

GORTANIA - Atti Museo Friul. Storia Nat.	13 ('91)	5-30	Udine, 31.VII.1992	ISSN: 0391-5859
--	----------	------	--------------------	-----------------

S. VENTURINI, G. TUNIS

NUOVI DATI STRATIGRAFICI, PALEOAMBIENTALI E TETTONICI SUL FLYSCH DI CORMONS (FRIULI ORIENTALE)*

NEW STRATIGRAPHICAL, PALEOENVIRONMENTAL AND TECTONIC DATA OF THE FLYSCH DI CORMONS (EASTERN FRIULI)

Riassunto breve – Vengono descritti dal punto di vista litologico, biostratigrafico e paleoambientale i depositi del flysch dei colli di Cormons e di Rosazzo - Rocca Bernarda. Alla fine dell'Ypresiano e alla base del Lutetiano i depositi torbiditici di chiusura del Solco Giulio sono stati controllati da variazioni eustatiche. Nel Lutetiano inferiore si è verificata una rapida progradazione dei depositi di prodelta, fronte e piana deltizia, probabilmente in corrispondenza di un sollevamento tettonico. Dal punto di vista tettonico, le aree dei colli di Rosazzo, Rocca Bernarda e Cormons sono caratterizzate da numerose ripetizioni di serie determinate da faglie orientate NW-SE.

Parole chiave: Stratigrafia, Sedimentologia, Tettonica, Flysch di Cormons, Eocene, Friuli orientale.

Abstract – *The lithological, biostratigraphical and paleoenvironmental characteristics of the flysch deposits of the hills of Cormons and Rosazzo are described. Sea level changes controlled the final filling turbiditic deposits of the Julian Basin during the uppermost part of the Ypresian up to the earliest Lutetian. During the Early Lutetian a rapid progradation of prodelta, front and deltaic plain deposits occurred, probably connected to a tectonic uplift. As far as the tectonics is concerned, the areas of the hills of Rosazzo, Rocca Bernarda and Cormons are characterized by various sequence repetitions, caused by faults NW-SE orientated.*

Key words: *Stratigraphy, Sedimentology, Tectonics, Flysch di Cormons, Eocene, Eastern Friuli.*

Introduzione

Le aree interessate dal presente lavoro sono i colli di Cormons, tra Brazzano e Subida, ed i colli di Rosazzo e di Rocca Bernarda (fig. 1).

* Lavoro realizzato con i contributi M.P.I. 60% (resp. G. Catani).

I depositi terrigeni eocenici dell'area di Cormons sono noti da lungo tempo per la presenza di macrofossili, studiati in particolare da DAINELLI (1915) e FABIANI (1915). Hanno inoltre rappresentato un'importante area di studio per i macroforaminiferi (HOTTINGER, 1960; SCHAUB, 1962). MARTINIS (1955) e CASTELLARIN & ZUCCHI (1963) hanno esaminato i colli di Rosazzo dal punto di vista litologico e paleoambientale. MARTINIS (1962), in un'ampia monografia riguardante l'area tra lo Iudrio ed il Timavo, ha definito il Flysch di Cormons, offrendo una dettagliata descrizione litologica. Questa formazione è stata studiata dal punto di vista sedimentologico e paleoambientale da TUNIS & PIRINI (1987), che hanno ipotizzato un'evoluzione da condizioni di ambiente marino profondo ad ambiente di piattaforma. I dati più significativi dal punto di vista micropaleontologico sono stati forniti da PICCOLI & PROTO DECIMA (1969), che hanno segnalato la presenza della parte superiore dell'Ypresiano presso Subida, ed il passaggio Ypresiano-Luteziano tra Novali e Plessiva (Colli di Cormons).

Dunque, i colli di Cormons e di Rosazzo rappresentano una delle aree del Friuli relativamente più conosciute dal punto di vista geologico. Nonostante ciò, durante il rilevamento dei colli di Dolegna e Ruttars, posti a settentrione (TUNIS & VENTURINI, 1989), sono emerse alcune novità, quali ad esempio la presenza di importanti disturbi tettonici ad andamento NW-SE e di una successione flyschoidale di età eocenica inferiore denotante una progressiva riduzione batimetrica, passando da torbiditi epibatiali a depositi deltizi. Queste novità ci hanno spinto a proseguire le ricerche anche sui colli meridionali. L'intento era di definire la successione stratigrafica mediante il riconoscimento delle biozone a foraminiferi planctonici, di tracciare l'evoluzione ambientale con l'analisi del contenuto faunistico e della variazione delle caratteristiche sedimentologiche e, infine, di verificare la presenza di disturbi tettonici.

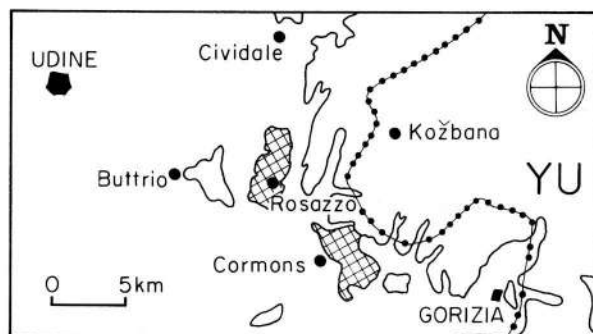


Fig. 1 - Carta indice. In retino è rappresentata l'area esaminata.
- Index map. The area under examination is sketched by nets.

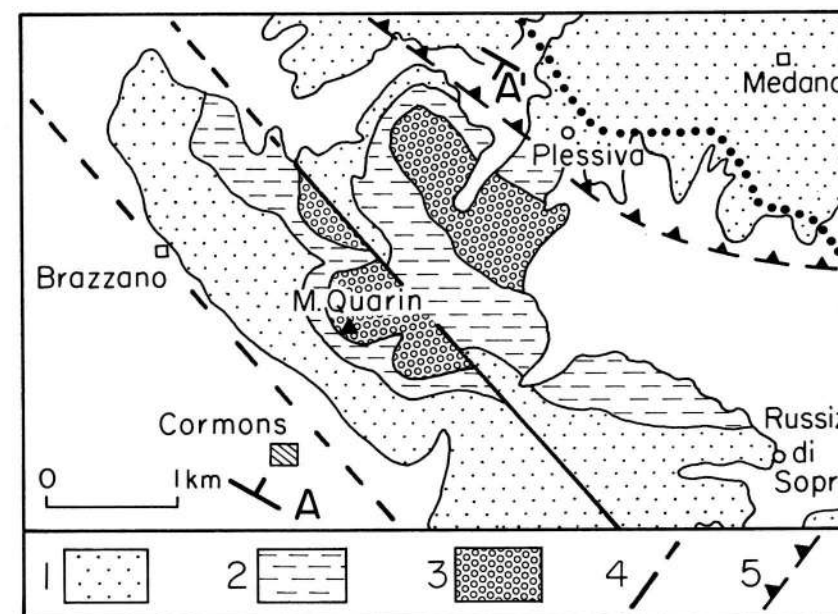


Fig. 2 - Schema di distribuzione delle associazioni di facies dei Colli di Cormons. 1) Torbiditi epibatiali argilloso-arenacee e arenaceo-argillose, con banchi di arenarie amalgamate. Ypresiano-Luteziano basale. 2) Argille siltose e siltiti, talora ciottolose, con frequenti intercalazioni arenacee. Prodelta. Luteziano. 3) Arenarie, siltiti, arenarie conglomeratiche, conglomerati. Fronte e piana deltizia. Luteziano. 4) Faglie subverticali. 5) Sovrascorrimiento.
- Distribution map of the main facies associations of the hills of Cormons. 1) Clayey sandy and sandy clayey epibathyal turbidites interbedded with amalgamated thick beds of sandstone. Ypresian-Early Lutetian. 2) Silty clays and siltites, pebbly at times, with several sandy interbeddings. Prodelta. Lutetian. 3) Sandstones, siltites, conglomeratic sandstones, conglomerates. Front and deltaic plain. Lutetian. 4) Subvertical faults. 5) Overthrust.

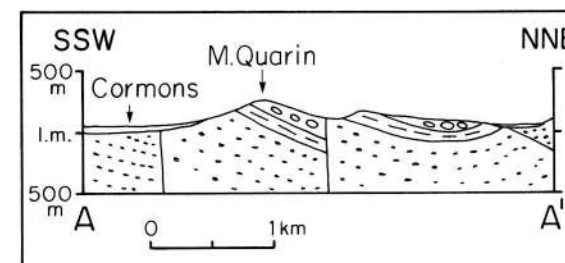


Fig. 3 - Sezione geologica schematica dei colli di Cormons. Traccia della sezione e legenda in fig. 2.
- Cross section along the hills of Cormons. Geological cross section track and text in fig. 2.

Colli di Cormons

Stratigrafia, sedimentologia e tettonica

Nello schema geologico di fig. 2 vengono tracciate le principali linee tettoniche e vengono distinte le principali facies dei Colli di Cormons. Le linee tettoniche che interessano l'area del M. Quarin sono subverticali e ad andamento dinarico (fig. 3), mentre nella zona di Plessiva è presente una faglia a basso angolo con verticalizzazioni degli strati. In fig. 4 sono schematizzate la successione stratigrafica e le variazioni paleobatimetriche. La successione comprende parte della biozona ad *A. pentacamerata* (sommità dell'Ypresiano) e la parte inferiore della zona ad *A. bullbrookii* (Luteziano).

Litologia e sedimentologia

La successione è così costituita, dal basso verso l'alto (fig. 4):

- argille siltose con esili livelli arenacei (poco a nord di Brazzano);
- flysch arenaceo-argilloso (arenarie anche di spessore cm 50) a sequenza negativa nella parte inferiore e positiva in quella superiore. Si notano laminazioni piano-parallele, rare gradazioni ed una notevole bioturbazione (circa m 10);
- flysch a dominanza argillosa, in strati sottili (potenza massima delle arenarie cm 30), A/P tra 1 e 0.5;
- arenarie amalgamate. Le arenarie presentano spessori fino a m 1.5 e sono talora separate da esili intercalazioni argillose. Accenni di gradazione e frequenti frustoli carboniosi (m 6) (S.Giorgio di Brazzano);
- flysch argilloso-arenaceo in strati sottili, talora con arenarie di spessore cm 20, passante verso l'alto ad argille siltose con esili livelli arenacei;
- arenarie e microconglomerati rinsaldati e canalizzati (m 4) (Subida);
- argille ricche di Nummuliti e frammenti di fossili (m 1.5);
- strato arenaceo;
- olistostroma con argille ciottolose, lembi arenacei e clay-chips di argille (m 2);
- arenarie, arenarie conglomeratiche e microconglomerati in strati e banchi spesso rinsaldati, talora canalizzati o con sottili interstrati argillosi (m 8) (Subida; C. della Croce; m 400 ad W di Limband);
- argille con livelletti arenacei (m 5);
- flysch argilloso-arenaceo, con livelli arenacei fino a cm 10;

- argille siltose e siltiti con ciottoli, macroforaminiferi, Molluschi, Coralli. Presenza di livelli arenacei, brecciole nummulitiche e microconglomerati silicei. Presenza di strati arenacei con strutture tipo hummocky nella parte alta (Case Limband, Case Peressin);
- arenarie amalgamate, talora con gradazione, stratificazione incrociata, festoons e pinch-outs;

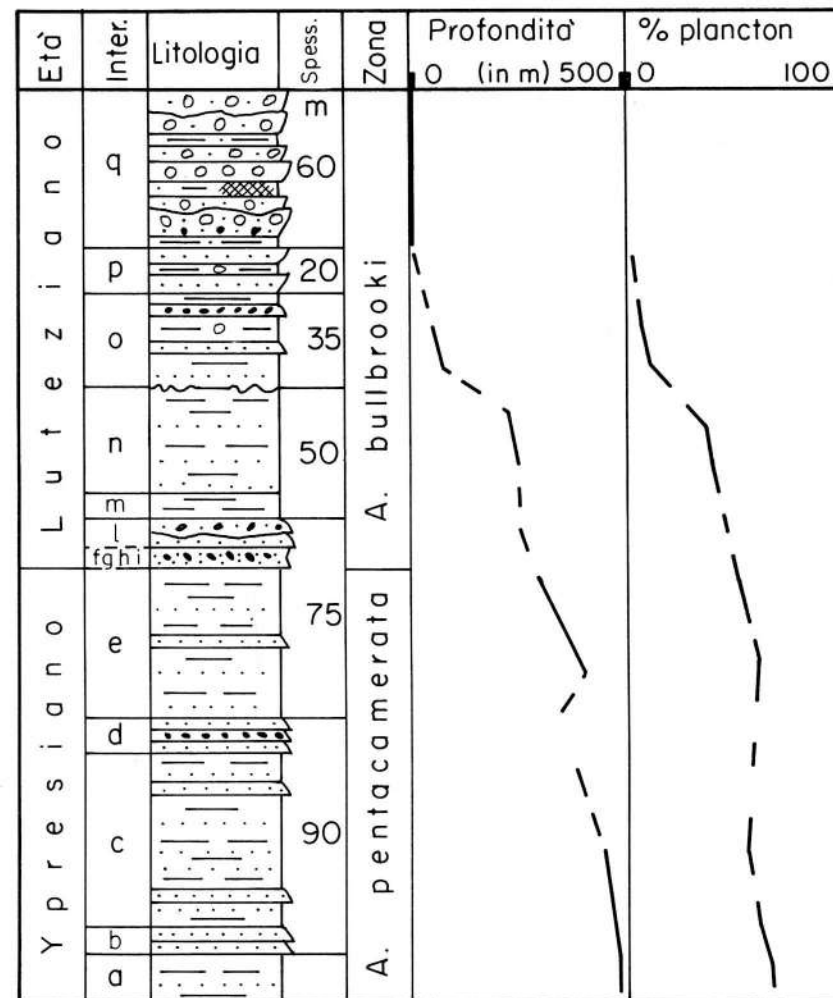


Fig. 4 - Successione stratigrafica dei colli di Cormons. A destra sono schematizzate le variazioni batimetriche e le percentuali dei foraminiferi planctonici.
- Stratigraphic sequence of the hills of Cormons. On the right, the bathymetric changes and the planktonic Foraminifera percentages are sketched.

q) arenarie conglomeratiche e conglomerati. I conglomerati sono spesso matrix-supported, talora mud-supported, sono disorganizzati e non stratificati, a ciottoli arrotondati in prevalenza silicei con diametro massimo di cm 20 (M. Quarin, Bosco di Plessiva). MARINONI (1866) ha segnalato la presenza di una lente di lignite tra Subida e Plessiva, cavata per usi industriali all'inizio del secolo.

Associazioni faunistiche

Per la definizione del passaggio Ypresiano-Luteziano è stata utilizzata l'estinzione di *A. soldadoensis*, la comparsa di *Globigerinatheka* ed il "boom" di forme tipiche di *A. bullbrooki*. Non sono stati individuati esemplari del genere *Hantkenina*. Questo limite ricade con una certa approssimazione alla base del livello "f". Le associazioni faunistiche dei livelli ypresiani sono caratterizzate da percentuali di foraminiferi planctonici comprese tra 50 e 65%. Tra i foraminiferi planctonici sono presenti *M. aragonensis*, *Globigerina* spp., *A. primitiva*, *A. soldadoensis* e rare forme affini ad *A. bullbrooki*. Questa associazione fa attribuire i livelli esaminati alla biozona ad *A. pentacamerata*. Tra i bentonici sono da segnalare *Heterolepa* spp., *Chilostomella* spp., *Stilostomella* spp., *Bolivina* spp., *Dentalina* spp., *Lenticulina* spp., *Anomalinoidea* spp., *Guttulina* sp. e frequenti agglutinati. Sono presenti livelli risedimentati con frequenti forme bentoniche di bassa profondità, tra cui *Nummulites* ed *Assilina*.

I depositi luteziani mostrano il 35-45% di plancton nei livelli "m-n", con presenza di frequenti *A. bullbrooki*; il livello "o" è caratterizzato da percentuali di plancton sempre inferiori al 15%, con associazioni costituite in particolare da *A. bullbrooki*, *Nummulites* spp., *Heterolepa dutemplei*, *Quinqueloculina* spp., *Pararotalia audouini*. Sono da segnalare inoltre frequenti macrofossili (Molluschi, Coralli solitari, etc.). La presenza di Coralli coloniali in peliti ciottolose della parte inferiore di questo livello è da collegarsi a processi di risedimentazione.

I livelli "p" e "q" hanno finora rivelato solo rari foraminiferi, in gran parte rimangiati.

Caratteristiche paleoambientali

Le associazioni faunistiche, le caratteristiche sedimentologiche e la sequenza litologica evidenziano una progressiva riduzione batimetrica. Si passa da torbiditi epibatiali con intervalli emipelagici (livelli "a-n"), a facies di prodelta (livello "o"), ed infine a facies di fronte e piana deltizia (livelli "p-q"). I livelli "d" e "f-l" si sono depositati durante fasi di massicci apporti clastici. La prossimalità di queste torbiditi è indi-

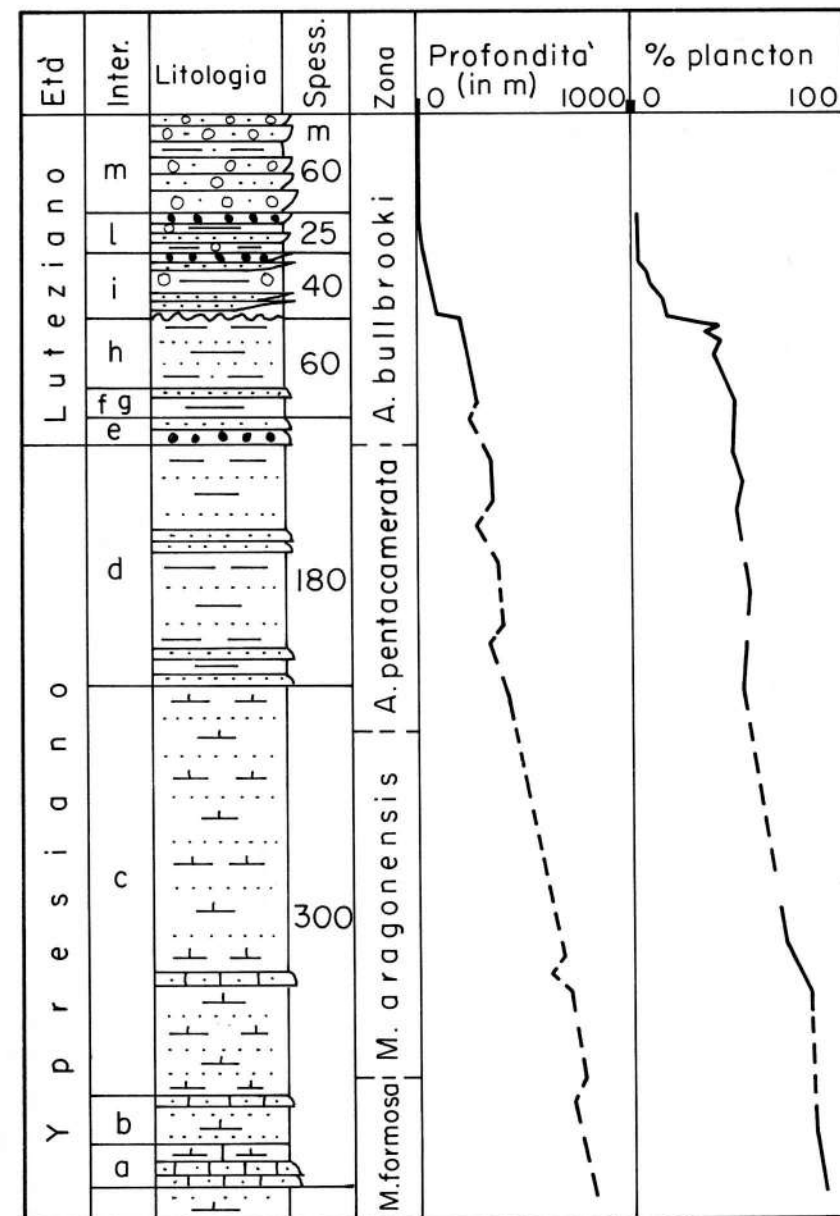


Fig. 5 - Successione stratigrafica dei colli di Rosazzo e Rocca Bernarda. A destra sono schematizzate le variazioni batimetriche e le percentuali di foraminiferi planctonici.
- Stratigraphic sequence of the hills of Rosazzo and Rocca Bernarda. On the right, the bathymetric changes and the planktonic Foraminifera percentages are sketched.

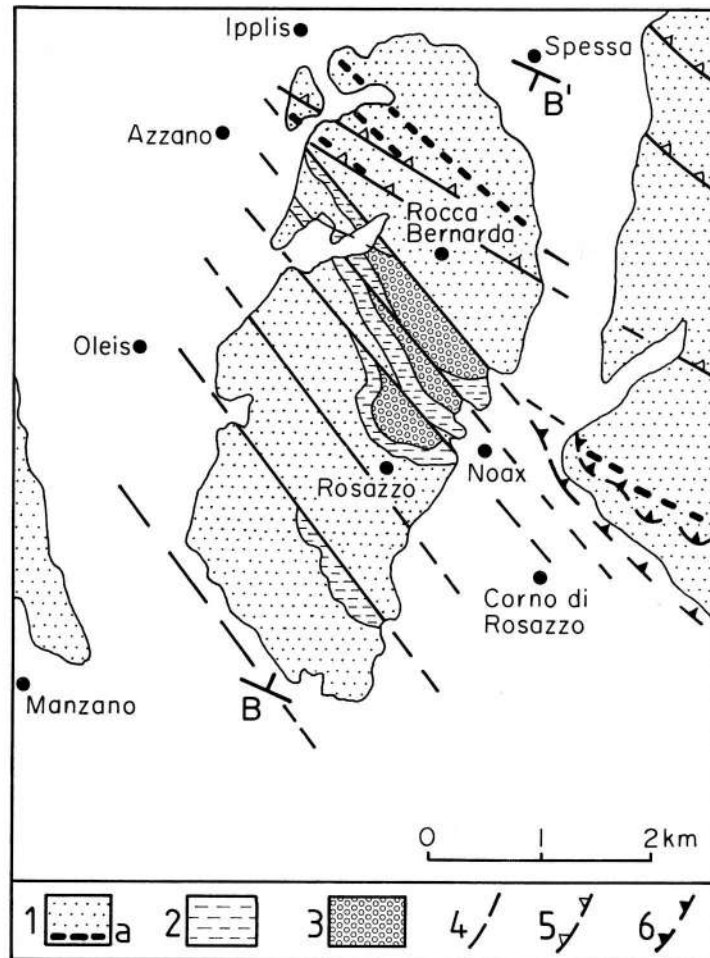


Fig. 6 - Schema di distribuzione delle associazioni di facies dei Colli di Rosazzo e Rocca Bernarda. 1) Torbiditi epibatiali marnoso-arenacee, argilloso-arenacee e arenaceo-argillose; alla base sono presenti banchi carbonatici (a) e calciturbiditi. Ypresiano-Luteziano basale. 2) Argille siltose e siltiti, talora ciottolose, con frequenti intercalazioni arenacee. Prodelta. Luteziano. 3) Arenarie, siltiti, arenarie conglomeratiche, conglomerati. Fronte e piana deltizia. Luteziano. 4) Faglie subverticali. 5) Faglie inverse. 6) Sovrascorrimenti.

- Distribution map of the main facies associations of the hills of Rosazzo and Rocca Bernarda. 1) Marly-sandy, clayey-sandy and sandy-clayey epibathyal turbidites; at the bottom of the sequence, carbonate big beds (a) and calciturbidites occur. Ypresian-Early Lutetian. 2) Silty clays and siltites, pebbly at times, with several sandy interbeddings. Prodelta. Lutetian. 3) Sandstones, siltites, conglomeratic sandstones, conglomerates. Front and deltaic plain. Lutetian. 4) Subvertical faults. 5) Reverse faults. 6) Overthrusts.

cata dalle dimensioni dei clasti, dalla scarsità di strutture interne, dalle marcate canalizzazioni e dalla presenza di olistostromi. Anche nella parte inferiore-media delle facies di prodelta sono presenti livelli risedimentati, interpretabili come storm-beds (micro-conglomerati, brecciole nummulitiche) oppure come slumps (peliti ciottolose con Coralli coloniali, etc.). Infine, è significativa la scoperta di una lente di lignite nel livello "q", indicante un ambiente di "marsh" nell'ambito della piana deltizia.

Le batimetrie, stimate in base alle percentuali di plancton ed alle associazioni bentoniche (fig. 4), variano da circa 500-300 metri nei livelli "a-m" a circa 250-200 metri nel livello "n", ed infine tra 100 e 30 metri per quanto riguarda il livello "o". I rari foraminiferi osservati nei livelli "p" e "q" non permettono considerazioni ambientali affidabili.

Colli di Rosazzo e Rocca Bernarda

Stratigrafia e Tettonica

Un'altra importante area di affioramento di depositi di chiusura del Solco Giulio è rappresentata dai colli di Rosazzo e Rocca Bernarda. La successione di questi colli (fig. 5) presenta notevoli analogie con la serie tipo di Cormons. L'esistenza di numerose ripetizioni di serie (figg. 6 e 7) ha permesso solo una stima approssimata dello spessore complessivo della successione; nonostante ciò, le migliori condizioni di affioramento di alcuni intervalli rispetto all'area del M. Quarin hanno consentito di

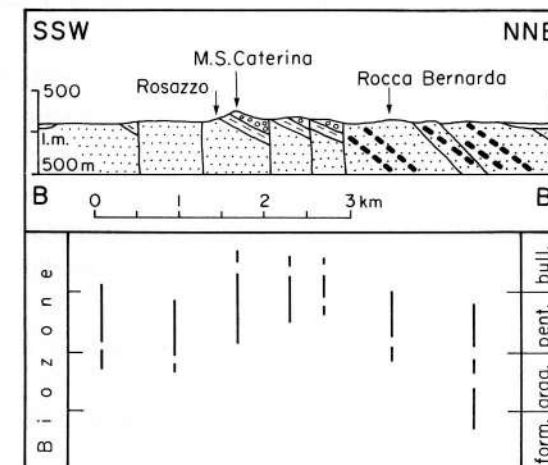


Fig. 7 - Sezione geologica schematica dei colli di Rosazzo e Rocca Bernarda. Traccia della sezione e legenda in fig. 5. In basso, biozone individuate negli spezzoni di successione esaminati. - Cross section along the hills of Rosazzo and Rocca Bernarda. Geological cross section track and text in fig. 5. Below, biozones singled out in the examined parts of the sequence.

completare il quadro stratigrafico. A nord di Rocca Bernarda, le dislocazioni tettoniche hanno fatto affiorare una successione torbiditica contenente due banchi carbonatici, dei quali quello inferiore è verosimilmente correlabile con il "Sass della Madonna", megabed segnalato presso Ruttars, a nord di Cormons, da TUNIS & VENTURINI (1989). Queste torbiditi sono di età ypresiana, mentre a sud di Rocca Bernarda affiorano facies torbiditiche attribuibili al passaggio Ypresiano - Luteziano e facies deltizie di età luteziana.

L'eterocronia delle torbiditi e dei depositi deltizi e la presenza di significative ripetizioni tettoniche sono state finora trascurate ed hanno talora determinato confuse interpretazioni stratigrafiche e paleoambientali.

Litologia e sedimentologia

La successione litologica, schematizzata in fig. 5, è così costituita dal basso verso l'alto:

- Banco carbonatico formato da due calcitorbiditi rinsaldate (m 7 totali; Ta: cm 20 di brecciola; TbTcTd: m 3 di calcarenite; Te: m 4 di marna). Flute casts da NW. (C. Nussi) (fig. 8).
- Flysch marnoso-arenaceo, con livelli arenacei mediamente di cm 5, talora con spessori di cm 30-60, con laminazioni parallele ed incrociate e rare gradazioni. Presenti calcitorbiditi. Flute casts con direzione da NW (Case Nussi) (fig. 8).
- Flysch marnoso, con sottili livelli arenacei che raramente raggiungono i cm 20 e che sono caratterizzati da laminazioni parallele. Presenza di un banco carbonatico (m 4 totali; Ta: livello di brecciola alla base; Tb: m 2 di calcarenite con laminazioni parallele; Te: m 2 di marna) e di rare calcitorbiditi. (Luogo Cossio; C. Tunella).
- Flysch argilloso-arenaceo, con porzione arenacea generalmente inferiore a cm 5. Locale presenza di strati e banchi arenacei fino a m 1.5 di spessore. Le arenarie presentano generalmente laminazioni parallele, meno frequentemente incrociate. (Villa Cernazzai SE; C. Gaspariotti; Rocca Bernarda).
- Strati e banchi di arenarie e arenarie conglomeratiche, rinsaldati, talora con canalizzazioni e laminazioni incrociate. Spessore totale circa m 1. È presente un livello di olistostroma con clay-chips. (Casali Micheloni).
- Argille con sottili livelli arenacei, per uno spessore complessivo superiore a m 7 (A nord di Casali Micheloni).
- Strati di arenarie ed arenarie ciottolose, rinsaldati, con calcilutite a laminazione convoluta alla sommità (m 2.5) (A nord di Casali Micheloni).

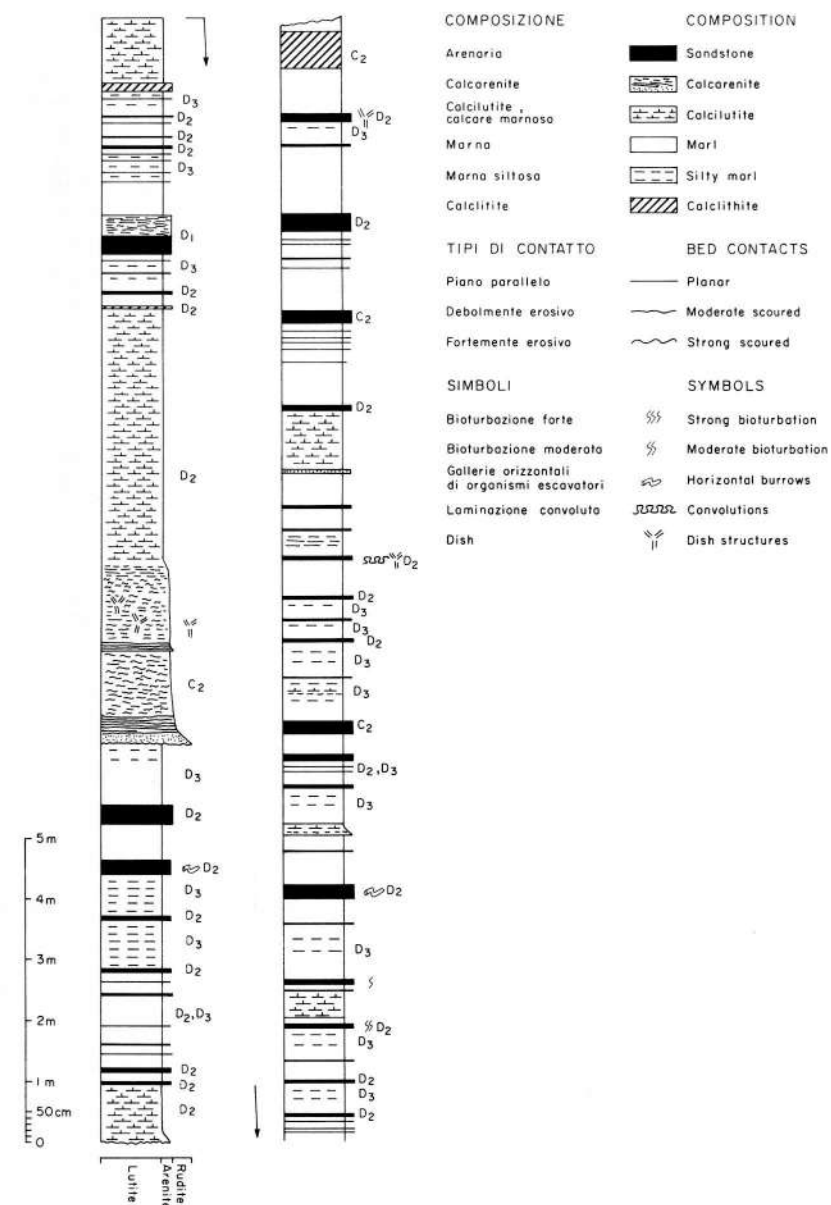


Fig. 8 - Log litologico-sedimentologico della successione C. Nussi (Ipplis). Facies torbiditiche secondo lo schema di MUTTI & RICCI LUCCHI (1975).

- Lithological-sedimentological log of the C. Nussi (Ipplis) sequence. Turbiditic facies according to MUTTI & RICCI LUCCHI (1975).

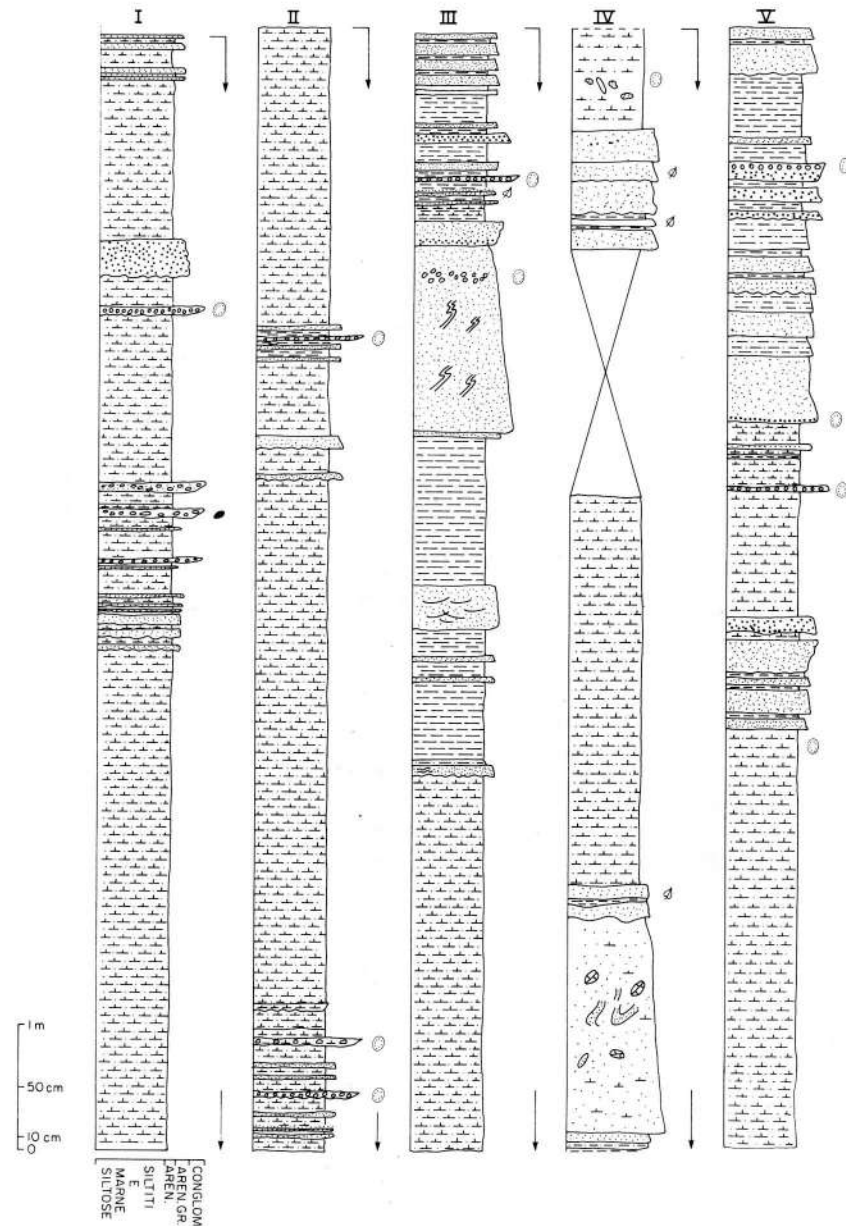


Fig. 9 - Log litologico-sedimentologico della successione Abbazia di Rosazzo. Per i simboli confronta fig. 10.

- Lithological-sedimentological log of the Abbazia di Rosazzo sequence. Symbols in fig. 10.

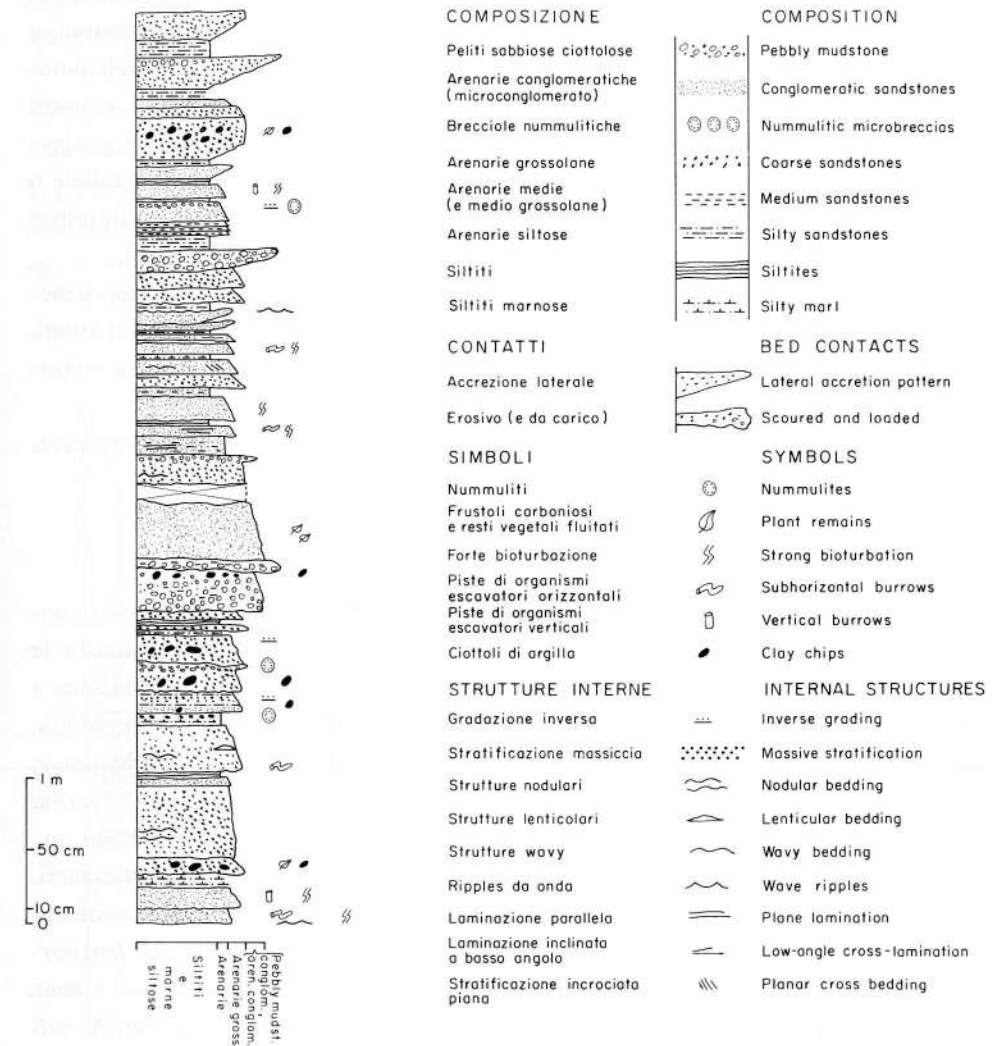


Fig. 10 - Log litologico-sedimentologico della successione C. Felcaro (Noax).

- Lithological-sedimentological log of the C. Felcaro (Noax) sequence.

- h) Argille e argille siltose con scarsi e sottili livelli arenacei, di spessore massimo cm 10, talora con pinch-outs e groove casts (In totale, più di m 20). (A nord di Casali Micheloni; Rosazzo) (fig. 9).
- i) Alternanze di argille siltose, siltiti ed arenarie. Le argille e le siltiti spesso contengono ciottoli; le arenarie sono caratterizzate da pinch-outs e canalizzazioni, e talora si presentano in pacchi di strati rinsaldati. Presenti livelli di brecciole nummulitiche, di microconglomerati silicei e di pebbly mudstone. Nei livelli arenacei e conglomeratici si osservano strutture massive, gradazioni normali o inverse, clay-pebbles, strutture di tipo "wavy" e ripples linguoidi, rare laminazioni parallele o incrociate, groove casts. Sporadicamente, i livelli di argille e siltiti ciottolose mostrano alla base un contatto erosivo. (Rosazzo (fig. 9); Noax (fig. 10).
- l) Arenarie, arenarie microconglomeratiche e siltiti ciottolose. I ciottoli sono generalmente arrotondati, meno frequentemente spigolosi, spesso con fori di Litodomi. I livelli arenacei presentano talora strutture di tipo "hummocky". Intensa bioturbazione (NW di Noax, M.S. Caterina).
- m) Arenarie conglomeratiche e conglomerati, con ciottoli anche di cm 20 di lunghezza. (M. S. Caterina; NW di Noax).

Associazioni faunistiche

Le facies torbiditiche affioranti a nord di Rocca Bernarda (livelli b-c-d) contengono associazioni delle biozone *M. formosa*-*M. aragonensis*-*M. pentacamerata*; le percentuali di plancton variano tra 50 e 90%. I foraminiferi planctonici della zona a *M. formosa* sono rappresentati da *Acarinina soldadoensis*, *A. primitiva*, *A. nitida*, *Morozovella lensiformis*, *M. aragonensis*, *M. formosa*, *M. gracilis*, *M. subbotinae*, *Globigerina* spp.; il benthos è costituito da *Heterolepa* spp., *Eponides* sp., *Uvigerina* sp., *Nuttalides truempyi*, *Bolivina* sp., *Stilostomella* spp., *Praeglobobulimina* sp., *Anomalinoides* spp., *Gyroidinoides* spp., *Lenticulina* spp., Foraminiferi agglutinanti. Nella zona a *M. aragonensis* è significativa la presenza di esemplari di *A. pentacamerata* ed *A. broedermanni*, associati a *M. subbotinae*, *M. aragonensis*, *M. lensiformis*, *A. soldadoensis*, *A. primitiva*, *Gyroidinoides* sp., *Ammodiscus* sp., etc. La zona a *M. pentacamerata* è caratterizzata da *M. aragonensis*, *M. pentacamerata*, *A. soldadoensis*, *A. primitiva*, *Globigerina* spp.. Nella parte superiore, compaiono rari esemplari di *M. spinulosa* ed *A. bullbrooki*. Tra i Foraminiferi bentonici dominano gli agglutinanti, associati a *Bolivina* spp., *Lenticulina* spp., *Fissurina* sp., *Praeglobobulimina* sp., *Heterolepa* sp..

Le argille del livello "f" contrassegnano la base della biozona ad *A. bullbrooki*;

il plancton è rappresentato da frequenti *A. bullbrooki*, *Globigerina* spp., *M. aragonensis*, *M. spinulosa*, con percentuali di circa il 50%. Il benthos è formato in prevalenza da Foraminiferi agglutinanti (tra cui *Spiroplectammina*) e da *Heterolepa* spp., *Lenticulina* spp., *Fissurina* sp., *Bolivina* sp., *Bulimina* cf. *midwayensis*, *Pleurostomella* sp., *Gavelinella* sp., *Anomalinoides* sp., *Melonis* sp., etc.

I campioni provenienti dal livello "h" hanno rivelato frequenti planctonici (35-45%), tra cui *A. bullbrooki*, *M. spinulosa*, *A. pentacamerata*, *M. aragonensis* e rarissime *Globigerinathea* sp.. Tra i bentonici sono da segnalare frequenti Foraminiferi agglutinanti, associati a *Chilostomelloides* spp., *Planulina* sp., *Heterolepa* spp., *Nodosaria* sp., *Bolivina* spp., *Stilostomella* spp., *Gavelinella* sp., *Praeglobobulimina* sp., *Lenticulina* spp., *Uvigerina acutocostata*, etc.

Nel livello "i" si osserva una brusca riduzione della percentuale di plancton che

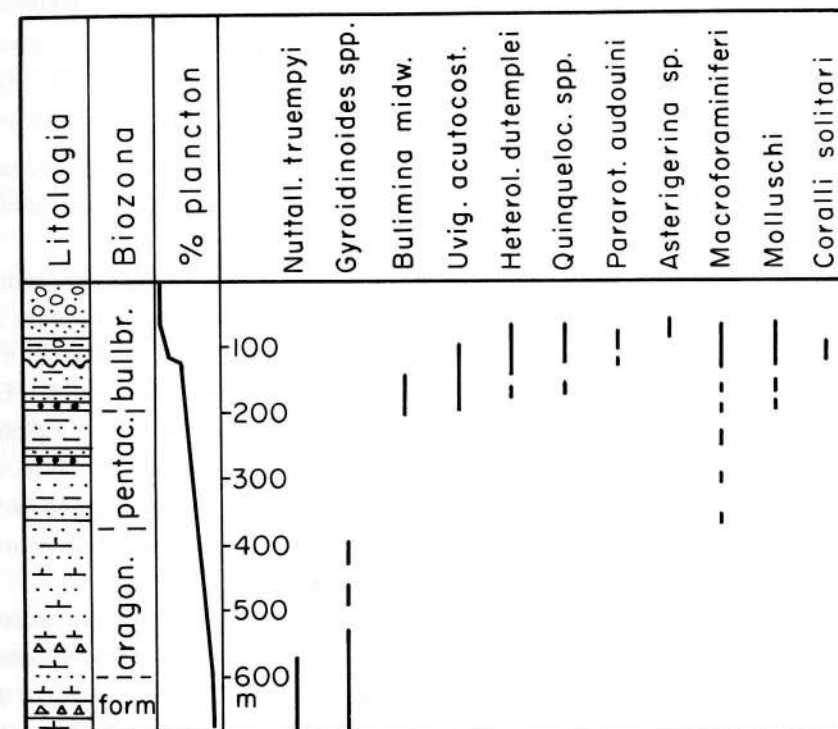


Fig. 11 - Successione stratigrafica dei colli di Rosazzo e Rocca Bernarda con distribuzione di alcune forme di foraminiferi bentonici e macrofossili.

- Stratigraphic sequence of hills of Rosazzo and Rocca Bernarda with the distribution of some forms of benthic Foraminifera and macrofossils.

scende al 15-7%. Le associazioni sono caratterizzate in particolare da Molluschi, Coralli (fig. 11), resti di Echinidi, macroforaminiferi (*Nummulites*, *Assilina*, *Operculina*), *Heterolepa dutemplei*, *Uvigerina acutocostata*, ed inoltre *Lenticulina* spp., *Planulina* sp., *Glandulina* sp., *Chilostomella* spp., *Gavelinella* sp., *Nodosaria* sp., *Stilostomella* sp., *Quinqueloculina imperialis*, *A. bullbrooki*, *M. aragonensis*, *Globigerina* spp., *Ostracodi*, etc. Nei livelli risedimentati provenienti dalla fronte deltizia, è da segnalare *Eorupertia* sp., oltre ad abbondanti Nummuliti, frequenti *Assilinae* e rare *Discocyclina*.

Ricche associazioni faunistiche sono state osservate anche in un orizzonte di siltiti del sovrastante livello "l". Predominano i macroforaminiferi (abbondanti Nummuliti, *Assilina* e rare *Operculina*) ed *Heterolepa dutemplei*, cui si associano *Quinqueloculina juleana*, *Q. imperialis*, Foraminiferi agglutinanti, *Cibicides* sp., *Asterigerina* sp., Molluschi, resti di Echinidi. I foraminiferi planctonici (rarissime *A. bullbrooki* e *Globigerina* spp.) sono presenti in percentuali inferiori all' 1%. Infine, nel livello "m" non sono state finora rinvenute faune in posto.

Caratteristiche paleoambientali

Le associazioni microfaunistiche, oltre a permettere una definizione biozonale del Flysch di Cormons, hanno consentito anche una precisa caratterizzazione ambientale dello stesso.

Fino alla base del Luteziano, le percentuali di plancton si mostrano sempre superiori al 45%, denotando un ambiente epibatiale con profondità comprese tra 300 e 800 metri circa (fig. 5). I foraminiferi bentonici e le caratteristiche sedimentologiche dei depositi silicoclastici e calciclastici sono in accordo con queste stime. Casi di parziale anossia al fondo sono segnalati da associazioni bentoniche oligotipiche a *Bolivina* e *Praeglobobulimina*. Il rapporto plancton/benthos è caratterizzato da una progressiva riduzione, con qualche modesta inversione di tendenza, ad esempio in corrispondenza del livello "f" (base Luteziano). Queste inversioni coincidono con nette riduzioni di spessore e frequenza dei livelli arenacei.

Nel Luteziano, dopo un'ulteriore breve fase di intensi apporti silicoclastici (livello "g»), nel livello "h" le associazioni faunistiche indicano una profondità media di 250 metri. Questo livello rappresenta la transizione tra i depositi torbiditici ed i depositi di prodelta sovrastanti. Il passaggio alle facies di prodelta è osservabile all'inizio della carrareccia che dall'abbazia di Rosazzo si dirige verso C. Micheloni, costeggiando il M. S. Caterina (fig. 8). La sequenza affiorante evidenzia un brusco "shallowing upward" indicato dalle variazioni faunistiche: in pochi decimetri, la per-

centuale di plancton si riduce da valori superiori al 35% a valori inferiori al 15%. La riduzione del plancton è concomitante con l'aumento di frequenza e di spessore dei livelli arenacei e con la comparsa di banchi di peliti ciottolose e di macrofossili in posto, quali ad esempio Coralli solitari talora in posizione di crescita (fig. 11). Le associazioni faunistiche fanno presumere batimetrie in progressiva diminuzione verso l'alto della successione, variando da circa 80 metri alla base del livello "i" a circa 40 metri alla sommità del livello stesso. Le facies di prodelta contengono i più importanti giacimenti a macrofossili del Flysch di Cormons. Parte di essi è connessa a fenomeni di risedimentazione da zone a minore profondità, soprattutto nella parte bassa del livello "i". Anche nel prodelta sono presenti livelli a faune oligotipiche, con *Bulimina* e *Praeglobobulimina*, denotanti un ambiente sfavorevole. Inoltre, le Nummuliti ritenute "in posto" sono molto piccole e a forma di lente. Gli orizzonti a faune scarse e/o oligotipiche sono verosimilmente dovuti a flussi di acqua dolce, con aumento di torbidità, variazioni di salinità, apporti di materia organica, stratificazioni della colonna d'acqua e conseguente riduzione di ossigeno al fondo. Nella parte superiore del livello, più favorevoli condizioni ambientali hanno permesso lo sviluppo di associazioni faunistiche ricche e diversificate.

I livelli arenacei e le breccie nummulitiche sono stati originati presumibilmente da flussi di ritorno connessi a tempeste. Sostanzialmente, si tratterebbe di torbiditi depositati sul pendio del prodelta (SWIFT et al., 1987; DAVIS et al., 1989). Talora questo pendio è stato interessato da fenomeni di "slumping" che possono aver amalgamato i sedimenti e dato origine alle peliti ciottolose. A queste amalgamazioni potrebbe aver contribuito un'intensa bioturbazione, osservata in diversi livelli. I gusci delle Nummuliti, in origine vuoti e facilmente trasportabili in sospensione, costituiscono spesso degli orizzonti alla sommità dei livelli torbiditici. Le alternanze di arenarie rinsaldate e di banchi pelitici e siltitici potrebbero esser interpretate come sequenze autocicliche, inserite in una megasequenza regressiva, con variazione della posizione del delta.

Un'ulteriore riduzione batimetrica è desumibile dai campioni provenienti dal livello "l": il plancton è praticamente assente e gli abbondanti bentonici indicano un battente d'acqua inferiore a 30 metri. Le strutture tipo "hummocky" implicano una diretta influenza del moto ondoso, almeno durante le tempeste. E' da porre in evidenza la presenza di abbondanti ciottoli con fori di Litodomi; un ciottolo contiene ancora le valve dei Litodomi nei fori riempiti da siltite, ed in superficie presenta un'ostrica attaccata, non abrasa. Le caratteristiche litologiche, sedimentologiche e faunistiche fanno ritenere che il livello "l" si sia depositato in un ambiente di fronte deltizia, mentre il sovrastante livello "m" è attribuibile ad un ambiente di piana deltizia.

Associazioni faunistiche affini a quelle dell'area di Cormons, con un analogo trend di riduzione batimetrica, sono state individuate in livelli dell'Eocene superiore nella zona di Possagno (GRUNIG & HERB, 1980).

Provenienze dei materiali terrigeni

Al fine di individuare in prima approssimazione le probabili aree sorgente dei depositi clastici del Flysch di Cormons, sono state esaminate le microfacies dei ciottoli contenuti nelle facies di prodelta e di piana deltizia. Le microfacies più significative sono rappresentate da:

- packstone (grainstone) intraclastico-fossiliferi a *Globotruncana*, frammenti di Rudiste, *Sulcoperculina*, *Orbitoides*, granuli terrigeni, clasti di piattaforma carbonatica (i ciottoli derivano da livelli carbonatici del flysch maastrichtiano delle Prealpi Giulie o dai monti di Tolmino);
- packstone e packstone arenacei con Corallinacee, Briozoi, *Miscellanea*, *Praturlonella*, *Globorotalia* (dal flysch paleocenico delle Prealpi);
- wackestone fossiliferi a *Globotruncana* (dalla Scaglia del Senoniano);
- wackestone con bande di packstone, a *Globotruncana* gr. *linneiana* e *Dicarinella concavata* (Senoniano inferiore);
- brecciole con clasti di packstone a *Nummulites*, *Alveolina*, *Orbitolites*, etc., e matrice con *Nummulites*, *Discocyclina*, *Assilina*, *Globigerina*, etc. (dal flysch eocenico delle Prealpi);
- Packstone (lumachella) ad Ammoniti, Gasteropodi, Lamellibranchi, *Nodosariidae*, *Calpionella alpina*, Echinodermi, Aptici, *Saccocoma*, *Crassicollaria* (facies di alto locale a sedimentazione condensata, del Titoniano superiore).

Sono presenti inoltre altre microfacies (packstone fini silicizzati, radiolariti, arenarie, etc.) non risolutive riguardo alle provenienze. Tra quelle descritte, prevalgono nettamente quelle derivate dal flysch maastrichtiano (16 ciottoli), seguite dalle microfacies paleoceniche (3) ed eoceniche (1). Relativamente frequenti sono i ciottoli derivati dal Calcare di Soccher (Cretacico superiore), meno frequenti quelli provenienti dalla Scaglia senoniana o da facies condensate del Titoniano.

Questi dati fanno ritenere che la più probabile area sorgente dei ciottoli sia rappresentata dalle Prealpi Giulie, dove queste microfacies coesistono e dove i materiali di piattaforma risedimentati sono una caratteristica saliente dei depositi flyschoidi. Durante il Maastrichtiano-Paleocene-Ypresiano inferiore, le Prealpi Giulie sono state

caratterizzate da notevole subsidenza ed importanti apporti clastici, mentre nell'Ypresiano medio-superiore la subsidenza è nettamente rallentata. Nel Luteziano inferiore si è verificata un'inversione di tendenza, con un sollevamento che ha innescato processi erosivi; lo smantellamento ha interessato in particolare il flysch maastrichtiano delle Prealpi Giulie settentrionali (Val Venzonassa - Ucea).

Per quanto riguarda le arenarie, i flute casts ed i canali delle torbiditi indicano una provenienza da NW. Anche il banco carbonatico di C. Nussi, a NW di Rocca Bernarda, presenta flute-casts da NW, ma si può presumere una deviazione del flusso torbiditico, originariamente proveniente dalla piattaforma carbonatica posta a SW. Alla base del prodelta vi sono frequenti canalizzazioni da NW; superiormente è significativa la presenza, presso C. Felcaro (Noax), di ripple linguoidi originati verosimilmente da una tempesta ed indicanti una direzione di corrente da NE (lo strato a ripple, segnalato da CASTELLARIN & ZUCCHI, 1963, è stato successivamente in gran parte smantellato). Una precisazione sulla direzione di progradazione del delta potrà derivare da correlazioni di dettaglio tra Rosazzo-Noax e Cormons.

In prima ipotesi, sembra probabile una progradazione da nord.

La costante presenza di vulcaniti (tra cui diabasi) nei microconglomerati e la segnalazione di un ciottolo di diabase in CASTELLARIN & ZUCCHI (1963) fanno presumere una provenienza dai depositi flyschoidi ercinici delle Alpi Carniche o dall'area del Gail, ma non è da escludere l'affascinante possibilità dello smantellamento di un arco vulcanico cretacico-paleocenico. Una parte dei materiali silicoclastici è sicuramente riciclata dai flysch maastrichtiano-paleogenici, come testimonia, tra l'altro, la presenza di *Globotruncana* e *Globorotalia* isolate nei livelli arenacei. E' previsto lo studio petrografico delle arenarie per una verifica di queste ipotesi.

Infine, va ricordata la presenza di Coralli coloniali e madrepora nei livelli risedimentati delle facies di prodelta; questi Coralli provengono dalle aree di fronte deltizia poste a settentrione. Questi depositi di fronte deltizia sono stati in parte erosi durante la regressione del Luteziano inferiore e successivamente totalmente smantellati.

Tettonica

Nelle carte geologiche di MARTINIS (1956; 1962) sono stati trascurati sia i disturbi tettonici sia la continuità laterale degli orizzonti litologici. Le torbiditi ypresiane dell'area di Rocca Bernarda sono state erroneamente poste alla sommità della

successione, sopra i depositi luteziani; di conseguenza la potenza complessiva della successione stratigrafica risulta notevolmente sovrastimata. I primi significativi dati tettonici sono riportati in CAROBENE (1984): in questo lavoro alcuni lineamenti sono stati ipotizzati sulla base delle giaciture e di analisi fotogeologiche. Lo studio biolitostratigrafico ci ha permesso di definire l'importanza di questi lineamenti e di ottenere un quadro tettonico più completo dei colli di Rosazzo-Rocca Bernarda e di Cormons (fig. 12).

Le faglie sono generalmente subverticali ad andamento dinarico; il loro comportamento è verosimilmente transpressivo (TUNIS & VENTURINI, 1989) con numerose ripetizioni di serie (vedi figure precedenti). Queste linee, ereditate presumibilmente dalla fase distensiva maastrichtiano-paleocenico-ypresiana, avrebbero rappresentato uno svincolo multiplo al movimento del blocco strutturale della pianura friulana verso NNW. I movimenti transpressivi destri hanno determinato pieghe e sovrascorrimenti "en echelon" in particolare nell'area tra Dolegna, Ruttars ed il M. Sabotino, ma che interessano anche la zona di Rocca Bernarda.

Gli affioramenti dei depositi deltizi luteziani sono localizzati a SW di queste strutture "en echelon", in corrispondenza del fascio di linee orientate NW-SE che taglia l'area di Rosazzo e l'area di Cormons.

La presenza del Luteziano basale presso il Castello di Buttrio e Casali Ottelio fa presumere l'esistenza di ulteriori disturbi tettonici tra Buttrio e Rosazzo.

Conclusioni

A differenza di quanto finora noto, è da rilevare che gran parte dei depositi flyschoidi affioranti nell'area di Rosazzo-Rocca Bernarda e di Cormons è rappresentata da facies torbiditiche ed emipelagiche epibatiali di età Ypresiano-Luteziano basale, mentre solo la parte sommitale della successione, di età luteziana e dello spessore massimo di 130 metri, è riferibile ad un ambiente deltizio.

Le successioni dei colli di Cormons e di Rosazzo-Rocca Bernarda mostrano notevoli affinità e, nonostante le estese coperture ed i disturbi tettonici, possono essere agevolmente correlate. Nel dettaglio, le correlazioni sono più evidenti nelle facies torbiditiche, soprattutto per quanto riguarda i grossi corpi arenacei dell'Ypresiano sommitale. Entrambe le successioni mostrano un'evoluzione da torbiditi epibatiali a facies di prodelta, di fronte deltizia e di piana deltizia.

In fig. 13 viene schematizzato un tentativo di correlazione con la curva di HAQ

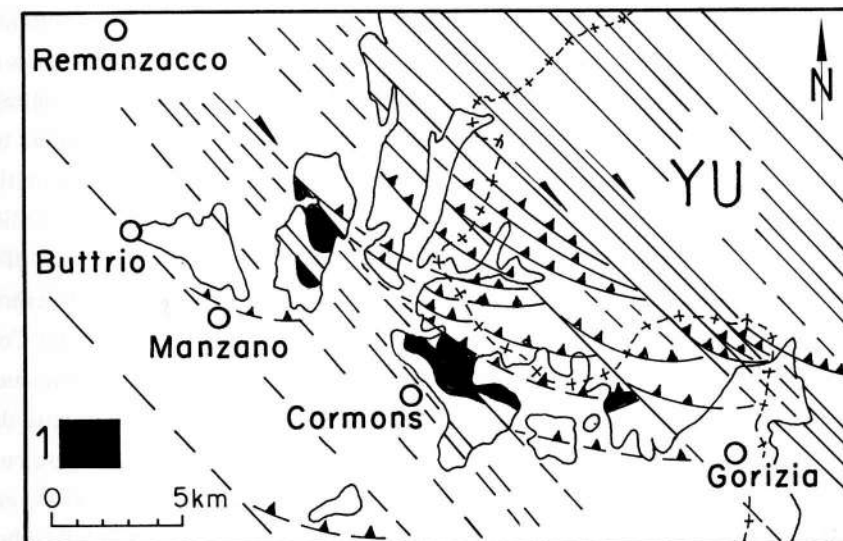


Fig. 12 - Schema tettonico del Collio. 1) Affioramenti di depositi deltizi luteziani.
- Tectonic sketch of the Collio region. 1) Outcrops of the lutetian deltaic deposits.

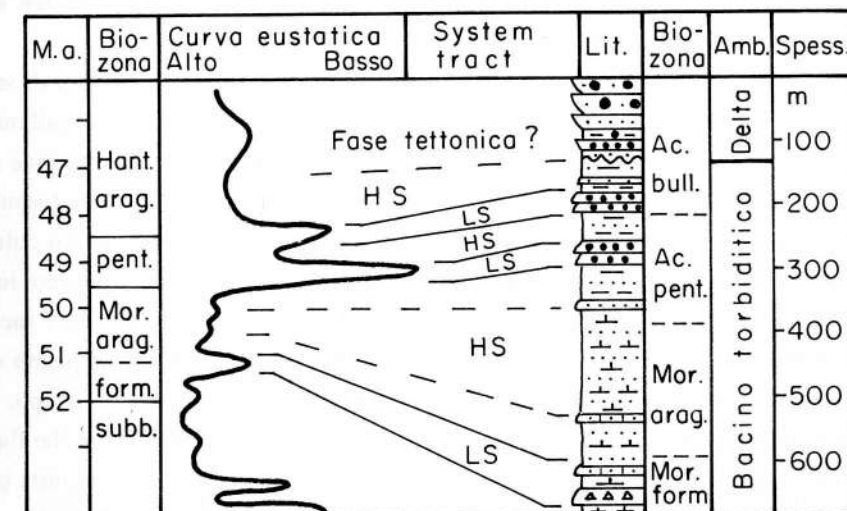


Fig. 13 - Confronto tra la curva eustatica (da HAQ et al., 1987) e la successione dei colli di Rosazzo, Rocca Bernarda e Cormons. HS = high stand; LS = low stand.
- Comparison of the eustatic sea level curve (after Haq et al., 1987) with the sequence of the hills of Rosazzo, Rocca Bernarda and Cormons. HS = high stand; LS = low stand.

et al. (1987). Si può presumere un prevalente controllo eustatico fino al Luteziano basale, durante la deposizione delle torbiditi, mentre la progradazione delle facies deltizie è probabilmente connessa ad una fase tettonica. Una campionatura di dettaglio nei pressi dell'Abbazia di Rosazzo ha messo in evidenza una brusca riduzione batimetrica nel Luteziano basale. Questa riduzione, posta alla base delle facies deltizie, precede immediatamente l'arrivo dei ciottoli provenienti dalle Prealpi Giulie. Ciò fa supporre una fase di sollevamento nelle Prealpi, che avrebbe mostrato i suoi effetti anche nell'area del Collio. Il geohistory diagram di fig. 14 illustra questa interpretazione: dopo la marcata fase di "annegamento" che ha caratterizzato l'area del Collio nell'Ypresiano inferiore (TUNIS & VENTURINI, 1989), la subsidenza si è praticamente arrestata durante la zona a *M. aragonensis*. Il banco carbonatico alla sommità della zona a *M. formosa* affiorante presso C. Nussi è probabilmente connesso alla fase eustatica negativa di 51.5 M.A. di HAQ et al. (1987) e non ai movimenti tettonici avvenuti durante l'espansione maastrichtiano-paleocenico-eocenica basale del bacino flyschoidale delle Prealpi Giulie. L'espansione del bacino, che ha dato origine ai megabeds carbonatici del "Flysch del Grivò" (TUNIS & VENTURINI, 1989), fa presumere movimenti tettonici di tipo distensivo-transtensivo (fig. 15, in basso). L'area depocentrale del bacino era situata lungo la direttrice Caporetto-Tolmino, in corrispondenza dell'asse del bacino giurassico-cretacico ⁽¹⁾.

Questa corrispondenza fa presumere riattivazioni delle stesse superfici di scollamento dal Giurassico all'Eocene. La notevole subsidenza del bacino ha rallentato la progradazione verso sud dei delta maastrichtiano-paleocenici posti sul margine settentrionale del bacino stesso e da cui sono derivati i materiali terrigeni delle torbiditi. L'arresto della subsidenza durante l'Ypresiano ha consentito un progressivo colmamento del bacino ed una progradazione delle facies deltizie. Il banco arenaceo, inserito nella facies di HS del Luteziano basale di C. Micheloni ("g", di fig. 5), è incongruente con le fasi eustatiche di HAQ et al. (1987) e può rappresentare il primo sintomo di sollevamento delle aree sorgenti. Dopo un breve intervallo di tempo, nel Luteziano inferiore le spinte compressive hanno direttamente interessato anche l'area del Collio; la propagazione delle spinte da settentrione a meridione è con tutta pro-

(1) Gli indici di cristallinità dell'illite delle argille M-P-E forniti da BONAZZI & TUNIS (1990) mostrano andamenti ben correlabili con la posizione stratigrafica dei campioni e di conseguenza con il carico sedimentario. Ciò consente la ricostruzione approssimata degli spessori totali di flysch anche dove le serie risultano incomplete e di localizzare il depocentro nell'area di Caporetto-Tolmino.

bilità avvenuta mediante riattivazione ed inversione del precedente sistema tettonico (fig. 15, in alto). I contemporanei imponenti fenomeni erosivi verificatisi nell'area delle Prealpi Giulie implicherebbero movimenti verticali di almeno 2 chilometri, avvenuti in corrispondenza di importanti faglie che, al momento attuale delle conoscenze, possono essere assimilate o alla linea di Idria (segmento Caporetto-M. Canin) o ai sovrascorrimenti E-W che isolano gli embrici del Gran Monte, dei Musi e del M. Plauris. La prima ipotesi sarebbe in accordo con spinte dinamiche orientate NE-SW, che avrebbero trasformato una delle più importanti faglie listriche distensive in una

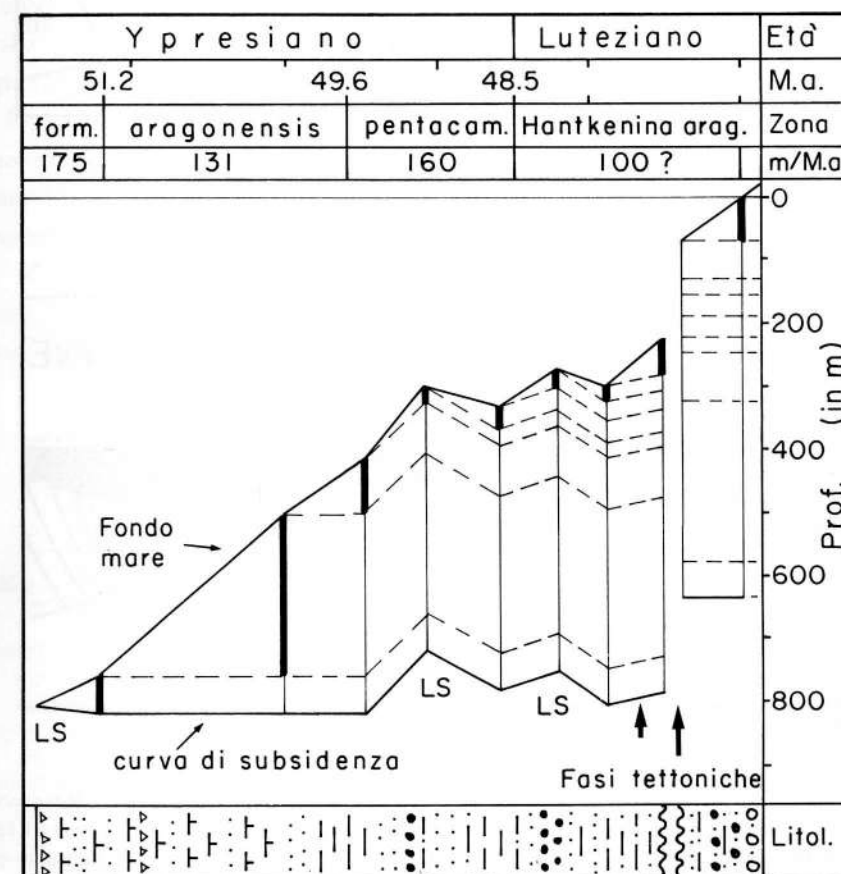


Fig. 14 - Geohistory diagram dei depositi terrigeni eocenici dei colli di Cormons, Rosazzo e Rocca Bernarda.
- Geohistory diagram of the eocene clastic deposits of the hills of Cormons, Rosazzo and Rocca Bernarda.

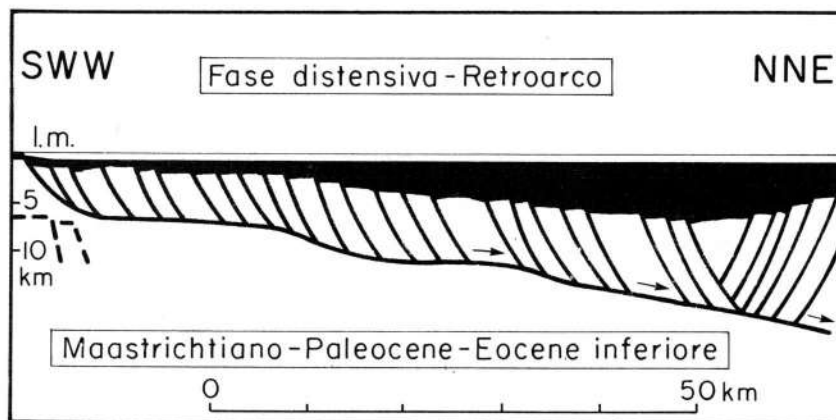
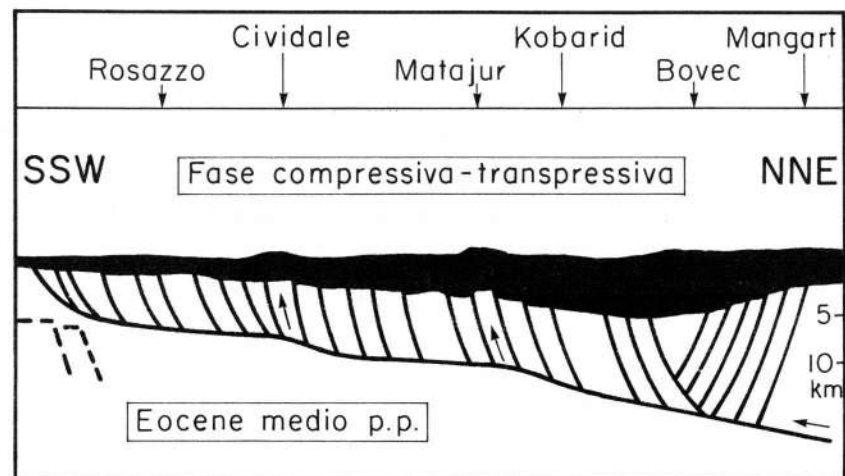


Fig. 15 - Ipotesi paleotettoniche riguardanti l'area di confine italo-ugoslava tra Rosazzo ed il M. Mangart durante il Maastrichtiano-Paleocene-Eocene inferiore (in basso) e l'Eocene medio (in alto). In nero sono rappresentati i depositi terrigeni maastrichtiano-paleocenico-eocenici.

- Paleotectonic hypothesis on the structural setting during the Maastrichtian-Paleocene-Early Eocene (above) and Middle Eocene (below) of the boundary area between Italy and Yugoslavia, along the Rosazzo - Mt. Mangart section. The maastrichtian-paleocenico-eocenico clastic deposits are sketched with black colour.

faglia inversa subverticale, ma non giustificerebbe gli smantellamenti della successione giurassico-cretacica e degli eventuali depositi flyschoidi a nord del M. Plauris e nell'area del M. Amariana (CARULLI et al., 1983). La seconda ipotesi sarebbe inquadrabile in un contesto di spinte alpine orientate N-S, con le faglie listriche NW-SE maastrichtiano-paleocenico-ypresiane riattivate come transpressive destre, in analogia con il motivo dominante dell'attuale struttura del Collio. Ciò potrebbe aver determinato l'impostazione di sovrascorrimenti E-W nelle Prealpi.

Dopo questa importante fase compressiva, un successivo periodo di stasi ha permesso la sedimentazione delle facies deltizie del Collio fino al colmamento del bacino. Durante il Luteziano una fase trasgressiva ha riportato nuovamente la sedimentazione marina a nord del M. Plauris ed al M. Amariana. Questa fase trasgressiva, forse di origine tettonica locale, non è stata finora riconosciuta nelle facies di piana deltizia del Flysch di Cormons che, comunque, potrebbero essersi depositate in più cicli. L'assenza di depositi priaboniani nel Friuli e l'importante fase regressiva che ha interessato le Prealpi trevigiane nell'Eocene superiore fanno ipotizzare un'ulteriore fase compressiva durante il Priaboniano.

Verifiche a queste interpretazioni saranno possibili mediante un confronto con i lembi di apparati deltizi eocenici affioranti nelle Prealpi Giulie (Cesariis, Pers, Monteaperta) e forse nelle Prealpi Carniche.

Manoscritto pervenuto il 27.XII.1990.

Bibliografia

- BONAZZI A. & TUNIS G., 1990 - Caratteristiche mineralogiche della frazione argillosa delle peliti in base alla stratigrafia delle unità e formazioni clastiche cretaco-terziarie del Friuli orientale e della Slovenia occidentale. *Atti Tic. Sc. Terra*, 33: 199-234, Pavia.
- CAROBENE L., 1984 - Morfologia, geologia ed evoluzione neotettonica dei rilievi collinari di Buttrio - Dolegna del Collio (Friuli orientale). *Geogr. Fis. Dinam. Quatern.*, 7: 17-35.
- CARULLI G.B., ZUCCHI STOLFA M.L. & PIRINI RADRIZZANI C., 1983 - L'Eocene di M. Forcella (Gruppo del M. Amariana, Carnia Orientale). *Mem. Soc. Geol. It.*, 24(1982): 65-70.
- CASON C., GRANDESSO P., MASSARI F. & STEFANI C., 1980 - Depositi deltizi nella molassa Cattiano-burdigaliana del Bellunese (Alpi Meridionali). *Mem. Ist. Geol. Min.*, 34: 325-354, Padova.
- CASTELLARIN A. & ZUCCHI M.L., 1963 - Ricerche geologiche nell'Eocene di Rosazzo e Noax (Udine). *Giorn. Geol.*, 30: 199-213, Bologna.
- COUSIN M., 1981 - Les rapports Alpes-Dinarides dans les confins de l'Italie et de la Yougoslavie. *Soc. Geol. du Nord*, 5(1 e 2). Villeneuve d'Asq.

- DAINELLI G., 1915 - L' Eocene friulano. Monografia Geologica e Paleontologica. Pp. 721, tt. 56, ff. 27, carta geologica 1:200.000. Firenze.
- DAVIS H.R., BYERS C.W. & PRAT L.M., 1989 - Depositional mechanisms and organic matter in Mowry Shale (Cretaceous, Wyoming). *A.A.P.G. Bulletin*, 73, 9: 1103-1116.
- FABIANI R., 1915 - Il Paleogene Veneto. *Mem. R. Ist. Geol. Univ. Padova*, 3(1), pp. 336, Padova.
- GRUNIG A. & HERB R., 1980 - Paleoecology of Late Eocene Benthonic Foraminifera from Possagno (Treviso - Northern Italy). *Cushman Found. Spec. Publ.*, 18, Memorial to O.L. Bandy: 68-85.
- HAQ B.V. HANDEBOL J. & VAIL P.R., 1987 - Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235: 1156-1167.
- HOTTINGER L., 1960 - Recherches sur les Alveolines du Paleocene et de l' Eocene. *Schweiz. Paleont. Abhandl.*, 75-76, pp. 248, Basel.
- MARINONI G., 1886 - Sui minerali del Friuli e sulle industrie relative. *Ann. Stat. Prov. Udine*, anno IV: 19-84, Udine.
- MARTINIS B., 1955 - Rilievo geologico di dettaglio dei colli di Rocca Bernarda (Udine). *Atti I Convegno Nat. Friul.*: 403-38, Udine.
- MARTINIS B., 1962 - Ricerche geologiche e paleontologiche nella regione compresa tra il fiume Judrio ed il fiume Timavo (Friuli orientale). *Riv. It. Pal. Strat., Mem.* 8, pp. 244, Milano.
- NARDON S., 1982 - Ipotesi di ricostruzione paleogeografica dell'area compresa tra il f. Judrio ed il f. Isonzo. Tesi inedita. Univ. di Trieste.
- PICCOLI G. & PROTO DECIMA F., 1969 - Ricerche biostratigrafiche sui depositi flyschoidi della regione adriatica settentrionale ed orientale. *Mem. Ist. Geol. Min. Univ.*, Padova, 27: 1-21, 3 tavv.
- SCHAUB H., 1962 - Contribution a la Stratigraphie du Nummulitique du Veronais et du Vicentin. *Mem. Soc. Geol. It.*, 3: 59-66, Pavia.
- SWIFT D.J.P., HUDELSON P.M., BRENNER R.L. & THOMPSON P., 1987 - Shelf construction in a foreland basin: storm beds, shelf sand bodies and shelf-slope depositional sequences in the Upper Cretaceous Mesaverde Group, Book Cliffs, Utah. *Sedimentology*, 34: 423-457.
- SARTI M., 1979 - Il Paleogene della Val Tremugna (Prealpi Carniche). *Boll. Soc. Geol. It.*, 98: 87-108, Roma.
- TUNIS G. & PIRINI RADRIZZANI C., 1987 - Flyschoid deposits of Goriška Brda (Collio) between Soča (Isonzo) River and Idrija (Iudrio) River. Facies association and an approach to paleoenvironmental reconstruction. *Geologija*, 30: 123-148, Ljubljana.
- TUNIS G. & VENTURINI S., 1989 - Geologia dei colli di Scridò, Dolegna e Ruttars (Friuli orientale): precisazioni sulla stratigrafia e sul significato paleoambientale del Flysch di Cormons. *Gortania*, 11: 5-24, Udine.
- VENTURINI S. & TUNIS G., 1988 - Nuovi dati ed interpretazioni sulla tettonica del settore meridionale delle Prealpi Giulie e della regione al confine tra Italia e Jugoslavia. *Gortania*, 10: 5-34, Udine.

Indirizzi degli Autori - Author's addresses

- dr. Sandro VENTURINI
Agip-Snor, Ufficio Stratigrafico
Via del Marchesato, I-48023 MARINA DI RAVENNA
- dr. Giorgio TUNIS
Istituto di Geologia e Paleontologia
dell'Università degli Studi
P.le Europa 1, I-34127 TRIESTE