

LE UNITA' STRATIGRAFICHE APTIANO-MAASTRICHTIANE DELLE PREALPI BERGAMASCHE

R. GELATI*, A. CASCONE** e L. PAGGI

Key-words: Lower to Upper Cretaceous, stratigraphy, Southern Alps, Lombardian Basin, paleogeography, Cretaceous orogenic phases.

Summary. This report deals with the Cretaceous sequence which overlies the "Maiolica" formation in the Bergamo area (Lombardian Basin, Northern Italy). The sequence, mainly terrigenous, testifies a contemporaneous tectonic activity both at a local as well as regional scale. Between Aptian and Turonian at least, the facies distribution suggests almost the same paleogeographic setting as during the Jurassic. Some elevated areas bounded by normal rejuvenated faults are observed, which are M. Cavallo, M. Misma and the Zandobbio hills, oriented as "Giudicarie" trends.

The first terrigenous turbidites are Aptian in age; but it is during the Cenomanian till to the Turonian that the supply of clastic material develops and progrades from Central Bergamo area toward the west. Strong mass movements have been documented all around the aforementioned elevated areas. The Aptian to Turonian turbidites are possibly linked to the paleoalpine compressive orogenic phases of the Eastern and Central Alps.

The arenaceous turbidites Coniacian in age, are supposed to originate from resedimentation of "Gosau Molasse" sliding into the Lombardian Basin through the "Giudicarie" structural pattern. The clastic supply as well as subsidence were so strong that the original paleogeographic setting was completely drowned.

The calcarenitic turbidites as well as the silicoclastic ones which characterize the "Pietra di Credaro" and the "Bergamo Flysch" respectively, are thought to come from different areas, during the time span elapsed between Santonian and Campanian.

Introduzione.

E' ormai quasi un ventennio che i ricercatori della scuola di Milano conducono indagini relative al Cretacico della Bergamasca e di aree limitrofe. Si è tuttavia sempre trattato di lavori sporadici, isolati, anche se di valore assoluto, indirizzati verso problematiche differenti: sedimentologiche (Fernandez, 1962, 1963; De Rosa, 1965; De Rosa & Rizzini, 1967; Gnaccolini, 1971); geologico-stratigrafiche (Gelati & Passeri, 1967; Passeri, 1969); geologico-strutturali (Passeri, 1965); stratigrafico-micropaleontologiche (Cita et al., 1968). Quanto pubblicato costituisce quindi solo la minima parte dei dati finora acquisiti,

(*) Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Milano, via Mangiagalli 34, 20133 Milano.

(**) Agip Spa.

Lavoro eseguito nell'ambito dei programmi del Centro di Studio per la Stratigrafia e Petrografia delle Alpi Centrali.

Si ringrazia la Prof. I. Premoli Silva per i preziosi suggerimenti.

soprattutto con l'esecuzione di molte tesi di laurea rimaste inedite per la mancanza di coordinamento.

Le sintesi di Venzo (1954) e di Aubouin et al. (1970) rimangono pertanto ancora i principali punti di riferimento, di estremo valore certamente, ma non più sufficienti per una moderna ricostruzione del quadro geodinamico.

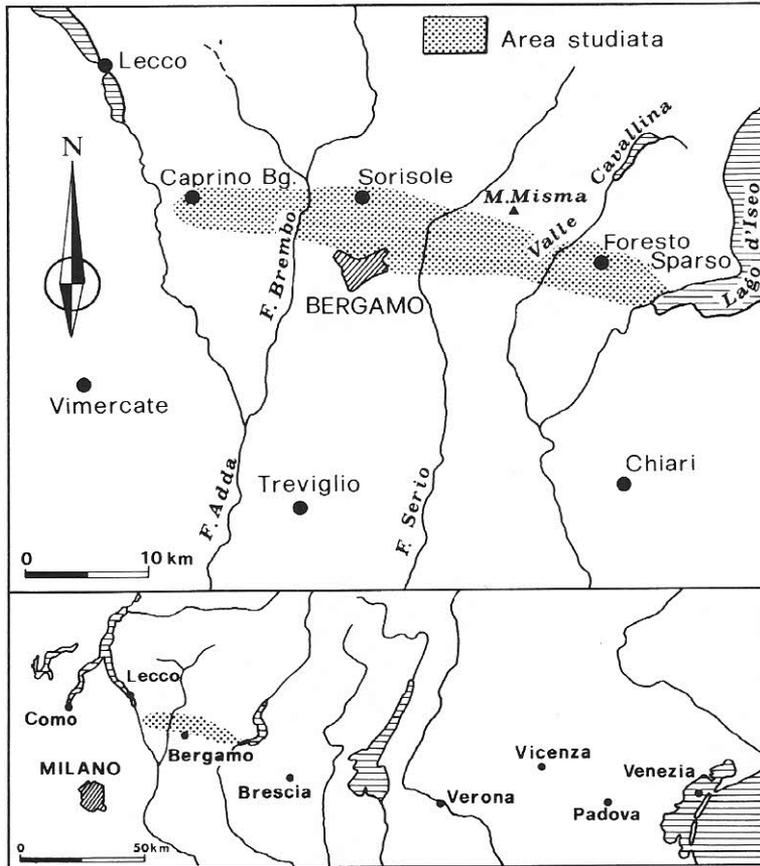


Fig. 1 – Posizione geografica dell'area studiata.

Si cerca quindi di sopperire, almeno parzialmente, alla lacuna di cui sopra con questo studio; esso prende le mosse dalla cartografia geologica di dettaglio e dal rilevamento di sezioni stratigrafiche, eseguite nell'ultimo triennio tra il F. Adda ed il Lago d'Iseo da R. Gelati coadiuvato da A. Cascone, D. Cavallazzi, G. Dubini, M.A. Mainardi, A. May, L. Paggi e A. Valentini durante l'esecuzione della loro tesi di laurea (Fig. 1). Mediante la cartografia di dettaglio, nei limiti della scala prescelta (1:10.000) e delle possibilità spesso scarse di affioramento, è stata evidenziata la posizione stratigrafica e la distribuzione areale dei corpi

sedimentari cretacei, considerati da un punto di vista litogenetico: unità di varie dimensioni, geometria e grado di organizzazione, espressione di modalità deposizionali attive per un periodo di tempo geologicamente significativo nel quadro delle Alpi Meridionali.

Il rilevamento sistematico di sezioni stratigrafiche ha portato alla individuazione di successioni emblematiche di ben precisi settori nell'ambito dell'area indicata. La loro datazione è basata in gran parte su elementi paleontologici originali; in assenza di questi si è ricorso alle indicazioni bibliografiche di più sicuro affidamento.

La successione stratigrafica

Generalità.

La successione stratigrafica, oggetto del presente studio, si sviluppa a tetto della "Maiolica" ed abbraccia un intervallo-tempo esteso dall'Aptiano al Campaniano (Fig. 2). E' una successione in gran parte costituita da termini rocciosi risedimentati, le cui relazioni con le fasi precoci dell'orogenesi alpina sono riconosciute fin dal secolo scorso. Occupa la parte centro-orientale del Bacino lombardo, così come risulta chiaramente delineato, per lo meno a partire dall'inizio del Giurassico (Aubouin, 1963). Il significato di questo bacino nel Cretacico è stato prospettato in termini nuovi da diversi Autori (Massari & Medizza, 1973; Castellarin, 1976; Dietrich & Franz, 1978). In particolare, per Castellarin si tratta di un bacino marginale con a nord un rilievo tipo arco insulare tettonicamente attivo; per Dietrich e Franz è un bacino in estensione sviluppato su crosta continentale ai margini interni di una zona in subduzione. Tutti questi lavori considerano il bacino in questione in una visione unitaria, intuendone il possibile significato generale. Non si occupano tuttavia della sua eventuale articolazione differenziata nel tempo e nello spazio; ed è appunto soprattutto quest'ultimo aspetto che ci proponiamo di affrontare, partendo senza dubbio da un'area limitata, ma che si è rivelata al riguardo particolarmente significativa anche per il Giurassico (Casati & Gaetani, 1968; Gaetani, 1975).

Descrizione delle litofacies.

L'orizzonte a "black shales" inferiore (Aptiano): la Marna di Bruntino. *Riferimenti bibliografici.* Questa unità rocciosa è già presa in considerazione da alcuni Autori del secolo scorso (Stoppani, 1857; Varisco, 1881; De Alessandri, 1899). Desio (1929, 1944a) ne dà una prima esauriente descrizione, parlando di "scisti marnosi neri e localmente rossi e gialli", facenti parte di una unica facies sovrastante la "Maiolica". Venzo (1954) si occupa con più dettaglio degli "scisti neri", concordando sul loro carattere flyschioide.

Dall'opera di Venzo prendono spunto gli Autori successivi, in particolare

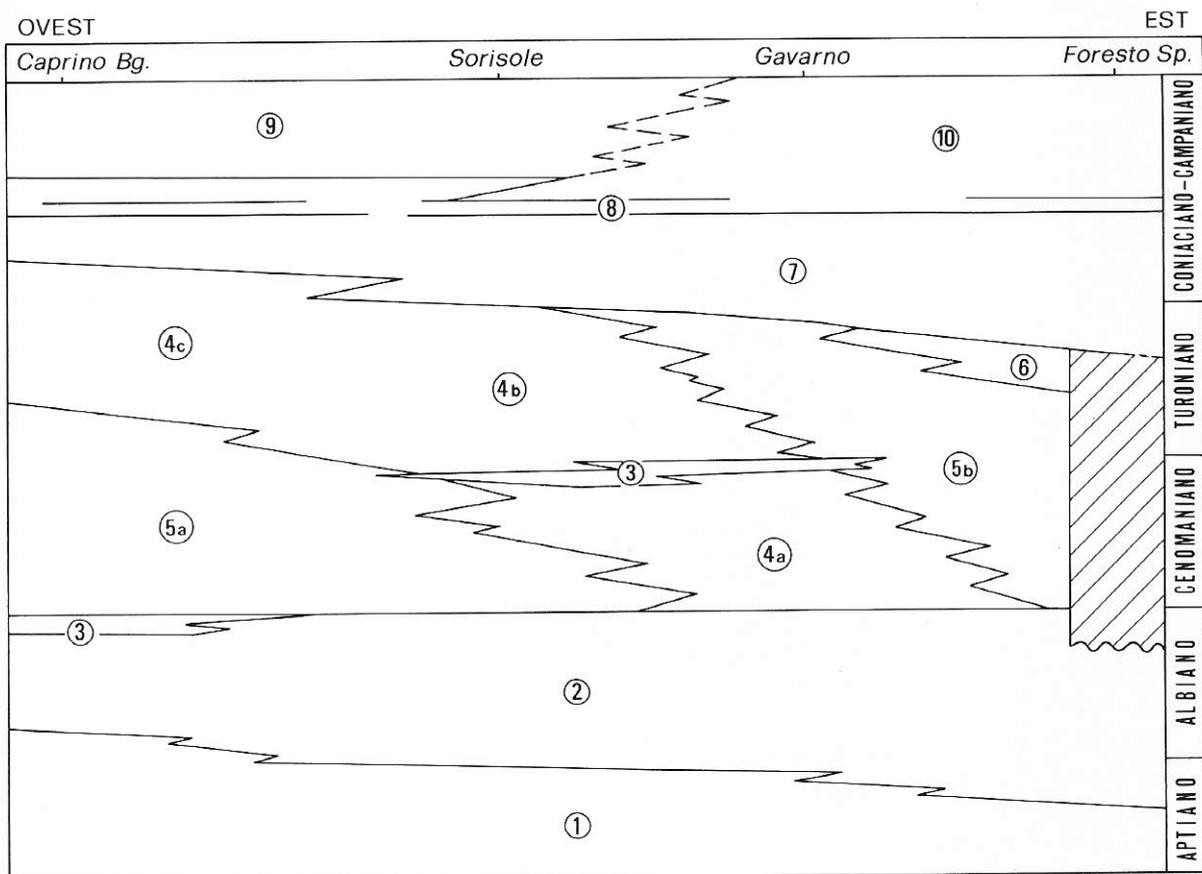


Fig. 2 — Schema dei rapporti stratigrafici.

- 1) *Marna di Bruntino* [= Scisti neri inferiori (Aubouin et al., 1970); Marna di Bruntino (Passeri, 1969); Scisti neri (Venzo, 1954)].
- 2) *Sass della Luna* [= Sass della Luna (Aubouin et al., 1970; Venzo, 1954)].
- 3) *Orizzonti a "black shales" superiori* [= Scisti neri superiori (Aubouin et al., 1970); Scisti marnosi neri, carboniosi, a Pesci (Venzo, 1954)].
- 4) *Torbiditi arenaceo-pelitiche cenomaniane e turoniane.*
[= 4a) Flysch rouge, 4b) Flysch orangé, 4c) Flysch gris (Aubouin et al., 1970); Flysch di Pontida (De Rosa & Rizzini, 1967); 4b) Flysch scistoso arancione o rosso mattone, 4c) Flysch scistoso argilloso grigio orogeno (Venzo, 1954)].
- 5) *Torbiditi pelitico-arenacee, peliti rosse e verdi cenomaniane e turoniane.*
[= 5a) Flysch rouge (Aubouin et al., 1970); 5a) Scaglia marnosa rossa, 5b) Scisti argillosi rossi (Venzo, 1954); 5a) e 4a) Flysch pelitico-arenaceo rosso (Gnaccolini 1968)].
- 6) *Torbiditi marnoso-arenacee di Colle Cedrina* [= Flysch pélito-gréseux (Piat, 1963); Flysch scistoso-argilloso grigio (Venzo, 1954)].
- 7) *Arenarie di Sarnico* [= Flysch gréseux (Aubouin et al., 1970); Arenaria di Sarnico (Passeri, 1965); Coniaciano (Venzo, 1954)].
- 8) *Conglomerato di Sirone* [= Sirone Conglomerate (Haering, 1979); Conglomerati di Sirone (Gnaccolini, 1971); Piano di Sirone (Venzo, 1954)].
- 9) *Flysch di Bergamo* [= Flysch gréseo-pélitique + Flysch pélito-gréseux (Aubouin et al., 1970); Flysch di Bergamo (Gelati & Passeri, 1967); Santoniano e Campaniano (Venzo, 1954)].
- 10) *Pietra di Credaro* [= Flysch gréseux supérieur (Aubouin et al., 1970); Pietra di Credaro (Passeri, 1965); Santoniano e Campaniano (Venzo, 1954)].

alcuni studiosi francesi (Aubouin et al., 1970), che citano gli "scisti neri inferiori". Il termine Marna di Bruntino viene introdotto da Passeri (1969) con riferimento alla località bergamasca dove è ubicata la sezione-tipo.

Caratteri litologici. La Marna di Bruntino è un'unità molto importante della successione cretacea bergamasca, in quanto richiama per il suo aspetto dominante il verificarsi di un episodio di stagnazione, che trova riscontro nella circolazione oceanica mondiale. Essa è infatti prevalentemente costituita da sedimenti a componente sapropelitica, che sono stati incontrati, oltre che in tutte le catene alpine, anche nelle perforazioni eseguite dalla "Glomar Challenger" in tutti gli oceani (facies di "black shales"); vi si accompagnano facies terrigene più grossolane probabilmente ricollegabili a deformazioni tettonogenetiche non solo locali.

a) Facies a "black shales".

E' caratterizzata da peliti marnoso-argillose da grigio-scure a nere, talora rosse e verdi, spesso con disposizione del colore a fiamme. Si intercalano strati più calcarei, al massimo di 20–30 cm, e straterelli centimetrici di argilliti bituminose, la cui materia organica è frequentemente migrata nelle fratture degli orizzonti più duri con effetto cementante; con una certa frequenza si intercalano pure lamine siltoso-arenacee di origine torbidityca.

b) Facies torbidityche.

Si sviluppano soprattutto a cavallo della Val Brembana e tra le valli del Serio e del Cherio; sembrano poi esaurirsi sia verso est che verso ovest.

Sono costituite da sequenze arenaceo-pelitiche decimetriche, con arenarie grigie da medie a fini passanti a marne e marne argillose micacee grigio-scure, verdi e rosso-vinate, sottilmente laminate; gli strati arenacei, con alla base sporadiche strutture da corrente e diffusi frustoli carboniosi, mostrano talora brusche chiusure laterali.

Nella Sezione Tornago la facies in esame caratterizza la parte inferiore della Marna di Bruntino, presentandosi in sequenze con rapporto arenaria/pelite da 2/1 a 3/1. L'arenaria da fine a finissima, silicea, presenta prevalentemente laminazioni da parallele a convolute sottolineate dalla disposizione di veli carboniosi; la porzione pelitica è rappresentata per lo più da marne siltoso-argillose nerastre talvolta passanti verso l'alto a calcilutiti laminate. E' probabile che le torbidity descritte siano ricollegabili a deformazioni precoci, di tipo compressivo, come già segnalato da Trumphy (1973) per l'Austroalpino delle Alpi orientali.

c) Facies conglomeratiche.

Alle facies prima descritte, tra le valli Seriana e Cavallina, si intercalano conglomerati in corpi lenticolari chiaramente a base erosionale. Si tratta di

corpi interamente disorganizzati, di spessore normalmente intorno al metro, ma che in località S. Maria (Costa di Misma) raggiungono una potenza non inferiore ai 20 m e uno sviluppo laterale per lo meno di 300 m. Sono composti da clasti di diametro fino a 30 cm provenienti in prevalenza da formazioni giurassiche: dalla "Maiolica", dalle "Radiolariti" ed in minor misura dalle unità "Rosso ad Aptici", "Domaro", "Concesio" e probabilmente anche "Sedrina". I clasti di "Maiolica", di gran lunga prevalenti, si presentano talora deformati in seguito a fenomeni di compenetrazione.

Quando i corpi conglomeratici sono ricoperti direttamente dalle arenarie prima descritte, i loro clasti risultano più arrotondati verso l'alto e dispersi nella medesima matrice arenacea; questa inoltre penetra all'interno dei conglomerati sotto forma di filoni sedimentari.

La provenienza di questi materiali sarà discussa in seguito; se ne anticipa comunque la possibile derivazione dallo smantellamento di zone rilevate, relativamente locali, che, già attive durante la deposizione della "Maiolica", protrarranno la loro influenza per lo meno fino al Coniaciano.

Variazioni laterali. La distribuzione laterale delle facies e degli spessori è rilevabile solo lungo lo sviluppo longitudinale del bacino, data la ridotta estensione degli affioramenti in direzione trasversale allo stesso. In proposito si possono aggiungere alcune osservazioni a quelle già esposte nella descrizione delle varie litofacies.

La prevalenza di peliti nerastre ad alto contenuto di sostanza organica (Olera-Catene, a nord di Bergamo), ed anche di peliti con colori rossi e verdi (Colle Croce-Adrara San Martino), sembra direttamente connessa con zone di minor spessore della formazione che, nelle località citate, raggiunge al massimo i 50 m. Appare inoltre significativo un progressivo aumento della componente carbonatica procedendo da ovest verso est; essa raggiunge in particolare un notevole sviluppo tra il M. del Cavallo e Costa di Misma, ma è pure rilevante ad ovest del F. Brembo (sezione Tornago), ove porta la formazione a spessori anche di 250-300 m.

Le torbiditi pelagiche albiane: il "Sass della luna". E' una successione illustrata in termini diversi fin dal secolo scorso, in particolare da Varisco (1881), ma definita nell'accezione attuale solo da Venzo (1954) e dagli Autori francesi (Aubouin et al., 1970).

Caratteri litologici. La successione risulta costituita da strati decimetrici e banchi metrici calcareo-marnosi grigio-nocciola o azzurrognoli, biancastri in superficie: mostrano struttura finemente gradata, talora con base siltitica ed anche arenitica e sommità progressivamente più ricca in componente argillosa, fogliettata, sviluppata al massimo per 15-30 cm.

Nella parte inferiore degli orizzonti calcareo-marnosi si osservano talora

clasti calcarei fino a centimetrici, nerastri o nocciola (di tipo "Maiolica"), sia arrotondati che angolosi; negli stessi sono assai diffuse screziature grigio-scure a fiamma determinate dalla presenza di sostanza organica.

La parte alta della successione assume colorazioni rosate, rosso-violacee sino ad azzurrognole molto intense, più evidenti nei settori occidentali dell'area esaminata. In questa porzione sono pure assai frequenti inclusi di selce, strutture da risedimentazione in massa e da scivolamento sinsedimentario, sviluppate su spessori variabili, comunque tali da interessare più strati o banconi.

Riteniamo che la caratteristica più comune del "Sass della Luna" sia quella di torbiditi pelagiche, ricollegabili per tanti aspetti alle facies bacinali giurassiche tipo "Medolo" dell'area lombarda.

Variazioni laterali. I caratteri litologici sopra descritti riflettono l'aspetto generale del "Sass della Luna", che si mantiene sostanzialmente costante pur nella variabilità dello spessore totale, dall'Adda alla Val Cavallina. In quest'area infatti, in un intervallo stratigrafico compreso tra i 150 e i 400 m, le maggiori variazioni sembrano interessare lo spessore dei singoli strati e la maggiore o minore immediatezza del loro carattere torbiditico. Ad est della Val Cavallina, verso il Lago d'Iseo, per lo meno la parte superiore del "Sass della Luna" è sostituita da una facies tipo "Scaglia grigia", con alternanza regolare di straterelli calcarei e marnoso-argillosi da nocciola a grigi.

Un carattere particolare è dato dallo sviluppo differenziato di una facies di transizione alle sottostanti Marne di Bruntino; in questa facies le "black shales" costituiscono la parte a sedimentazione normale delle torbiditi calcareo-marnose. Tale facies di transizione raggiunge uno spessore massimo non inferiore ai 100m tra le valli Cavallina e Adrara con località-tipo presso Berlinghetti (Adrara S. Martino); si riduce a non più di 60 m al margine occidentale dell'area bergamasca e viene a mancare del tutto in corrispondenza degli affioramenti più settentrionali del "Sass della Luna".

Da rilevare infine che alla estremità occidentale della Bergamasca la parte sommitale del "Sass della Luna" è sostituita dall'orizzonte a "black shales" di età vraconiana.

La successione stratigrafica del Cenomaniano. E' una successione estremamente articolata, che nell'area bergamasca si sviluppa alla sommità del "Sass della Luna". La costituiscono intervalli stratigrafici molto differenti come aspetto, che non sempre trovano in letteratura una precisa collocazione litostratigrafica. Si tratta infatti di intervalli, i cui rapporti sia laterali che verticali sono di difficile definizione, sicuramente anche per la difficoltà di reperire affioramenti sufficientemente continui. Di conseguenza ne derivano in letteratura molteplici denominazioni, assimilabili con difficoltà, comunemente legate ad aspetti parti-

colari della roccia; ad esempio, per gli intervalli rossi anche di età turoniana, il nome di uso comune è quello di Formazione del Sommaschio.

Nella successione in esame sono state riconosciute le seguenti litofacies:

- a) torbiditi arenaceo-pelitiche;
- b) torbiditi pelitico-arenacee e peliti variegate;
- c) torbiditi calcaree;
- d) litofacies caotiche;
- e) orizzonti a "black shales" superiori.

Nell'ambito del Cenomaniano dette litofacies si associano in modo vario e su spessori variabili; dalla loro distribuzione e dai loro rapporti reciproci si possono intuire variazioni paleogeografiche locali sia nel tempo che nello spazio. Sinteticamente sin da ora si può osservare:

– la presenza della sola litofacies "b" all'estremità occidentale della Bergamasca (Torrente Sommaschio), in continuità sulle "black shales" superiori di età vraconiana;

– il progressivo affermarsi delle litofacies "a, d" verso la Bergamasca centrale e centro-orientale ed il conseguente aumento di spessore del Cenomaniano sino a valori massimi di circa 250 m (Torrente Tornago, Catene, Gavarno, Redona);

– la scomparsa delle litofacies "a,e" ed il graduale prevalere di "b,d" verso la Bergamasca orientale (Colle Guina, Madonna delle Formiche), con riduzione degli spessori a valori dell'ordine di qualche decina di metri;

– la locale completa elisione della successione cenomaniana sempre in Bergamasca orientale (Monte Segà).

a) Le torbiditi arenaceo-pelitiche.

Costituiscono orizzonti anche di diverse decine di metri intercalati a livelli caotici (litofacies "d") nel Cenomaniano inferiore e medio della Bergamasca centro-orientale; preludono ai potenti apporti torbiditici, che prograderanno verso ovest tra il Cenomaniano superiore ed il Turoniano. Sono tipicamente sviluppate in Val Baderen (Soriso) con l'alternanza di tre tipi di sequenze:

– sequenze arenaceo-calclutitiche di spessore variabile tra 20 e 50 cm; con arenaria a laminazione da parallela a convoluta (10–20 cm) passante gradualmente a siltite, calclutite (10–15 cm) ed infine a pelite argillosa ad accentuata fissilità (2–3 cm);

– sequenze arenaceo-argillose al massimo di 10–15 cm; con straterello arenaceo basale al massimo di 5 cm, micaceo, spesso a laminazione obliqua, passante bruscamente a peliti marnoso-argillose;

– sequenze calclutitico-argillose al massimo di 20 cm; con calclutite, talora a base grossolana, di 7–10 cm, passante gradualmente ad argilla.

b) Le torbiditi pelitico-arenacee e le peliti variegate.

Procedendo dalla Bergamasca centrale verso ovest rientrano nella "Scaglia marnosa rossa" indicata da Venzo (1954) e nel "Flysck rouge" di Aubouin et al. (1970). Si sviluppano dal Cenomaniano inferiore, manifestatamente come variazione laterale delle torbiditi arenaceo-pelitiche prima descritte.

Prevalgono sequenze pelitico-arenacee al massimo decimetriche. Pelite ed arenite, nettamente delimitate, in rapporto da 2/1 a 4/1, sono rappresentate rispettivamente da marne e argille da grigio-verdi a rosso-violacee e da arenarie tenaci da medie a fini con non frequenti laminazioni parallele e oblique. Alla sommità delle sequenze è possibile di solito osservare il prevalere delle colorazioni rosse.

Si associano livelli con calcilutiti e marne in regolare alternanza: le prime sono da grigie a rosate in strati di 10-30 cm talora a base arenitica; le seconde, rosso-vinate, più raramente con chiazze e liste verde oliva, sono in orizzonti dello spessore massimo di 10 cm.

All'estremità orientale della Bergamasca, ad est dell'area con lacuna del M. Sega, si va affermando una facies di tipo "Scaglia rossa" con marne da grigie a rosate in banchi, con diffusi ciottoli arrotondati ed evidenti ripiegature da "slumping"; si intercalano peliti più argillose da rosate a rosse in straterelli regolari di 20-30 cm al massimo. Si associano corpi calcarei lateralmente discontinui, spesso con selce, coinvolti in evidenti processi di risedimentazione in massa.

c) Le torbiditi calcaree.

Le torbiditi calcaree sono comuni nella successione cenomaniana, soprattutto in banchi di tipo "Sass della Luna" e in sequenze calcilutitico-marnose associate alla litofacies precedentemente descritta. Costituiscono comunque un orizzonte particolare di 30 m, sviluppato a letto delle "black shales" superiori all'altezza del Torrente Tornago (Val Brembana). Si tratta in tal caso di calcari marnosi in strati mal distinguibili di spessore fino a 40 cm. La componente calcareo-marnosa costituisce almeno l'80% di sequenze a base calcilutitica via via più argillose verso l'alto; la calcilutite, talora grossolana, grigio-nocciola, forma intervalli centimetrici ben definiti; la porzione più argillosa sommitale ha colorazione più scura fino a nerastra. Questo orizzonte, che non sembra mostrare un esteso sviluppo laterale, potrebbe avere lo stesso significato delle facies di transizione tra "Sass della Luna" e Marna di Bruntino in facies di "black shales".

d) Le litofacies caotiche.

La loro distribuzione nel tempo e nello spazio sembra avere una caratterizzazione ben precisa: nel Cenomaniano inferiore e medio raggiungono infatti il massimo sviluppo in Bergamasca centro-orientale, a sud del M. Misma, esauren-

dosi poi sia verso est che verso ovest; nel Cenomaniano superiore sono invece manifeste verso l'estremità orientale della Bergamasca.

Immediatamente ad est della Val Seriana, le litofacies caotiche, oltre ad interessare la parte superiore del "Sass della Luna", si intercalano ad intervalli di origine torbiditica prevalentemente arenaceo-marnosi. Esse sono soprattutto rappresentate da orizzonti calcareo-marnosi discontinui, da grigi a rosso-vinati, con manifesti arricciamenti e convoluzioni a grande scala, di spessore in genere non superiore a 30 m. Normalmente la componente calcareo-marnosa costituisce la matrice imballante elementi stratoidi contorti e discontinui di calcareniti e calcilutiti da verdi a grigio-scure e clasti della medesima natura, gli uni e gli altri di dimensioni molto varie. Nel fenomeno sono talora coinvolti calcari massicci da nocciola a rosati, con selce, in livelli di spessore fino a 20 m, riconducibili in particolare alla parte alta del "Sass della Luna" e talora sicuramente alla "Maiolica"; in località "le Piazze" è anche vistosamente coinvolto un pacco decametrico di torbiditi arenaceo-marnose.

All'estremità orientale della Bergamasca i fenomeni di risedimentazione che si protraggono dal Cenomaniano superiore al Turoniano e che coinvolgono le peliti delle litofacies "b", sono pure espressi, come ad esempio al Colle Guina, da calcari e calcari marnosi massicci, da grigi a rosati, con diffusi inclusi sia calcarei che selciosi (Fig. 3).



Fig. 3 — Fenomeni di "slumping" nel Cenomaniano di Colle Guina.

Gli orizzonti a "black shales" superiori. Questi orizzonti sono segnalati in letteratura in una sola posizione stratigrafica, attribuita al Cenomaniano inferiore da Venzo (1954) ed al Cenomaniano medio-superiore da Aubouin et al. (1970); il primo Autore li denomina come "Scisti marnosi neri, carboniosi, a Pesci", il secondo come "Scisti neri superiori". In realtà si tratta di due orizzonti distinti, arealmente discontinui, rispettivamente collocabili nell'Albiano sommitale (Vraconiano) e nel Cenomaniano superiore.

– L'orizzonte a "black shales" dell'Albiano sommitale, è presente ad ovest della Val Brembana con località-tipo sul Torrente Sommaschio. Si tratta del "Mantelliceratanio superiore" di Venzo (1954), con peliti nere contenenti al massimo l'8–9% di CaCO_3 , sviluppate su di uno spessore di circa 8 m a tetto del "Sass della Luna", al quale fanno transizione con un intervallo del tutto simile a quello illustrato tra "Sass della Luna" e Marna di Bruntino.

– L'orizzonte a "black shales" del Cenomaniano superiore (Fig. 4,5) si sviluppa con continuità dalla Val Brembana (Torrente Tornago) verso est sino a Valpredina sul versante meridionale del M. Misma. Esso è prevalentemente rappresentato da argilliti, spesso siltose e micacee, da grigio-scure a nere; grigio-verdi, violacee e rosso-vinate verso l'alto, con disposizione del colore a fiamme e/o in bande millimetriche e centimetriche. Alle argilliti frequentemente si intercalano torbiditi con rapporto arenaria/pelite pari circa all'unità. Si tratta di arenarie o di siltiti micacee in strati da 1 a 10 cm, talora a fine laminazione parallela, in genere bruscamente delimitati rispetto alla porzione pelitica. Nella parte alta dell'orizzonte in esame si intercalano torbiditi calcareo-argillose sottili, con prevalenza della porzione argillosa normalmente rosso-vinata. E' anche possibile osservare intervalli ad argilliti bituminose al massimo di 20–25 cm e straterelli carboniosi, la cui componente molto spesso si insinua nelle fratture circostanti; il notevole contenuto in sostanze organiche è inoltre attestato dalle impregnazioni bituminose distribuite a chiazze negli strati più porosi.

Entrambi gli orizzonti a "black shales" considerati hanno giacitura in forma di lenti allungate; sovente passano verso l'alto a peliti con spiccata colorazione rossastra. Dell'orizzonte stratigraficamente più alto è controllabile la variazione di spessore, che raggiunge il valore massimo di circa 40 m, dove gli apporti torbiditici sono più cospicui (Sezione di Gavarno).

La successione stratigrafica del Turoniano. Anche nel Turoniano si osserva una distribuzione delle litofacies piuttosto articolata, come di seguito schematicamente sintetizzato.

– In Bergamasca centrale la successione torbiditica si manifesta, come già detto, fin dal Cenomaniano inferiore, evolvendo successivamente verso ovest; in

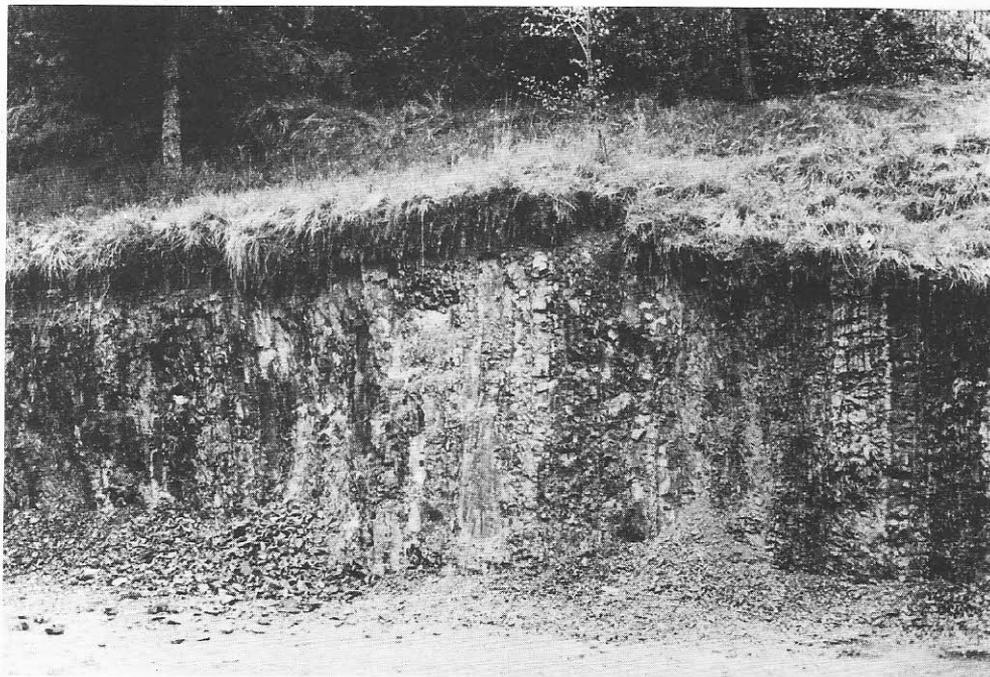


Fig. 4 – L'orizzonte a "black shales" superiore del Cenomaniano in V. di Baderen (Bergamasca centrale).

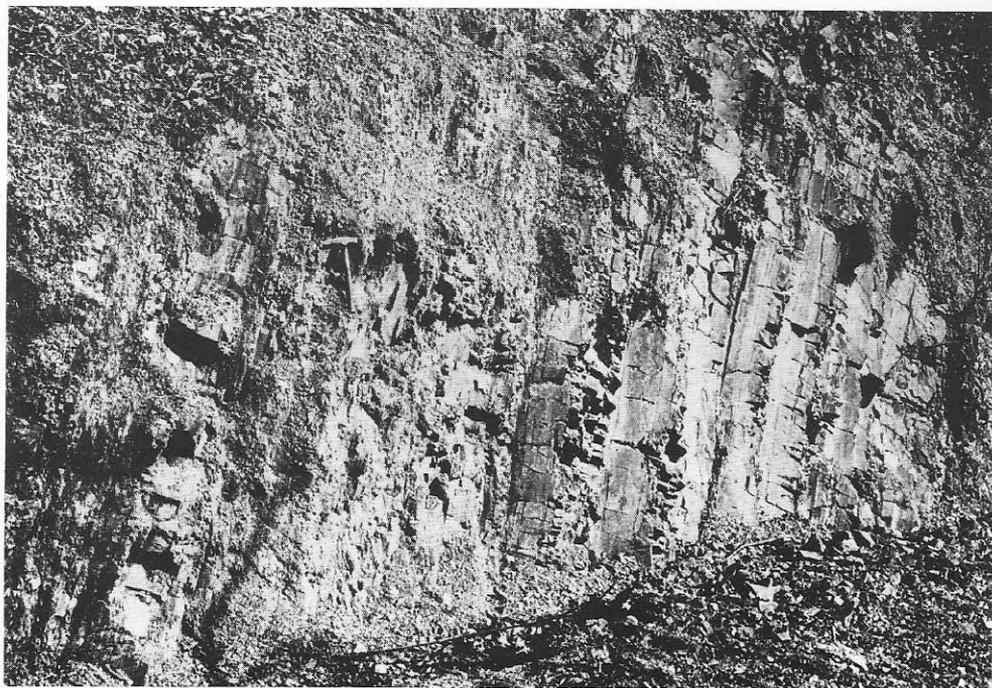


Fig. 5 – L'orizzonte a "black shales" superiore del Cenomaniano a Gavarno (Bergamasca centro-orientale).

questa direzione, al Torrente Sommaschio, arriva ad esprimersi nei suoi caratteri più tipici non prima del Turoniano medio.

– In Bergamasca centro-orientale, tipicamente a Gavarno, la successione è prevalentemente costituita da peliti rosse con evidenze più limitate di processi di risedimentazione.

– Verso l'estremità orientale della Bergamasca, in particolare in località S. Giovanni delle Formiche, le stesse peliti rosse sono limitate alla parte inferiore del Turoniano con uno spessore di pochi metri e sono interessate da fenomeni di risedimentazione in massa; verso l'alto sono seguite da torbiditi marnoso-arenacee di limitato sviluppo areale costituenti il flysch di Colle Cedrina.

– Sempre in Bergamasca orientale la successione turoniana, così come quella cenomaniana, non trovano localmente (come ad esempio al M. Sega) alcuna espressione stratigrafica.

a) La successione torbiditica della Bergamasca centrale e occidentale.

Si tratta di una successione che, dal punto di vista litostratigrafico, abbraccia anche i termini torbiditici cenomaniani prima descritti. Unitamente a questi è indicata in letteratura come "Flysch orangé" (Aubouin et al., 1970) e come Flysch scistoso arancione o rosso mattone (Venzo, 1954), eteropici di "Flysch gris" (Aubouin et al., 1970) o di Flysch scistoso-argilloso grigio orogeno (Venzo 1954); il termine formazionale Flysch di Pontida, introdotto da De Rosa e Rizzini (1967), si può considerare comprensivo di tutti.

In Bergamasca centrale, malgrado la scarsità degli affioramenti, i caratteri descritti per il Cenomaniano in Val Baderen si conservano anche nel Turoniano fino al contatto con le sovrastanti torbiditi arenacee coniaciane; il passaggio a queste ultime è esposto con chiarezza solo a Paladina (valle del F. Brembo) e consente alcune osservazioni oggetto di trattazione nel paragrafo loro riservato. Si intercalano ancora intervalli calcareo-marnosi di tipo "Sass della Luna", spessi fino a 15–20 m, sovente a stratificazione indistinta, lenticolari su distanze chilometriche; sono talora a base calcarenitica con accenni di gradazione e verso l'alto si arricchiscono in componente argillosa. Nella loro parte inferiore si notano frequentemente clasti selciosi di diametro fino a 10 cm ed elementi calcarei anche di 30 cm, di forma irregolare, talora apparentemente mobilizzati allo stato peneconsolidato; sono pure osservabili arricciamenti e ripiegature a piccolo raggio dovute a fenomeni di "slumping".

Ad ovest della Val Brembana, per lo meno fino all'Adda, si osserva una più marcata caratterizzazione delle torbiditi in senso arenaceo-marnoso. In particolare, nell'area di Torre de' Busi, domina l'alternanza di due tipi di sequenze: una, al massimo dell'ordine del metro, costituita da arenaria in strati fino a 30 cm a laminazione parallela prevalente, talora da gradata a parallela superiore, passante verso l'alto a marne grigio-verdi e rossastre ed infine a peliti argillose in intervalli di pochi centimetri; l'altra, decimetrica, con straterello arenaceo

basale passante bruscamente alla soprastante pelite, in orizzonti di 1–1,5 m. Verso est tutto l'intervallo stratigrafico in esame è sostituito dalla successione descritta al paragrafo successivo.

b) La successione stratigrafica tipo "Scaglia rossa" della Bergamasca centro-orientale.

Questa successione corrisponde agli "Scisti argillosi rossi" che già Venzo (1954) segnala in Bergamasca orientale, ed è compresa nel "Flysch orangé" da Aubouin et al. (1970). I suoi caratteri più tipici, di seguito descritti dal basso verso l'alto, sono osservabili sul versante meridionale del Costone di Gavarno, a nord del punto quotato 460 m, a tetto delle "black shales" superiori.

– Torbiditi pelitico–arenacee rosse in sequenze al massimo di 30 cm; con arenaria (3–8 cm) per lo più micacea, a base irregolare e con accenni di gradazione e/o laminazione parallela, passante bruscamente a pelite da calcareo-argillosa ad argillosa, verde oliva o rossa, colore quest'ultimo prevalente alla sommità delle sequenze.

– Litofacies caotiche, assimilabili a quelle del "Sass della Luna", si intercalano alle precedenti costituendo un livello di circa 18 m, bruscamente delimitato alla base. Si tratta di calcari marnosi in strati irregolari di 20–40 cm, con interstrati più marnosi grigio-verdi discontinui; inglobano clasti da centimetrici a decimetrici di calcari silicei scuri e selce (Fig. 6).

– Peliti rosse e verdi costituiscono la parte più alta della successione di Gavarno visibile in affioramento. Prevalgono marne argillose e calcari marnosi in strati sottili, al massimo decimetrici, rosso-violacei con sfumature e chiazze verde oliva; si intercalano sporadiche sequenze pelitico-arenacee di pochi centimetri di spessore (Fig. 7).

La successione in esame si caratterizza infine per l'intercalazione di due banchi torbiditici rispettivamente di 3 e 1 m, analoghi per facies a quelli del flysch marnoso-arenaceo della Bergamasca orientale, tipicamente sviluppato nella zona di Colle Cedrina. Essa, pur se troncata dalla superficie topografica, esprime per intero il Turoniano con i suoi 86 m di spessore.

c) Le torbiditi marnoso–arenacee di Colle Cedrina.

Si tratta di una successione con una ben precisa individualità, sviluppata dalla Val Cavallina verso il Lago d'Iseo, stratigraficamente compresa tra il Turoniano medio e il superiore. E' indicata da Venzo (1954) con il termine di "Flysch scistoso-argilloso grigio" per analogia con quanto si osserva in Bergamasca occidentale; tale analogia è espressa anche dai francesi Piat (1963) e Aubouin et al. (1970), i quali parlano di "Flysch pélito-gréseux" eteropico del "Sass della Luna".

Questa unità è caratterizzata da sequenze costituite da arenaria a matrice argillosa e chiara laminazione parallela, talora da gradata a parallela, più rara-

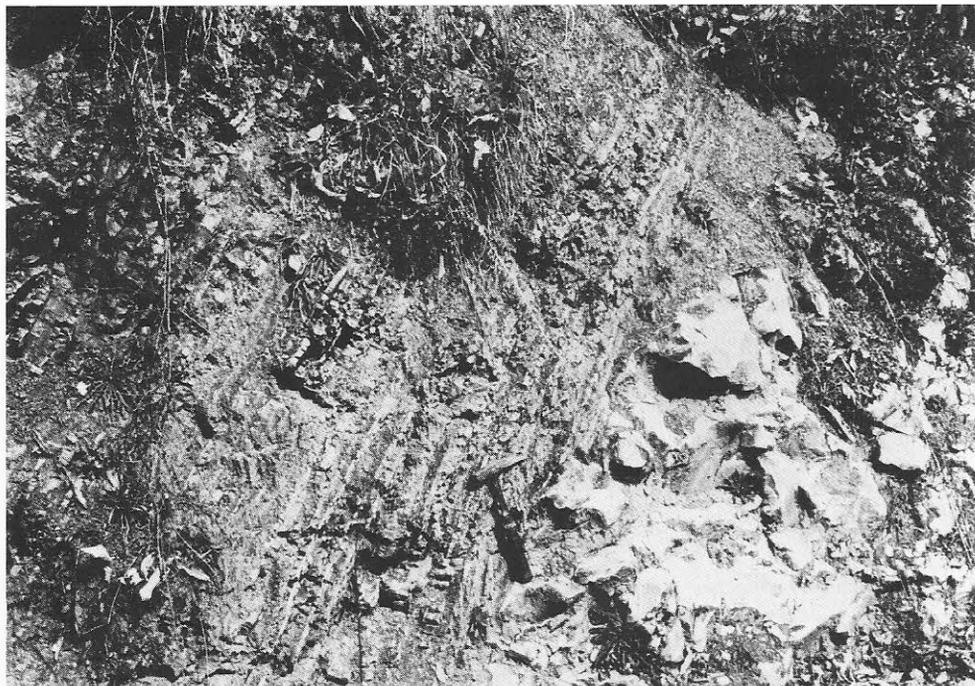


Fig. 6 – Contatto tra torbiditi pelitico–arenacee rosse ed un orizzonte calcareo ad assetto caotico nel Turoniano di Gavarno (Bergamasca centro–orientale); la successione è rovesciata.

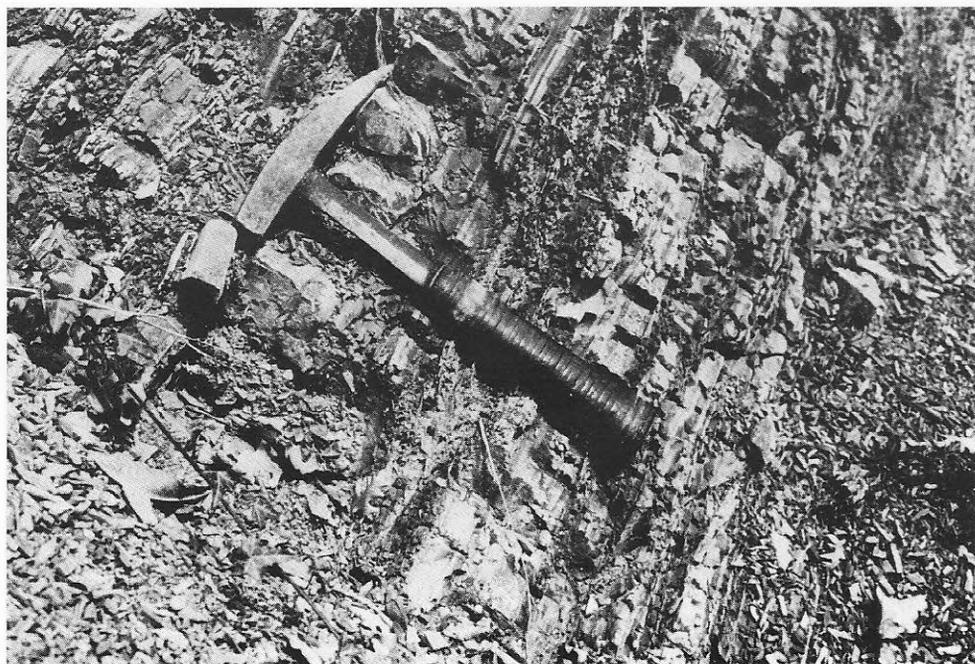


Fig. 7 – Peliti rosse e verdi alla sommità del Turoniano di Gavarno (Bergamasca centro–orientale); la successione è rovesciata.

mente da parallela a convoluta, in orizzonti al massimo di 40 cm, normalmente sui 25–30 cm, passante gradualmente a marne siltose grigiastre in intervalli da 1 a 3 m talora fino a 10 m.

Risulta chiaramente collocata tra la "Scaglia rossa" descritta in precedenza e le Arenarie di Sarnico, raggiungendo lo spessore massimo di 80 m al Colle Cedrina. Alla base ricorrono conglomerati minuti non ben organizzati, con prevalenti clasti selciosi e calcarei di tipo "Maiolica", costituenti un orizzonte metrico a base erosionale ben delimitato anche a tetto. Nei termini descritti il flysch marnoso-arenaceo é meno chiaramente individuabile tra il Torrente Uria ed il Lago d'Iseo; in Val Mearolo ed al M. Dratto é sostituito da banconi piú uniformemente marnosi grigio-cinerei di tipo "Sass della Luna", alla sommità dei quali ritornano localmente peliti rossastre. A questi banconi, nella zona di Case del Dratto, si intercalano conglomerati disorganizzati con ciottoli arrotondati di selci, calcari cristallini (liassici ?) e calcari oolitici, in un orizzonte di circa 70 cm.

Le torbiditi arenacee coniaciane: le Arenarie di Sarnico. *Riferimenti bibliografici.* Costituiscono un'unità stratigrafica nota in letteratura fin dal secolo scorso, ma che solo nel 1954 viene individuata da Venzo in modo preciso; questo Autore

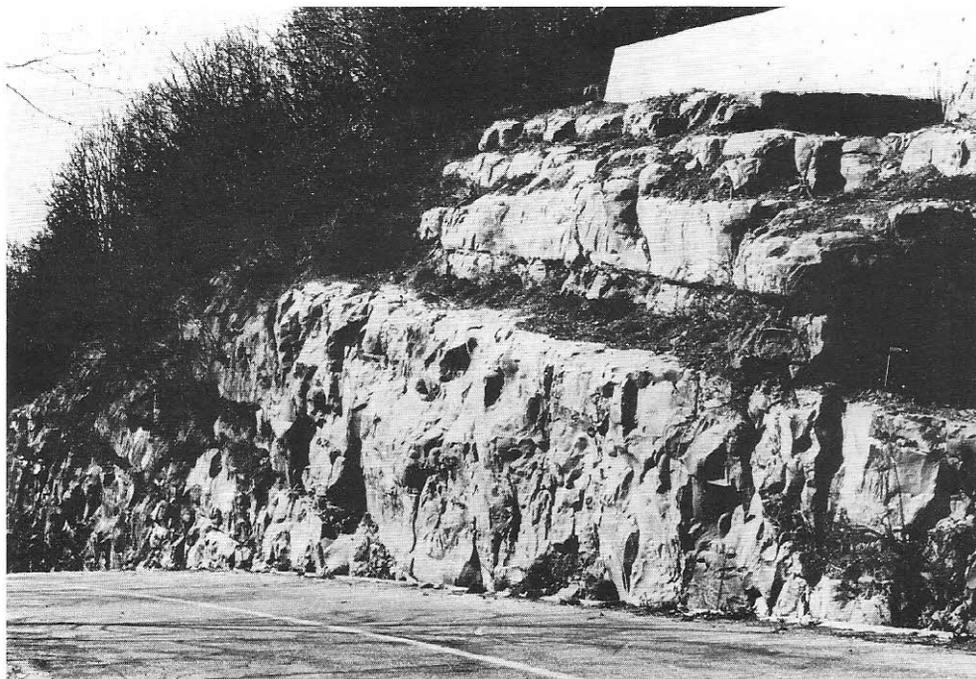


Fig. 8 – Strati arenacei amalgamati (lobi); costituiscono la litofacies piú caratteristica delle Arenarie di Sarnico in Bergamasca orientale (San Pantaleone, Gandosso).

ne definisce peraltro un'origine litorale in relazione ad una fase regressiva che portò al colmamento del bacino lombardo nel Coniaciano. L'origine torbiditica viene invece affermata da Fernandez (1963) e Piat (1963); quest'ultimo parla in particolare di "Flysch gréseux" a cui nella sintesi di Aubouin et al. (1970) viene attribuita una sostanziale unitarietà di facies in tutta l'area bergamasca. Questa unitarietà di facies è forse più apparente che reale ed andrebbe provata da studi di dettaglio che purtroppo le condizioni di affioramento non sempre consentono. Per quel che ci riguarda riferiamo alcune osservazioni relative ai settori centrale e orientale della Bergamasca.

Caratteri litologici. A quanto sembra mostrano una significativa evoluzione sia da est a ovest parallelamente all'asse del bacino (su di una distanza di circa 30 km), sia trasversalmente allo stesso nei limiti di affioramento della unità in esame (sulla distanza massima di 7 km all'altezza dell'Oglio).

Ad est (Castello di Paratico) prevalgono arenarie da medie a grossolane in banchi anche sui 10 m costituiti da orizzonti metrici amalgamati, a sviluppo lenticolare e base spesso chiaramente erosionale; sono visibili talora grossolane laminazioni parallele ed oblique, sempre però parallele e sottili nei 10 cm sommitali dei singoli strati. Si intercalano peliti grigio-scure, ben delimitate, in orizzonti discontinui al massimo di 10 cm, spesso in brandelli nella parte inferiore dei banchi arenacei.

Circa 5 km ad ovest, all'altezza di Gandosso, la lenticolarità degli strati è meno immediata; questi sono raramente a base erosionale, sovente senza strutture interne, talora con intervallo privo di strutture a granulometria più grossolana, a cui verso l'alto fanno seguito lamine parallele centimetriche, lamine oblique ed infine convolute (Fig. 8). Quest'ultima litofacies, nel settore di affioramento più meridionale (S. Pantaleone) si sfrangia lateralmente in sottili alternanze di peliti ed arenarie in rapporto da 1/1 a 1/2 (Fig. 9, 10). Si tratta di arenarie comunemente in straterelli inferiori a 5 cm, al massimo di 10-15 cm, con laminazioni fino a convolute, talora ad evidente chiusura laterale; la pelite è prevalentemente marnoso-argillosa, calcarea alla sommità di sporadiche sottili sequenze a base calcarenitica. L'ulteriore progradazione verso ovest dei corpi arenacei risulta dai caratteri della successione che affiora sotto le alluvioni della pianura, lungo la scarpata delimitante il Brembo in sinistra idrografica all'altezza di Paladina; tale successione è posta in continuità geometrica con quella del Colle di Bergamo a M.na di Sombreno (Fig. 11, 12). Qui infatti i corpi arenacei con assetto stratoide più marcato superano eccezionalmente i 2 m di spessore, di solito sono da 0,50 ad 1 m, raramente amalgamati, con laminazione parallela almeno nella loro parte superiore, di frequente passante a convoluta. Su di uno spessore totale di circa 40 m si organizzano per lo meno in 2 sequenze negative, associandosi regolarmente a livelli con regolari alternanze pelitico-arenacee; nella pelite si distingue talora la parte inferiore chiara da quella superiore scura

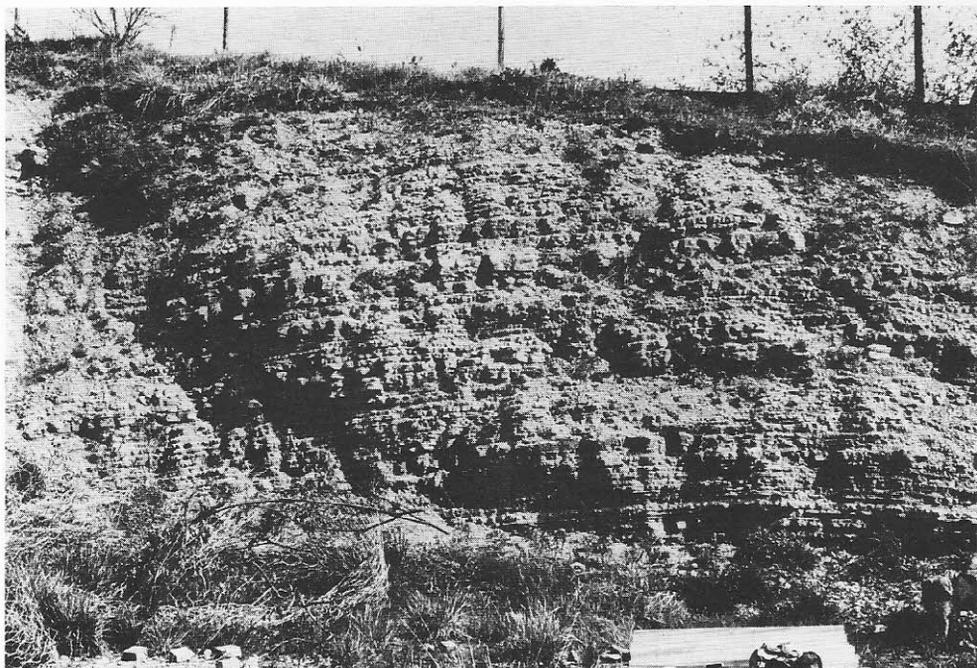


Fig. 9 – Peliti ed arenarie in strati sottili eteropiche ai lobi arenacei della Fig. 8. (San Pantaleone, Gandosso).

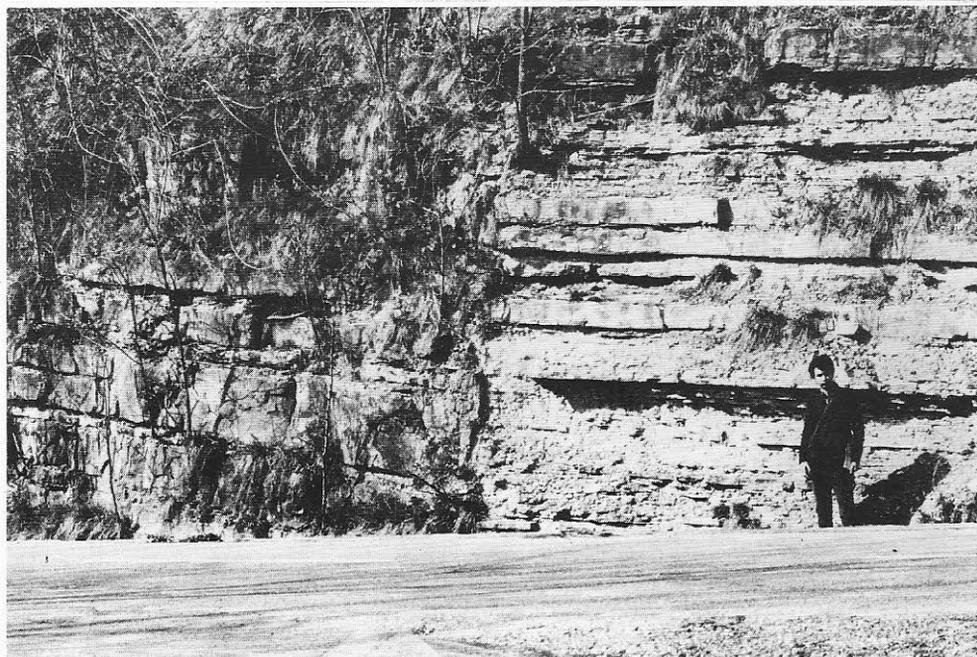


Fig.10– Contatto per faglia tra le 2 litofacies delle Arenarie di Sarnico rappresentate nelle Fig. 8 e 9 (San Pantaleone, Gandosso).



Fig.11 – La successione stratigrafica alla sommità del Turoniano a Paladina (Valle del Brembo).



Fig.12 – Particolare della figura precedente; torbiditi arenacee in orizzonti metrici intercalate a torbiditi più sottili talora con porzione pelitica di natura calcarea.

emipelagica (CaCO_3 10–12% al massimo); nelle arenarie sono comuni laminazioni oblique o convolute.

Da notare la frequente intercalazione di strati calcilititici chiari, anche in sequenze a base arenacea, tipici della successione torbiditica turoniana.

Posizione stratigrafica. I limiti inferiore e superiore della successione in esame sono nettamente definiti solo nell'area orientale, dove le torbiditi coniaciane ricoprono il Flysch marnoso–arenaceo di Colle Cedrina e lo stesso "Sass della luna" e sono sormontate in modo altrettanto netto dai conglomerati santoniani di tipo–Sirone. In Bergamasca centrale e occidentale invece, le medesime torbiditi si affermano e si esauriscono gradualmente rispetto a quelle adiacenti ben differentemente caratterizzate.

La successione terrigena santoniano–campaniana. Si sviluppa alla sommità del Cretacico bergamasco: è limitata dalla superficie topografica in Bergamasca orientale e occidentale, mentre è in continuità con Paleocene–Eocene in Bergamasca centro-occidentale (M. Giglio, Paderno). E' costituita dalle seguenti unità stratigrafiche: Piano di Sirone–Conglomerato di Sirone, "Pietra di Credaro" – Flysch di Bergamo; relativamente ad esse ci limitiamo ad alcune osservazioni frutto di indagini ancora preliminari, non suffragate da reperti faunistici originali.

Il Conglomerato di Sirone (= Piano di Sirone di De Alessandri, 1899) pur nella estrema variabilità di spessore (fino a massimi di circa 100 m), costituisce un orizzonte pressoché continuo in tutta la Bergamasca; ad esso si accompagnano localmente, sia alla base che a tetto, orizzonti lenticolari minori. Nei punti di maggior spessore mostra evidenze di amalgamazione tra banchi lenticolari diversi, comunemente senza strutture interne particolari (ad esclusione di locali gradazioni grossolane). In generale i clasti, discretamente classati, sono arrotondati e di diametro difficilmente superiore a 10 cm e tutti concordano nel riconoscerne una derivazione dalla serie alpina meridionale; di recente anche Haering (1979) ha indicato la stessa derivazione per quelli di Colle Brianza presso la località–tipo (Sirone).

Si tratta in genere di conglomerati massicci ben cementati, cui si associano talora orizzonti paraconglomeratici particolarmente vistosi sul Colle di Bergamo ed a Celatica Tolari (Gandosso), dove imballano anche massi arenacei e brandelli di strati della sottostante serie coniaciana. Sia l'orizzonte principale che le lenti minori presentano sempre base erosionale ed occupano una precisa posizione-tempo rispetto alle adiacenti unità stratigrafiche: torbiditi di tipo "Sarnico" e "Credaro". In Bergamasca orientale il corpo conglomeratico principale (costituito prevalentemente da clasti di calcari giurassici) interrompe

bruscamente verso l'alto la continuità delle Arenarie di Sarnico, con lobi arenacei e relative frange, contrariamente a quanto affermato in letteratura; lenti minori metriche si osservano anche nella parte inferiore della sovrastante "Pietra di Credaro". In Bergamasca centrale ed orientale invece le Arenarie di Sarnico propongono il loro sviluppo anche successivamente all'orizzonte conglomeratico principale.

La "Pietra di Credaro" (Passeri, 1965) affiora su di un'area di ca. 20 km² ad ovest della località da cui prende il nome, all'estremità orientale della Bergamasca, con limiti di distribuzione determinati dall'erosione; eventuali relazioni con unità coeve, quali il Flysch di Bergamo, possono essere dedotte solo dal confronto delle facies. Come già accennato essa inizia a svilupparsi immediatamente a tetto dei Conglomerati di Sirone, significando un brusco cambiamento degli apporti terrigeni. E' infatti una successione pressochè uniforme di calcareniti (Fig. 13) a prevalente laminazione parallela, in sequenze medie, al massimo dell'ordine del metro, con sporadiche amalgamazioni; talora la base è più grossolana, gradata e spesso la sommità è centimetrica con calcisiltiti a laminazione obliqua a basso angolo e sporadicamente calcilutiti; le calcareniti raramente sfumano in marne, marne argillose. Fenomeni di risedimentazione in massa sono del tutto subordinati; sono vistosamente rappresentati comunque a Celatica Tolari (lungo la strada per le Querce) da orizzonti caoticizzati e da un olistolite di "Radiolariti" giurassiche, sviluppato visivamente su 12 m di lunghezza e 3 m di altezza. In Bergamasca centrale e orientale sequenze torbidiatiche a base calcarenitica si associano a sequenze silicoclastiche, spesso subordinate, dando luogo nell'insieme al Flysch di Bergamo.

Considerazioni bio-cronostratigrafiche (a cura di L. Paggi).

In tutte le sezioni stratigrafiche rilevate è stata eseguita una campionatura sistematica degli intervalli pelitici, più sporadica di quelli calcareo-marnosi, al fine di ottenere una definizione bio-cronostratigrafica (1) sufficiente al sostegno delle correlazioni supposte da semplici relazioni di facies, tra l'altro di solito non direttamente osservabili sul terreno (Fig. 14).

L'analisi micropaleontologica è stata condotta soprattutto su forme isolate e i risultati che verranno esposti di seguito, per quanto schematici, possono offrire un quadro esauriente delle difficoltà incontrate e delle possibilità di sviluppo secondo la metodologia prescelta.

In tutto l'intervallo studiato le faune bentonica e planctonica appaiono molto impoverite, se non totalmente assenti; il loro stato di conservazione è

(1) Le biozonazioni adottate in questo lavoro sono proposte da Sigal (1977), sull'Atlas des Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Robaszynski & Caron Eds., 1979) e da Premoli Silva e Paggi (in corso di stampa).



Fig. 13 – La "Pietra di Credaro" nella località-tipo (Bergamasca orientale).

tale, inoltre, da rendere assai difficile il riconoscimento delle forme presenti. Un caso a parte é tuttavia rappresentato dalla fauna piuttosto ricca, differenziata e quasi esclusivamente planctonica del campione Gav. 14; il plancton é infatti caratterizzato da un guscio molto fragile, dall'assenza di spira sul lato dorsale e dalla perfetta esposizione delle aperture secondarie e dei caratteri minori. Tale stato di conservazione é tipico di facies di dissoluzione simili a quelle rinvenute in Atlantico nel corso delle perforazioni del Deep Sea Drilling Project.

Le faune planctoniche relativamente piú ricche si rinvencono nel Cenomaniano inferiore-medio e in due campioni del Turoniano; nei restanti intervallitempo sono sempre da rare a molto rare.

Il benthos é per lo piú rappresentato da forme agglutinate primitive, da forme finemente agglutinate piú complesse e da forme calcaree; esso é però complessivamente piuttosto raro e poco diversificato sia dal punto di vista generico che specifico. Sebbene siano stati esaminati campioni di età diversa non si sono osservate differenze sostanziali, ad eccezione di una percentuale maggiore di forme agglutinate rispetto a quelle calcaree nei campioni dell'Aptiano superiore. Completano l'associazione faunistica i Radiolari, anch'essi piuttosto scarsi; talora si presentano piritizzati e solo in due campioni del Turoniano medio-superiore di Gavarno costituiscono la quasi totalità o la totalità assoluta del contenuto faunistico. Infine in pochi campioni sono presenti anche spicole di Spugna e piccolissimi Ostracodi.

L'orizzonte a "black shales" inferiore: la Marna di Bruntino. Tale unità ha rivelato interessanti elementi di datazione. In una sezione rilevata in Valle del Giongo presso Bruntino tre campioni (A83, A84, A85) raccolti nella parte alta della successione consentono un riferimento all'Aptiano superiore. In particolare i primi due campioni, provenienti da peliti nere, sono attribuibili alla Zona a *Globigerinelloides ferreolensis* soprattutto per la presenza di *Globigerinelloides ferreolensis* Moullade, *Globigerinelloides blowi* (Bolli) e *Hedbergella delrioensis* (Carsey); il campione A85, raccolto in peliti rosse proprio a tetto della successione, è riferibile alla Zona a *Hedbergella trochoidea* per la scomparsa di *Globigerinelloides blowi* (Bolli) e la comparsa dell'indicatore zonale.

Nella sezione di Torre de' Busi, nella parte occidentale dell'area rilevata, si ritrovano i seguenti indicatori zionali: *Schackoia cabri* Sigal, a circa 25 m dalla base della successione; *Hedbergella trochoidea* (Gandolfi), *Hedbergella rischi* Moullade e *Ticinella breggiensis* (Gandolfi) alla sommità della stessa. Questi reperti indicano una età compresa tra l'Aptiano superiore e l'Albiano medio.

Le torbiditi pelagiche del "Sass della Luna". Nuovi elementi di datazione si segnalano in litotipi calcareo-marnosi a Gavarno e Colle Guina (campioni C40 e G 1); il rinvenimento di *Rotalipora appenninica* (Renz), *Praeglobotruncana*

stephani (Gandolfi) e *Schackoina* sp. indica il Vraconiano (Albiano sommitale).

La successione stratigrafica del Cenomaniano. Le litofacies che la contraddistinguono hanno fornito i seguenti elementi di datazione.

– Le peliti rosse a tetto del "Sass della Luna" nelle sezioni di Catene, Tornago e Colle Guina presentano sicuri termini di riferimento al Cenomaniano inferiore, Zona a *Rotalipora brotzeni*. Di particolare interesse é la presenza nel campione B90 (sezione Catene) di *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi) associata con *Rotalipora brotzeni* (Sigal) e con forme tipiche della zona sopra citata, quali: *Rotalipora appenninica* (Renz), *Rotalipora gandolfii* Luterbacher & Premoli Silva, *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *Globigerinelloides bentonensis* (Morrow), *Globigerinelloides asper* (Ehrenberg) e *Hedbergella amabilis* Loeblich & Tappan. La coesistenza per un breve intervallo del Cenomaniano inferiore di *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi) e *Rotalipora brotzeni* (Sigal) confermerebbe quanto già sostenuto in proposito da Sigal (1977) (1).

Al Torrente Tornago (T10) ed al Colle Guina (G8) gli orizzonti pelitici rossi contengono nella parte superiore associazioni faunistiche della Zona a *Rotalipora cushmani* (dalla Sottozona a *Rotalipora appenninica* / *Rotalipora montsalvensis* alla Sottozona a *Whiteinella aprica* / *Praeglobotruncana prae-helvetica*) ascrivibili a tutto il Cenomaniano medio e superiore.

– Il Cenomaniano è espresso anche dagli orizzonti calcareo-marnosi di tipo "Sass della Luna", di frequente intercalati alle torbiditi arenaceo-pelitiche.

A Catene il campione A38, proprio a letto delle "black shales" superiori, é riferibile alla Zona a *Rotalipora cushmani* (probabile Sottozona a *Dicarinella algeriana* / *Praeglobotruncana aumalensis*) del Cenomaniano medio/superiore. A Gavarno analoghe intercalazioni calcareo-marnose rivelano il Cenomaniano inferiore con la Zona a *Rotalipora brotzeni* e il Cenomaniano medio con la Zona a *Rotalipora cushmani*, Sottozona a *Rotalipora appenninica*, espressa dall'associazione di *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *Praeglobotruncana gibba* Klaus, *Rotalipora cushmani* (Morrow) e *Rotalipora appenninica* (Renz). Come a Catene, anche nell'orizzonte calcareo-marnoso posto a letto delle "black shales" superiori (Gav3) si conferma la presenza del Cenomaniano superiore con *Dicarinella algeriana* (Caron), *Rotalipora greenhornensis* (Morrow) e *Whiteinella* spp.

– Per quanto riguarda le torbiditi arenaceo-pelitiche, non ha dato risultati

(1) Circa l'estensione oltre la base del Cenomaniano di *Planomalina buxtorfi* (Gandolfi).

molto incoraggianti la ricerca di microfaune nelle emipelagiti regolarmente presenti alla sommità delle sequenze. Solo due campioni, A86 e A87, prelevati in località Pisgia (Soriso), hanno fornito una scarsa fauna a *Rotalipora* cf. *cushmani* (Morrow) e *Globigerinelloides bentonensis* (Morrow), che potrebbe indicare un'età tra il Cenomaniano medio e superiore.

Gli orizzonti a "black shales" superiori. Come già ricordato nella parte litostratigrafica gli orizzonti a "black shales" occupano due diverse posizioni stratigrafiche. Sono ascrivibili al Vraconiano quelli del T. Sommaschio (Caprino Bergamasco) in quanto caratterizzati da una associazione faunistica attribuibile alla Zona a *Planomalina buxtorfi*.

Nella zona di Soriso il contenuto faunistico si è rivelato scarso e poco significativo; i campioni (A53, A54) provenienti dalla parte inferiore della successione hanno comunque consentito un riferimento al Cenomaniano medio-superiore (Zona a *Rotalipora cushmani*) per la presenza di *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), *Heterohelix reussi* (Cushman) e *Rotalipora* cf. *cushmani* (Morrow).

A Gavarno una maggiore continuità del contenuto fossilifero consente di confermare una datazione estendibile al Cenomaniano superiore. In particolare i campioni M18 e M20, provenienti dai livelli basali, sono riferiti alla Zona a *Rotalipora cushmani* per la presenza di *Rotalipora cushmani* (Morrow), *Rotalipora appenninica* (Renz), *Rotalipora greenhornensis* (Morrow), *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), *Schackoia cenomana* (Schacko), oltre a *Globigerinelloides* e a *Hedbergella*.

La successione stratigrafica del Turoniano. Si ritiene che la successione torbidity comprensivamente indicata come Flysch di Pontida (De Rosa & Rizzini, 1967) raggiunga nel Turoniano lo sviluppo più rimarchevole, anche se gli elementi di datazione diretta non sono molto frequenti. In Bergamasca centrale (Soriso—Catene) essa inizia con il Cenomaniano inferiore e raggiunge per lo meno il Turoniano medio, come si desume dal contenuto microfaunistico, appartenente alla Zona a *Praeglobotruncana helvetica*, del banco calcareo-marnoso sommitale affiorante in località Monumento ai Caduti di Petosino. A Paladina inoltre, al passaggio con le sovrastanti torbidity arenacee di "tipo Sarnico", nell'ambito di intervalli pelitici relativi a sequenze torbidity, solo le peliti scure sommitali ($\text{CaCO}_3 = 10-12\%$) hanno rivelato un contenuto significativo di Foraminiferi planctonici di età turoniana superiore—coniaciana inferiore (Zona a *Marginotruncana sigali*); in associazione all'indicatore zonale sono state identificate infatti *Hedbergella delrioensis* (Carsey), *Globigerinelloides asper* (Ehrenberg), *Heterohelix reussi* (Cushman), *Heterohelix moremani* (Cushman).

Sia nelle peliti chiare ($\text{CaCO}_3 = 70\%$) che in quelle scure sono presenti forme arenacee bentoniche caratteristiche di acque piuttosto profonde, appar-

tenenti ai generi *Haplophragmoides*, *Haplophragmium*, *Rhizammina* e *Glomospira*.

In Bergamasca occidentale elementi nuovi consentono di datare già al Turoniano medio la parte basale del Flysch di Pontida. Al Torrente Sommaschio infatti, la matrice fine del "marker" calcareo a base conglomeratica (Fig. 2, livello 8; Venzo, 1954) ha dato una microfauna riferibile alla Zona a *Praeglobotruncana helvetica*, Sottozona a *Marginotruncana*. Anche in Bergamasca orientale (Colle Guina, S. Giovanni delle Formiche) nella matrice dei conglomerati (G20) di base al flysch marnoso-arenaceo di Colle Cedrina sono diffuse forme del Turoniano medio, tra cui si segnala in particolare: *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, *Marginotruncana coronata* (Bolli), *Marginotruncana renzi* (Gandolfi) e *Praeglobotruncana helvetica* (Bolli).

Più frequenti elementi di datazione sono rivelati dalle facies pelitiche prevalentemente rosse diffuse in Bergamasca orientale. A Gavarno, campioni raccolti alla base delle stesse (Gav 14), tra le "black shales" superiori e un orizzonte calcareo-marnoso a "slumping", sono attribuibili per lo più al Turoniano inferiore (Zona a *Praeglobotruncana helvetica*), per la presenza dell'indicatore zonale in associazione con *Schackoina cenomana* (Schacko), *Rotalipora cushmani* (Morrow) e *Whiteinella aprica* Loeblich & Tappan. Subito sopra al sovraccennato orizzonte (Gav 22) il riferimento delle peliti rosse al Turoniano medio (Zona a *Praeglobotruncana helvetica*) è consentito, oltre che dall'indicatore zonale, dalla presenza di *Marginotruncana* aff. *sigali* (Reichel), *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno e *Marginotruncana schneegansi* (Sigal). La parte sommitale delle peliti, infine, rivela un'associazione a *Marginotruncana sigali* (Reichel), *Whiteinella archaeocretacea* Pessagno e *Globigerinelloides escheri* (Kaufmann); tutte forme che possono coesistere dal Turoniano medio (Zona a *Praeglobotruncana helvetica*) al Turoniano superiore-Coniaciano inferiore (Zona a *Globotruncana sigali*). La Zona a *Praeglobotruncana helvetica* è rappresentata anche nelle peliti rosse di Colle Guina (campione G19).

Non si è ancora in possesso di nuovi elementi di datazione per le successioni cretacee post-turoniane; i riferimenti cronologici relativi, di conseguenza, sono quelli ricorrenti in letteratura.

Significato geologico delle litofacies.

Il Cretacico è un periodo estremamente significativo per le catene di corrugamento alpino, in quanto si verificano in esso i primi movimenti compressivi che culmineranno nella chiusura totale del bacino oceanico, che separava in origine i blocchi europeo e italo-dinarico. I mutamenti interessanti i margini di questi blocchi sono prontamente registrati nei bacini contigui da sostanziali variazioni di facies, quanto mai articolate. E' appunto in quest'ottica che si intendono commentare i caratteri della successione stratigrafica nel tratto bergamasco del Bacino lombardo (Fig. 15, 16).

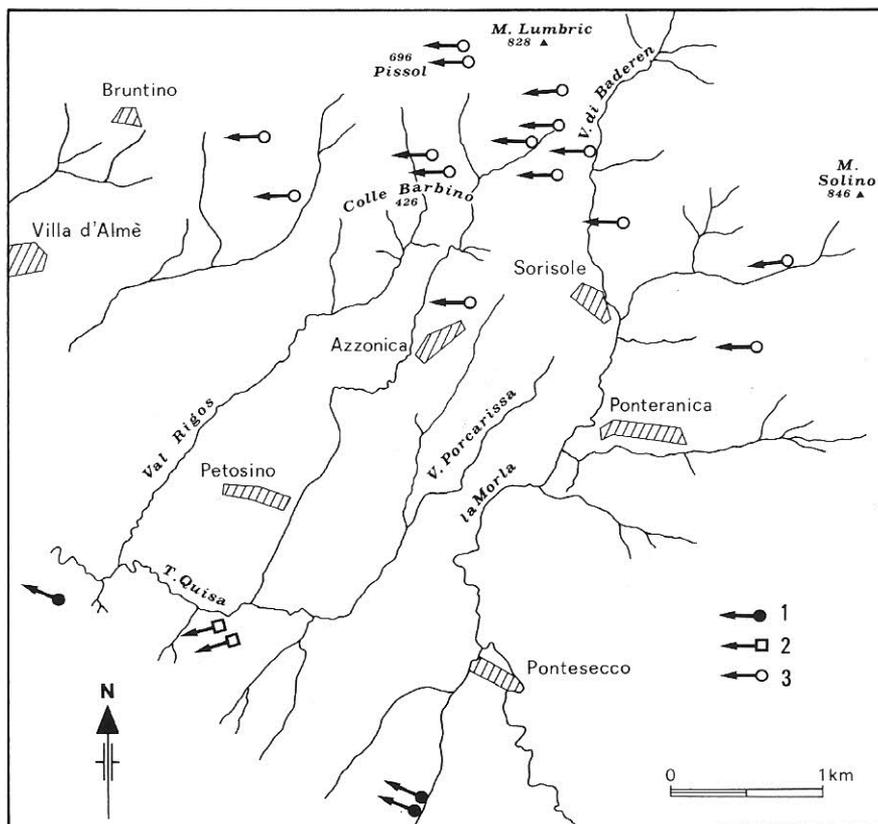


Fig. 15 – Verso delle paleocorrenti in Bergamasca centrale: 1) paleocorrenti nel Coniaciano; 2) paleocorrenti nel Turoniano; 3) paleocorrenti nel Cenomaniano inferiore e medio (da E. Rovesti, tesi di laurea inedita).

– La "Maiolica" con la quale inizia il Cretacico in gran parte del dominio italo-dinarico, separa nettamente insieme con il sottostante "Selcifero" due gruppi di litofacies di natura essenzialmente torbiditica: la prima a prevalente componente calcarea (facies di tipo "Medolo" del Giurassico), la seconda arenaceo-marnosa (flysch cretacei propriamente detti).

"Maiolica" e "Selcifero" rappresentano successioni essenzialmente pelagiche, che registrano soprattutto l'influenza dei fattori responsabili di un'alta produttività organica tra il Giurassico superiore ed il Cretacico basale.

La "Maiolica" in particolare è sempre stata considerata come l'espressione di una sostanziale calma orogenetica, caratteristica dell'intervallo-tempo che la contraddistingue. Tuttavia la presenza in essa di "slumping" e di lenti conglomeratiche può essere indicativa di movimenti che stanno in qualche modo

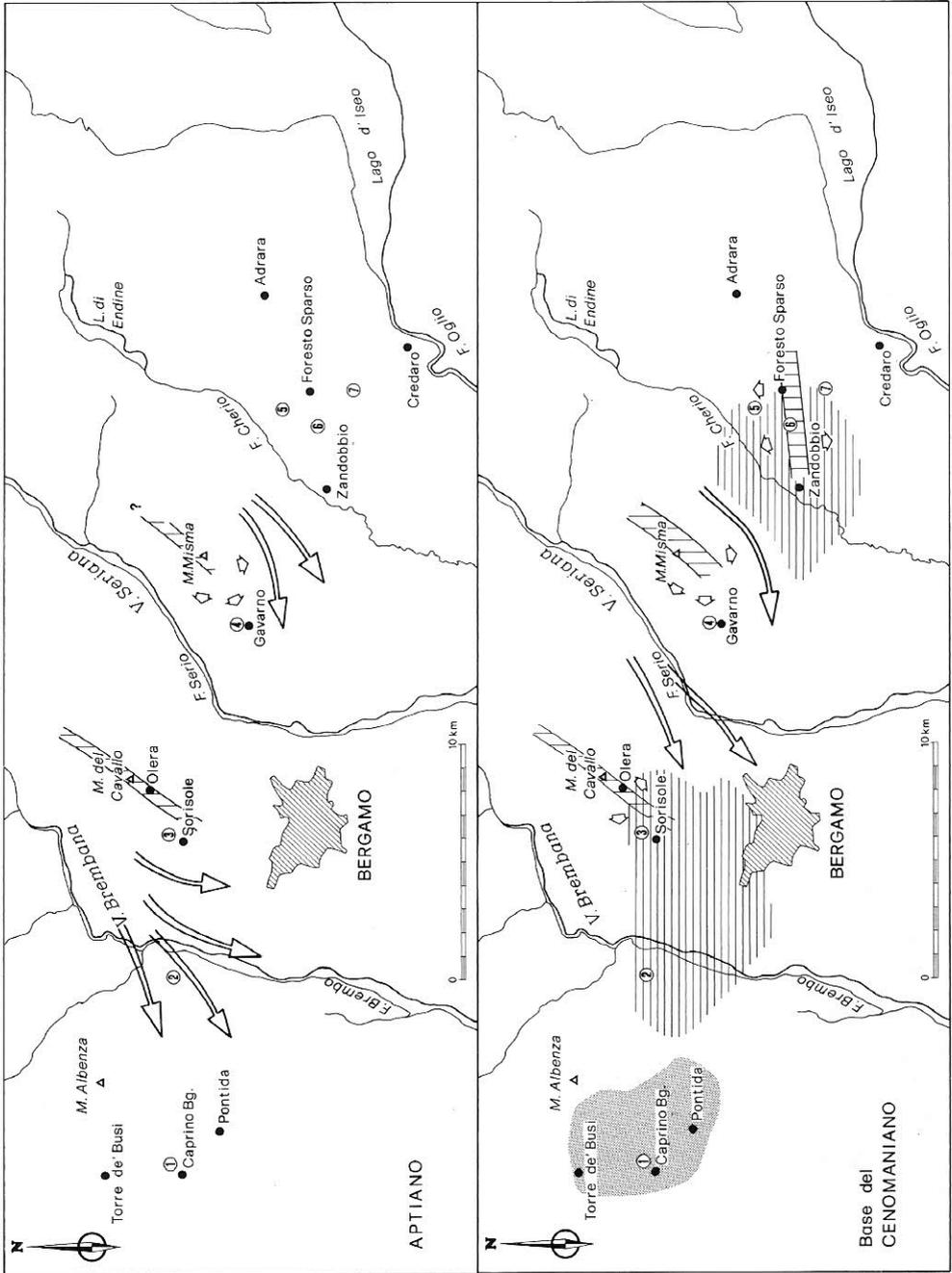


Fig. 16 – La distribuzione delle facies tra la base del Cenomaniano ed il Turoniano superiore.

articolando la configurazione del bacino; ciò é osservabile in particolare poco ad est della Val Seriana, come da noi notato, e in altre zone del bacino lombardo (Pasquarè, 1965; Aubouin et al., 1970).

— Nell'Aptiano la Marna di Bruntino è ricollegabile a un diffuso episodio di stagnazione, già anticipato dalle intercalazioni pelitiche nere presenti nella parte sommitale della "Maiolica". Si tratta della stagnazione aptiano-albiana, documentata ampiamente in tutti i bacini del mondo e causata dall'instaurarsi di condizioni riducenti. Secondo Fischer e Arthur (1977), tali condizioni si sarebbero prodotte in un periodo di uniformità climatica, con conseguente scarsa circolazione oceanica, grande proliferazione di specie ed espansione fino a 2.000 m di profondità dello strato d'acqua caratterizzato dal minimo dello ossigeno. Sembra comunque acquisito che gli orizzonti tipicamente definibili come "black shales" debbano essere confinati in sacche o zone più ristrette e a circolazione comunque impedita (Kaneps, 1976; Bosellini et al., 1978).

Per l'area esaminata il fenomeno è generalizzato, anche se le "black shales" presentano spesso un elevato contenuto di CaCO_3 e talora si alternano, apparentemente senza regola, a peliti rosse e verdi. Questo potrebbe far pensare a tratti fisiografici sostanzialmente uniformi su tutta l'area; possibili difformità sarebbero invece suggerite essenzialmente dalla distribuzione delle facies torbiditiche silicoclastiche associate. Queste facies si distribuiscono infatti ad est e ad ovest dell'asse Olera-M. del Cavallo (Bergamasca centrale), con spessori minimi proprio in corrispondenza di un alto strutturale (M. Cavallo Sill; Gaetani, 1975) ben localizzato durante il Giurassico, che riacquisirebbe una certa individualità anche durante l'Aptiano. La riattivazione dei lineamenti paleogeografici giurassici può essere anche provata dai corpi conglomeratici, dovuti a fenomeni di risedimentazione in massa, ben circoscritti in prossimità dell'area di M. Misma, Bergamasca centro-orientale (Alto di M. Misma; S. Chiesa, comunicazione personale). In definitiva si può pensare ad un bacino con fisiografia in via di differenziazione, in condizioni riducenti in genere non assolute, influenzato soprattutto dal variare dell'entità e dell'ampiezza della zona di minimo dello ossigeno.

— Nell'Albiano una distribuzione generalizzata delle facies di tipo "Sass della Luna" ha sempre posto e tuttora pone non facili problemi di interpretazione. Per quel che ci riguarda, la presenza ricorrente di sequenze chiaramente gradate, anche se non vistose data la tessitura del sedimento, ci fa propendere per una prevalente origine torbiditica dell'unità in esame, rappresentata da un corpo pressochè tabulare, esteso in modo da annullare le irregolarità dei fondali annunciate in precedenza. Essa può essere messa in relazione all'affermarsi della sedimentazione di fanghi calcareo-argillosi soprattutto sulle aree di scarpata contigue. In seguito, forse anche a causa di scosse telluriche, il fango calcareo-argilloso può essere stato coinvolto in un rimaneggiamento generalizzato, dan-

do luogo talora a fenomeni di "slumping" (se parzialmente litificato), ma più generalmente a torbide di materiali fini. La loro affermazione non è stata però immediata; tra la fine dell'Aptiano e l'inizio dell'Albiano infatti, soprattutto nelle parti orientali e occidentali del bacino, mostrano di inquinare su spessori anche considerevoli, fino a 100 m, la normale sedimentazione dell'ambiente asfittico prima descritto. Potrebbe essere infine collegata alla scarpata che chiude il bacino nel settore orientale la facies di tipo "Scaglia grigia", che sostituisce il "Sass della Luna" ad est della Val Cavallina.

— Durante il Cenomaniano la distribuzione verticale e orizzontale delle facies sedimentarie può esprimere una intensa attività tettonica sia a livello locale che regionale; i prodromi della stessa sono manifestati, forse già alla sommità dell'Albiano, dai fenomeni di risedimentazione in massa molto diffusi nella parte superiore del "Sass della Luna".

Nel Cenomaniano inferiore e medio la Bergamasca centro-orientale, alla altezza della Val Seriana, è raggiunta da torbiditi arenaceo-pelitiche. Doveva trattarsi di un'area di accumulo circoscritta tra zone relativamente più elevate, come dimostrato dal fatto che le torbiditi arenaceo-pelitiche si esauriscono sia verso ovest (Tornago) che verso est (Gavarno) in intervalli, prevalentemente rossi, pelitici o in sottili sequenze pelitico-arenacee. Si presume che tale area fosse prossima a zone di elevata instabilità, come sembra documentato dalla frequenza e dall'entità dei livelli caotici intercalati. Viene di conseguenza logico pensare ad una riattivazione sempre più marcata degli alti strutturali giurassici: di quello di M. Misma, di cui già si è parlato, ma anche di un altro alto contiguo, presumibilmente impostato in corrispondenza dell'attuale anticlinale di Zandobbio. In effetti, al M. Sega in particolare, la successione stratigrafica è lacunosa non solo per il Cenomaniano ma anche per il Turoniano.

All'estremità occidentale della Bergamasca, in una zona di massima profondità del bacino si ritengono confinate alla base del Cenomaniano le "black shales" vraconiane del Torrente Sommaschio, pressochè prive di CaCO_3 e solo con Foraminiferi bentonici agglutinati. Nel Cenomaniano medio e superiore la zona di accumulo delle "black shales" migra dall'estremo ovest verso est con le ultime manifestazioni a Valpredina sul versante meridionale del M. Misma. Ad esse fanno seguito in Bergamasca centrale torbiditi analoghe a quelle in precedenza individuate all'altezza della Val Seriana. Queste torbiditi si esauriscono verso ovest nelle peliti rosse del T. Sommaschio; verso est si scompongono in differenti livelli via via più pelitici, sostituiti progressivamente da un unico orizzonte con facies di tipo "Scaglia rossa", già chiaramente affermato tra Colle Guina e San Giovanni delle Formiche. Ancora nel Cenomaniano superiore, dal M. Misma a Zandobbio, si ritengono manifesti i segni di una accentuazione progressiva dell'attività tettonica locale, con livelli caotici di aspetto vario associati sia alle torbiditi che alla "Scaglia rossa".

– Nel Turoniano grandi conoidi torbiditiche vanno occupando le aree bacinali ormai sempre più chiaramente delineate dalla Bergamasca centrale a quella occidentale. E' logico inoltre pensare che i rilievi già segnalati ad est, conservando ancora la loro individualità, impedissero l'espandersi delle torbide in questa direzione; a riprova si ricordano le peliti rosse illustrate a Gavarno che potrebbero rappresentare le frange laterali estreme di quelle conoidi. Ad est di Gavarno sono infine da collegare alla presenza degli alti sovraccennati sia il protrarsi dei processi di risedimentazione in massa che la distribuzione del corpo flyschioide marnoso-arenaceo di Colle Cedrina: i primi sono espressi dagli aspetti caotici delle peliti e dai corpi conglomeratici a base erosionale; per il secondo si presume una provenienza insubrica e l'accumulo in aree depresse comprese tra gli stessi alti.

– Con il Coniaciano si va delineando una situazione bacinale uniforme; torbiditi arenacee di provenienza giudicariense invadono l'area bergamasca a partire dalla sua estremità orientale; progradano poi verso ovest, dove si digitano inizialmente coi materiali torbiditici degli apparati in via di configurazione già dal Cenomaniano. Ed è in questo bacino sostanzialmente uniforme, a subsidenza marcata e generalizzata, che si riversano i conglomerati di tipo "Sirone" all'inizio del Santoniano. Per questi conglomerati dobbiamo sottolineare soprattutto l'isocronia e la forma sostanzialmente tabulare del corpo principale, che permettono di proporre la relazione con un processo generalizzato di frantumamento dalle aree litorali.

Gli affioramenti studiati consentono anche di completare l'analisi in corso relativamente alla parte restante del Santoniano ed a tutto il Campaniano, confrontando le facies della "Pietra di Credaro" e del Flysch di Bergamo, le quali provano il protrarsi della sedimentazione torbiditica per tutta la restante parte del Cretacico. Al riguardo siamo dell'opinione che la "Pietra di Credaro" sia la testimonianza di apporti calcarenitici provenienti anche da est/sud-est, che danno luogo ad un edificio esclusivo nel settore orientale del bacino in esame; non si esclude che anche le loro propaggini più distali, associandosi ai materiali silicoclastici di sicura provenienza alpina, concorrano a formare la successione del Flysch di Bergamo.

Conclusioni

Durante il Cretacico il settore Bergamasco del Bacino lombardo si inserisce bene nella configurazione generale di quest'ultimo presentata da Castellarin (1976), pur non costituendo un assieme deposizionale uniforme come finora prospettato. Esso mostra infatti di ereditare per lo meno tra l'Aptiano ed il Tu-

roniano la situazione paleogeografica del Giurassico con alti strutturali delimitati da faglie normali sinsedimentarie rispetto a zone più profonde; tali alti sono localizzati presumibilmente al M. del Cavallo–Canto Alto, M. Misma e Zandobbio (Casati & Gaetani, 1968; Gaetani, 1975; S. Chiesa, comunicazione personale). Queste strutture, riattivandosi nel Cretacico, proverebbero il protrarsi di una attività tettonica che riteniamo distensiva, tipica di un bacino a crosta continentale, ai margini interni di una zona in subduzione (Dietrich & Franz, 1978).

Per gli alti di M. del Cavallo e M. Misma é plausibile il collegamento con una piattaforma continentale settentrionale (Castellarin, 1976; Geyssant, 1980); così pure può essere ipotizzabile una loro orientazione NE–SO conforme a quella della dislocazione giudicariense. L'alto di Zandobbio, decisamente spostato a sud e del tutto circondato da successioni torbiditiche, è invece supposto isolato all'interno dell'area bacinale e probabilmente orientato est–ovest in conformità con il settore più meridionale della medesima dislocazione giudicariense. Alla presenza attiva degli alti suaccennati vanno collegati estesi fenomeni locali di risedimentazione in massa con facies caotiche, così come le modalità di propagazione delle torbide di provenienza nordalpina. Si ritiene inoltre di poter aggiungere che la riattivazione degli alti si sia manifestata da ovest ad est e che le torbide dovevano incanalarsi nelle depressioni tra gli stessi e successivamente progredire verso ovest.

La rapida chiusura del Bacino lombardo a sud può essere provata dai calcari (tipo "Scaglia") segnalati dall'Agip a Malossa (ENI, 1977), con uno spessore di soli 300 m per tutto il Cretacico. Essi infatti potrebbero esprimere l'esistenza di un altotondo pelagico, che già Castellarin (1976) prospetta come diretta prosecuzione della piattaforma tridentina; l'altotondo potrebbe tra l'altro aver fornito almeno parte del materiale per le torbiditi calcaree del "Sass della Luna".

Il legame tra le torbiditi silicoclastiche aptiano-turoniane dell'area bergamasca e le fasi compressive "paleoalpine" risulta evidente nei lavori di diversi Autori; la loro presenza nell'Aptiano (fase austriaca) e nel Cenomaniano–Turoniano (fase pregosauica) può ricondursi all'edificazione delle Alpi Orientali e Centrali, ormai praticamente acquisita nel Cretacico superiore. Si ritiene invece che le torbiditi arenacee del Coniaciano–Santoniano (Arenaria di Sarnico) siano collegabili con la ripresa delle "molasse" di Gosau, convogliate sotto forma di torbide attraverso la zona giudicariense fino al bacino in esame, coinvolto in un fenomeno generalizzato di rilascio. Tale fenomeno, oltre a determinare il sostanziale mutamento della precedente paleogeografia, potrebbe avere anche innescato il franamento in massa dei conglomerati di tipo "Sirone" dalle aree costiere settentrionali.

La continuazione dei processi di risedimentazione sino alla fine del Cretacico registra il protrarsi dei processi orogenetici relativi alle fasi intragosauica

e laramica. Nel Santoniano—Campaniano la "Pietra di Credaro" può avere un significato particolare, con torbiditi calcarenitiche forse alimentate anche da aree rilevate poste ad est/sud—est, in settori di attuale dominio padano.

Si sottolinea infine come le strutture distensive giurassico—cretaciche abbiano condizionato l'evoluzione del territorio anche in fasi compressive successive: infatti sia sull'allineamento M. del Cavallo—M. Misma che su quello di Zandobbio si andranno impostando le strutture positive attualmente rilevabili con chiara vergenza meridionale.

NOTA

Bichsel M. & Häring M.O. (1981) — Facies evolution of Late Cretaceous Flysch in Lombardy (northern Italy). *Ecl. Geol. Helv.*, v. 74, n. 2, pp. 383 - 420, 1 tav., 22 fig., Basel.

Questo lavoro è uscito quando già avevamo consegnato il dattiloscritto per la stampa; commentarlo con questa nota ci è parso perciò il modo più semplice di procedere. In esso vengono analizzate le facies flyschoidi del Cretacico superiore dell'intera Lombardia; si tratta dell'esame e della interpretazione sedimentologica di alcune sezioni emblematicamente scelte dagli Autori tra il Varesotto e la Bergamasca orientale. Si richiama anzitutto l'attenzione sulle interessanti considerazioni espresse relativamente al significato paleoambientale delle diverse unità stratigrafiche:

- le torbiditi pelagiche del "Sass della Luna" intese come depositi di piana del bacino;
- le torbiditi arenaceo-marnose della Formazione di Pontida ancora relative a piana di bacino;
- le torbiditi arenacee di Sarnico riferibili a conoide da esterna ad intermedia;
- il Flysch di Bergamo, con frazioni calcaree provenienti da zone ad acque basse, ancora di conoide esterna.

Anche se il quadro generale proposto, con torbiditi in progressivo sviluppo da est ad ovest è sicuramente accettabile (si veda tra l'altro Castellarin, 1976), ci è difficile concordare per l'area bergamasca sulle relazioni laterali tra le facies descritte, in quanto basate su rapporti stratigrafici per noi non del tutto validi. In particolare:

- le facies pelitiche rosse (Flysch rosso e Scaglia rossa) non sono limitate al Cenomaniano; sia in Bergamasca occidentale che orientale, arrivano, secondo noi, al Turoniano; anzi in quest'ultima zona sostituiscono per intero le coeve torbiditi della Formazione di Pontida;
- gli Scisti neri superiori, per lo meno quelli più occidentali, ci risultano anche riferibili al Vraconiano;
- ci risulta difficile accettare il supposto rapporto di eteropia totale, da ovest ad est, tra Formazione di Pontida e Arenaria di Sarnico; le diverse proposte da noi formulate ci paiono confortate, oltre che da dati biostratigrafici, anche da osservazioni connesse con lo sviluppo areale dei corpi rocciosi, così come risulta dalla cartografia di dettaglio;
- riteniamo che il Flysch di Bergamo dell'area-tipo perda verso il Lago d'Iseo la propria individualità; la Pietra di Credaro, da noi qui riproposta, dovrebbe costituire un'unità differenziabile anche dal punto di vista sedimentologico.

Si richiama infine l'attenzione sui fenomeni di risedimentazione in massa, che anche Bichsel ed Häring segnalano in Bergamasca orientale; invece di limitarli in connessione con le scarpate di faglia che bordano ad est e a sud il Bacino lombardo, ci è parso più plausibile collegarli con alti strutturali interni al bacino stesso, sostenuti in questa ipotesi anche dall'evidenza di successioni stratigrafiche lacunose.

BIBLIOGRAFIA

- Aubouin J. (1963) - Essai sur la paléogéographie post-triasique et l'évolution secondaire et tertiaire du versant sud des Alpes orientales (Alpes méridionales; Lombardie et Vénétie, Italie; Slovénie occidentale, Yougoslavie). *Bull. Soc. Géol. France*, s.7, v.5, pp.730-766, 1 tav., 1 fig., Paris.

- Aubouin J., Sigal J., Berland J.P., Blanchet R., Bonneau M., Cadet J.P., Guillot P.L., Lacour A., Piat B. & Vicente J.C. (1970) - Sur un bassin de flysch: stratigraphie et paléogéographie des flysch crétaçés de la Lombardie (versant sud des Alpes orientales, Italie). *Bull. Soc. Géol. France*, s.7, v.12, n.4, pp. 612 - 658, 8 fig., Paris.
- Biju-Duval B., Dercourt J. & Le Pichon X. (1977) - From the Tethys ocean to the Mediterranean seas: a plate tectonic model of the evolution of the Western Alpine system. *Intern. Symp. Struct. Hist. Medit. Basins*, Split (Jugoslavia) 25 - 29/10/1976, pp.143-164, 8 tav., 4 fig., Ed. Technip, Paris.
- Blanchet R. (1965) - Contribution à l'étude géologique de la région de l'Albenza (Alpes méridionales, province de Bergamo, Italie). *Bull. Soc. Géol. France*, s.7, v.7, pp. 152-159, 4 fig., Paris.
- Bolli H.M. & Cita M.B. (1960) - Upper Cretaceous and lower Tertiary Foraminifera from the Paderno d'Adda section, Northern Italy. *Rep. XXI Sess. Geol. Intern. Congr. Norden 1960*, pt. V, Proc. sect. 5, pp. 150 - 161, 2 fig., Copenhagen.
- Bortolotti V. & Malesani P. (1967) - Correlazioni tra i flysch cretacei delle Prealpi Lombarde e quelli della coltre alloctona dell'Appennino settentrionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 86, n. 2, pp. 265 - 267, Roma.
- Bosellini A. (1973) - Modello geodinamico e paleotettonico delle Alpi Meridionali durante il Giurassico-Cretacico. Sue possibili applicazioni agli Appennini. *Acc. Naz. Lincei, Quaderno* 183, pp. 163 - 205, Roma.
- Bosellini A., Broglio Loriga C. & Busetto C. (1978) - I Bacini cretacei del Trentino. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 84, n. 4, pp. 897 - 946, 15 fig., Milano.
- Butt A. & Herm D. (1978) - Paleo-oceanographic Aspects of the Upper Cretaceous Geosynclinal Sediments of the Eastern Alps. *Inter-Union Comm. Geodynamics Scient. Rep.*, n. 38. Alps, Apennines, Hellenides. Pp. 87 - 94, 2 fig., Stuttgart.
- Casati P. & Gaetani M. (1968) - Lacune nel Triassico Superiore e nel Giurassico del Canto Alto-Monte di Nese (Prealpi Bergamasche). *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 87, pp. 719 - 731, 8 fig., Roma.
- Castellarin A. (1972) - Evoluzione paleotettonica sinsedimentaria del limite tra "Piattaforma veneta" e "Bacino lombardo" a nord di Riva del Garda. *Giorn. Geol.*, s.2, n.1, pp.1-171, 20 tav., 18 fig., Bologna.
- Castellarin A. (1976) - Ipotesi paleogeografica sul bacino del flysch sudalpino cretacico. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 95, n. 3 - 4, pp. 501 - 511, 2 fig., Roma.
- Castellarin A., Morten L. & Bargossi G.M. (1976) - Conglomerati di conoide sottomarina nel flysch insubrico di Malé e Rumo (Trento). *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 95, n. 3 - 4, pp. 513 - 525, Roma.
- Cipriani N., Magaldi D. & Malesani P. (1976) - Studio mineralogico-petrografico delle Arenarie di Sarnico (Prealpi Bergamasche) e correlazione con la Pietraforte (Toscana). *Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, v.12, n. 3, pp. 285 - 309, 4 fig., Parma.
- Cita M.B., Premoli Silva I., Toumarkine M., Bolli H.M., Luterbacher H.P., Muhler H.P. & Schaub H. (1968) - Paléocène et Eocène de Paderno d'Adda (Italie septentrionale). *Mém. B.R.G.M.*, Colloque sur l'Eocène, n. 58, pp. 611 - 627, 6 fig., Paris.
- De Alessandri G. (1899) - Osservazioni geologiche sulla Creta e sull'Eocene della Lombardia. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, v. 38, n. 3, pp. 253 - 320, 2 carte geol. 1:100.000, Milano.
- De Rosa E. (1965) - Su alcuni caratteri sedimentologici del flysch turoniano della Bergamasca occidentale. *Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, v. 99, pp. 425 - 429, 1 fig., Milano.
- De Rosa E. & Rizzini A. (1967) - Prealpi flysch near Bergamo. In: *Sedimentological Characteristics of some Italian turbidites*, *Geol. Rom.*, pp. 356 - 362, 5 fig., Roma.
- Desio A. (1929) - Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche). *Mem. Soc. Ital. Sc. Nat.*, v. 10, n. 1, pp. 1 - 156, 1 tav., 27 fig., 1 carta geol. 1:25.000, Milano.
- Desio A. (1944a) - Sulla costituzione geologica dei dintorni di Trescore Balneario (Bergamo). *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, v. 83, n. 1, pp. 37 - 42, 4 fig., Milano.
- Desio A. (1944b) - Appunti sulla tettonica della Valle Adrara (Bergamasca). *Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, v. 77, n. 1, pp. 95 - 104, 7 fig., Milano.

- Dietrich J. & Franz U. (1978) - The Gosau Formation (Northern Calcareous Alps) an Example of an Alpine Trench—Slope—Continental Margin. *Inter—Union Comm. Geodynamics Scient. Rep.*, n. 38. Alps, Apennines, Hellenides. Pp. 95 - 96, 1 fig., Stuttgart.
- Douglas R.G. (1969) - Upper Cretaceous planktonic Foraminifera in northern California. *Micropaleont.*, v. 15, n.2, pp. 151 - 209, 11 tav., 6 fig., New York.
- Durand-Delga M. (1980) - Considérations sur les flyschs du Crétacé inférieur dans les chaînes alpines d'Europe. *Bull. Soc. Géol. France*, s. 7, v. 22, n. 1, pp. 15 - 30, 4 fig., Paris.
- Eicher D.L. & Worstell P. (1970) - Cenomanian and Turonian Foraminifera from the Great Plains, United States. *Micropaleont.*, v. 16, n. 3, pp. 269 - 324, 13 tav., 12 fig., New York.
- E.N.I. (1977) - Malossa. 26 pp., 16 fig., Grafica Pini—Centro Stampa Eni, San Donato Milanese, Milano.
- Fernandez D. (1962) - Modalità di sedimentazione del "flysch" cenomaniano-turoniano nella regione di Pontida (Lombardia). *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, v. 101, n.1, pp. 43 - 60, 5 tav., 3 fig., Milano.
- Fernandez D. (1963) - Depositi di correnti di torbidità nelle Prealpi Bergamasche: le arenarie del Cretacico superiore (Coniaciano). *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, v. 102, n.1, pp. 83 - 122, 2 tav., 8 fig., Milano.
- Fischer A.G. & Arthur M.A. (1977) - Secular variations in the pelagic realm. *SEPM*, Spec. Publ. n. 25, pp. 19 - 50, 8 fig., H.E. Cook & P. Enos ed., Tulsa.
- Gaetani M. (1975) - Jurassic Stratigraphy of the Southern Alps: a review. In: *Geology of Italy*, Ed. Coy Squyres—The Earth Sc. Soc. Libyan Arab Republic, pp. 377 - 402, 15 fig. Tripoli.
- Gelati R. (1980) - The Aptian—Coniacian stratigraphic succession in the Bergamo region. In: *The Complex Basins of the Calcareous Alps and Palaeomargins. Abh. Geol. Bund.*, 266 C.G.I., v. 34, pp. 323 - 324, 2 fig., Wien.
- Gelati R. & Cascone A. (1981) - Le successioni terrigene cretatiche della Bergamasca. *Rend. Soc. Geol. It.*, n. 3 (1980), pp. 39 - 40, 1 fig., Roma.
- Gelati R. & Passeri L.D. (1967) - Il flysch di Bergamo: nuova formazione cretatica delle Prealpi lombarde. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 73, n. 3, pp. 835 - 850, 1 tav., 6 fig., Milano.
- Geyssant J. (1980) - Corrélation péri-adriatiques le long des Alpes orientales: rapport entre domaines austro-alpin et sud-alpin et tectogenèse crétacée. *Bull. Soc. Géol. France*, s. 7, v. 22, n.1, pp. 31 - 42, 2 fig., Paris.
- Gnaccolini M. (1968) - Prealpi Lombarde. In: Desio A., — *Geologia d'Italia*, pp. 363 - 365, 1 fig., Ed. Utet, Torino.
- Gnaccolini M. (1971) - Sedimentologia dei conglomerati di Sirone. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 77, n. 1, pp. 1 - 9, Milano.
- Haering M.O. (1979) - The Sirone Conglomerate: a deep sea fan deposits in the Upper Cretaceous flysch of Lombardy. *Mem. Soc. Geol. It.*, v. 18 (1978), pp. 57 - 62, 6 fig., Roma.
- Hesse R. (1975) - Turbiditic and non turbiditic mudstone of Cretaceous flysch sections of the East Alps and other basins. *Sedimentology*, v.22, pp. 387-416, 11 fig., Amsterdam.
- Hesse R. & Butt A. (1976) - Paleobathymetry of Cretaceous turbidite basins of the east Alps relative to the calcite compensation level. *Journ. Geol.*, v.34, n.5, pp. 505-533, 12 fig., Chicago.
- Jenkins H.C. (1980) - Cretaceous anoxic events: from continents to ocean. *Journ. Geol. Soc. London*, v. 137, pp. 171- 188, 6 fig., London.
- Kaneps A. (1976) - Deep Sea Drilling Project. *Geotimes*, v.21, n.1, pp. 16 - 17, Falls Church.
- Kent P.E. (1977) - The Mesozoic development of aseismic continental margins. *Journ. Geol. Soc. London*, v.134, pp. 1 - 18, 5 fig., London.
- Laubscher H. & Bernoulli D. (1976) - Mediterranean and Tethys. *Intern. Symp. Struct. Hist. Medit. Basins*, Split (Jugoslavia) 25 - 29/10/1976, pp. 129 - 132, 4 fig., Ed. Technip, Paris.

- Longoria J.F. (1974) - Stratigraphic, morphologic and taxonomic studies of Aptian planktonic Foraminifera. *Rev. Esp. Micropaleont.*, n. extra Dicembre 1974, pp. 1-134, 27 tav., 7 fig., Madrid.
- Massari F. & Medizza F. (1973) - Stratigrafia e Paleogeografia del Campaniano-Maastrichtiano nelle Alpi Meridionali. *Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova* v.28, pp. 1-63, 4 tav., 18 fig., Padova.
- Mutti E. & Ricci Lucchi F. (1972) - Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. It.*, v. 11, n. 2, pp. 161-199, 30 fig., Pisa.
- Passarè G. (1965) - Il Giurassico superiore nelle Prealpi Lombarde. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, Mem. 11, 228 pp., 10 tav., 25 tab., Milano.
- Passeri L.D. (1965) - Cenni sulla tettonica delle colline cretacee a sud di Zandobbio (ovest del Lago d'Iseo). *Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, v. 99, pp. 716-724, 1 fig., Milano.
- Passeri L.D. (1969) - Marna di Bruntino. *Studi Ill. Carta Geol. Italia*, n. 2, 9 pp., 2 fig., Roma.
- Pessagno E.A. (1967) - Upper Cretaceous planktonic Foraminifera from the western Gulf Coastal Plain. *Paleont. Amer.*, v. 37, pp. 245-445, 100 tav., 63 fig., New York.
- Piat B. (1963) - Etude géologique de la région de Trescore-Balneario (Alpes méridionales, province de Bergamo, Italie). *Bull. Soc. Géol. France*, s. 7, v.5, pp. 767-774, 4 fig., Paris.
- Premoli Silva I. & Paggi L. (in corso di stampa) - Stratigraphy and sedimentation of Mid Cretaceous Formations in Northern and Central Italy.
- Robaszynski F. & Caron M. (Eds.) (1979) - Atlas de Foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Mer Boréale et Téthys). Groupe de travail européen des Foraminifères planctoniques. *Cahiers Micropaléont.*, v. 1-2, 80 tav., 12 fig., Paris.
- Servizio Geologico d'Italia (1954) - Foglio 33 Bergamo, scala 1:100.000, Stab. L. Boboli, Firenze.
- Sigal J. (1977) - Essai de la zonation du Crétacé méditerranéen à l'aide des Foraminifères planctoniques. *Géol. Médit.*, v.4, n. 2, pp. 99-108, 2 tav., Aix en Provence.
- Stoppani A. (1857) - Studi geologici e paleontologici sulla Lombardia. V. in 16° di 461 pp., 2 tav., Tip. Turati, Milano.
- Trumpy R. (1973) - The timing of Orogenic Events in the Central Alps. Gravity and Tectonics (Van Bemmelen Volume). Pp. 229-251, 3 fig., J. Wiley & Sons, New York.
- Varisco A. (1881) - Note illustrative della carta geologica della provincia di Bergamo. V. in 8° di 130 pp., 1 carta geol. al 75.000, Tip. Garuffi e Gatti, Bergamo.
- Venzo S. (1954) - Stratigrafia e Tettonica del Flysch (Cretacico-Eocene) del Bergamasco e della Brianza orientale. *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, v. 31, 6 tav., 24 fig., Roma.
- Winterer E.L. & Bosellini A. (1981) - Subsidence and Sedimentation on Jurassic Passive Continental Margin, Southern Alps, Italy. *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.*, v. 65, n. 3, pp. 394-421, 28 fig., Tulsa.

