

Bollettino della Società Paleontologica Italiana	34 (2), 1995	ISSN 0375-7633	163-191	9 tavv.	Modena, Novembre 1995
--	--------------	----------------	---------	---------	-----------------------

L'associazione a Diatomee del Miocene superiore di Cappella Montei (Alessandria)

Maria Cristina BONCI

Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Genova

KEY WORDS – *Diatoms, Paleoecology, Biostratigraphy, Upper Miocene, Serravalle Scrivia (Piedmont).*

RIASSUNTO – È stata analizzata in dettaglio la flora diatomitica dei livelli spongolitici individuati nella successione miocenica preevaporitica di Cappella Montei (Serravalle Scrivia, prov. Alessandria). L'associazione a diatomee, costituita da circa 104 specie, può essere riferita ad un ambiente marino di piattaforma interna relativamente poco profondo, ben comunicante col mare aperto e scarsamente influenzato da apporti dal continente.

Una fase di elevata produttività, dovuta ad apporti di acque più fredde e ricche di nutrienti, e condizioni di riduzione di O_2 sul fondo del bacino di sedimentazione sarebbero all'origine dell'accumulo siliceo biogeno. La composizione quantitativa e qualitativa dell'associazione fa ascrivere questi livelli al Miocene superiore (Tortoniano).

Questo episodio aggiunge ulteriori dati al quadro delle facies diatomitiche del Mediterraneo occidentale nel Miocene superiore.

ABSTRACT – [The Upper Miocene diatoms assemblage of Cappella Montei (Alessandria)] – *The diatomaceous flora found in the spongolitic levels below the evaporitic Miocene succession of Cappella Montei (Serravalle Scrivia - Alessandria district) is analysed in detail.*

These spongolitic levels (about 8 m thick) represent the upper part of a pelitic succession sometime more or less sandy, belonging to the S. Agata Fossili Formation. This episode ends with a non spongolitic level of silty marls (about 40 cm thick).

The siliceous organic fraction is clearly prevailing, but is also associated with a relatively abundant calcareous organic fraction (10-18%). This fraction mainly consists of planktonic and benthic foraminifers and nannoplankton, with subordinate ostracods, echinoids spines, bryozoans and molluscs remains (Bonci et al., 1991). More subordinate are also fishes and plant remains. In the whole succession the foraminiferal P/B ratio is always in favour of plankton. Through the spongolitic episode it can be noted a quantitative general decrease of foraminifers, the disappearance of agglutinated forms and Miliolids, the dominance of Bolivinidae, Buliminidae and Uvigerinidae and the size reduction of the planktonic forms.

The nannoplankton diversity increases in these levels with appearance of frequent Discoaster and small Gephyrocapsa.

The biogenic siliceous fraction is mainly composed of sponges spicules and diatoms with subordinate radiolarians, silicoflagellates, Dinophyceae, Ebridaceae and Archaeomonadaceae (Bonci et al., 1991). The diatom appearance (sample 20) and disappearance in the spongolitic levels are very abrupt.

The diatom assemblage is composed of about 104 species (see taxonomic appendix), whose ecologic informations, geographic and stratigraphic distribution are presented: the composition does not change significantly in the different levels. The most common species are: Thalassionema nitzschioides, Thalassiothrix longissima, Actinocyclus ellipticus (also with forma lanceolata), A. octonarius, Coscinodiscus asteromphalus, C. marginatus, C. radiatus, Denticulopsis hustedtii, Hemidiscus cuneiformis, Paralia sulcata, Pseudopodosira westii, Chaetoceros spores and Endictya oceanica (only fragments). Other significant but less common species are: Actinocyclus senarius, Actinocyclus ellipticus var. elongatus, A. tenellus, Arachnoidiscus ornatus, Chaetoceros furcellatus, Cocconeis scutellum, Coscinodiscus curvatulus, C. oculus-iridis, Grammatophora angulosa, G. marina, G. oceanica, Lyrella hennedyi, Navicula pennata, Nitzschia cf. fossilis, N. praereinholdii, Plagiogramma staurophorum, Rhizosolenia styliformis, Stephanopyxis turris, Thalassiosira leptopus and Xanthopyxis spp.

The presence of several benthic and meroplanktonic forms suggests an inner shelf deposition environment widely connected with the open sea, because of fairly good frequency of oloplanktonic species.

To stress the high frequency of some elements such as Th. nitzschioides, Th. longissima, Chaetoceraeae spores, which indicate high productivity related to colder waters rich in nutrients (like upwelling areas).

The presence of mesoeurhaline and meioeurhaline species indicates salinity values between 35 and 20‰. On the whole this assemblage indicates temperate-subtropical conditions.

The amount of the biogenic siliceous accumulation and the moderate preservation of the frustules suggest oxygen reduced conditions on the basin bottom; the less diversity in the benthic foraminifers and the predominance of Bolivinidae, Buliminidae and Uvigerinidae confirm this hypothesis. In conclusion, the assemblage indicates for this area a phase of high productivity developed in a protected environment with negligible continental detritic inflows, quite near to the coast, but widely connected with open sea.

At the top of the succession the abrupt interruption of the biogenic siliceous episode suggests a quick and distinct environmental change confirmed by changes in the benthic foraminifers association: the decrease of Bolivinidae and Buliminidae and the appearance of frequent Miliolids indicate the passage to a more litoral environment. This abrupt interruption of the siliceous episode could be related to the complex of environmental modifications introducing the evaporitic Messinian phase, documented in the area by the Gypsum Formation.

Significant biostratigraphic data are: 1) quite high frequency of Denticulopsis hustedtii, which is recorded before 8-7.8 m. y.; 2) presence of Actinocyclus ellipticus forma lanceolata (appearance at 9.9 m. y.); 3) presence of Thalassiosira grunowi (extinction at 7.4 m. y.); 4) presence of Nitzschia praereinholdii (extinction before 7.4 m. y.).

On these basis the spongolitic levels can be ascribed to the Late Miocene (Tortoniano) in an interval between 9.9 and 8-7.8 m. y.

Stratigraphical and/or environmental differences seem to occur with related associations of Late Miocene diatomitic facies of Piedmont Basin and Western Mediterranean.

INTRODUZIONE

Recentemente in località Cappella Montei (presso Serravalle Scrivia, Prov. Alessandria) (Fig. 1) è stata studiata una successione del Miocene superiore, in cui sono stati individuati livelli spongolitici a Diatomee mai segnalati negli studi precedenti. La successione è stata analizzata dal punto di vista sedimentologico e micropaleontologico (Bonci *et al.*, 1991, *cum bibl.*), per cercare di inquadrarne il significato nel contesto più generale dell'evoluzione di questo settore del Bacino Terziario Piemontese.

I livelli a componente biogena silicea, in base all'analisi comparata delle associazioni sia calcaree che silicee, sono stati attribuiti al Miocene superiore in una fase precedente all'instaurarsi della sedimentazione evaporitica messiniana.

Trattandosi della prima segnalazione di facies diatomitiche in questa zona, è sembrato utile, quale contributo all'ampliamento degli studi sulle facies silicee biogene del Miocene superiore nel Bacino Terziario Piemontese, analizzare più in dettaglio l'associazione a Diatomee, già presentata nelle sue linee generali nel lavoro sopra citato.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La successione di Cappella Montei, affiorante sui versanti orientale e meridionale del Colle Montei, risulta così costituita (dal basso verso l'alto) (Fig. 2):

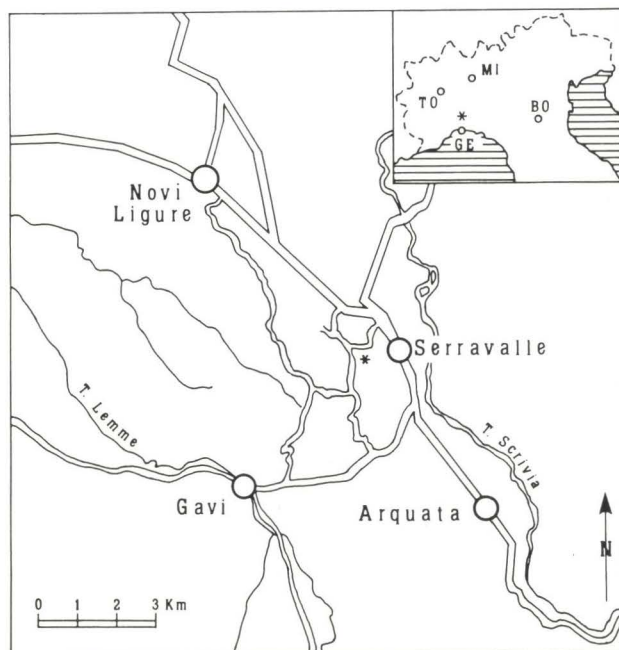


Fig. 1 - Ubicazione della successione di Cappella Montei (da Bonci *et al.*, 1991, modificato).

1) 4-5 m di lutiti bluastre con intercalazioni arenacee (Formazione delle Marne di Cessole)

2) 20 m di arenarie molto grossolane con bioclasti, a stratificazione incrociata (Formazione delle Arenarie di Serravalle)

3) 16 m di lutiti più o meno sabbiose o siltose (Formazione delle Marne di S. Agata Fossili)

4) 8 m di spongoliti a Diatomee fittamente straterellate e laminate, con alternanze irregolari e lenticolari di livelletti siltosi compatti (Formazione delle Marne di S. Agata Fossili)

La successione si chiude con un livello di marne siltose di circa 40 cm di spessore.

L'episodio diatomitico si inserisce quindi sempre nell'ambito della Formazione delle Marne di S. Agata Fossili; il passaggio dalle sottostanti lutiti è piuttosto brusco, ma scarsamente rilevabile macroscopicamente; altrettanto vale per il soprastante livello di marne siltose, che risulta praticamente indistinguibile se non all'analisi microscopica.

Bisogna infine notare che lateralmente (alle spalle del Colle Montei) i livelli spongolitici a Diatomee sono assenti e si trova solo il tipico litotipo marnoso più o meno sabbioso o siltoso, che caratterizza in tutto questo settore la Formazione delle Marne di S. Agata Fossili.

INQUADRAMENTO MICROPALAEONTOLOGICO

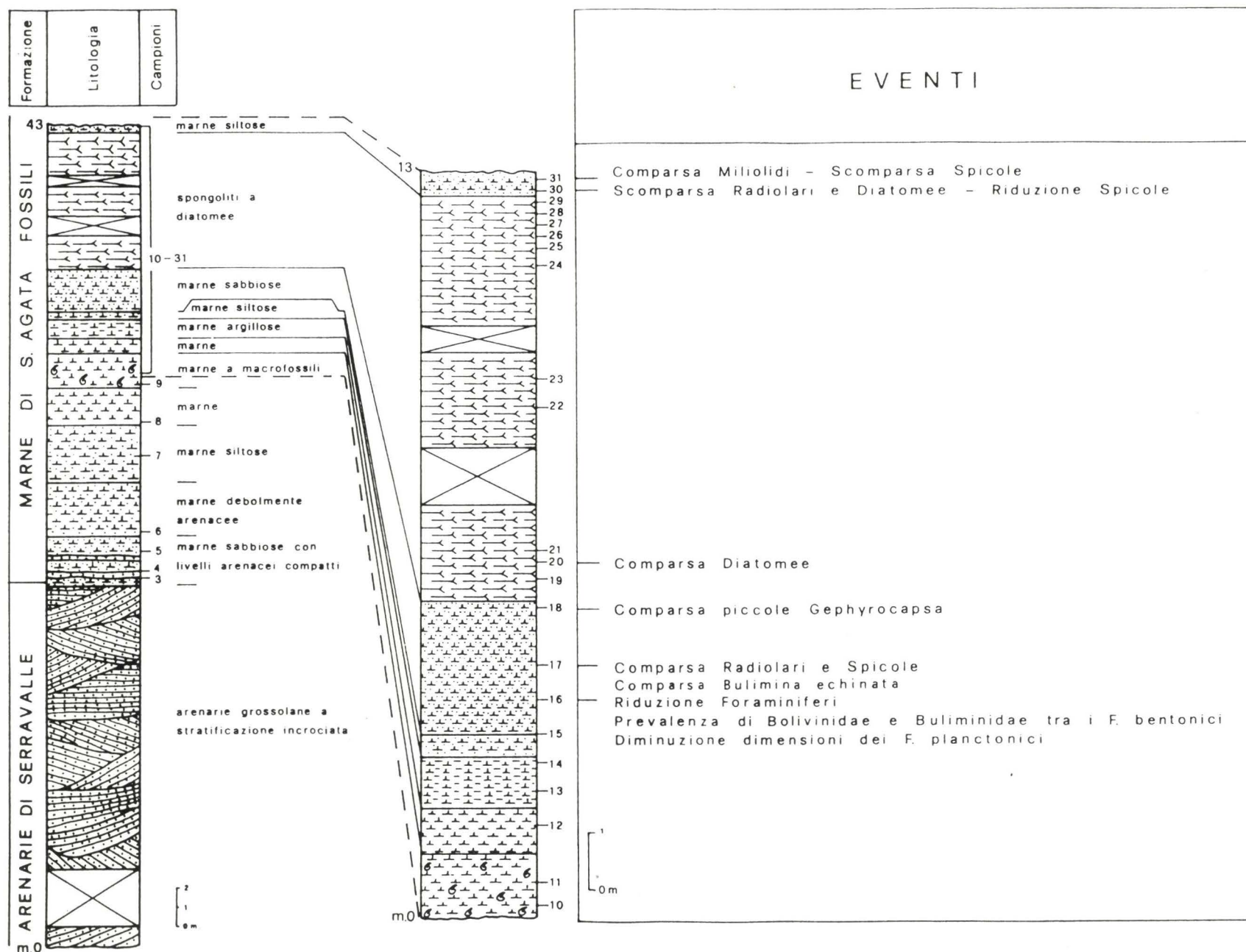
La componente silicea organogena è nettamente dominata da spicole di spugna e Diatomee, a cui si associano abbastanza numerosi Radiolari, Silicoflagellati, Dinoficee, Ebridacee ed Archeomonadacee (Bonci *et al.*, 1991).

Le spicole di spugna sono rappresentate da prevalenti tetractinomorfe, monassoni e desmi e da più rare esattine e pentattine, a volte ancora organizzate in frammenti di reticoli. Il grado di frammentazione è elevato, ma la microstruttura è ancora abbastanza ben conservata.

I Radiolari, generalmente in discreto stato di conservazione, sono costituiti per la maggior parte da Spumellaria, mentre i Nassellaria sono poco rappresentati.

Quanto ai Silicoflagellati, l'associazione è dominata dai generi *Mesocena* (*M. circula*, *apiculata* e *diodon*) e *Distephanus* (*D. speculum*, *crux* e *boliviense*); presente anche il genere *Dictyocha* (*D. aspera* e *fibula*) ma meno frequente.

La prima consistente comparsa di organismi silicei si ha al camp. 18 con spicole già abbastanza numerose, rari Radiolari e tracce di Diatomee; al camp. 20 si registra, oltre alla comparsa dei restanti organismi silicei, un massiccio e brusco aumento di tutta l'associazione, che nel complesso rimarrà quantitativa-

Fig. 2 - Sezione stratigrafica della successione di Cappella Montei e principali eventi biostratigrafici (da Bonci *et al.*, 1991, modificato).

vamente e qualitativamente inalterata per tutto l'intervallo spongolitico.

La chiusura dell'episodio siliceo è altrettanto brusca: nel camp. 30 sono presenti solo le spicole ancora abbastanza numerose, mentre nel 31 si riducono a rarissimi frammenti.

In tutti i livelli spongolitici sono presenti anche scaglie di Pesci.

La componente biogena calcarea, anche se in subordine rispetto a quella silicea, costituisce il 10-18% del residuo organogeno totale ed è rappresentata prevalentemente da Foraminiferi planctonici e bentonici, Nannoplancton e, subordinatamente, Ostracodi, Radioli di Echinidi, frammenti di Briozoi e di Molluschi.

L'associazione a Foraminiferi, esaminata in dettaglio in Bonci *et al.* (1991), è caratterizzata sia prima che durante l'episodio siliceo da una costante prevalenza delle forme planctoniche su quelle bentoniche. Con l'arrivo degli organismi silicei si registrano un impoverimento dell'associazione (scomparsa di Foraminiferi agglutinanti e dei Miliolidi) ed una riduzione quantitativa generale. Inoltre tra i bentonici si affermano soprattutto Bolivinidae, Buliminidae ed Uvigerinidae, mentre tra i planctonici si nota soprattutto una diminuzione delle dimensioni. La brusca scomparsa degli organismi silicei si accompagna ad una altrettanto brusca variazione tra i Foraminiferi: ricompaiono frequenti i Miliolidi, si riduce drasticamente la presenza di Bolivinidae e Buliminidae e nel complesso tutta l'associazione risulta impoverita in generi e specie.

Per quanto riguarda il Nannoplancton calcareo si nota che nell'intervallo siliceo aumenta la diversità specifica (in particolare compaiono frequenti i *Discoaster* oltre a *Gephyrocapsa* di piccole dimensioni) e si accentuano le evidenze di dissoluzione. Andando verso il top della successione i *Discoaster* diminuiscono fino alla totale scomparsa nei livelli sommitali (camp. 30 e 31).

LA FLORA DIATOMITICA

METODI DI STUDIO

L'associazione qui analizzata proviene dai campioni 20-29 (fig. 2), che coprono la quasi totalità dell'intervallo spongolitico.

Per l'analisi al microscopio ottico per ogni campione 2 g. di sedimento asciutto sono stati trattati con HCl e H₂O₂, sottoposti a successive decantazioni (8 h) e diluiti in acqua distillata a 50 ml, quindi su coprioggetti di circa 18x18 mm sono stati montati 0,1 ml di preparato.

Per diverse specie si è proceduto anche all'analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM).

La frequenza relativa di ogni taxon è stata valutata con un criterio semiquantitativo a x 500, con i seguenti parametri (v. Andrews, 1972): A (abbondante) vari esemplari per ogni campo di vista; C (comune) almeno un esemplare per ogni campo; F (frequente) almeno un esemplare per 2-5 campi; R (raro) vari esemplari per ogni vetrino; T (tracce) 1-2 esemplari per ogni vetrino.

COMPOSIZIONE DELL'ASSOCIAZIONE

Nei livelli spongolitici di Cappella Montei le diatomee compaiono nel camp. 20 in modo massiccio, precedute solo dalla presenza nei due livelli precedenti, di rarissimi frammenti; a livello del camp. 30 si registra poi l'improvvisa scomparsa di tutto il complesso diatomitico (Fig. 2).

La composizione dell'associazione, costituita da circa 104 specie (v. Appendice tassonomica) (Tab. 1; Tab. 2) non presenta variazioni significative qualitative e quantitative nell'arco della successione spongolitica: infatti tutte le specie caratterizzanti per abbondanza ed importanza ecologica o stratigrafica sono presenti dal primo all'ultimo livello e registrano solo piccole oscillazioni nelle frequenze. Nel primo e nell'ultimo livello a diatomee (camp. 20 e 29) i valori di presenza sono in media leggermente più bassi (Tab. 1).

Le forme planctoniche sono nettamente prevalenti per numero di specie, ma soprattutto per grado di presenza (Tab. 1).

Le specie più frequenti sono *Thalassionema nitzschioides* e *Thalassiothrix longissima*, seguite da *Actinocyclus ellipticus* (anche con la forma *lanceolata*), *A. octonarius*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *C. marginatus*, *C. radiatus*, *Denticulopsis hustedtii*, *Hemidiscus cuneiformis*, *Paralia sulcata* e *Pseudopodosira westii* oltre a spore di *Chaetoceros*. L'unica specie bentonica che raggiunge il grado di frequenza delle precedenti è *Endictya oceanica*, ma occorre precisare che è presente quasi esclusivamente sotto forma di frammenti.

Segue poi un gruppo di specie a frequenza più ridotta, ma pur sempre significativa, appartenenti ai generi *Actinopterychus* (*A. senarius*), *Actinocyclus* (*A. ellipticus* var. *elongatus*, *A. tenellus*), *Arachnoidiscus* (*A. ornatus*), *Chaetoceros* (*C. furcellatus*), *Cocconeis* (*C. scutellum*), *Coscinodiscus* (*C. curvatulus* e *oculus-iris*), *Grammatophora* (*G. angulosa*, *marina* ed *oceanica*), *Lyrella* (*L. hennedyi*), *Navicula* (*N. pennata*), *Nitzschia* (*N. cf. fossilis*, *N. praereinholdii* e *N. sp. 1*), *Plagiogramma* (*P. staurophorum*), *Rhizosolenia* (*R. styliformis*), *Stephanopyxis* (*S. turris*), *Thalassiosira* (*T. leptopus*) e *Xanthopyxis*. Anche tra queste specie le forme planctoniche sono prevalenti essendo le bentoniche rappresentate solo dai generi *Arachnoidiscus*, *Cocconeis*, *Grammatophora*, *Navicula* e *Plagiogramma*.

TAXA	DATI ECOLOGICI			CAMPIONI									
				20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Actinocyclus ellipticus	hp	P	t-c	R	F	C	C	C	C	C	F	C	F
Actinocyclus ellipticus var. elongatus	hp	P		R	F	F	F	F	F	F	F	F	T
Actinocyclus ellipticus forma lanceolata	p	P		R	F	C	C	C	C	C	F	C	R
Actinocyclus octonarius	mp	P-mes	t-c	R	F	C	F	C	F	C	F	C	T
Actinocyclus tenellus	mp	P-mes		R	F	F	F	F	F	F	F	F	T
Actinoptychus aequalis	mp	P				T		T					
Actinoptychus cf. bipunctatus	mp	P		T	T			T					
Actinoptychus senarius	mp	P	t-c	R	F	F	R	F	R	R	F	F	R
Actinoptychus splendens var. incisa	mp	P	t-c		T			T	T	T		T	
Amphitetras sp.	b	P		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Amphitetras sp.?	b	P											T
Anaulus birostratus	p	P	c	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Arachnoidiscus ornatus	b	P	c	R	F	F	F	F	F	F	F	F	R
Asterolampra sp.	hp	P	c	T		T							
Aulacodiscus sp.	b	P	t-c	T	T	T	T	T	T	T	T	T	
Auliscus sculptus	b	P	t-c	T	T	T	T	T	T	T	T		T
Auricula sp.	b	P				T							
Azpeitia cf. nodulifera	hp	P	c	R	R	T	R	T	R	R	T	T	T
Azpeitia cf. tabularis	p	P	f	R		T		R	R		T	R	T
Biddulphia cf. elegantula	b?	P		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Biddulphia cf. radialis	b?	P		T									
Biddulphia sp.	b?	P			T								
Campylodiscus sp.	b	P-O		T	T	T	T		T				
Campyloneis argus	b	P				T		T	T	T	T	T	T
Campyloneis grevillei	b	P	t-c	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Cerataulus sp.	mp	P	t-c					T					
Chaetoceros cinctus (spore)	mp	P		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Chaetoceros cf. diadema (spore)	mp	P		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Chaetoceros furcellatus (spore)	mp	P		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Chaetoceros lorenzianus	mp	P	c	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Chaetoceros spp. (spore)	mp	P		F	F	C	C	C	C	C	C	C	F
Chasea cf. magna	p?	P						T					T
Cocconeis dirupta var. triumphis	b	P		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Cocconeis pseudomarginata	b	P-me	c-f					T					
Cocconeis scutellum	b	P-ple		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Cocconeis vitrea	b	P		T	R	R	T	R	R	T	R	R	R
Cocconeis sp.	b				T		R			T			
Coscinodiscus asteromphalus	hp	P-me	c-f	F	F	F	C	F	C	C	C	C	F
Coscinodiscus curvatus	mp	P	t-f	R	R	F	R	R	R	R	F	T	
Coscinodiscus decrescens	mp	P		T	T			T	R	T			
Coscinodiscus marginatus	hp	P	f	R	F	F	F	F	C	A	C	F	C
Coscinodiscus oculus-iridis	hp	P-me	c-f	R	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Coscinodiscus cf. oculus-iridis	hp	P-me	c-f	R	F	R	R	F	R	R	R	R	R
Coscinodiscus radiatus	hp	P	c-f	R	F	C	C	C	C	C	F	C	F
Coscinodiscus cf. radiatus	hp	P	c-f	R	R	R	R	R	T	R	R	R	R
Delphineis sp. 1	mp?	P	t-c				T	T	T				
Delphineis sp. 2	mp?	P	t-c	T		T	T		T		T	T	T
Denticulopsis hustedtii	hp	P	t-f	C	C	C	C	C	C	C	C	C	F
Diploneis bombus	b	P-me		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Diploneis coffaeiformis	b	P							T		T	T	
Diploneis crabro	B	P		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Diploneis cf. eudoxia	b	P				R							
Diploneis ovalis	b	M-O				R							
Dossetia cf. hyalina (spore)	p?	P		R	R	R	T	R	R	R	R	R	R
Dossetia sp. (spore)	p?	P				T	T		T		T		
Endictya oceanica (framm.)	b	P	c	F	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Entopyla australis var. gigantea	b	P	c			T		T					
Epithemia turgida	b	O-ple		T					T				

(continua)

TAXA	DATI ECOLOGICI			CAMPIONI									
				20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Goniothecium odontella	p	P					T	T		T			
Goniothecium rogersii	p	P		T				R					
Goniothecium sp.	p	P											T
Grammatophora angulosa	b	P-mei?	t?	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Grammatophora marina	b	P-mei		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Grammatophora oceanica var. macilenta	b	P-mes		F	R	F	F	R	F	F	F	F	F
Hemiaulus polymorphus	p	P		T			T	T		T			
Hemidiscus cuneiformis	hp	P	t-c	R	C	C	F	C	C	C	C	C	R
Hyalodiscus laevis	mp	P		T	T	T	R		R	R	R	R	R
Lithodesmium undulatum	p	P	t-c		T	T	T	T	T	T	T		
Lyrella hennedyi	b	P		F	F	R	R	F	F	R	F	F	F
Lyrella lyra	b	P									T		
Mastogloia splendida	b	P	c?	T	R	T	T	R	R	T	T	T	T
Melosira clavigera	b	P					T		T	T	T		T
Navicula pennata	b	P	c?	F	F	R	F	R	F	F	F	F	R
Nitzschia cf. fossilis	p	P	t-c	F	F	F	F	F	F	F	F	F	R
Nitzschia cf. frustulum	b	M-O						T					
Nitzschia praereinholdii	hp	P	c?	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Nitzschia sp. 1	p			F	F	F	F	F	F	F	F	F	R
Nitzschia sp. 2								T					
Paralia sulcata	mp	P-mes	t-c?	C	C	C	C	C	C	C	C	C	F
Periptera tetracladia (spore)	p	P		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Plagiogramma staurophorum	b	P		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Pleurosigma sp.	b	P-M		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Pseudauliscus sp.		P						T					
Pseudopodosira westii	mp	P	c	F	F	F	F	F	C	F	F	F	F
Pseudopyxilla dubia (spore)		P		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Pseudopyxilla sp.		P		T		T	T		T	T	T	T	
Pseudotriceratium cinnamomeum	p	P	c	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Pyxidicula cruciata	p	P	t-c?		T	T		T	R	T		T	
cf. Pyxilla? squinaboli				F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Rhabdonema adriaticum	b	P-mei?		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Rhaphoneis rhombica	b	P		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Rhaphoneis cf. scalaris	b	P		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Rhizosolenia styliiformis	hp	P-mei		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Rhizosolenia sp.	p	P		T	T	T	R	T	R	F	R	T	R
Rhopalodia sp.	b	P-O					T						
Rossiella paleacea	p	P	t-c				T						
Sceptroneis cf. caduceus	b	P		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Stephanogonia actinoptychus (spore)	p?	P		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Stephanopyxis grunowi	mp	P	t-c								T		
Stephanopyxis turris	mp	P	t-c	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Stellarima stellaris	p	P-mei?	t-c	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Stictodiscus cf. californicus	b	P		T	T	T	T	T		T			
"Synedra" sp.				R	T	R	R	R	R	T	R	R	T
Thalassionema nitzschioides	p	P-mei	t-c	A	A	C	C	C	A	A	A	A	C
Thalassiosira grunowi	p	P	t-c	R	R	R	R	R		R			T
Thalassiosira leptopus	hp	P	t-c	R	F	R	R	F	F	F	T	R	R
Thalassiosira sp.	p	P		R	F	R	R	R	R	R	R	R	R
Thalassiothrix longissima	p	P	f	A	A	C	C	A	A	A	A	A	C
Trachyneis aspera	b	P		T	T	T	T		T				
"Triceratium" condecorum	p?	P						T					
Xanthopyxis spp. (spore)	p	P		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

Tab. 1 - Dati ecologici e frequenze delle Diatomee dei livelli spongolitici di Cappella Montei.

Colonna 1: modo di vita; p = planctonico generico; mp = planctonico neritico (meroplanctonico o ticopelagico); hp = planctonico pelagico (oloplanctonico); b = bentonico.

Colonna 2: salinità; P = polialobo (acqua di mare); M = mesoalobo (acque salmastre); O = oligoalobo (acque dolci); mei = meioeurialino (da 35 a 20-17‰); mes = mesoeurialino (da 35 a 10-8‰); ple = pleioeurialino (da 0,2 a 17-20‰). (Classificazione per la salinità secondo Simonsen, 1962, per gli intervalli di tolleranza secondo Gersonde, 1980).

Colonna 3: tolleranza alla temperatura (da dati di letteratura); t = temperato; c = caldo; f = freddo.

Frequenza: A = abbondante; C = comune; F = frequente; R = raro; T = tracce.

TAXA	ETA'	TAXA	ETA'
Actinocyclus ellipticus	Mioc. m. - Rec.	Endictya oceanica (framm.)	Mioc. m. - Rec.
Actinocyclus ellipticus var. elongatus	Mioc. m. - Quat.	Entopyla australis var. gigantea	Mioc. - Rec.
Actinocyclus ellipticus forma lanceolata	Mioc. sup. - Plioc.	Epithemia turgida	? Mioc. sup. - Rec.
Actinocyclus octonarius	Mioc. - Rec.	Goniothecium odontella	Mioc. sup. - Plioc. inf.
Actinocyclus tenellus	Oligoc. sup. - Rec.	Goniothecium rogersii	Mioc. inf. - Plioc. inf.
Actinoptychus aequalis	Mioc. m. - ?	Goniothecium sp.	
Actinoptychus cf. bipunctatus	Plioc. - Pleistoc. ?	Grammatophora angulosa	Mioc. - Rec.
Actinoptychus senarius	Cretac. - Rec.	Grammatophora marina	Mioc. - Rec.
Actinoptychus splendens var. incisa	Mioc. sup.	Grammatophora oceanica var. macilentia	Mioc. - Rec.
Amphitetras sp.		Hemiaulus polymorphus	Cretac. - Rec.
Amphitetras sp. ?		Hemidiscus cuneiformis	Mioc. - Rec.
Anaulus birostratus	Mioc. - Rec.	Hyalodiscus laevis	Mioc. - Rec.
Arachnoidiscus ornatus	Mioc. - Rec.	Lithodesmium undulatum	Mioc. - Rec.
Asterolampra sp.		Lyrella hennedyi	Mioc. - Rec.
Aulacodiscus sp.		Lyrella lyra	Mioc. m. - Rec.
Auliscus sculptus	Mioc. - Rec.	Mastogloia splendida	Mioc. - Rec.
Auricula sp.		Melosira clavigera	Mioc. m. - Plioc. inf.
Azpeitia cf. nodulifer	Mioc. - Rec.	Navicula pennata	Mioc. - Rec.
Azpeitia cf. tabularis	Oligoc. inf. (?) - Rec.	Nitzschia cf. fossilis	Mioc. sup. - Pleistoc.
Biddulphia cf. elegantula		Nitzschia cf. frustulum	Mioc. - Rec.
Biddulphia cf. radialis	Miocene	Nitzschia praereinholdii	Mioc. sup.
Biddulphia sp.		Nitzschia sp. 1 - Nitzschia sp. 2	
Campylodiscus sp.		Paralia sulcata	Cretac. - Rec.
Campyloneis argus	? - Rec.	Periptera tetraccladia (spore)	Mioc. - Plioc. ?
Campyloneis grevillei	Mioc. - Rec.	Plagiogramma staurophorum	Mioc. - Rec.
Cerataulus sp.		Pleurosigma sp.	
Chaetoceros cinctus (spore)	Mioc. - Rec.	Pseudauliscus sp.	
Chaetoceros cf. diadema (spore)		Pseudopodosira westii	Cretac. ? - Rec. ?
Chaetoceros furcellatus (spore)	Cenoz. inf. - Rec.	Pseudopyxilla dubia (spore)	Eoc. - Plioc.
Chaetoceros lorenzianus	Mioc. - Plioc. ?	Pseudopyxilla sp.	
Chaetoceros spp. (spore)		Pseutriceratium cinnamomeum	Mioc. - Rec.
Chasea cf. magna (spore)	Miocene	Pyxidicula cruciata	Mioc. - Plioc. inf.
Cocconeis dirupta var. triumphis	Mioc. - ?	cf. Pyxilla ? squinaboli	Mioc. inf.
Cocconeis pseudomarginata	Mioc. - Rec.	Rhabdonema adriaticum	Mioc. - ?
Cocconeis scutellum	Mioc. - Rec.	Rhaphoneis rhombica	Mioc. inf. - Rec.
Cocconeis vitrea	Mioc. - Rec. ?	Rhaphoneis cf. scalaris	Mioc. inf. - m. ?
Cocconeis sp.		Rhizosolenia styliiformis	Cenoz. - Rec.
Coscinodiscus asteromphalus	Mioc. - Rec.	Rhizosolenia sp.	
Coscinodiscus curvatulus	Eoc. - Rec.	Rhopalodia sp.	
Coscinodiscus decrescens	Mioc. - Rec.	Rossiella paleacea	Mioc. inf. - sup.
Coscinodiscus marginatus	Cretac. - Rec.	Sceptroneis cf. caduceus	Eoc. - Rec.
Coscinodiscus oculus-iridis	Eoc. - Rec.	Stephanogonia actinoptychus (spore)	Mioc. - Plioc. ?
Coscinodiscus cf. oculus-iridis	Eoc. - Rec.	Stephanopyxis grunowi	Eoc. - Mioc. sup.
Coscinodiscus radiatus	Cretac. - Rec.	Stephanopyxis turris	Cretac. - Rec.
Coscinodiscus cf. radiatus	Cretac. - Rec.	Stellarima stellaris	Paleoc. - Rec.
Delphineis sp. 1		Stictodiscus cf. californicus	Mioc. m. - Plioc. inf.
Delphineis sp. 2		"Synedra" sp.	
Denticulopsis hustedtii	Mioc. - Plioc. inf.	Thalassionema nitzschioides	Mioc. - Rec.
Diploneis bombus	Mioc. - Rec.	Thalassiosira grunowi	Mioc. m. - sup.
Diploneis coffaeiformis	Mioc. - Rec.	Thalassiosira leptopus	Mioc. - Rec.
Diploneis crabro	Mioc. - Rec.	Thalassiosira sp.	
Diploneis cf. eudoxia	? - Plioc. - Rec.	Thalassiothrix longissima	Mioc. - Rec.
Diploneis ovalis	Mioc. - Rec.	Trachyneis aspera	Mioc. - Rec.
Dossetia cf. hyalina (spore)	Mioc. - Plioc. inf.	"Triceratium" condecorum	Eoc. - Mioc.
Dossetia sp. (spore)		Xanthopyxis spp. (spore)	Cretac. sup. - Plioc.

Tab. 2 - Distribuzione stratigrafica delle Diatomee di Cappella Montei desunta da dati di letteratura.

È interessante notare l'elevata frequenza di elementi (*Thalassionema nitzschioides*, *Paralia sulcata*, spore di Chaetoceraceae), che indicano condizioni di elevata produttività legata alla presenza di acque fredde e ricche di nutrienti, come si verifica attualmente nelle aree interessate da upwelling (Schuette & Schrader, 1981; Abrantes, 1988). Anche *Thalassiothrix longissima*, qui numerosa, è collegata all'abbondanza di nutrienti (Ab-

bott & Ernissee, 1983; Sancetta, 1982).

Lo stato di conservazione è generalmente discreto: le strutture sono spesso ben conservate, in vari casi anche a livello di quelle più fragili come i cribr. Si riscontra però una certa frammentazione soprattutto a carico delle forme di dimensioni maggiori come *Endictya*, i *Coscinodiscus* a grande diametro e le lunghe valve di *Thalassiothrix longissima*.

CONSIDERAZIONI PALEOECOLOGICHE

La presenza di diverse specie bentoniche (anche se non numerose come numero di individui) e, tra le planctoniche dominanti, di forme meroplanctoniche (per es. *Actinocyclus octonarius*, *Paralia sulcata* e *Pseudopodosira westii*) indicherebbe un ambiente di piattaforma interna. Le prime, infatti, richiedono una profondità generalmente entro i 100 m e le meroplanctoniche necessitano comunque di acque con batimetria di alcune decine di metri.

D'altra parte sono discretamente numerose anche le forme oloplanctoniche (*Actinocyclus ellipticus*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *C. marginatus*, *C. radiatus*) e i Silicoflagellati, per cui bisogna ammettere una buona comunicazione del bacino col mare aperto, in modo da permettere l'apporto, tramite correnti, di tali elementi. A questo proposito va notato che le spicole di spugna delineano un'associazione tipica soprattutto di una fascia batimetrica compresa tra 100 e 200 m, tuttavia, trattandosi di elementi isolati e fortemente frammentati, si pensa abbiano subito un certo trasporto, per cui anch'esse potrebbero provenire da aree più esterne della piattaforma ed essere state veicolate dalle correnti (Bonci *et al.*, 1991).

Proprio alla piattaforma esterna potrebbero essere collegate le acque più fredde ricche di nutrienti cui si è accennato precedentemente.

La flora diatomitica di Cappella Montei è costituita quasi esclusivamente da forme marine (Tab. 1) e si nota la presenza sia di elementi mesoeurialini (*Actinocyclus octonarius*, *A. tenellus*, *Paralia sulcata*) sia di elementi meioeurialini (varie specie di *Coscinodiscus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Rhizosolenia styliformis*, *Grammatophora marina*). Le eventuali oscillazioni nella salinità non potevano, quindi, superare valori compresi tra 35‰ e 20‰, proprio basandosi sulla presenza delle specie meioeurialine (Gersonde, 1980).

I rarissimi elementi meso ed oligoalobi sarebbero allora solo sporadici e non significativi apporti dal continente, apporti a cui si deve attribuire anche la presenza di piccoli frammenti di frustuli vegetali.

Per quanto riguarda il fattore temperatura (Tab. 1) oltre a specie cosmopolite (v. *Coscinodiscus asteromphalus* e *C. radiatus*) sono presenti numerosi elementi che preferiscono acque calde o temperato-calde. Anche le spicole di spugna e la maggior parte dei Foraminiferi danno indicazioni simili, per cui il complesso degli organismi sembra indicare acque da temperate a subtropicali. Bisogna però notare che accanto a questi elementi hanno una notevole importanza forme considerate preferenziali di acque fredde (per es. *Thalassiothrix longissima* e *Coscinodiscus marginatus*), che sembrano contraddire il quadro appena

individuato. Queste specie d'altra parte attualmente sono collegate non solo alla presenza di acque più fredde, ma soprattutto all'abbondanza di nutrienti (Abrantes, 1988; Sancetta, 1982). La presenza di questi elementi indicherebbe allora apporti tipo upwelling in un contesto ambientale prevalentemente temperato-caldo.

L'apporto di acque più fredde del resto appare confermato anche dalla composizione dell'associazione a Silicoflagellati, nella quale il genere freddo *Distephanus* prevale generalmente sul genere caldo *Dictyocha*, sottolineando però che tra le specie di *Distephanus* è abbastanza frequente *D. crux* tendenzialmente più temperato.

L'entità dell'accumulo siliceo biogeno ed il generale discreto stato di conservazione fanno pensare che sul fondo del bacino di sedimentazione si fossero instaurate condizioni di riduzione (non assenza) di ossigeno, favorendo così la conservazione delle strutture organogene. L'associazione a Foraminiferi bentonici, in effetti, presenta caratteri come la riduzione della diversità generica e specifica e la dominanza di Boliviniidae, Buliminidae e Uvigerinidae, che confermano l'esistenza di un ambiente con tendenza all'anossia.

La brusca scomparsa delle Diatomee e degli altri elementi silicei deve essere stata provocata da una improvvisa e rapida variazione delle condizioni ambientali, variazione del resto testimoniata anche dal cambiamento significativo dell'associazione a Foraminiferi bentonici, in cui la riduzione di Boliviniidae e Buliminidae e la comparsa di frequenti Miliolidi indica un'evoluzione in senso più marcatamente litorale.

OSSERVAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE

a) L'analisi più dettagliata della composizione quantitativa dell'associazione e la revisione della collocazione sistematica di una forma porta ad attribuire questi livelli al Miocene superiore (Tortoniano). Le osservazioni si basano sui seguenti dati:

– In tutti i livelli a Diatomee di Cappella Montei *Denticulopsis hustedtii* è presente con frequenze abbastanza elevate. Ora questa specie non è mai stata segnalata come comune al di sopra di 7.8-8 m. a. (età assoluta sempre in base alla scala paleomagnetica di Berggren, 1985): infatti nel Pacifico settentrionale, dove si registra l'ultima comparsa comune più recente, non si oltrepassa il limite sopra citato coincidente con la parte superiore della zona a *D. hustedtii* (Barron & Keller, 1983; Barron, 1986; Fourtanier *et al.*, 1991).

– La presenza di *Actinocyclus ellipticus* forma *lanceolata*, la cui comparsa nel Pacifico equatoriale è data a 9.9 m. a. (Baldauf & Iwai, 1992 in Mayer *et al.*,

1992), e di *Thalassiosira grunowi*, che si estingue a 7.4 m. a. (Akiba & Yanagisawa, 1986).

– La presenza di *Nitzschia praereinholdii*, prima (Bonci *et al.*, 1991) interpretata come *N. marina*, forma che nel Pacifico nord-orientale precede *N. marina*, dato che scompare (Schrader, 1973) in concomitanza con la comparsa di quest'ultima (comparsa di *N. marina* a 7.4 m. a. secondo Baldauf & Iwai, 1992 in Mayer *et al.*, 1992).

L'associazione a Diatomee si collocherebbe, quindi, nel Miocene superiore, in un intervallo compreso tra 9.9 e 8-7.8 m. a. (Tortoniano), a meno che non vengano dimostrati diacronismi negli eventi a Diatomee tra Pacifico e Mediterraneo.

Questo intervallo corrisponde a: 1) nella zonazione di bassa latitudine di Barron (1985a; 1985b; Pacifico equatoriale) alla zona a *Thalassiosira yabei* subzona B e a parte della zona a *Nitzschia porteri*; 2) nella zonazione di media-alta latitudine del Nord Pacifico di Koizumi (1973) e Barron (1985b) alla zona a *Denticulopsis hustedtii*; 3) nella zonazione di media-alta latitudine di Koizumi (in Koizumi & Tanimura, 1985) e di Akiba (1986) (sempre Pacifico settentrionale) a parte della zona a *Denticulopsis katayamae* e della zona a *Thalassiosira schraderi*.

b) Le precedenti osservazioni stratigrafiche propongono il problema della validità della prima comparsa di *Bulimina echinata* considerata come significativo evento stratigrafico per riconoscere, utilizzando i foraminiferi bentonici, la base del Messiniano nell'area mediterranea.

Non essendo presenti a Cappella Montei markers planctonici (Bonci *et al.*, 1991) l'attribuzione al Messiniano basale era stata fondata proprio sulla presenza di *B. echinata*. Considerato che le specie stratigraficamente significative tra le Diatomee, allo stato attuale delle conoscenze, definiscono un'età Tortoniana (comunque non al di sopra di 7.8 m. a.), si può pensare che le prime forme di *B. echinata* possano comparire un po' prima del limite Tortoniano-Messiniano. D'altra parte è noto che la comparsa di *B. echinata* è legata soprattutto ad un evento ecologico, infatti viene comunemente considerata come una risposta a modificazioni ambientali (Colalongo *et al.*, 1979; D'Onofrio & Iaccarino, 1978).

CONCLUSIONI

Nel Bacino piemontese sono noti altri affioramenti del Miocene superiore in cui vengono segnalate facies diatomitiche (Sturani & Sampò, 1973) e recentemente Fourtanier *et al.* (1991) hanno studiato le flore a Diatomee di due località, Castagnito e Pecetto di Valenza. Il confronto con Cappella Montei mette in evidenza alcune somiglianze, essendo parte

delle specie comuni con entrambe e parte con una delle due, ma si riscontrano nel complesso differenze sia ambientali che stratigrafiche.

Infatti dal punto di vista ambientale la situazione è simile più a quella di Castagnito che non a quella di Pecetto di Valenza, dove la batimetria presunta è tra 200 e 400/500 m e l'ambiente è di tipo più oceanico. Per quanto riguarda la collocazione stratigrafica Cappella Montei è comparabile a Pecetto di Valenza, per cui viene suggerita un'età tortoniana (Fourtanier *et al.*, 1991), e, quindi, più antica di Castagnito, che è ormai decisamente un Messiniano infraevaporitico (Fourtanier *et al.*, 1991).

Il confronto col Tripoli messiniano del Gabbro (Toscana) evidenzia per quest'ultimo un ambiente più nettamente costiero rispetto a Cappella Montei (Gersonde in Bradley & Landini, 1984), mentre maggiori somiglianze nella composizione dell'associazione si notano col Tripoli marchigiano di Coldapi (Dell'Uomo & Masi, 1990) attribuito al Messiniano senza ulteriori precisazioni.

Per quanto riguarda le formazioni di Tripoli della Sicilia (Bacino di Caltanissetta) e la Beida Formation (Algeria) le differenze tendono ad accentuarsi e stratigraficamente le suddette formazioni risultano più giovani, tra la metà superiore dell'Epoca paleomagnetica 6 e l'Epoca 5, quindi Messiniano non basale (Gersonde & Schrader, 1984). Sempre in Sicilia situazione molto simile a questi Tripoli hanno quelli della zona di Enna, che vengono datati, in base ai Foraminiferi, al Messiniano superiore (Grasso, Pedley & Romeo, 1990).

I livelli a Diatomee provenienti dal Site 124 (sud-est della Piattaforma Balearica) sono anch'essi attribuiti al Messiniano superiore ed, inoltre, la flora presenta ben pochi punti di contatto con quella di Cappella Montei, trattandosi di ambienti a salinità compresa tra 0‰ e 17‰ (Schrader & Gersonde, 1978).

Anche gli episodi diatomitici, questi francamente marini, della Spagna sud-orientale (bacino di Fortuna con le Diatomiti di Rio Chicamo) sono stati attribuiti al Messiniano sup. (Müller & Hsü, 1987; Müller & Schrader, 1989).

Infine molte sono le specie in comune con la Formazione delle Moronitas spagnole, che però risulta essere di ambiente a batimetria maggiore; quanto alla collocazione stratigrafica la parte superiore di questa Formazione è riferibile, secondo le ultime datazioni, al Tortoniano inferiore (Monjanel, 1987).

La flora diatomitica di Cappella Montei quindi ha caratteri propri, che la differenziano stratigraficamente o dal punto di vista ambientale sia da quella delle formazioni di Tripoli messiniani del Mediterraneo occidentale sia da quella delle diatomiti del

Monferrato e dell'area spagnola. Essa testimonia in questa zona nel Tortoniano la presenza di un ambiente marino riparato, senza forti apporti detritici, con una certa tendenza all'anossia sul fondo, abbastanza vicino alla costa, ma ben comunicante col mare aperto in un momento di alta produttività.

La brusca interruzione di questo episodio, accompagnata dalla comparsa di un'associazione a Foraminiferi a carattere decisamente litorale, indica una rapida variazione ambientale, che potrebbe essere in relazione con il complesso di modificazioni che preludono all'instaurarsi della sedimentazione evaporitica della Formazione dei Gessi, che in zone limitrofe si sovrappongono alle Marne di S. Agata Fossili.

APPENDICE TASSONOMICA

Nella seguente appendice sono state elencate, seguendo un criterio alfabetico, tutte le specie componenti l'associazione a Diatomee. Per ogni specie viene indicata la descrizione e/o figurazione di riferimento. In alcuni casi di identificazione particolarmente problematica è stata aggiunta la descrizione dettagliata, basata principalmente sullo studio al SEM, o eventuali osservazioni. Non vengono riportate le sinonimie, per le quali si rimanda principalmente a VanLandingham (1964-79) e ad altri autori (per es. Fryxell & Hasle, 1986; Sancetta, 1987) per gli aggiornamenti successivi. L'inquadramento sistematico a livello di genere per quanto possibile è stato aggiornato seguendo Round *et al.* (1990).

Actinocyclus ellipticus Grunow - (Tav. 7, fig. 1). Andrews (1976), pp. 13, tav. 3, figg. 5-6.

Actinocyclus ellipticus var. *elongatus* (Grunow) Kolbe - (Tav. 7, fig. 2). Barron (1981), p. 528, tav. 1, fig. 8.

Actinocyclus ellipticus forma *lanceolata* Kolbe - (Tav. 7, fig. 3). Barron (1981), p. 528, tav. 1, fig. 7.

Osservazioni: nome non valido secondo l'Int. Code Bot. Nomenclature (art. 32).

Actinocyclus octonarius Ehrenberg - (Tav. 5, figg. 1-2). Andrews (1976), p. 14, tav. 3, fig. 7.

Actinocyclus tenellus (Brébisson) Andrews - (Tav. 7, fig. 4). Andrews (1976), p. 14, tav. 3, figg. 8-9.

Actinoptychus aequalis Andrews - (Tav. 3, fig. 3). Andrews & Abbott (1985), pp. 69-70, tav. 6, figg. 4-7, 10-13; tav. 10, figg. 17-18; tav. 11, figg. 1-6.

Osservazioni: l'esemplare è ben confrontabile con l'olotipo di Andrews (*in* Andrews & Abbott, 1985) a parte il numero dei pori per 10 µm (negli individui di Andrews 18-20, 11-12 in quelli di Cappella Monte) e le aperture interne delle rimoportule diritte invece che curve.

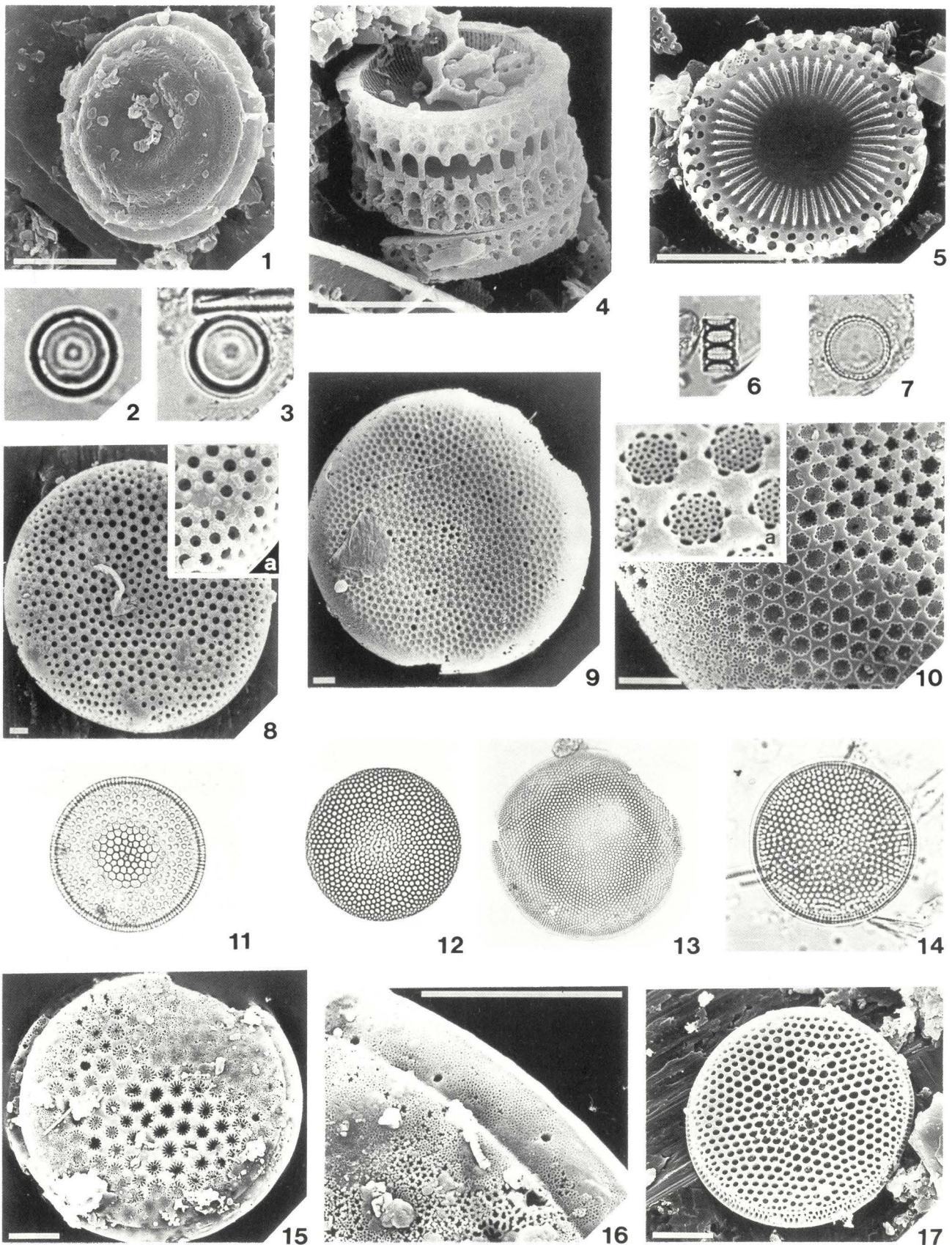
Actinoptychus cf. *bipunctatus* Lohman - (Tav. 7, fig. 5). Lohman (1941), p. 79, tav. 16, figg. 7, 10-12.

Osservazioni: l'esemplare studiato presenta morfologia simile a quella di *A. bipunctatus* figurato da Lohman (1941), ma lo stato di conservazione è molto scadente. Non sono state trovate segnalazioni prima del Pliocene.

Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg - (Tav. 3, figg. 1-2, 4). Kaczmarzka & Kilarski (1980), pp. 68-71, tav. 1, figg. 1-7; tav. 2, figg. 8-13.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 1

- | | |
|----------------------|--|
| Figg. 1-3 | - <i>Pseudopodosira westii</i> (W. Smith) Sheshukova & Gleser. 1) SEM; 2) e 3) valve al microscopio ottico (X 717). |
| Figg. 4-7 | - <i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve. 4) visione laterale di frustuli collegati a catena, SEM; 5) superficie valvare esterna di valva intercalare, SEM; 6) frustuli collegati a catena, microscopio ottico (X 672); 7) superficie valvare esterna, microscopio ottico (X 654). |
| Figg. 8, 8a, 12 | - <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehrenberg. 8) superficie esterna, SEM; 8a) particolare della superficie esterna (X 3 rispetto a Fig. 8); 12) valva al microscopio ottico (X 210). |
| Figg. 9, 10, 10a, 13 | - <i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg. 9) superficie esterna, SEM; 10) struttura delle areole sulla superficie esterna, SEM; 10a) struttura dei vela nella zona centrale, SEM (X 3 rispetto a Fig. 11); 13) valva al microscopio ottico (X 153). |
| Figg. 11, 15, 16 | - <i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg. 11) valva al microscopio ottico (X 224); 15) superficie valvare esterna, SEM; 16) particolare di Fig. 15, struttura del margine con aperture esterne delle rimoportule, SEM. |
| Fig. 14 | - <i>Coscinodiscus curvatus</i> Grunow, valva al microscopio ottico (X 672). |
| Fig. 17 | - <i>Azpeitia</i> cf. <i>tabularis</i> (Grunow) Fryxell & Sims, superficie valvare esterna, SEM. |
- Per le foto al SEM il marker equivale a 10 µm.



Osservazioni: gli esemplari di Cappella Montei presentano una morfologia ben corrispondente a quanto descritto da Kaczmarek & Kilarski (1980); in particolare sulla superficie valvare esterna si nota una netta differenziazione nell'ornamentazione tra settori convessi e settori depressi. Infatti, mentre nei primi gli ispessimenti di silice formano una sorta di rete a maglie poligonali, che delimitano gruppi di areole, nei secondi sono isolati ed irregolarmente distribuiti. Ciò concorda con quanto notato dai suddetti Autori, che mettono in evidenza la presenza di numerose valve caratterizzate appunto da questa differenza nell'ornamentazione.

Actinoptychus splendens var. *incisa* (Grunow) Wornardt - (Tav. 2, figg. 12-13). Wornardt (1967), p. 48, figg. 68-71, 73.

Amphitetras sp. - (Tav. 9, fig. 3). Osservazioni: potrebbe essere confrontabile con *Triceratium balearicum* var. *biquadrata* (Janisch) Hustedt (v. Hajòs, 1968).

Amphitetras sp. ? - (Tav. 9, fig. 13).

Anaulus birostratus (Grunow) Grunow - (Tav. 7, fig. 7). Abbott & Andrews (1979), p. 233, tav. 1, fig. 13.

Arachnoidiscus ornatus Ehrenberg - (Tav. 3, figg. 5-12; Tav. 4, figg. 1-2). Gerloff & Helmcke in Helmcke, Krieger & Gerloff (1974), p. 20, tavv. 777-780.

Osservazioni: nella descrizione di Gerloff & Helmcke (1974) non si accenna al fatto che si tratta di frustuli eterovalvari (v. Round *et al.*, 1990). Le valve dei due tipi si differenziano principalmente nella struttura dell'area centrale (Tav. 3, figg. 6, 9, 11-12; Tav. 4, figg. 1-2). Round *et al.* (1990), inoltre, interpretano come rimoportule l'anello di fessure attorno al centro di uno dei due tipi di valve.

Asterolampira sp. (frammenti).

Aulacodiscus sp. - (Tav. 4, figg. 3-12).

Descrizione: Valve circolari (diametro 176-275 µm), con parte marginale rilevata a formare una sorta di cercine e zona interna piatta. Areole loculate (circa 3 in 10 µm) disposte in file ad andamento radiale; zona centrale ialina; mantello con struttura identica a quella della faccia valvare. Le areole si aprono all'interno tramite un foramen (Tav. 4, fig. 12), mentre all'esterno sono chiuse da cribra. Sono stati individuati due tipi di cribrum. Tipo a: il margine delle aperture è crenulato e il cribrum, leggermente infossato, è costituito da una piastra con un piccolo foro centrale e un doppio bordo di fori marginali (Tav. 4, fig. 6). Tipo b: cribrum costituito da una calotta convessa, ben rilevata sulla superficie valvare, con una minuta perforazione centrale e 2-3 serie irregolari di pori periferici; la calotta è collegata alla superficie valvare da cordoni di silice, generalmente in gruppi di 2-4, decorrenti da ogni calotta a quelle adiacenti (Tav. 4, fig. 11), per cui si forma un'ornamentazione a fitte maglie poligonali individuabile con chiarezza solo al SEM. Le rimoportule, da 9 a 16, sono distribuite sull'anello rilevato marginale ad intervalli regolari in corrispondenza di piccoli rigonfiamenti. Esse si aprono all'esterno tramite un tubo cilindrico robusto e corto, leggermente rigonfio all'estremità distale e proiettato verso l'esterno (Tav. 4, figg. 5, 9). In alcune valve si è potuto osservare la base di impianto dei tubi: si tratta di una piastra circolare con un grosso foro centrale e una corona di fessure radiali (Tav. 4, fig. 10). Le rimoportule si aprono all'interno, al fondo di infossature corrispondenti ai rigonfiamenti esterni, tramite una fessura a ferro di cavallo con margine fortemente ispessito soprattutto nella parte centrale (Tav. 4, fig. 7).

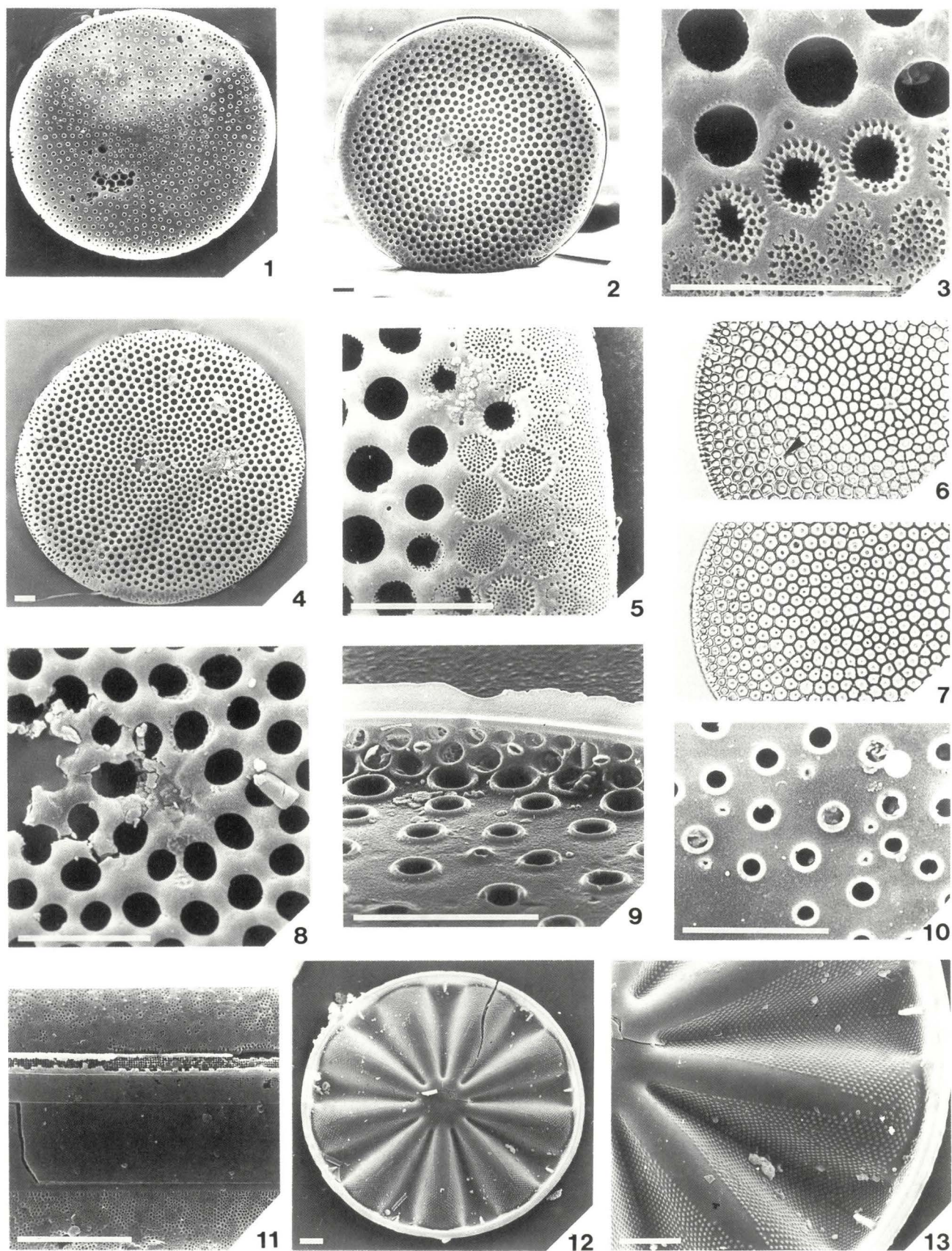
Note: questi esemplari presentano alcune caratteristiche (morfologia complessiva della valva e struttura esterna delle rimoportule) molto simili a quelle degli individui provenienti dall'Eocene superiore di

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 2

Figg. 1-11 - *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg. 1) superficie valvare interna, SEM; 2) superficie valvare esterna, SEM; 3) particolare della precedente con struttura dei vela sul margine e apertura di un processo labiato, SEM; 4) superficie valvare esterna con piccola area centrale ialina, SEM; 5) struttura dei vela sul margine, SEM; 6) superficie valvare al microscopio ottico, i processi labiati sparsi sono molto rari (v. freccia) (X 496); 7) superficie valvare al microscopio ottico, sono evidenti numerosi processi labiati sparsi (X 496); 8) struttura della superficie valvare esterna, area centrale (part. Fig. 4), SEM; 9) superficie valvare interna, particolare del margine con aperture delle rimoportule SEM; 10) particolare della superficie valvare interna con processi labiati sparsi, SEM; 11) copulae, SEM.

Figg. 12, 13 - *Actinoptychus splendens* var. *incisa* (Grunow) Wornardt. 12) superficie valvare interna, SEM; 13) particolare della precedente, SEM.

Per le foto al SEM il marker equivale a 10 µm.



Oamaru (Nuova Zelanda) figurati da Ross & Sims (1970) e indicati come probabilmente conspecifici di *A. margaritaceus* Ralfs (specie vivente). Per il tipo di cribrum, invece, la situazione si differenzia, perché, se il tipo a potrebbe essere ricondotto a quello di *A. margaritaceus*, il tipo b è nettamente diverso e presenta una forte somiglianza con la struttura presente in *A. rattrayi* descritto sempre da Ross & Sims (1970). Inoltre l'apertura interna delle rimoportule è decisamente diversa da quella di *A. margaritaceus*. Di conseguenza, se si accetta la tesi dei suddetti Autori, secondo i quali uno dei caratteri discriminanti tra le specie è proprio la morfologia della rimoportula, gli esemplari qui studiati, malgrado la forma complessiva simile, non potrebbero essere considerati conspecifici di *A. margaritaceus*. Recentemente Reed (1991) figura un esemplare di *A. margaritaceus* var. *debryi* della Diatomite di Oamaru (Nuova Zelanda), che presenta una buona somiglianza con gli esemplari qui discussi, ma trattandosi di foto al microscopio ottico non è possibile confrontare la struttura di rimoportule e velum.

Auliscus sculptus (W. Smith) Ralfs - (Tav. 5, figg. 3, 6-9). Andrews & Abbott (1985), p. 72, tav. 7, figg. 2-3.

Osservazioni: Round *et al.* (1990) nella descrizione del genere indicano che il bordo degli ocelli è costituito da spesse creste di silice. Gli esemplari di Cappella Montei, invece, hanno il bordo costituito da una banda di silice spessa e compatta con numerose fossette circolari a distribuzione irregolare. Questo tipo di struttura è presente in *A. sculptus* figurato da Ross & Sims (1972, fig. 23).

Auricula sp. (frammenti).

Azpeitia cf. *nodulifer* (Schmidt) Fryxell & Sims Fryxell, Sims & Watkins (1986), pp. 19, figg. 17, 18-1, 18-2, 18-3, 30-3, 30-4.

Azpeitia cf. *tabularis* (Grunow) Fryxell & Sims - (Tav. 1, fig. 17) Fryxell, Sims & Watkins (1986), pp. 16-18, 26, figg. 14-15, 30 (1).

Osservazioni: attualmente questa specie preferisce acque antartiche e subantartiche, ma nel Miocene e Pliocene era molto più comune alle basse latitudini (Fryxell, Sims & Watkins, 1986).

Biddulphia cf. *radialis* ? Andrews. Andrews (1986), pp. 510-511, figg. 4.8, 4.9, 10.1.

Osservazioni: lo stato di conservazione non permette un confronto più sicuro.

Biddulphia cf. *elegantula* Greville - (Tav. 7, fig. 12) Hajòs (1986), tav. 26, fig. 1).

Osservazioni: gli esemplari di Cappella Montei presentano buone somiglianze con quello figurato da Hajòs (1986).

Biddulphia sp. - (Tav. 7, fig. 11).

Campylodiscus sp. - (Tav. 7, fig. 14).

Campyloneis argus Grunow - (Tav. 7, fig. 13). Van Heurck (1899), p. 285, tav. 8, fig. 345.

Campyloneis grevillei (Wm. Smith) Grunow - (Tav. 6, figg. 4-5). Van Heurck (1899), p. 285, fig. 64, tav. 8, fig. 344.

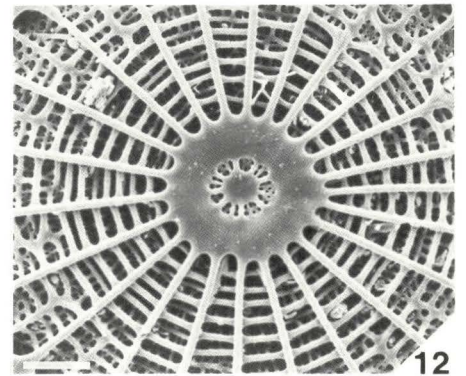
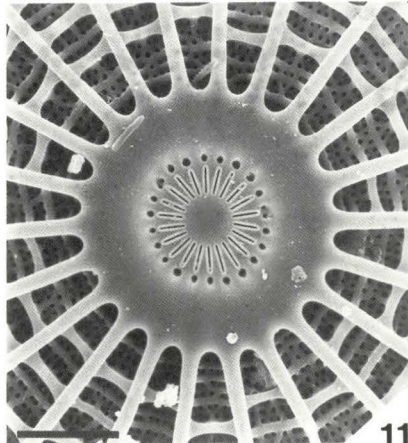
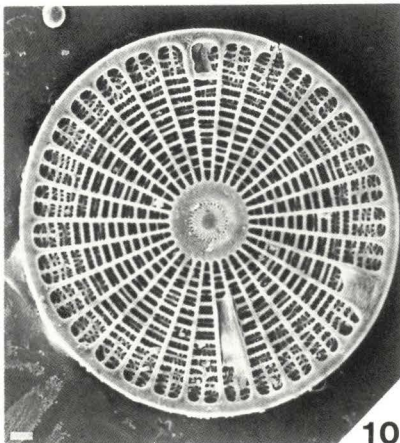
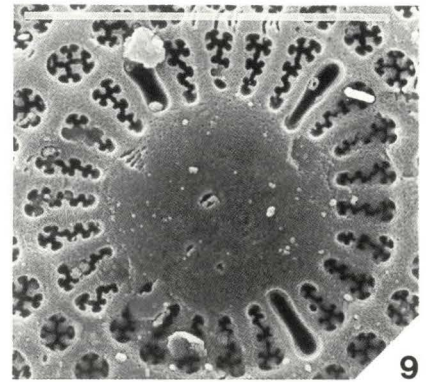
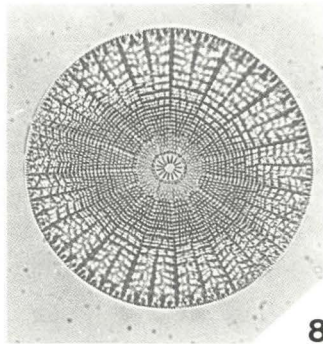
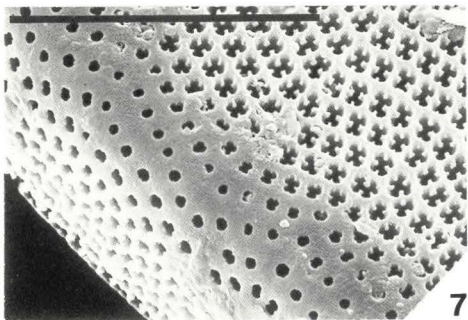
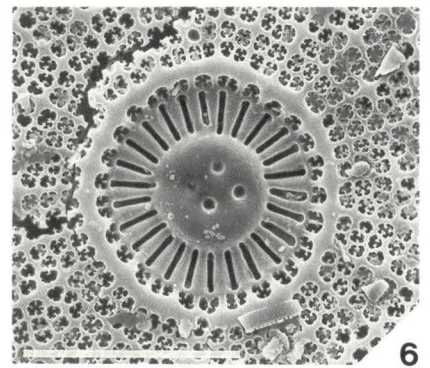
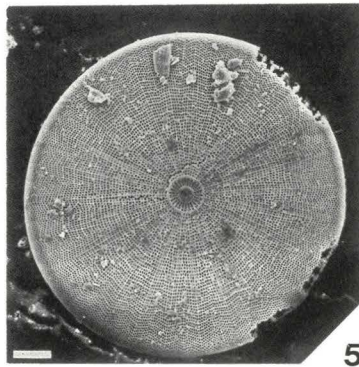
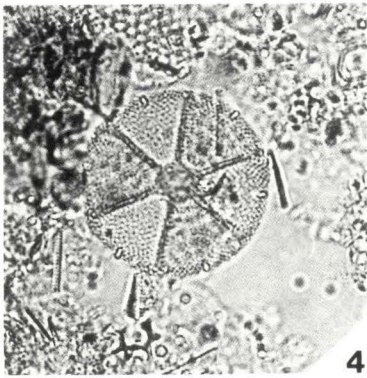
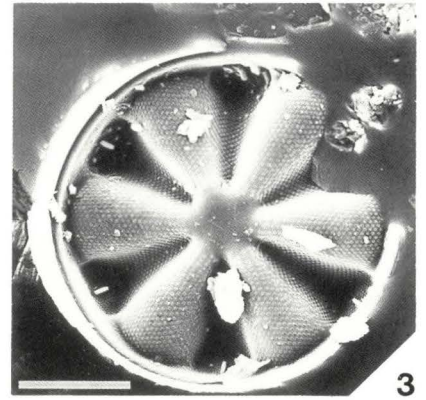
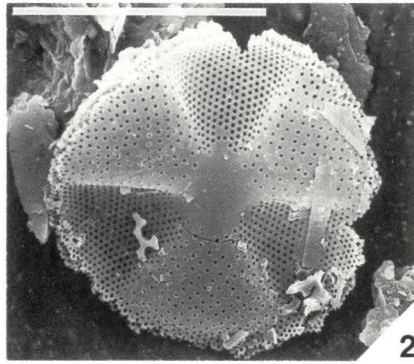
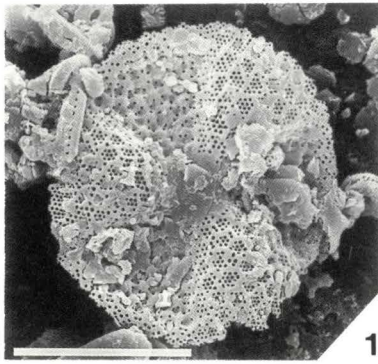
Cerataulus sp. - (Tav. 5, figg. 10-12).

Descrizione: frustulo cilindrico con valve circolari convesse; diametro 137-158 µm. Valve caratterizzate da due grossi ocelli collocati su corte elevazioni sporgenti obliquamente verso l'esterno (Tav. 5, fig. 10). La superficie valvare presenta protuberanze poco accentuate irregolarmente distribuite ed è fittamente perforata da piccoli pori a bordo rilevato, a volte allineati in file (Tav. 5, fig. 11). L'area centrale è più liscia e i pori non sono mai allineati in file. Ocelli con porelli disposti a settori radianti e bordo con forti creste irregolari ad andamento concentrico (Tav. 5, fig. 11). Copula fittamente perforata da fori molto piccoli disposti in file parallele e caratterizzata da fossette, anch'esse perforate, di forma varia e irregolarmente distribuite.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 3

- Figg. 1, 2, 4 - *Actinoptychus senarius* (Ehrenberg) Ehrenberg. 1) superficie valvare esterna, SEM; 2) superficie valvare interna, SEM; 4) valva al microscopio ottico (X 644).
 Fig. 3 - *Actinoptychus aequalis* Andrews, superficie valvare interna, SEM.
 Figg. 5-12 - *Arachnoidiscus ornatus* Ehrenberg. 5) superficie valvare esterna, SEM; 6) superficie valvare esterna, eterovalva a, area centrale, SEM; 7) superficie valvare esterna, margine, SEM; 8) valva al microscopio ottico (X 224); 9) superficie valvare esterna, eterovalva b, area centrale con aperture allungate chiuse da vola, SEM; 10) superficie valvare interna, eterovalva a, SEM; 11) particolare fig. 10, SEM; 12) area centrale delle superficie valvare interna di eterovalva b, SEM.

Per le foto al SEM il marker equivale a 20 µm.



Chaetoceros cinctus Gran - (Tav. 7, fig. 15). Stocckwell & Hargraves (1986), p. 86, figg. 16-21.

Osservazioni: spore.

Chaetoceros cf. *diadema* (Ehrenberg) Gran - (Tav. 7, fig. 17). Sancetta (1982), p. 227, tav. 2, figg. 5-6.

Osservazioni: spore.

Chaetoceros furcellatus Bailey - (Tav. 7, fig. 9). Stocckwell & Hargraves (1986), pp. 85-86, figg. 8-15.

Osservazioni: spore.

Chaetoceros lorenzianus Grunow - (Tav. 6, fig. 1). Abbott & Andrews (1979), p. 243, tav. 4, fig. 5; tav. 7, fig. 7.

Osservazioni: solo frammenti di setae.

Chaetoceros spp. - (Tav. 7, figg. 10, 16, 24-26).

Osservazioni: oltre a rari frammenti di frustuli di forme vegetative sono numerose le spore resistenti di *Chaetoceros* non identificate a livello specifico.

Chasea cf. *magna* Hajòs. Hajòs (1968), pp. 117-118, tav. 28, figg. 22.

Osservazioni: secondo Hajòs (1968) si tratta di spore resistenti di Diatomee centriche.

Cocconeis dirupta var. *triumphis* (Hanna & Grant) Frenguelli - (Tav. 7, fig. 18). Wornardt (1967), p. 80, fig. 182.

Cocconeis pseudomarginata Gregory - (Tav. 6, figg. 12-13). Gregory (1857), p. 492, tav. 9, fig. 27 (*vedi in* Catalogue of Diatoms, 1987, v. 4).

Cocconeis scutellum Ehrenberg - (Tav. 7, fig. 19). Hajòs (1968), p. 160, tav. 46, fig. 15.

Cocconeis vitrea Brun - (Tav. 7, fig. 27). Wornardt (1967), p. 81, figg. 183-184.

Cocconeis sp. - (Tav. 8, fig. 8).

Coscinodiscus asteromphalus Ehrenberg - (Tav. 1, figg. 9-10, 13). Brooks (1975), pp. 15-27, tavv. 1-2.

Osservazioni: questa specie è presente nell'associazione studiata con esemplari caratterizzati da una discreta variabilità sia per quanto riguarda la forma delle valve (da piatte a moderatamente convesse, con o senza infossamento dell'area centrale), sia per il tipo di cribrum (da circolari a poligonali, con o senza aree sussidiarie). In particolare l'area centrale può presentare una piccola zona ialina subcircolare o avere le classiche areole, in molti casi disposte a formare una caratteristica rosetta.

Coscinodiscus curvatulus Grunow - (Tav. 1, fig. 14). Andrews & Abbott (1985), p. 73, tav. 7, fig. 9.

Coscinodiscus decrescens Grunow. (Tav. 8, fig. 3). Abbott & Andrews (1979), p. 236, tav. 2, fig. 12.

Coscinodiscus marginatus Ehrenberg - (Tav. 1, figg. 11, 15, 16). Sancetta (1987), pp. 231-232, 234-235, 240, tav. 1, figg. 1-13.

Osservazioni: gli esemplari di Cappella Monte sono caratterizzati in buona parte dalla presenza di una netta costrizione nella zona del mantello, che forma un caratteristico anello periferico. Sancetta (1987), nella sua recente revisione di questa specie, nota che tale particolarità della struttura, già notata da Wornardt (1971) non è sempre presente o per lo meno non è sempre così pronunciata, tanto che ipotizza che l'esemplare figurato da Wornardt (1971) sia anomalo o che, trattandosi di materiale miocenico, rappresenti un primo stadio evolutivo. L'elevata frequenza di questo tipo di valve nella successione miocenica di Cappella Monte sembra giustificare la seconda ipotesi di Sancetta (1987).

Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg - (Tav. 1, figg. 8, 12). Sancetta (1987), pp. 335-240, tav. 2, figg. 11-14; tav. 3, figg. 1-12.

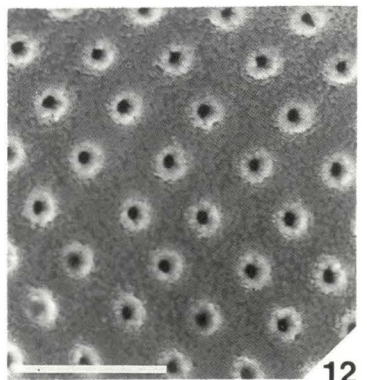
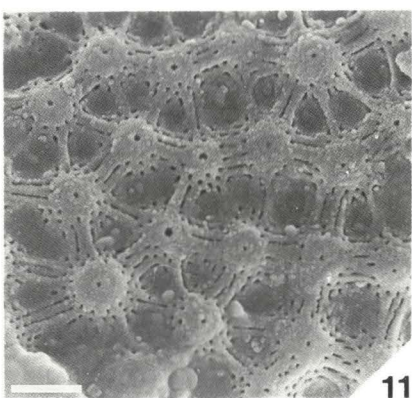
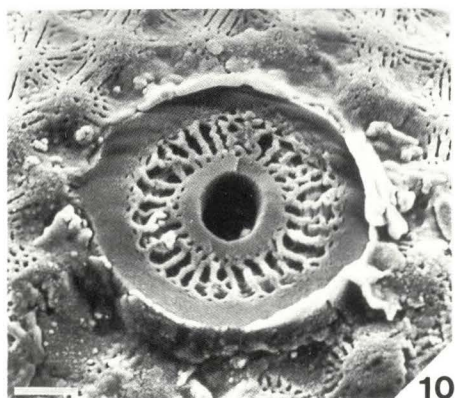
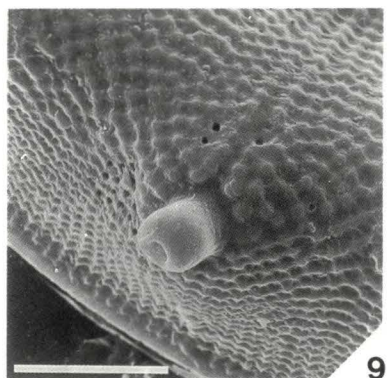
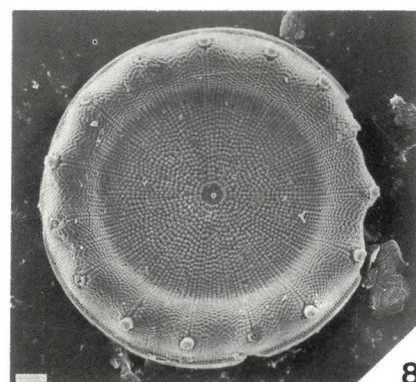
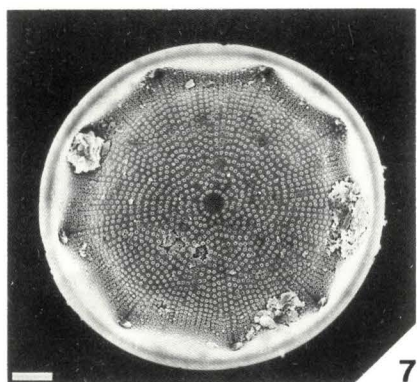
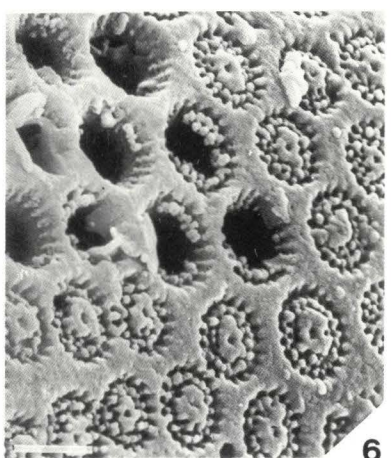
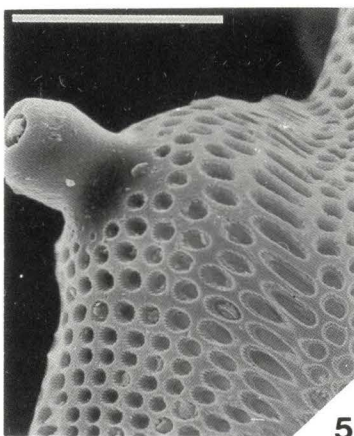
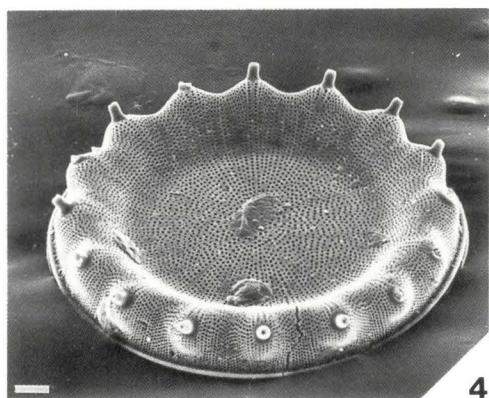
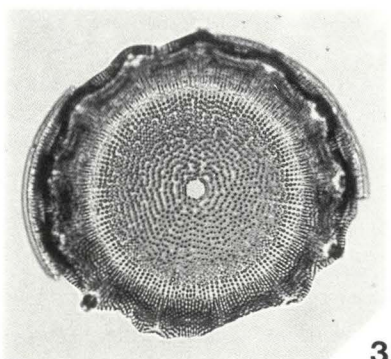
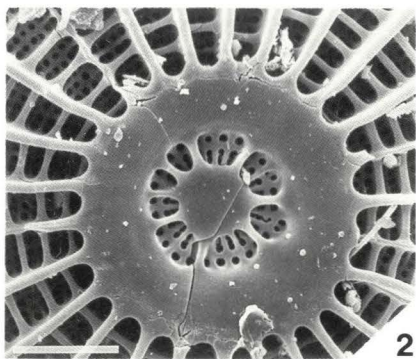
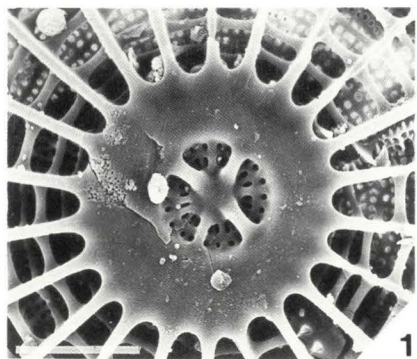
Coscinodiscus cf. *oculus-iridis* Ehrenberg - (Tav. 8, fig. 1).

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 4

Figg. 1, 2 - *Arachnoidiscus ornatus* Ehrenberg. Area centrale della superficie valvare interna di eterovalve b, SEM.

Figg. 3-12 - *Aulacodiscus* sp. 3) valva al microscopio ottico (X 190); 4) superficie valvare esterna, cribra di tipo a, SEM; 5) particolare di fig. 4) con apertura esterna delle rimoportule, SEM; 6) cribra di tipo a, SEM; 7) superficie valvare interna, SEM; 8) superficie valvare esterna, cribra di tipo b, SEM; 9) particolare di fig. 8) con apertura esterna di rimoportula, SEM; 10) particolare di fig. 8) con struttura della base della rimoportula, SEM; 11) struttura dei cribra di tipo b, SEM; 12) particolare della superficie valvare interna, SEM.

Per le foto al SEM il marker equivale a 20 µm nelle Figg. 1, 2, 4, 5 e 7-9, a 2 µm, nelle Figg. 6 e 10-12.



Osservazioni: sono stati individuati alcuni esemplari che si differenziano dalle forme classiche di *C. oculus-iridis* per la poco accentuata depressione centrale.

Coscinodiscus radiatus Ehrenberg - (Tav. 2, figg. 1-11). Sancetta (1987), pp. 234-235, tav. 2, figg. 1-10.

Osservazioni: questa specie a Cappella Monteì è rappresentata prevalentemente da esemplari caratterizzati da un elevato numero di processi labiati sparsi ossia del tipo precedentemente classificato come *C. perforatus*.

Coscinodiscus cf. *radiatus* Ehrenberg.

Delphineis sp. 1 - (Tav. 7, fig. 20).

Osservazioni: esemplari molto mal conservati.

Delphineis sp. 2 - (Tav. 7, fig. 21).

Osservazioni: gli esemplari individuati, caratterizzati da un'ampia area amigdaloidale, sono simili a quelli figurati e descritti da Whiting & Schrader (1985, pp. 251 e 254, tav. 6, figg. 9-10), ma presentano dimensioni maggiori.

Denticulopsis hustedtii (Simonsen & Kanaya) Simonsen - (Tav. 6, figg. 7, 10). Simonsen & Kanaya (1961), p. 501, tav. 1, figg. 19-15 (*vidi in* Catalogue of Diatoms, 1985, v. 1).

Diploneis bombus (Ehrenberg) Cleve - (Tav. 7, fig. 29). Abbott & Andrews (1979), p. 243, tav. 4, fig. 6.

Diploneis coffaeiformis (Schmidt) Cleve - (Tav. 7, fig. 28). Hajòs (1968), p. 167, tav. 48, figg. 12-15.

Diploneis crabro (Ehrenberg) Ehrenberg - (Tav. 7, fig. 32). Abbott & Andrews (1979), pp. 243-244, tav. 4, fig. 7.

Diploneis cf. *eudoxia* (Schmidt) Mills - (Tav. 7, fig. 31). Andrews (1980), p. 29, tav. 2, fig. 6.

Osservazioni: la specie è segnalata da Andrews (1980) dal Pliocene all'attuale.

Diploneis ovalis (Hilse) Cleve - (Tav. 7, fig. 30). Germain (1981), pp. 142, 144, tav. 55, figg. 1-8.

Dossetia cf. *hyalina* Andrews - (Tav. 7, fig. 35). Andrews (1976), p. 19, tav. 6, figg. 4-7.

Osservazioni: le specie di questo genere sono spore resistenti di incerta affinità (Hargraves, 1986).

Dossetia sp.

Endictya oceanica Ehrenberg - (Tav. 7, fig. 39). Abbott & Andrews (1979), p. 244, tav. 4, fig. 10.

Osservazioni: comune, ma solo sotto forma di frammenti.

Entopyla australis var. *gigantea* (Greville) Fricke. Wornardt (1967), p. 80, figg. 177-180.

Osservazioni: solo esemplari frammentati.

Epithemia turgida (Ehrenberg) Kützing - (Tav. 8, fig. 5). Germain (1981), p. 318, tav. 118, figg. 1-4.

Gen. *Goniothecium* Ehrenberg.

Osservazioni: si tratta di spore di *Chaetoceros* identificate, data la differenza morfologica dalla forma vegetativa, come genere distinto.

Goniothecium odontella Ehrenberg - (Tav. 7, fig. 36). Andrews (1980), pp. 29-30, tav. 2, fig. 9; tav. 4, fig. 9.

Goniothecium rogersii Ehrenberg - (Tav. 7, fig. 37). Abbott & Andrews (1979), pp. 245-246, tav. 4, figg. 12-13.

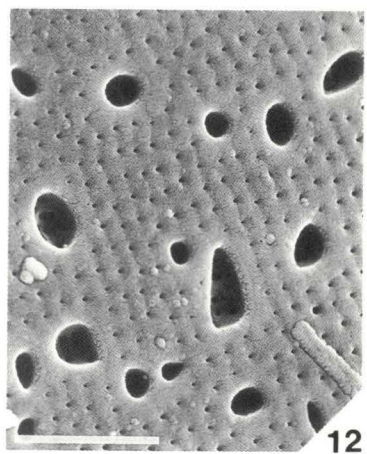
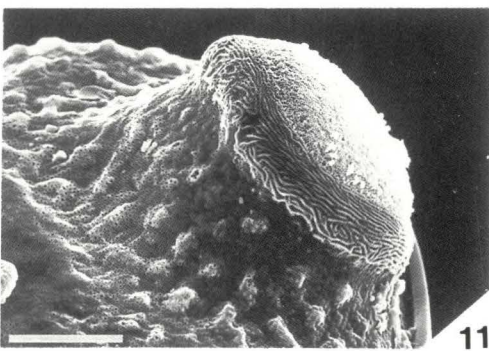
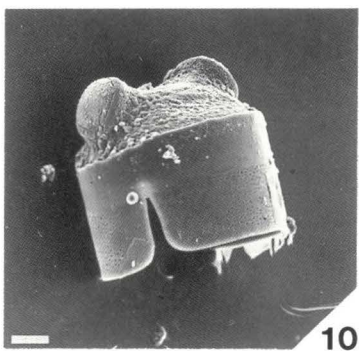
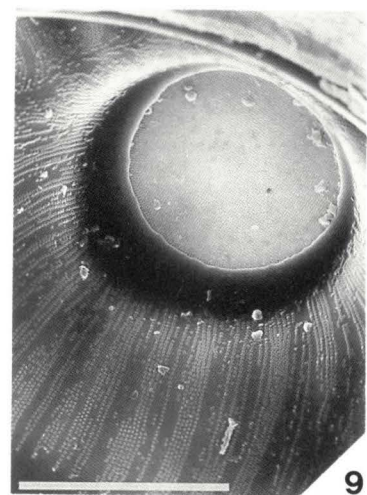
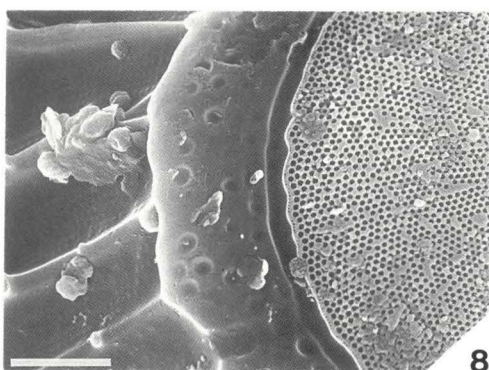
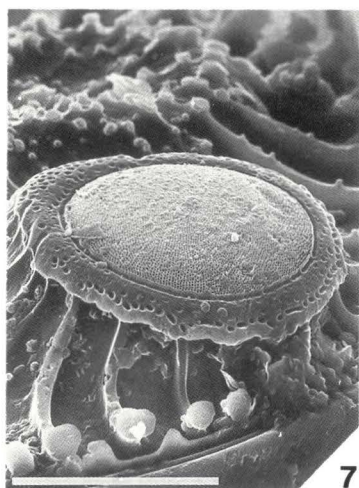
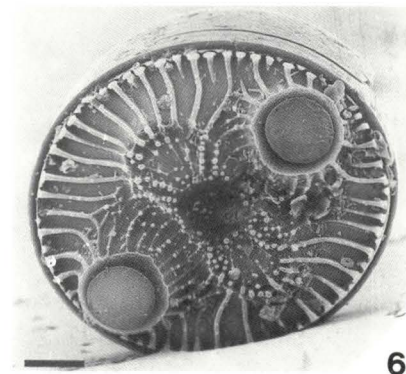
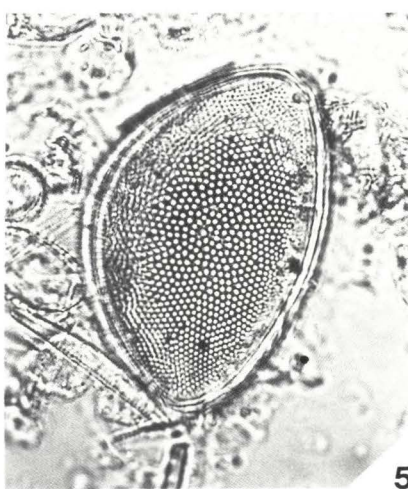
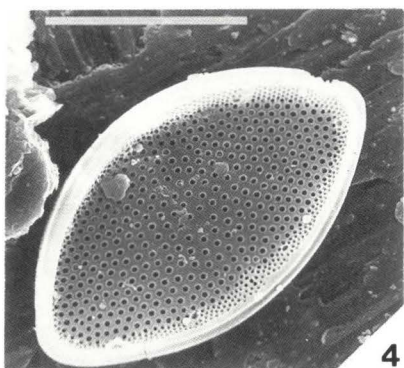
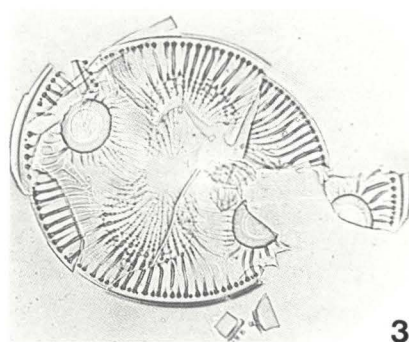
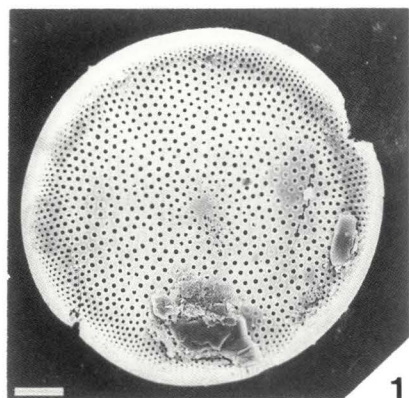
Goniothecium sp. - (Tav. 7, fig. 38).

Grammatophora angulosa Ehrenberg - (Tav. 7, fig. 32). Andrews (1980), p. 30, tav. 2, figg. 12-13.

Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing - (Tav. 7, fig. 33). Abbott & Andrews (1979), p. 245, tav. 4, fig. 14.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 5

- Figg. 1, 2 - *Actinocyclus octonarius* Ehrenberg. 1) superficie valvare interna, SEM; 2) valva al microscopio ottico (X 224).
 Figg. 4, 5 - *Hemidiscus cuneiformis* Wallich. 4) superficie valvare interna, SEM; 5) valva al microscopio ottico (X 600).
 Figg. 3, 6-9 - *Auliscus sculptus* (W. Smith) Ralfs. 3) valva al microscopio ottico (X 151); 6) superficie valvare esterna, SEM; 7) ocello, SEM; 8) particolare della precedente, SEM; 9) ocello sulla superficie valvare interna, SEM.
 Figg. 10-12 - *Cerataulus* sp. 10) valva di profilo completa di copulae, SEM; 11) ocello, SEM; 12) struttura della copula, SEM.
 Per le foto al SEM il marker equivale a 20 µm nelle Figg. 1, 4, 6, 7 e 9-11, a 4 µm nelle Figg. 8 e 12.



Grammatophora oceanica var. *macilenta* (W. Smith) Grunow - (Tav. 7, fig. 22). Schrader (1978), p. 861, tav. 15, fig. 10.

Hemiaulus polymorphus Grunow - (Tav. 8, fig. 21). Hajòs (1968), p. 135, tav. 37, figg. 9, 12-14.

Hemidiscus cuneiformis Wallich - (Tav. 5, figg. 4-5). Gerloff & Helmcke in Helmcke, Krieger & Gerloff (1974), p. 24, tavv. 807-809.

Osservazioni: nell'associazione sono presenti sia individui quasi ellittici, come l'esemplare figurato al SEM, sia individui più o meno cuneiformi (Tav. 5, fig. 5), in genere di grandi dimensioni, che sono piuttosto numerosi.

Hyalodiscus laevis Ehrenberg - (Tav. 8, fig. 13). Abbott & Andrews (1979), p. 245, tav. 4, fig. 16.

Lithodesmium undulatum Ehrenberg - Abbott & Andrews (1979), p. 246, tav. 4, fig. 21.

Lyrella hennedyi (W. Smith) Stickle & Mann - (Tav. 8, fig. 9). Abbott & Andrews (1979), pp. 246-247, tav. 4, fig. 24.

Lyrella lyra (Ehrenberg) Karajeva - (Tav. 8, fig. 15). Hendey (1970), p. 136, tav. 2, figg. 18-22.

Mastogloia splendida (Gregory) Cleve - (Tav. 6, figg. 6, 8-9). Hajòs (1968), p. 165, tav. 47, figg. 7-14.

Melosira clavigera Grunow - (Tav. 8, fig. 10). Hajòs (1976), p. 824, tav. 1, figg. 3-4; tav. 2, figg. 3-4.

Navicula pennata Schmidt - (Tav. 8, fig. 14). Abbott & Andrews (1979), p. 247, tav. 4, fig. 25.

Nitzschia cf. *fossilis* (Frenguelli) Kanaya & Koizumi - (Tav. 8, fig. 20). Schrader (1973), p. 707, tav. 4, figg. 9-11, 24, 25.

Nitzschia cf. *frustulum* (Kützinger) Grunow - (Tav. 8, fig. 19). Hajòs (1968), p. 203, tav. 58, figg. 14-16. Osservazioni: un solo esemplare incompleto.

Nitzschia praereinholdii Schrader - (Tav. 8, fig. 16). Schrader (1973), p. 708, tav. 5, figg. 20, 23-26. Schrader (1974), tav. 7, figg. 24-26.

Nitzschia sp. 1 - (Tav. 8, fig. 17).

Nitzschia sp. 2 - (Tav. 7, fig. 34).

Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve - (Tav. 1, figg. 4-7). Loseva (1990), pp. 84-85, figg. 1-21.

Osservazioni: questa specie, ampiamente distribuita nei sedimenti marini fossili, viene generalmente segnalata dal Cretaceo all'attuale. Round *et al* (1990) però la considerano solo fossile, ascrivendo le forme attuali alla specie *P. marina* (W. Smith) Heiberg.

Periptera tetracladia Ehrenberg. Abbott & Andrews (1979), p. 248, tav. 5, fig. 2.

Osservazioni: spore di Chaetoceros.

Plagiogramma staurophorum (Gregory) Heiberg - (Tav. 8, fig. 18). Gregory (1857), p. 496, tav. 10, fig. 37 (*vidi in* Catalogues of Diatoms, 1987, v. 4).

Pleurosigma sp. (frammenti).

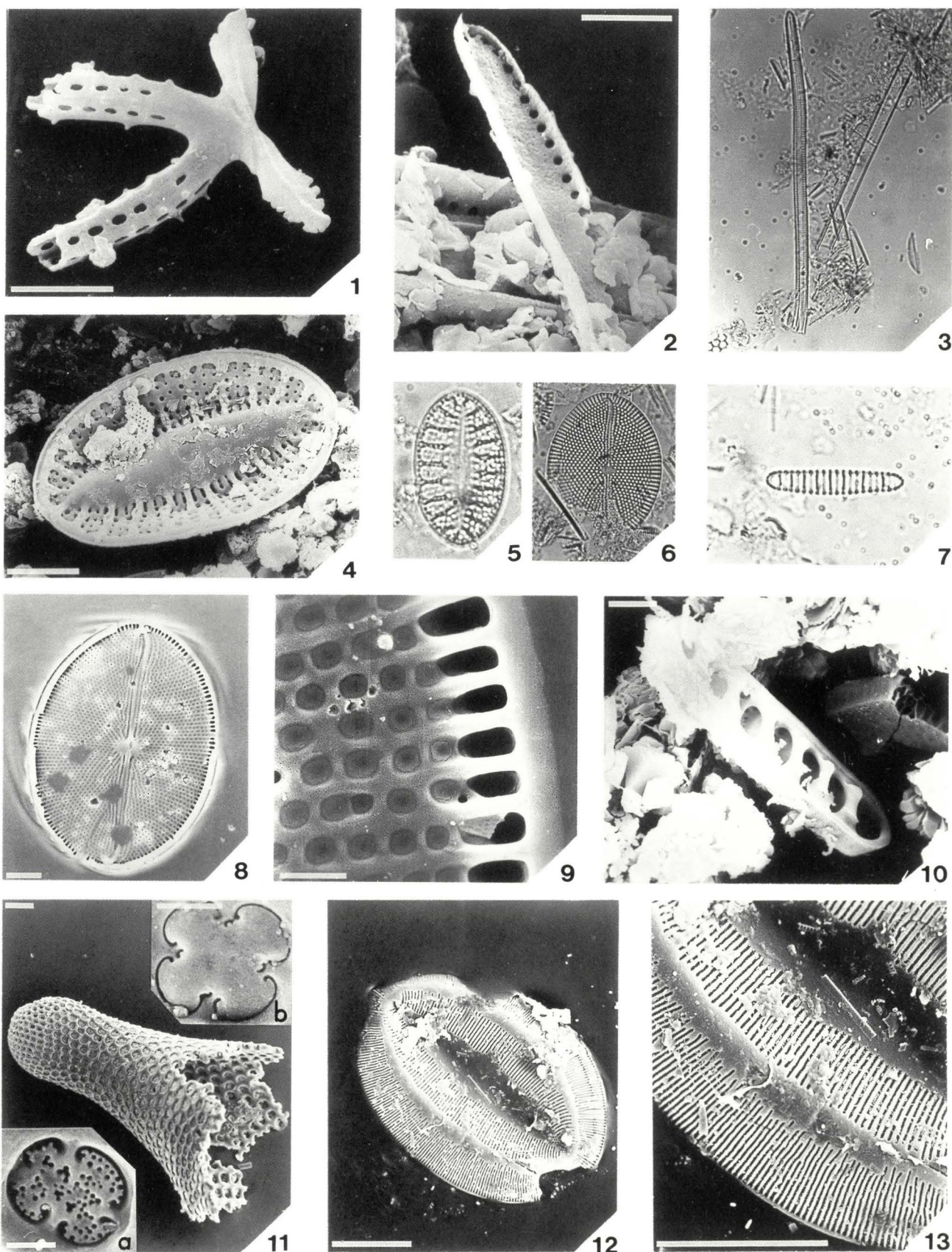
Pseudauliscus sp. - (Tav. 7, fig. 6).

Pseudopodosira westii (W. Smith) Sheshukova & Gleser - (Tav. 1, figg. 1-3). Olshtynskaya (1990), p. 96, figg. 13-15.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 6

- Fig. 1 - *Chaetoceros lorenzianus* Grunow, frammento di setae, SEM.
 Figg. 2, 3 - *Thalassiothrix longissima* Cleve & Grunow. 2) superficie valvare esterna, SEM; 3) frammenti di valve al microscopio ottico (X 381).
 Figg. 4, 5 - *Campyloneis grevillei* (W. Smith) Grunow. 4) superficie valvare interna con valvocopula, SEM; 5) valva al microscopio ottico (X 630).
 Figg. 6, 8, 9 - *Mastogloia splendida* (Gregory) Cleve. 6) valva al microscopio ottico (X 381); 8) superficie valvare interna, SEM. 9) particolare della precedente, struttura del margine, SEM.
 Figg. 7, 10 - *Denticulopsis hustedtii* (Simonsen & Kanaya) Simonsen. 7) valva al microscopio ottico (X 630); 10) superficie valvare interna e mantello, SEM.
 Figg. 11, 11a-b - cf. *Pyxilla ? squinaboli* Forti. 11) frammento, SEM; 11a) struttura dei cribra, SEM; 11b) perforazioni occluse, SEM.
 Figg. 12, 13 - *Cocconeis pseudomarginata* Gregory 12) superficie valvare esterna, SEM; 13) particolare della precedente, struttura delle perforazioni, SEM.

Per le foto al SEM il marker equivale a 20 µm nelle Figg. 4, 8 e 11-13, a 4 µm nelle Figg. 1, 2, 9, 10 e 11a-b.



Osservazioni: in alcuni esemplari si notano alcune differenze in rapporto a quanto descritto da Olshtynskaya (1990). Infatti l'area centrale della valva ha una convessità appena accennata e il mantello non presenta la sottile flangia ialina ben visibile nelle foto presentate dalla suddetta autrice. Per quanto riguarda la distribuzione stratigrafica esistono delle discrepanze tra i dati noti in letteratura: 1) Hajòs & Stradner (1975) e Fenner (1978) la segnalano già nel Cretaceo sup., mentre secondo Olshtynskaya (1990) compare nel Paleocene; 2) sempre Olshtynskaya (1990) pone l'estinzione al tetto del Miocene, mentre per es. Hajòs (1979) non la annovera tra le specie estinte.

Pseudopyxilla dubia (Grunow) Forti - (Tav. 8, fig. 23). Hajòs (1968), p. 136, tav. 38, figg. 2-3.

Osservazioni: secondo Barron (1976) si tratta di spore di Diatomee centriche.

Pseudopyxilla sp. - (Tav. 8, fig. 8).

Pseudotriceratium cinnamomeum (Greville) Grunow - (Tav. 9, fig. 7). Greville (1863), p. 232, tav. 9, fig. 12 (vedi in Catalogue of Diatoms, 1987, v. 4).

Pyxidicula cruciata Ehrenberg. Abbott & Andrews (1979), p. 248, tav. 5, fig. 7; tav. 8, fig. 5.

cf. *Pyxilla* ? *quinaboli* Forti - (Tav. 6, fig. 11). Forti (1908), pp. 1-2, fig. 1.

Osservazioni: la morfologia di questi esemplari presenta notevoli somiglianze con quanto illustrato e descritto da Forti (1908) nell'istituzione della specie nel Miocene di Marmorito (area del Monferrato).

Rhabdonema adriaticum Kützing - (Tav. 8, fig. 25). Schrader (1978), p. 862, tav. 15, fig. 1.

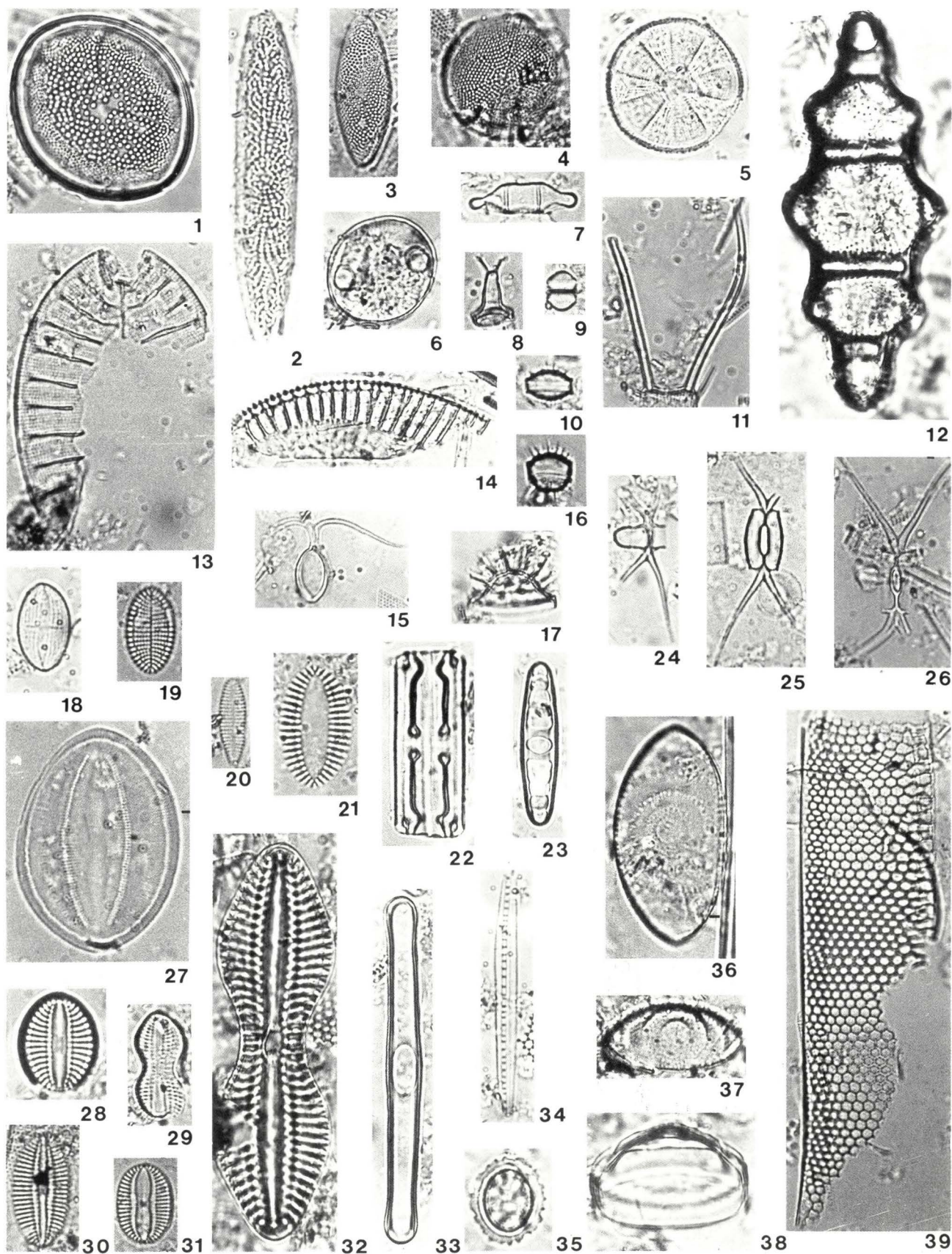
Rhaphoneis rhombica (Grunow) Andrews - (Tav. 8, fig. 24). Andrews (1975), p. 210, tav. 2, figg. 33-34.

Rhaphoneis cf. *scalaris* Ehrenberg - (Tav. 8, fig. 8).

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 7

- Fig. 1 - *Actinocyclus ellipticus* Grunow.
- Fig. 2 - *Actinocyclus ellipticus* var. *elongatus* (Grunow) Kolbe.
- Fig. 3 - *Actinocyclus ellipticus* forma *lanceolata* Kolbe.
- Fig. 4 - *Actinocyclus tenellus* (Brébisson) Andrews.
- Fig. 5 - *Actinoptychus* cf. *bipunctatus* Lohman.
- Fig. 6 - *Pseudauliscus* sp.
- Fig. 7 - *Anaulus birostratus* (Grunow) Grunow.
- Fig. 8 - *Pseudopyxilla* sp.
- Fig. 9 - *Chaetoceros furcellatus* Bailey.
- Figg. 10, 16, 24-26 - *Chaetoceros* sp.
- Fig. 11 - *Biddulphia* sp.
- Fig. 12 - *Biddulphia* cf. *elegantula* Greville.
- Fig. 13 - *Campyloneis argus* Grunow.
- Fig. 14 - *Campylodiscus* sp.
- Fig. 15 - *Chaetoceros cinctus* Gran.
- Fig. 17 - *Chaetoceros* cf. *diadema* (Ehrenberg) Gran.
- Fig. 18 - *Cocconeis dirupta* var. *triumphis* (Hanna & Grant) Frenguelli.
- Fig. 19 - *Cocconeis scutellum* Ehrenberg.
- Fig. 20 - *Delphineis* sp. 1.
- Fig. 21 - *Delphineis* sp. 2.
- Fig. 22 - *Grammatophora oceanica* var. *macilenta* (W. Smith) Grunow.
- Fig. 23 - *Grammatophora angulosa* Ehrenberg.
- Fig. 27 - *Cocconeis vitrea* Brun.
- Fig. 28 - *Diploneis coffaeiformis* (Schmidt) Cleve.
- Fig. 29 - *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve.
- Fig. 30 - *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve.
- Fig. 31 - *Diploneis eudoxia* (Schmidt) Mills.
- Fig. 32 - *Diploneis crabro* (Ehrenberg) Ehrenberg.
- Fig. 33 - *Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing.
- Fig. 34 - *Nitzschia* sp.
- Fig. 35 - *Dossetia* cf. *hyalina* Andrews.
- Fig. 36 - *Goniothecium odontella* Ehrenberg.
- Fig. 37 - *Goniothecium rogersii* Ehrenberg.
- Fig. 38 - *Goniothecium* sp.
- Fig. 39 - *Endictya oceanica* Ehrenberg.

Tutte le figure sono ingrandite ca. 650 volte.



22). Andrews (1975), p. 216, tav. 3, figg. 49-50; tav. 5, figg. 64-65.

Osservazioni: la specie è stata segnalata fino ad ora solo nel Miocene inferiore-medio.

Rhizosolenia styliiformis Brightwell - (Tav. 8, fig. 12). Lohman (1941), pp. 81-82, tav. 17, figg. 3-4.

Rhizosolenia sp.

Rhopalodia sp. - (Tav. 8, fig. 11).

Rossiella paleacea (Grunow) Desikachary & Maheshwari Abbott & Andrews (1979), p. 241, tav. 3, fig. 14.

Sceptroneis cf. *caduceus* Ehrenberg - (Tav. 9, fig. 10). Andrews (1978), pp. 396, 398, tav. 5, figg. 18-20; tav. 8, figg. 9-10.

Stephanogonia actinoptychus (Ehrenberg) Grunow - (Tav. 9, fig. 16). Abbott & Andrews (1979), p. 252, tav. 5, fig. 26.

Osservazioni: spore di Diatomee centriche.

Stephanopyxis grunowi Grove & Sturt - (Tav. 8, fig. 4). Abbott & Andrews (1979), p. 252, ta. 5, fig. 29; tav. 8, fig. 7.

Stephanopyxis turris (Greville) Ralfs - (Tav. 9, figg. 8-9, 14-15. Abbott & Andrews (1979), p. 252-253, tav. 6, figg. 1-2; tav. 8, fig. 6.

Stellarima stellaris (Roper) Hasle & Sims. Roper (1858), pp. 21-22, tav. 3, fig. 3 (*vidi in* Catalogue of Diatoms, 1985, v. 2).

Osservazioni: rinvenuti solo frammenti con l'area centrale.

Stictodiscus cf. *californicus* Greville - (Tav. 9, fig. 1). Wornardt (1967), p. 38, figg. 54-55.

«*Synedra*» sp. - (Tav. 9, figg. 11-12).

Thalassionema nitzschioides (Grunow) Hustedt - (Tav. 9, fig. 18). Abbott & Andrews (1979), p. 253, tav. 6, fig. 10.

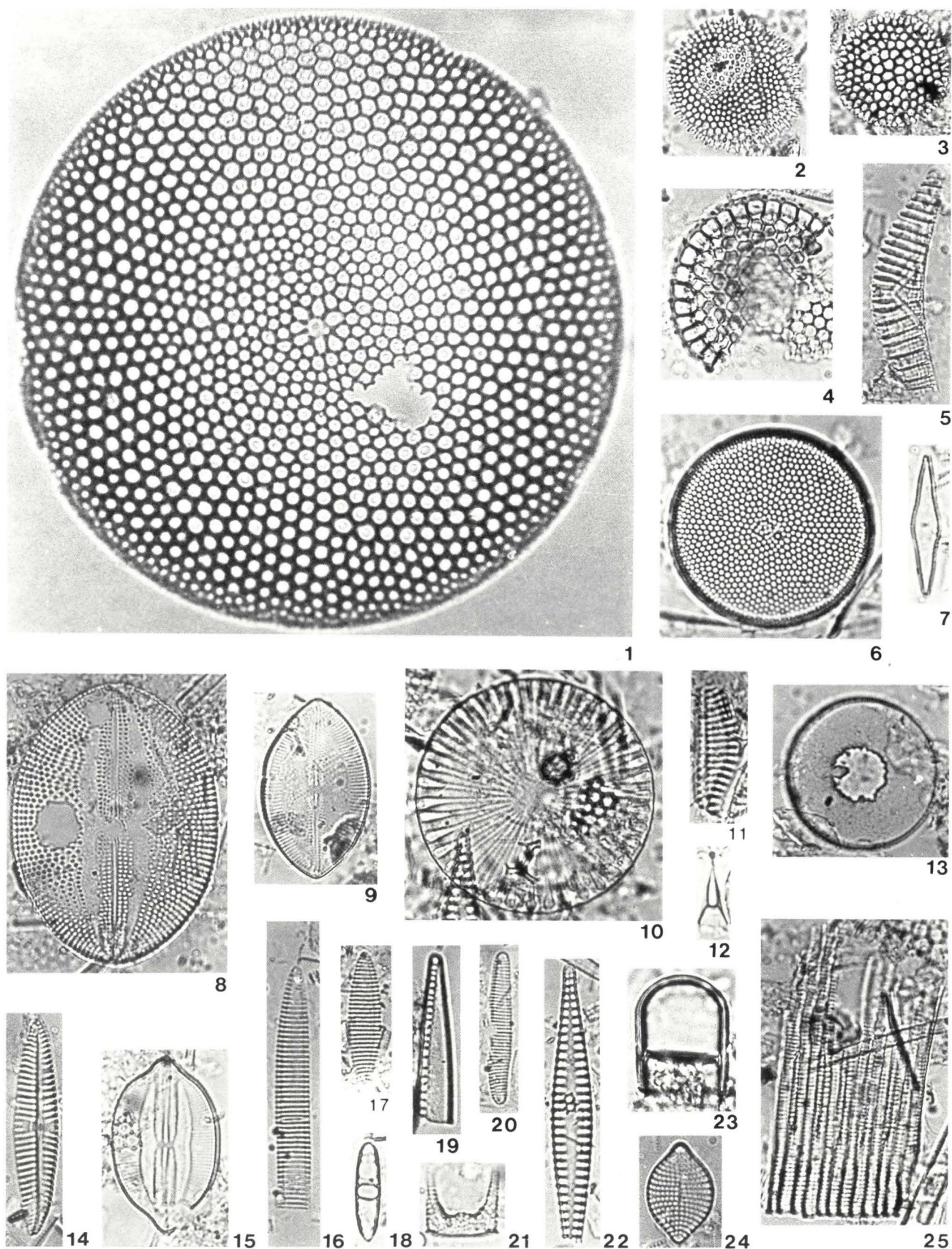
Thalassiosira grunowi Akiba & Yanagisawa - (Tav. 8, fig. 2). Akiba & Yanagisawa (1986), p. 493, tav. 27, fig. 5; tav. 29, figg. 1-8b; tav. 30, figg. 1-10.

Thalassiosira leptopus (Grunow) Hasle & Fryxell - (Tav. 9, fig. 2). Hasle & Fryxell (1977), pp. 20-22, tavv. 1-4.

Thalassiosira sp. - (Tav. 9, figg. 4-5).

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 8

- Fig. 1 - *Coscinodiscus* cf. *oculus-iridis* Ehrenberg.
 - Fig. 2 - *Thalassiosira grunowi* Akiba.
 - Fig. 3 - *Coscinodiscus decrescens* Grunow.
 - Fig. 4 - *Stephanopyxis grunowi* Grove & Sturt.
 - Fig. 5 - *Epithemia turgida* (Ehrenberg) Kützing.
 - Fig. 6 - *Azpeitia* cf. *nodulifer* (Schmidt) Fryxell & Sims.
 - Fig. 7 - Forma indeterminata 1.
 - Fig. 8 - *Cocconeis* sp.
 - Fig. 9 - *Lyrella hennedyi* (W. Smith) Stickley & Mann.
 - Fig. 10 - *Melosira clavigera* Grunow.
 - Fig. 11 - *Rhopalodia* sp.
 - Fig. 12 - *Rhizosolenia styliiformis* Brightwell.
 - Fig. 13 - *Hyalodiscus laevis* Ehrenberg.
 - Fig. 14 - *Navicula pennata* Schmidt.
 - Fig. 15 - *Lyrella lyra* (Ehrenberg) Karajeva.
 - Fig. 16 - *Nitzschia praereinholdii* Schrader.
 - Fig. 17 - *Nitzschia* sp. 1.
 - Fig. 18 - *Plagiogramma staurophorum* (Gregory) Heiberg.
 - Fig. 19 - *Nitzschia* cf. *frustulum* (Kützing) Grunow.
 - Fig. 20 - *Nitzschia* cf. *fossilis* (Frenguelli) Kanaya & Koizumi.
 - Fig. 21 - *Hemiaulus polymorphus* Grunow.
 - Fig. 22 - *Rhaphoneis* cf. *scalaris* Ehrenberg.
 - Fig. 23 - *Pseudopyxilla dubia* (Grunow) Forti.
 - Fig. 24 - *Rhaphoneis rhombica* (Grunow) Andrews.
 - Fig. 25 - *Rhabdonema adriaticum* Kützing.
- Tutte le figure sono ingrandite ca. 650 volte.



Thalassiothrix longissima Cleve & Grunow - (Tav. 6, figg. 2-3). Abbott & Andrews (1979), p. 254, tav. 6, fig. 13.

Trachyneis aspera (Ehrenberg) Cleve - (Tav. 9, fig. 19). Abbott (1980), p. 66, tav. 4, fig. 14.

«*Triceratium*» *condecorum* Ehrenberg - (Tav. 9, fig. 6). Abbott & Andrews (1979), p. 254, tav. 6, figg. 14-15.

Osservazioni: le caratteristiche morfologiche sembrerebbero più vicine a quelle del genere *Pseudotraceratium*.

Xanthopyxis spp. - (Tav. 9, fig. 20).

Osservazioni: spore resistenti di *Chaetoceros*.

Forma indeterminata 1 - (Tav. 8, fig. 7).

Forma indeterminata 2 - (Tav. 9, fig. 17).

Forma indeterminata 3 - (Tav. 9, fig. 21).

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la prof.ssa C. Pirini Radrizzani per la lettura critica del manoscritto e i consigli forniti nella stesura del lavoro e nello studio al SEM.

Un ringraziamento particolare a M.me F. Gasse, a M.me E. Fourtanier e al dott. J. A. Barron per il tempo e l'attenzione dedicatami nella revisione del lavoro e per le preziosissime osservazioni critiche.

Un vivo ringraziamento anche al sig. A. Rizzi (Laboratorio di Microscopia Elettronica del C. N. R. ubicato presso il Dipartimento di Sc. della Terra di Milano) per l'assistenza tecnica durante gli studi al SEM. Si ringrazia anche il dott. E. Po (Dipartimento di Sc. della Terra dell'Università di Genova) per l'assistenza nel lavoro fotografico.

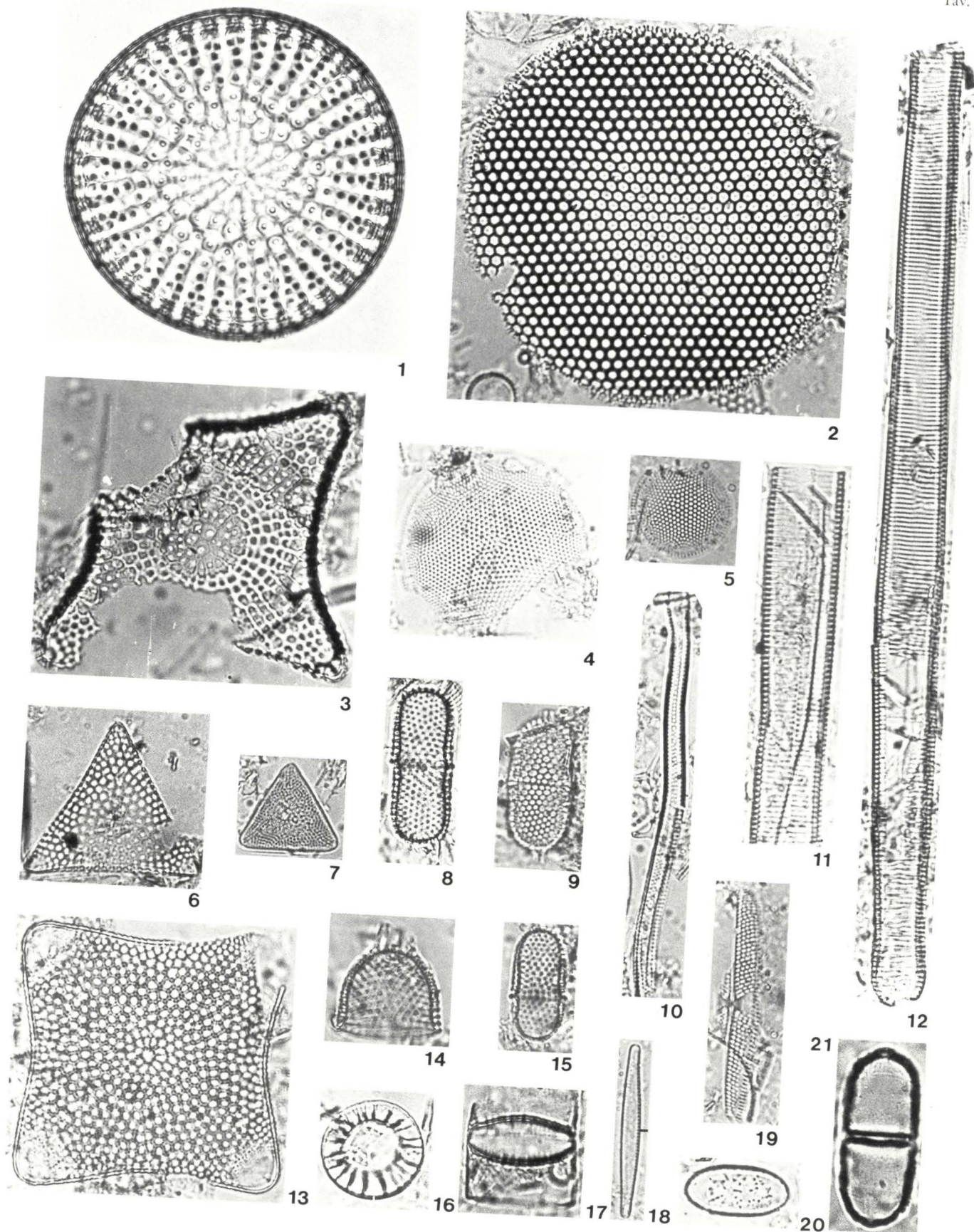
La ricerca è stata effettuata con il contributo finanziario del Ministero della Pubblica Istruzione poi M.U.R.S.T. (fondi 60%).

LAVORI CITATI

- ABBOTT, W. H., 1980, Diatoms and stratigraphically significant silicoflagellates from the Atlantic Margin Coring Project and other Atlantic Margin sites: *Micropal.*, 26 (1): 49-80, 2 figg., 6 tavv.
- & ANDREWS, G. W., 1979, Middle Miocene marine Diatoms from the Hawthorn Formation within the Ridgeland Trough, South Carolina and Georgia: *Micropal.*, 25 (3): 225-271, 8 tavv.
- & ERNISSEE, J. J., 1983, Biostratigraphy and paleoecology of a diatomaceous clay unit in the Miocene Pungo River Formation of Beaufort County, North Carolina: *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 53: 287-353, 4 figg., 26 tavv.
- ABRANTES, F., 1988, Diatom assemblages as upwelling indicators in surface sediments off Portugal: *Mar. Geol.*, 85: 15-39, 9 figg.
- AKIBA, F., 1986, Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. In Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T. *et al.*, Initial Reports of the DSDP, 87: 393-481, 30 tavv.
- & YANAGISAWA, Y., 1986, Taxonomy, morphology and phylogeny of the Neogene diatom zonal marker species in the middle-to-high latitudes of the North Pacific. In Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T. *et al.*, Initial Reports of the DSDP, 87: 483-554, 53 tavv.
- ANDREWS, G. W., 1972, Some fallacies of quantitative diatom paleontology. In 1st Symp. recent and fossil marine diatoms, Bremerhaven, sept. 21-26, 1970: *Nova Hedwigia*, Beih., 39: 285-295.
- , 1975, Taxonomy and stratigraphic occurrence of the marine diatom genus *Rhaphoneis*. In 3rd Symp. Recent and Fossil marine Diatoms, Kiel, sept. 9-13, 1974, Simonsen, R. (ed.): 193-228, 5 tavv.
- , 1976, Miocene marine Diatoms from the Choptank Formation, Calvert County, Maryland: *Prof. Paper U. S. Geol. Survey*, 910: 1-24, 7 tavv.
- , 1978, Miocene marine sequence in Miocene strata of the Chesapeake Bay region, Maryland: *Micropal.*, 24 (4): 371-406, 8 tavv.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 9

- Fig. 1 - *Stictodiscus* cf. *californicus* Greville.
- Fig. 2 - *Thalassiosira leptopus* (Grunow) Hasle & Fryxell.
- Fig. 3 - *Amphitetras* sp.
- Figg. 4, 5 - *Thalassiosira* sp.
- Fig. 6 - «*Triceratium*» *condecorum* Ehrenberg.
- Fig. 7 - *Pseudotraceratium cinnamomeum* (Greville) Grunow.
- Figg. 8, 9, 14, 15 - *Stephanopyxis turris* (Greville) Ralfs.
- Fig. 10 - *Sceptroneis* cf. *caduceus* Ehrenberg.
- Figg. 11, 12 - «*Symedra*» sp.
- Fig. 13 - *Amphitetras* sp. ?.
- Fig. 16 - *Stephanogonia actinoptychus* (Ehrenberg) Grunow.
- Fig. 17 - Forma indeterminata 2.
- Fig. 18 - *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Hustedt.
- Fig. 19 - *Trachyneis aspera* (Ehrenberg) Cleve.
- Fig. 20 - *Xanthopyxis* spp.
- Fig. 21 - Forma indeterminata 3.
- Tutte le figure sono ingrandite ca. 650 volte.



- , 1980, Neogene Diatoms from Petersburg, Virginia: *Micropal.*, 26 (1): 17-48, 6 tavv.
- , 1986, Miocene Diatoms from Richmond, Virginia: *Journ. Pal.*, 60 (2): 497-583, 11 figg.
- & ABBOTT, W. H., 1985, Miocene diatoms from the Hawthorn Formation, Thomas County, Georgia: *Bull. Am. Paleont.*, 87 (321): 57-109, 4 figg., 8 tavv., 1 tab.
- BALDAUF, J. G. & IWAI, M., 1992, Explanatory notes. Biostratigraphy. Diatoms. In Mayer, L., Pisias, N., Janecek, T. *et al.*, Proc. ODP, Init. Repts., 138 (pt. 1), TX (Ocean Drilling Program): 22-29.
- BARRON, J. A., 1976, Revised Miocene and Pliocene Diatom biostratigraphy of Upper Newport Bay, Newport Beach, California: *Mar. Micropal.*, 1: 27-63, 3 tavv.
- , 1981, Late Cenozoic Diatom biostratigraphy and paleoceanography of the middle-latitude eastern North Pacific, DSDP LEG 63. In Yeats, R. S., Hacq, B. U. *et al.*, Initial Report of the DSDP, 63: 507-538, 7 tavv.
- , 1985a, Late Eocene to Holocene diatom biostratigraphy of the Equatorial Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 85. In Mayer, L., Theyer, F. *et al.*, Initial reports of the DSDP, 85: 413-456, 9 tavv.
- , 1985b, Miocene to Holocene planktic Diatoms. In Bolli, H. M., Saunders, G. B. & Perch-Nielsen, K. (eds.), *Plankton Stratigraphy*: 763-810, 14 tavv.
- , 1986, An updated diatom biostratigraphy for the Monterey Formation of California. In Casey, R. G. & Barron, J. A. (eds.), *Siliceous microfossils and microplankton studies of the Monterey Formation and its modern analogues*: Pacific Section Soc. Econ. Paleont. Mineral., Los Angeles, Spec. Publ., 45: 105-119.
- & KELLER, G., 1983, Paleotemperature oscillations in the Middle and Late Miocene of the Northeastern Pacific: *Micropaleontology*, 29: 150-181, 3 tavv.
- BERGGREN, W. A., KENT, D. V. & VAN COUVERING, J. A., 1985, Neogene geochronology and chronostratigraphy of the geological record: *London Geol. Soc. Mem.*, 10: 211-260.
- BONCI, M. C., FANUCCI, F., PIRINI RADRIZZANI, C., RIZZI, A. & TEDESCHI, D., 1991, I livelli diatomitici della successione miocenica di Cappella Montei (area di Serravalle Scrivia, bacino di Alessandria): *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 30 (3): 281-301, 6 tavv.
- BRADLEY, F. & LANDINI, W., 1984, I fossili del «tripoli» messiniano del Gabbro (Livorno): *Palaeontographia italica*, 73: 5-33, 4 tavv.
- BROOKS, M., 1975, Studies on the genus *Coscinodiscus*. II. Light, Transmission and Scanning Electron Microscopy of *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr.: *Bot. Mar.*, 18 (1): 15-27, 8 tavv.
- CATALOGUE OF DIATOMS, 1985-87, Ellis and Messina Catalogues of Micropaleontology, American Museum of Nat. Hist., Micropaleontology Press, New York, 4 v.
- COLALONGO, M. L., DI GRANDE, A., D'ONOFRIO, S., GIANNELLI, L., IACCARINO, S., MAZZEI, R., ROMEO, M. & SALVATORINI, G., 1979, Stratigraphy of Late Miocene Italian sections straddling the Tortonian-Messinian boundary: *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 18 (2): 253-302, 12 tavv.
- DELL'UOMO, A. & MASI, M. A., 1990, Paleoecological significance of a marine diatom community from the Messinian of central-eastern Italy. In 10th Int. Diatom Symp., Joensuu, aug. 28-sept. 2, 1988, Simola, H. (ed.): 257-266, 2 tavv.
- D'ONOFRIO, S. & IACCARINO, S., 1978, Benthonic foraminifera from Italian Tortonian-Messinian section. In Messinian Seminar, Roma, ottobre 1978, abstracts.
- FENNER, J., 1978, Cenozoic Diatom biostratigraphy of the Equatorial and Southern Atlantic Ocean. In Supko, P. R., Perch-Nielsen, K., *et al.*, Initial Reports of the DSDP, 39: 491-624, tavv.
- FORTI, A., 1908, *Pyxilla squinaboli* nova species fossilis diatomacearum: *Atti Soc. Natur. Matem. Modena*, serie 4, 10: 1-2, 1 fig.
- , 1909, Studi per una monografia del genere *Pyxilla* (Diatomee) e dei generi affini: *Nuova Notarisia*, serie 2^o: 5-22, 2 tavv.
- FOURTANIER, E., GAUDANT, J. & CAVALLO, O., 1991, La diatomite de Castagnito (Piémont): une nouvelle preuve de l'existence d'oscillation modérées du niveau marin pendant le Messinien évaporitique: *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 30 (1): 70-95, 2 tavv.
- FRYXELL, G. A., SIMS, P. A. & WATKINS, T. P., 1986, *Azpeitia* (Bacillariophyceae). Related genera and promorphology: *Systematic Botany Monographs*, 13: 1-74.
- GERLOFF, F. & HELMCKE, J. G., 1974, Diatomeenschalen in elektronenmikroskopischen Bild. In Helmcke, J. G., Krieger, W. & Gerloff, F. (eds.), 8: 1-32, 109 tavv.
- GERMAIN, H., 1981, Flore des diatomées. Diatomophycées. Eaux douces et saumâtres du Massif Armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale. Soc. Nouv. Ed. Boubée, Paris, 444 pp., 169 tavv.
- GERSONDE, R., 1980, Paläoökologische und biostratigraphische Auswertung von Diatomeenassoziationen aus dem Messinium des Caltanissetta-Beckens (Sizilien) und einiger Vergleichs-Profile in SO-Spanien, NW-Algerien und auf Kreta: Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel: 393 pp.
- & SCHRADER, H., 1984, Marine planktic Diatom correlation of Lower Messinian deposits in the Western Mediterranean: *Mar. Micropal.*, 9: 93-110, 1 tavv.
- GRASSO, M., PEDLEY, H. M. & ROMEO, M., 1990, The messinian Tripoli Formation of North-Central Sicily: palaeoenvironmental interpretations based on sedimentological, micropaleontological and regional tectonic studies: *Paleobiologie continentale*, Montpellier, 17: 189-204, 6 figg.
- HAJÓS, M., 1968, Die Diatomeen der miozanen Ablagerungen des Matravorlandes: *Geol. Hungarica*, Ser. Palaeont., 37: 1-402, 43 tavv.
- , 1976, Upper Eocene and Lower Oligocene Diatomaceae, Archaeomonadaceae and Silicoflagellatae in Southwestern Pacific sediments, DSDP Leg. 29. In Hollister, C. D., Craddock, C., *et al.*, Initial Reports of the DSDP, 35: 817-883, 25 tavv.
- , 1979, Marine Diatoms in Upper Helvetian (Carpathian) sediments. Fifth Symp. Recent and Fossil Diatoms, Antwerp, sept. 3-8, 1978: *Nova Hedwigia*, Beih., 64, 447-461, 4 tavv.
- , 1986, Stratigraphy of Hungary's Miocene diatomaceous earth deposits: *Geol. Hungarica*, Ser. Palaeont., 49: 5-339, 61 tavv.
- & STRADNER, H., 1975, Late Cretaceous Archaeomonadaceae, Diatomaceae and Silicoflagellatae from the South Pacific Ocean, DSDP, LEG 29, Site 275. In Kenneth, J. P., Houtz, R. E., *et al.*, Initial Reports of the DSDP, 29: 913-1009, 40 tavv.
- HARGRAVES, P. E., 1986, The relationship of some fossil diatom genera to resting spores. In 8th Int. Diatom Symp., Paris, aug. 27-sept. 1, 1984, Ricard, R. (ed.): 67-80, 4 tavv.

- HASLE, G. R. & FRYXELL, G., 1977, The genus *Thalassiosira*: some species with a linear areola array. In Fourth Symp. Recent and Fossil Diatoms, Oslo august 30-sept. 3, 1976: Nova Hedwigia, Beih., 54: 15-66, 18 tavv.
- HENDEY, N. I., 1970, Some littoral Diatoms of Kuwait: Nova Hedwigia, Beih., 31, 107-167, 6 tavv.
- KACZMARSKA, I. & KILARSKI, W., 1980, The fine structure of *Actinopterychus senarius* (Ehr.) Ehr. frustules (Bacillariophyceae) from the Lower Oligocene Diatomite at Futoma (SE Poland): Acta Palaeobotanica, 21 (1): 67-74, 2 tavv.
- KOIZUMI, I., 1973, The Late Cenozoic Diatoms of sites 193, LEG 19 DSDP. In Creager, J. S., Scholl, D. W., et al., Initial Reports of the DSDP, 19: 805-856, 8 tavv.
- & TANIMURA, Y., 1985, Neogene diatom biostratigraphy of the middle latitude Western North Pacific, Deep Sea Drilling Project Leg 86. In Heath, G. R., Burckle, L. H. et al., Initial Reports of the DSDP, 86: 269-300, 6 tavv.
- LOHMAN, K. E., 1941, Geology and biology of North-Atlantic deep-sea cores between Newfoundland and Ireland, Part 3, Diatomaceae: Prof. Pap. U. S. Geol. Surv., 196-B, XX+55-86, 17 tavv.
- LOSEVA, E. I., 1990, The valve ultrastructure of fossil *Paralia sulcata* (Bacillariophyceae). In Proc. 10th Int. Diatom Symp., Joensuu, aug. 28-sept. 2, 1988, Simola, H. (ed.): 83-91, 4 tavv.
- MONJANEL, A. L., 1987, Les diatomées oligocènes à holocènes de l'Atlantique nord et de la Méditerranée occidentale: biostratigraphie et paléocéanographie. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale, Brest, n.11e série, 38: 320 pp.
- MÜLLER, D. W. & HSÜ, K. J., 1987, Event stratigraphy and paleoceanography in the Fortuna Basin (Southeast Spain): a scenario for the Messinian salinity crisis: Paleoceanography, 2 (6): 679-696, 11 figg.
- & SCHRADER, H. J., 1989, Diatoms of the Fortuna Basin, Southeast Spain: evidence for the intra-Messinian inundation: Paleoceanography, 4 (1): 75-86, 7 figg.
- OLSHYNSKAYA, A., 1990, Morphology of the diatom genus *Pseudopodosira*. In Proc. 10th Int. Diatom Symp., Joensuu, aug. 28-sept. 2, 1988, Simola, H. (ed.): 93-101, 3 tavv.
- REED, F. S. C., 1991, An Atlas of Oamaru Diatomite Diatoms. In Edwards, A. R., The Oamaru Formation: New Zealand Geol. Surv. Paleont. Bull., 64: 1-260, 20 tavv.
- ROSS, R. & SIMS, P. A., 1970, Studies of *Aulacodiscus* with the Scanning Electron Microscope: Nova Hedwigia, Beih., 31: 49-88, 13 tavv.
- & —, 1972, The fine structure of the frustule in Centric Diatoms: a suggested terminology: Br. Phycol., J., 7: 139-163, 35 figg.
- ROUND, F. E., CRAWFORD, R. M. & MANN, D. G., 1990, The Diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge Univ. Press, 747 pp.
- SANCETTA, C., 1982, Distribution of diatoms species in surface sediments of the Bering and Okhotsk seas: Micropal., 28 (3): 221-257, 6 tavv.
- , 1987, Three species of *Coscinodiscus* Ehrenberg from North Pacific sediments examined in the light and scanning electron microscope: Micropal., 33 (3): 230-241, 3 tavv.
- SCHRADER, H. J., 1973, Cenozoic Diatoms from the North-east Pacific, Leg 18. In Kulm, L. D., von Huene, R., et al., Initial Reports of the DSDP, 18: 673-797, 26 tavv.
- , 1974, Cenozoic marine planktonic diatom stratigraphy of the Tropical Indian Ocean. In Fisher, R. L., Bunce, E. T. et al., Initial Reports of the DSDP, 24: 887-967, 22 tavv.
- , 1978, Quaternary through Neogene history of the Black Sea, deduced from the paleoecology of Diatoms, Silicoflagellates, Ebridians and Chrysomonads. In Ross, D. A., Neprochnov, Y. P., et al., Initial Reports of the DSDP, 42 (2): 789-901, 18 tavv.
- & GERSONDE, R., 1978, The Late Messinian Mediterranean brackish to freshwater environments Diatom floral evidence. In Ross, D. A., Neprochnov, Y. P., et al., Initial Reports of the DSDP, 42: 761-775, 3 tavv.
- SCHUETTE, G. & SCHRADER, H., 1981, Diatom taphocoenoses in the coastal upwelling area of South West Africa: Mar. Micropal., 6: 131-155, 12 figg.
- SIMONSEN, R., 1962, Untersuchen zur Systematik und Ökologie der Bodendiatomeen der westlichen Ostsee: Int. Rev. gesamt. Hydrobiol. Syst., 1: 1-144.
- STOCKWELL, D. A. & HARGRAVES, P. E., 1986, Morphological variability within resting spores of the marine genus *Chaetoceros* Ehrenberg. In Proc. 8th Int. Diatom Symp., Paris, aug. 27-sept. 1, 1984, Ricard, R. (ed.): 81-95, 4 tavv.
- STURANI, C. & SAMPÒ, M., 1973, Il Messiniano inferiore in facies diatomitica nel Bacino Terziario Piemontese: Mem. Soc. Geol. It., 12: 335-358, 2 tavv.
- VAN HEURCK, H., 1899, Traité des Diatomées: 572 pp., 35 tavv.
- VANLANDIGHAM, S. L., 1964-79, Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms. A revision of F. W. Mills «An index to the genera and species of diatoms and their synonyms»: Lehre, J. Cramer (ed.), 8 v.
- WHITING, M. C. & SCHRADER, H., 1985, Late Miocene to Early Pliocene marine Diatom and Silicoflagellate floras from the Oregon coast and continental shelf: Micropal., 31 (3): 249-270, 8 tavv.
- WORNARDT, W. W., 1967, Miocene and Pliocene marine Diatoms from California: Occ. Pap. Calif. Acad. Sci., 63: 1-108, 217 figg.
- , 1971, Eocene, Miocene and Pliocene marine Diatoms and Silicoflagellates studied with the Scanning Electron Microscope: Proc. II Plankt. Conf., Roma 1979: 1277-1300, 16 tavv.

(manoscritto pervenuto il 15 novembre 1994
accettato il 4 settembre 1995)

Maria Cristina BONCI

Dipartimento di Scienze della Terra
Corso Europa 30, 16132 Genova, Italia