

Stefano Moni

**ANALISI DELLE ASSOCIAZIONI PROFONDE
A MOLLUSCHI IN UNA SEZIONE PLIOCENICA
NEI PRESSI DI BRISIGHELLA (RAVENNA, ITALIA)**

Riassunto

Lo studio dei campioni volumetrici, prelevati in una sezione pliocenica nei pressi di Brisighella (Ravenna, N-Italia), ha permesso di definire due Unità sinecologiche profonde (piano batiale) che sono state denominate: Paleocomunità a *Korobkovia oblonga* e *Jupiteria concava* e Paleocomunità a *Bathyspinula excisa* e *Austrotindaria pusio* ed ha permesso di documentare la presenza di un vero e proprio cenocline. Il passaggio tra queste due Paleocomunità è stato interpretato come il risultato di un aumento della profondità del bacino di sedimentazione. Tale approfondimento, tenendo conto dei dati biostratigrafici, sarebbe databile intorno a 3,0-2,9 milioni di anni. Una terza Unità denominata Paleocomunità a *Limea strigilata* e *Korobkovia oblonga*, definita solo preliminarmente da un punto di vista qualitativo e generico, è tipica del circolitorale profondo.

Abstract

[*Analysis of the deep mollusk associations in a Pliocene section near Brisighella (Ravenna, Italy)*]

Quantitative analysis of bulk samples picked up in the Pliocene marine sediments outcropping near Brisighella (Ravenna, Northern Italy) support the definition of two deep sinecologic units (bathyal plane) named: *Korobkovia oblonga-Jupiteria concava* paleo-community and *Bathyspinula excisa-Austrotindaria pusio* paleo-community, and document the presence of a real cenocline. The passage between these two paleo-communities can be interpreted as the result of an increase of the depth of the sedimentation basin. Considering the biostratigraphic data, such increase can be datable around 3.0 m.y – 2.9 m.y.

Another community, the *Limea strigilata-Korobkovia oblonga* paleo-community, preliminarily defined only by a qualitative and generic study, can be interpreted as a deep circalittoral association.

Key words: *Austrotindaria*, *Bathyspinula*, *Jupiteria*, *Korobkovia*, Pliocene, Bathyal, Paleo-communities, Brisighella.

Premessa

La fascia marginale dell'Appennino romagnolo compresa tra Castel S. Pietro e Castrocaro è caratterizzata da una monoclinale abbastanza regolare e continua di sedimenti pelitici di ambiente batiale e di età Plio-Pleistocenica (Formazione delle Argille Azzurre) che immergono verso la Pianura Padana. La successione, con i suoi fossili, è particolarmente utile per studiare ed approfondire l'evoluzione delle paleocomunità bentoniche profonde del Pliocene e del Pleistocene basale.

Scopo di questa ricerca è quello di identificare le associazioni faunistiche profonde che caratterizzano la Formazione delle Argille Azzurre nell'area di Brisighella (Ravenna) e di valutarne il significato ambientale utilizzando l'approccio bionomico della Scuola di Endoume.

È noto che seguendo le conclusioni della scuola di Endoume il passaggio dalle comunità circalitorali a quelle batiali, nel Mediterraneo attuale, è caratterizzato da una situazione di ecotono (PÈRES & PICARD, 1964). L'epibatiale dei substrati mobili sarebbe dunque caratterizzato da un'unica comunità definita con la sigla VP.

CARPINE (1970), nell'ambito di questo ecotono, ha distinto tuttavia almeno tre orizzonti caratterizzati, procedendo verso maggiori profondità, da una diminuzione dei taxa euribati e nel contempo da un aumento percentuale dei taxa batiali puri. Recenti ricerche sul Pliocene batiale (CEREGATO & SCARPONI, in stampa) hanno comunque dimostrato l'esistenza di almeno una paleocomunità batiale ben distinta compresa tra le paleocomunità circalitorali più profonde e quelle francamente batiali. Uno degli obiettivi di questo studio è proprio quello di verificare la presenza di tale paleocomunità e di definire le affinità e le differenze rispetto a quelle immediatamente più profonde.

Lo studio delle Unità sinecologiche, condotto con il classico metodo della Scuola di Endoume, è stato completato con l'analisi della loro struttura tassonomica e trofica (vedi KNUDSEN, 1979; HICKMAN, 1984), che consente di formulare fondate ipotesi paleoambientali, parallele o comunque indipendenti dalle deduzioni fondate sul significato autoecologico delle specie caratteristiche o preferenziali ancora viventi (SCARPONI & DI STEFANO, 2001). Tale approccio è funzionale per evitare errori di interpretazione che possono derivare da possibili cambiamenti nella distribuzione paleobatimetrica dei taxa (vedi ROBBA, 1990) anche come conseguenza della particolare evoluzione della struttura oceanografica del Bacino. Lo studio paleoecologico è stato integrato con analisi sulle caratteristiche chimico-fisiche del sedimento.

Metodi

Sono stati misurati con un asta Jacob gli spessori di 3 sezioni: Sezione del Monticino, Sezione Monte della Siepe, Sezione Rio di Chiè (vedi figura 1) abbraccianti l'intervallo di tempo Pliocene inferiore-Pleistocene inferiore lungo le quali sono stati prelevati, applicando il metodo del volume proposto da AGER

(1963) e ridescritto da DI GERONIMO & ROBBA (1976) e da ROBBA (1978), 20 campioni volumetrici di roccia, ciascuno di circa 25 dm³.

I campioni sono stati fatti essiccare al sole e disgregare in acqua, poi sono stati lavati su setacci con maglie di 0,25 mm utilizzati nell'industria ceramica. I molluschi sono stati successivamente separati, determinati e contati seguendo la metodologia proposta da DI GERONIMO & ROBBA (l.c.).

Tale lavoro ha prodotto il riconoscimento di 155 specie di Molluschi, di cui 103 di Gasteropodi, 41 di Bivalvi e 11 di Scafopodi, per un totale di 1952 esemplari conteggiati.

La tabella A in MONI (2002) fornisce l'elenco in ordine sistematico di tutte le specie di Molluschi identificate in ogni campione volumetrico raccolto lungo la serie studiata, accompagnato dai rispettivi valori di Abbondanza e, sotto, di Dominanza. Questi ultimi valori sono stati arrotondati alla terza decimale.

L'elenco sistematico è stato compilato seguendo l'ordine proposto da BODON et al. (1995a; 1995b) e da BEDULLI et al. (1995a; 1995b). Per la classificazione della Sottoclasse Protobranchia si è preferito fare riferimento alla suddivisione proposta da ALLEN & HANNAH (1986), mentre gli Scafopodi sono stati ordinati secondo lo schema seguito da CAPROTTI (1979). Il numero veramente esiguo di reperti rinvenuti in alcuni campioni (vedi tabella A in MONI 2002) e il numero di esemplari sempre comunque molto minore di 300 non ha consentito una trattazione a livello statistico.

Lungo le sezioni, parallelamente al campionamento sopramenzionato, si è anche provveduto a prelevare campioni per lo studio dei foraminiferi e la ricostruzione della biostratigrafia dei terreni. Questi ultimi campioni, dopo essere stati opportunamente trattati, sono stati gentilmente esaminati dal Dott. Vaiani del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Bologna.

Lo schema biostratigrafico utilizzato è stato tratto da COLALONGO & SARTONI (1979) parzialmente emendato in COLALONGO et al. (1984).

L'analisi granulometrica del sedimento e le calcimetrie sono state eseguite rispettivamente dal Dott. Calafato e dal Signor Brazzorotto presso il laboratorio del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Bologna.

Per definire il significato paleoecologico, l'associazione fossile è stata analizzata sulla base delle seguenti informazioni: affinità tessiturale, habitus e forma biologica, trofismo, significato batimetrico e significato biocenotico.

I dati paleoautoecologici presi in esame in questa ricerca sono riportati in tabella B (vedi MONI, 2002) e sono stati ricavati facendo riferimento ai lavori di: PAVIA (1975); DI GERONIMO & COSTA (1978); DI GERONIMO & LI GIOI (1980); CALDARA et al., (1981); ROBBA (1981); BENIGNI & CORSELLI (1982); DI GERONIMO et al. (1982); AIMASSI & FERRERO MORTARA (1983); AIMONE & FERRERO MORTARA (1983); AMORE et al. (1985); BARRIER et al. (1987); BERNASCONI (1987; 1989); PAVIA et al., (1989); SPANO (1989); DI GERONIMO et al. (1995); MONEGATTI & RAFFI (1996); CAULI & BOGI (1997-1998).

Per le forme tuttora viventi nel Mediterraneo e nell'Atlantico si è tenuto conto

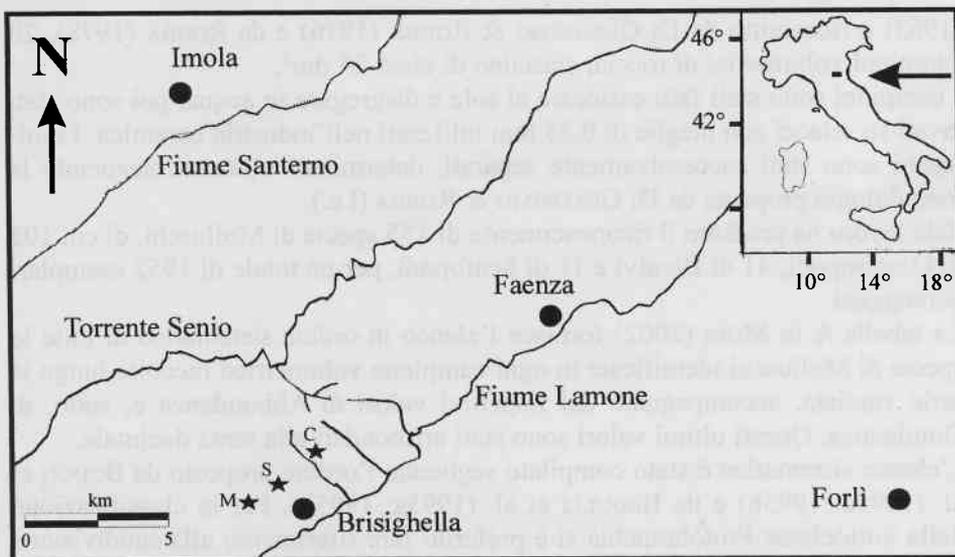


Fig. 1 - Ubicazione delle Sezioni studiate nei dintorni di Brisighella (RA): M= Sezione del Monticino; S= Sezione Monte della Siepe; C= Sezione Rio di Chiè.

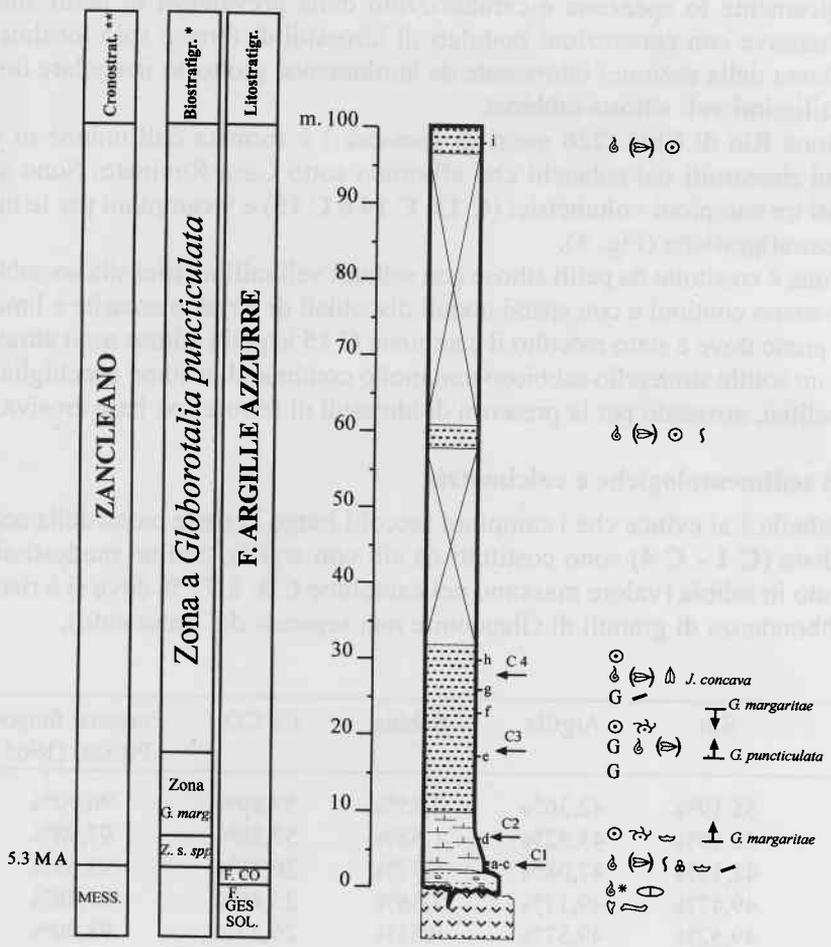
dei lavori di bionomia bentonica di PÉRÈS & PICARD (1964); PICARD (1965); PÉRÈS (1967).

Sezioni studiate

La Sezione Monticino si sviluppa tra l'omonima Cava e la strada Monticino-Limisano fiancheggiando la valletta cieca collegata con l'inghiottitoio di Tana della Volpe. Lo spessore complessivo è di 100 metri. Sono stati prelevati 4 campioni volumetrici (C 1 - C 4) e 9 campioni per le indagini biostratigrafiche (Fig. 2).

La base di questa sezione corrisponde al limite superiore della Formazione a Colombacci costituita da peliti grigio-verdastre, con qualche ciottolo di dimensioni centimetrica. I primi 10 metri della sezione sono caratterizzati da peliti marnose, massive, bioturbate, di colore grigio chiaro, ricche in noduli di solfuri e/o idrossidi di ferro e piccole concentrazioni di zolfo. A 15 metri sopra il limite, le argille grigio azzurre, sono ricche di piccoli granuli di glauconite (C 3, C 4) che indicano una significativa diminuzione del tasso di sedimentazione. La percentuale di granuli di glauconite rimane elevata per alcuni metri e si riduce poi progressivamente. La parte superiore della sezione è caratterizzata da peliti massive scarsamente fossilifere.

Lungo il fianco nord-occidentale del Monte della Siepe è stata ricostruita la seconda sezione per uno spessore di 140 metri. Sono stati raccolti 8 campioni volumetrici (C 5 - C 12) e 13 campioni per la datazione biostratigrafica (Fig. 3).



• Colalongo e Sartoni (1979) parzial. emendato in Colalongo et al. (1984)
 •• Rio et al. (1994)

- | | | | | | |
|--|-----------------------------|--|---|--|---|
| | Gessi | | Fauna a Molluschi di ambiente lagunare -salmastro | | Concrezioni di solfuri e idrossidi di Ferro |
| | Peliti siltose con ciottoli | | Fauna a Molluschi di ambiente marino | | Concrezioni calcaree |
| | Peliti marnose | | Malacofauna abbondanti | | Frammenti di lignite |
| | Peliti siltose | | Malacofauna scarse | | Bioturbazione |
| | Non esposto | | Esemplari provvisti di entrambe le valve | | Resti di vertebrati |
| | | | Brachiopodi | | Glauconite |
| | | | Foraminiferi abbondanti visibili a occhio nudo | | Campione di volume |
| | | | Echinodermi | | Campione indagini biostratigrafiche |
| | | | | | Prima comparsa |
| | | | | | Scomparsa |

Fig. 2 - La Sezione Monticino.

Litologicamente lo spezzone è caratterizzato dalla prevalenza di peliti siltose grigie massive con concrezioni nodulari di idrossidi di ferro e solo localmente (parte bassa della sezione) interessate da laminazione piuttosto irregolare dovuta a sottilissimi veli siltoso-sabbiosi.

La sezione Rio di Chiè (226 metri di spessore) è formata dall'unione di due spezzoni ricostruiti nei calanchi che affiorano sotto Casa Rovinato. Sono stati prelevati tre campioni volumetrici (C 13, C 14 e C 15) e 9 campioni per le indagini biostratigrafiche (Fig. 4).

La sezione è costituita da peliti siltose con saltuari veli millimetrici siltoso-sabbiosi più o meno continui e con sparsi noduli discoidali di pirite, marcasite e limonite. Nel punto dove è stato raccolto il campione C 15 le peliti siltose sono attraversate da un sottile straterello sabbioso non molto continuo di tritume conchigliare e clasti pelitici, arrossato per la presenza di idrossidi di ferro e con base erosiva.

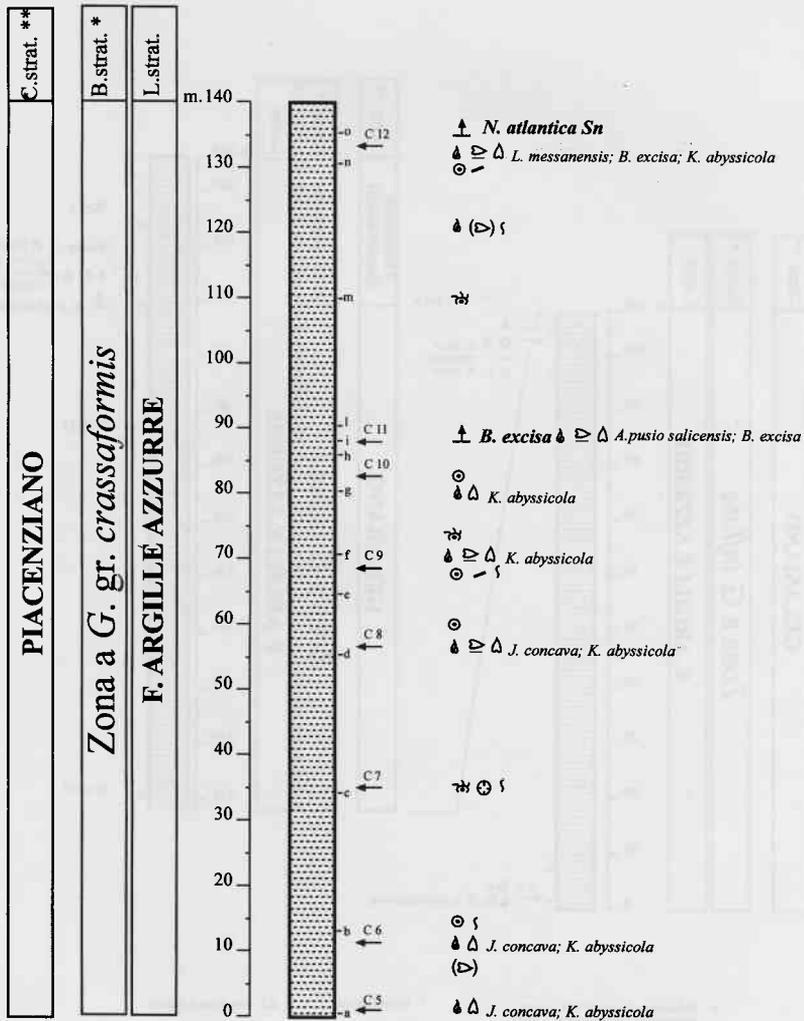
Analisi sedimentologiche e calcimetria

Dalla tabella 1 si evince che i campioni raccolti lungo la parte bassa della sezione studiata (C 1 - C 4) sono costituiti da silt con argilla, con un modestissimo contenuto in sabbia (valore massimo nel campione C 3: 5,77 % dove si è riscontrata abbondanza di granuli di Glauconite non separata dal sedimento).

	Silt	Argilla	Sabbia	Ca CO ₃	Frazione fangosa PICARD (1965)
C 1	55,19%	42,36%	2,45%	57,89%	96,70%
C 2	53,10%	45,32%	1,58%	57,38%	97,98%
C 3	47,15%	47,08%	5,77%	29,27%	93,65%
C 4	49,47%	49,17%	1,36%	23,48%	97,48%
C 5	49,52%	49,87%	0,61%	26,37%	98,90%
C 6	46%	53,43%	0,57%	25,41%	98,97%
C 7	47%	52,58%	0,42%	23,28%	99,20%
C 8	48,62%	50,67%	0,71%	22,63%	99,14%
C 9	46,58%	52,74%	0,68%	24,60%	98,20%
C 10	43,24%	56,16%	0,60%	24,26%	98,30%
C 11	44,98%	53,94%	1,08%	23,16%	99,30%
C 12	38%	60,96%	1,04%	28,62%	99,23%
C 13	37,54%	59,37%	3,09%	27,66%	95,97%
C 14	42,64%	56,32%	1,04%	27,01%	97,92%
C 15	41,04%	55,36%	3,60%	27,99%	94,62%

Tab. 1 - Caratteristiche granulometriche e contenuto in CaCO₃ nelle Sezioni studiate.

I campioni C 5 - C 15 sono costituiti da argilla con silt, con modestissimo o con debole contenuto sabbioso (massimo 3,6 % in C 15). La percentuale di argilla



* Colalongo e Sartoni (1979) parzial.
emendato in Colalongo et al. (1984)

** Rio et al. (1994)


Peliti silteose

▲ Faune a Molluschi di ambiente marino
 ▽ Malacofaune abbondanti
 (▽) Malacofaune scarse

⚙ Echinodermi
 ● Concrezioni di solfuri e idrossidi di Ferro
 ● Coralli
 ▲ Esemplari provvisti di entrambe le valve

← C8 Campione di volume
 -a Campione indagini biostratigrafiche
 ▲ Prima comparsa
 - Frammenti di lignite
 S Bioturbazione

Fig. 3 - La Sezione Monte della Siepe.

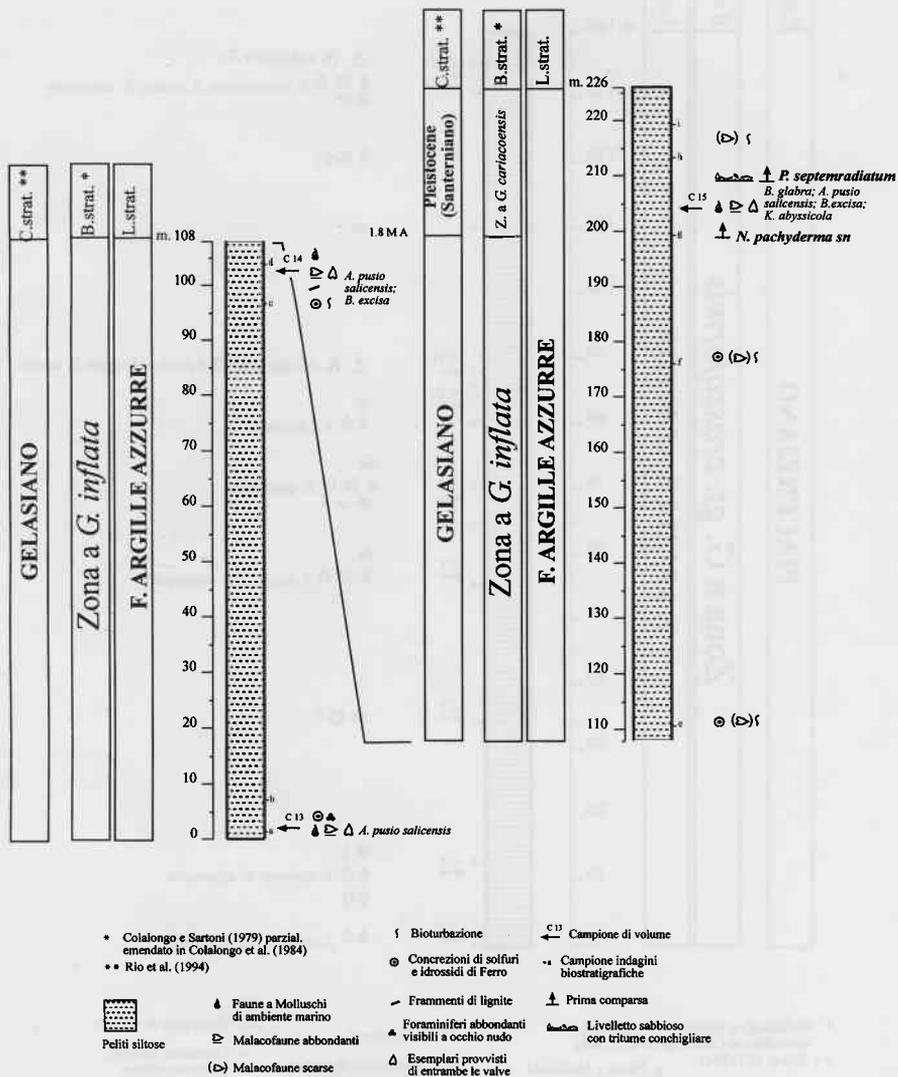


Fig. 4 - La Sezione Rio di Chiè.

varia tra un minimo di 49,87% nel campione C 5 e un massimo di 60,96% nel campione C 12.

In particolare analizzando la figura 5 si nota che il contenuto in silt diminuisce andando verso l'alto della sezione mentre il contenuto in argilla si comporta in modo speculare aumentando e suggerendo un indizio di approfondimento del bacino.

La frazione fangosa (argilla+silt) calcolata, seguendo la procedura di PICARD (1965), è superiore all'80% in tutti i campioni e varia tra il 93,65% in C 3 e il 99,30% in C 11.

Questi dati sono confrontabili con quelli pubblicati da EMELYANOV (1972) per i "fine-aleuritic-muds" del Mediterraneo, rinvenuti nella parte superiore ed intermedia della scarpata continentale.

Lungo la sezione i valori di CaCO_3 (Tab. 1) variano da un minimo di 22,63 % in C 8 a un massimo di 57,89 % in C 1. Gli insoliti valori elevati fatti registrare nei campioni C 1 e C 2 raccolti alla Cava del Monticino sono forse legati alla produzione organogena visto che foraminiferi sono abbondanti e visibili anche ad occhio nudo.

I valori medi di CaCO_3 dei campioni raccolti a Monte della Siepe, Rio di Chiè rispettivamente 24,79 % e 27,55 % sono comparabili con quelli ottenuti da CARPINE (1970) e riferito ai campioni provenienti dai fanghi batiali campionati al largo della Corsica, e nel settore di Monaco e di Esterel.

Osservazioni biostratigrafiche e cronostratigrafiche

Lungo la Sezione del Monticino sono stati prelevati complessivamente 9 campioni con fini essenzialmente biostratigrafici. La tabella 2 riporta la distribuzione stratigrafica dei Foraminiferi planctonici lungo la sezione studiata.

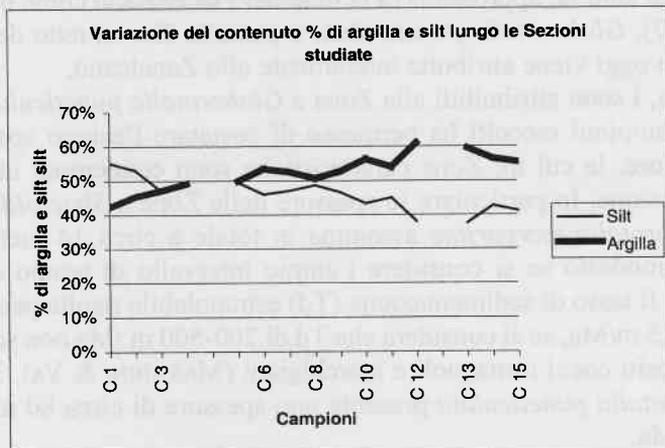


Fig. 5 - Variazione del contenuto % di argilla e silt lungo la sezione studiata.

Specie	Campioni								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Foraminiferi Planctonici									
<i>Globigerina decoraperta</i>	*	*	*	*					
<i>Globigerinita glutinata</i>	*	*	*	*					
<i>Globigerinoides obliquus extremus</i>		*	*						
<i>Globorotalia incompta</i>	*								
<i>Globorotalia margaritae</i>				*	*				
<i>Globorotalia puncticulata</i>					*	*	*	*	*
<i>Globorotalia puncticulata padana</i>							*	*	*
<i>Neogloboquadrina acostaensis</i>		*	*	*					
<i>Turborotalita quinqueloba</i>	*	*	*	*					
<i>Sphaeroidinellopsis</i> spp.	*	*	*						

Tab. 2 - Distribuzione stratigrafica dei foraminiferi planctonici lungo la Sezione Monticino. Con il simbolo * è indicata la presenza della specie.

L'analisi delle faune a foraminiferi ha permesso di attribuire i primi tre campioni (a, b, c) alla Zona *Sphaeroidinellopsis* spp. Il campione d è caratterizzato dalla prima comparsa di *Globorotalia margaritae* e permette un oggettivo riferimento all'omonima biozona. Il campione e registra la prima comparsa di *Globorotalia puncticulata* e quindi l'inizio della biozona di distribuzione concomitante a *Globorotalia margaritae* e *Globorotalia puncticulata*. Nel campione f si riscontra la scomparsa definitiva di *Globorotalia margaritae* evento che fino ad una decina di anni fa, approssimava la base del Piacenziano come definito da BARBIERI (1967). *Globorotalia puncticulata* è presente fino al tetto della sezione che pertanto oggi viene attribuita interamente allo Zancleano.

I campioni g, h, i sono attribuibili alla Zona a *Globorotalia puncticulata*.

L'esame dei campioni raccolti ha permesso di constatare l'esiguo spessore del Pliocene inferiore, le cui tre Zone caratteristiche sono condensate in circa 95 metri di successione. In particolare lo spessore delle Zone a *Sphaeroidinellopsis* spp. e a *Globorotalia margaritae* assomma in totale a circa 14 metri, valore estremamente modesto se si considera l'ampio intervallo di tempo compreso (circa 0,8 Ma). Il tasso di sedimentazione (Td) estrapolabile risulta perciò molto basso, circa 17,5 m/Ma, se si considera che Td di 200-500 m/Ma non sono infrequenti nei depositi coevi romagnoli e marchigiani (MARABINI & VAI, 1988). La Zona a *Globorotalia puncticulata* presenta uno spessore di circa 80 metri e Td di circa 80 m/Ma.

Fra le forme bentoniche riscontrate nei campioni si segnalano: *Anomalina ornata*, *Anomalina* ssp., *Bolivina* cf. *leonardii*, *Bolivina puntata*, *Bolivina spathulata*,

Bolivina spp., *Cibicidoides* ex gr. *ungerianus*, *Cibicidoides* spp., *Gyroidinoides soldanii*, *Lenticulina calcar*, *Marginulina costata*, *Planulina wüllerstorfi*, *Planulina ariminensis*, *Pullenia bulloides*, *Pullenia salisburyi*, *Siphonina reticolata*, *Uvigerina* ex gr. *peregrina*, *Uvigerina peregrina* e *Uvigerina rutila*.

L'associazione a Foraminiferi bentonici è indicativa di un ambiente batiale caratterizzato da elevata concentrazione di sostanza organica e bassa concentrazione di ossigeno al fondo del bacino.

La sezione di Monte della Siepe, lungo la quale sono stati prelevati 13 campioni da sottoporre ad analisi micropaleontologica (Tab. 3), è attribuibile al Pliocene medio, Zona a *Globorotalia* gr. *crassaformis*. Nel campione o, presso il tetto della sezione, sono presenti esemplari di *Neogloboquadrina atlantica* ad avvolgimento sinistrorso che indicherebbe un evento climatico freddo probabilmente collocabile attorno a 2,83 Ma.

L'associazione a foraminiferi bentonici è diversificata ed indicativa di un ambiente batiale, in cui sono presenti momenti di relativa scarsità di ossigeno al fondo come documentato dalla locale presenza di notevoli concentrazioni di generi opportunisti che sopravvivono in ambienti con basso tenore di ossigeno (*Bolivina*, *Uvigerina*, *Cassidulina*). Nei campioni raccolti sono state riconosciute le seguenti specie: *Bigenerina nodosaria*, *Bolivina alata*, *Bolivina spathulata*, *Cassidulina crassa*, *Cassidulina laevigata carinata*, *Cibicidoides* cf. *ungerianus*, *Dorothia gibbosa*, *Cibicidoides kullenbergi*, *Gyroidinoides altiformis*, *Gyroidinoides soldanii*, *Orthomorphina stainforthi*, *Pullenia bulloides*, *Siphonina reticolata*, *Sphaeroidina bulloides*, *Textularia* ssp. e *Uvigerina peregrina*.

Specie	Campioni												
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o
Planctonici													
<i>Globigerina bulloides</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globigerina decoraperta</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globigerina falconensis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globigerinoides elongatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globigerinoides ruber</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globorotalia aemiliana</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globorotalia scitula</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Neogloboquadrina atlantica</i> sn													*
<i>Neogloboquadrina acostaensis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Turborotalita quinqueloba</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tab. 3 - Distribuzione stratigrafica dei foraminiferi planctonici lungo la Sezione di Monte della Siepe. Con il simbolo * è indicata la presenza della specie.

Le analisi micropaleontologiche eseguite sui 9 campioni prelevati dalla sezione Sezione di Rio di Chiè (Tab. 4) hanno consentito l'inquadramento biostratigrafico a- f alla Zona a *Globorotalia inflata*. Nei campioni sommitali g, h, e i si riscontra la presenza frequente di *Neogloboquadrina pachyderma* ad avvolgimento sinistrorso e pertanto questi campioni sono stati attribuiti alla Zona a *Globigerina cariacensis* (Piano Santerniano).

Microfauna bentonica caratterizzata da esemplari di: *Bigenenerina nodosaria*, *Bolivina alata*, *Bolivina spathulata*, *Bulimina marginata*, *Cassidulina laevigata carinata*, *Cassidulina* ssp., *Cibicides lobatulus*, *Cibicoides kullenbergi*, *Gyroidinoides altiformis*, *Gyroidinoides soldanii*, *Lenticulina* ssp., *Melonis padanum*, *Sphaeroidina bulloides*, *Uvigerina* ssp. e *Uvigerina peregrina*.

Specie	Campioni								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Foraminiferi Planctonici									
<i>Globigerina bulloides</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globigerina falconensis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globigerinoides elongatus</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Globigerinoides ex gr. ruber</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globorotalia inflata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Neogloboquadrina pachyderma dx</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Neogloboquadrina pachyderma sn</i>							*	*	*
<i>Orbulina universa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Turborotalita quinqueloba</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tab. 4 - Distribuzione stratigrafica dei foraminiferi planctonici lungo la Sezione Rio di Chiè. Con il simbolo * è indicata la presenza della specie.

La notevole abbondanza di *Bolivina spathulata*, *Bolivina alata*, *Bulimina marginata* e *Uvigerina peregrina* è indicativa di un ambiente batiale caratterizzato da elevata concentrazione di sostanza organica e bassa concentrazione di ossigeno al fondo del bacino. L'associazione rinvenuta è attribuibile alla Biofacies a foraminiferi A di VAIANI (2000).

Malacofauna

I dati riportati nei grafici e nelle figure presenti in questo capitolo sono stati tratti dalla tabella A in MONI (2002).

Dai campioni opportunamente trattati sono stati isolati Molluschi, Brachiopodi

(campioni: C 1, C 2) placche e radioli di Echinodermi (campioni: C 1, C 3, C 7, C 9), chele di Crostacei (campioni: C 3, C 4, C 5, C 6, C 8) otoliti di pesce (campioni: C 5, C 8, C 9), Coralli (campioni C 7) e frustoli legnosi semicarbonizzati (campioni: C 1, C 4).

Nell'ambito dei molluschi sono state determinate 122 specie di Gasteropodi, 67 specie di Bivalvi e 14 specie di Scafopodi (vedi tabella A in MONI, l.c.).

Lungo la Sezione del Monticino (campioni C 1 - C 4) i reperti sono sempre molto rarefatti e complessivamente la diversità specifica appare molto bassa (Fig. 6). La raccolta manuale ha permesso di raccogliere solo *Trochidae* sp.ind. e qualche esemplare di *Neopycnodonte navicularis* (BROCCHI, 1814) che è relativamente abbondante in tutta la successione.

La massima diversità si registra nel campione C 4 dove è stata rinvenuta una piccola concentrazione di fossili con i Gasteropodi costituiti da calchi interni pirittizzati e, per questo motivo, di difficile determinazione a livello specifico. In questo campione è stata raccolta *Jupiteria concava* (Bronn, 1831) (Tav. 1).

Considerando i Bivalvi si nota che la sezione è caratterizzata dalla netta prevalenza della Sottoclasse Pteriomorphia (Fig. 7) e in particolare delle Famiglie: Gryphaeidae, Limidae e Pectinidae con *Neopycnodonte navicularis* (dominanza massima in C 1 e C 2 con 66,667 %); *Limea strigilata* (Brocchi, 1814) (dominanza massima in C 3 con 33,333 %); *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791) raccolto nei campioni C 1 e C 2 con dominanza massima in C 2 (22,222 %) e *Korobkovia oblonga* (Philippi, 1844) (Tav. 1) raccolta nei campioni C 3 e C 4 con dominanza massima in C 3 (16,667 %).

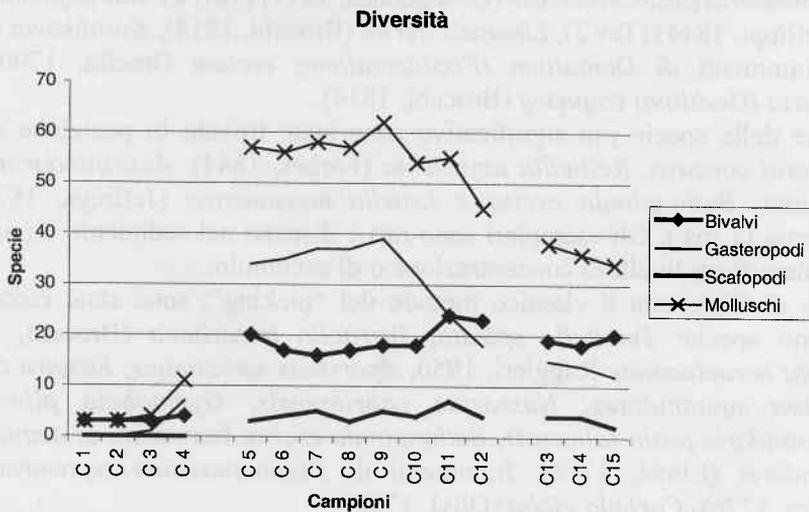


Fig. 6 - Grafico relativo al numero di specie per campione nel Phylum dei Molluschi e nelle sue principali classi: Gasteropodi, Bivalvi e Scafopodi.

La presenza di *Delectopecten vitreus* nei primi due campioni suggerisce un riferimento ad un ambiente di sedimentazione con un basso tenore di ossigeno. Tale ipotesi è in buon accordo con la scomparsa della specie ed un minimo, ma significativo, aumento della diversità tassonomica nei campioni successivi. La presenza di *Korobkovia oblonga* e nel contempo la presenza di rarissimi esemplari di *Jupiteria concava* e l'assenza completa di eulamellibranchiati suggerisce un riferimento ad un ambiente batiale superiore. La presenza di *Neopycnodonte navicularis* permette di escludere il riferimento ad un ambiente ad elevato tasso di sedimentazione.

I campioni C 5 - C 15 raccolti a Monte della Siepe e a Rio di Chiè presentano una diversità più elevata rispetto a quella della Sezione del Monticino (Fig. 6). Il numero di specie rinvenuto nei campioni è sempre maggiore di 40 con un massimo di 62 nel campione C 9.

A Monte della Siepe la raccolta qualitativa sul terreno ha portato al rinvenimento delle seguenti specie: *Turritella spirata* (Brocchi, 1814), *Aporrhais serresianus* (Michaud, 1828), *Euspira catena* (Da Costa, 1778), *Trophon squamulatus* (Brocchi, 1814), *Nassarius cabrierensis* (Fisher & Tournouër, 1873), *Fusinus longiroster* (Brocchi, 1814), *Conus antediluvianus* Bruguière, 1792, *Gymnobela pliorecens* (Ruggieri, 1957), *Microdrillia crispata* (De Cristoferi & Jan, 1832), *Brachytoma caterinii* (Seguenza G., 1875), *Cerodrillia sigmoidea* (Bronn, 1831), *Gemmula rotata* (Brocchi, 1814) (Tav. 1), *Gemmula (Unedogemmula) contigua* (Brocchi, 1814) (Tav.1), *Stenodrillia allionii*, (Bellardi in Seguenza, 1875) (Tav. 1), *Comitas dimidiata* (Brocchi, 1814) (Tav.1), *Turbonilla* sp., *Pseudavena olivoides* (De Cristoferi & Jan, 1832), *Nucula sulcata* Bronn, 1831, *Austrotindaria pusio salicensis* (G. Seguenza, 1877) (Tav. 2), *Bathyspinula excisa* (Philippi, 1844) (Tav.2), *Limopsis aurita* (Brocchi, 1814), *Korobkovia oblonga*, frammenti di *Dentalium (Fissidentalium) rectum* Gmelin, 1790 e di *Fustiaria (Gadilina) triquetra* (Brocchi, 1814).

Alcune delle specie più significative sono state trovate in posizione di vita (*Jupiteria concava*, *Kelliella abyssicola* (Forbes, 1844), *Austrotindaria pusio salicensis*, *Bathyspinula excisa* e *Ledella messanensis* (Jeffreys, 1870) ex Seguenza G. ms.). Gli esemplari sono rari e dispersi nel sedimento e non sono stati identificati livelli di concentrazione o di accumulo.

A Rio di Chiè, con il classico metodo del "picking", sono state raccolte le seguenti specie: *Turritella spirata*, *Turritella tricarinata* (Brocchi, 1814), *Alvania heraelaciniae* Ruggieri, 1950, *Aporrhais serresianus*, *Euspira catena*, *Trophon squamulatus*, *Nassarius cabrierensis*, *Gymnobela pliorecens*, *Austrotindaria pusio salicensis*, *Bathyspinula excisa*, frammenti di *Aequipecten opercularis* (Linné, 1758), frammenti di *Pseudamussium septemradiatum* (Müller, 1776), *Corbula gibba* (Olivi, 1792).

I molluschi si presentano molto dispersi nel sedimento, alcune specie si ritrovano in posizione di vita (*Austrotindaria pusio salicensis*, *Bathyspinula excisa*, *Brevinucula glabra* e *Kelliella abyssicola*). Nel livelletto sabbioso con tritume

conchigliare, presso il campione **C 15**, sono stati raccolti frammenti di *Pseudamussium septemradiatum*: ospite boreale. Questo livello rappresenta una intercalazione nelle peliti siltose con ctenodonti batifili testimoniando così lo spostamento della faune neritiche in ambiente più profondo da fenomeni di trasporto come correnti di torbida o "slumps".

Analizzando il diagramma di fig. 6 si nota che la diversità specifica decresce, andando verso l'alto, con flessione nettamente più marcata nella classe Gasteropodi e in corrispondenza del campione **C 11**, il numero delle specie dei Bivalvi eguaglia quello dei Gasteropodi e diviene poi più elevato nei campioni successivi.

In questo campione si registra la prima comparsa di *Bathyspinula excisa* a circa 45 metri al di sotto della comparsa di *Neogloboquadrina atlantica* ad avvolgimento sinistrorso (punto o nella sezione).

La Zona a *Globorotalia* gr. *crassaformis* di COLALONGO et al. (1984) corrisponde ad un intervallo temporale di circa 1 milione di anni. Valutando a circa 300 metri la potenza della successione a *Globorotalia* gr. *crassaformis* (vedi SAMI, 1992) si otterrebbe un tasso di sedimentazione intorno ai di 300 m/Ma. Tenendo conto della calibrazione cronologica della comparsa di *Neogloboquadrina atlantica* ad avvolgimento sinistrorso (vedi IACCARINO, 1985) e del tasso di sedimentazione si ipotizza che la comparsa di *Bathyspinula excisa* sia collocabile tra 3,0 e 2,9 milioni di anni.

Nel campione **C 11** oltre a cogliere la prima comparsa di *Bathyspinula excisa* si registrano notevoli cambiamenti nella composizione tassonomica.

In particolare osservando la figura 7 si nota un incremento vistoso di Protobranchia a scapito di Pteriomorphia ed Heterodonta dovuto alla comparsa di nuovi taxa, alcuni dei quali si presentano con dominanza elevata, come

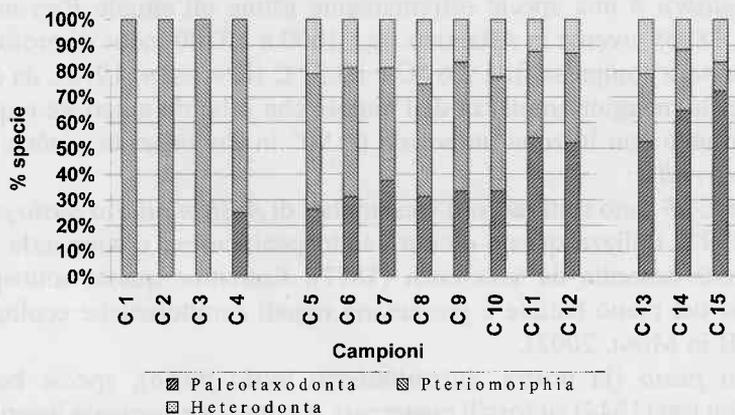


Fig. 7 - Composizione percentuale dei maggiori gruppi tassonomici nei Bivalvi raccolti lungo la sezione studiata.

Austrotindaria pusio salicensis, *Bathyspinula excisa* e *Brevinucula glabra* (Philippi, 1844) e all'incremento del valore di dominanza di *Neilo isseli* Bellardi, 1875 (Fig 8).

Si nota anche che *Nucula sulcata* diminuisce i suoi valori di dominanza verso l'alto della sezione. Questa specie era molto abbondante nei campioni C 5 - C 10 e presentava una dominanza media (7,85%) seconda sola a quella fatta registrare da *Fustiaria triquetra* (8,047%). *Austrotindaria pusio salicensis* e *Bathyspinula excisa* sono da considerare a tutti gli effetti ospiti atlantici sensu TABANELLI (1993). L'Autore considera ospiti atlantici specie o sottospecie di sedimenti Pliocenici, Pleistocenici o Olocenici attualmente viventi solo in fondi batiali oceanici in particolare della provincia Lusitanica e Celtica dell'Atlantico.

Per JEFFREYS (1879) e per SEGUENZA (1877) *Austrotindaria pusio salicensis* sarebbe vivente in Atlantico. Secondo KNUDSEN (1970) essa vivrebbe fra i 500-2700 m di profondità in acque comprese fra i 2,4 °C e i +10 °C ?.

Bathyspinula excisa, descritta ultimamente da WARÉN (1989), TABANELLI (1993), PALAZZI & VILLARI (1994) e SALAS (1996), è stata segnalata in Emilia-Romagna da PADOVANI & TAMPIERI (1970), TAVIANI (1975), MARASTI & RAFFI (1977); ROVERI et al., (1992) e TABANELLI (1993). Secondo KNUDSEN (1970) sarebbe vivente in Atlantico nella forma *subexcisa* (Dautzenberg & Fisher, 1897) tra i 1800? e i 5100 metri di profondità in acque con temperature comprese fra i 0,3 °C ? e i 3,8 °C ?.

Recentemente DI GERONIMO & LA PERNA (1996) hanno espresso l'opinione che si tratti di una forma paleoendemica mediterranea: un caso di speciazione allopatrica entro il nord est Atlantico e il Mediterraneo durante il Plio-Pleistocene e quindi, secondo loro, distinta da quella attualmente vivente in Atlantico. SALAS (1996) e PALAZZI & VILLARI (1997) ritengono che le differenze tra le forme fossili e quelle attuali dell'Atlantico siano talmente labili da non giustificare una separazione anche a solo livello sottospecifico.

Brevinucula glabra è una specie estremamente affine all'attuale *Brevinucula verrilli* (Dall, 1886) vivente in Atlantico fra i 1600 e i 3100 metri di profondità ad una temperatura compresa fra i 2,6 °C e i 3,3 °C (KNUDSEN, 1970), da cui si differenzia per la maggior ampiezza dell'angolo che il bordo anteriore e quello posteriore formano con la zona umbonale ($\geq 90^\circ$ in *Brevinucula glabra*; \leq in *Brevinucula verrilli*).

Nel campione C 15 sono stati raccolti 4 esemplari di *Austrotindaria pusio pusio*. TABANELLI (1997) utilizza questa dicitura sottospecifica per distinguerla dalla forma *salicensis* descritta da SEGUENZA (1877). Entrambe queste sottospecie sono esclusive del piano batiale e presentano uguali caratteristiche ecologiche (vedi tabella B in MONI, 2002).

Austrotindaria pusio (la nostra *Austrotindaria pusio pusio*), specie batifila descritta da PHILIPPI (1844) su fossili quaternari, è stata comunemente inserita tra le specie viventi nel Mediterraneo da NORDSIECK (1969), PIANI (1981) e da SABELLI et al. (1990).

TABANELLI (1993) esprime dei dubbi, su questi rari ritrovamenti e sulla identificazione di tali ritrovamenti con la specie.

Chiarelli (Nuovo Catalogo delle Conchiglie Marine del Mediterraneo. S.I.M.; pubblicato su Internet; all'indirizzo www.aicon.com/sim) conferma le riserve di TABANELLI (1993) escludendo tale specie dal novero dei taxa attuali del Mediterraneo, interpretando gli esemplari degli Autori come forme fossili del Pleistocene (vedi WARÉN, 1989).

Nella Sottoclasse Pteromorpha (Fig. 9), si nota la scomparsa di *Korobkovia oblonga* nel punto C 10 e la netta diminuzione di dominanze fatte registrare, nei due campioni sommitali C 10 e C 11, da *Limea strigilata*, della quale è stata rin-

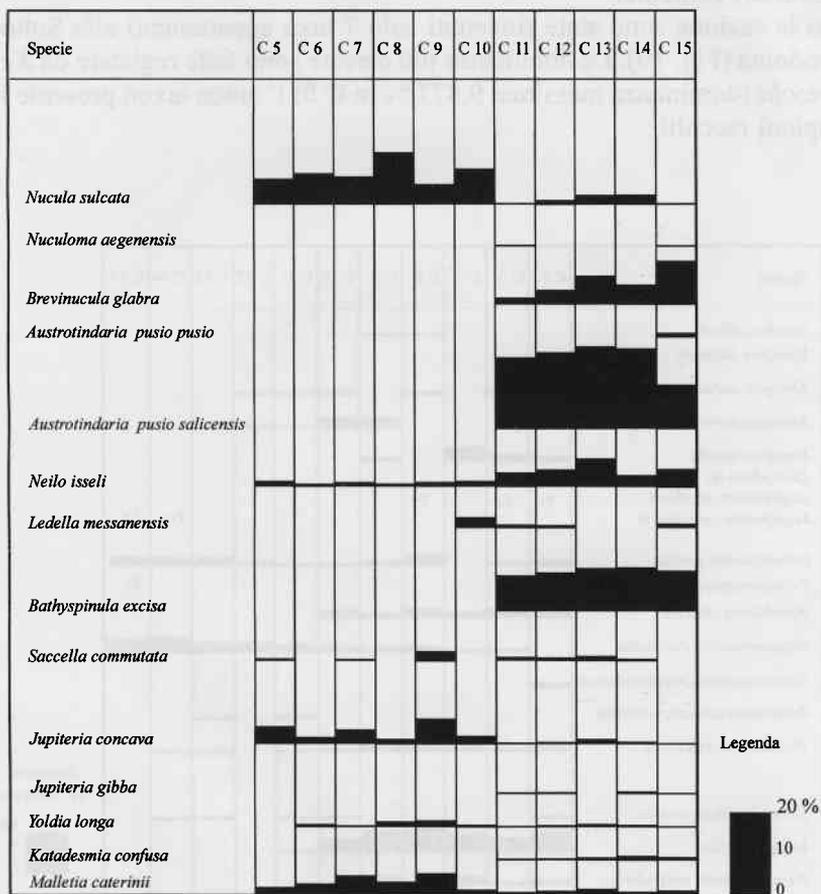


Fig. 8 - Distribuzione e dominanza in percentuale delle specie di Protobranchia nella Sezioni Monte della Siepe - Rio di Chiè.

venuta solo un esemplare nel campione C 11 con dominanza di 0,455% e che non è stata più rinvenuta neanche nei campioni raccolti a Rio di Chiè dove nella Famiglia Limidae è stata rinvenuta solo *Limatula subauriculata* (Montagu, 1808) (C 13, C 14).

Fra i Pectinidae nel campione C 15 sono stati raccolti frammenti di *Pseudamussium septemradiatum*: ospite boreale. Nella famiglia Propeamussidae si nota l'aumento di dominanze per *Propeamussium duodecimlamellatum* (Bronn, 1831) verso i campioni sommitali e la comparsa in C 11 di *Propeamussium cf. anconitanum* (Foresti, 1879).

La presenza di *Delectopecten vitreus* in tutti i campioni con dominanza massima in C 15 di 2,490 % suggerisce un riferimento ad un ambiente di sedimentazione con un basso tenore di ossigeno come testimoniato anche dall'esame dei Foraminiferi bentonici.

Lungo la sezione sono state rinvenuti solo 7 taxa appartenenti alla Sottoclasse Heterodonta (Fig. 10). Le dominanze più elevate sono fatte registrare da *Kelliella abyssicola* (dominanza massima: 9,877 % in C 5) l'unico taxon presente in tutti i campioni raccolti.

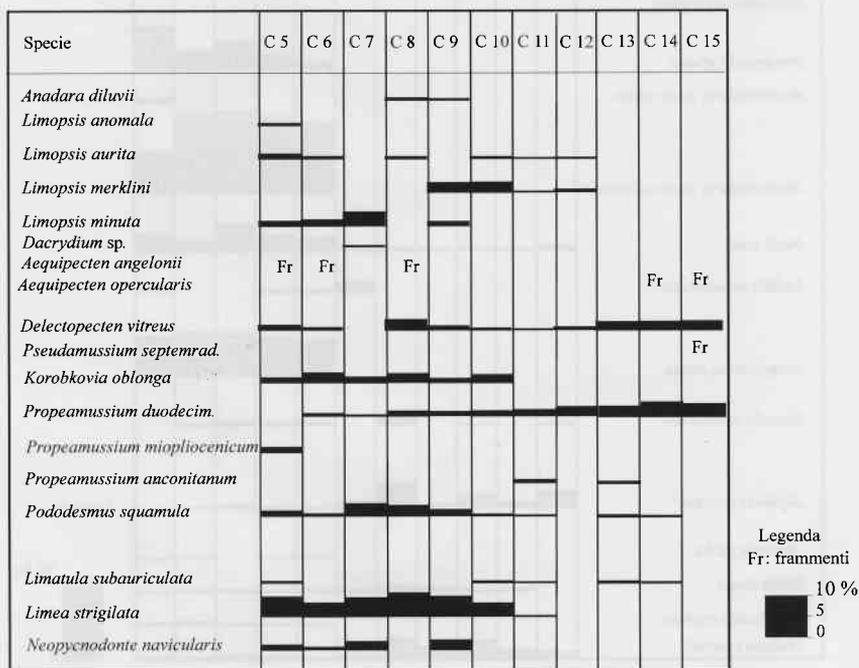


Fig. 9 - Distribuzione e dominanza in percentuale delle specie di Pteromorpha nella Sezioni Monte della Siepe -Rio di Chiè.

Si ipotizza che *Corbula gibba*, separata nei campioni C 13 - C 15 (dominanza massima in C 13: 2,857%), sia risedimentata.

Tra i Gasteropodi le famiglie più rappresentate a Monte della Siepe sono quelle dei Rissoidae, Nassariidae, Turridae e Retusidae .

Si nota che i taxa appartenenti alla famiglia Turridae subiscono una drastica riduzione di specie nel punto C 11 (Fig. 11).

Infatti nei campioni C 5 - C 10 rappresentano in media il 30,10 % di tutte le specie della della Classe Gasteropodi con minimo numero di specie (8) in C 10 e massimo (14) in C 8.

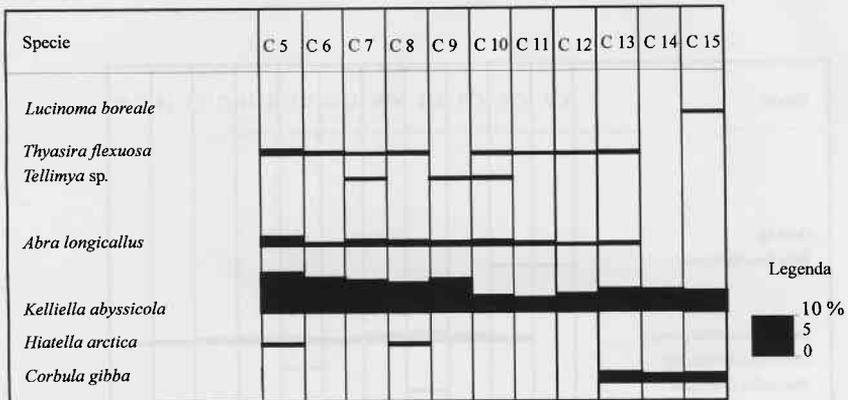


Fig. 10 - Distribuzione e dominanza in percentuale delle specie di Heterodonta nella Sezioni Monte della Siepe - Rio di Chiè.

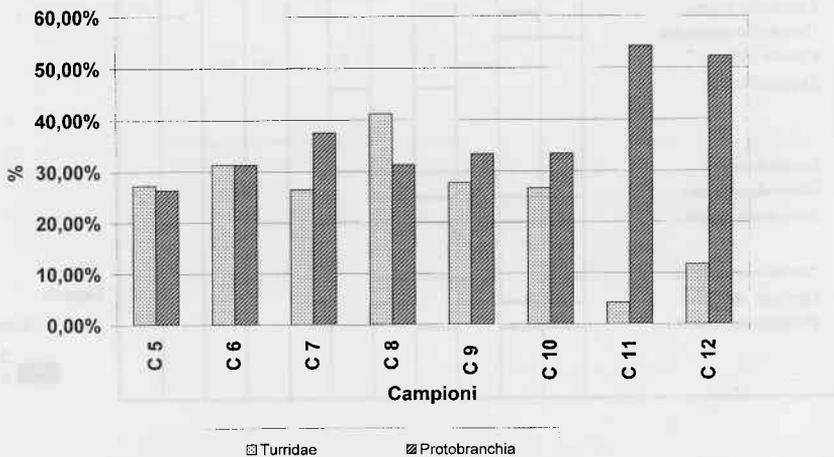


Fig. 11 - Variazione percentuale delle specie di Turridae e di Protobranchia nella Sezione Monte della Siepe.

Nei campioni sommitali (C11, C 12) si riducono a rappresentare solo il 7,96 % di media sul totale della Classe Gasteropodi con le sole *Gymnobela pliorecens*, *Gymnobela torquata* (Philippi, 1844) e un frammento di *Clinura calliope* (Brocchi, 1814) (vedi figura 12).

Oltre il limite che segna la prima comparsa di *Bathyspinula excisa* non si sono più ritrovate: *Stenodrillicia allionii*, *Turriclavus harpula* (Brocchi, 1814) (Tav. 1), *Comitas dimidiata*, *Gemmula rotata* e *Gemmula (Unedogemmula) contigua* rinvenute nei campioni volumetrici C 5 - C 10 a Monte della Siepe.

Nei tre campioni raccolti a Rio di Chiè sono state rinvenute le seguenti specie: *Gymnobela pliorecens*, *Taranis dellabellai* Tabanelli, 1997, *Microdrillia crispata* *vatreni* (Della Bella & Tabanelli, 1986) e *Clinura calliope* (Brocchi, 1814).

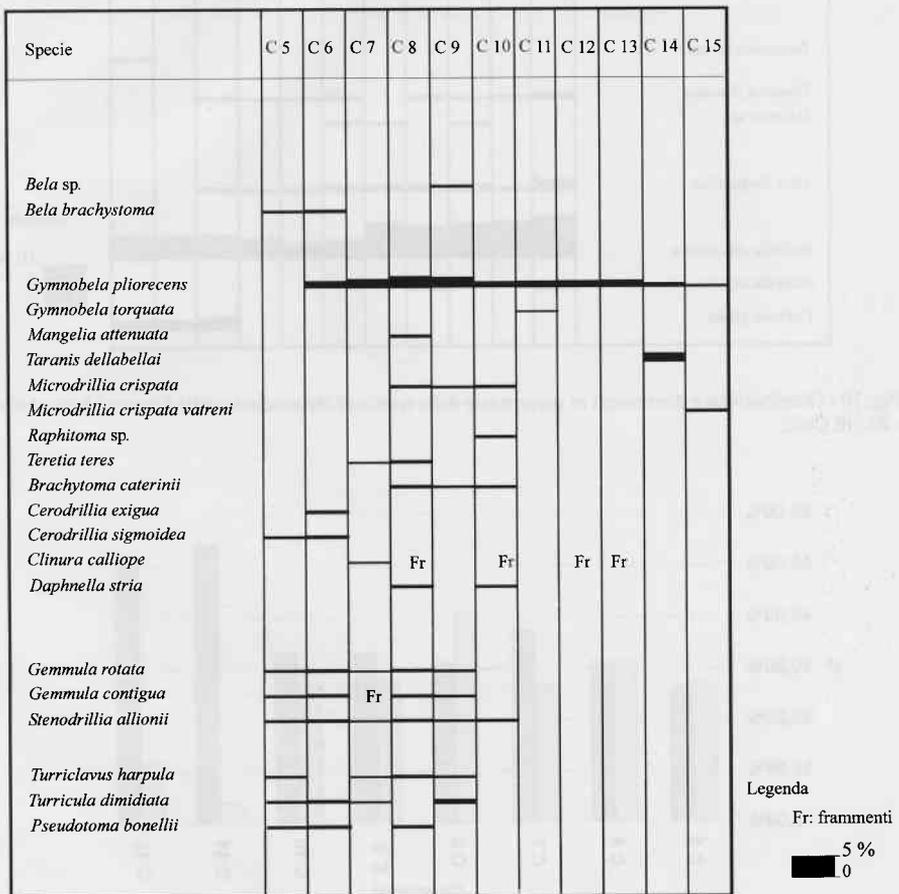


Fig. 12 - Distribuzione e dominanza in percentuale delle specie di Turridae rinvenuti nella Sezione Monte della Siepe - Rio di Chiè.

Secondo TABANELLI (1997) *Taranis circumflexa* (Hornung, 1920), entrata in Mediterraneo dopo la crisi messiniana, diede origine a *Taranis dellabellai*.

Nell'Atlantico l'attuale *Taranis borealis*, descritta da BOUCHET & WARÉN (1980), ha avuto origine anch' essa da *Taranis circumflexa*.

Microdrillia crispata vatreni è stata fino ad ora trovata solo nel Pliocene superiore e Santerniano della Romagna.

Fra i Rissoidae i taxa più rappresentativi sono quelli di *Alvania diadema* (Doderlein in De Stefani, 1874) e di *Alvania heraelaciniae* (Fig. 13).

Nella parte alta della Sezione di Rio di Chiè, secondo TABANELLI (1988), all'interno della famiglia Rissoidae si nota l'evoluzione rapida di *Alvania diadema* distribuita, nella successione marina della Romagna, con continuità dal Pliocene inferiore al Pliocene superiore (TABANELLI, 1988) in *Alvania heraelaciniae*.

Oltre la vallata di Rio di Chiè, nei siti dove sono state effettuate raccolte a mano (vedi MONI, 2002), non è stata più rinvenuta *Alvania heraelaciniae* facendo supporre una esistenza breve per questa forma endemica. Secondo TABANELLI (1998) *Alvania heraelaciniae* sembra non superare il Santerniano.

RUGGIERI (1981) la definisce specie tipica dei fondi batiali argillosi, associata di

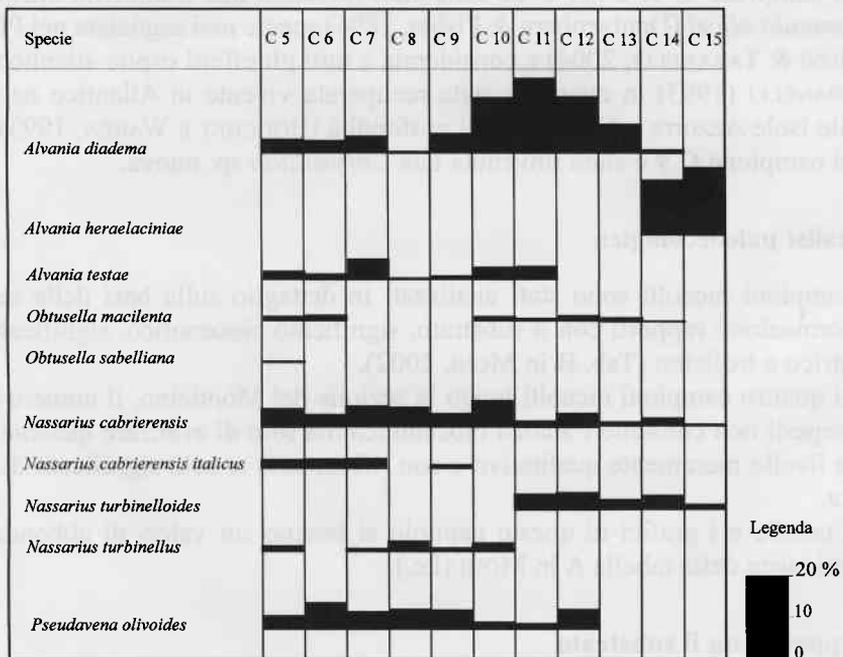


Fig. 13 - Distribuzione e dominanza in percentuale delle specie di Rissoidae, Nassariidae e Retusidae rinvenuti nella Sezione Monte della Siepe- Rio di Chiè.

solito con *Cadulus tumidosus* Jeffreys, 1877, *Yoldia excisa*, *Austrotindaria pusio* e *Propeamussium duodecimlamellatum*.

Fra i Nassariidae (vedi Fig.13) le dominanze massime sono fatte registrare da *Nassarius cabrierensis* in C 10 con un valore di 6,803%.

Nei campioni C 11 e C 12 è stato raccolto *Nassarius turbinelloides* (Seguenza G., 1880), particolare forma evolutiva, la cui comparsa è coincidente o segue di poco quella di *Bathyspinula excisa* (vedi TABANELLI, 1993) e che si ritroverà anche nei campioni raccolti a Rio di Chiè.

La Famiglia Retusidae è presente con la sola *Pseudavena olivoides* raccolta lungo lo spezzone Monte della Siepe.

All'interno della Classe Scaphopoda le dominanze maggiori sono fatte registrare da *Fustiaria triquetra* (vedi tabella A in MONI, 2002). Questo taxa nei campioni C 5 - C 10 era quello che presentava la dominanza media maggiore (8,047 %) per poi passare a valori inferiori (5,506 %) nei campioni C 11 e C 12 e scomparire nei campioni C 13 - C 15.

La scomparsa di questa specie coincide con il successo di *Cadulus ovolum* (Philippi, 1844), *Cadulus tumidosus*, *Entalina tetragona* (Brocchi, 1814) ed *Entalina expolita* (Famiglia Siphonodentalidae).

Fustiaria triquetra e *Pseudavena olivoides* non vengono più rinvenute nella Sezione Rio di Chiè e quindi sembrano non superare il Pliocene medio.

Nel campione C 11 e nel C 10 sono stati rinvenuti due frammenti attribuiti ad *Eumetula alicei* (Dautzenberg & Fisher, 1896) specie mai segnalata nel Pliocene (MONI & TABANELLI, 2004) e considerata a tutti gli effetti ospite atlantico sensu TABANELLI (1993) in quanto è stata recuperata vivente in Atlantico nei pressi delle isole Azzorre a 1165 metri di profondità (BOUCHET E WARÉN, 1993).

Nel campione C 9 è stata rinvenuta una *Chrysallida* sp. nuova.

Analisi paleoecologica

I campioni raccolti sono stati analizzati in dettaglio sulla basi delle seguenti informazioni: rapporti con il substrato, significato biocenotico, significato batimetrico e trofismo (Tab. B in MONI, 2002).

Nei quattro campioni raccolti lungo la sezione del Monticino, il numero esiguo di reperti non consente l'analisi biocenotica ma solo di avanzare qualche ipotesi a livello meramente qualitativo e con riferimento al solo significato di alcuni taxa.

Le tabelle e i grafici di questo capitolo si basano sui valori di abbondanza e dominanza della tabella A in MONI (l.c.).

Rapporti con il substrato

In accordo con il tipo di sedimento (argilla siltosa) la sezione è caratterizzata dalla netta prevalenza delle forme pelofile (Tab. 5) con maggiori dominanze

fatte registrare da *Brevinucula glabra*, *Austrotindaria pusio salicensis*, *Bathispinula excisa*, *Nucula sulcata* ed *Entalina expolita* Della Bella & Tabanelli, 1996. In particolare le forme pelofile presentano una dominanza media di 71,96 % con valore minimo in C 8 (63,232 %) e massimo in C 15 (81,239 %). Nettamente subordinati i gruppi delle specie che vivono su piccoli substrati solidi e quello delle specie mistofile.

Pododesmus squamula è l'unica specie raccolta che si adatta a vivere su piccoli substrati solidi mentre le forme mistofile più rappresentate sono *Saccella commutata* (DI GERONIMO & COSTA, 1978) e *Corbula gibba* che fanno registrare il valore massimo di dominanza nel campione C 13 (4,286 %) (probabile risedimentazione).

Su valori ancora inferiori si attestano i gruppi delle specie ubiquiste e delle psammofile tolleranti rappresentati rispettivamente da *Turbonilla rufa* (Philippi, 1836) (Cauli & Bogi, 1997-98) e da *Roxania utriculus* (Brocchi, 1814) rinvenuta nei campioni C 7, C 13 e C 15. Il gruppo denominato "non rif." comprende le specie per le quali le informazioni al riguardo erano insufficienti.

	PEL	PST	MIS	SBS	UBQ	Non rif.
C 5	75,31	0	0,617	3,087	0,617	20,37
C 6	66,678	0	0,855	1,71	0	30,772
C 7	68,783	0,529	0,529	5,291	0,529	24,336
C 8	63,232	0	0,735	3,676	0,735	31,615
C 9	65,625	0	3,125	4,375	0,625	26,25
C 10	70,75	0	0	0,680	0	28,569
C 11	76,37	0	0,909	0,455	0	22,278
C 12	74,54	0	0,926	0,463	0	24,076
C 13	76,429	0,714	4,286	0,714	0	17,858
C 14	72,527	0	2,747	0,549	0	24,175
C 15	81,329	0,415	2,490	0	0	15,769

Tabella 5 - Composizione percentuale della paleocomunità in rapporto all'affinità tessiturale delle specie: PEL= specie pelofile; PST= specie psammofila tollerante; MIS= specie mistofila; SBS= specie del substrato solido; UBQ= specie ubiquista; Non rif.= specie non riferibili. Sono riportati i valori di dominanza.

Considerando l'habitus e la forma biologica (Tab. 6) notiamo che, nella Sezione del Monte della Siepe, lo stock più rappresentato è quello dei taxa infaunali con netta prevalenza delle forme vagili. Ricordiamo che alcune specie appartenenti alla Sottoclasse Protobranchia, presenti lungo la serie con dominanze elevate quali *Nucula sulcata* e *Austrotindaria pusio salicensis*, pur potendo muoversi attivamente nel sedimento tendono ad essere sedentarie.

	EPS	EPV	SMS	SMV	INS	INV	Non rif.
C 5	4,322	22,84	14,198	4,937	10,494	32,716	10,494
C 6	2,565	23,078	15,386	5,985	8,555	25,642	18,804
C 7	5,291	22,221	13,228	3,147	7,937	34,391	13,755
C 8	5,882	21,322	11,029	5,145	8,088	32,353	16,174
C 9	5,625	20	8,75	5,625	8,125	35,625	16,25
C 10	1,36	36,053	11,564	4,081	4,082	27,895	14,964
C 11	0,91	33,185	10,458	0,909	3,636	43,184	7,73
C 12	1,389	22,223	9,26	1,389	4,630	50,928	10,186
C 13	2,857	16,43	7,143	0,714	8,571	60,715	3,571
C 14	2,747	20,878	9,89	0	7,693	52,197	6,593
C 15	3,32	21,578	18,672	2,49	7,884	45,229	0,830

Tab. 6 - Composizione percentuale della paleocomunità in rapporto all'habitus e alla forma biologica delle specie: EPS= epifauna sessile; EPV= epifauna vagile; SMS= semi-infauna sessile; SMV= semi-infauna vagile; INS= infauna sessile; INV= infauna vagile; Non rif.= specie non riferibili. Sono riportati i valori di dominanza.

I taxa epifaunali presentano dominanza massima nel punto C 10 (37,413 %) dove superano i taxa infaunali. Anche in questo stock si ha la netta prevalenza delle forme vagili sulle forme che vivono attaccate al substrato per cementazione o con il bisso. Fra le forme cementate ricordiamo: *Neopycnodonte navicularis* (C 5, C 6, C 7 e C 9) che predilige i piccoli substrati duri e *Pododesmus squamula* (Linné, 1758) (presente in tutti i campioni raccolti a Monte della Siepe e nei campioni C 13 e C14 di Rio di Chiè), specie epibionte cementata legata anch'essa alla presenza di piccoli substrati (BERNASCONI, 1989). *Hiatella arctica* (Linné, 1767) (presente nei campioni C 5 e C 8), appartenente all'epifauna sessile, richiede un substrato roccioso sul quale fissarsi mediante bisso.

Lo stock delle specie seminfaunali è dominato dai rappresentanti della Classe Scafopodi e presenta dominanza massima in C 6 (21,371 %) con prevalenza delle forme sessili. La netta prevalenza delle forme vagili su quelle sessili potrebbe essere spiegata supponendo una certa instabilità del fondo.

Significato biocenotico

Dal quadro riassuntivo della tabella 7 si nota l'assenza delle specie caratteristiche della biocenosi del Fango Terrigeno Costiero del Circolitorale (VTC), mentre sono presenti quelle preferenziali ed in particolare, con dominanza molto elevata, quelle dell'ecotono VTC-VP.

Se si raggruppano queste specie e le si pongono a confronto con il raggruppamento delle specie preferenziali o esclusive VP (Fig. 14) si può osservare che l'insieme di quest'ultime è costantemente presente con valori di dominanza consistenti, ma inferiori a quello delle specie preferenziali VTC e VTC-VP, fino al

campione **C 11**. In corrispondenza di tale campione lo stock VP (p) +VP (e) diventa nettamente dominante.

In conclusione, i campioni **C 5 - C 10** sono indicativi di una successione di paleocomunità inizialmente dislocate nei livelli meno profondi della biocenosi VP, in vicinanza di quei fanghi dominati da specie indicatrici della transizione fra le biocenosi VTC e VP poi, nei campioni **C 11 - C 15**, le paleocomunità presenterebbero i caratteri tipici di una biocenosi VP.

	VTC-VP	VTC (p)	VP(e)	VP (p)	L.R.E	Ind. inst.	Altre	s.s.pr.
C 5	21,605	20,989	22,841	9,26	11,11	0,617	2,469	11,11
C 6	21,367	17,959	25,642	5,983	9,403	0	1,71	17,951
C 7	28,572	11,64	22,752	6,349	9,523	0,529	2,645	17,987
C 8	21,323	17,645	21,323	5,882	13,97	0,735	0,735	18,38
C 9	20,625	17,5	20	6,25	13,75	0,625	3,125	18,125
C 10	40,816	8,844	14,286	5,443	8,844	0	0,62	21,146
C 11	26,819	4,546	44,094	3,183	2,273	0	0	19,097
C 12	22,223	6,945	50,465	3,704	1,852	0	0	14,816
C 13	10,715	7,856	52,143	4,286	2,858	2,857	2,143	17,143
C 14	5,495	19,78	48,352	1,098	2,747	2,198	0,549	18,13
C 15	3,32	23,237	45,228	0,83	0	2,490	0,415	24,483

Tabella 7 - Composizione percentuale della paleocomunità in rapporto al significato biocenotico delle specie. VTC-VP= fanghi di transizione tra i fondi dei Fanghi Terrigeni Costieri e i fondi dei Fanghi Batiali; VTC= Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri; VP= Biocenosi dei Fanghi Batiali; L.R.E.= Specie a Larga Ripartizione Ecologica; Ind.inst.= specie Indicatrici di instabilità; Altre= specie preferenziali di altre biocenosi DC-DE; AP; HP; SFBC; C-DC; DL; s.s.pr.= Specie senza significato preciso; (p)= specie caratteristica preferenziale; (e)= specie caratteristica esclusiva. Sono riportati i valori di dominanza.

Significato batimetrico

Nella tabella 8 sono riportati i valori in percentuale di dominanza riferiti alle varie categorie batimetriche nei campioni raccolti. Esaminando la tabella e il grafico di figura 15 si nota che lo stock più rappresentato, fino al campione **C 10**, è quello delle forme euribate ristrette, seguito dallo stock Bp e da quello che include specie a distribuzione infralitorale/batiale (Eu).

La comunità è perciò inquadrabile nell'orizzonte superiore del piano batiale (vedi CARPINE, 1970) anche se, nei nostri campioni, la categoria delle specie euribate ad ampia distribuzione risulta nettamente subordinata.

Dal campione **C 11** lo stock Bp diventa chiaramente dominante testimoniando un incremento della batimetria. Stime fondate sulla batimetria attuale delle specie viventi suggeriscono una profondità dell'ambiente di sedimentazione non inferiore ai 500 m.

	Bp	C	Ea	Er	El	Eu	Np
C 5	19,754	3,086	0,617	63,582	4,321	6,172	2,469
C 6	32,481	0,855	0	54,711	2,564	3,42	5,984
C 7	29,1	1,587	0	59,258	2,116	5,82	2,116
C 8	31,616	0,735	0	51,468	2,206	8,087	5,881
C 9	29,375	2,5	0	51,25	1,875	7,5	7,5
C 10	23,81	0,68	0,680	59,864	2,722	1,36	10,883
C 11	50,005	0,455	0,455	40,458	0,909	1,819	5,911
C 12	58,336	0	0,463	37,502	1,389	0,926	1,389
C 13	65,001	0	0,714	27,857	1,429	3,571	1,429
C 14	60,44	0	0,549	30,219	1,099	2,747	4,944
C 15	66,806	0	0	29,047	0	2,490	1,66

Tab. 8 - Valori percentuali delle varie categorie batimetriche nella Sezione Monte della Siepe. Bp= specie batiali pure; Er= specie euribate a distribuzione ristretta; Eu= specie euribate in s.l. (infra-batiale); El= specie euribate a distribuzione infra-circulariore; Ea= specie euribate ad ampia distribuzione (circulariore-batiale); C= specie a distribuzione circulariore; Np= specie dal significato batimetrico non precisabile. Sono riportati i valori di dominanza.

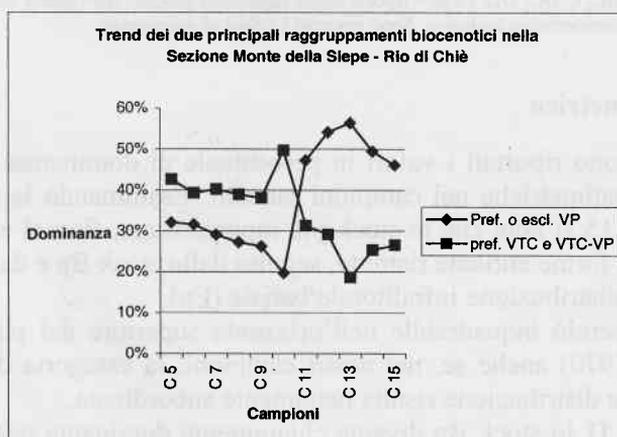


Fig. 14 - Trend dei due principali raggruppamenti biocenotici lungo la sezione ricostruita a Monte della Siepe - Rio di Chiè.

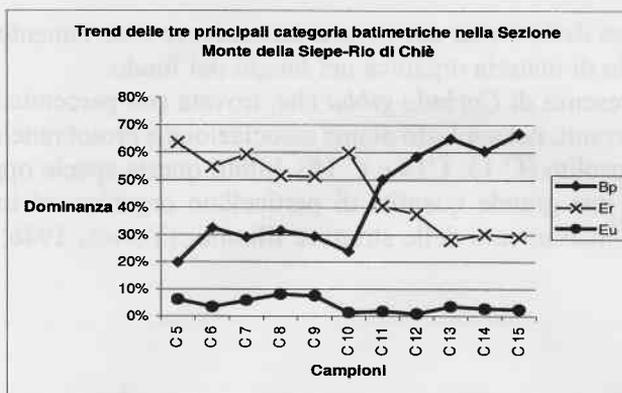


Fig. 15 - Andamento delle tre principali categorie batimetriche nella sezione di Monte della Siepe: Bp= specie batiali pure; Er= specie euribate a distribuzione ristretta; Eu= specie euribata in s.l. (infra-batiale).

Analisi trofica

Le categorie trofiche che presentano i valori più elevati di dominanza a Monte della Siepe e a Rio di Chiè (Tab. 9) sono quelle dei detritivori / depositivori seguite dallo stock dei carnivori (Predatori più Necrofori), che presentano dominanza massima in C 8 (26,467 %), dai taxa filtratori e per ultimo da quello dei parassiti, che presenta dominanze minori del 10 % e massimo valore nel campione C 10 (7,482 %).

	DET/DEP	FIL	PAR	PRE	NEC	CAR	Non rif.
C 5	38,89	25,929	2,469	14,813	9,259	24,072	8,641
C 6	47,017	11,967	4,274	11,969	6,838	18,807	17,95
C 7	42,857	24,339	3,174	8,993	10,053	19,046	10,581
C 8	35,294	24,998	3,676	16,909	9,558	26,467	9,558
C 9	36,250	24,375	6,25	16,25	6,25	22,5	10,625
C 10	47,62	15,645	7,482	9,524	10,205	19,729	9,523
C 11	70,914	6,366	4,547	5,91	6,819	12,729	5,456
C 12	67,595	8,797	0,463	5,093	8,797	13,89	9,26
C 13	70,001	12,856	1,429	7,144	6,429	13,573	2,142
C 14	70,328	10,44	1,648	8,242	6,044	14,286	3,296
C 15	78,839	11,204	0,415	4,98	3,735	8,715	0,830

Tabella 9 - Composizione trofica percentuale nella Sezione Monte della Siepe: DET/DEP= detritivori/depositivori; FIL= filtratori; PAR= parassiti; PRE= carnivori predatori; NEC= carnivori necrofori; Non rif.= specie non riferibili. Sono riportati i valori di dominanza.

La netta prevalenza delle forme detritivore/depositivore è certamente legata al maggiore accumulo di materia organica nei fanghi del fondo.

Da segnalare la presenza di *Corbula gibba* che, trovata con percentuali sensibili anche se non rilevanti, nel contesto di una associazione a protobranchiati costituisce un evento insolito (C 13, C 14 e C 15). Infatti questa specie opportunistica capace di trattare una grande quantità di particellato organico ed inorganico, senza il rischio di intasamento delle strutture filtranti, (YONGE, 1946; STANTON

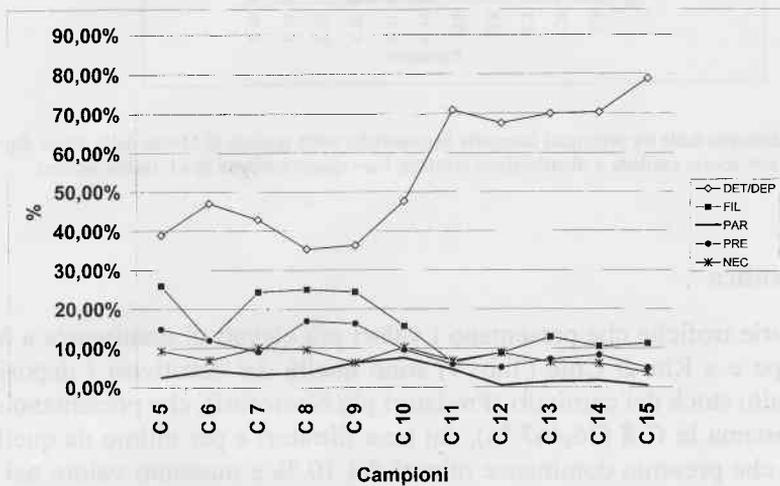


Fig. 16 - Andamento dei 5 principali gruppi trofici a Monte della Siepe: DET/DEP= detritivori/depositivori; FIL= filtratori; PAR= parassiti; PRE= carnivori predatori; NEC= carnivori necrofori.

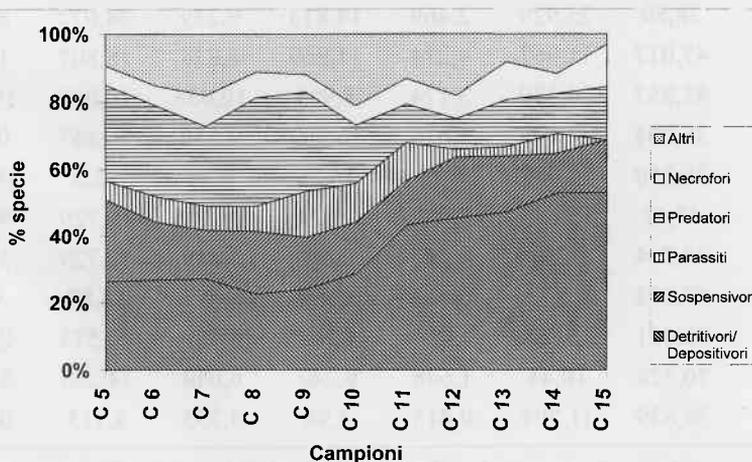


Fig. 17 - Variazioni % in termini di ricchezza specifica nella struttura trofica lungo la Sezione Monte della Siepe.

& DODD, 1976), è tipica di un ambiente ad elevata velocità di sedimentazione e molto ricco di materia organica (BENIGNI & CORSELLI, 1982).

L'andamento dei 5 principali gruppi trofici a Monte della Siepe e a Rio di Chiè è evidenziato nel grafico di figura 16.

Analizzando il grafico si nota che i detritivori/depositivori subiscono un aumento importante a partire dal campione C 11; infatti, prima di questo campione, presentavano valori di dominanza minori del 50 % (media di 41,321 %) compresi tra un minimo di 35,294 % in C 8 e un massimo di 47,62 % in C 10. Dal campione C 11 verso l'alto della serie i detritivori/depositivori presentano dominanze sempre maggiori del 65 %. La causa è la comparsa di nuovi taxa a dominanza elevata quali: *Austrotindaria pusio salicensis*; *Bathyspinula excisa* e *Brevinucula glabra*.

I filtratori mostrano un andamento speculare rispetto all'andamento dei detritivori/depositivori presentando un massimo valore di dominanza nel campione C 5 (25,929 %) e mostrando dal campione C 11 valori sempre minori del 15% toccando la punta minima nel campione C 11 (6,366 %).

L'aumento percentuale dei taxa detritivori/depositivori nel campione C 11 (Fig. 17) è da mettere in relazione con l'aumento della batimetria (HICKMAN, 1984). La drastica diminuzione dei predatori, rappresentati in gran parte dai Turridi, sia in termini di valori di dominanza (Tab. 9) che in termini di diversità (Fig. 17), è imputabile ad una importante diminuzione dello loro prede rappresentate essenzialmente dai policheti. Non esiste ancora una base attualistica concreta che spieghi questo improvviso declino dei policheti.

Conclusioni

Lo studio dei campioni quantitativi, prelevati a Monte della Siepe e a Rio di Chiè, ha permesso di distinguere due Unità sinecologiche denominate rispettivamente: Paleocomunità a *Korobkovia oblonga* e *Jupiteria concava* e Paleocomunità a *Bathyspinula excisa* e *Austrotindaria pusio*.

Le due Unità sinecologiche sono caratterizzate da una notevole omogeneità sia dal punto di vista della composizione tassonomica che della struttura trofica e della dominanza dei taxa.

Per denominare correttamente le paleocomunità si è ritenuto opportuno utilizzare le specie che presentano intervalli di distribuzione paleobatimetrica ben definiti o comunque il più possibile limitati. Con questo approccio le specie di maggiore interesse risultano: *Korobkovia oblonga*, *Limea strigilata*, *Jupiteria concava*, *Bathyspinula excisa* e *Austrotindaria pusio*. Le prime tre specie citate, diffuse dal circolitorale profondo al batiale superficiale, individuano dunque un intervallo paleobatimetrico ben definito. Recentemente CEREGATO & SCARPONI (in stampa) hanno definito una paleocomunità a *Korobkovia oblonga* e *Jupiteria concava* che presenta composizione tassonomica e struttura trofica simile a quella descritta nei campioni C 5 - C 10. Pertanto si ritiene corretto attribuire tali

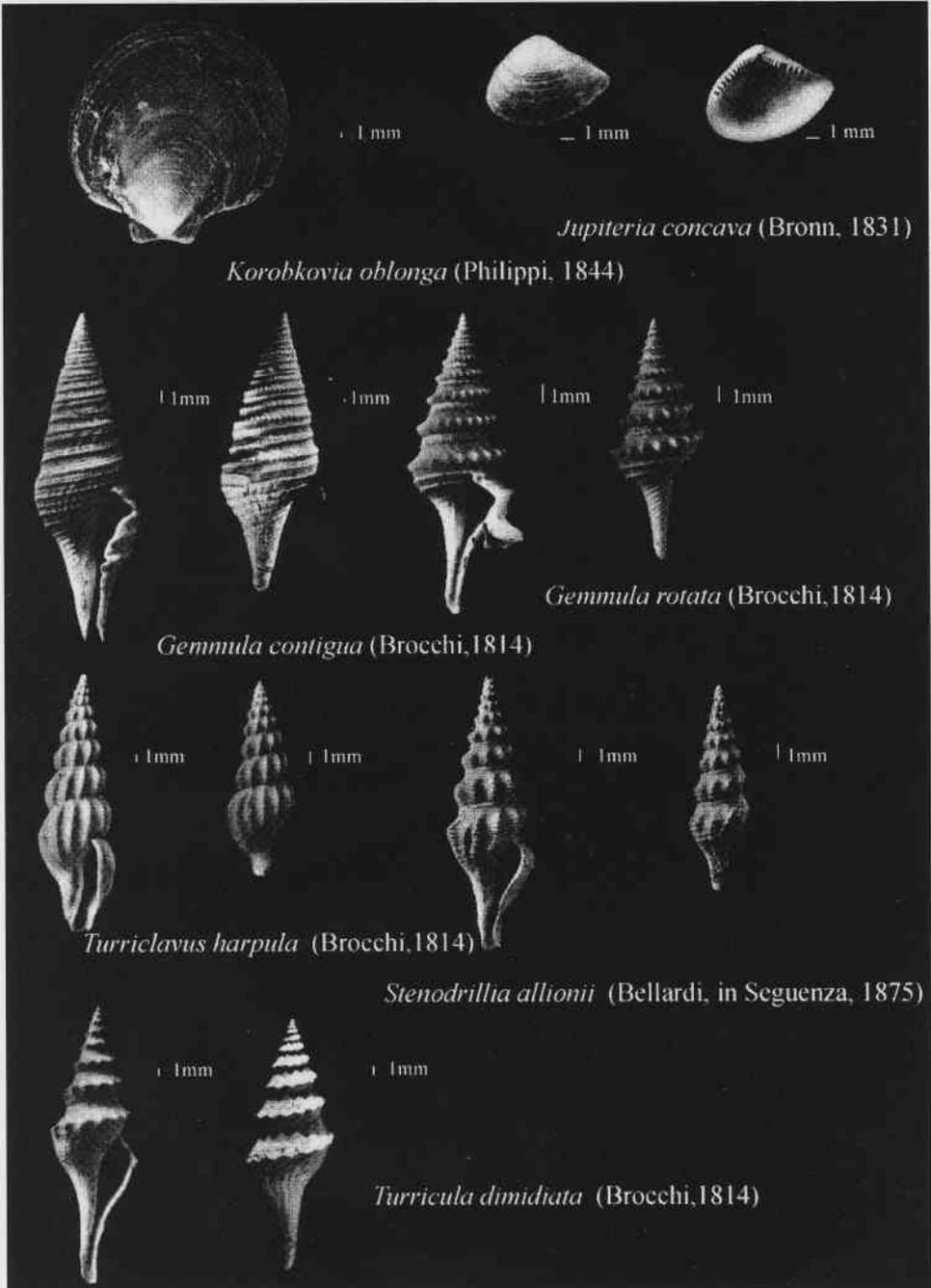


Fig. 18 – *Korobkovia oblonga* (Philippi, 1844); *Jupiteria concava* (Bronn, 1831); *Gemmula contigua* (Brocchi, 1814); *Gemmula rotata* (Brocchi, 1814); *Turriclavus harpula* (Brocchi, 1814); *Stenodrillia allionii* (Bellardi, in Seguenza, 1875); *Turricula dimidiata* (Brocchi, 1814).



Fig. 19 – *Bathyspinula excisa* (Philippi, 1844); *Austrotindaria pusio salicensis* (G. Seguenza, 1877)

campioni a tale paleocomunità.

Tale Unità sinecologica è stata descritta da CEREGATO & SCARPONI (in stampa) tramite campioni provenienti da Campore (Salsomaggiore Terme, Parma) e Rio Merli (Brisighella, Ravenna). Associazioni assimilabili a tale paleocomunità, anche se citate con denominazioni diverse, sono state pubblicate da RUGGIERI (1957), TABANELLI (1993) e MONEGATTI & PANTOLI (1987) per la Romagna. Per l'Emilia sono ascrivibili le paleocomunità descritte da MARASTI & RAFFI (1976) per il Piacenziano di Maiatico (calanco "Antolino" e porzione media-bassa di "La Costa").

La paleocomunità è confrontabile con quelle del Pliocene inferiore descritte da ROBBA (1981) e BERNASCONI (1989) per quanto riguarda la Liguria, e con quelle illustrate da PAVIA et al. (1989) per il Piemonte.

In sintesi la paleocomunità è caratterizzata dalla prevalenza di forme detritivore infaunali vagili (figure 16, 17; tabelle 9, 5 e 6), dalla preponderanza di specie indicatrici della transizione fra le biocenosi VTC e VP (tabella 7, figura 14) mentre le categorie batimetriche più rilevanti sono quelle rappresentate dallo stock delle forme Er seguite da quello delle forme Bp (figura 15, tabella 8). La paleocomunità è perciò inquadrabile nell'orizzonte superiore del piano batiale.

Le associazioni dei campioni C 11 e C 12 raccolti a Monte della Siepe e dei campioni C 13, C 14 e C 15 raccolti a Rio di Chiè sono invece assimilabili alla paleo-

comunità denominata da CEREGATO & SCARPONI (in stampa) come Paleocomunità a *Bathyspinula excisa* e *Austrotindaria pusio*. Queste due specie non sono presenti nel batiale sommitale e compaiono proprio in corrispondenza della drastica riduzione di *Korobkovia oblonga* e *Jupiteria concava*. La paleocomunità è riferibile al piano batiale sia sulla base della composizione tassonomica (Fig. 7) che della struttura trofica (Fig. 17) (KNUDSEN, 1979; HICKMAN, 1984). In particolare la netta prevalenza delle specie detritivore (Fig. 17), l'aumento di specie Vp esclusive e della loro dominanza (Tabella 7), le percentuali di dominanza delle specie Bp che rimangono costantemente più alte di quelle Er (Figura 15, tabella 8), testimoniano un incremento della batimetria che conferma per i campioni studiati un inquadramento nell'orizzonte medio del piano batiale.

La presenza di specie Er (vedi campioni C 13, C 14 e C 15) sarebbe allora da imputare a una componente alloctona spiegabile con l'estrema mobilità dei fondali che trova conferma con l'episodica concentrazione dei reperti (livelli a frammenti di *Pseudamussium septemradiatum* e tritume conchigliare)

Questa paleocomunità è confrontabile con quella rinvenuta nei campioni 9 e 10 di Rio Merli studiati da CEREGATO & SCARPONI (in stampa) e quelle pubblicate da RUGGIERI (1950; 1957; 1975), TABANELLI (1981; 1998) per la Romagna; da CALDARA & GARGANESE (1990) per la Basilicata e da DI GERONIMO & LA PERNA (1997) per la Calabria (Lazzaro, Vallone Catrica e Bianco) e per la Sicilia (Furnari in provincia di Messina).

Tra le due paleocomunità non sono stati riscontrati, almeno nell'area in oggetto, particolari situazioni di ecotono.

Attualmente il passaggio dal VTC al VP è contrassegnato da situazioni di ecotono ma non sono state evidenziate nell'ambito del batiale Unità sinecologiche che giustificano la definizione di paleocomunità diverse. L'approccio bionomico applicato al Mediterraneo attuale permette di riconoscere nell'ambito dell'epibatiale una situazione di ecoclino attribuibile all'aumento della batimetria. Tale situazione è documentata da un aumento progressivo dei taxa batiali e da una concomitante diminuzione dei taxa circalitorali-batiali. Nel Pliocene questo ecoclino non solo è ben documentabile ma corrisponde ad un vero e proprio cenocline. In pratica si può affermare che nel Pliocene queste due diverse situazioni paleobatimetriche ospitavano Unità sinecologiche profondamente diverse sia dal punto di vista tassonomico che da quello trofico. Questa situazione ha permesso di individuare un brusco aumento della batimetria in corrispondenza del passaggio dalla Paleocomunità a *Korobkovia oblonga* e *Jupiteria concava* a quella a *Bathyspinula excisa* e *Austrotindaria pusio*. Tale approfondimento tenendo conto dei dati biostratigrafici sarebbe databile intorno a 3,0-2,9 milioni di anni. Queste due paleocomunità dunque costituiscono uno strumento idoneo e semplice da utilizzare per riconoscere variazioni paleobatimetriche nell'ambito del batiale.

Il numero esiguo di reperti raccolti lungo la Sezione del Monticino (C 1 - C 4) non ha consentito di effettuare l'analisi biocenotica dei campioni ma solo di

avanzare qualche ipotesi a livello meramente qualitativo e con riferimento al solo significato di qualche taxa.

L'associazione faunistica della sezione è stata attribuita alla Paleocomunità a *Limea strigilata*-*Korobkovia oblonga*. L'associazione di queste due specie è tipica del batiale superiore e della transizione tra il batiale ed il circalitorale. Una paleocomunità caratterizzata da queste due specie è stata recentemente citata da SCARPONI & DI STEFANO (2001) nella Zona a *Globorotalia margaritae* nel batiale della successione del Fiume Reno. La bassa diversità specifica non consente, in questo caso, di arrivare ad un risultato di maggior dettaglio.

Ringraziamenti

Si ringraziano: il Sig. Brazzorotto e il Dott. Calafato per la collaborazione prestata durante le analisi sedimentologiche; il Sig. Ferrieri per le foto; il Dott. Vaiani per lo studio dei microforaminiferi. Un grazie ai Dottori Alessandro Ceregato e Daniele Scarponi per la disponibilità e per i tanti spunti suggeriti durante la stesura dell'articolo.

Un sincero ringraziamento al Prof. Sergio Raffi per la revisione critica alla mia tesi di laurea da cui ho tratto il presente lavoro ed al Dott. Cesare Tabanelli per avermi insegnato la pazienza e un metodo di lavoro, per la collaborazione prestata durante il campionamento, per l'aiuto fondamentale fornitomi nella determinazione della malacofauna, per l'attenzione dedicata alla revisione critica di questo manoscritto ma soprattutto per avermi fatto capire che non esistono fossili banali.

Poscritto: Per mio padre, Silvia e Giovanni.

Bibliografia

- AGER D.V., 1963 - Principles of paleoecology. *McGraw-Hill Book Company*, New York: 1-371.
- AIMASSI G. & FERRERO-MORTARA E., 1983 - Osservazioni paleoecologiche e biostratigrafiche su una malacofauna pliocenica dell'astigiano (Buttigliera d'Asti). *Boll. Malcológico*, Milano, 19 (9-12): 177-206.
- AIMONE S. & FERRERO-MORTARA E., 1983 - Malacofaune plioceniche di Cossato e Candelo (Biellese, Italia NW). *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino*, 1 (2): 279-328.
- ALLEN J.A. & HANNAH F., 1986 - A reclassification of the recent Genera of the Subclass Protobranchia (Mollusca: Bivalvia). *J. Conch.*, 32: 225-249.
- AMORE C., CASALE V., COSTA B., DI GERONIMO I., GIUFFRIDA E. & ZANINI A., 1985 - Evoluzione sedimentologica e faunistica dei sedimenti pleistocenici di Poggio Spica (Mineo, Catania). *Boll. Soc. Geol. It.*, 103: 755-786.

- BARBIERI F., 1967 - The Foraminifera in the Pliocene section Vernasca-Castell'Arquato including the << Piacenzian stratotype >> (Piacenza Province). *Mem. Soc. It. Sc. Nat.*, Milano, 15: 145-163.
- BARRIER P., CASALE V., COSTA B., DI GERONIMO I., OLIVERI O. & ROSSO A., 1987 - La sezione plio-pleistocenica di Pavigliana (Reggio Calabria). *Boll. Società Paleont. It.*, 25 (2): 107-144.
- BEDULLI D., CASTAGNOLO L., GHISOTTI F., SPADA G. (1995 a) – Bivalvia, Scaphopoda. In: MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S. (eds.) – Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, Bologna, 17: 1-21.
- BEDULLI D., CATTANEO-VIETTI R., CHEMELLO R., GHISOTTI F. & GIOVINE F., 1995b – Gastropoda Opisthobranchia, Divasibranchia, Gymnomorpha. In: MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S. (eds.) – Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, Bologna, 15: 1-24.
- BENIGNI C. & CORSELLI C., 1982 - Paleocomunità a Molluschi bentonici del Pliocene di Volpedo (Alessandria). *Riv. Ital. Paleont.*, Milano, 87(4): 637-702.
- BERNASCONI M.P., 1987 - Limopsidi pliocenici: morfologia funzionale e rapporti con il sedimento. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, Catania, 20 (331): 265-286.
- BERNASCONI M.P., 1989 - Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. V. Il Pliocene di Savona. *Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino*, 7 (1): 49-116.
- BODON M., FAVILLI L., GIANNUZZI SAVELLI R., GIOVINE F., GIUSTI F., MANGANELLI G., MELONE G., OLIVERIO M., SABELLI B. & SPADA G., 1995a – Gastropoda Prosobranchia, Heterobranchia Heterostropoda. In: MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S. (eds.) – Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, Bologna, 14 :1-60.
- BODON M., FAVILLI L., GIUSTI F. & MANGANELLI G., 1995b – Gastropoda Pulmonata. In: MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S. (eds.) – Checklist delle specie della fauna italiana. *Calderini*, Bologna, 16: 1-60.
- BOUCHET P. & WARÉN A., 1980 - Revision of the northeast Atlantic bathyal and abyssal Turridae. *J. Moll. Stud.*, suppl. 8: 1-120.
- BOUCHET P. & WARÉN A., 1993 - Revision of northeast Atlantic bathyal and abyssal Mesogastropoda. *Boll. Malac.*, suppl. 3: 577-840.
- CALDARA M. & GARGANESE V.A., 1990 – Paleocomunità a *Delectopecten vitreus* (Gmelin) nelle argille plio-pleistoceniche di Montalbano Ionico (Basilicata). In “Atti del quarto Simposio di Ecologia e Paleoecologia delle Comunità Bentoniche”. *Pubbl. del Museo Regionale di Scienze Naturali*, Torino: 373-385.
- CALDARA M., D'ALESSANDRO A. & DI GERONIMO I., 1981 - Paleocomunità circolitorali del Pleistocene di Gallipoli (Lecce). *Boll. Malac.*, 17: 125-164.
- CAPROTTI E., 1979 – Scafopodi neogenici e recenti del Bacino mediterraneo, iconografia ed epitome. *Boll. Malacologico*, Milano, 15 (9-10): 213-288.
- CARPINE C., 1970 – Ecologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée occidentale. *Mém. Inst. Océanogr.*, Monaco, 2: 1-146.
- CAULI L. & BOGI C., 1997-1998 - La malacofauna pliocenica del Cisternino (Livorno). *Quad. Mus. Nat.*, Livorno, 15: 1-24.
- CEREGATO A. & SCARPONI D., (in stampa) - The Circolittoral/Bathyal Paleocommunities in the Middle Pliocene of Northern Italy: the case of *Korobkovia oblonga-Jupiteria concava* paleo community type.
- COLALONGO M.L. & SARTONI S., 1979 - Schema biostratigrafico per il Pliocene ed il basso Pleistocene in Italia. In: *Nuovi contributi alla realizzazione della carta*

- Neotettonica d'Italia*, 251: 645- 654.
- COLALONGO M.L., PASINI G., RAFFI I., RIO D., SARTONI S. & SPROVIERI R., 1984 - Bio-cronology of the Italian marine Pliocene and Lower Pleistocene. Proc. 27 th Int. geol. Congr. Moscow 1984. *VNU Scienze Press*, Utrecht: 109-127.
- DAUTZEMBERG P. & FISHER H., 1896-1897 - Dragages effectués par l' Hironnelle et par la Princesse-Alice. *Mém. Soc. Zool. France*, Paris, 9 (1896): 395-498; 10 (1897): 139-234.
- DELLA BELLA G. & TABANELLI C., 1996 - *Entalina expolita* n.sp. (Mollusca, Scaphopoda). Fossile del Pleistocene in Romagna. *Quad. Studi Nat. Romagna*, Cesena, 5: 13-17.
- DI GERONIMO I. & COSTA B., 1978 - Il Pleistocene di Monte dell'Apa (Gela). *Riv. It. Paleontologia Strat.*, 84 (4): 1121-1158.
- DI GERONIMO I. & LA PERNA R., 1996 - *Bathyspinula excisa* (Philippi, 1844) (Bivalvia Protobranchia): a witness of the Plio-Quaternary history of the deep mediterranean benthos. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, Milano, 102 (1): 105-118.
- DI GERONIMO I. & LA PERNA R., 1997 - Pleistocene bathyal molluscan assemblages from southern Italy. *Riv. It. Paleont. Strat.*, 103 (3): 389-426.
- DI GERONIMO I. & LI GIOI R., 1980 - La malacofauna würmiana della staz. BS 77-4 al largo di Capo Coda Cavallo (Sardegna nordorientale). *Ann. Univ. Ferrara (n.s.), sez. IX, Sc Geol. e Paleont.*, 11: 123-151.
- DI GERONIMO I. & ROBBA E., 1976 - Metodologie qualitative e quantitative per lo studio delle biocenosi e paleocomunità marine bentoniche. Il paleobenthos in una prospettiva paleoecologica. *Gruppo inform. Ricerca coord. CNR, Parma, Rapporto di Lavoro* 1: 1-35.
- DI GERONIMO I., LI GIOI R. & SCIACCA V., 1982 - La fauna pleistocenica dell'Abbeveratoio Conzo (Grammichele, Catania). *Geologica Rom.*, Roma, 21: 577-601.
- DI GERONIMO I., LA PERNA R., ROSSO A. & SANFILIPPO R., 1995 - Primi dati sulle tanaocenosi bentoniche dei bacini di Cefalù e Gioia (Tirreno Sud Orientale). (EOCUMM94): 289-302.
- EMEL'YANOV E.M., 1972 - Principal Types of Recent Bottom Sediments in the Mediterranean Sea: Their Mineralogy and Geochemistry. In: STANLEY D. J. (ed.) - The Mediterranean Sea: A Natural Sedimentation Laboratory. *Dowden, Hutchinson & Ross, Inc.*, Stroudsburg (Penn.): 355-386.
- HICKMAN S.C., 1984 - Composition, structure, ecology, and evolution of six Cenozoic deep-water mollusk communities. *Journal of Paleontology*, 58: 1215-1234.
- JEFFREY J.G., 1879 - On the Mollusca of the "Lightning" and "Porcupine" Expeditions 1868-70. Part II. *Proc. Zool. Soc. London*: 553-588.
- IACCARINO S., 1985 - Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. In: BOLLI H.M., SAUNDERS J.B., PERCH-NIELSEN K. (a cura di) - Plankton Stratigraphy. *Cambridge Univ. Press*, Cambridge: 283-314.
- KNUDSEN J., 1970 - The Systematics and Biology of Abyssal and Hadal Bivalvia. *Galathea Report*, Copenhagen, 11: 7-238.
- KNUDSEN J., 1979 - Deep-Sea Bivalves. In: VAN DER SPOEL S., VAN BRUGGEN A.C., LEVER J. (eds.) - Pathways in Malacology. *Scheltema & Holkema*, Utrecht: 195-224.
- MARABINI S. & VAI G.B., 1988 - Geology of the Monticino Quarry, Brisighella, Italy. Stratigraphic implications of its Late Messinian mammal fauna. In: DE GIULI C., VAI

- G.B. (eds.) - Fossil vertebrates in the Lamone Valley. Romagna Apennines. Field trip guidebook. *Univ. of Firenze and Bologna, Comune of Faenza*, Faenza: 39-52.
- MARASTI R. & RAFFI S., 1976 - Osservazioni biostratigrafiche e paleontologiche sulla malacofauna del Piacenziano di Maiatico (Parma, Emilia occidentale). *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, Modena, 15 (2): 189-214.
- MARASTI R. & RAFFI S., 1977 - Diversità tassonomica dei bivalvi pliocenici del Bacino padano: 1. I Bivalvi dell' Emilia occidentale. *Aten. Parm., Acta Natur.*, 13: 3-70.
- MONEGATTI P. & PANTOLI D., 1987 - First evidence of Pleurotomariidae (Gastropoda, Prosobranchia) from the Mediterranean Pliocene. *Boll. Soc. Paleont. It.*, 25 (3): 313-316.
- MONEGATTI P. & RAFFI S., 1996 - Castell'Arquato e i suoi dintorni. La culla degli studi sul Pliocene, Guida Escursioni XIII Convegno Soc. Pal. It.: 1-137.
- MONI S., 2002 - Rilevamento Geologico e Ecobiostatigrafico del Pliocene e del Pleistocene dell'area di Brisighella (Ra). Tesi di Laurea inedita, Dip. Sc. Geol. Univ. Bologna, Bologna: 1-164.
- MONI S. & TABANELLI C., 2004 - *Eumetula alicei* (Dautzenberg & Fisher, 1886) Ospite Atlantico nel Pliocene Romagnolo. *Quad. Studi Nat. Romagna*, Cesena, 19: 1-5.
- NORDSIECK F., 1969 - Die europäischen Meeressmuchen (Bivalvia). *Fisher*, Stuttgart: 1-256.
- PADOVANI A. & TAMPIERI R., 1970 - Ricerche sui molluschi Plio-Pleistocenici della Valle del Santerno (Appennino Romagnolo). *Gior. Geol., ser. 2*, 35 (1): 301-309.
- PALAZZI S. & VILLARI A., 1994 - Malacofaune batiali plio-pleistoceniche del messinese. 1: Venetico marina. *Naturalista sicil.*, Palermo, 18 (1-2): 73-106.
- PALAZZI S. & VILLARI A., 1997 - Malacofaune batiali plio-pleistoceniche del messinese. 2: Capo Milazzo. *Naturalista sicil.*, Palermo, 20 (3-4) (1996): 237-279.
- PAVIA G., 1975 - I Molluschi del Pliocene inferiore di Monte Roero (Alba, Italia NW). *Boll. Soc. Paleont. It.*, Modena, 14 (2): 99-175.
- PAVIA G., CHIAMBRETTO L. & OREGGIA G., 1989 - Paleocomunità a molluschi nel Pliocene inferiore di Breolunghi (Mondovì, Italia NW). Atti 3° simposio di ecologia e paleoecologia delle comunità bentoniche, Catania: 521-569.
- PÉRÈS J.M., 1967 - Les biocoenoses benthique dans le système phital. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, Marseille, 42 (58): 1-113.
- PÉRÈS J.M. & PICARD J., 1964 - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, Marseille, 31 (47): 1-137.
- PHILIPPI R.A., 1844 - Enumeratio Molluscorum Siciliae cum viventium in tellure tertiaria fossilium. Berlino: 1-304.
- PIANI P., 1981 - Catalogo dei Molluschi conchiferi viventi nel Mediterraneo. Errata corrigere ed emendatio n. 1. Alleg. a *Boll. Malacologico*, Milano, 17 (1-2): 1-12.
- PICARD J., 1965 - Recherches qualitative sur les biocenoses marines des substrates meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. St. Mar. End. Bull. Endoume*, Marseille, 36 (52): 1-160.
- RIO D., SPROVIERI R. & DI STEFANO A., 1994 - The Gelasian Stage: a proposal of a new Chronostratigrafic Unit of the Pliocene Series. *Riv. Ital. Paleontol. Strat.*, 100 (1): 103-124.
- ROBBA E., 1978 - Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. III. Osservazioni sul metodo di campionamento nelle argille. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, Milano, 84 (2): 499-522.

- ROBBA E., 1981 - Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. IV. Malacofaune batiali della Liguria occidentale. *Riv. Ital. Paleont.*, Milano, 87 (1) : 93-164.
- ROBBA E., 1990 - Comments on the taxonomic structure of some Neogene communities. *Lavori S. I. M.*, 23: 417-438.
- ROVERI M., CANDINI F., D' ONOFRIO S., LANDINI W., NEGRI A., SORBINI L., TAVIANI M. & VIGLIOTTI L., 1992 - La sezione del T. Samoggia (Bologna). Documentazione di un evento anossico medio-pliocenico. *Giorn. Geol.*, ser. 3, 54 (1): 37-53.
- RUGGIERI G., 1950 - Contribuzione alla conoscenza della malacofauna e della stratigrafia del Pliocene e del Quaternario. *Gior. Geol.*, ser. 2, 21: 65-90.
- RUGGIERI G., 1957 - Geologia e stratigrafia della sommità del Terziario a Castrocaro (Forlì). *Gior. Geol.*, ser. 2, 26 (1954-55): 89-140.
- RUGGIERI G., 1975 - Sull'ordine di comparsa degli <<ospiti nordici >> nella sezione pleistocenica del Santerno. *Boll. Soc. Geol. It.*, Roma, 94:1603-1611.
- RUGGIERI G., 1981 - *Alvania heraelacinae* ed il Sottogenere *Profundialvania* Taviani, 1975. *Boll. Malacologico*, 17 (9-10): 205-210.
- SABELLI B., GIANNUZZI-SAVELLI R. & BEDULLI D., 1990 - Catalogo annotato dei Molluschi Marini del mediterraneo. *Ed. Libreria nat. Bolognese*, Bologna: 1-348.
- SALAS C., 1996 - Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis, Société Française de Malacologie*, 25: 33-100.
- SAMI M., 1992 - Rilevamento Geologico e Biostratigrafico nella bassa valle del Lamone: dalla F. a Colombacci ai depositi terrazzati. Implicazioni Cronologiche e Paleoecologiche. Tesi di Laurea inedita, Dip. Sc. Geol., Univ. Bologna, Bologna: 1-119.
- SCARPONI D. & DI STEFANO A., 2001 - La transizione batiale-circalitorale nella sezione pliocenica di San Gherardo (Bacino Intrappennino Bolognese). *Giornale di Geologia*, ser.3, 62 (2000): 69-76.
- SEGUENZA G., 1877 - Nuculidi terziarie rinvenute nelle province meridionali d' Italia. *Atti R. Acc. Lincei, Mem. Cl. Sc. Fis. Mat. Nat.*, Roma: 1163-1200.
- SPANO C., 1989 - Macrofauna circalitorale del Pliocene inferiore di capo S. Marco (Sardegna Occidentale). *Riv. It. Paleont. Strat.*, 95 (2): 137-172.
- STANTON R. J. JR. & DODD J.R., 1976 - The application of the trophic structure of fossil communities in paleoenvironmental reconstruction. *Lethaia*, 9: 327-342.
- TABANELLI C., 1981 - Il genere *Ringicula* Deshayes, 1838 nei depositi profondi del Pleistocene basale in Romagna. *Boll. Malac.*, 17(9-10): 211-222.
- TABANELLI C., 1988 - Presenza e variabilità di *Alvania diadema* (Doderlein in De Stefani, 1874) (Gastropoda: Prosobranchia) nella serie marina plio-pleistocenica della Romagna. *Boll. Malac.*, Milano, 24 (1-4): 49-60.
- TABANELLI C., 1993 - Osservazioni ed ipotesi sulle malacofaune plioceniche della Romagna. *Quad. Studi Nat. Romagna*, Cesena, 2: 1-20.
- TABANELLI C., 1997 - Il genere *Taranis* Jeffreys, 1870 nei depositi Plio-Pleistocenici di Romagna. *Quad. Studi Nat. Romagna*, Cesena, 8: 5-18.
- TABANELLI C., 1998 - *Cirsonella ameliae* n. sp.. Microgasteropodo delle comunità batiali del Pliocene superiore. *Quad. Studi Nat. Romagna*, Cesena, 10: 1-8.
- TAVIANI M., 1975 - Osservazioni sull' *Alvania heraelacinae* Ruggieri. *Conchiglie*, 11 (9-10): 205-210.

- VAIANI S. C., 2000 - Testing the applicability of strontium isotope stratigraphy in marine to deltaic Pleistocene deposits: an example from the Lamone river Valley (Northern Italy). *The Journal of geology. The University of Chicago*, 108: 585-599.
- WARÉN A., 1989 - Taxonomic comments on some protobranch bivalves from the northeastern Atlantic. *Sarsia*, Berghen, 74: 223-259.
- YONGE C. M., 1946 - On the habits and adaptations of *Aloidis (Corbula) gibba*. *Jour. Mar. Biol. Ass. U. K.*, London: 687-703.

Indirizzo dell'autore:

Stefano Moni
via Sant'Agata, 10
I - 61015 Novafeltria (PU)
e-mail: stfn.m@libero.it