

IL LANGHIANO-SERRAVALLIANO TRA LE VALLI DEL TANARO E DEL BELBO. CONFRONTI CON I DINTORNI DI GAVI E DI FINALE LIGURE

MARIO GNACCOLINI

Key-words: Sedimentology, Basin analysys, Miocene, Tertiary Piedmont Basin, NW Italy.

Abstract. The Langhian-Serravallian sequences cropping out in the southwestern part of the Tertiary Piedmont Basin (NW Italy) are firstly examined. Secondly, comparisons are stated with coeval sequences cropping out in the Gavi region (easternmost Tertiary Piedmont Basin) and in the Finale Ligure area (Liguria).

During Langhian two sedimentary basins have been recognized. The northern one extended at least from Cuneo region up to Novi Ligure area: in the northeastern part of this basin mainly hemipelagic mudstones are present; the southwestern part, on the contrary, is characterized by thick siliciclastic turbidites. The southern basin is testified only by small outcrops of shallow-water grainstones and hybrid arenites.

During Serravallian turbidites occupied most of the northern basin; south-east of the turbidites area a slope-to-platform transition has been identified. The southern basin, only represented by marginal shallow-water sediments, is characterized by grainstones and hybrid arenites, as during Langhian time.

Premessa.

La regione presa in esame è approssimativamente compresa tra Ceva, Niella Tanaro, Carrù, Dogliani, Bossolasco e Mombarcaro, in provincia di Cuneo (Foglio Ceva e Cuneo della Carta Geologica d'Italia 1:100.000) (Fig. 1).

L'intervallo Langhiano-Serravalliano è rappresentato, nell'area coperta dal Foglio Ceva, dalla porzione sommitale della Marna di Paroldo, dalla Formazione di Cassinasco e dalla Formazione di Murazzano, tra loro eteropiche, oltre che dalla parte inferiore della soprastante Formazione di Lequio (Gelati, 1968); nell'area appartenente al Foglio Cuneo, dalla porzione superiore della Marna di Paroldo, dalla Formazione di Bastia, dalla Formazione di Murazzano e dalla parte inferiore della Formazione di Lequio (Casnedi, 1971).

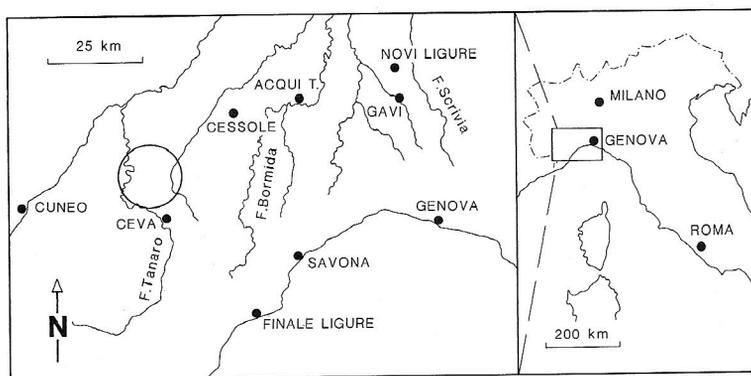


Fig. 1 - La regione presa in esame. Il cerchio racchiude l'area Carrù-Dogliani-Bossolasco-Mombarcaro-Torresina-Niella Tanaro.

Nel corso del rilevamento geologico è risultata evidente la difficoltà di mantenere le suddivisioni formazionali adottate dagli Autori precedenti: le successioni affioranti nelle diverse località, e indicate finora con nomi differenti, risultano infatti costituite da corpi rocciosi di ben definito e unitario significato genetico, i quali "attraversano" i limiti formazionali tradizionali. Per questi motivi si è ritenuto opportuno individuare ed analizzare le principali litozone presenti nell'ambito dell'intervallo Langhiano-Serravallo indipendentemente dalle suddivisioni precedenti, ricostruendo infine un quadro litostratigrafico più aderente alla realtà. Le litozone in questione sono descritte nei paragrafi che seguono.

Litozone prevalentemente arenacee.

Appaiono costituite in gran parte da depositi arenacei, in strati e banchi di spessore variabile da alcuni centimetri fino a 2 m, alternati a subordinati letti pelitici o tra loro amalgamati; sono localmente presenti anche conglomerati (Fig.2).

La litofacies più frequente è data da arenarie con gradazione normale: la base dei depositi è costituita prevalentemente da arenaria grossolana o media, passante verso l'alto a fine. Non sono tuttavia infrequenti letti gradati con base formata da arenaria molto grossolana, da arenaria conglomeratica o da conglomerato arenaceo, con clasti di dimensioni fino a qualche centimetro. Più raramente, la parte basale può essere costituita da arenaria medio-fine, passante a fine o finissima alla sommità. Il limite inferiore è sempre netto ed a volte marcatamente erosionale (localmente sono stati osservati "flute casts"). Nella maggior parte dei casi queste arenarie passano verso l'alto a pelite (prevalentemente siltosa), a volte bruscamente a volte con una certa gradualità. Possono contenere clasti pelitici di dimensioni varie, fino ad un massimo di circa 40 cm. Lo spessore dei singoli letti è in genere compreso tra 20-30 cm e 2 m; la forma varia da stratoide a marcatamente lenticolare.

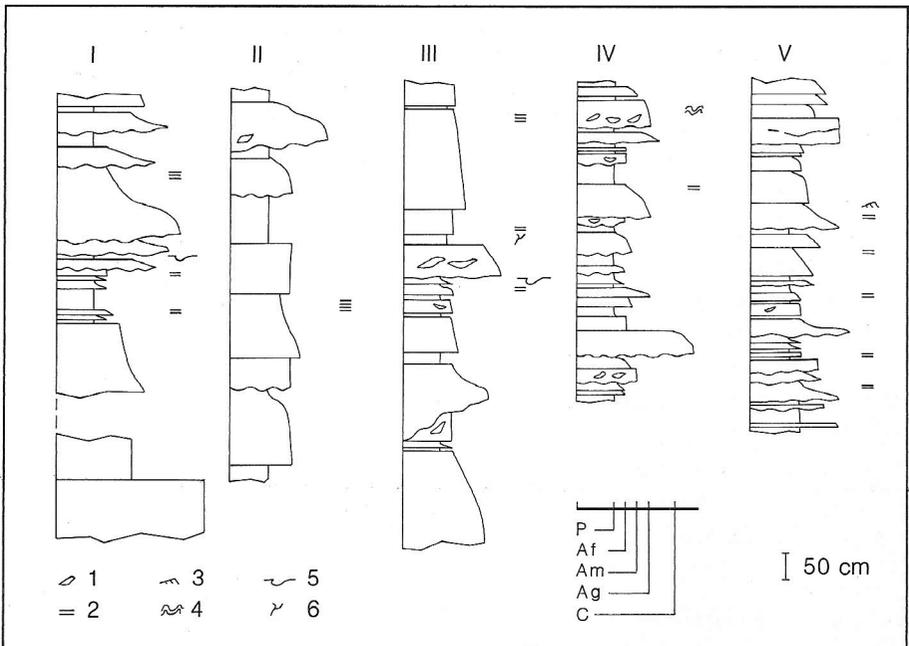


Fig. 2 - Litozone prevalentemente arenacee: spezzoni di sezioni stratigrafiche misurate nei dintorni della località i Pejroni (I), nel Rio Garino (II), presso Bonvicino (III) e nei dintorni di Niella Belbo (IV e V). P) Pelite; Af) arenaria fine; Am) arenaria media; Ag) arenaria grossolana; C) conglomerato; 1) clasti pelitici; 2) laminazione piano-parallela; 3) laminazione obliqua a piccola scala ("ripples" da corrente); 4) laminazione convoluta; 5) "flute casts"; 6) bioturbazioni.

Molto frequenti sono anche le arenarie in strati o banchi caratterizzati da un intervallo inferiore gradato e da un intervallo superiore a laminazione piano-parallela. La parte basale degli strati può essere costituita da arenaria media, grossolana o fine. Analogamente a quanto osservato per la litofacies precedente, il limite inferiore è sempre netto, talora evidentemente erosionale; localmente sono presenti "flute casts". Verso l'alto gli strati arenacei passano quasi sempre a pelite, prevalentemente siltosa, a volte bruscamente a volte in maniera più graduale. I banchi a granulometria più grossolana possono contenere clasti pelitici con dimensioni fino a 20 cm. La geometria dei depositi è frequentemente lenticolare; lo spessore dei singoli letti è in genere compreso tra 15 cm e 1,5 m.

Alle litofacies sopra descritte si associano localmente arenarie medie, arenarie grossolane e arenarie conglomeratiche di aspetto massivo o con gradazione limitata alla porzione superiore del deposito. Si presentano in letti a base netta, a volte chiaramente erosionale, di spessore variabile da una decina di centimetri fino a 1,5 m.

Oltre alle litofacies dominanti sono occasionalmente osservabili: conglomerati poligenici, disorganizzati o con rozza gradazione normale, con clasti a volte molto grossolani (eccezionalmente fino a più di 1 m) e abbondante matrice arenacea, in orizzonti lenticolari spessi da qualche decimetro fino a più di 2 m; conglomerati a clasti pelitici di di-

mensioni fino a circa 1 m immersi in matrice arenacea molto grossolana, in orizzonti con spessore fino a più di 1 m; arenarie da grossolane a medie organizzate in lamine o letti blandamente ondulati (onde stazionarie con lunghezza d'onda compresa tra i 20 ed i 30 m), in orizzonti di spessore fino a circa 2 m; arenarie da medie a grossolane, organizzate in dune con altezza pari a 1,2 m e lunghezza d'onda di quasi 20 m, con evidente laminazione obliqua a grande scala.

Sempre nell'ambito di queste litozone e in corrispondenza delle intercalazioni più ricche di interstrati pelitici, le arenarie possono presentarsi in strati sottili, con i seguenti aspetti: arenarie fini e finissime di aspetto massivo o con un accenno di gradazione limitata alla sommità dello strato, in letti di spessore generalmente compreso tra qualche centimetro e 25-30 cm, alternati ritmicamente a peliti; arenarie fini e finissime, raramente medie, con laminazione piano-parallela, in strati di spessore da qualche centimetro a 15 cm, alternati ritmicamente a peliti.

Nelle litozone in esame le peliti, sempre con abbondante frazione siltosa, sono, come già precisato, nettamente subordinate. Si presentano in genere in letti sottili, di spessore variabile da qualche centimetro fino a 25-30 cm.

Litozone arenaceo-pelitiche.

Si differenziano nettamente dalle litozone prevalentemente arenacee descritte in precedenza, in quanto costituite da alternanze ritmiche di strati arenacei e pelitici, con rapporto sabbia/pelite oscillante attorno all'unità (compreso in genere tra 0,4 e 1,2). Lo spessore degli strati arenacei varia da qualche centimetro fino ad un massimo di 30 cm (eccezionalmente fino a 50 cm) (Fig. 3).

Tra le litofacies arenacee sono caratteristiche le arenarie a gradazione normale, che si distinguono dall'analoga litofacies osservata nelle litozone prevalentemente arenacee per la granulometria generalmente più fine (sono medie o fini alla base degli strati e passano a fini o finissime alla sommità) e per lo spessore minore degli strati, nella maggior parte dei casi compreso tra 8 e 20-25 cm. Il limite inferiore dei letti arenacei è sempre netto, mentre il passaggio superiore alle peliti è relativamente graduale.

Abbondanti sono anche le arenarie in strati caratterizzati da un intervallo gradato seguito da un intervallo a laminazione piano-parallela. Nella maggior parte dei casi si tratta di arenarie da medie a fini, che si differenziano dall'analoga litofacies osservata nelle litozone prevalentemente arenacee per la stratificazione più sottile (lo spessore degli strati è in genere compreso tra 6-7 cm e 30 cm). Altre litofacies molto frequenti sono le arenarie fini e finissime di aspetto massivo, in strati sottili o molto sottili (da qualche centimetro fino a 15 cm), localmente con struttura gradata alla sommità, e le arenarie fini e finissime con laminazione piano-parallela, in strati da qualche centimetro a 15 cm.

Anche se non molto diffuse, tipiche sono le arenarie fini e finissime con laminazione obliqua a piccola scala, in strati molto sottili (1-9 cm), assenti nelle litozone prevalentemente arenacee.

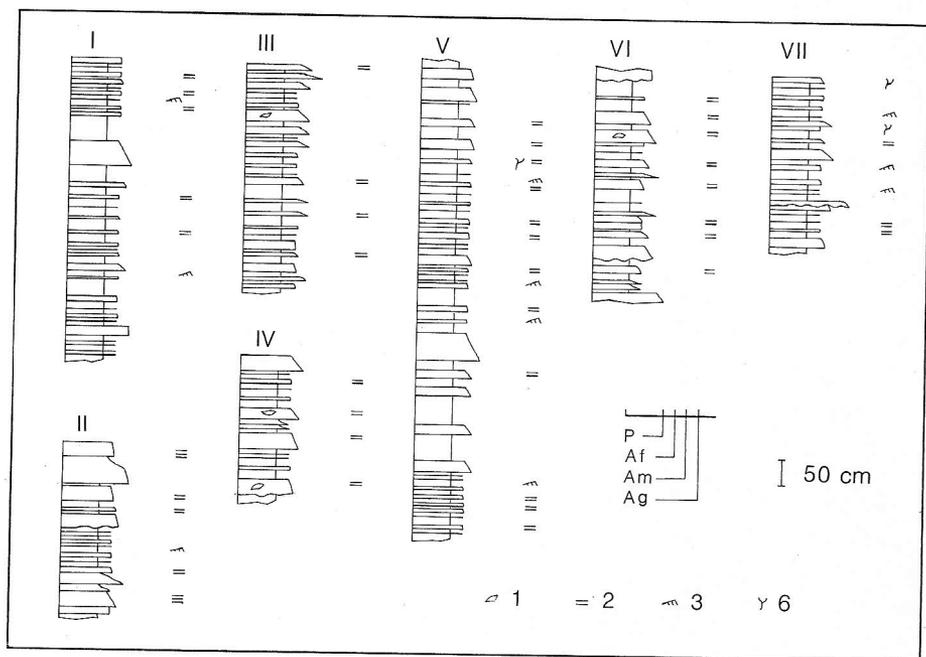


Fig. 3 - Litozone costituite da alternanze ritmiche di arenarie e peliti: spezzoni di sezioni stratigrafiche misurate presso il B.c Gerbazzo (I), presso Costa (II), Niella Belbo (III), Murazzano (IV), Mombarcaro (V), Castellino Tanaro (VI) e nei dintorni del Passo della Bossola (VII). Per la legenda si rimanda alla Fig. 2.

Come già accennato, nelle litozone in esame le peliti si alternano ritmicamente alle arenarie, costituendo letti di spessore variabile da qualche centimetro fino a circa 50 cm.

Litozone prevalentemente pelitiche.

Si tratta di litozone nelle quali le peliti, ricche in Foraminiferi planctonici (Gelati, 1968), sono nettamente prevalenti. Tra di esse si intercalano, con frequenza più o meno elevata, arenarie fini e finissime di aspetto massivo, talora con accenno di gradazione normale alla sommità dello strato, ed arenarie fini e finissime con delicate laminazioni piano-parallele od oblique a piccola scala, in strati il cui spessore giunge raramente a superare i 10 cm.

Distribuzione e rapporti tra le litozone individuate.

La presenza di estese coperture non ha consentito la misura di sezioni stratigrafiche complete. Ciò nonostante è stato possibile evidenziare notevoli differenze tra le suc-

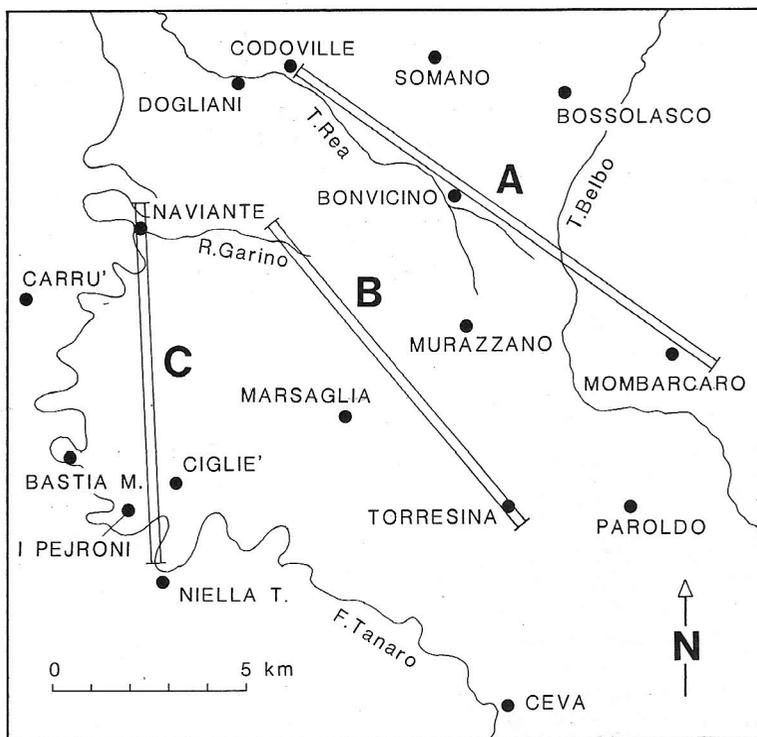


Fig. 4 - Ubicazione dei transetti A, B e C descritti nel testo.

cessioni langhiano-serravalliane depostesi nelle diverse parti della regione presa in esame. Sono stati considerati, al riguardo, tre transetti, posti all'estremità orientale, al centro ed all'estremità occidentale dell'area (Fig. 4).

A. Allineamento Mombarcaro-T. Rea-Codoville.

In corrispondenza di questo transetto (Fig. 4 A; 5 A) lo spessore della successione langhiano-serravalliana supera i 1300 m. Essa appare costituita da alternanze di litozone arenaceo-pelitiche, di litozone prevalentemente arenacee e, subordinatamente, di litozone prevalentemente pelitiche.

Procedendo da SE verso NO (Fig. 5 A) affiora dapprima una litozona arenaceo-pelitica potente circa 400 m, cui seguono 70-80 m di prevalenti arenarie (corpo Mombarcaro), 125 m di alternanze arenaceo-pelitiche, circa 30 m prevalentemente arenacei e quindi circa 70 m costituiti in gran parte da alternanze arenaceo-pelitiche. Dopo una litozona essenzialmente arenacea potente un centinaio di metri, si incontra un orizzonte prevalentemente pelitico, il cui spessore si aggira sui 60 m (Fig. 6), seguito da un potente corpo arenaceo (corpo Bonvicino, circa 150 m) (Fig. 7, 8), da una successiva litozona prevalentemente pelitica (circa 100 m), da un nuovo corpo arenaceo (corpo Somano, circa 100

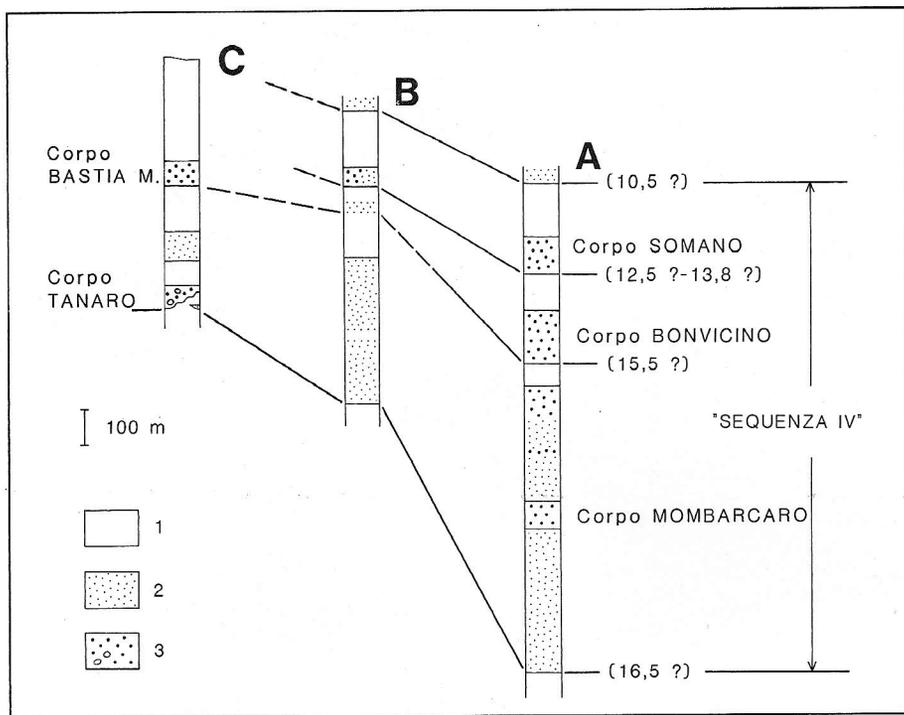


Fig. 5 - Sezioni stratigrafiche schematiche relative ai transetti A, B e C (1 - litozone prevalentemente pelitiche; 2 - litozone arenaceo-pelitiche; 3 - litozone prevalentemente arenacee, localmente arenaceo-conglomeratiche). La successione corrisponde, nel suo insieme, alla sequenza comprensiva indicata da Gelati & Gnaccolini (1988) come "Sequenza IV". Le linee trasversali (continue o a tratteggio) rappresentano ulteriori probabili limiti di sequenze deposizionali. I numeri (milioni di anni) fanno riferimento ai limiti di sequenza individuati, su scala globale, da Haq et al. (1987).

m) e infine da una litozona prevalentemente pelitica con uno spessore valutabile attorno ai 150 m.

In corrispondenza dell'allineamento in esame le litozone prevalentemente arenacee sembrano costituire corpi a forma di lenti molto appiattite. Il passaggio alle litozone arenaceo-pelitiche può avvenire sia verticalmente sia in senso laterale, ed è in genere graduale. Il passaggio tra le litozone prevalentemente arenacee e quelle prevalentemente pelitiche è più netto, ma in genere non erosionale, almeno per quanto è stato possibile osservare sul terreno.

B. Allineamento Torresina-Rio Garino.

In corrispondenza di questo transetto (Fig. 4 B) lo spessore della successione langhiano-serravalliana diminuisce ed è valutabile sugli 800 m. Da SE verso NO la successione appare costituita (Fig. 5 B) da un'alternanza arenaceo-pelitica potente circa 400 m (Fig. 9); a questa seguono depositi prevalentemente pelitici, per uno spessore di 180-200

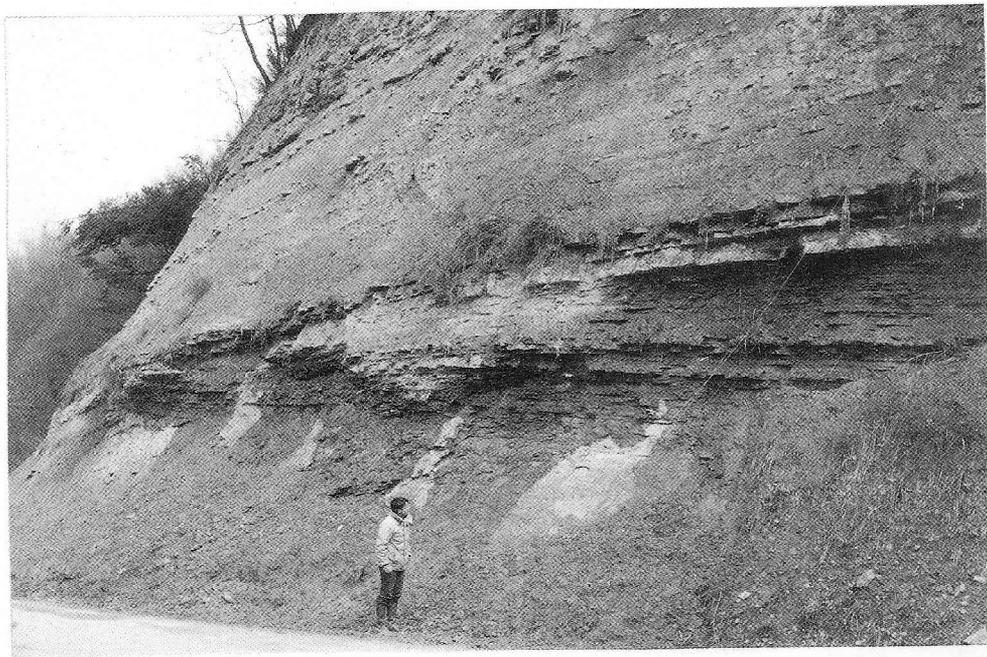


Fig. 6 - Discordanza angolare in seno alla successione prevalentemente pelitica sottostante al corpo arenaceo Bonvicino (margine di canale a riempimento prevalentemente pelitico? nicchia di distacco?). Dintorni di Bonvicino.

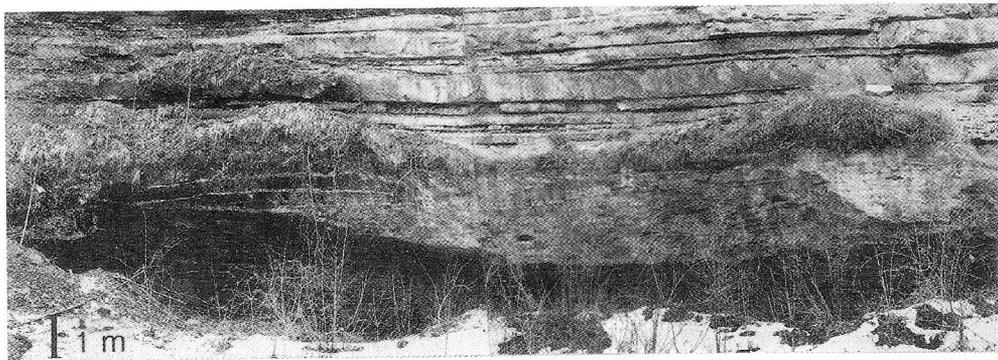


Fig. 7 - Orizzonte ad "onde stazionarie" presso la base del corpo arenaceo Bonvicino. Valle del T. Rea, all'altezza della confluenza col Rio delle Conche.

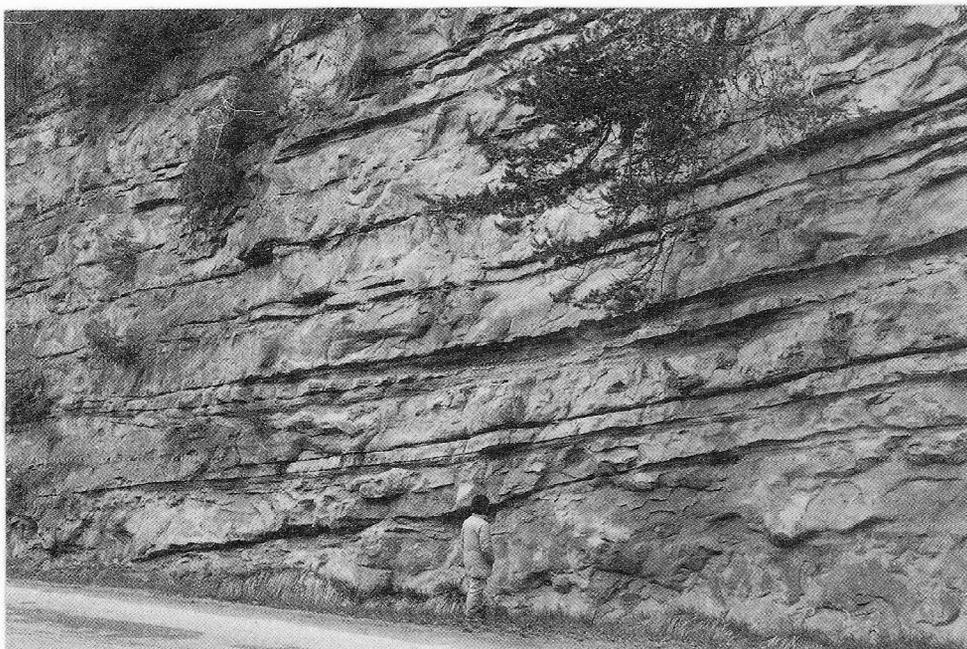


Fig. 8 - Il corpo arenaceo Bonvicino, immediatamente a NO di Bonvicino.



Fig. 9 - Particolare delle alternanze arenaceo-pelitiche che costituiscono la parte inferiore della successione langhiano-serravalliana in corrispondenza del transetto B (Valle del T. Cusina).

m, comprendenti un orizzonte arenaceo-pelitico che sembra correlabile con il corpo arenaceo Bastia Mondovì (v. Allineamento Niella Tanaro-Naviente); si osservano quindi un'alternanza arenaceo-pelitica potente una cinquantina di metri ed infine circa 150 m di prevalenti peliti.

Lungo il transetto in esame dominano dunque le litozone costituite da ritmiche alternanze di arenarie e peliti e le litozone prevalentemente pelitiche. I rapporti tra queste litozone e le loro geometrie non sono facilmente ricostruibili, causa i passaggi graduali e le estese coperture.

Le litozone prevalentemente arenacee sono praticamente assenti: esse affiorano unicamente, molto limitatamente, in corrispondenza dell'incisione del Rio Garino ed appaiono correlabili con la porzione superiore del corpo Somano precedentemente menzionato.

C. Allineamento Niella Tanaro-Naviente.

Lungo questo transetto (Fig. 4 C; 5 C) lo spessore della successione langhiano-serravalliana diminuisce ancora aggirandosi sui 700 m. Essa appare qui caratterizzata da una

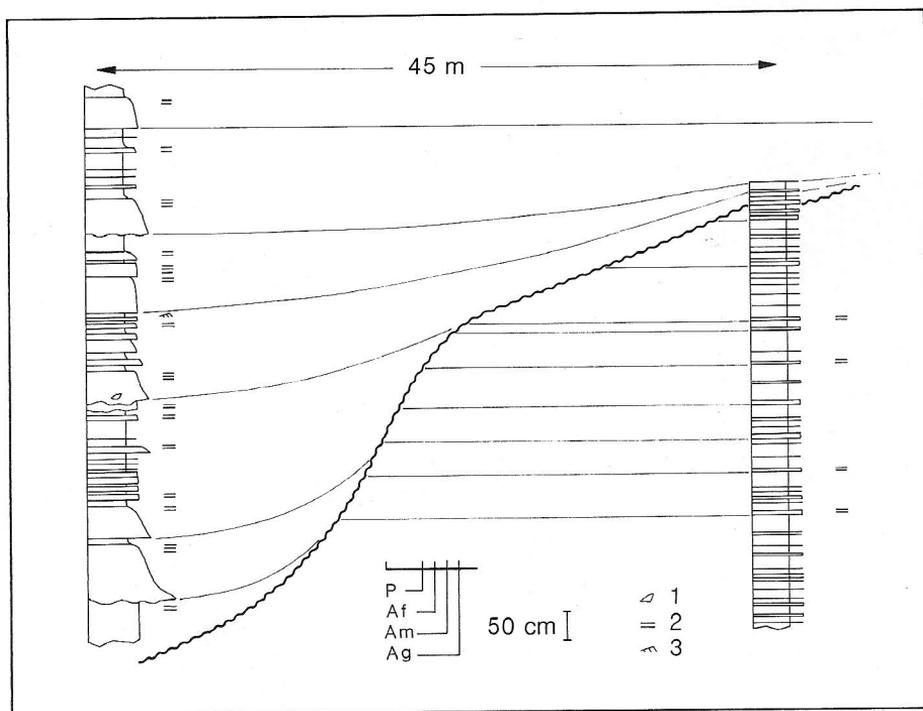


Fig. 10 - Margine di canale alla base della successione langhiano-serravalliana, in corrispondenza del transetto C (circa 1000 m a NO della Stazione di Niella Tanaro). P) Pelite; Af) arenaria fine; Am) arenaria media; Ag) arenaria grossolana; 1) clasti pelitici; 2) laminazione piano-parallela; 3) laminazione obliqua a piccola scala ("ripples" da corrente).

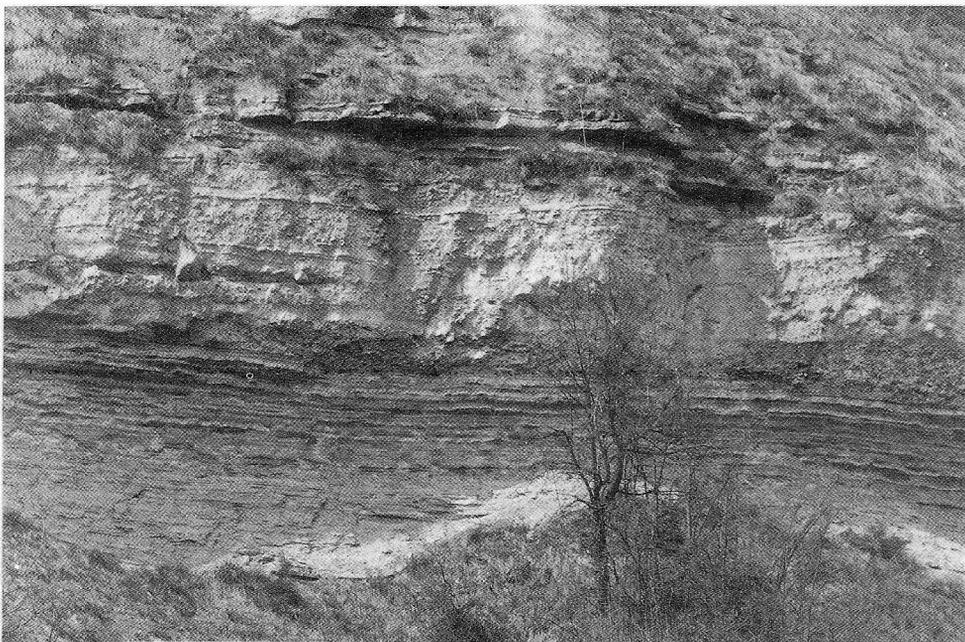


Fig. 11 - Il corpo arenaceo-conglomeratico Tanaro sulla scarpata incisa dal F. Tanaro immediatamente a sud di Cigliè.



Fig. 12 - Orizzonte "dune" presso la base del corpo arenaceo Bastia Mondovì. Località i Minetti sott.ni, immediatamente a sud di Bastia Mondovì

notevole abbondanza di depositi pelitici; tra questi sono intercalati, nella parte meridionale del transetto, alcuni corpi costituiti da sedimenti più grossolani.

Il primo corpo, alla base della successione, è osservabile a poca distanza dalla stazione di Niella Tanaro, lungo la strada Niella Tanaro - Bastia Mondovì. Le sue caratteristiche sono intermedie tra quelle delle litozone prevalentemente arenacee e quelle delle litozone arenaceo-pelitiche; ha spessore massimo visibile di circa 10 m e si chiude rapidamente verso sud; la base è marcatamente erosionale, profondamente incisa nella sottostante successione prevalentemente pelitica (Fig. 10).

Dopo circa 50 m di prevalenti peliti affiora, ben visibile nella porzione inferiore della grande scarpata immediatamente a sud di Cigliè, un corpo a base erosionale formato da litofacies arenacee e conglomeratiche, il cui spessore si aggira (in corrispondenza della scarpata in questione) sui 25 m (corpo Tanaro, Fig. 11). Poco più ad occidente, nei meandri incisi dal F. Tanaro immediatamente ad ovest della località i Pejroni, lo spessore aumenta notevolmente, raggiungendo almeno 70 m.

Sopra il corpo Tanaro la successione diventa prevalentemente pelitica per una settantina di metri. Alle peliti fanno seguito una litozona arenaceo-pelitica di circa 80 m di spessore, depositi prevalentemente pelitici (circa 130 m) e quindi un corpo prevalentemente arenaceo (corpo Bastia Mondovì, Fig. 12), potente attorno ai 70 m. Il limite con la sottostante litozona prevalentemente pelitica non sembra caratterizzato da importanti fatti erosivi, almeno per quanto è stato possibile osservare negli scarsi affioramenti. Sopra il corpo Bastia Mondovì affiorano ancora circa 300 m di depositi prevalentemente pelitici, saltuariamente intervallati da alternanze arenaceo-pelitiche.

I rapporti tra le successioni langhiano-serravalliane dei tre transetti presi in esame non sono facilmente ricostruibili, a causa delle estese coperture. Le probabili correlazioni sono illustrate nella Fig. 5.

Interpretazione.

Le litofacies arenacee e, subordinatamente, conglomeratiche che costituiscono le litozone prevalentemente arenacee descritte in precedenza possono essere considerate, nell'insieme, come il prodotto di processi di trasporto e sedimentazione in massa. Sono in particolare attribuibili all'azione di correnti di torbidità "ad elevata concentrazione" (cf. Pickering et al., 1986; *cum bibl.*): le arenarie e le arenarie conglomeratiche a gradazione normale, passanti verso l'alto più o meno bruscamente a letti pelitici, o troncate da altri depositi arenacei; le arenarie costituite da un intervallo gradato seguito da un intervallo a laminazione piano-parallela, passanti più o meno rapidamente verso l'alto a peliti; le arenarie massive, o con gradazione limitata alla porzione sommitale dello strato. I conglomerati disorganizzati poligenici ed i conglomerati a clasti pelitici sono invece probabilmente ascrivibili a processi di tipo "debris flow" (*sensu* Lowe, 1979).

Le litofacies arenacee osservabili nelle litozone arenaceo-pelitiche sono in parte analoghe alle precedenti, e quindi probabilmente legate a correnti di torbidità "ad elevata concentrazione", in parte collegabili a correnti di torbidità "a bassa concentrazione":

all'azione di queste ultime sembrano in particolare da ricondurre le arenarie sottilmente stratificate a laminazione piano-parallela o con laminazione obliqua a piccola scala, alternate ritmicamente a peliti. A correnti di torbidità diluite sono verosimilmente ascrivibili anche gli straterelli di arenaria fine, con delicate laminazioni o con aspetto massivo, presenti nelle litozone prevalentemente pelitiche.

Le litofacies pelitiche, infine, sono probabilmente collegabili in parte a correnti di torbidità diluite, in parte a "normale" sedimentazione emipelagica.

I cambiamenti nelle condizioni di flusso, che si verificano nelle correnti di torbidità al passaggio da aree a gradiente relativamente elevato a zone pianeggianti, sono con ogni probabilità responsabili dei depositi arenacei modellati in dune e onde stazionarie (Mutti & Normark, 1987).

Il verso delle paleocorrenti responsabili della deposizione dei letti arenacei è stato desunto dalle strutture basali ("flute casts", essenzialmente), per altro non frequenti. In corrispondenza delle litozone prevalentemente arenacee la maggior parte delle indicazioni cade tra NE ed ENE (un movimento verso NE è testimoniato anche dalla giacitura delle lamine oblique nelle litofacies a dune); in corrispondenza delle litozone arenaceo-pelitiche, le scarse strutture basali denunciano correnti dirette in genere verso E.

In base alle osservazioni sopra esposte e tenendo conto di quanto illustrato in precedenza a proposito dei tre transetti presi in esame, è possibile ipotizzare quanto segue. Durante il Langhiano-Serravalliano la regione in esame corrispondeva probabilmente alla zona di passaggio tra un'area bacinale ed un pendio, che la raccordava ad una zona di alimentazione posta verso SO. In questo quadro, le litozone prevalentemente arenacee del transetto A rappresenterebbero la parte prossimale di lobi deposizionali allungati approssimativamente in direzione OSO-ENE. Le litozone prevalentemente arenacee e le litofacies arenaceo-conglomeratiche osservate in corrispondenza al transetto C costituirebbero invece, almeno in parte, il riempimento di canali alimentatori.

Le alternanze arenaceo-pelitiche affioranti in particolare lungo il transetto A sembrano interpretabili principalmente come depositi di margine laterale dei lobi; lungo i transetti B e C potrebbero invece rappresentare depositi di "overbank", oppure ancora depositi di margine di lobo.

Le litozone prevalentemente pelitiche potrebbero infine essere assimilate in parte ai fanghi emipelagici con sottili intercalazioni torbiditiche che caratterizzano a volte il "cuneo di stazionamento basso" ("lowstand prograding wedge" di Vail & Sangree, 1988), susseguente alla sedimentazione delle torbiditi di bacino o di conoide ("basin floor fan" e "slope fan" degli stessi AA.); in parte ai depositi dell' "intervallo trasgressivo" e dell' "intervallo di stazionamento alto" ("transgressive systems tract" e "highstand systems tract" di Vail & Sangree, 1988).

Confronti con le successioni langhiano-serravalliane affioranti in aree limitrofe.

In gran parte delle Langhe, al di fuori dell'area studiata, il Langhiano-Serravalliano è costituito (Gelati, 1968; Gnaccolini, 1968, 1969) da una successione analoga a quella de-

scritta per il transetto A: lungo le valli del T. Belbo e del F. Bormida di Millesimo i depositi prevalentemente arenacei della Formazione di Cassinasco e, localmente, della parte inferiore della Formazione di Lequio rappresentano infatti la prosecuzione verso NE della successione di lobi la cui estremità sud-occidentale è stata individuata nella regione presa in esame in questa nota. A partire dai dintorni di Cessole, circa 25 km a NE del transetto A, la parte inferiore della successione langhiano-serravalliana risulta invece costituita dai depositi essenzialmente pelitici della Formazione di Cessole, attribuita al Langhiano.

In base alla distribuzione areale delle facies, le peliti della Formazione di Cessole sembrano rappresentare la prosecuzione verso ENE dell'area nella quale si depositavano le torbiditi della porzione inferiore (langhiana) della Formazione di Cassinasco. Le torbiditi periodicamente intercalate tra le peliti della Formazione di Cessole risultano deposte da correnti aventi lo stesso verso di quelle della Formazione di Cassinasco (Gnaccolini, 1969) e costituiscono le propaggini estreme (verso ENE) dei lobi deposizionali langhiani.

Con l'inizio del Serravalliano i lobi avanzano rapidamente verso ENE invadendo tutta la regione ora considerata (Formazione di Cassinasco, parte superiore) e ricoprendo la Formazione di Cessole.

Più verso est, oltre Acqui Terme, la successione langhiano-serravalliana si presenta con caratteri nettamente diversi, come verrà illustrato nelle righe che seguono.

Il Langhiano-Serravalliano nei dintorni di Gavi.

Nei dintorni di Gavi, in provincia di Alessandria, l'intervallo Langhiano-Serravalliano è rappresentato dalla Formazione di Cessole e dalle Arenarie di Serravalle.

La Formazione di Cessole (Langhiano) è costituita da marne siltose e siltiti, cui si intercalano arenarie fini in strati sottili, ed è potente circa un migliaio di metri (Ghibaud et al., 1985). Essa passa verso l'alto alle Arenarie di Serravalle, attribuite al Serravalliano (Boni, 1967; Boni & Casnedi, 1970; Ghibaud, 1984; Caprara et al., 1985; Ghibaud et al., 1985).

Le Arenarie di Serravalle iniziano, nell'area in esame, con un'alternanza potente 70-75 m di areniti ibride e siltiti. Le siltiti, analoghe a quelle della parte superiore della Formazione di Cessole, sono intensamente bioturbate, contengono Foraminiferi bentonici e planctonici e diventano progressivamente meno frequenti verso l'alto della successione. Le areniti ibride appaiono costituite da una mescolanza di granuli carbonatici intrabacinali (prevalentemente bioclasti) e di granuli di provenienza extrabacinale (quarzo, feldspati, frammenti di rocce granitoidi, di serpentiniti, di vulcaniti, ecc.). Esse si differenziano nettamente dalle arenarie delle successioni serravalliane precedentemente descritte, sia per l'abbondante contenuto in granuli intrabacinali, sia per la composizione della frazione extrabacinale (Caprara et al., 1985).

Tra le areniti ibride che si osservano nella porzione basale delle Arenarie di Serravalle affioranti nei dintorni di Gavi le litofacies più caratteristiche sono le seguenti: areniti ibride gradate, da molto grossolane a fini, localmente conglomeratiche, in strati e

banchi spessi da alcuni centimetri fino a circa 2 m, contenenti a volte clasti pelitici di dimensioni fino a 15 cm; areniti ibride (da molto grossolane a fini), in strati e banchi di spessore variabile da 12 cm a quasi 2 m, caratterizzati da un intervallo basale gradato seguito da un intervallo a laminazione piano-parallela; areniti ibride da medie a fini, in strati da 8 a 40 cm, presentanti un intervallo basale gradato seguito da un intervallo a laminazione piano-parallela e infine da un sottile intervallo con laminazione obliqua a piccola scala; areniti ibride, di varia granulometria, con laminazione obliqua a media e grande scala, in festoni allungati o tabulare, via via più frequenti verso l'alto.

Al di sopra della porzione basale appena descritta, le Arenarie di Serravalle appaiono costituite, sempre nei dintorni di Gavi, da un orizzonte potente circa 280 m essenzialmente formato da areniti ibride da grossolane a medie, con laminazioni oblique a media e grande scala (i singoli pacchi di lamine oblique presentano spessori da 20 cm fino a circa 2 m); ad esse si aggiungono localmente areniti ibride di aspetto massivo da grossolane a medie, in banchi spessi, e, localmente, lenti di conglomerato poligenico.

Le peliti della Formazione di Cessole affiorante nei dintorni di Gavi possono essere interpretate come sedimenti deposti, durante il Langhiano, in aree laterali rispetto al trugolo diretto OSO-ENE, occupato in parte dalla porzione inferiore della Formazione di Cassinasco, in parte dalla tipica Formazione di Cessole.

La parte basale delle soprastanti Arenarie di Serravalle è stata considerata (Caprara et al., 1985) come la testimonianza del pendio di raccordo tra l'area bacinale orientata

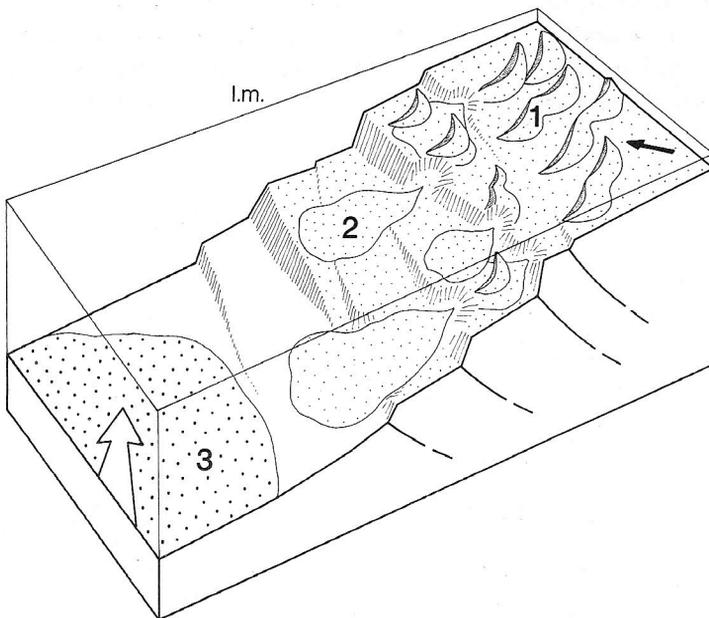


Fig. 13 - Schema della situazione paleogeografica tra Gavi ed Acqui Terme, durante il Serravalliano. 1) Areniti ibride modellate in "sand waves"; 2) areniti ibride coinvolte in processi di risedimentazione; 3) litareniti deposte da correnti di torbidità (la freccia bianca ne indica il verso). La freccia nera segnala il nord (da Caprara et al., 1985, semplificata).

OSO-ENE, più volte citata, ed un'area di piattaforma (caratterizzata dalla diffusa presenza di "sand waves") rappresentata dalla porzione intermedia e sommitale della stessa unità. Tenendo conto delle osservazioni effettuate anche nella regione immediatamente ad ovest di Gavi, verso la valle del F. Bormida, è stato proposto dallo scrivente, per il Serravalliano, lo schema paleogeografico riportato nella Fig. 13.

Una situazione analoga è probabilmente presente anche procedendo da Gavi verso nord, nel sottosuolo della pianura di Novi Ligure, come appare dalla fig. 6 di Casnedi (1983).

Il Langhiano-Serravalliano nei dintorni di Finale Ligure.

Nei dintorni di Finale Ligure (Savona) il Langhiano-Serravalliano è rappresentato dal Calcare di Finale Ligure o Pietra di Finale. I depositi in questione sono stati studiati con grande dettaglio da Boni et al. (1968), dal punto di vista della composizione, del contenuto paleontologico, dei rapporti con le unità sottostanti, del loro significato.

Si tratta di una successione complessivamente potente fino a più di 200 m, che giace in discordanza su di un substrato formato da unità paleozoiche e mesozoiche appartenenti alla "zona brianzonese" o da sedimenti terrigeni (conglomerati, arenarie, peliti) di età probabilmente compresa tra l'Oligocene ed il Burdigaliano. E' costituita essenzialmente da biocalcareni, biocalciruditi ed areniti (o ruditi) ibride, formate in parte da resti di organismi, in parte da componenti terrigeni derivanti dal substrato.

Le strutture osservate (laminazioni oblique in festoni molto allungati, a scala media o grande; più raramente "hummocky cross stratification") ed i caratteri tessiturali (si tratta quasi sempre di rocce a supporto granulare ed a cemento spatico) testimoniano un ambiente di acque basse, ad energia elevata, posto in vicinanza di falesie dalle quali pote-

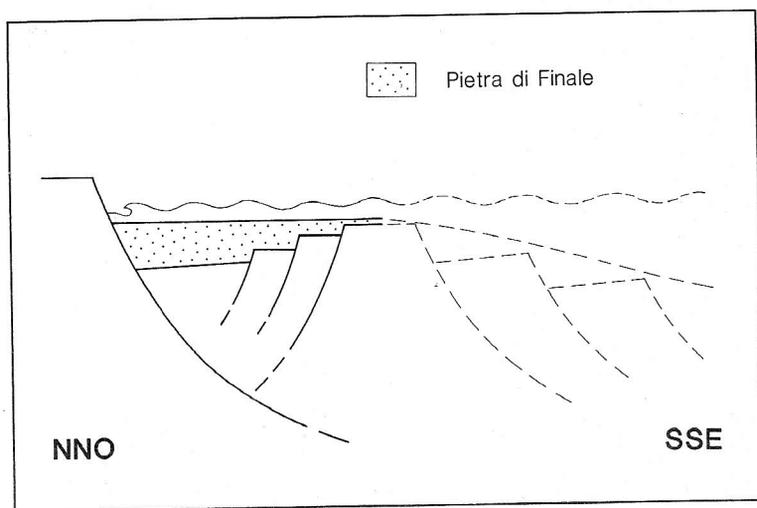


Fig. 14 - Area di sedimentazione della Pietra di Finale: schema interpretativo.

vano provenire i clasti grossolani, extrabacinali, osservabili in orizzonti alternati localmente alle litofacies principali.

I rapporti tra la successione langhiano-serravalliana e le unità sottostanti sono caratterizzati da evidenti fenomeni di "onlap", già messi in evidenza da Boni et al. (1968). In base a quanto da me direttamente osservato, sembra che l'inclinazione della superficie sulla quale poggia la Pietra di Finale sia in genere maggiore sul lato settentrionale degli affioramenti rispetto al lato meridionale degli stessi. Ciò è bene evidente, pur con varie irregolarità, lungo i transetti Rocca degli Uccelli-Manie e Rocca di Perti-Perti.

Questo tipo di contatti può essere spiegato immaginando l'area di sedimentazione della Pietra di Finale come un'ampia piattaforma sottoposta all'azione del moto ondoso, delimitata verso settentrione da falesie connesse all'attività di faglie sinsedimentarie con piano immergente verso sud. L'"onlap" su superfici generalmente poco inclinate, osservato sul fianco meridionale degli affioramenti, potrebbe essere collegato all'attività di faglie sinsedimentarie antitetiche rispetto a quelle principali. La subsidenza connessa all'azione di queste faglie avrebbe dovuto essere perfettamente compensata dalla sedimentazione: in questo modo le caratteristiche morfologiche dell'ambiente di sedimentazione si sarebbero potute mantenere costanti nel tempo, come è infatti dimostrato dalle strutture e dalle tessiture dei depositi. Lo schema è illustrato nella Fig. 14.

Conclusioni.

La situazione paleogeografica regionale ricostruita per il Langhiano è rappresentata schematicamente nella Fig. 15. Vi si nota la presenza di due bacini sedimentari, separati da un'area emersa, della quale si hanno evidenze particolarmente nei dintorni di Finale Ligure. Le testimonianze più ampie riguardano il bacino settentrionale, che doveva estendersi per lo meno dai dintorni di Cuneo fino ai dintorni di Novi Ligure: la sua porzione nord-orientale risulta occupata, durante il Langhiano, da sedimenti pelitici prevalentemente emipelagici, mentre la porzione sud-occidentale appare caratterizzata da un sistema torbiditico alimentato da SO. Del bacino meridionale si hanno solo testimonianze marginali, rappresentate dai depositi di piattaforma del Finalese.

Durante il Serravalliano (Fig. 16) la sedimentazione torbiditica si estende su gran parte del bacino settentrionale, occupando un truogolo esteso per circa 80 km da SO verso NE. Sul suo fianco sud-orientale si individua, nei dintorni di Gavi, un'area di piattaforma caratterizzata da sedimenti di composizione differente da quella delle torbiditi che occupano il truogolo. La piattaforma si raccorda alla zona bacinale mediante un pendio scomposto in vari gradini, caratterizzato da depositi legati in gran parte a processi di sedimentazione in massa di materiali provenienti dalla piattaforma stessa.

Caratteristiche identiche a quelle evidenziate durante il Langhiano si riscontrano, durante il Serravalliano, nei dintorni di Finale Ligure.

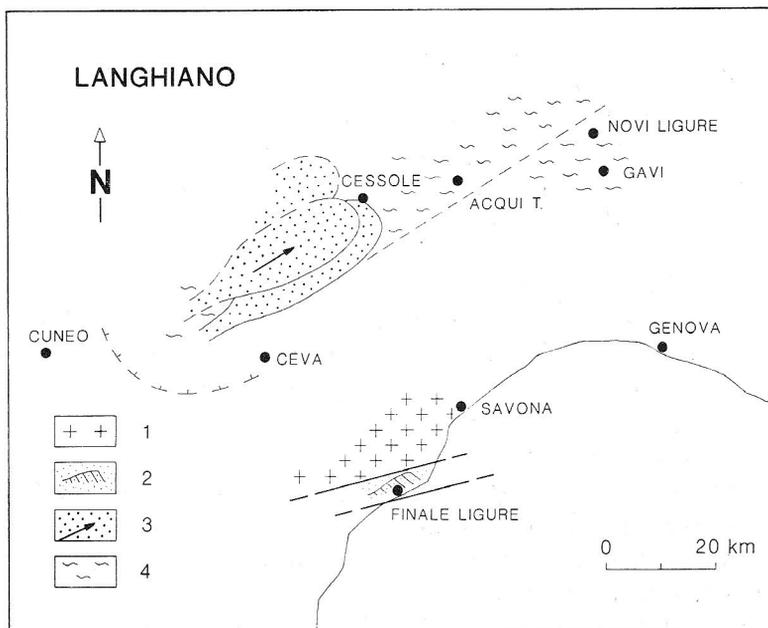


Fig. 15 - Piemonte meridionale e Liguria occidentale durante il Langhiano. 1) Aree emerse; 2) depositi di piattaforma, "sand waves" (biocalcareni e areniti ibride); 3) torbiditi (litareniti); 4) depositi pelitici bacinali e di pendio.

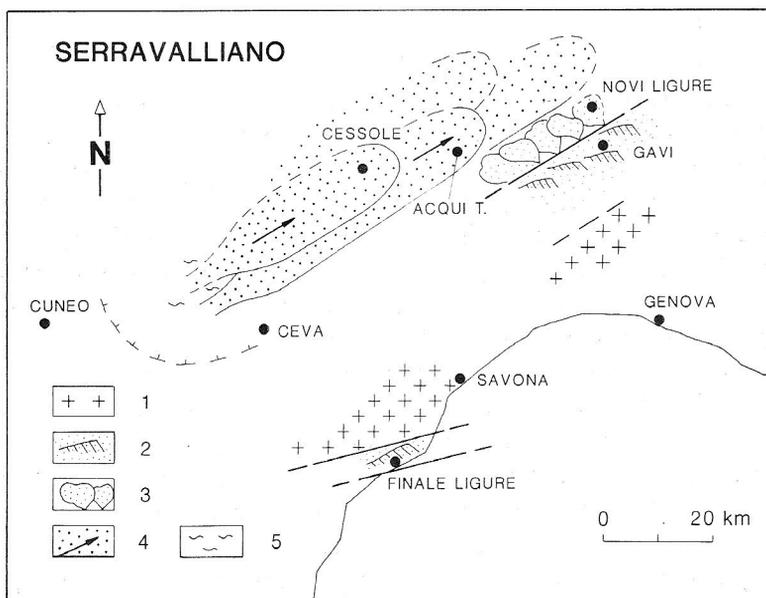


Fig. 16 - Piemonte meridionale e Liguria occidentale durante il Serravalliano. 1) Aree emerse; 2) depositi di piattaforma, "sand waves" (biocalcareni e areniti ibride a Finale Ligure, areniti ibride nei dintorni di Gavi); 3) areniti ibride risedimentate nella zona di raccordo tra area di piattaforma ed area bacinale (tra Gavi ed Acqui Terme); 4) torbiditi (litareniti); 5) depositi pelitici di pendio.

Ringraziamenti.

Ringrazio R. Gelati, per la lettura critica del manoscritto, e P. R. Vail, con il quale ho discusso alcuni degli argomenti presentati in questa nota. Sono inoltre grato alla Prof. C. Rossi Ronchetti per i preziosi suggerimenti.

B I B L I O G R A F I A

- Boni A. (1967) - Notizie sul Serravalliano-tipo. In Comitato del Neogene Mediterraneo, IV Congr., Bologna 1967, Guida alle escursioni, pp. 45-63, 5 fig., Bologna.
- Boni A. & Casnedi R. (1970) - Note illustrative fogli 69-70 (Asti e Alessandria) della Carta Geologica d'Italia. *Soc. Geol. It.*, 64 pp., Roma.
- Boni P., Mosna S. & Vanossi M. (1968) - La "Pietra di Finale" (Liguria Occidentale). *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, v. 18, pp. 102-150, 10 tav., 13 fig., Pavia.
- Caprara L., Garzanti E., Gnaccolini M. & Mutti L. (1985) - Shelf-basin transition: sedimentology and petrology of the Serravallian of the Tertiary Piedmont Basin (Northern Italy). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 90 (1984), n. 4, pp. 545-564, 7 fig., Milano.
- Casnedi R. (1971) - Stratigrafia e sedimentologia dei terreni miocenici nella zona sud-occidentale del Bacino terziario ligure-piemontese (F. Cuneo). *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, v. 22, pp. 3-45, 2 tav., 23 fig., Pavia.
- Casnedi R. (1983) - General facies relationships in the eastern part of the Piedmont Basin (Northern Italy) in Serravallian-Tortonian Time, with subsurface analysis. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 102, pp. 399-405, 6 fig., Roma.
- Gelati R. (1968) - Stratigrafia dell'Oligo-Miocene delle Langhe tra le valli dei fiumi Tanaro e Bormida di Spigno. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 74, n. 3, pp. 865-967, 34 fig., Milano.
- Gelati R. & Gnaccolini M. (1988) - Sequenze deposizionali in un bacino episeturale, nella zona di raccordo tra le Alpi ed Appennino settentrionale. *Atti Ticin. Sc. Terra*, v. 31, pp. 340-350, 3 fig., Pavia.
- Ghibaudo G. (1984) - Storm controlled sand waves and sand bodies on a Serravallian inner shelf (Serravalle Formation, Tertiary Piedmont basin, Northern Italy). *5th European Reg. Meet. Sediment. Marseille*, 4 pp., 4 fig., Marseille.
- Ghibaudo G., Clari P. & Perello M. (1985) - Litostratigrafia, sedimentologia ed evoluzione tettonico-sedimentaria dei depositi miocenici del margine sud-orientale del Bacino terziario ligure-piemontese (Valli Borbera, Scrivia e Lemme). *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 104, pp. 349-397, 35 fig., Roma.
- Gnaccolini M. (1968) - Il bacino delle Langhe (Piemonte) durante il Miocene. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 74, n. 1, pp. 133-142, 1 tav., 7 fig., Milano.
- Gnaccolini M. (1969) - Caratteristiche sedimentologiche principali dello strato-tipo del Langhiano e delle formazioni adiacenti. *Giorn. Geologia*, s. 2, v. 35, pp. 97-103, 4 fig., Bologna.
- Haq B. U., Hardenbol J. & Vail P. R. (1987) - Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic. *Science*, v. 235, pp. 1156-1167, 5 fig., Washington.

- Lowe D. R. (1979) - Sediment gravity flows: their classification and some problems of application to natural flows and deposits. *S.E.P.M.*, Sp. Publ. n. 27, pp. 75-82, 4 fig., Tulsa.
- Mutti E. & Normark W. R. (1987) - Comparing Examples of Modern and Ancient Turbidite Systems: Problems and Concepts. In Leggett J. K. & Zuffa G. G. (Eds.) - *Marine Clastic Sedimentology*, pp. 1- 38, 21 fig., Graham & Trotman, London.
- Pickering K., Stow D., Watson M. & Hiscott R. (1986) - Deep-Water Facies, Processes and Models: A Review and Classification Scheme for Modern and Ancient Sediments. *Earth-Sc. Reviews*, v. 23, pp. 75-174, 52 fig., Amsterdam.
- Vail P. R. & Sangree J. B. (Eds.) (1988) - Sequence Stratigraphy Interpretation of Seismic, Well and Outcrop Data Workbook. *G. S. G. P. France*, September 15-22, 1988, Digne.