11) evidenzia la loro sostanziale identità con le successioni ofiolitifere poco metamorfiche delle unità Liguri interne dell'Appennino (Vedi Tav. II, col. 11').

#### 5.2) Le successioni Flyschoidi («Flysch ad Elmintoidi della Liguria occidentale» Auct.)

Comprendono le successioni di S. Remo-M. Saccarello, Mogliotestico e Borghetto d'Arroscia-Alassio (v. Tav. II, colonne 12, 13, 14), attualmente costituenti tre unità tettoniche sovrapposte (v. sezione in calce alla Tav. 1).

Si tratta di successioni comportanti una parte inferiore («complesso di base») costituita da emipelagiti e/o torbiditi siltosoarenacee, talvolta manganesefere, ed una parte superiore, torbiditica, che può iniziare con facies di conoide a bassa efficienza di trasporto («Arenarie di Bordighera», nell'unità di S. Remo; «Quarziti di Mt. Bignone», in quella di Borghetto), sostituite lateralmente e verso l'alto da facies di piana di bacino (Flysch carcareo di S. Remo, nell'unità omonima, Calcari di Ubaga, in quella di Borghetto).

L'età precisa delle diverse successioni, nell'ambito del Cretaceo superiore-Eocene, non è ancora stata definitivamente stabilita.

La successione di S. Remo potrebbe comportare, come i Flysch ad Elmintoidi appenninici, ai quali è stata paragonata da gran parte degli autori, del Cenomaniano-Campaniano inferiore per il com-

plesso di base e del Campaniano superiore-Paleocene (?) per la porzione superiore.

La successione di Moglio-Testico ha microfaune forse paleocene in posizione stratigrafica imprecisata; una parte di essa potrebbe essere ascrivibile al Cretaceo Superiore, mentre non è possibile dire se verso l'alto essa raggiunga l'Eocene.

La successione di Borghetto ha il tetto eocenico; per la parte inferiore è stata avanzata l'ipotesi che le microfaune a Globotruncane che contiene siano rimaneggiate: potrebbe dunque essere intieramente terziaria (e quindi complessivamente più recente delle altre due), o anche occupare una posizione cronostatigrafica paragonabile a quella delle successioni di S. Remo e di Moglio-Testico, salvo spingersi verso l'alto più di quanto non sia documentato per queste due.

In conclusione, potrebbe trattarsi di tre successioni eteropiche e grossolanamente coeve, e, in alternativa, più o meno marcatamente eterocrone.

I clasti presenti nella successione di Borghetto sono di sicura provenienza pre-piemontese e indicano pertanto che la successione stessa si è deposta in prossimità del margine continentale europeo, fors'anche sopra al margine stesso; in essa compaiono inoltre olistostromi di materiali provenienti da complessi di base in tutto analoghi a quelli delle unità di Moglio-Testico e di S. Remo, ciò che lascia supporre che queste ultime (o una di queste) le fossero contigue o le siano state precocemente accostate.

Le Arenarie di Bordighera contengono materiali di probabile provenienza dal massiccio sardo-corso. Infine, negli olistostromi separanti le tre unità e nel complesso di base di una di esse (Peliti di Moglio) esistono sia pur rari olistoliti di basalti non metamorfici, che indicano vicinanza di crosta oceanica.

La posizione tettonica (più elevata di quella delle unità pre-piemontesi), le deformazioni all'interno delle unità flyschoidi (congrue con un loro trasferimento tettonico verso l'esterno), l'analogia con i flysch appenninici (per alcuni dei quali la deposizione su crosta oceanica è provata), le direzioni di trasporto dei clasti (note per le Arenarie di Bordighera e per le Quarziti di Mt. Bignone) e l'insieme dei dati sopra elencati rappresentano gli elementi di cui

si è tenuto conto nell'allestire l'ipotetica ricostruzione paleogeografica dell'oceano piemontese-ligure alla fine del Cretaceo (Fig. 6).

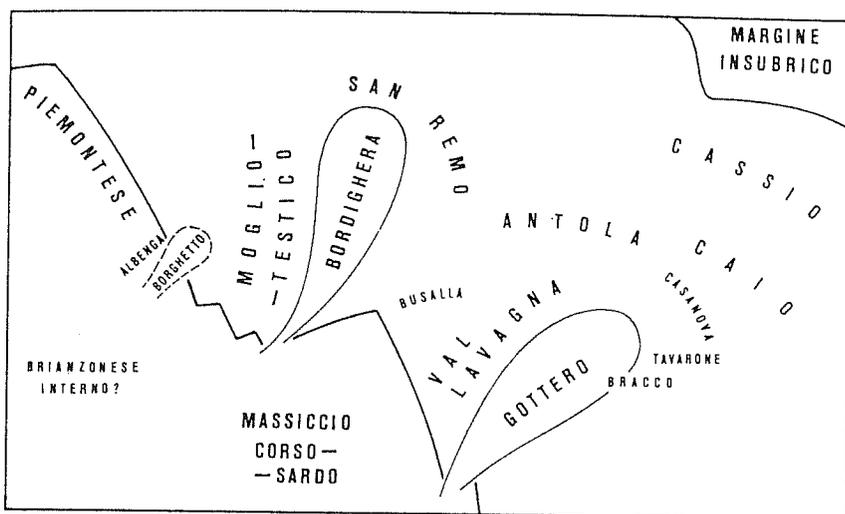


FIG. 6 - Schema della presunta situazione paleogeografica dell'oceano piemontese-ligure alla fine del Cretaceo. Sono indicate le aree deposizionali dei flysch della Liguria occidentale, quelle relative alla successione di Borghetto ed alla formazione di Albenga (forse attive a partire solo dal Terziario), i principali domini del continente europeo, tra cui la possibile prosecuzione dell'attuale massiccio corso-sardo ed i bacini di sedimentazione delle principali successioni dell'Appennino Settentrionale. (Da Galbiati e Vanossi, in Vanossi et al., 1984).

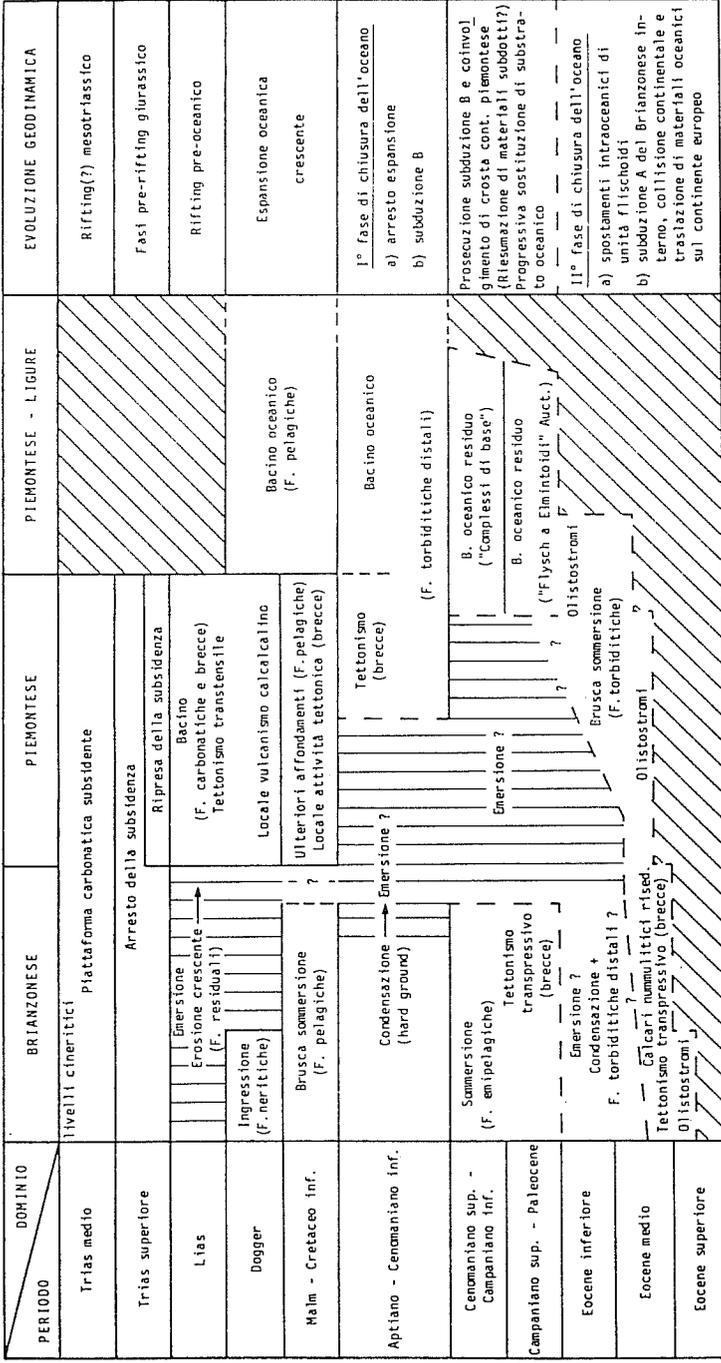
## 6. Principali eventi meso-cenozoici preorogenici: riepilogo.

In Tab. I le fasi tettono-sedimentarie fondamentali che caratterizzano la storia meso-cenozoica pre-orogenetica dei domini Brianzonese piemontese e piemontese-ligure vengono ricordate e interpretativamente correlate con i principali eventi geodinamici.

## PARTE II

### L'EVENTO OROGENICO ALPINO: EVIDENZE TETTONICHE E METAMORFICHE

Lo schema tettonico delle Alpi Marittime (Tav. I) mostra i rapporti strutturali secondo appilamenti multipli di unità tettoniche derivate rispettivamente dal continente europeo, dal suo margine e



TAB. I - Tentativo di correlazione molto semplificata tra l'evoluzione tettono-sedimentaria nei vari domini delle Alpi Liguri e gli eventi geodinamici.  
(Da Vanossi et al., 1984).

dall'oceano ligure-piemontese; per alcune unità una provenienza dal dominio insubrico o da un microcratone intraoceanico non può essere esclusa.

Dalle sezioni (Tav. III) si evidenzia, in prima approssimazione, una primitiva vergenza delle falde verso l'esterno dell'arco alpino, successivamente deformata da una fase a vergenza interna (retroflessioni, retroscorrimenti). Se si escludono gli effetti della fase retrovergente ed altre complicazioni minori, in generale le unità provenienti da posizioni paleogeografiche più interne occupano posizioni strutturali più elevate.

Nella porzione centrale della catena si osserva la seguente successione di unità sovrapposte:

- a) unità brianzonesi-liguri, che costituiscono la base della struttura tettonica;
- b) falde di copertura, di pertinenza piemontese, affioranti ai due margini brianzonesi esterno ed interno, al di sopra delle unità brianzonesi stesse;
- c) falde ofiolitifere di pertinenza del bacino oceanico piemontese-ligure, sovrapposte alle unità piemontesi al margine brianzonese interno;
- d) falde del flysch a Elmitoidi auct. sovrapposte alle unità piemontesi al margine brianzonese esterno.

## 1. CARATTERI DEFORMATIVI E METAMORFICI PER I VARI GRUPPI DI UNITA' (ZONE)

### 1.1) ZONA DELFINESE-PROVENZALE (CENNI)

Nell'areale delle Alpi Liguri questa zona, benchè energicamente deformata, non presenta strutture a falde (che compaiono più a N). Studi geofisici rivelano notevoli scagliamenti lungo piani di taglio ad andamento listrico nello zoccolo pre-westfaliano.

Sembra inoltre che anche il Massiccio dell'Argentera-Mercantour (come altri massicci elveticici) abbia subito una traslazione verso l'esterno lungo un piano di taglio profondo. La copertura subisce un generale scollamento in corrispondenza delle evaporiti del Trias

sup. e due fasi tettoniche deformative principali: la fase provenzale (Cretaceo sup. - Paleogene) ad assi E-W e la fase alpina (Neogene) ad assi all'incirca NW-SE.

## 1.2) ZONA BRIANZONESE-LIGURE

### 1.2.1) Le unità

Risulta suddivisa in numerose unità tettoniche che possono essere distinte in *inferiori e superiori*. Nel trasporto verso l'esterno e successiva retroflessione le prime si mantengono contigue mentre le seconde costituiscono elementi completamente sradicati.

#### *Unità superiori*

##### a) Unità di solo zoccolo pre-westfaliano:

- unità di Bagnaschino: con metamorfismo alpino in facies Scisti Blu ben sviluppato; comprende lembi molto ridotti in parte sovrapposti alle unità seguenti;
- Unità di Calizzano-Savona: con metamorfismo alpino al limite più basso degli Scisti Blu; comprende i Massicci di Savona, Pallare, Calizzano e, forse, Arenzano;

##### b) Unità di sola copertura:

- comprendono lembi da Permo-Triassici a Eocenici, localmente con resti di tegumento permo-carbonifero (Unità di C. Volte, Klippen di Deviglia e del Bric Garofano, Unità di Castelvecchio-Cerisola, unità di Caprauna-Armetta).

Le condizioni metamorfiche sono difficilmente definibili con precisione ed è inoltre probabile che esse varino nelle diverse unità; per alcune di esse (Castelvecchio, Armetta), meglio studiate, sembra che non vengano superate condizioni di incipienti Scisti Verdi.

#### *Unità inferiori*

Dall'interno all'esterno (e quindi, a parte i retroscorrimenti, dalla più elevata alla più profonda) le unità possono essere raggruppate nel modo seguente:

Interno	Settore Occidentale		Settore Orientale	
	Pamparato-Murialdo			
	Ormea Interna	equivalente a		Mallare
	Ormea Mediana	»	»	M. Carmo
Esterno	Ormea Esterna	»	»	? (sepolta sotto il Prepiemontese)

La loro costituzione stratigrafica può essere così riassunta:

UNITA'	Zoccolo pre-namuriano	Tegumento permo-carbonifero	Copertura meso-cenozoica
Pamparato-Murialdo	Metagranitoidi	Metasedimenti fini e metaandesiti	estremamente ridotta
Ormea i. = Mallare			ridotta
Ormea m. M. Carmo	non affioranti	Metasedimenti da grossolani a fini ricoperti da metarioriti.	poco ridotta
Ormea e.			«normale»

### 1.2.2) Deformazioni e metamorfismo.

Le deformazioni nel Brianzese interno sono caratterizzate da due prime fasi di piegamento, isoclinali e traspositive, che sviluppano scistosità molto marcate; la seconda genera strutture a direzione grossolanamente E-W a vergenza esterna (avanvergenti); nelle parti più esterne è forse presente soltanto questa seconda fase. A questa segue, in alcune unità sradicate, una fase plicativa, non scistogena, di trasporto verso l'esterno.

La fase successiva, identificabile in tutte le unità brianzoni, ha caratteri più blandi e intensità decrescente dall'interno verso l'esterno; essa genera strutture retrovergenti a direzione E-W. Nei settori interni segue una fase di sollevamento che precede la trasgressione oligocenica.

Le fasi duttili finali, blande, non sono ancora tutte note nel dettaglio: se ne conoscono almeno due, di cui quella più diffusa ha assi diretti a NNW (fase detta «appenninica») ed interferisce con le precedenti, generando strutture a duomi e bacini.

Il metamorfismo si sviluppa in concomitanza delle prime fasi scistogene, per subire successivamente condizioni retrograde, e decresce progressivamente dall'interno, dove si sviluppano paragenesi di alta pressione e bassa temperatura all'esterno dove si hanno condizioni anchimetamorfiche.

### 1.3 *Unità ritenute derivanti dal Dominio Piemontese.*

Si riportano gli scarsi dati a tutt'oggi noti, che riguardano solo alcune delle unità piemontesi, per il cui elenco si rinvia al capitolo 1.4; le unità triassico-liassiche in posizione interna, associate alla falda ofiolitifera di Montenotte, e quelle in posizione molto interna, associate all'unità ofiolitifera di Cravasco-Voltaggio, sono brevemente trattate nei successivi paragrafi 1.4 e 1.5.

**Unità di Montaldo:** presenta una deformazione scistogena, forse multipla, accompagnata da metamorfismo al limite più basso degli Scisti Blu, ed una energica fase retrovergente.

**Unità di Arnasco-Castelbianco:** presenta: una prima fase plicativa avanvergente, determinata dall'accavallamento dei flysch sul dominio pre-piemontese ed associata a condizioni metamorfiche al limite inferiore degli Scisti Verdi; tracce di una fase di trasporto verso l'esterno; una seconda fase retrovergente che provoca un grossolano clivaggio di crenulazione ed infine una blanda fase «appenninica».

Al dominio piemontese può dubitativamente essere riferito il Massiccio cristallino di Valosio costituito da ortogneiss occhiadini e da paragneiss fini con lenti di marmi e metabasiti. Nelle metabasiti si riconoscono paragenesi alpine eclogitiche di pressione molto elevata e relativamente bassa T.

### 1.4 *Unità di Montenotte.*

Lungo tutto il margine brianzonese ligure interno alle unità brianzonesi più elevate si sovrappone, in lembi discontinui, una coppia di unità, costituita da una falda inferiore, con successione triassico-liassica, ed una superiore, ofiolitifera.

Mentre l'unità inferiore prende nomi locali (unità di M. Sotta; di Villanova; Trias-Lias di Montenotte; ecc.) quella ofiolitifera è detta «Unità di Montenotte», o anche, per la sua stretta analogia con quella affiorante nella zona Sestri - Voltaggio, «Unità di Cravasco - Voltaggio-Montenotte».

Dei lembi triassico-liassici non si conosce molto; recentemente in quello affiorante a Montenotte sono state rinvenute (dati inediti di B. Messiga) paragenesi di relativamente alta pressione.

L'unità ofiolitifera di Montenotte presenta un metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura (Scisti Blu intermedi) sviluppato durante una prima fase deformativa isoclinale e scistogena a cui segue una seconda fase ancora isoclinale ed una terza più blanda; tutte le tre fasi hanno strutture a direzione E-W, le prime due probabilmente avanvergenti, la terza dritta.

### 1.5 Zona Sestri-Voltaggio.

Costituisce una ristretta fascia a direzione N-S, che si appoggia a W sul Gruppo di Voltri, in corrispondenza della «Linea Sestri-Voltaggio» ed è sottoposta ad E ai terreni dell'Appennino Settentrionale.

La zona Sestri-Voltaggio, intesa in senso stretto, è formata dalle prime due unità qui sotto elencate; le tre successive, che si incontrano (dal basso all'alto geometrico) procedendo verso E, appartengono invece alle Liguridi Appenniniche.

a) Unità di Mt. Gazzo-Isoverde: costituisce lembi di età triassico-liassica, per lo più sottostanti, ma localmente anche sovrapposti all'unità Cravasco-Voltaggio a cui sembra tettonicamente associata sin dalle prime fasi deformative; sono stati trovati rari indizi di un metamorfismo di alta pressione.

b) Unità di Cravasco-Voltaggio: questa unità ofiolitifera, omologa della Montenotte, è caratterizzata da una prima fase a pieghe isoclinali con sviluppo di paragenesi di alta pressione e bassa temperatura (Scisti Blu intermedi); segue una seconda fase, ancora sub-isoclinale e probabile vergenza esterna (SE?), accompagnata da locali ricristallizzazioni a carattere retrogrado ed una terza fase, molto meno marcata, con strutture ad asse N-S, diritte e rovesciate verso W (pieghe a Kink) che precede la trasgressione oligocenica.

c) Unità di Monte Figogna: costituita da una successione ofiolitica presenta fasi deformative analoghe a quelle descritte per l'unità precedente; il metamorfismo, associato alla prima fase deformativa, indica condizioni di pressione meno elevate, al limite tra le facies a pumpellyite-attinoto e quella a lawsonite-albite.

d) Unità dei Flysch di Busalla: costituita da una sequenza rovesciata analoga alla Formazione della Val Lavagna, può probabilmente costituire la copertura dell'unità precedente.

e) Unità del Flysch dell'Antola: unità di flysch calcareo ad Elmintoidi del Cretaceo sup.-Paleocene, poggia tettonicamente, con il suo complesso di base, sull'unità precedente. Sembra aver subito una prima deformazione con assi a direzione E-W ed una seconda N-S analoga a quella delle unità precedenti ed infine tardivi piegamenti a direzione appenninica. Le condizioni termodinamiche non sembrano aver superato i limiti della diagenesi.

### 1.6 Gruppo di Voltri.

Si possono distinguere diverse unità tettoniche, alcune costituite prevalentemente da originarie associazioni di rocce gabbriche e serpentinitiche che possono o meno conservare brandelli delle primitive coperture (originariamente breccie ofiolitiche, basalti, sedimenti) (come l'unità di Mt. Beigua e le unità Ponzema e S. Luca-Colma, sostanzialmente analoghe), altre costituite prevalentemente da associazioni di metavulcaniti basaltiche (prasiniti) con successioni meta sedimentarie (quarzoscisti manganeseiferi, marmi, calcescisti), con eventuali minori corpi gabbrici o serpentinitici (scaglie tettoniche? - olistoliti?) (quali le Unità Voltri Rossiglione, Alpicella (pro parte), Ortiglieto, Palmaro-Caffarella).

Queste diverse unità hanno subito un'evoluzione metamorfica alpina polifasica in cui possono essere distinti almeno tre eventi deformativi principali accompagnati da successivi stadi di riequilibrio metamorfica ad andamento retrogrado, a partire da condizioni di pressioni molto elevate e temperature relativamente basse ( $P \approx 10$  Kbs e  $T \approx 475^\circ\text{C}$  per l'unità di M. Beigua e per la maggior parte delle unità di calcescisti; pressioni probabilmente leggermente inferiori e temperature  $\approx 400^\circ\text{C}$  per l'unità Palmaro-Caffarella), fino a condizioni di scisti verdi (v. Fig. 7).

FIG. 7 - Campo delle Pressioni e Temperature relative agli eventi metamorfici alpini (da 1 a 8) e prealpini (9). Le curve degli equilibri di fase sperimentali sono relative a:

- 1: analcime + quarzo = albite + f. (Liou, 1971a)
- 2: laumontite = lawsonite + quarzo + f. (Liou, 1971b)
- 3: wairakite = lawsonite + quarzo (Liou, 1971b)
- 4: limiti di minima Pressione per la stabilità del glaucofane (Maresch, 1977)
- 5: prehnite = zoisite + grossularia + quarzo + f. (Liou, 1971c)
- 6: pumpellyite + clorite + quarzo = epidoto + attinoto + f. (Nitsch, 1971)
- 7: lawsonite = zoisite + cianite + quarzo + f.
- 10: inizio delle reazioni che portano alla diminuzione di clorite in metabasiti (Liou et al., 1974)
- 11: scomparsa della clorite in metabasiti (Liou et al., 1974)
- 12: clinzoisite + quarzo = anortite + grossularia + f. (Holdaway, 1966)
- 13: epidoto = anortite + granato + ematite + f. (Liou, 1973)
- 14: punto triplo andalusite-cianite-sillimanite (Richardson et al., 1969)
- 15: punto triplo andalusite-cianite-sillimanite (Althaus, 1967)  
(Le zone a punteggiatura simboleggiano il grado di indeterminazione delle reazioni tra i tre polimorfi  $Al_2SiO_5$ )
- 16: Curva di solidus di un granito idrato (Willie, 1970).

Le aree punteggiate indicano le più probabile collocazione nel campo P.T. dei principali eventi metamorfici relativi a:

- 1) sequenze ofiolitifere (Dominio Piemontese-Ligure) associate alle unità Liguridi (Appennino Settentrionale)
- 2) unità ofiolitifera del M. Figogna (Zona Sestri-Voltaggio)
- 3) unità ofiolitifera di Cravasco-Voltaggio-Montenotte
- 4) unità ofiolitifera Palmaro-Caffarella (Gruppo di Voltri)
- 5) unità ofiolitifera di M. Beigua (Gruppo di Voltri)
- 6) unità Brianzonesi intermedie-esterne
- 7) unità Brianzonesi interne, unità Brianzonesi intermedie (pro-parte).
- 8) unità Brianzonesi più interne
- 9) Condizioni di più alto grado realizzate durante l'evento metamorfico ercinico sulle rocce del basamento, e relativo andamento evolutivo retrogrado prealpino.

Le frecce indicano i probabili successivi andamenti evolutivi suggeriti dalla sovrapposizione di associazioni paragenetiche.

Per gli eventi metamorfici alpini le condizioni metamorfiche di più alto grado si sono probabilmente realizzate in età eoalpina per le unità da 1 a 5 ed in età mesoalpina per le unità da 6 a 8.

Le fasi principali dell'evoluzione metamorfica sono concluse prima dell'oligocene ad esclusione di residue attività a carattere idrotermale in condizione di facies a prehnite e zeoliti.



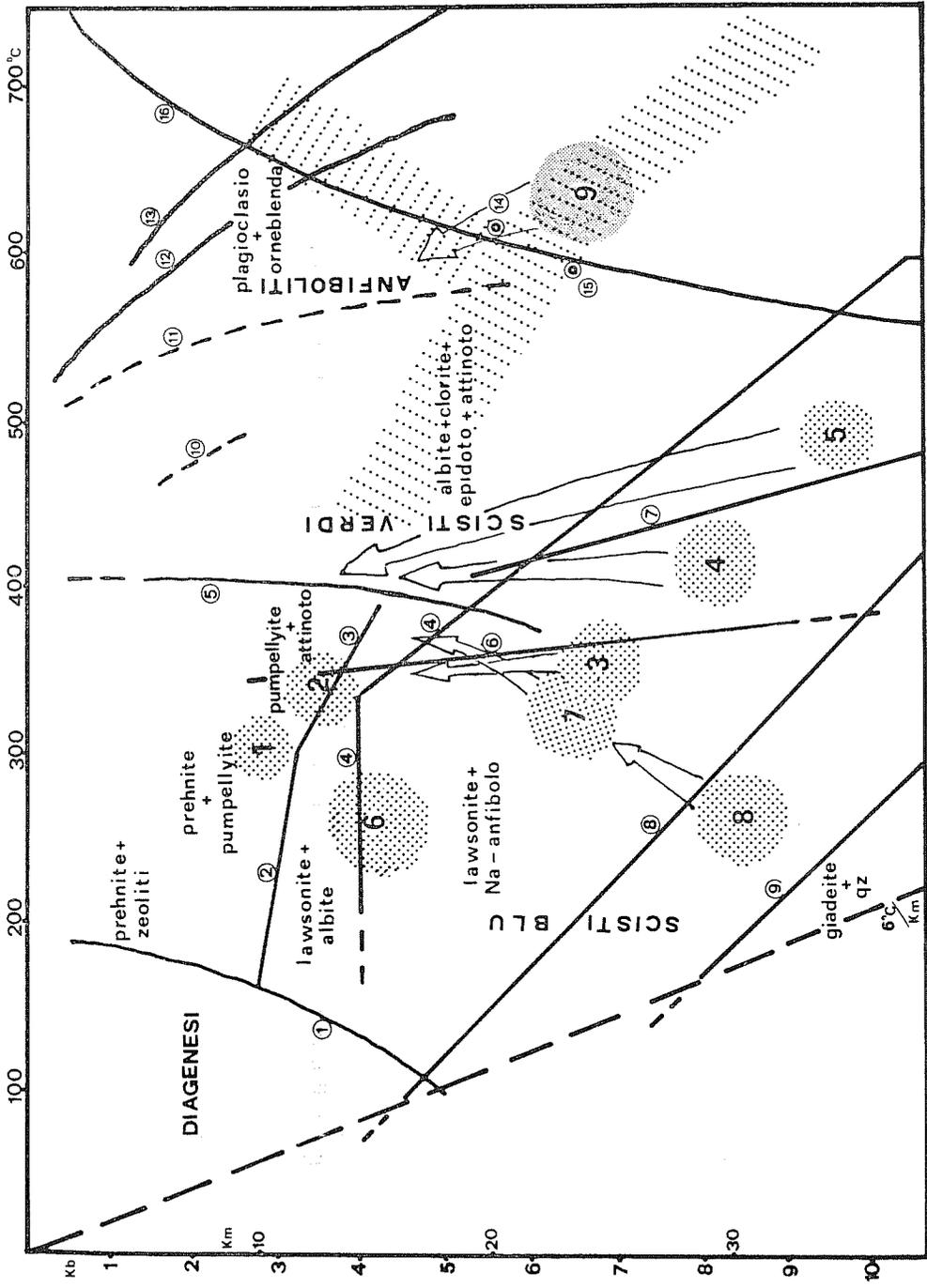


Fig. 7

La prima fase deformativa sembra aver assi E-W e vergenza forse verso l'esterno, le direzioni della seconda fase permangono dubbie, mentre la terza avrebbe direzione N-S con vergenza poco evidente e precede la trasgressione oligocenica.

### 1.7 *Flysch ad Elmintoidi della Liguria Occidentale.*

Nel complesso le varie unità sembrano aver acquisito le loro posizioni tettoniche relative e la posizione rispetto ai loro attuali substrati durante fasi di trasporto e messa in posto secondo il seguente ordine geometrico discendente: S. Remo, Moglio-Testico, Borghetto. Essi sarebbero stati deformati successivamente da una fase di difficile interpretazione (avanvergente o retrovergente?).

Le strutture interne alle singole unità sono note con un certo dettaglio solo per quella di Borghetto, nella quale è stata riconosciuta una prima fase con pieghe serrate, precedente il trasporto tettonico verso l'esterno, realizzato lungo piani di taglio ed accompagnato da deformazioni duttili di minore importanza. Dopo la messa in posto, l'unità ha partecipato alla deformazione retrovergente, cui da ultimo si è sovrapposta la fase «appenninica».

## 2. RIEPILOGO

La Fig. 7 rappresenta una schematizzazione approssimativa dell'evoluzione metamorfica in alcune delle principali unità descritte in termini di pressioni (profondità) e temperature.

Come appare dalla rapida rassegna presentata nelle pagine precedenti, le deformazioni ed il metamorfismo alpino sono polifasici e diversamente distribuiti nei grandi insiemi che sono stati distinti.

Molto sinteticamente, il quadro — assai incompleto ed in parte notevole ancora da verificare — sembrerebbe il seguente (v. anche Tab. II).

---

TAB. II - *Evoluzione tettonica ed eventi geodinamici nelle Alpi Liguri.* Ogni colonna verticale corrisponde ad unità o gruppi di unità, limitatamente a quelle per le quali esistono dati sufficienti. Per motivi grafici, la disposizione paleogeografica (esterno a sinistra) non è sempre rispettata (ad es. per i Flysch ad Elmintoidi). In ogni colonna sono collocate le fasi traslative verso l'esterno (supposte o documentate) e quelle deformative (-metamorfiche) a tutt'oggi note. Le isocrone orizzontali indicano le possibili correlazioni delle fasi nelle varie unità ed i presunti rapporti con gli eventi geodinamici. La spiegazione è nel testo. (Da Vanossi et al., 1984).

BRIANZONESE		PIEMONTESE		PIEMONTESE-LIGURE							EVENTI GEODINAMICI	ETÀ PRESUNTE	
Unità esterne	Unità interne	Unità triassico-liasiche		Unità ofiolitifere				"Flysch ad Elmintoidi" Auct.					
		ARNASCO-CASTELB.	M. GAZZO-ISOVERDE	MONTENOTTE	CRAVASCO-VOLTAGGIO	GRUPPO VOLTRI	ERRO-TOBBIÒ	BORGHETTO	MUGLIO-TESTICÒ	S. REMO			ANTOLA
be	bi	ar	ga	mo	cr	vo	er	bo	mt	sr			an
												VII	MIOCENE
												VI	OLIGOCENE
												V	?
												IVa	?
												IV	EOCENE SUPERIORE
												III	?
												II	EOCENE MEDIO
												I	EOCENE INFERIORE - PALEOCENE
													CRETACEO SUPERIORE

DEFORMAZIONI		DUTTILI (D)		TRASLAZIONI (T) (verso l'esterno)	
<p>Forma delle pieghe</p> isoclinali e subisoclinali da molto serrate a serrate da serrate ad aperte da aperte a blande blande <p>Foliazione di piano assiale</p> clivaggio scistosità <p>Assi</p> E - W N - S NNW	<p>Vergenza (=senso presunto del trasporto tettonico)</p> certa o probabile incerta o possibile verso Sud verso Nord verso Ovest verso Est verso N-S	sotto carico o all'interno di una zona di subduzione epidermiche <p>SOLLEVAMENTI (S1)</p> per spinte isostatiche?	<p>Fin a :</p> Scisti Blu con oligociti Scisti Blu incipienti Condizioni intermedie tra Scisti Verdi incipienti e basso grado con pressioni elevate Scisti Verdi a barroisite Scisti Verdi a clorite ed albite	<p>EVENTI GEODINAMICI</p> <p>I- Avvicinamento dell'Europa e dell'Insubria  II- Collisione continentale  III- Sottoscorrimiento del margine insubrico  IV- Incastro del margine insubrico in quello europeo  IVa- Taglio trascorrente sinistro  V- Pausa delle sollecitazioni compressive  VI- Ripresa delle compressioni post-collisionali  VII- Apertura dello sfonco ligure e torsione dell'arco delle Alpi Marittime.</p>	

TAB. II

- Fase deformativa (multipla?) isoclinale, avanvergente (?), grossolanamente contemporanea a paragenesi metamorfiche di «alta pressione» (fino a Scisti Blu con eclogiti), che interessa, con intensità decrescente verso l'esterno, le unità ofiolitifere ed alcune di quelle piemontesi; considerata del Cretaceo superiore.
- Fase deformativa multipla, isoclinale, avanvergente, grossolanamente contemporanea a paragenesi metamorfiche di «alta pressione» (fino a Scisti Blu incipienti), che interessa, con intensità decrescente verso l'esterno, le unità brianzonesi interne; considerata dell'Eocene medio-superiore può essere coeva di fasi deformative meno intense, anch'esse avanvergenti, nelle unità ofiolitifere, ove sono associate a retrocessioni in facies Scisti Verdi, e di fasi deformative, pure avanvergenti, relativamente blande, nelle unità flyschoidi ed in quelle prep Piemontesi, che iniziano a trasferirsi verso l'esterno.
- Fase deformativa avanvergente, relativamente intensa, con metamorfismo di bassa pressione e temperatura, fino ad anchizonale, nel Brianzonese intermedio-esterno, dell'Eocene Superiore, contemporanea della messa in posto (o del transito verso l'esterno) delle unità sradicate di provenienza interna.
- Fase retrovergente, interessante l'intero edificio delle falde, di intensità decrescente verso l'esterno, accompagnata da condizioni di bassa pressione e temperatura nelle unità brianzonesi interne, considerata dell'Eocene terminale; a NE del Brianzonese interno questa fase è sostituita da una ad assi «trasversali».
- Fasi tardive, complessivamente blande, tra le quali si segnala, per il carattere regionalmente esteso, quella a direzione grossolanamente appenninica (Miocene inferiore?).

### PARTE III

#### UN POSSIBILE MODELLO TETTOGENETICO

Le fasi tettogenetiche più evidenti, dal punto di vista delle strutture osservabili in superficie, si esauriscono prima della deposizione della serie trasgressiva oligo-miocenica del Bacino Terziario ligure-piemontese.

Appare perciò preferibile anteporre l'illustrazione di un possibile modello tetto-genetico a quella degli eventi sedimentari post-eocenici.

Converrà tuttavia sottolineare l'esistenza, nelle Alpi Liguri, anche di fasi tettoniche verosimilmente oligoceniche e mioceniche, tra le quali quella, di significato regionale, connessa con l'apertura dello sfenocasma ligure e la torsione tardiva delle Alpi Marittime, che le conduce, insieme con la Corsica, a partecipare all'orogenesi appenninica.

Il modello evolutivo che viene proposto (Fig. 8) interpreta anzitutto le varie paragenesi metamorfiche di «alta pressione» come acquisite in zone di subduzione (intraoceaniche ed intracontinentali). Esso poggia inoltre su un certo numero di *incognite* (stratigrafiche, paleogeografiche, tettoniche), per gran parte delle quali la soluzione adottata è soltanto una delle possibili:

- collocazione di tutte le unità «triassico-liassiche» nel dominio piemontese, delle lherzoliti dell'Unità Erro-Tobbio nel mantello sub-oceanico, dell'Unità di Montenotte-Voltaggio all'esterno delle Unità del Gruppo di Voltri;
- numero, posizione, vergenza e periodo di funzionamento delle zone di subduzione e, correlativamente, età delle paragenesi di «alta pressione» nei diversi settori;
- mancata riesumazione precoce di materiali oceanici subdotti;
- spiegazione dell'assenza di gran parte del Cretaceo nelle unità prepiemontesi e dell'Eocene inferiore-(medio) in quelle brianzonesi (emersioni e/o condensazioni?);
- individuazione, nell'ambito del Cretaceo superiore-Eocene, dell'esatto intervallo cronostratigrafico occupato dalle diverse unità flyschoidi;
- correlazione delle fasi deformativo-metamorfiche nelle varie unità e possibilità di cinematiche alternative per la messa in posto di alcune di esse;
- spiegazione delle pieghe «trasversali» pre-oligoceniche nei settori a NE del Brianzonese interno come dovute ad un meccanismo di taglio trascorrente sinistro.



Nel quadro paleogeografico predetto, il *modello tetto-genetico* — grandemente speculativo — prevede le principali tappe seguenti:

— *Cretaceo superiore*: fase subduittiva, essenzialmente intra-oceanica, che si sviluppa anche durante la deposizione dei flysch ad Elmintoidi e che coinvolge progressivamente, lungo una complessa zona di taglio nella quale già si realizzano alcune sovrapposizioni tettoniche, le unità del Gruppo di Voltri, di Montenotte, parte del basamento piemontese e della sua copertura (unità «triascoliasica» della zona di Sestri-Voltaggio).

— *Eocene inferiore-medio*: prosecuzione dell'avvicinamento dell'Europa all'Insubria e, come conseguenza della compressione, inizio della riesumazione del Gruppo di Voltri — cui si associa una «scaglia» di mantello sub-oceanico (Erro-Tobbio) — lungo il piano separante il basamento piemontese dalla sua copertura; contemporanee deformazioni e sovrapposizioni intrabacinali delle unità flyschoidi; progradazione verso l'esterno dei fenomeni tettono-metamorfici, con formazione di una zona di subduzione ensialica nel Brianzese interno.

— *Eocene medio-superiore*: collisione continentale e conseguente riesumazione «intercutanea», al di sotto della copertura tettonica rappresentata dall'unità di Montenotte e da quelle «triassico-liasiche», del «Gruppo di Voltri» e dell'unità Erro-Tobbio; progressivo ampliamento e trasferimento verso l'esterno delle unità flyschoidi e prepiemontesi, che trascinano alla base unità brianzonesi interne sradicate, in corso di riesumazione.

---

FIG. 8 - Ipotetica e schematica evoluzione della tetto-genesi nelle Alpi Liguri. Il settore insubrico è volutamente non dettagliato. Gli spessori delle unità superficiali sono esagerati. *Nel riquadro in basso a sinistra* - A = mantello; B, C = basamento continentale, rispettivamente europeo ed insubrico; D, D', F = successioni post-erciniche, rispettivamente delfinesi-brianzonesi, piemontesi s.l. ed insubriche; E = crosta oceanica pre-cenomaniana e parti più superficiali del suo mantello; G = successioni flyschoidi post-albiane. *In tutte le sezioni le sigle indicano la posizione approssimativa delle unità tettoniche*: ac = Arnasco-Castelbianco; ag = Argentera e copertura; an = Antola; ba = Bagnaschino; be = Brianzese esterno; bo = Borghetto; bu = Busalla; ca = Cassio; cc = Castelvechio-Cerisola; cp = Caprauna-Armetta; cr = Cravasco-Voltaggio; cs = Calizzano-Savona; ct = Case Tubero; cv = Case Volte; er = Erro-Tobbio; fi = Monte Figogna; ga = Monte Gazzo-Isoverde; mc = Monte Carmo; mo = Montenotte (s.s.); mt = Moglio-Testico; pm = Pamparato-Murialdo; sr = S. Remo-Monte Saccarello; sv = M. Sotta e Villanova; va = Valosio; vo = Voltri.  
(Da Vanossi et al., 1984).

— *Eocene terminale*: sottoscorrimento e successivo incastro del margine insubrico entro quello europeo, che determina dapprima ulteriori trasferimenti verso l'esterno delle unità sradicate, poi la retroflessione delle precedenti strutture avanvergenti.

— *Miocene inferiore*: rotazione sinistra, lungo piani di taglio profondi e sub-orizzontali, connessa con l'apertura dello sfenocasma ligure, dell'insieme delle Alpi liguri e conseguenti deformazioni a direzione grossolanamente appenninica.

## PARTE IV

### LE COPERTURE TARDOGENE E POSTOROGENE

#### 1) Il bacino oligo-miocenico ligure-piemontese.

Le varie unità delle Alpi Liguri ed i contatti con le unità dell'Appennino sono suturati al margine meridionale del bacino padano dalla trasgressione oligo-miocenica.

La trasgressione è avanzata procedendo dalle zone interne verso quelle esterne con un andamento attuale da NE verso SW che, tenendo conto delle successive rotazioni subite dall'insieme Alpi liguri-Appennino, doveva avere all'Oligocene un andamento da S verso N (Fig. 9). La trasgressione ha proceduto invadendo progressivamente un paesaggio accidentato, che presentava vallate, colline e, nella zona attualmente a S, anche montagne, in corrispondenza di una terra emersa che doveva esistere nell'area attualmente occupata dal Golfo di Genova; questo si aprirà successivamente, durante l'Aquitaniense, in connessione con la rotazione del blocco corso-sardo.

La successione di facies (Fig. 10) che caratterizza la trasgressione: breccie, conglomerati di ambiente continentale o salmastro, quindi conglomerati marini passanti ad arenarie ed infine a marne grigie, interrotte da apporti detritici aquitaniani — risulta progressivamente più recente da NE a SW (Figg. 11).

Le breccie continentali (Eocene terminale-Stampiano basale-Breccie di Costa Cravara), costituite da elementi della stessa natura del substrato, di potenza variabile (anche oltre il centinaio di metri), sono dovute ad accumulo in zone depresse di detriti di falda formati in clima tropicale; esse possono contenere livelli di lignite

dovuti sia ad apporti fluitati sia a formazioni palustri (Acqua-fredda presso Voltaggio, Pianfolco-Ponzone); talvolta si trovano resti di paludi a mangrovie sepolte da fanghi calcarei di facies salmastra (C. Amione a S di Cassinelle).

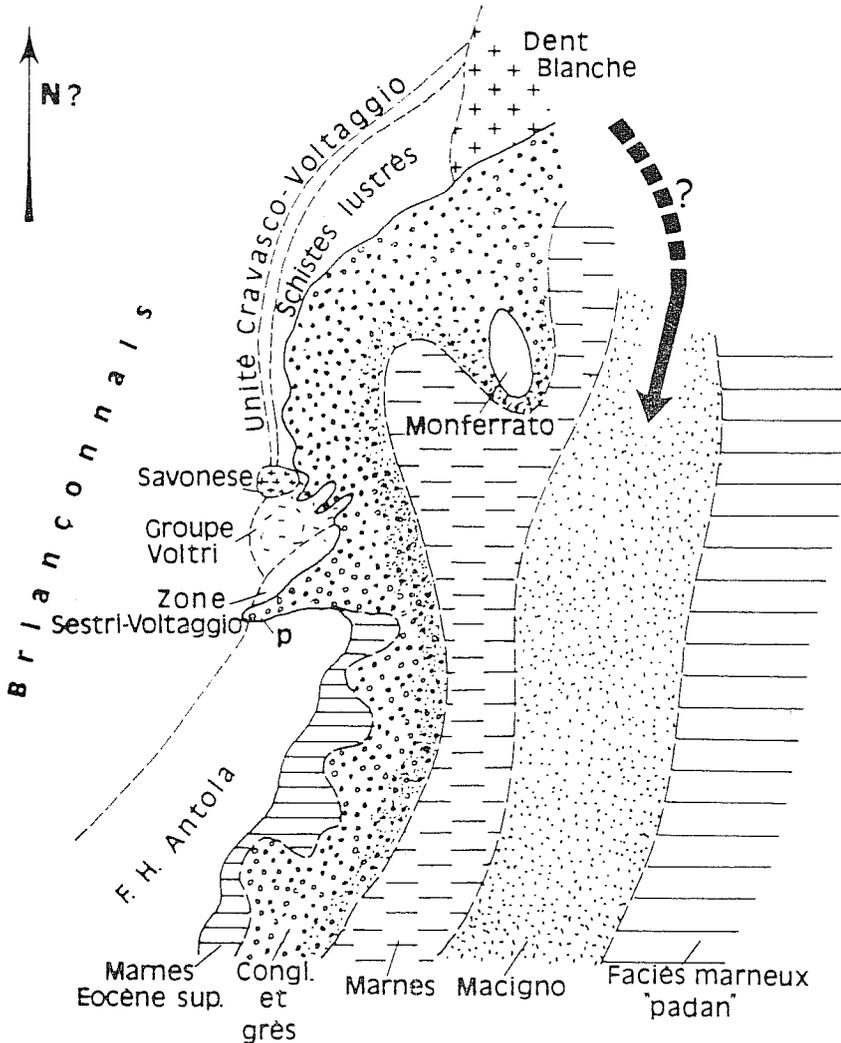


FIG. 9 - Schema paleogeografico riferito all'Oligocene superiore, prima della rotazione antioraria accompagnata da spostamenti tangenziali. La freccia indica la probabile alimentazione del macigno. N.B.: le Marnes dell'Eocene superiore sono state rappresentate, anche se dovevano allora essere ricoperte da conglomerati oligocenici. (Da Lorenz, in Vanossi et al., 1984).

Tra lo Stampiano medio (a N) e lo Stampiano superiore (a S) si succedono livelli salmastri che preludono all'ambiente marino; alcune depressioni paludose portano a depositi di lignite ricchi di vertebrati: *Anthracotherium* sp. (Cadibona, Bagnasco) e di palme.

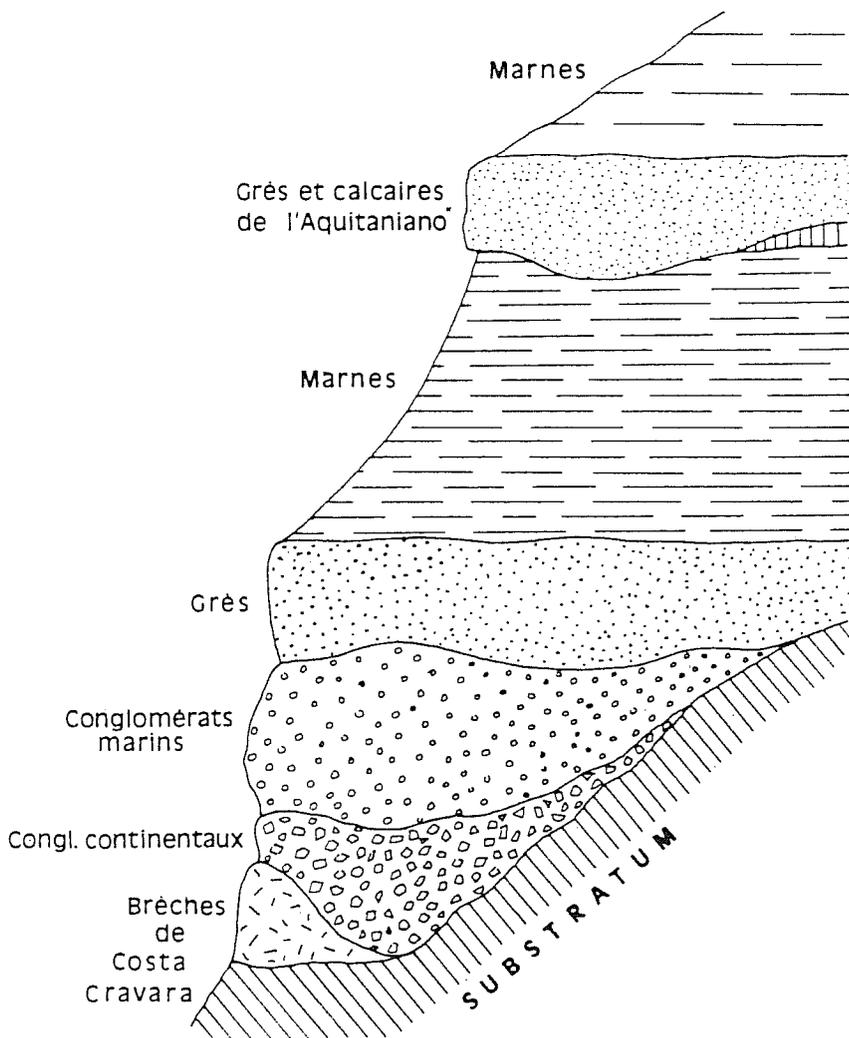


FIG. 10 - Schema della successione litologica dell'Oligo-miocene ligure-piemontese. (Da Lorenz, in Vanossi et al., 1984).

La progressiva avanzata del mare è indicata da conglomerati (di ambiente da deltizio a francamente marino) di spessore da pochi metri a oltre 60 metri (Votaggio) fino quasi a 1000 m (Valle Scrivia) e successivamente da arenarie poco mature (da pochi metri a circa un centinaio).

Nella parte sommitale sono frequenti orizzonti fossiliferi, tra cui depositi calcarei biocostruiti a coralli, di ambiente litorale, che indicano una diminuzione degli apporti detritici ed un probabile, episodico abbassamento del livello marino.

Dallo Stampiano medio (Valle Scrivia) all'Aquitano (Mondovì) si sovrappone la deposizione di marne grige finemente arenacee (qualche centinaio di metri), a livelli grossolani, con scarsa fauna planctonica.

L'invasione marina, che prosegue verso SW, è marcata marginalmente da calcari biocostruiti (Millesimo, Valzenola).

Con l'Aquitano la trasgressione raggiunge il suo acme ed inizia a svilupparsi una tendenza regressiva che si concluderà con le evaporiti messiniane.

Tra l'Aquitano ed il Burdigaliano alle marne si alternano livelli grossolani come arenarie di conoide sottomarina (Montezemolo) o conglomerati; localmente si hanno calcari fossiliferi a litotamni (Acqui, Visone, Scrivia) e silexiti, probabilmente legate ad attività vulcanica e largamente estese alla scala del Mediterraneo occidentale.

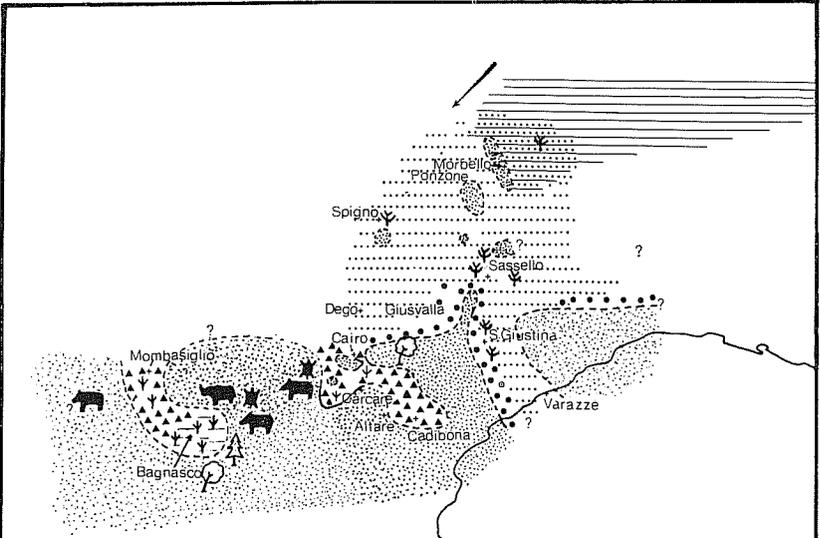
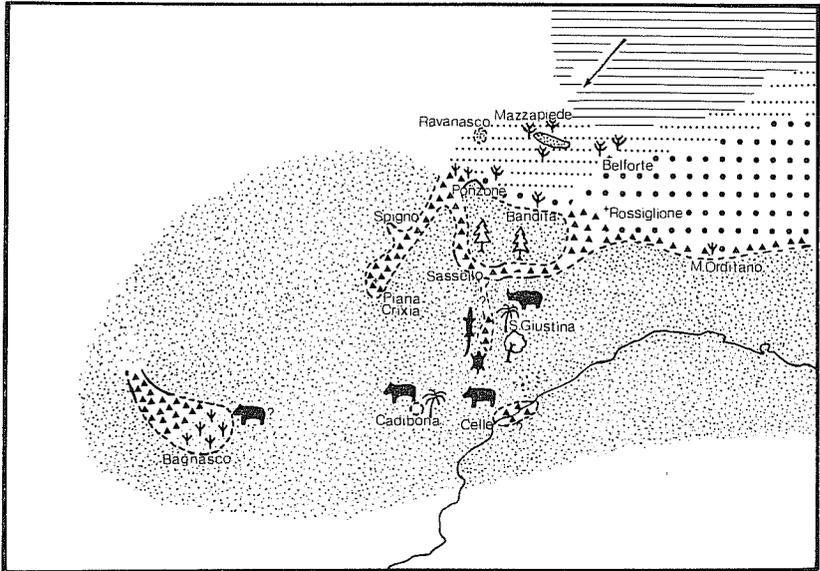
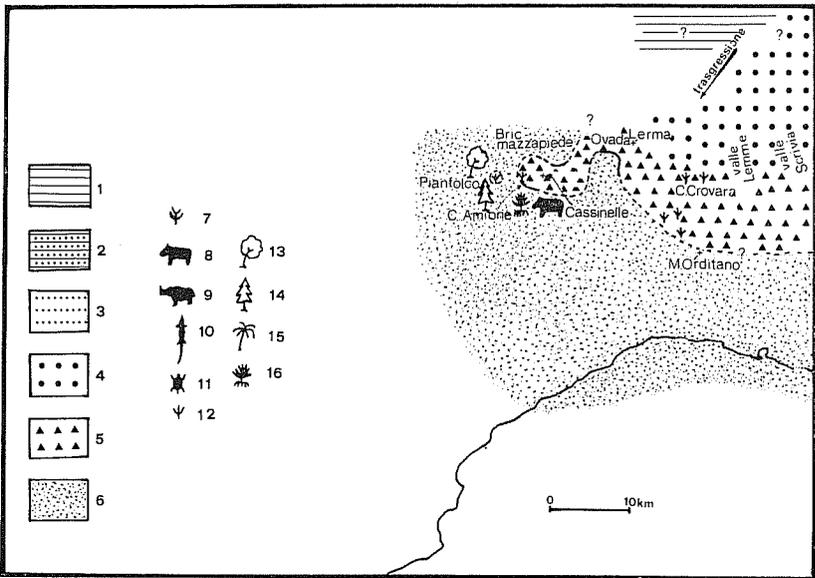
Col Burdigaliano superiore ed il Langhiano riprende la sedimentazione marnosa con livelli arenacei verso SW da Bistagno a Millesimo; nel Serravaliano si hanno facies calcareo-detritiche (a N del Gruppo di Voltri) passanti a marne talora arenacee a SW ed ancora depositi marnosi prevalgono nel Tortonian.

Col Messiniano termina il ciclo sedimentario con serie conglomeratiche salmastre poi continentali a livelli di gesso.

Sul versante Sud il Miocene è rappresentato soltanto dai depositi conglomeratici di Roquebrune (Nizza), dalle calcareniti della Pietra di Finale e dalle marne di Arenzano.

## 2) Il Pliocene.

Il Pliocene affiora, con caratteristiche diverse, sia a N che a SE delle Alpi Liguri.



A N si ha una fascia continua che si spinge molto a settentrione nella zona padana dove i depositi pliocenici raggiungono potenze assai elevate. Il Pliocene riposa in trasgressione sulle formazioni conglomeratiche salmastre, poi continentali contenenti livelli gessosi con cui termina la serie oligo-miocenica ed è rappresentato a levante dalla successione dei *Conglomerati di Cassano Spinola*, *Argille di Lugagnano*, *Sabbie di Asti*; ad occidente scompaiono i conglomerati e sono meno definiti i rapporti tra sabbie ed argille. Nelle microfaune prevalgono forme bentoniche.

Sul versante ligure il Pliocene è ridotto a lembi isolati che indicano una trasgressione su terreni più antichi, almeno oligocenici, a morfologia molto variabile da cui dipende una netta differenziazione dei diversi affioramenti.

Questi sono almeno in parte controllati da insenature vallive preesistenti, progressivamente invase dal mare pliocenico che solo localmente (rapide ingressioni, falesie) porta alla deposizione di livelli conglomeratici (Conglomerati di M. Villa); più comunemente esso è caratterizzato da deposizione tranquilla di argille (Argille di Ortovero), marne, sabbie e depositi organogeni. Mentre le insenature vallive sembrano almeno in parte controllate da una tettonica distensiva pre-pliocenica ad andamento trasversale rispetto alla costa, successivamente al Pliocene si ha una fase ancora distensiva con collassi a direttrici pressochè parallele alla costa, i quali portano allo sprofondamento nel mar Ligure di porzioni del bacino pliocenico.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALTHAUS E., 1967 - The triple point Andalusite-Sillimanite-Kyanite. An experimental and petrologic study. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **16**, 29-44.  
 BELLARDI I., poi SACCO F., 1873-1902 - I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. Parti I-VIII, XI e XIII Mem. R. Acc. Sc. Torino, ser. 2; parti IX, X, XII. XIV-XXX, Torino, C. Clausen.  
 BERNOULLI D., LEMOINE M., 1980 - Birth and early evolution of the Tethys: the overall situation. *Mem. B.R.G.M.*, **115**.

---

FIG. 11 - Evoluzione paleogeografica del dominio ligure-piemontese durante (dal l'alto in basso) lo Stampiano inferiore-medio-superiore.

- 1: marne; 2: sabbie e marne; 3: sabbie; 4: conglomerati marini; 5: conglomerati di ambiente continentale o salmastro; 6: zone emerse; 7: coralli; 8: *Anthracotherium*; 9: rinoceronti; 10: coccodrilli; 11: tartarughe; 12: vegetazione palustre; 13: alberi diversi; 14: gimnosperme; 15: palme; 16: da mangrovie a gimnosperme (Da Lorenz, 1969, leggermente modificato).

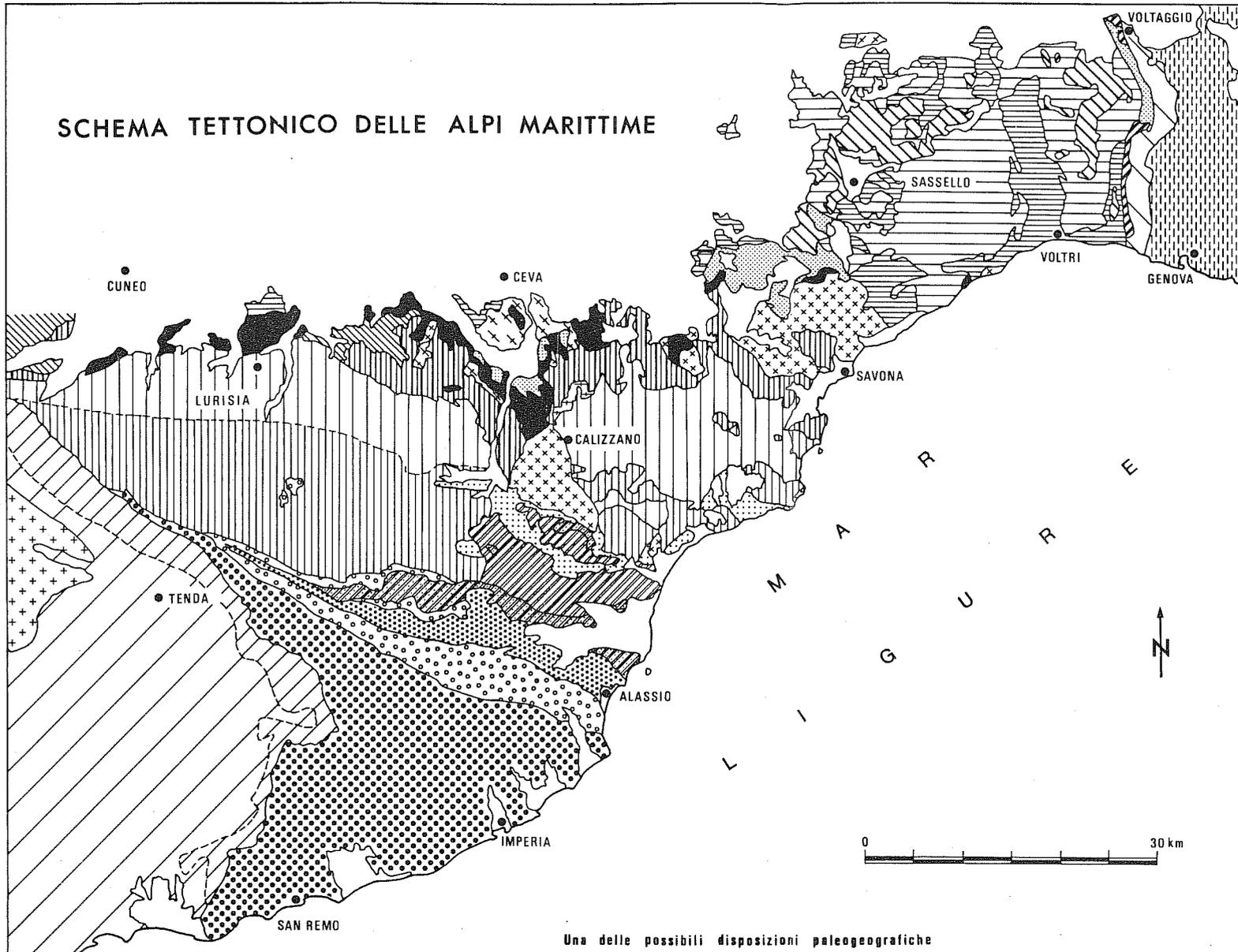
- BOGDANOFF S., SCHOTT J.J., 1977 - Etude paléomagnétique et analyse tectonique dans les Schistes rouges permien de Sud de l'Argentera. Bull. Soc. Géol. France, **19**, 909-916.
- BONI A., VANOSI M., 1960 - Ricerche e considerazioni sul flysch della Liguria orientale. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **11**, 31-178.
- BONI A., VANOSI M., 1972 - Carta geologica dei terreni compresi tra il Brianzone ligure s.l. ed il Flysch ad Elmintoidi s.s.. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **23**, tav. 24.
- BONI A., BONI P., PELOSO G.F., GERVASONI S., 1980 - Dati sulla neotettonica di parte dei Fogli Sanremo (**102**); Imperia (**103**) ed Albenga-Savona (**92-93**). Contr. Prelim. alla realizz. della Carta Neotettonica d'It., pubbl. N. 356 del P.F. Geodinamica del C.N.R., pp. 1245-1282.
- BRIZIO D., DEREGIBUS A., EUSEBIO A., GALLO M., GOSSO G., RATTALINO E., ROSSI F., TOSETTO S., 1983 - Guida all'escursione su: I rapporti tra la zona brianzone ligure ed il Flysch ad Elmintoidi, Massiccio del Marguareis. Ed. Centro St. Probl. Orogeno Alpi Occidentali, Torino, pp. 2-30.
- CABY R., GALLI J., 1964 - Existence de cinérites et de tufs volcaniques dans le Trias moyen de la zone briançonnaise. C.R. Acad. Sc. Paris, **259**, 417-420.
- CAMPREDON R., 1972 - Les formations paléogènes des Alpes Maritimes franco-italiennes. Thèse, Doctorat d'Etat, Univ. Nice, 251 pp.
- CHIESA S., CORTESOGNO L., FORCELLA F., 1977 - Caratteri e distribuzione del metamorfismo alpino nel Gruppo di Voltri e nelle zone limitrofe della Liguria Occidentale con particolare riferimento al metamorfismo di alta pressione. Rend. S.I.M.P., **33**, 253-279.
- CHIESA S., CORTESOGNO L., FORCELLA F., GALLI M., MESSIGA B., PASQUARE' G., PEDEMONTE G.M., PICCARDO G.B., ROSSI P.M., 1975 - Assetto strutturale ed interpretazione geodinamica del Gruppo di Voltri. Boll. Soc. Geol. It., **94**, 555-581.
- CORTESOGNO L., DI BATTISTINI G., LUCCHETTI G., VENTURELLI G., 1979 - Metamorphic assemblages of two high pressure - low temperature ophiolitic units of Central-Western Liguria: Mineralogical and chemical features and tectonic significance. *Ophioliti*, **4**, 121-156.
- CORTESOGNO L., ERNST W.G., GALLI M., MESSIGA B., PIEDEMONTE G.M., PICCARDO G.B., 1977 - Chemical petrology of eclogitic lenses in serpentinite, Gruppo di Voltri, Ligurian Alps. *J. Geol.*, **85**, 255-277.
- CORTESOGNO L., FORCELLA F., 1978 - Il Massiccio cristallino di Arenzano, frammento di crosta continentale brianzone al margine meridionale del Gruppo di Voltri. *Rand. S.I.M.P.*, **34**, 307-350.
- CORTESOGNO L., GALBIATI B., PRINCIPI G., VENTURELLI G., 1978 - Le breccie ofiolitiche della Liguria orientale: nuovi dati e discussione sui modelli paleogeografici. *Ophioliti*, **3**, 99-160.
- CORTESOGNO L., GIANOTTI R., OXILIA M., VANNUCCI R., VANOSI M., 1982 - Genesi ed evoluzione dello zoccolo pre-mesozoico in alcuni settori del Brianzone ligure interno. *Rend. S.I.M.P.*, **38**, 219-260.
- CORTESOGNO L., GIANOTTI R., VANNUCCI R., VANOSI M., 1983 - Le volcanisme permio-carbonifère du Briançonnais ligure (Alpes Maritimes) dans le cadre des phases tardives de l'orogénèse hercynienne. (in corso di stampa).
- CORTESOGNO L., GIANOTTI R., ODDONE M., VANNUCCI R., VANOSI M., 1984 - Contributi alla conoscenza delle metavulcaniti tardo-erciniche del Brianzone ligure (Alpi Marittime): I) I «Porfidi» di Osiglia ed i clasti di vulcaniti nella formazione di Ollano. (in corso di stampa).
- CORTESOGNO L., GRANDJACQUET C., HACCARD D., 1979 - Contribution a l'étude de la liaison Alpes-Apennins. Evolution tectono-métamorphique des principaux ensembles ophiolitiques de Ligurie (Apennins du Nord). *Ophioliti*, **4**, 157-172.
- CORTESOGNO L., HACCARD D., (1979) - Présentation des principales unités constitutives de la zone de Sestri-Voltaggio et de leurs relations structurales. Bull. Soc. Géol. France, s. 7e, **21**, 379-388.

- CORTESOGNO L., ODDONE M., OXILIA M., VANNUCCI R., VANOSI M., 1983a) - Le metavulcaniti a chimismo andesitico del permo-carbonifero Brianzonese (Alpi Marittime): caratterizzazione petrografica e chimica e tentativo di interpretazione geodinamica. *Rend. S.I.M.P.* **38**, 581-606.
- CORTESOGNO L., OXILIA M., ROYANT G., VANOSI M., VIVIER G., 1981a - Témoins d'un volcanisme rhyodacitique du Dogger dans le domaine prépiémontais des Alpes Ligures. *Eclogae Geol. Helv.*, **74**, 569-585.
- DALLAGIOVANNA G., VANOSI M., 1983 - La struttura tettonica dell'unità di Arnasco-Castelbianco (Prepiemontese delle Alpi Marittime). *Rend. Soc. Geol. It.*, **5**, 119-122.
- DAL PIAZ G.V., 1975 - Western and Central Alps. In «Geology of Italy», Vol. I, pp. 303-326, C.H. Sayres Ed., The Earth Sc. Soc. of the Libyan Arab rep., Tripoli.
- DEL MORO A., PARDINI G., MESSIGA B., POGGIO M., 1981 - Dati petrologici e radiometrici preliminari sui Massicci Cristallini della Liguria Occidentale. *Rend. S.I.M.P.*, **38**, 73-87.
- DURAND DELGA M., RIEUF M., VANOSI M., 1981 - Considération sur la marge continentale européenne des Alpes ligures à la Corse (Briançonnais interne et Prépiémontais). *C.R. Acad. Sc. Paris*, **292**, 83-90.
- GALBIATI B., 1981a - Nuovi dati e considerazioni sull'elemento di Borghetto d'Arroscia (Alpi Liguri). *Rend. Soc. Geol. It.* **4**, 339-341.
- GALBIATI B., 1981b - Nuovi dati e considerazioni sull'elemento di Arnasco (Alpi Marittime). *Rend. Soc. Geol. It.*, **4**, 343-345.
- GALBIATI B., 1984 - L'unità di Borghetto ed i suoi legami con quella di Moglio-Testico (Alpi Liguri): conseguenze paleogeografiche. (in corso di stampa).
- GALBIATI B., OXILIA M., SENO S., 1983 - Aspetti stratigrafici e strutturali dell'elemento di Borghetto d'Arroscia (Alpi Marittime). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, **89**, 119-134.
- GALLI M., MESSIGA B., PICCARDO G.B., 1978 - Caractères pétrographiques du Massif cristallin de Savone et du Groupe de Voltri. *Bull. Soc. Géol. France*, **21**, 389-400.
- GELATI R., GNACCOLINI M., 1960 - Significato dei corpi arenacei di conoide sottomarina (Oligocene-Miocene inferiore) nell'evoluzione tettonico sedimentaria del Bacino ligure-piemontese. *Riv. Ital. Paleont.*, **86**, 167-186.
- DE GRACIANSKY P.C., BOURBON M., DE CHARPAL O., CHENET P.Y., LEMOINE M., (1979) - Genèse et évolution comparées de deux marges continentales passives: marge ibérique de l'Océan Atlantique et marge européenne de la Téthys dans les Alpes Occidentales. *Bull. Soc. Geol. France*, **21**, 668-674.
- GRANDJACQUET C., HACCARD D., 1977 - Position structurale et rôle paléogéographique de l'unité du Bracco au sein du contexte ophiolitique liguro-piémontais (Apennin-Italie). *Bull. Soc. Geol. France*, **19**, 901-908.
- GUILLAUME A., 1969 - Contribution à l'étude géologique des Alpes liguro-piémontaises. *Docum. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, n. 30, 658 pp.
- GUILLAUME A., 1980 - Tectonophysics of the Western Alps. *Eclogae Geol. Helv.*, **73**, 425-436.
- HACCARD D., 1976 - Carte géologique de la zone de Sestri-Voltaggio. *Publication C.N.R., Italie, Pisa*.
- HACCARD D., 1979 - Mise au point sur la nappe de Montenotte. *Bull. Soc. Géol. France*, **21**, 374-375.
- HACCARD D., LORENZ C., GRANDJACQUET C., 1972 - Essai sur l'évolution tectogénétique de la liaison Alpes Apennins (de la Ligurie à la Calabrie). *Mem. Soc. Geol. It.*, **11**, 309-341.
- HACCARD D., LORENZ C., 1979 - Les déformations de l'Eocène supérieur au Stampien de la terminaison septentrionale de la zone de Sestri-Voltaggio. *Bull. Soc. Géol. France*, **21**, 401-413.
- HOLDAWAY M.J., 1966 - Hydrothermal stability of clinzoisite plus quartz. *Amer. Journ. Sci.*, **264**, 643-667.

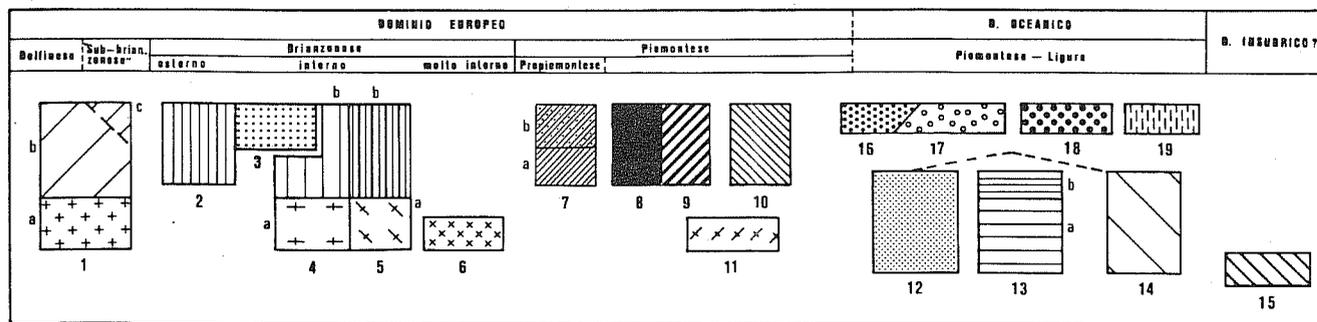
- LANTEAUME M., 1956 - Observations sur les flyschs de la Ligurie occidentale (Prov. d'Imperia, Italie). C.R. Somm. Soc. Géol. France, **12**, 199-201.
- LANTEAUME M., 1968 - Contribution à l'étude géologique des Alpes Maritimes franco-italiennes. Mém. Carte Géol. France, 405 pp.
- LANTEAUME M., GIGOT P., CAMPREDON R., 1982 - Apports et limites de l'interprétation linéamentaire dans le domaine des Alpes Occidentales méridionales. Bull. Soc. Géol. France, **24**, 49-62.
- LIOU J.G., 1971a) - Analcime equilibria. Lithos, **4**, 389-402.
- LIOU J.G., 1971b - P-T stabilities of laumontite, wairakite, lawsonite and related minerals in the system  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{-H}_2\text{O}$ . Journ. Petrol., **12**, 379-411.
- LIOU J.G., 1971c - Synthesis and stability relations of prehnite,  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{-Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_{2-}$ . Amer. Miner., **56**, 507-531.
- LIOU J.G., 1973 - Synthesis and stability relations of epidote,  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{FeSi}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$ . Journ. Petrol., **14**, 381-413.
- LIOU J.G., KUNIYOSHI S., ITO K., 1974 - Experimental studies of the phase relations between greenschist and amphibolite in a basaltic system. Amer. Journ. Sci., **274**, 613-632.
- LORENZ C., 1969 - Contribution à l'étude stratigraphique de l'Oligocène et du Miocène inférieur des confins liguro-piémontais (Italie). Atti Ist. Geol. Univ. Genova, **6**, 253-888.
- LORENZ C., 1979 - L'Oligo-Miocène ligure: un exemple de transgression. Bull. Soc. Géol. France, **21**, 375-378.
- LORENZ C., 1983 - Les silexites et les tuffites du Burdigalien: marqueurs volcano-sédimentaires - Corrélations dans le domaine de la Méditerranée occidentale. (in corso di stampa).
- MARESCH W.V., 1977 - Experimental studies on glaucophane: an analysis of present knowledge. Tectonophysics, **43**, 104-125.
- MARINI M., 1978 - La linea Sestri-Voltaggio nel quadro dell'evoluzione tetto-genetica del limite Alpi-Appennini: proposta di interpretazione. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 445-452.
- MARINI M., 1984 - Fasi deformative in Liguria e loro possibili riflessioni nell'interpretazione geodinamica del passaggio Alpi-Appennino. (in corso di stampa).
- MENARDI NOGUERA A., 1982 - Tettonica polifasata nel settore centro-orientale del Brianzonese ligure. Boll. Soc. Geol. It., **100**, 527-540.
- MENARDI NOGUERA A., 1984 - Nuove osservazioni sulla struttura del Massiccio di Monte Carmo (Alpi Liguri). Boll. Soc. Geol. It., (in corso di stampa).
- MESSIGA B., 1981 - Evidenze strutturali e paragenetiche dell'evoluzione polifasica pre-alpina del Massiccio cristallino di Savona. Rend. S.I.M.P., **37**, 739-754.
- MESSIGA B., OXILIA M., PICCARDO G.B., VANOSSI M., 1982 - Fasi metamorfiche e deformative alpine nel Brianzonese-Piemontese esterno delle Alpi Liguri: un possibile modello evolutivo. Rend. Soc. It. Miner. Petr., **38**, 261-280.
- MESSIGA B., PICCARDO G.B., 1980 - Metamorphic ophiolites of the Voltri Massif and the Montenotte Nappe, Western Liguria. Field Excursion Guidebook: VIth Ophiolite Field Conference.
- MESSIGA B., PICCARDO G.B., MAZZUCOTELLI A., 1977 - Le prasiniti del Gruppo di Voltri. Le caratteristiche petrografiche e chimiche. Rend. Soc. It. Miner. Petr., **33**, 549-601.
- NITSCH K.H., 1971 - Stabilitätsbeziehungen von Prehnit- und Pumpellythaltigen paragenesen. Contrib. Miner. Petrol., **30**, 240-260.
- OXILIA M., SENO S., GOSSO G., 1982 - Deformazioni alpine sovrapposte e loro geometria nella zona di Castelvechio (Brianzonese Ligure). Mem. Soc. Geol. Padova, **35**, 345-354.
- PERRIER G., 1980 - La structure des Alpes occidentales déduite des données géophysiques. Eclogae Geol. Helv., **73**, 407-424.
- PICCARDO G.B., 1977 - Le ofioliti dell'areale ligure: petrologia e ambiente geodinamico di formazione. Rend. Soc. It. Miner. Petr., **33**, 221-252.

- REUTTER K.J., GUNTHER K., GROSCURTH J., 1978 - An approach to the geodynamics of the Corsica - Northern Apennines double orogene. In «Alps. Apennines, Helledines», Inter-Union Comm. Geodyn. Sc. Report, **38**, 299-311.
- RICHARDSON S.W., BELL P.M., GILBERT M.C., 1969 - Experimental determination of Kyanite-andalusite and andalusite-sillimanite equilibria: The aluminium silicate triple point. Amer. Journ. Sci., **267**, 259-272.
- ROVERETO G., 1939 - Liguria Geologica. Mem. Soc. Geol. It., **1** 143 pp.
- SACCO F., 1890-1902 - (seguito da BELLARDI I.). - I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. Vedere Bellardi I.
- SAGRI M., 1980 - Le arenarie di Bordighera: una conoide sottomarina nel bacino di sedimentazione del Flysch ad Elmintoidi di San Remo (Cretaceo superiore, Liguria Occidentale). Boll. Soc. Geol. It., **99**, 205-226.
- VANOSI M., 1965 - Studio sedimentologico del Flysch ad Elmintoidi della Valle Argentina (Liguria Occidentale). Atti Ist. Geol. Università Pavia, **16**, 36-71.
- VANOSI M., 1980 - Les unités géologiques des Alpes Maritimes entre l'Ellero et la mer ligure: un aperçu schématique. Mem. Sc. Geol. Padova, **34**, 101-142.
- VANOSI M., BONI A., CORTESOGNO L., GALBIATI B., LORENZ C., MESSIGA B., PICCARDO G.B., VANNUCCI R., 1984 - Geologia delle Alpi Liguri. Fasc. Introduttivo Convegno S.G.I., pp. 1-158, Tipogr. L. Ponzio, Pavia.
- VANOSI M., GOSSO G., 1983 - Introduzione alla Geologia del Brianzonese ligure. Ed. Centro St. Problemi orogeno Alpi Occ., Torino, pp. 1-36.
- VANOSI M., MESSIGA B., PICCARDO G.B., 1980 - Hypothèses sur l'évolution tectogénétique des Alpes ligures. Rev. Geol. Dyn. et Géogr. phys., **22**, 3-13.
- WILLIE P.J., 1970 - The dynamic earth. - New York, John Wiley and Sons, Inc.

# SCHEMA TETTONICO DELLE ALPI MARITTIME



Una delle possibili disposizioni paleogeografiche



## LEGENDA

- COPERTURA TARDOROGENA E POSTOROGENA (Oligocene - Quaternario)
- ZONA APPENNINICA**
- 19 UNITA' "FLYSCHOIDI" (Cretaceo inf. - Paleocene) (Bisalta - Valpolicvera - Cottero - Val Lavagna p.p.; Anzola)
- 14 UNITA' OFIOLITIFERA (Giurese medio-sup. - Cretaceo inf.) (M.Figogna - Tejolo-Timone) (Tav. 11/11)
- ZONA SESTRI - VOLTAGGIO**
- 9 UNITA' "TRIASSICO-LIASSICA" (Carnico - Lias - (Malm?)) (M.Gazzo-Isoverde) (Tav. 11/7)
- 12 UNITA' OFIOLITIFERA (Giurese medio-sup. - Cretaceo inf.) (Cravasco-Voltaggio-Montenotte) (Tav. 11/9)
- GRUPPO DI VOLTRI**
- 15 LHERZOLITI POCO METAMORFICHE (Erre-Tobbio)
- 13b CALCESISTI E PRASINITI (Giurese medio-sup. - Cretaceo inf.) (Voltri-Rossiglione; Alpicella; Ortiglieto; Palmaro-Caffarella) (Tav. 11/10)
- 13a METAGABBRI, ECLOGITI, SERPENTINITI (Beigua; Ponzema; S.Luca-Colma; Varazze) (Tav. 11/10)
- 13b OMOLGHI OCCIDENTALI DEL GRUPPO DI VOLTRI
- 13b CALCESISTI E MOLTO SUBORDINATE METAOIOLITI (Giurese medio-sup. - Cretaceo inf.) (Vigliani; Nombasiglio)
- 11 "MASSICCO DI VALOSIO" (pre-Stefaniano)
- "FALDA DI MONTENOTTE" AucL.**
- 12 UNITA' OFIOLITIFERA (Giurese medio-sup. - Cretaceo inf.) (Cravasco-Voltaggio-Montenotte = Massimo) (Tav. 11/9)
- 8 UNITA' TRIASSICO-LIASSICHE PIEMONTESE IN POSIZIONE INTERNA (Trias inf. - Lias) (M.Sotta; Balzo?; Villanova; Frabosa?; Trias-Lias di Montenotte; Trias di Cogoleto?) (Tav. 11/6)
- 10 ZONA DEI CALCESISTI ESTERNI (Giurese medio-sup. Cretaceo inf.) (Montaldu) (Tav. 11/8)
- ZONA BRIANZONENSE LIGURE**
- 6 UNITA' MOLTO INTERNE "MASSICCI" CRISTALLINI DI SAVONA, CALIZZANO, PALLARE, LOANO, ARENZANO (pre-Westfaliano) (Bagnaschino; Calizzano-Savona)
- UNITA' INTERNE
- 5b TEGUMENTO E/O COPERTURE MOLTO RIDOTTE (Namuriano? - Cretaceo sup. - (Eocene?)) (Tav. 11/3)
- 5a ZOCCOLO PRE-NAMURIANO (Pamparato-Murialdo; Deviglia?; Be Garofano?)
- 3 COPERTURE RIDOTTE ((Permiano - Eocene) (Castelvecchio-Cerisola; C.Volte) (Tav. 11/2)
- 4b TEGUMENTO E COPERTURE RIDOTTE (Namuriano? - Eocene)
- 4a ZOCCOLO PRE-NAMURIANO (Hallare; Ormea Interna)
- 2 UNITA' INTERMEDIE ESTERNE TEGUMENTO E/O COPERTURE DA "NORMALI" A RIDOTTE (Carbonifero sup. - Priaboniano) (Ormea intermedia e esterna; M.Carmo; Caprauna-Armetta) (Tav. 11/1)
- 7a UNITA' PIEMONTESE IN POSIZIONE ESTERNA ("PREPIEMONTESE") (Arnasco-Castelbianco; C.Tuberto)
- 7b TERRENI TRIASSICO-CIURASSICI PRE-RADIOLARITI (Tav. 11/5a, b e 4)
- 7b TERRENI CIURASSICO-EOCENICI
- ZONA DEI FLYSCH AD ELMINTOIDI AucL.**
- 16 UNITA' DI BORGHETTO D'ARROSCIA-ALASSIO (Cretaceo sup.? - Eocene medio?) (Tav. 11/12)
- 17 UNITA' DI MOGLIO-TESTICO (Cretaceo sup.? - Paleocene) (Pelitti del Passo delle Saline?; Pelitti del Passo di Prate?; Pelitti di Colla Domenica?) (Tav. 11/13)
- 18 UNITA' DI S. REMO-M. SACCARELLO (Cretaceo sup. - Paleocene?) (Tav. 11/14)
- 1c ZONA DEGLI "SCHISTES A BLOCS" E DELLE UNITA' IN POSIZIONE SUBBRIANZONENSE
- ZONA DELFINENSE-PROVENZALE**
- 1b COPERTURA FORMANTE LE "CATENE SUBALPINE MERIDIONALI" (Carbonifero sup. - Oligocene?)
- 1a MASSICCO CRISTALLINO DELL'ARGENTERA-MERCANTOUR (pre-Stefaniano)

TAV. I - SCHEMA TETTONICO DELLE ALPI LIGURI. Semplificato e modificato sulla base di dati editi (Boni e Vanossi, 1972; Campredon, 1972; Haccard, 1976; Marini, 1980; Messina e Piccardo, 1980; Vanossi, 1980; Cortesogno, et al., 1982; fogli Albenga-Savona, Boves, Ceva, Cuneo, Genova, Imperia, S. Remo, della Carta Geologica d'Italia al 100.000) e inediti (Galbiati: zona dei flysch; Menardi Noguera: i limiti unita' di M.Carmo, Vanossi: limite Ormea interna). Nella legenda sono indicati i nomi di tutte le corrispondenti unita' e le eventuali sinonimie. Entro ciascuna Zona, indicata secondo la nomenclatura convenzionale, l'ordine di sovrapposizione dei quadrucci rispecchia, fin dove possibile, l'attuale sovrapposizione geometrica delle unita'.

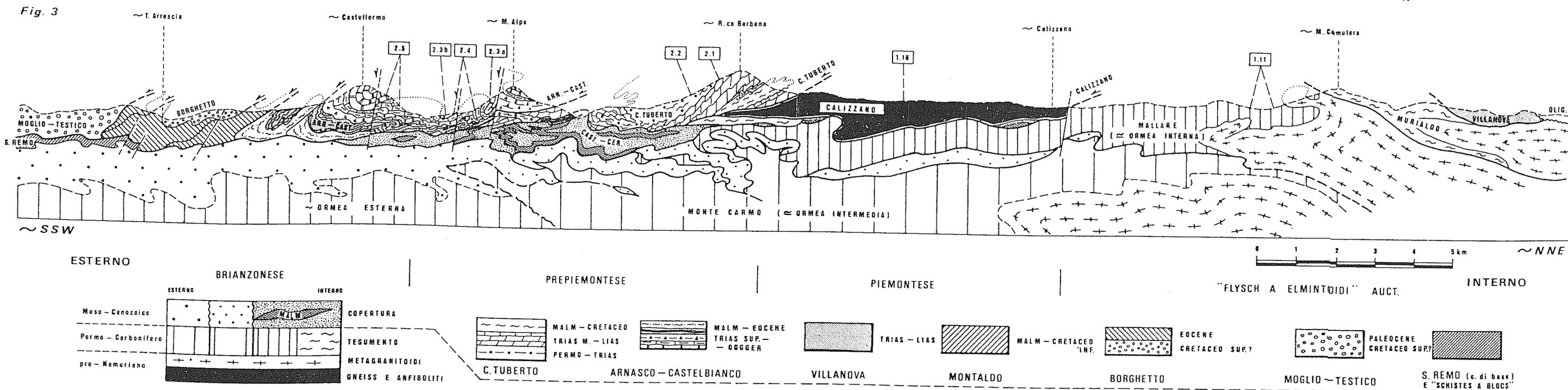
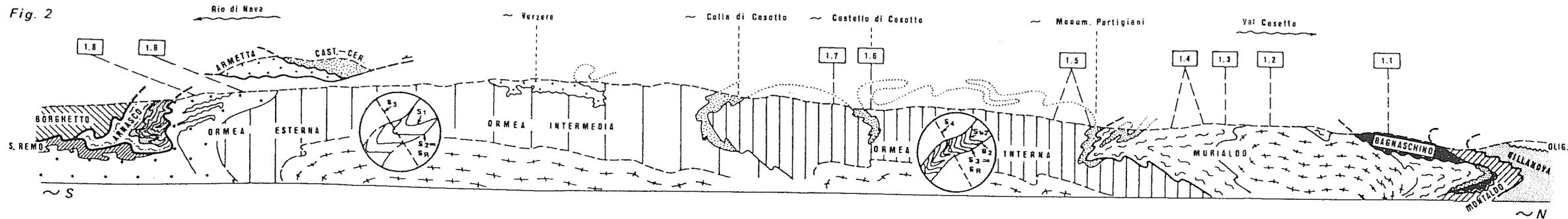
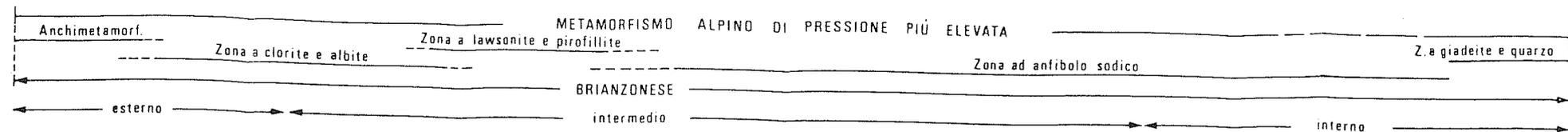


Fig. 2 e 3 - Sezioni semplificate e, soprattutto per le unità inferiori, idealizzate ed ipotetiche, ottenute proiettando sullo stesso piano strutture ricostruite o immaginate in sezioni differenti, grossolanamente parallele a quella utilizzata. Nei settori brianzonesi (nei quadri rettangolari) le soste; si noti che in buona parte esse cadono al di sotto della superficie topografica (fittizia). A cura di M. Vanossi, con la collaborazione di B. Calbiati per i Flysch ad Elmintoidi e di M. Menardi Noguera per l'unità di M. Carmo (strutture interne e limiti).

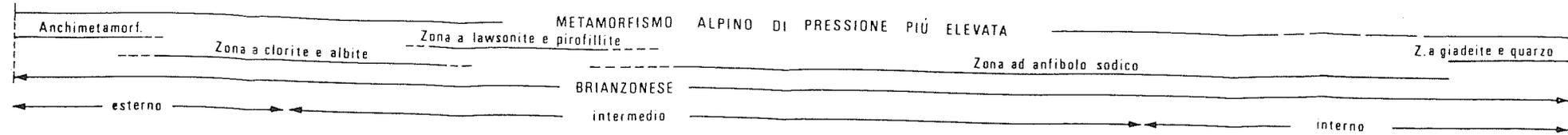


Fig. 2

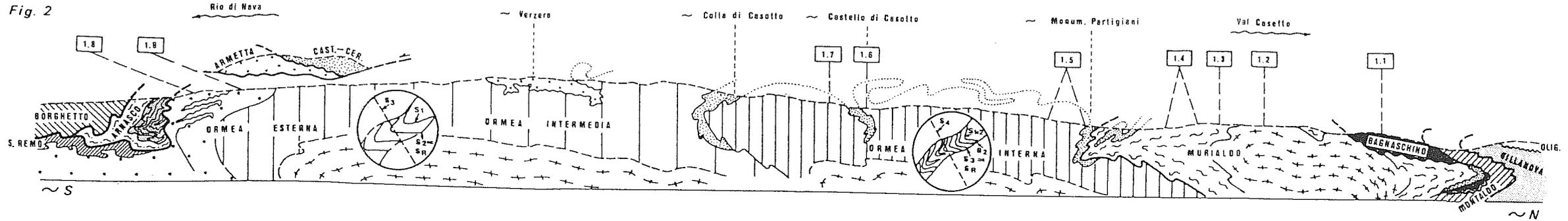


Fig. 3

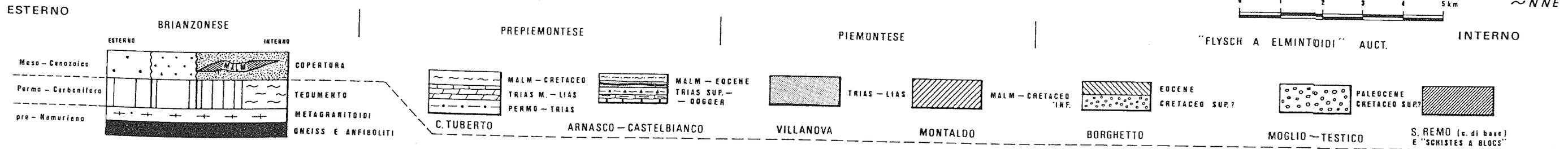
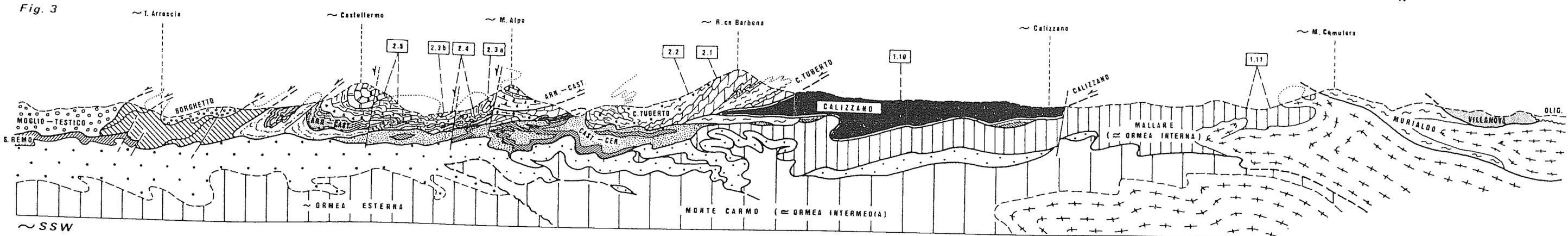
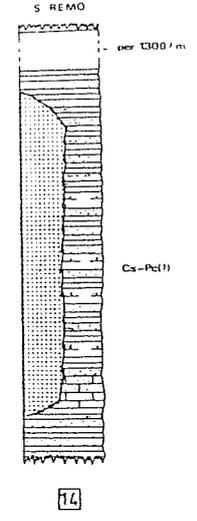
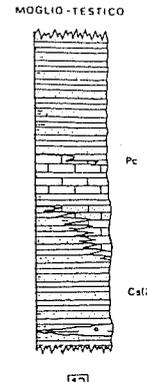
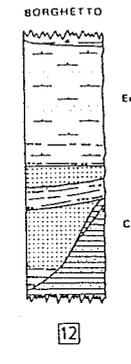
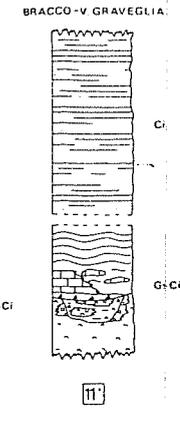
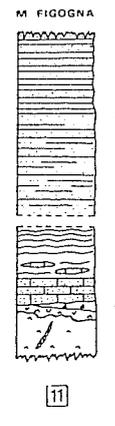
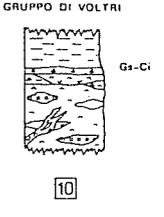
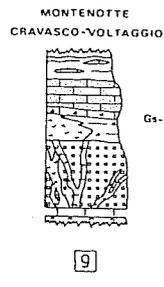
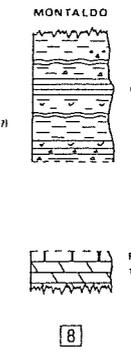
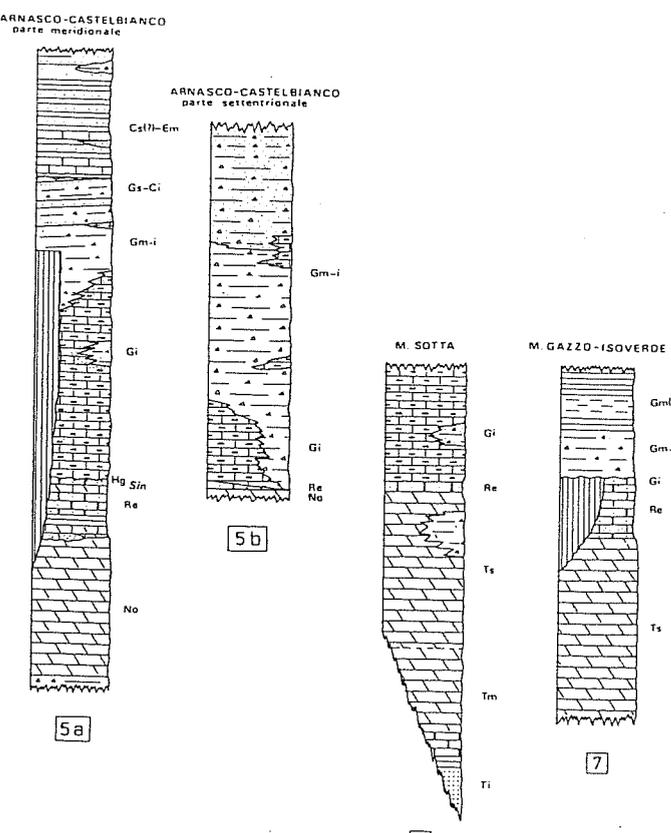
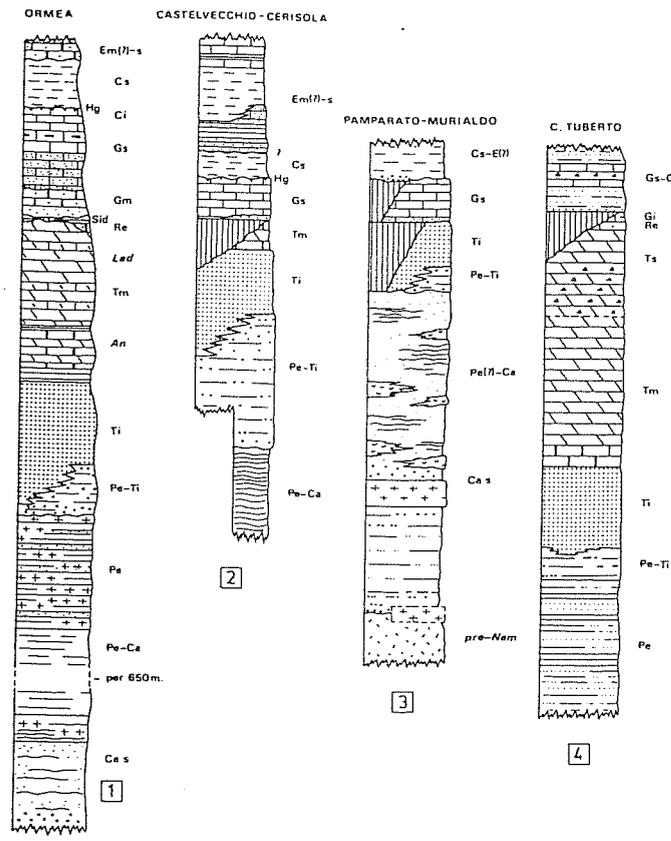


Fig. 2 e 3 - Sezioni semplificate e, soprattutto per le unità inferiori, idealizzate ed ipotetiche, ottenute proiettando sullo stesso piano strutture ricostruite o immaginate in sezioni differenti, grossolanamente parallele a quella utilizzata. Nei settori brianzoni interni ed intermedi le superfici che appaiono piegate sono foliazioni "multiple" ( $S_1 = (S_6 + S_1 + S_2)$ ) quasi ovunque coincidenti. L'indicazione della distribuzione delle paragenesi metamorfiche è riferita alla sola fig. 2. Su entrambe le sezioni sono state proiettate (nei quadri rettangolari) le soste; si noti che in buona parte esse cadono al di sotto della superficie topografica (fittizia). A cura di M. Vanossi, con la collaborazione di B. Galbiati per i Flysch ad Elmintoidi e di M. Menardi Noguera per l'unità di M. Carmo (strutture interne e limiti).



successioni oolitifere successioni flyschoidi

TAV. II - COLONNE STRATIGRAFICHE SCHEMATICHE DELLE SUCCESSIONI DELLE PRINCIPALI UNITA' TETTONICHE DELLE ALPI LIGURI. Compilate sulla base di dati editi: [Boni e Vanossi, 1972: col.n°14; Cortesogno et al., 1979: col.n°9,11; Cortesogno et al., 1982: col.n°3; Marini, 1982: col.n°7; Orlia, in Vanossi, 1980: col.n°6; Sagri, 1980: col.n°14; Vanossi, 1971: col.n°5b; Vanossi, 1980: col.n°1,2,3,4,5a,B] ed inediti: [Cassinis, col.n°1,4; Cortesogno, col.11; Galbetti, col.n°5a,12,13; Lualdi, col.n°5a; Marini, col.n°2; Messiga, col.n°10; Vanossi, col.n°7]

LEGENGA

- |                               |                                 |                                       |                         |        |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------|
| conglomerati                  | calcarei detritici              | calcarei selciferi giaspri-radiolarii | serpentiniti            | lacuna |
| breccie-olistostromi          | calcarei neritici o bioclastici | hard-ground-Hg                        | rocce granitoidi-gneiss |        |
| quarziti-arenarie             | calcarei pelagici e con selce   | pilladi                               | metaroliti-tufi         |        |
| marne                         | calcescisti                     | metabasalti                           | porfiroidi              |        |
| siltiti-peliti Sid=sideritico | calcarei dolomitici dolomie     | metagabbri                            | metadesiti              |        |

