



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Facoltà di SCIENZE MM. NN. FF.

Dipartimento di GEOLOGIA, PALEONTOLOGIA E GEOFISICA

TESI DI LAUREA

**BIOSTRATIGRAFIA A NANNOFOSSILI CALCAREI
DEL PALEOCENE SUPERIORE / EOCENE INFERIORE
NEL VALLONE BELLUNESE (VENETO, ITALIA)**

Relatore: Prof. Domenico RIO

Correlatore: Prof.ssa Eliana FORNACIARI

Laureanda: Claudia AGNINI

Anno Accademico 2001- 2002

INDICE

1. INTRODUZIONE E SCOPI	p. 1
1.1. INTRODUZIONE	p. 1
1.2. SCOPI	p. 2
2. LO SCHEMA TEMPO	p. 4
2.1. CRONOSTRATIGRAFIA	p. 4
3. IL PALEOCENE/EOCENE THERMAL MAXIMUM	p. 7
3.1. L'EVENTO CALDO ESTREMO DELLA BASE DELL'EOCENE (PETM)	p. 7
4. STUDI PRECEDENTI SUL PALEOCENE SUPERIORE-EOCENE INFERIORE DELLA TETIDE	p. 11
4.1. IL PALEOCENE SUPERIORE-EOCENE INFERIORE IN ITALIA	p. 11
4.2. IL PALEOCENE SUPERIORE-EOCENE INFERIORE IN VENETO	p. 12
5. BIOSTRATIGRAFIA A NANNOFOSSILI CALCAREI DEL PALEOCENE SUPERIORE-EOCENE INFERIORE	p. 14
5.1. IL PROBLEMA DEL GENERE <i>RHOMBOASTER</i> E <i>TRIBRACHIATUS</i>	p. 15
5.2. AFFIDABILITÀ BIOSTRATIGRAFICA	p. 17
6. LE SEZIONI DEL TORRENTE CICOGNA E DEL TORRENTE FORADA	p. 19
6.1. INQUADRAMENTO DEL TORRENTE CICOGNA E DEL TORRENTE FORADA	p. 19
6.2. IL PETM NEL VALLONE BELLUNESE: LA CMU (<i>CLAY MARLY UNIT</i>)	p. 20
6.3. LA SEZIONE DEL TORRENTE CICOGNA	p. 21
6.4. LA SEZIONE COMPOSITA DEL TORRENTE FORADA	p. 23
7. MATERIALI E METODI	p. 25
7.1. METODI	p. 25
7.2. MATERIALE STUDIATO	p. 26
8. LA CICLICITÀ NELLA SEZIONE DEL TORRENTE FORADA	p. 28
9. RISULTATI	p. 29
9.1. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE ASSOCIAZIONI PRESENTI NELLA SEZIONE DEL TORRENTE CICOGNA E NEL SEGMENTO B DELLA SEZIONE DEL TORRENTE FORADA	p. 29

9.2.	CLASSIFICAZIONE BIOSTRATIGRAFICA DELLE SEZIONI DEL TORRENTE CICOGNA E DEL TORRENTE FORADA	p. 31
9.3.	BIOCRONOLOGIA DEGLI ORIZZONTI A NANNOFOSSILI CALCAREI TRA IL PALEOCENE SUPERIORE E L'Eocene INFERIORE	p. 32
9.4.	RASSEGNA DEI PRINCIPALI BIORIZZONTI	p. 33
9.4.1.	I BIORIZZONTI DELLE ZONATURE "STANDARD"	p. 33
9.4.2.	ALTRI BIORIZZONTI DELLA LETTERATURA	p. 36
9.4.3.	I BIORIZZONTI DEI <i>CALCAREOUS NANNOFOSSIL EXCURSION</i> <i>TAXA</i> (CNET)	p. 38
9.4.4.	I BIORIZZONTI PROPOSTI NEL PRESENTE LAVORO	p. 43
9.5.	I BIORIZZONTI POTENZIALMENTE UTILI	p. 45
10.	CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE	p. 48
10.1.	COMPLETEZZA DELLE SEZIONI ANALIZZATE	p. 48
10.2.	COMPLETEZZA DELLE SEZIONI ANALIZZATE	p. 48
10.3.	ETÀ DELL'INIZIO DELLA SEDIMENTAZIONE DEL FLYSCH DI BELLUNO NELLA SEZIONE DEL TORRENTE CICOGNA	p. 50
11.	CONCLUSIONI	p. 52
	NOTE TASSONOMICHE	I-XLI
	BIBLIOGRAFIA	i-xii
	APPENDICE I	i-v
	APPENDICE II	a-b
	ATLANTE FOTOGRAFICO	
	TABELLE	

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE E SCOPI

1.1. INTRODUZIONE

I geologi ed i paleontologi hanno da sempre cercato, con tutti i mezzi a loro disposizione, di ricostruire la storia della Terra e della Vita osservando, misurando ed interpretando i dati conservati nelle rocce. Tra gli aspetti più affascinanti di questa ricerca ci sono i cambiamenti climatici che hanno segnato la storia della Terra.

All'interno di queste problematiche si inserisce il progetto di ricerca nazionale COFIN 2001 in corso da tempo presso il Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica dell'Università di Padova, che ha come scopo lo studio della complessa evoluzione climatica del Paleogene Veneto, con particolare riferimento agli eventi climatici estremi e temporanei che caratterizzano il limite Paleocene/Eocene e l'Eocene inferiore.

L'obiettivo principale del progetto è lo studio di successioni pelagiche espanse alla transizione Paleocene/Eocene, affioranti nella Valle del Piave all'interno del Vallone Bellunese. I sedimenti pelagici ed emipelagici della Tetide, affioranti estesamente lungo la catena alpina, rappresentano indubbiamente punti chiave per decifrare gli eventi ipertermali nel Paleocene superiore-Eocene inferiore. In realtà questi sedimenti sono stati intensivamente studiati solo nella porzione occidentale della Tetide (Angori & Monechi, 1995; Arenillas & Molina, 1996; Canudo *et al.*, 1995; Ortiz, 1995; Molina *et al.*, 1995), mentre sono quasi del tutto assenti studi in alta risoluzione nelle successioni emipelagiche classiche del Paleogene inferiore affioranti nelle Alpi meridionali (Italia nord orientale). Fa eccezione la successione di Possagno (TV) che è stata studiata in dettaglio (Arenillas *et al.*, 1999) anche se è risultata molto più condensata rispetto alle altre sezioni tetidee.

Si tratta di un lavoro di vasta portata e multidisciplinare, le cui finalità sono molteplici:

- valutare se sia possibile ricostruire una successione completa dal Paleocene all'Eocene inferiore utilizzando le sezioni presenti nell'area di studio (Vallone Bellunese);

- fornire una dettagliata ricostruzione dei cambiamenti biotici, isotopici e sedimentologici caratterizzanti il limite Paleocene /Eocene e l'Eocene inferiore nel Vallone Bellunese;
- verificare la successione relativa e la cronologia dei biorizzonti del plancton calcareo;
- verificare se è possibile stabilire una cronologia su basi astrociclostratigrafiche nel Paleocene e nell'Eocene inferiore.

Nel corso degli ultimi due anni è stato svolto *in primis* un preliminare lavoro di campagna nell'area del Vallone Bellunese (Sudalpino) atto a verificare le condizioni di esposizione e la possibilità di campionature continue ed in alta risoluzione in particolare al limite Paleocene/Eocene. In un secondo momento l'attenzione si è concentrata sulla sezione composita del Torrente Forada, che sembrava poter rappresentare una successione completa dal Cretaceo all'Eocene basale (Destro, 2002; Leone, 2002; Giusberti, 2002; Bilato, 2003), e sulla sezione del Torrente Cicogna, che poteva costituire un ottimo punto di partenza per ampliare l'intervallo d'interesse all'Eocene inferiore.

1.2. SCOPI

L'obiettivo principale della mia tesi è lo studio, basato sui nannofossili calcarei, della sezione del Torrente Cicogna affiorante in sinistra idrografica del Fiume Piave. Dopo un'analisi preliminare si è riconosciuto un intervallo sterile, dovuto ad un disturbo tettonico presente in corrispondenza al limite tra le Zone NP9 e NP10 (Martini, 1971). Per questo si è deciso di analizzare anche il segmento B della sezione composita del Torrente Forada, che ad un primo esame risultava collocarsi, con riferimento alla zonatura "*standard*" di Martini (1971), nella parte alta della NP9 ed entro la NP10. Questa scelta ha consentito di studiare anche l'intervallo che nella sezione del Torrente Cicogna risultava obliterato dalla tettonica e di correlare le due sezioni.

Nell'analisi delle sezioni del Torrente Cicogna e del segmento B del Torrente Forada si è cercato di:

1. inquadrare nell'ambito delle zonature "*standard*" di Martini (1971) ed Okada & Bukry (1980) le due sezioni;

2. valutare l'affidabilità biostratigrafica nel Mediterraneo degli eventi biostratigrafici (biorizzonti) usati nelle zonature "*standard*" di Martini (1971) ed Okada & Bukry (1980) e di altri proposti in letteratura;
3. effettuare analisi dettagliate (quantitative) sull'evoluzione delle associazioni per individuare cambiamenti potenzialmente utili per correlazioni regionali.

Infine si è cercato di inquadrare nell'ambito delle zonature "*standard*" di Martini (1971) l'inizio della sedimentazione del Flysch di Belluno nella sezione del Torrente Cicogna.

CAPITOLO 2

LO SCHEMA TEMPO

In figura 2.1 vengono riportati gli elementi essenziali ai quali si fa riferimento per l'inquadramento cronologico. Dell'intervallo considerato, Paleocene superiore-Eocene inferiore, compaiono la Scala Cronostratigrafica *standard* adottata, la Scala Cronometrica, la Scala delle Inversioni del Campo Magnetico (GPTS) adottata derivata da Cande & Kent (1995), la Scala biostratigrafica basata sui nannofossili calcarei con riferimento alle zonature di Martini (1971) ed Okada & Bukry (1980) e la Scala biostratigrafica basata sui foramaniferi planctonici (Berggren & Miller, 1988).

Da notare che la base della Biozona CP9a (Okada & Bukry, 1980), con riferimento ai dati biocronologici ottenuti, di cui si discuterà in seguito, cade all'interno della Biozona NP10 (Martini, 1971) e non come generalmente riportato alla base di questa. Mentre è la base della Biozona CP8b che corrisponde alla base della NP10.

2.1. CRONOSTRATIGRAFIA

La cronostratigrafia secondo la definizione del Codice Internazionale di Stratigrafia (Hedberg, 1976) è "la parte della stratigrafia che ha come argomento l'età degli strati e le loro relazioni con il tempo" e dovrebbe rappresentare il linguaggio di base comune nelle scienze della Terra. Tuttavia la maggior parte delle unità cronostratigrafiche non è definita in modo appropriato, rigido ed univoco. Ciò ha indotto diversi specialisti ad una personale "definizione biostratigrafica" dei limiti cronostratigrafici in contrasto con quanto raccomandato dal Codice Internazionale di Stratigrafia. La cronostratigrafia, quindi, invece di diventare un linguaggio internazionale comune atto a facilitare le correlazioni a lunga distanza e le comunicazioni tra i diversi specialisti è spesso fonte di confusione ed equivoci.

Al fine di superare controversie ed ambiguità la Commissione Internazionale di Stratigrafia (ICS), che ha tra i suoi compiti istituzionali quello di arrivare alla costruzione di una Scala Cronostratigrafica *standard* internazionale, raccomanda che i piani (unità base della cronostratigrafia) siano definiti in un punto del *record* litostratigrafico tramite quello che viene denominato *Global Stratotype Section and*

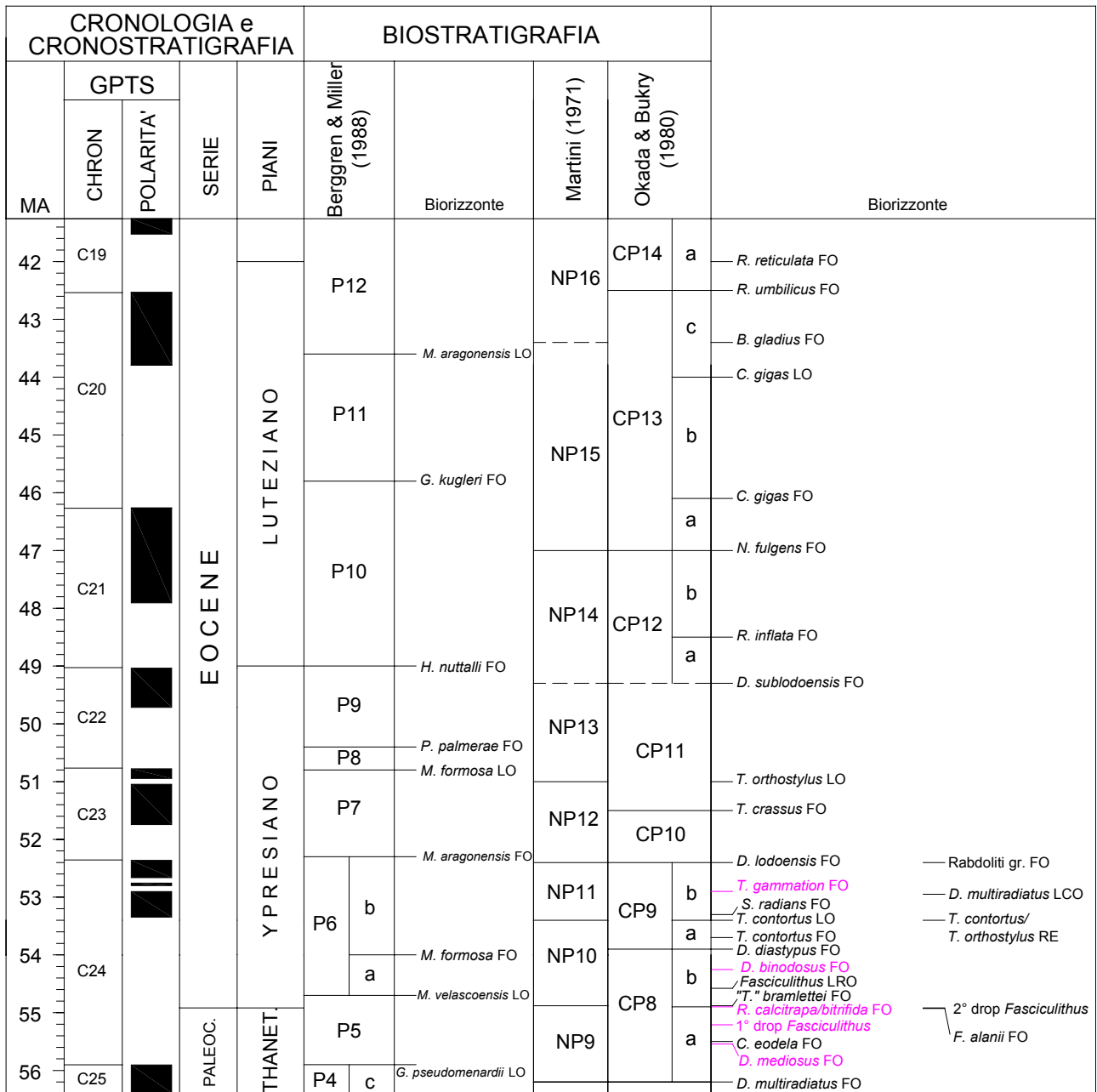


Fig. 2.1. Schema biocronomagnetostratigrafico del Paleocene superiore-Eocene inferiore adottato. GPTS da Cande & Kent (1995); biostratigrafia a foraminiferi planctonici da Berggren & Miller (1988); biostratigrafia a nannofossili calcarei da Martini (1971) e Okada & Bukry (1980). In nero sono indicati i biorizzonti già utilizzati in letteratura, mentre in rosa sono evidenziati gli eventi addizionali proposti nel presente lavoro.

Point (GSSP). Questo dovrebbe corrispondere a momenti significativi nel tempo geologico (cambiamenti ambientali, evolutivi e fisici). Il limite cronostratigrafico definito da un GSSP, il cosiddetto *golden spike*, serve ad integrare ed ad unificare le corrispondenze tra roccia e tempo in un unico livello stratigrafico. I dati magneto-biochimicostratigrafici sono utilizzati per correlare questo “livello”, presente nel *record* stratigrafico, lontano dall’area dello stratotipo (Berggren *et al.*, 1995).

La necessità di istituire opportuni limiti cronostratigrafici comporta una revisione della cronostratigrafia tradizionale, si cerca di “aggiustare” le unità cronostratigrafiche sui maggiori cambiamenti ambientali al fine di stabilire una sorta di cronostratigrafia naturale. In ogni caso il GSSP dovrebbe essere definito in modo tale che il concetto storico dell’unità cronostratigrafica in questione sia rispettato nei limiti del possibile (Hedberg, 1976).

Per quanto concerne l’intervallo studiato (parte alta del Paleocene superiore – Eocene inferiore), entro cui si inquadrano le due sezioni analizzate, la situazione è abbastanza ben definita.

Il limite Paleocene/Eocene (Thanetiano/Ypresiano) è stato di recente (2002) formalmente definito dall’ICS nello stratotipo della sezione di Dababiya, alta Valle del Nilo (Egitto), in corrispondenza della base di un sottile livello di argilla grigio scuro che soggiace ad una laminite fosfatica spessa 2m, in cui si colloca l’*onset* dello *shift* del $\delta^{13}\text{C}$ (*Carbon Isotope Excursion*, CIE) che è stato scelto come criterio guida per definire il limite. Sulla GPTS (Fig. 2.1) il limite P/E si associa alla parte medio-bassa del *Chron 24r* ed in corrispondenza e/o prossimità di questo sono stati identificati altri eventi (BFE, PFET, CNET, l’acme di *Apectodinium*, MDE; si veda § 3.1.) che ne permettono il riconoscimento con criteri diversi da quello geochimico.

Gli studi per definire il limite Ypresiano-Luteziano sono in una fase molto avanzata, tanto è vero che è il *Working Group*, creato dall’ISPS appositamente per la definizione di questo limite si propone di arrivare alla sua approvazione entro il 2003. La base del Luteziano fu definita originariamente da De Lapparent nel 1883 ed emendata da Blondeau (1981), che propose un nuovo stratotipo localizzato a circa 50 Km a nord di Parigi. Il bacino di Parigi, dove venne originariamente definito lo stratotipo del Luteziano, non è idoneo per la definizione formale dello stratotipo del limite in quanto, in quest’area, l’intervallo è rappresentato da una sequenza sedimentaria compresa tra due *hiatus*.

Ad oggi, in base alle conoscenze sugli eventi a foraminiferi planctonici, la base del Luteziano rimane vicina alla comparsa del genere *Hantkenina*, che coincide con la base della zona P10 (Berggren & Miller, 1988; Fig. 2.1) e si colloca, secondo Aubry (1983, 1995) all'interno della Zona NP14 (Martini, 1971). Per questa ragione il *Working Group* del limite Ypresiano-Luteziano ha scelto come criterio guida per la definizione del GSSP la FO di *Hantkenina*. Le principali sezioni candidate al GSSP Fortuna, Agost ed Alamedilla sono tutte ubicate nella Cordigliera betica spagnola.

Se quindi da un punto di vista cronostratigrafico il quadro risulta ormai delineato, da un punto di vista magnetobiocronologico la situazione sembra ancora piuttosto confusa, infatti, ad oggi, la taratura degli eventi dell'Eocene inferiore sulla GPTS non si può certamente considerarsi soddisfacente, e per la mancanza di correlazione dei biorizzonti con la Scala astrociclostratigrafia e per il fatto che negli ultimi anni l'attenzione dei ricercatori si è concentrata soprattutto sui problemi connessi alla definizione del limite P/E. Sono rari i lavori che dopo la metà degli anni '80 hanno affrontato le problematiche biomagnetocronologiche dell'Eocene inferiore, infatti il lavoro più recente sull'argomento è quello di Backman (1986).

Pertanto con questa tesi si tenterà di portare un piccolo contributo nell'ambito della discussione riguardo questa problematica, anche se, come verrà illustrato più avanti, i risultati del lavoro sono ancora a livello di ipotesi vista la non disponibilità, almeno per il momento, di una magnetostratigrafia nelle sezioni studiate.

CAPITOLO 3

IL *PALEOCENE/EOCENE THERMAL MAXIMUM*

3.1. L'EVENTO CALDO ESTREMO DELLA BASE DELL'EOCENE (PETM)

Recenti studi in alta risoluzione hanno dimostrato che il sistema climatico si è spostato verso stadi climatici estremi di lungo e/o breve termine. Gli stadi climatici estremi, ed in particolare le "transizioni climatiche" calde di breve termine forniscono un eccellente esperimento naturale per verificare la nostra attuale capacità di modellare come il sistema risponda ed operi in condizioni di "greenhouse" estremo.

Una delle migliori esemplificazioni, nel record geologico, di un rapido e globale cambiamento, che ha coinvolto il sistema climatico e la biosfera è legata al mondo "greenhouse" del Cretaceo e del Paleogene inferiore. In particolare, quest'ultimo intervallo di tempo, rappresenta un importante stadio di transizione climatica estrema ed è associato ad una delle maggiori crisi biologiche che hanno interessato il nostro pianeta.

Circa 55 milioni di anni fa, sia in ambiente marino che continentale, si è registrato, in tutto il mondo, un complesso evento climatico di breve durata che era stato definito "*Late Paleocene Thermal Maximum*" (LPTM; Zachos *et al.*, 1993; Fig. 3.1) e che, recentemente, a seguito della definizione formale della base dell'Eocene in corrispondenza all'evento stesso, è stato rinominato "*Paleocene/Eocene Thermal Maximum*" (PETM; ad es. Aubry *et al.*, 2002).

Questo evento venne messo in evidenza per la prima volta nei primi anni novanta da parte di Kennett & Stott (1990, 1991) che rilevarono un vistoso alleggerimento negli isotopi stabili dell'ossigeno presente nei foraminiferi planctonici e bentonici (Fig. 3.1). Il dato venne ritrovato anche in altre successioni che confermarono queste evidenze di un estremo, rapido e transitorio riscaldamento alle alte latitudini (di 4-6 °C nelle acque superficiali e fino a 14°C nelle acque profonde; Berggren *et al.* 1998). I dati alle basse latitudini indicano riscaldamenti minori, ma nel suo complesso le temperature globali durante il PETM sembrano essere state le più elevate dell'intero Cenozoico. Studi recenti hanno poi quantificato la durata temporale del PETM in ca. 200.000 anni (Rohl *et al.*, 2000). Questi stessi studi

sembrano indicare che l'inizio dell'evento deve essere stato molto rapido (dell'ordine del migliaio di anni) e, quindi, "catastrofico".

I molti studi realizzati sul limite Paleocene-Eocene hanno messo in evidenza che al PETM si associano diversi eventi, quali:

1. la più drammatica estinzione che ha interessato i foraminiferi bentonici negli ultimi 90 milioni di anni (*Benthic Foraminifera Extinction*, BFE; Tjalsma & Lohmann, 1983);
2. una vistosa modificazione nelle faune a mammiferi (nota come MDE *Mammal Dispersal Event*) che, dalle aree d'origine (presumibilmente asiatiche), poterono disperdersi negli altri continenti grazie al clima temperato alle alte latitudini dove si collocavano le vie di possibile migrazione (Gingerich, 1980; Clyde & Gingerich, 1998; Gingerich, 2000);
3. un'importante e complessa escursione negativa negli isotopi stabili del carbonio ($\delta^{13}\text{C}$) dell'ordine del 2-4‰, denominata CIE (*Carbon Isotope Excursion*; Kennett & Stott, 1991); la CIE segnala un'importante modificazione nel ciclo del carbonio che è notoriamente legato, in modo complesso, alla circolazione oceanica, alla produttività biologica ed alla dissoluzione dei carbonati; non è certo un caso che, in corrispondenza dell'evento PETM, in tutte le sezioni complete finora esaminate in alta risoluzione siano presenti variazioni geochemiche ed una vistosa anomalia litologica (riduzione fino ad assenza dei carbonati); a questa anomalia si associano evidenze paleontologiche di dissoluzione che testimoniano una risalita della CCD e della lisoclina; questo peculiare intervallo a dominante litologia argillosa, che interessa la parte medio inferiore del CIE, in sezioni di mare profondo, è stato denominato *Carbonate Dissolution Interval* (CDI) (ad es. Coccioni *et al.*, 1995) o *Siliciclastic Unit* (SU; Schmitz *et al.*, 2001); la CIE si registra sia nel carbonio organico che inorganico, in materiale marino e terrestre, fornendo quindi un potente strumento di correlazione fra i due *record* geologici (ad es. Stott *et al.*, 1996); la CIE è, quindi, un evento globale (ben registrato anche in *bulk samples*) e, non a caso, il suo inizio è stato il criterio guida nel definire formalmente la base dell'Eocene (Luterbacher *et al.*, 2000; Aubry *et al.*, 2002).
4. importanti ristrutturazioni temporanee delle associazioni a foraminiferi planctonici ("*Planktonic Foraminifera Excursion Taxa*", PFET; Aubry *et al.*, 2002)., che

ZONATURE STANDARD			
Edwards (1971)	Martini (1971)	Okada & Bukry (1980)	Presente Tesi
Definizione	Definizione	Definizione	Biorizzonti aggiuntivi
<i>R. dictyoda</i> Zone	NP13 <i>D. subloboensis</i> FO	CP11 <i>D. subloboensis</i> FO	
<i>D. lodoensis</i> Zone	<i>R. dictyoda</i> FO NP12 <i>T. orthostylus</i> LO	<i>T. orthostylus</i> LO CP10 <i>T. crassus</i> FO	
<i>C. grandis</i> Zone	<i>D. lodoensis</i> FO NP11	<i>D. lodoensis</i> FO CP9 b	<i>T. gammation</i> FO <i>S. radians</i> FO
<i>M. tribrachiatus</i> Zone	<i>C. grandis</i> FO <i>T. orthostylus</i> FO NP10	<i>T. contortus</i> LO a b CP8 Rhomboaster FO a	<i>T. contortus</i> LO <i>T. contortus</i> FO <i>D. binodosus</i> FO Fasciculithus LRO <i>R. calcitraba/bitrifida</i> FO 1° drop Fasciculithus <i>D. mediosus</i> FO
<i>R. cuspis</i> Zone	<i>T. orthostylus</i> FO NP9 <i>D. mediosus</i> FO	" <i>T.</i> " <i>bramlettei</i> FO	
<i>D. multiradiatus</i> Zone	<i>D. mediosus</i> FO NP9 <i>D. multiradiatus</i> FO	<i>D. multiradiatus</i> FO	

Fig. 5.1. Schemi zonali "standard" di Martini (1971) e Okada & Bukry (1980) confrontati con la zonatura presentata da Edwards (1971) e con i biorizzonti aggiuntivi proposti nel presente lavoro.

peraltro non sembrano essere state interessate da fenomeni di estinzione significativi.

5. una significativa radiazione adattativa dei generi *Discoaster*, *Rhomboaster* e *Tribrahiatus* all'interno dei nannofossili calcarei (*Calcareous Nannoplankton Excursion Taxa*, CNET; Aubry *et al.*, 2002; Kelly *et al.*, 1996; Aubry, 1998; Bralower, 2002), che, in analogia con i foraminiferi planctonici, non subiscono estinzioni significative.

Gli studi sull'evento PETM e sul limite Paleocene/Eocene stanno chiarendo la rapida successione di eventi biotici ed abiotici che lo hanno caratterizzato. Tuttavia, sia sulle cause che sulla dinamica dell'evento stesso non sono state ancora raggiunte certezze, anche se su alcuni punti sembra esserci un buon accordo. In particolare, l'attenzione dei ricercatori si è concentrata sulla CIE, il cui *onset* non è spiegabile con fenomeni "graduali" quali il vulcanesimo. Dickens *et al.* (1995, 1997) hanno proposto che la CIE sia stato causato da un catastrofico rilascio di grandi quantità del metano immagazzinato nei sedimenti oceanici sotto forma di gas idrati (Fig. 3.2). Il metano, disperso negli oceani e nell'atmosfera, si sarebbe rapidamente ossidato con produzione di CO₂ negli oceani e nell'atmosfera provocando il riscaldamento globale per effetto serra ed aumentando vistosamente la solubilità dei carbonati.

Se esiste un buon accordo sul coinvolgimento dei gas idrati nell'evento PETM, al contrario sulla causa scatenante la destabilizzazione dei campi di gas idrati (che rimangono stabili in un ben limitato *range* di pressioni e temperatura) le ipotesi sono molte e non condivise (Bralower *et al.*, 1997; Bains *et al.*, 1999; Katz *et al.*, 2001; Hudson & Magoon, 2002). E' infatti chiaro che siamo in presenza del tipico problema dell'uovo e della gallina. La temperatura, durante il PETM, è cresciuta per effetto serra legato alla liberazione dei gas idrati ma deve essere prima cresciuta per destabilizzare questi ultimi. Non è questa la sede per affrontare tutti questi complessi problemi, che non costituiscono l'oggetto specifico di questa tesi.

Il buon senso suggerisce che l'eccesso di carbonio "leggero" derivato dai gas clatrati dovrebbe essere stato "sequestrato" durante i 200.000 anni della CIE per permettere il ritorno ai valori "normali" del Paleocene terminale (Schmitz, 2000). Il meccanismo più ovvio al quale fare riferimento è quello della "pompa biologica", cioè un'intensa produttività biologica che avrebbe "rimosso" gradualmente tutto il carbonio leggero. Tuttavia, un aumento di disponibilità di nutrienti mal si accorda con un

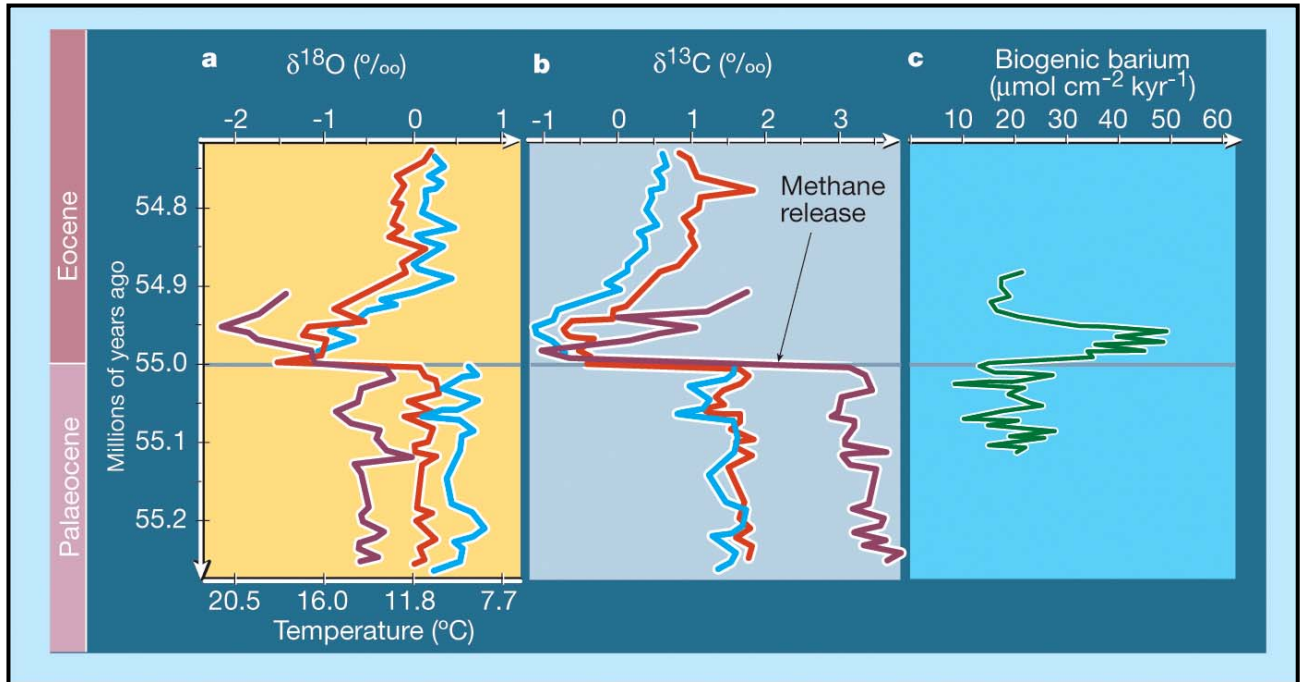


Fig. 3.1. Eventi isotopici e geochimici al limite Paleocene/Eocene ricavati dai dati di Siti ODP nel Mare di Weddel (Antartide) (da Schmitz, 2000).

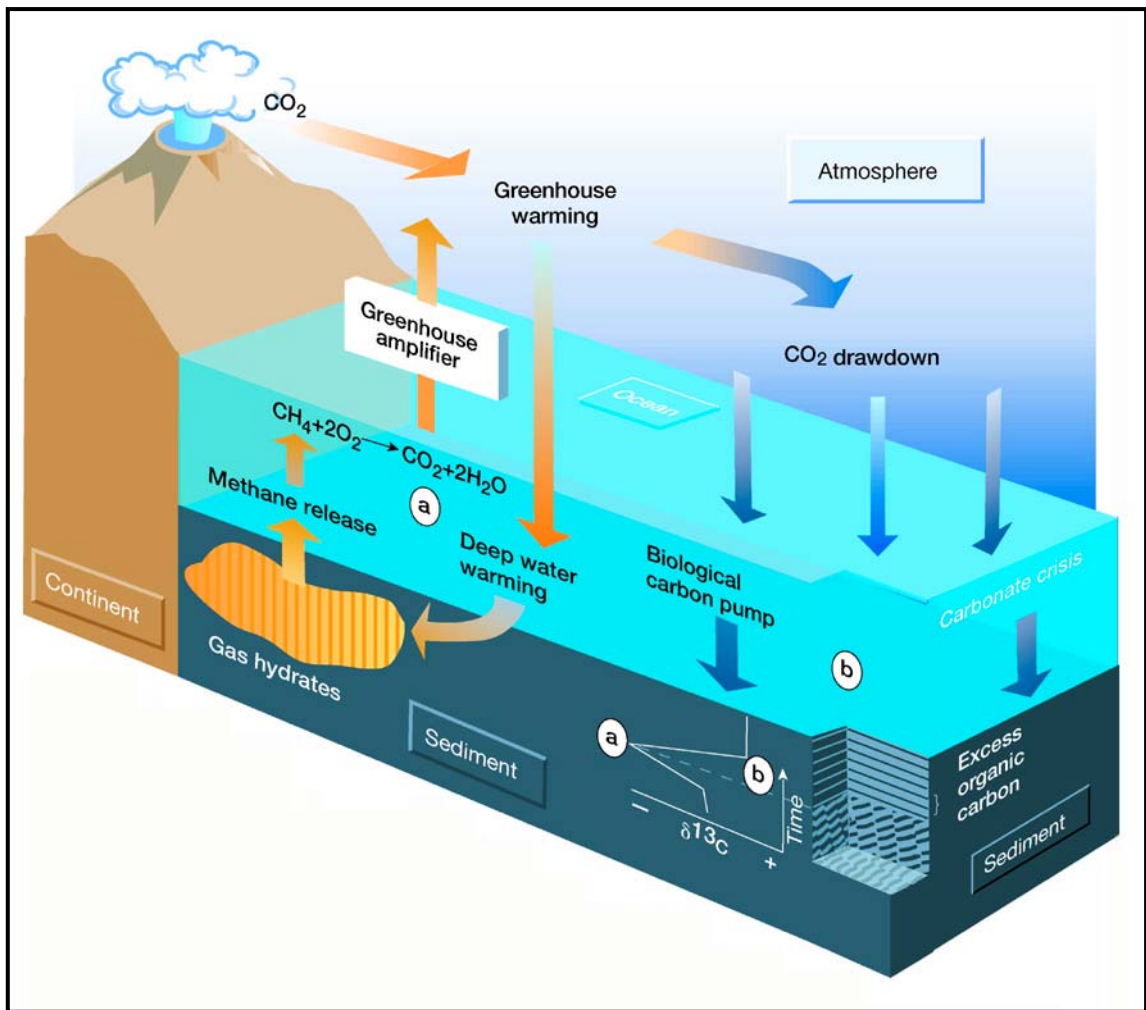


Fig. 3.2. Emissione di metano e perturbazioni nel ciclo del carbonio (da Weissert, 2000).

quadro climatico di temperature elevate e bassi gradienti latitudinali, che suggeriscono piuttosto una circolazione oceanica e, quindi, dei nutrienti, poco intensa. Inoltre, le indicazioni sull'andamento della produttività biologica negli oceani della base dell'Eocene sono controverse (Bralower, 2002). Sembra sia necessario un *data set* più completo di quello disponibile attualmente.

Anche sulla circolazione oceanica i dati sono contrastanti. Molti hanno ipotizzato che con temperature così elevate i poli non potevano essere la sorgente delle acque profonde oceaniche e che la formazione delle acque di fondo fosse legata alle variazioni di salinità e che, quindi, si formassero alle basse latitudini. In questa ipotesi, la Tetide potrebbe avere giocato un ruolo fondamentale e potrebbe essere stata l'area di formazione di queste acque di fondo. Anche su questa ipotesi i dati sono ancora troppo scarsi per trarre conclusioni. E' chiaro, tuttavia, come sia importante individuare sezioni nella Tetide a varie batimetrie da inserire nel contesto globale per arrivare a ricostruzioni, necessariamente tridimensionali, della circolazione oceanica durante il PETM.

CAPITOLO 4

STUDI PRECEDENTI SUL PALEOCENE SUPERIORE – EOCENE INFERIORE DELLA TETIDE

La Tetide è indubbiamente un'area critica per lo studio delle possibili cause e delle modalità del PETM (Arenillas *et al.*, 1999) e dell'evento di optimum climatico dell'Eocene inferiore (*Early Eocene Climatic Optimum* – EECO, Zachos *et al.*, 1993). Al limite fra il Paleocene e l'Eocene (Fig. 4.1) la Tetide era un bacino semiristretto e strutturalmente articolato, limitrofo ad aree epicontinentali di bassa profondità marina (Laughton *et al.*, 1973). La paleogeografia suggerisce che essa poteva costituire l'area di formazione di acque profonde calde e salate e, quindi, il possibile motore del riscaldamento delle acque oceaniche profonde (Kennett & Stott, 1990; Kennet & Stott, 1991). Negli ultimi anni sono usciti molti studi multidisciplinari su sezioni collocate in differenti aree (Spagna, Marocco, Tunisia, Egitto, Israele). Tra queste assumono particolare rilevanza le successioni emipelagiche e batiali di Alamedilla, Zumaya e Caravaca (Spagna meridionale, Fig. 4.1), caratterizzate da elevati tassi di sedimentazione, che hanno permesso studi in alta risoluzione (ad es. Molina *et al.*, 1994; Molina *et al.*, 1999; Canudo *et al.*, 1995; Ortiz, 1995; Lu *et al.*, 1996; Arenillas & Molina, 1996). Monechi *et al.* (2000) hanno di recente rilevato l'esistenza di molti problemi aperti legati alla diacronia dei bioeventi a nannofossili calcarei. Ciò è stato possibile grazie al confronto accurato effettuato tra le differenti sezioni studiate all'interno dell'area tetidea.

4.1. IL PALEOCENE SUPERIORE-EOCENE INFERIORE IN ITALIA

In Italia le sezioni classiche per lo studio dell'intervallo Paleocene superiore-Eocene inferiore sono quelle della *Contessa Highway*, del Bottaccione e della *Contessa Road* (Tab. 4.1), che è l'unica del Bacino Umbro-Marchigiano che ha permesso studi di dettaglio. La sezione ha un buon *record* magnetostratigrafico, ma è condensata come molte successioni oceaniche (Monechi, 1977; Monechi & Thierstein, 1985; Galeotti *et al.*, 2000; Galeotti *et al.*, in stampa).

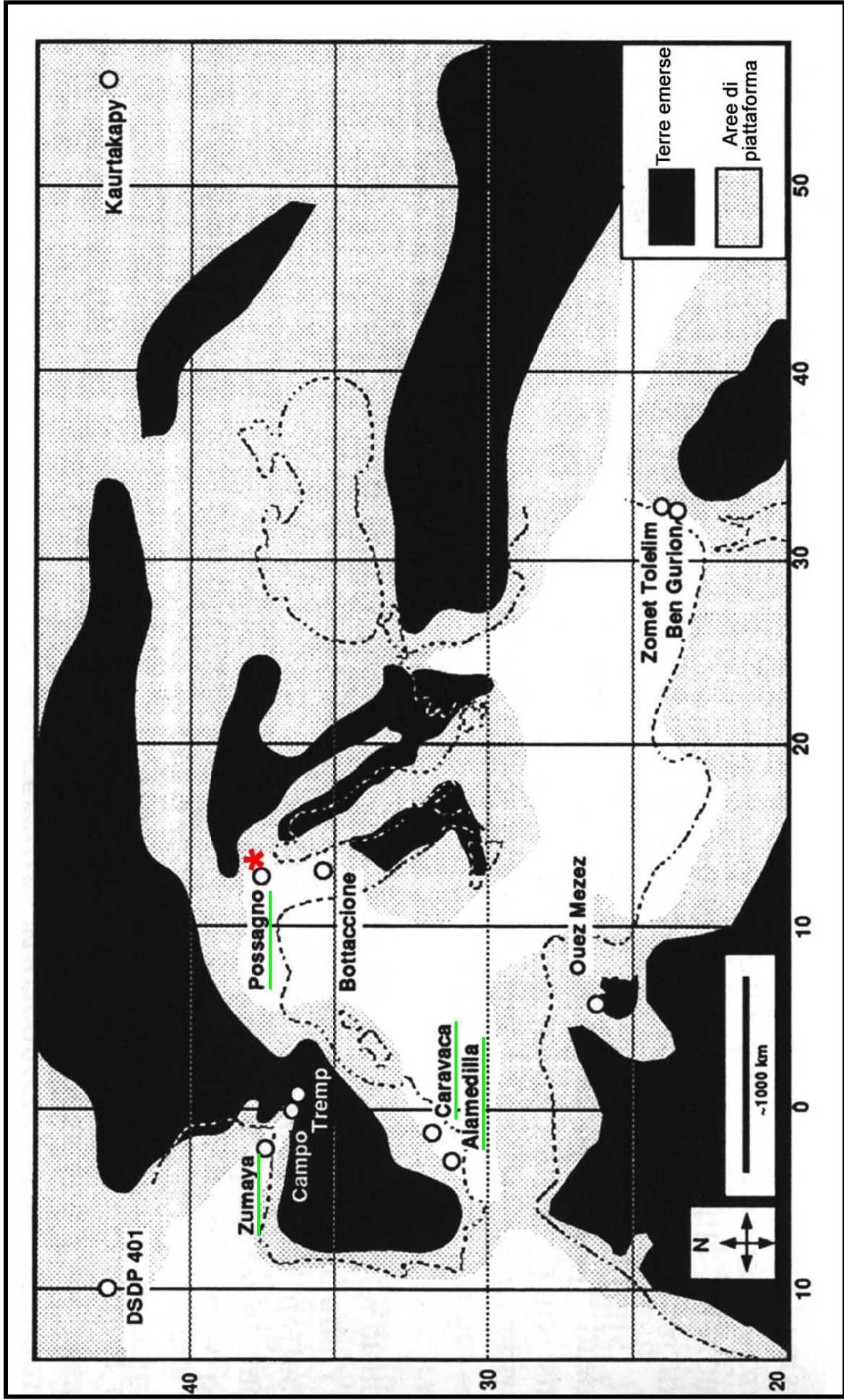


Fig. 4.1. Paleogeografia della Tetide nel Paleocene superiore. Con l'asterisco rosso è indicata l'ubicazione delle sezioni studiate, mentre sono sottolineate in verde le sezioni tetidee (Possagno, Alamedilla e Caravaca) ed atlantiche (Zumaya) già note in letteratura. (Modificato da Molina *et al.*, 1999).

Oltre alle successioni paleocenico-eoceniche dell'area umbra, in passato sono state studiate le sezioni di Romallo (Val di Non, Trentino; Premoli Silva & Palmieri, 1962; Tab 4.1), di Paderno d'Adda (Lecco, Lombardia; Bolli & Cita, 1960a,b; Tab 4.1), di Fanna (Maniago, Friuli; Ghetti, 1989) ed altre localizzate nel Bresciano (Lehner *et al.*, 1987). Tutti questi lavori hanno dimostrato come nell'area italiana sia possibile rinvenire sezioni in *facies* pelagiche ed emipelagiche piuttosto estese nell'intervallo Paleocene superiore –Eocene inferiore e quindi potenzialmente adatte a studi ad alta risoluzione.

4.2 IL PALEOCENE SUPERIORE-EOCENE INFERIORE IN VENETO

Il Veneto è storicamente un'area molto importante nello studio del Paleogene in quanto caratterizzato da successioni sedimentarie relativamente ben esposte e assai ricche dal punto di vista paleontologico (basti pensare al celebre giacimento eocenico di Bolca, VR). Una delle prime sezioni considerate complete con la biostratigrafia a nannofossili calcarei (NP9-NP12) e foraminiferi planctonici nell'intervallo Paleocene superiore-Eocene inferiore è quella del Molinetto di Pederobba (Trevigiano occidentale) (Proto Decima & Zorzi, 1965 e Proto Decima, 1966). Delle numerose sezioni riportate in Tabella 4.1, però, quella classica per lo studio del Paleogene inferiore è indubbiamente quella di Carcoselle (Possagno, TV; Fig. 4.1), consacrata dalla celebre monografia del 1975 edita da Bolli. Questa sezione è ancora più condensata della *Contessa Road* e presenta un'ampia lacuna nel Paleocene (Channell & Medizza, 1981). Analisi biostratigrafiche preliminari sono state condotte in passato da molti Autori (ad es. Cita & Bolli, 1966; Ascoli, 1969, 1975; Proto Decima & De Biase, 1975; Luterbacher, 1975 e Proto Decima *et al.*, 1975). In tempi più recenti studi dettagliati sono stati condotti da Arenillas *et al.* (1999) che hanno riconosciuto i principali eventi biotici, isotopici e sedimentologici al passaggio Paleocene/Eocene. In particolare, questi autori hanno identificato in un pacco di marne rosse entro la Scaglia Rossa un livello di 4 centimetri di argilla rossa scura (CDI) che marca il BFE.

Nel Trento Plateau il Paleocene e l'Eocene inferiore sono quasi sempre in lacuna (ad es. Barbin *et al.*, 1989; Piccoli *et al.*, 1976, Premoli Silva & Luterbacher, 1966 e Proto Decima & Sedeà, 1966). Fanno eccezione:

SEZIONE	UBICAZIONE	FORMAZIONE	Foraminiferi planctonici	Foraminiferi bentonici	Nanno-fossili calcarei	SPESORE ZONE NP10-NP11
Possagno	Trevigiano occidentale	SCAGLIA ROSSA	LUTERBACHER, 1975; ARENILLAS <i>et al.</i> , 1995; MOLINA <i>et al.</i> , 1999	PROTO DECIMA & DE BIASE, 1975*; GALEOTTI <i>et al.</i> , in prep.*	PROTODECIMA, 1975	10m
Molinetto di Pederobba	Trevigiano occidentale	SCAGLIA ROSSA	PROTO DECIMA & ZORZI, 1965	PROTO DECIMA & ZORZI, 1965	PROTODECIMA, 1966	NN
Cison	Belluno	SCAGLIA ROSSA	CHANNELL & MEDIZZA, 1981	NN	CHANNELL & MEDIZZA, 1981	21m
Valone Bellunese, varie sezioni	Belluno	SCAGLIA CINEREA, MARNA DELLA VENA D'ORO	DI NAPOLI ALLIATA <i>et al.</i> , 1970	MEDIZZA, 1967*; DI NAPOLI ALLIATA <i>et al.</i> , 1970	NN	NN
Alpago	Belluno	SCAGLIA ROSSA-CONGLOMERATO DEL RIF. SASSO	LUCCHI GARAVELLO & UNGARO, 1984	LUCCHI GARAVELLO & UNGARO, 1984	NN	NN
Pradipaldo	Vicenza	SCAGLIA ROSSA	GARAVELLO & UNGARO, 1982	GARAVELLO & UNGARO, 1982	NN	NN
Cava Zilio, Colli Euganei	Padova	SCAGLIA ROSSA	PROTO DECIMA & SEDEA, 1986; PICCOLI <i>et al.</i> , 1976	NN	NN	NN
Gazzo, Monti Lessini	Verona	CALCARI DI SPILECCO	GARAVELLO & UNGARO, 1996	GARAVELLO & UNGARO, 1996	NN	NN
Spilecco, Monti Lessini	Verona	CALCARI DI SPILECCO	BARBIERI & MEDIZZA, 1969	NN	BARBIERI & MEDIZZA, 1969	? 20 metri?
Romallo	Trento	SCAGLIA ROSSA/SCAGLIA VARIEGATA	PREMOLI SILVA & PALMIERI, 1962	PREMOLI SILVA & PALMIERI, 1962	NN	NN
Valle di Costa	Brescia	SCAGLIA ROSSA	LEHNER <i>et al.</i> , 1987	NN	NN	NN
Monte San Bartolomeo	Brescia	SCAGLIA ROSSA	LEHNER <i>et al.</i> , 1987	NN	NN	NN
Tignale	Brescia	SCAGLIA ROSSA	LEHNER <i>et al.</i> , 1987	NN	NN	NN
Paderno d'Adda	Lecco	"NUMMULTICO"	BOLLI & CITA, 1960a,b	NN	NN	NN
"Contessa road"	Gubbio, Perugia	SCAGLIA ROSSA	LUTERBACHER, 1964; GALEOTTI <i>et al.</i> , 1998; GALEOTTI <i>et al.</i> , 2000	GALEOTTI <i>et al.</i> , 1998; GALEOTTI <i>et al.</i> , 2000*; GALEOTTI <i>et al.</i> , in press*	GALEOTTI <i>et al.</i> , 1998; GALEOTTI <i>et al.</i> , 2000	NN
Bottaccione	Gubbio, Perugia	SCAGLIA ROSSA	PREMOLI SILVA & PACGI, 1976; ARENILLAS, 1998	NN	MONECHI & THIERSTEIN, 1985; BACKMAN, 1986	1 5 metri
Valle della Contessa	Gubbio, Perugia	SCAGLIA ROSSA	LUTERBACHER, 1964; ARENILLAS, 1998	NN	MONECHI & THIERSTEIN, 1985	14 metri

Tab. 4.1 - Rassegna delle più note sezioni italiane comprendenti il Paleocene superiore e/o l'Eocene inferiore.

- la sezione di Gazzo (VR) dove il limite Paleocene/Eocene è stato individuato all'interno di un pacco di calcari micritici e calcari marnosi (Calcari di Spilecco) e l'Eocene inferiore risulta completo (Garavello e Ungaro, 1996).
- la sezione di Pradipaldo (Altopiano di Asiago; Tab. 4.1) ove si passa dalla Scaglia Rossa, rappresentata da calcari marnosi da rosa a rossastri fittamente stratificati (Paleocene superiore – Eocene inferiore *p.p.*) alla “Scaglia Cinerea” (Eocene inferiore *p.p.*) che è caratterizzata da banchi calcarenitici a nummuliti (Garavello & Ungaro, 1982; Trevisani, 1994).

Storicamente importante è infine lo studio pionieristico di Di Napoli Alliata, Proto Decima & Pellegrini (1970) sulla successione del Vallone Bellunese. Questi autori, confrontando le associazioni a foraminiferi bentonici della Marna della Vena d'Oro e della sottostante Scaglia Cinerea, hanno descritto per primi il BFE in area italiana. È stato proprio grazie a questo lavoro, che ha evidenziato anche la completezza e i rilevanti spessori della locale paleocenica-eocenica inferiore, depositasi in contesto francamente bacinale, che si è deciso di cercare in questo settore della regione Veneto affioramenti adatti allo studio del PETM e dell'EECO.

CAPITOLO 5

BIOSTRATIGRAFIA A NANNOFOSSILI CALCAREI DEL PALEOCENE SUPERIORE-EOCENE INFERIORE

La prima segnalazione di nannofossili calcarei si deve a Ehrenberg (1836), il “padre” della Micropaleontologia, che, tuttavia li considerò di natura inorganica. Di questi misteriosi resti si occupò anche il famoso naturalista inglese T.H. Huxley, cui si deve l'introduzione del termine *coccoliti*, tuttora in uso. Ma fu solo nel 1861 che Wallich & Sorby riconobbero la natura organica dei nannofossili calcarei e, in particolare, che essi erano confrontabili con le parti mineralizzate di alghe fitoplanctoniche (coccolithophoridi), viventi nella zona eufotica.

Un'importante peculiarità dei coccolitoforidi è infatti quella di secernere delle placchette calcitiche o organiche. Le placchette calcitiche, chiamate coccoliti hanno dimensioni comprese tra meno di 1µm e 30 µm. La cellula, ricoperta da uno o diversi strati di coccoliti, chiamata coccosfera, è per lo più di forma sferica-ovulare, ma può anche essere di forma allungata. I resti che ritroviamo fossili sono le placchette che costituiscono la coccosfera.

Anche se i nannofossili calcarei ed il nannoplancton calcareo vivente sono stati oggetto di numerosi studi tassonomici durante i primi anni del 1900, la loro eccezionale potenzialità biostratigrafica è stata evidenziata solamente nel 1954, grazie al fondamentale lavoro di Bramlette & Riedel. A seguito di questa scoperta, alla fine degli anni '50 e nei primi anni '60 si ebbe una vera e propria esplosione di studi con finalità stratigrafiche che portarono rapidamente alla costruzione di schemi biostratigrafici per il Cretaceo (Stradner, 1961) ed il Cenozoico (Bramlette & Sullivan, 1961 – Hay & Mohler, 1967).

Per quanto riguarda il periodo Paleocene superiore-Eocene inferiore i primi tentativi di biozonature sono quelli di Bramlette & Sullivan (1961) e Hay & Mohler (1967). Gli intervalli zonalii individuati da questi autori vennero successivamente incorporati nello schema biostratigrafico proposto da Martini (1971) per l'intero Cenozoico, e che lui stesso definì “*standard*”. In questo schema, nell'intervallo Paleocene-Eocene inferiore vengono riconosciute 12 biozone codificate con la sigla

ZONATURE STANDARD			
Edwards (1971)	Martini (1971)	Okada & Bukry (1980)	Presente Tesi
Definizione	Definizione	Definizione	Biorizzonti aggiuntivi
<i>R. dictyoda</i> Zone	NP13 — <i>D. subloboensis</i> FO	CP11 — <i>D. subloboensis</i> FO	
<i>D. lodoensis</i> Zone	<i>R. dictyoda</i> FO — <i>T. orthostylus</i> LO	NP12 — <i>T. orthostylus</i> LO	
<i>C. grandis</i> Zone	<i>D. lodoensis</i> FO	CP10 — <i>T. crassus</i> FO	
<i>M. tribrachiatus</i> Zone	<i>C. grandis</i> FO — <i>T. orthostylus</i> FO	NP11 — <i>D. lodoensis</i> FO	<i>T. gammation</i> FO — <i>S. radians</i> FO
<i>R. cuspis</i> Zone	<i>T. orthostylus</i> FO	CP9 — <i>T. contortus</i> LO	<i>T. contortus</i> LO
		NP10 — "T." <i>bramlettei</i> FO	<i>T. contortus</i> FO <i>D. diastypus</i> FO+ <i>T. contortus</i> FO
<i>D. multiradiatus</i> Zone	<i>D. mediosus</i> FO — <i>D. multiradiatus</i> FO	CP8 — <i>D. multiradiatus</i> FO	<i>Fasciculithus</i> LRO <i>R. calcitraba/bitrifida</i> FO 1° drop <i>Fasciculithus</i> — <i>D. mediosus</i> FO
		NP9	<i>D. multiradiatus</i> FO

Fig. 5.1. Schemi zonali "standard" di Martini (1971) e Okada & Bukry (1980) confrontati con la zonatura presentata da Edwards (1971) e con i biorizzonti aggiuntivi proposti nel presente lavoro.

NP (*Nannoplankton Paleogene*), e con numeri progressivi. Un enorme contributo alla biostratigrafia a nannofossili calcarei per il Paleocene e più in generale per il Cenozoico venne da Bukry (1970, 1971, 1973, 1975a), che studiò molte delle successioni oceaniche recuperate durante il progetto internazionale di perforazione dei fondi oceanici *Deep Sea Drilling Project* (DSDP). Sulla base di questi studi (che hanno comportato l'analisi di diversi chilometri di sedimenti oceanici) Bukry propose uno schema stratigrafico che egli considerò valido per i sedimenti oceanici delle basse latitudini; per il Paleocene-Eocene Bukry propose 15 biozone. Successivamente questo schema zonale è stato codificato da Okada & Bukry (1980), con le sigle CP (*Coccolithus Paleogene*), seguita da una numerazione progressiva per indicare le Zone e da lettere per indicare le Sottozone. Confrontando la risoluzione della zonatura di Martini con quella di Okada & Bukry, quest'ultima risulta più dettagliata (Fig. 5.1).

Per l'emisfero meridionale Edwards (1971) propose una zonatura costituita da 28 zone formalmente definite ed 1 zona informale, basata su 35 sezioni localizzate in Nuova Zelanda. Questa biozonazione comprende un intervallo che va dal Cretaceo superiore al Miocene inferiore (Fig. 5.1).

Per la regione mediterranea, nell'intervallo Paleocene-Eocene, sono fondamentali lo studio della sezione di Possagno (TV) di Proto Decima *et al.* (1975), ed il lavoro di Romein (1979), che costruì uno schema zonale "globale" per il Paleocene e per l'Eocene. Backman (1986), invece si occupò soprattutto di verificare l'accuratezza dei principali eventi a nannofossili calcarei e, grazie a studi semiquantitativi nello Shatsky Rise e in Italia, di tararli sulla scala tempo.

5.1. IL PROBLEMA DEI GENERI *RHOMBOASTER* E *TRIBRACHIATUS*

Durante gli studi condotti per definire formalmente lo Stratotipo del limite Paleocene–Eocene si è generata una certa confusione tassonomica riguardo alcuni *taxa* di nannofossili calcarei che caratterizzano questo intervallo di tempo.

In passato molti autori (Proto Decima *et al.*, 1975; Romein, 1979; Backman, 1986) assegnarono al genere *Rhomboaster* le specie *calcitrata*, *bitrifida* e *cuspis*, e al genere *Tribrachiatus* le specie *bramlettei*, *contortus* e *orthostylus*.

Tuttavia, al momento, sussistono una di problemi aperti riguardo questi 2 generi:

1. c'è una certa confusione, riguardo le relazioni esistenti a livello morfo-evolutivo tra *Tribrachiatus* e *Rhomboaster*, che rende difficile la definizione di questi due generi;
2. sono state descritte parecchie specie di *Rhomboaster*;
3. Il *range* del genere *Rhomboaster* è stato raramente documentato in letteratura;
4. l'evoluzione dettagliata da *R./T. bramlettei* a *R./T. contortus* a *T. orthostylus* non è ancora stata definita.

Al fine di chiarire le relazioni intercorrenti tra i generi *Rhomboaster* e *Tribrachiatus*, Bybell & Self Trail (1995), sulla base di studi al microscopio elettronico e modellizzazioni al computer, hanno proposto una nuova combinazione per la specie *bramlettei* che hanno attribuito al genere *Rhomboaster*. In questa nuova combinazione *R. bramlettei* è suddivisa in 3 varietà ("short arms", "long arms" e varietà "T") che sembrano includere le specie *R. cuspis* (auctt.), *R. calcitrappa/R. bitrifida* (auctt.) e *T. bramlettei* (auctt.). Questa nuova suddivisione non è banale e ha importanti ricadute a livello cronostratigrafico. Infatti, la FO di *R./ T. bramlettei* (Brönnimann & Stradner, 1960) è impiegata da Martini (1971) per definire la base della Zona NP10. Di fatto la scelta di Bybell & Self Trail (1995) ha portato all'abbassamento della base della Zona NP10 pressoché in corrispondenza dello *shift* isotopico di $\delta^{13}\text{C}$ che recentemente è stato utilizzato come criterio guida per la definizione formale del limite P/E (Aubry *et al.*, 2002).

Il fatto che nel mio materiale *Rhomboaster* e *Tribrachiatus* siano scarsamente rappresentati e che lo stato di preservazione sia moderato, non ha permesso un accurato studio tassonomico sui rapporti evolutivi tra questi due generi. Nonostante ciò, sulla base di quanto osservato al microscopio ottico, si è scelto di adottare la suddivisione tassonomica proposta di recente da Wei & Zhong (1996) che ricalca la suddivisione classica. In particolare questi autori sostengono le loro scelte per almeno quattro ragioni:

1. le differenze morfologiche esistenti tra i generi *Rhomboaster* e *Tribrachiatus*;
2. il fatto che esista una gradualità tra i due generi non richiede necessariamente l'eliminazione di uno dei due;
3. i *range* di distribuzione di *Rhomboaster* e *Tribrachiatus* sono diversi;
4. è auspicabile una stabilità nomenclaturale.

In questo lavoro si conferma l'utilizzo della comparsa di *T. bramlettei sensu* Autori come *marker* biostratigrafico della base della NP10 e si propone l'uso della comparsa del genere *Rhombaster sensu* Autori per approssimare il limite P/E.

5.2. AFFIDABILITA' BIOSTRATIGRAFICA

Secondo le indicazioni della Guida Internazionale di Nomenclatura Stratigrafica (Salvador, 1994), possiamo definire gli eventi biostratigrafici, o Biorizzonti, come i cambiamenti nelle proprietà paleontologiche che si osservano in una successione stratigrafica. Gli eventi biostratigrafici possono venir controllati dall'evoluzione organica o dall'evoluzione ambientale dell'ecosistema terrestre anche se questi due processi interagiscono tra loro. Conseguentemente, i biorizzonti possono essere suddivisi in due classi fondamentali:

1. eventi controllati dall'evoluzione organica;
2. eventi controllati dall'evoluzione ambientale.

I primi si caratterizzano per essere tipicamente non ripetitivi e comprendono:

- eventi di comparsa evolutiva ("*First Appearance Datum*", FAD), che possono essere graduali o improvvisi;
- eventi di scomparsa ("*Last Appearance Datum*", LAD).

Gli eventi controllati dall'evoluzione ambientale sono spesso ripetitivi e controllati da fattori locali; tuttavia, talora, le variazioni ambientali (si pensi a quelle climatiche) possono indurre cambiamenti caratteristici, in particolare a livello regionale, che possono fornire utili elementi per la biostratigrafia. Entro questa seconda categoria di biorizzonti possiamo distinguere:

- eventi di comparsa ("*First Occurrence*", FO) per migrazione;
- eventi di scomparsa ("*Last Occurrence*", LO) per esclusione ambientale;
- intervalli di abbondanza (acme);
- intervalli d'assenza (paracme);
- variazioni morfologiche;
- fluttuazioni di abbondanza.

Gli eventi biostratigrafici legati all'evoluzione biologica sono da considerarsi come gli "eventi biostratigrafici per eccellenza", e sono quelli utilizzati nelle zonature "*standard*", che hanno ampia valenza sopraregionale.

Gli eventi legati all'evoluzione ambientale, per quanto meno significativi per correlazioni a lunga distanza, sono più numerosi, e sono di grande utilità nelle scale biostratigrafiche locali e regionali.

La letteratura geologica è piena di contraddizioni per quanto riguarda le classificazioni biostratigrafiche, e quindi rispetto all'età delle varie unità o successioni stratigrafiche. Queste contraddizioni spesso riflettono difficoltà oggettive, insite nel "segnale" biostratigrafico. Ad esempio molti eventi biostratigrafici possono risultare diacroni fra le diverse successioni ed aree a seguito di controlli ambientali talora difficilmente apprezzabili. Tuttavia, sicuramente, molte contraddizioni dipendono da cause di soggettività da parte degli operatori (ad esempio nella tassonomia) o di metodologia nella raccolta ed interpretazione dei dati. In questi ultimi vent'anni si sono fatti molti tentativi di rendere la biostratigrafia più affidabile ricorrendo a varie metodologie quantitative (sia nella tassonomia che nella raccolta e nell'elaborazione dei dati). L'argomento è molto vasto e complesso ed al di là delle mie competenze. Per rimanere nel campo specifico dei nannofossili calcarei tentativi in tal senso sono stati fatti da Thierstein *et al.* (1977), Backman & Shackleton (1983), Rio *et al.* (1990a), ai quali faccio riferimento in questo lavoro.

In questo contesto è essenziale definire il concetto di affidabilità biostratigrafica di un evento biostratigrafico. In ultima istanza si può affermare che affinché un evento biostratigrafico risulti affidabile è necessario che mantenga sempre la stessa successione relativa ("*ranking*") e la stessa spaziatura temporale ("*spacing*") fra le diverse successioni e, nella stessa successione fra i diversi Autori (il dato deve essere riproducibile). Le caratteristiche che contribuiscono a rendere un evento affidabile o meno sono le seguenti:

1. facilità di riconoscimento della specie che definisce l'evento;
2. la sua abbondanza, in particolare in prossimità dell'evento che definisce;
3. la sua continuità di distribuzione;
4. la sua possibilità di rimaneggiamento;
5. il potenziale di preservazione;
6. la tracciabilità.

La caratteristica forse più importante per rendere un evento biostratigrafico affidabile, comunque, è la sua sincronità; in altri termini, gli eventi utili sono quelli che permettono di fare buone correlazioni-tempo, almeno a livello regionale.

CAPITOLO 6

LE SEZIONI DEL TORRENTE CICOGNA E DEL TORRENTE FORADA

6.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO

Il territorio in esame appartiene alle Alpi Meridionali (o Sudalpino, Fig. 6.1) che rappresentano una fascia di retroscorrimenti legata all'orogene alpino che ha deformato e invertito un margine continentale passivo della Placca Adriatica a strutture distensive Mesozoiche di direzione prevalentemente meridiana (Winterer & Bosellini, 1981; Sarti *et al.*, 1992). Processi di distensione e transtensione, durante le fasi di rifting del Mesozoico, stirarono e assottigliarono la crosta continentale dando origine ad una di horst e graben ad orientamento approssimativamente meridiano. In particolare, nell'area veneta si sono individuate, a partire dal Lias, due zone paleogeograficamente ben distinte, la Piattaforma di Trento a ovest e il Bacino Bellunese ad est. Quest'ultimo a sua volta era delimitato ad est dalla Piattaforma Friulana, caratterizzata da una rapida aggradazione della sedimentazione carbonatica di mare basso, in grado di compensare un'elevata subsidenza. Su questi elementi paleogeografici di antica impostazione delimitati da paleofaglie ad andamento sub-meridiano si sono sovrapposti obliquamente in un secondo tempo i sovrascorrimenti alpini a direzione N60-80°E, in parte riattivando in chiave trascorrente o invertendo le antiche linee Mesozoiche (D'Alberto *et al.*, 1995). Il raccorciamento crostale che ha interessato il Sudalpino soprattutto nel Paleogene superiore-Neogene è stato comunque meno intenso che altrove, tanto che l'attuale disposizione dei sedimenti di bacino e piattaforma riflette abbastanza fedelmente la paleogeografia del margine continentale durante il Mesozoico (Channell & Medizza, 1981).

Il Vallone Bellunese costituiva, durante il Giurassico inferiore, un segmento ad andamento ENE-WSW del margine occidentale della Piattaforma di Trento, altrove orientata intorno a NS (Costa *et al.*, 1996). Nel versante settentrionale del Vallone Bellunese affiora quindi una potente successione di carbonati di piattaforma di età liassica (i Calcari Grigi), mentre il versante meridionale è caratterizzato dalle coeve formazioni bacinali del Bacino di Belluno. L'assetto paleogeografico e strutturale del

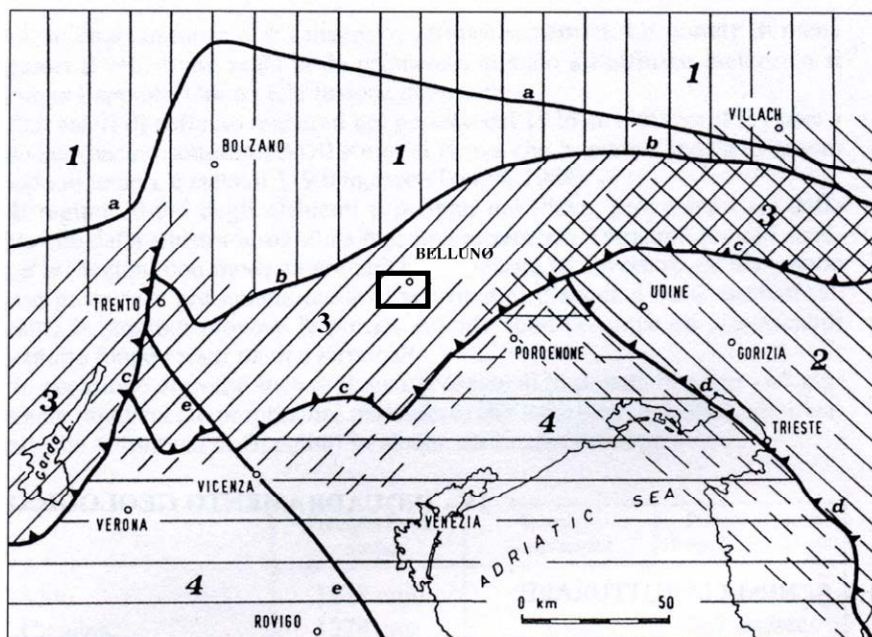


Fig. 6.1. Unità cinematico-strutturali: 1 = Alpi s.s. e settore settentrionale delle Alpi Meridionali; 2 = Dinaridi esterne; 3 = settore meridionale del Sudalpino; 4= avampaese sudalpino-appenninico. Limiti tettonici: a= Lineamento insubrico separante le Alpi s.s. dalle Alpi Meridionali; b = linea della Valsugana; c= fronte del Sudalpino; d= fronte delle Dinaridi Esterne; e= linea Schio-Vicenza. Il rettangolo delimita l'area studiata (modificato da Sleiko *et al.*, 1987).

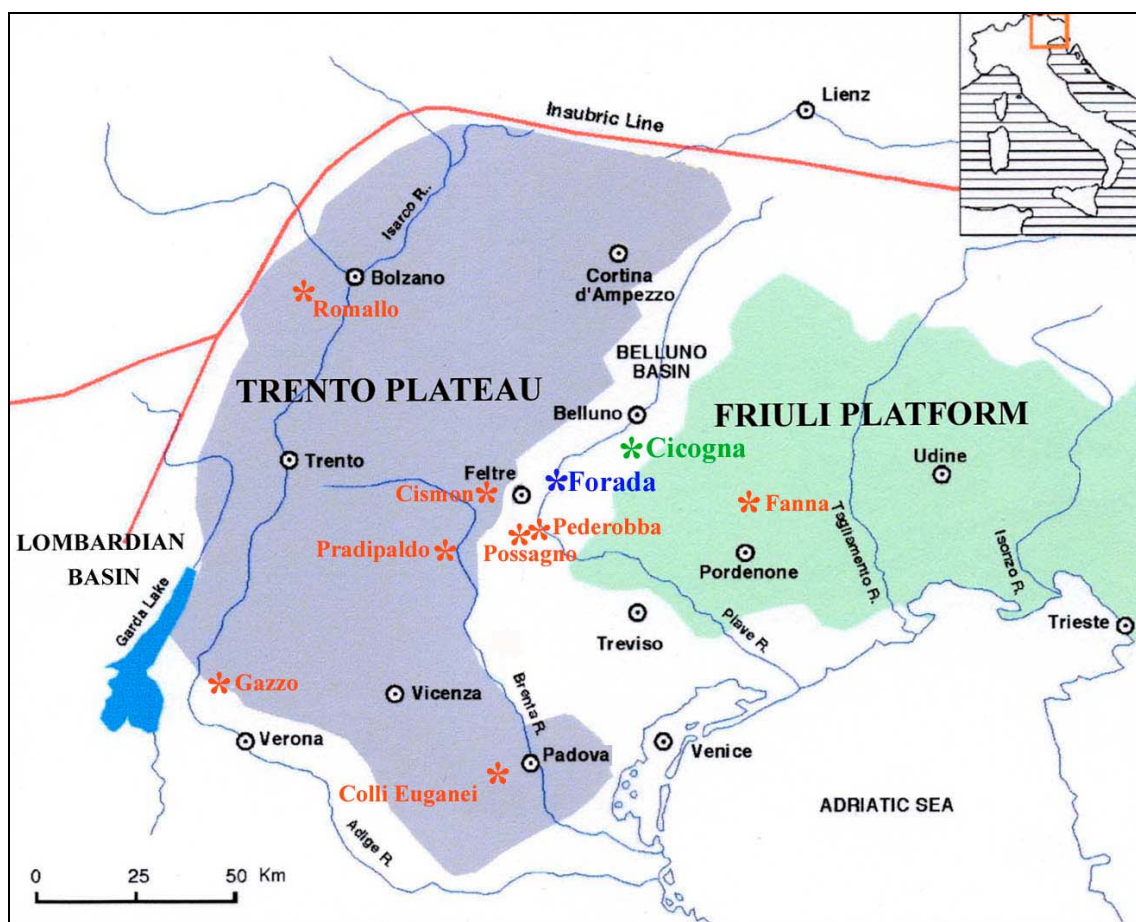


Fig. 6.2. Ricostruzione paleogeografica schematica del Sudalpino orientale nel Cretaceo superiore. In rosso sono indicate le sezioni citate nel testo, mentre in verde ed in blu si possono osservare le sezioni oggetto di questa tesi. (Coccioni in prep.; modificato da Cati *et al.*, 1989).

Giurassico inferiore rappresenta un'eredità che sopravvive all'annegamento del tardo Lias della Piattaforma di Trento (Fig. 6.2). Tutta la storia posteriore giurassico-cretacea (e in parte paleogenica) è, infatti, caratterizzata dalla contrapposizione di un'area settentrionale più stabile ad un'area meridionale più profonda e subsidente; quest'ultimo settore è caratterizzato da grandi quantità di materiali risedimentati che, alimentati dalla adiacente Piattaforma Friulana, si intercalavano ai depositi bacinali. La porzione paleocenico-eocenica inferiore della locale successione sedimentaria affiora lungo i fianchi della Valle del Piave ed è rappresentata dalle formazioni della Scaglia Rossa, della Scaglia Cinerea e della Marna della Vena d'Oro, delimitate al tetto da una potente sequenza torbiditica nota come "Flysch di Belluno" (Grandesso, 1975; Stefani & Grandesso, 1991; Costa *et al.*, 1996). Queste unità litostratigrafiche, costituite prevalentemente da calcari marnosi e marne a foraminiferi planctonici, si sono deposte a profondità superiori ai 1000 metri (o localmente a profondità minori) (Bosellini *et al.*, 1978; Poletti *et al.*, in prep) e manifestano frequentemente una marcata ciclicità litologica che è stata in parte studiata nell'area di Ponte nelle Alpi (Poletti & Masetti, 1996; Poletti *et al.*, 1992; Poletti *et al.*, in prep.). La Scaglia Rossa, che raggiunge i massimi spessori nel settore sud-occidentale del Vallone Bellunese, nel settore sudorientale è eteropica con il Calcare del Fadalto, la Formazione di Cugnan, la Scaglia Cinerea e la Marna della Vena d'Oro (Costa *et al.*, 1996). La successione stratigrafica dell'area è rappresentata schematicamente in fig. 6.3.

6.2. IL PETM NEL VALLONE BELLUNESE: LA CMU (CLAY MARLY UNIT)

Grazie al lavoro del dott. Luca Giusberti (2002) sono stati rilevati diversi profili stratigrafici in sinistra orografica del Fiume Piave, dove la letteratura precedente indicava la probabile presenza del limite Paleocene-Eocene e dove le condizioni di affioramento sono più favorevoli (grazie alle numerose valli secondarie incise dagli affluenti del Piave e alla minore intensità dei disturbi tettonici). Il mio studio si è focalizzato sull'analisi di due successioni (Tab. 6.1): la sezione del Torrente Cicogna e il segmento B della sezione composta del Torrente Forada. In entrambe queste successioni, con spessori e condizioni variabili, si nota la presenza di una vistosa anomalia litologica che consiste in un pacco di sedimenti argilloso-marnosi, intercalati nelle litologie marnoso-calcaree, di spessore variabile dai 2 ai 3 metri, che indicano una marcata diminuzione e/o preservazione dei carbonati e/o un

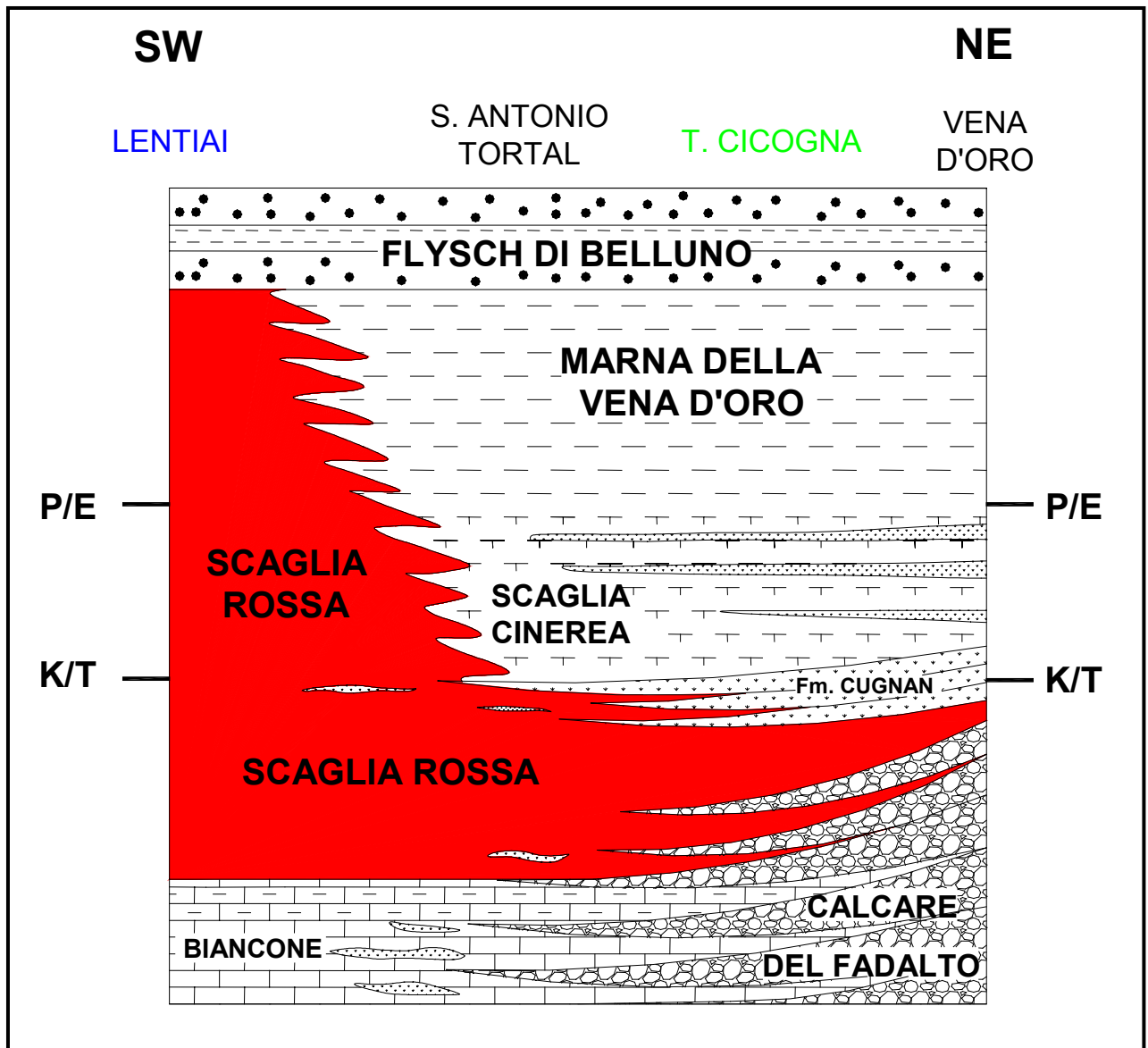


Fig. 6.3. Schema stratigrafico del Bacino Bellunese dal Cretaceo all'Eocene inferiore. In verde ed in blu sono indicate le sezioni del Torrente Cicogna e del Torrente Forada.

significativo incremento negli apporti terrigeni. Questo peculiare intervallo, denominato CMU (*Clay Marly Unit*) dal dott. Luca Giusberti (2002), risulta utile per correlazioni litostratigrafiche nell'intero Vallone Bellunese e nella regione Veneto (Fig. 6.4a, b).

Le analisi di laboratorio indicano che alla base della CMU si registra l'evento di estinzione dei foraminiferi bentonici (BFE) e, quindi, la base di quest'unità rappresenta il limite Paleocene-Eocene. Questa conclusione è confermata dalle analisi dei nannofossili calcarei, come verrà illustrato nel capitolo 9.

La CMU si colloca (Fig. 6.4a, b) all'interno della formazione della Scaglia Rossa nella porzione sud occidentale del Vallone Bellunese mentre, nella parte centro-orientale, si colloca al limite formazionale tra la Scaglia Cinerea e la Marna della Vena d'Oro.

6.3. LA SEZIONE DEL TORRENTE CICOGNA

La sezione (Fig. 6.5) è ubicata nel Vallone Bellunese lungo il corso del Torrente Cicogna (Figg. 6.6a, b; 6.7a, b) presso l'abitato di Tassei (BL). Questa successione è costituita dalle seguenti unità litostratigrafiche: Scaglia Cinerea, Marna della Vena d'Oro e Flysch di Belluno. La sezione di Tassei è stata sinteticamente descritta nel lavoro di Di Napoli Alliata *et al.* (1970), nel quale viene citata come località importante per l'osservazione della Marna della Vena d'Oro e del Flysch di Belluno.

Di seguito illustro le caratteristiche litostratigrafiche della sezione.

- La Scaglia Cinerea è presente dalla base della alla base della CMU con uno spessore totale di circa 20 m. La formazione è una marna più o meno calcarea, ha un aspetto scaglioso ed una colorazione che passa da una dominanza verde-grigia, al limite inferiore, ad una dominanza rosso-violacea al tetto della stessa (Fig. 6.8).

La parte basale della sezione esaminata è marcata da un livello biocalcarenitico spesso 5 cm ricco in noduli di FeS₂, denominato "Cicogna *bed*" (Fig. 6.9a-d) che ad una analisi petrografica è risultato essere "un packstone bioclastico a foraminiferi planctonici, alghe corallinacee, foraminiferi bentonici (es. miliolidi)" (Stefani, comunicazione personale). La presenza di livelli bio calcarenitici all'interno della Scaglia cinerea è comune. Essi tendono a diminuire in frequenza e spessore salendo nella successione e spostandosi verso la parte sud-occidentale del

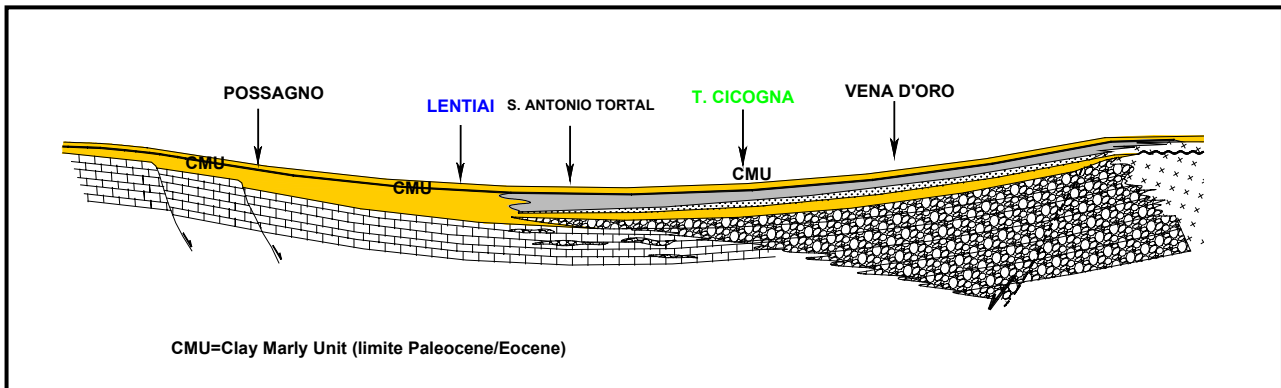


Fig. 6.4a. Ricostruzione paleogeografica schematica del Bacino Bellunese nell'Eocene inferiore. In giallo la Scaglia Rossa e la Marna della Vena d'Oro, in grigio la Scaglia Cinerea.

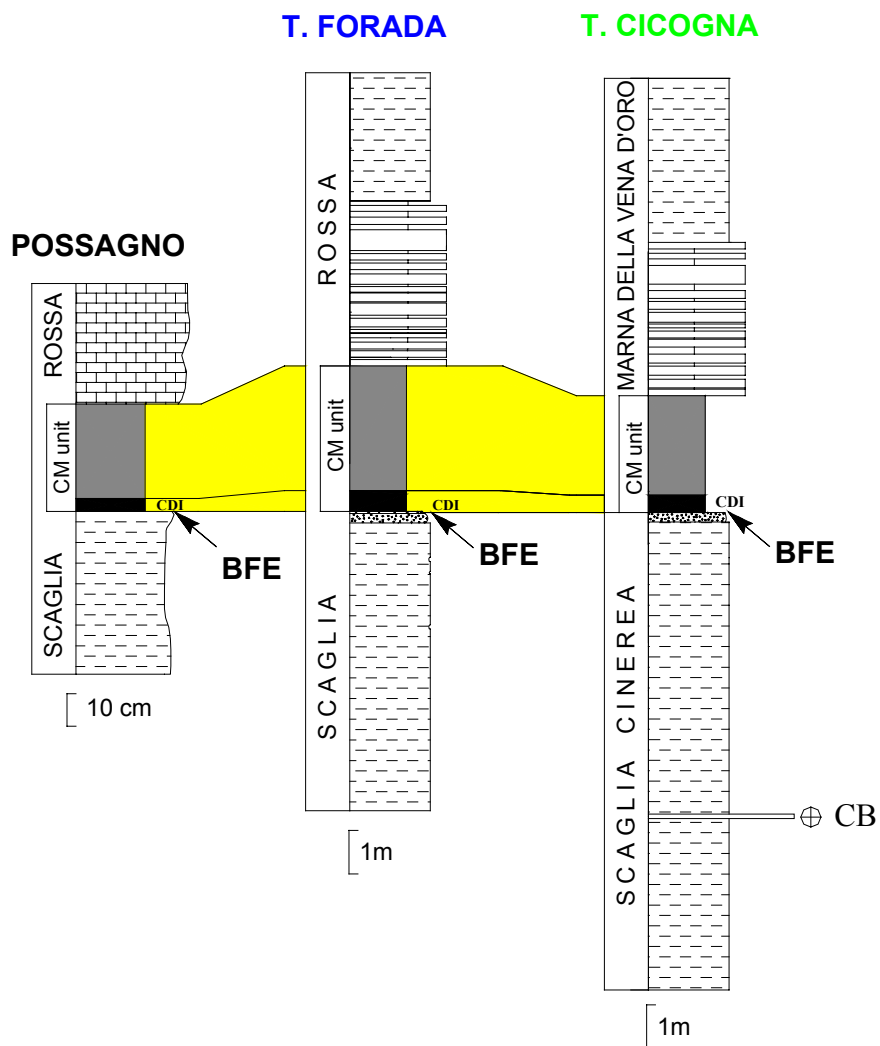


Fig.6.4b. Confronto tra gli spessori della CMU delle sezioni esaminate e la potenza mostrata a Possagno (TV). Si noti il cambiamento di scala nella sezione condensata di Possagno (TV). CDI (*Carbon Dissolution Interval*). CB Cicogna bed (livello biocalcarenitico).

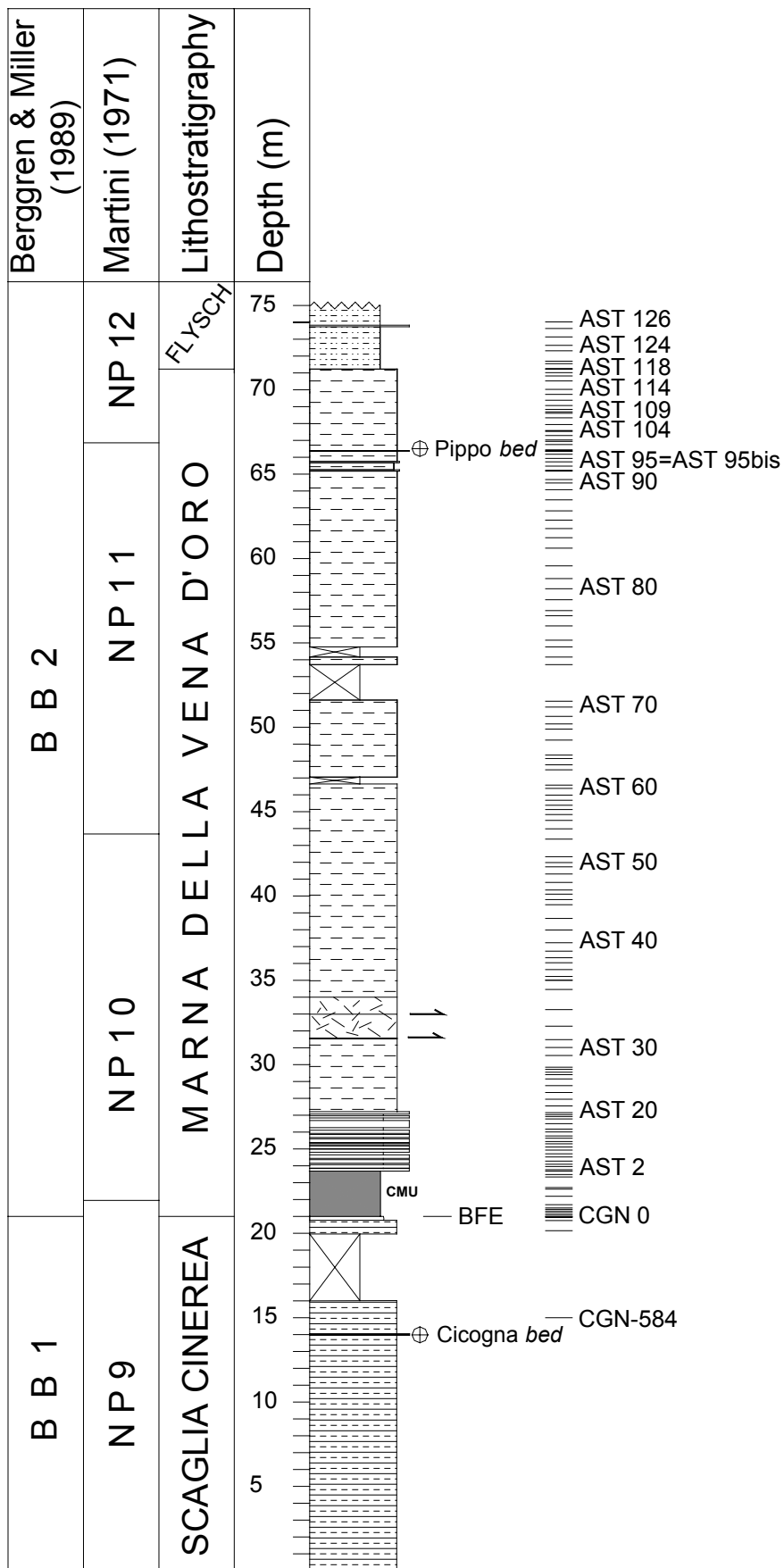


Fig. 6.5. Sezione del Torrente Cicogna. Litostratigrafia, biostratigrafia a foraminiferi bentonici (Berggren & Miller, 1989) e nannofossili calcarei (Martini, 1971) ed ubicazione dei campioni studiati.

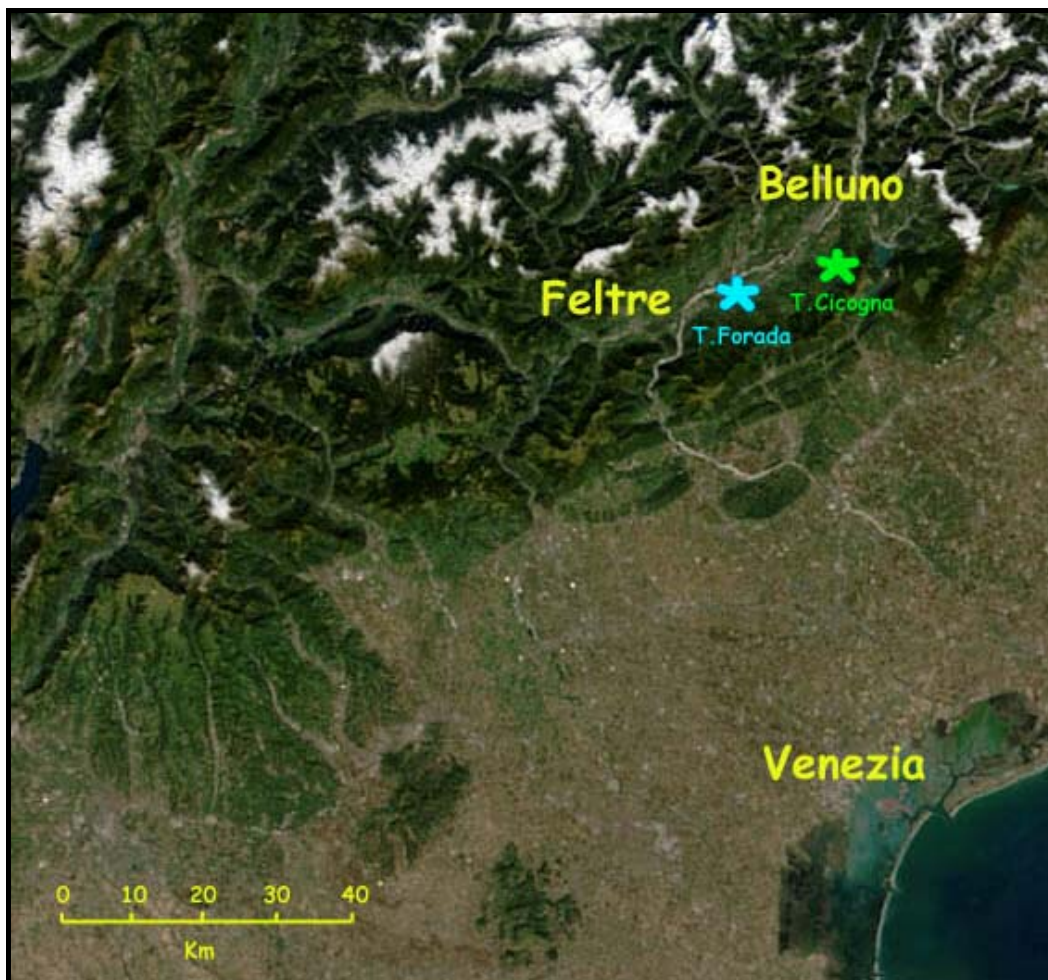


Fig. 6.6a. Foto satellitare. Ubicazione della sezione del Torrente Cicogna e della sezione composta del Torrente Forada (Belluno, Veneto, Italia).

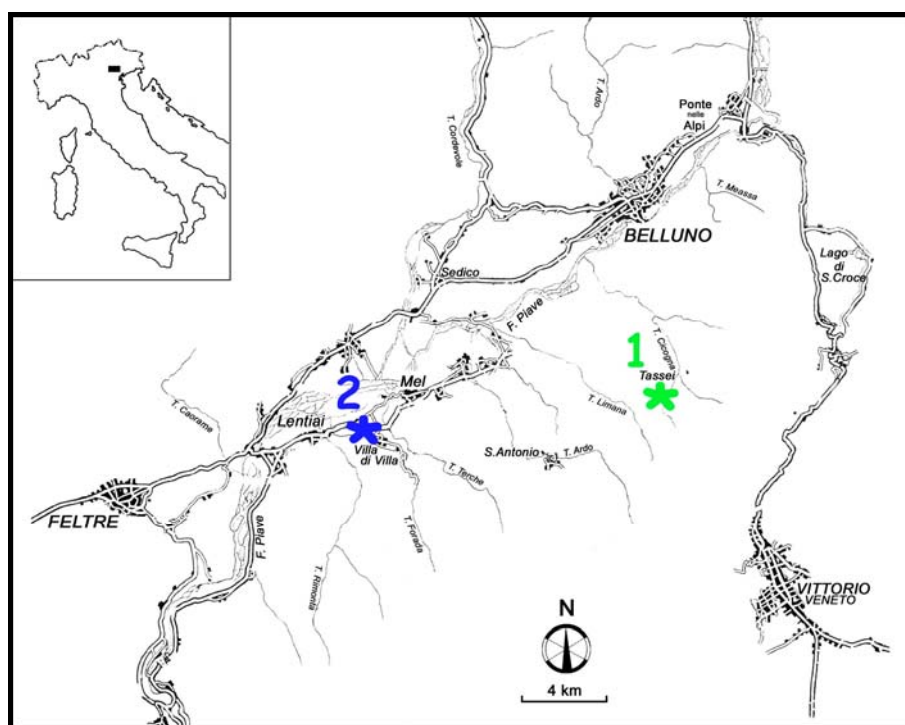


Fig. 6.6b. Ubicazione delle sezioni studiate nel presente lavoro. 1) Sezione del Torrente Cicogna; 2) Sezione composta del Torrente Forada (segmenti A e B).

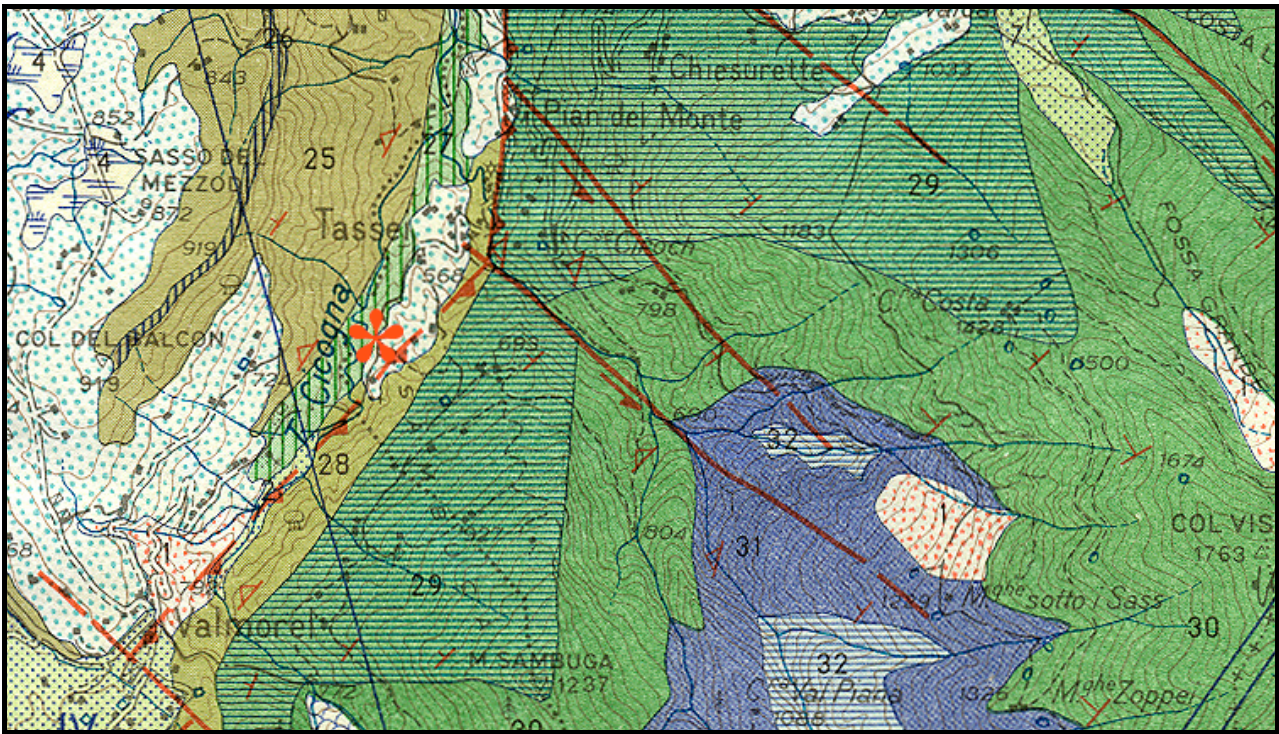


Fig. 6.7a. Carta Geologica (1:50.000 Costa *et al.*, 1996). Con l'asterisco è indicata l'ubicazione della sezione del Torrente Cicogna.

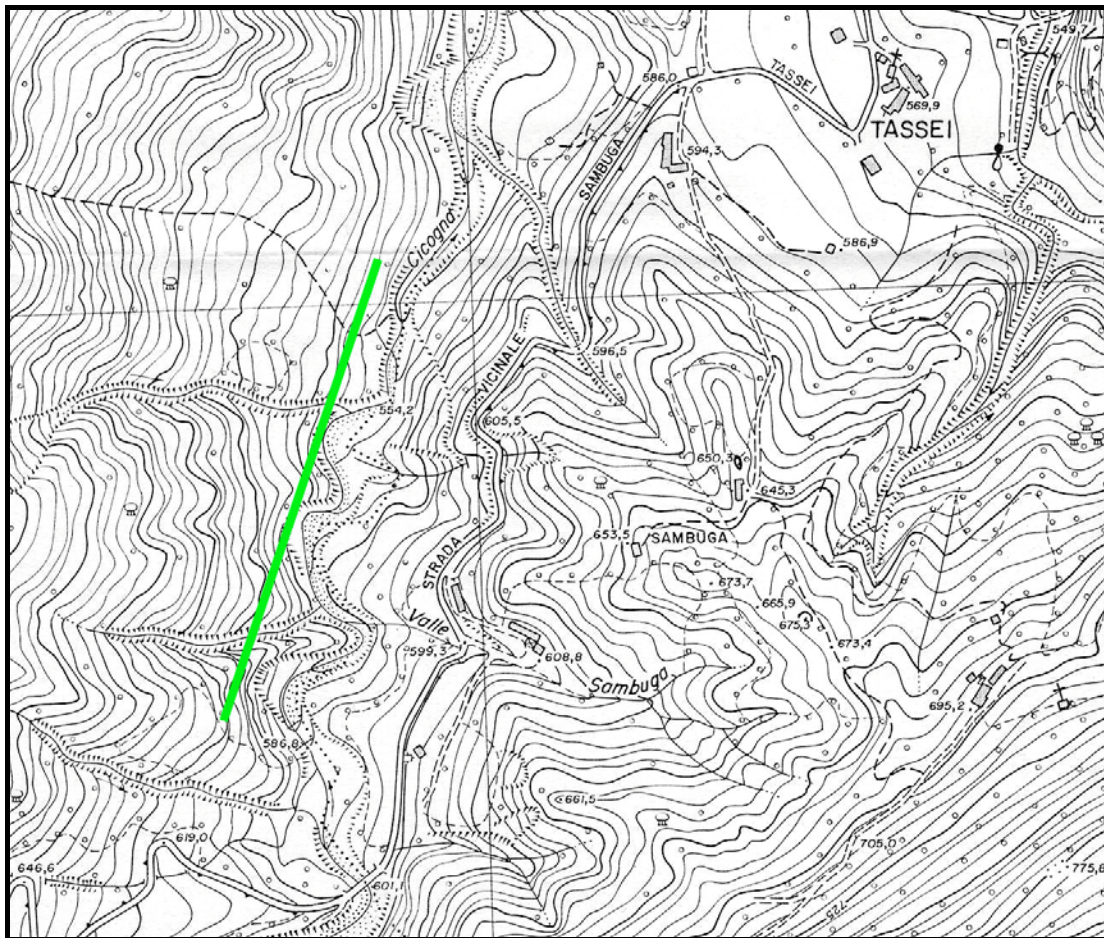


Fig. 6.7b. Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000. Ubicazione della sezione del Torrente Cicogna.



Fig. 6.8. Scaglia Cinerea. Alveo del Torrente Cicogna.



Fig. 6.9a. Sinistra idrografica Torrente Cicogna. Entro la Scaglia Cinerea si può osservare il livello biocalcarenitico Cicogna bed

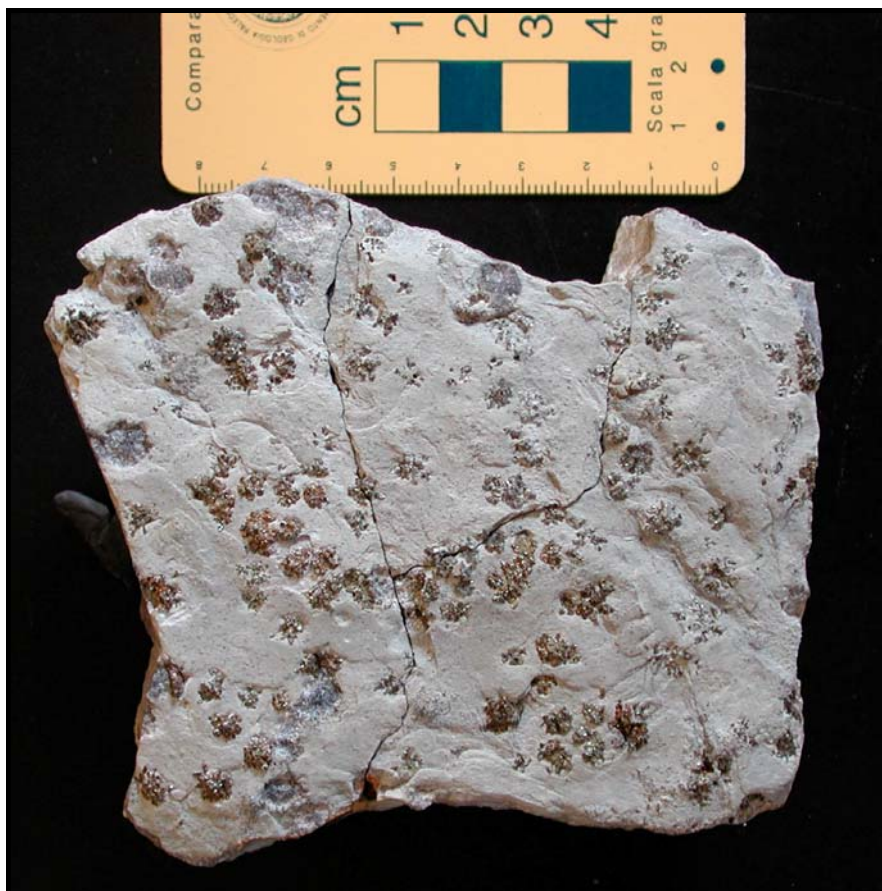


Fig. 6.9b. Dettaglio del Cicogna bed. Sono evidenti numerosi noduli di marcasite.

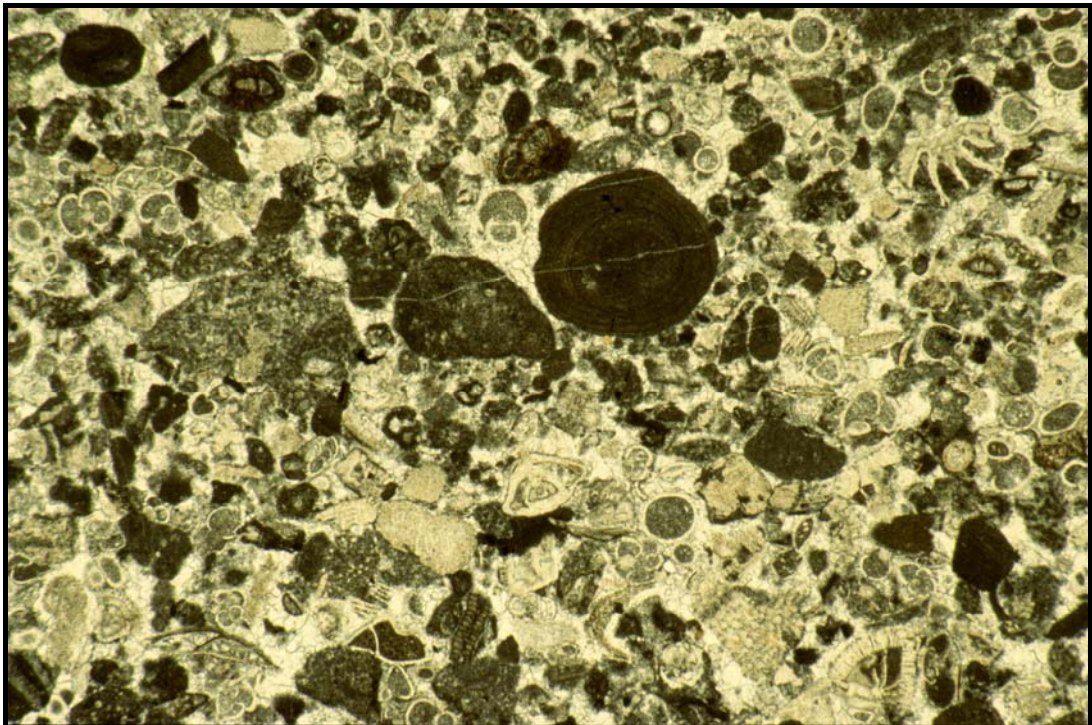
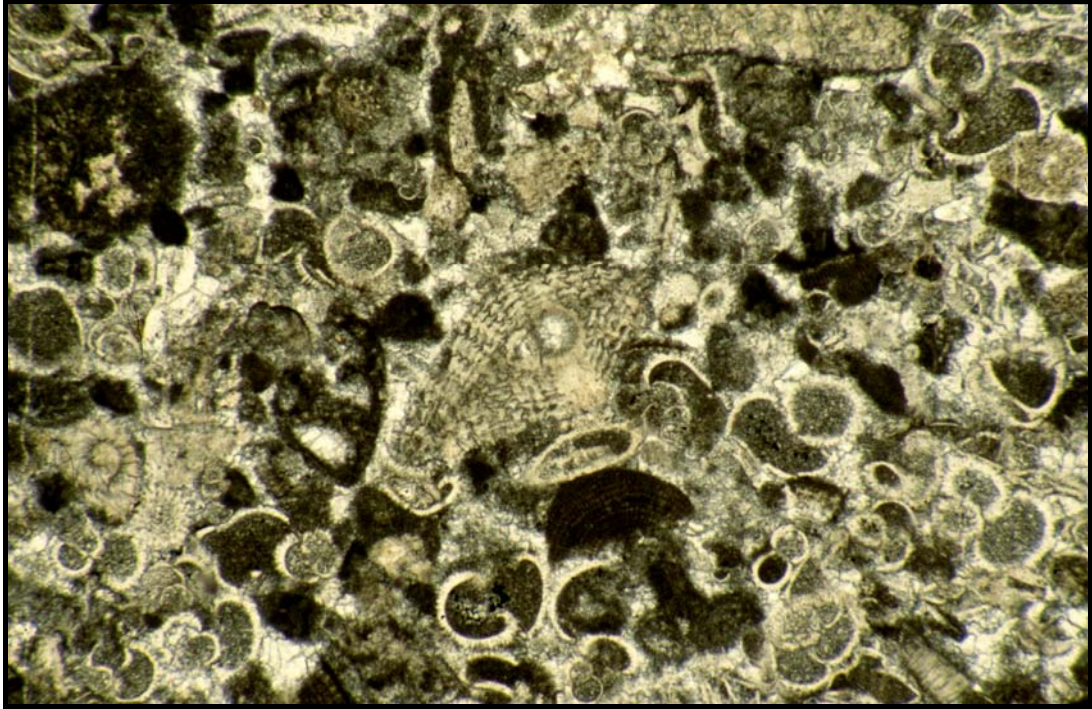


Fig. 6.9c,d. Sezioni sottili del Cicogna *bed* (6.9c X 51,2 ; 6.9d X 25,6). Si notino resti di alghe corallinacee e macroforaminiferi associati a foraminiferi planctonici e bentonici. Scaglia Cinerea (Thanetiano), sezione del Torrente Cicogna.

Vallone Bellunese. Queste intercalazioni possono essere considerate episodi analoghi a quelli presenti nella Formazione di Cugnan e nella Scaglia Rossa (Di Napoli *et al.*, 1970). La Scaglia Cinerea è delimitata al tetto da un livello di marna grigio-verdastra spessa 20 cm caratterizzata da un'ichnofacies a *Chondrites* e *Zoophycos*.

- Al tetto della marna verdastra si osserva un marcato cambiamento litologico che caratterizza la base della Marna della Vena d'Oro (CMU § 6.2). In questo punto è presente una marna argillosa grigiastra con fiammature rosse spessa 2,5 cm (Fig. 6.10). Appena sopra questo livello, è stata osservata una fascia di circa 40 cm di spessore, contraddistinta da una serie di piani di taglio suborizzontali o leggermente obliqui con vene di calcite, dovuti alla presenza di un disturbo tettonico localizzato a qualche metro alla sinistra della sezione. Segue un pacco di circa 2,7 metri di argille e marne argillose, verdi alla base e rosse nella parte medio-superiore, al di sopra delle quali si osservano alternanze ritmiche calcare-marna per uno spessore complessivo di circa 2,7 metri (Figg. 6.11, 6.12). Alle alternanze, sempre meno apprezzabili verso l'alto, per via dell'incremento in terrigeno, seguono marne fogliettate rossastre con fiammature verdi per uno spessore complessivo di 52,5 m (Fig. 6.13).

A 5 metri dal *top* della CMU si riscontra la presenza di un disturbo tettonico di circa 2 metri e mezzo di spessore.

A 5 metri dal tetto della Marna della Vena d'Oro è stato rinvenuto un livello con spessore di circa 2 cm denominato "Pippo *bed*" (Fig. 6.14a-d) marcato alla base ed al tetto da noduli di marcasite. L'analisi della sezione sottile ha evidenziato: "un'arenite litica da mediofine a fine gradata a laminazione suborizzontale. Sono presenti noduli di FeS₂, frammenti di rocce carbonatiche, quarzo, selce, rari frammenti di metamorfiti, rari bioclasti (spicole di spugne, foraminiferi planctonici, alghe coralline), granuli glauconitici-feldspatitici e bioturbazioni. Si ravvisa un leggera silicizzazione" (Stefani, comunicazione personale). Questo livello ha le stesse caratteristiche litologiche che sono tipiche dei livelli calcarenitici presenti nel Flysch di Belluno, esso quindi testimonierebbe un preludio alla deposizione del flysch.

La Marna della Vena d'Oro è contraddistinta da marne argillose fogliettate di colore rosso violaceo, cenere e verdastrò; i livelli marnosi sono fittamente stratificati con i livelli cinerei e verdastrò, subordinati a quelli rosso-violacei nella parte inferiore, mentre al tetto la formazione è caratterizzata da marne e calcari marnosi a dominanza verde e presenza di strati più calcarei.

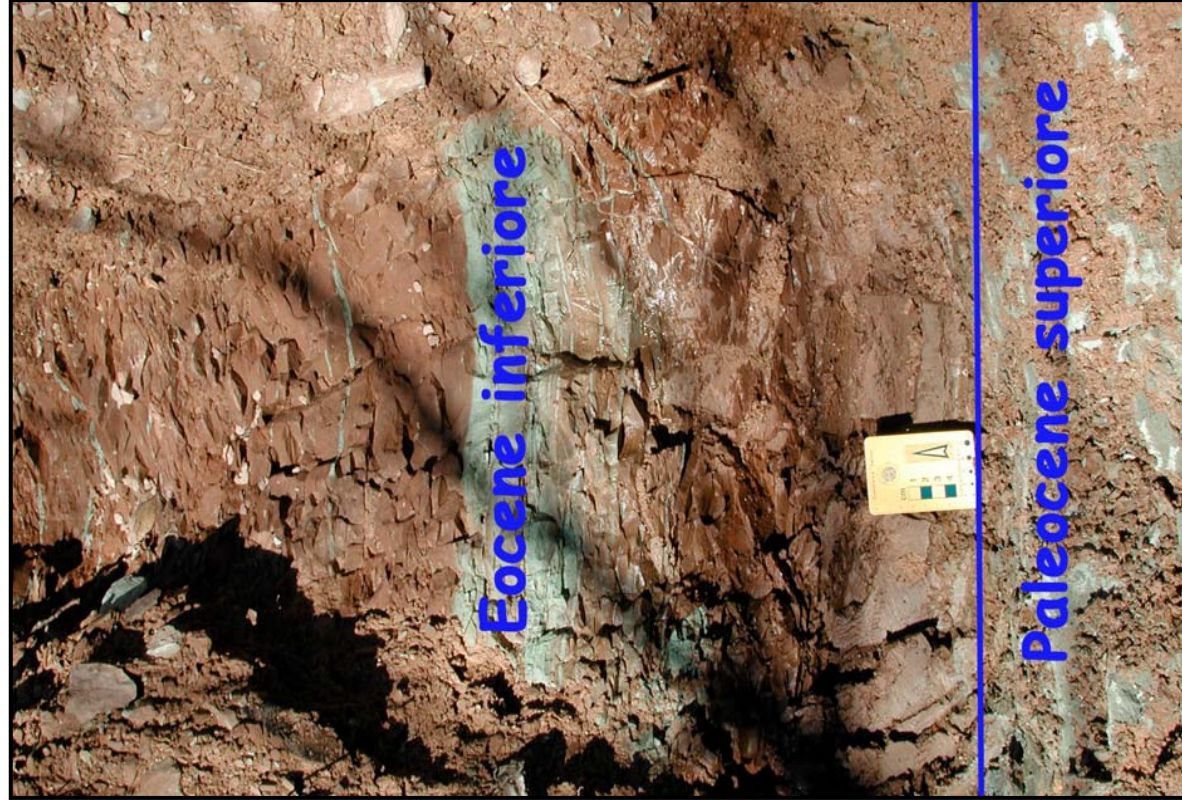


Fig. 6.10. Dettaglio della base della Clay Mary Unit nella sezione del Torrente Cicogna (sinistra idrografica). Sono visibili piani di taglio suborizzontali o leggermente obliqui e vene di calcite dovuti a disturbo tettonico.



Fig. 6.11. Sezione del Torrente Cicogna (sinistra idrografica). Alla Clay Mary Unit seguono le alternanze calcare-marna.



Fig. 6.12. In sinistra del Torrente Cicogna è possibile osservare il limite tra Scaglia Cinerea e Marna della Vena d'Oro la cui base è rappresentata dalla *Clay Marly Unit*, che passa verso l'alto ad alternanze calcare-marna.



Fig. 6.13. Marna della Vena d'Oro lungo il corso del Torrente Cicogna (sinistra idrografica).

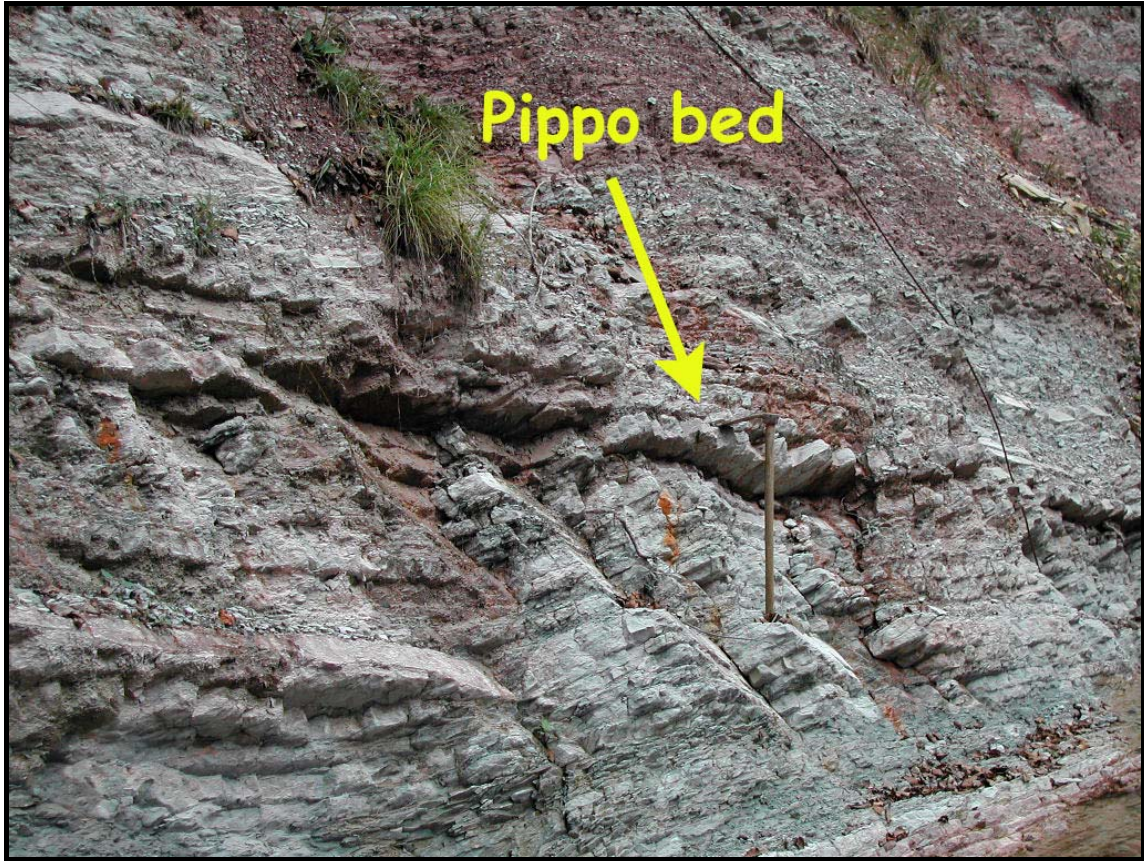


Fig. 6. 14a. Il Pippo *bed* affiorante lungo il corso del Torrente Cicogna (sinistra idrografica).



Fig. 6.14b. Dettaglio del livello denominato Pippo *bed* lungo il Torrente Cicogna.



Fig. 6.15a. Limite formazionale tra Marna della Vena d'Oro e Flysch di Belluno lungo il Torrente Cicogna.



Fig 6.15b. Dettaglio del limite formazionale tra Marna della Vena d'Oro ed il Flysch di Belluno lungo il corso del Torrente Cicogna.



Fig. 6.14c-d Sezioni sottili del Pippo *bed* (6.14c X 11,5; 6.14d X 7,6). Arenite litica medio-fine gradata a laminazione suborizzontale. Sono presenti noduli di FeS₂, frammenti di rocce carbonatiche, quarzo, selce, rari frammenti di metamorfiti, rari bioclasti (spicole di spugne, foraminiferi planctonici, alghe coralline), granuli glauconitico-feldspatici e bioturbazioni. Si ravvisa una leggera silicizzazione. Marna della Vena d'Oro, sezione del Torrente Cicogna.

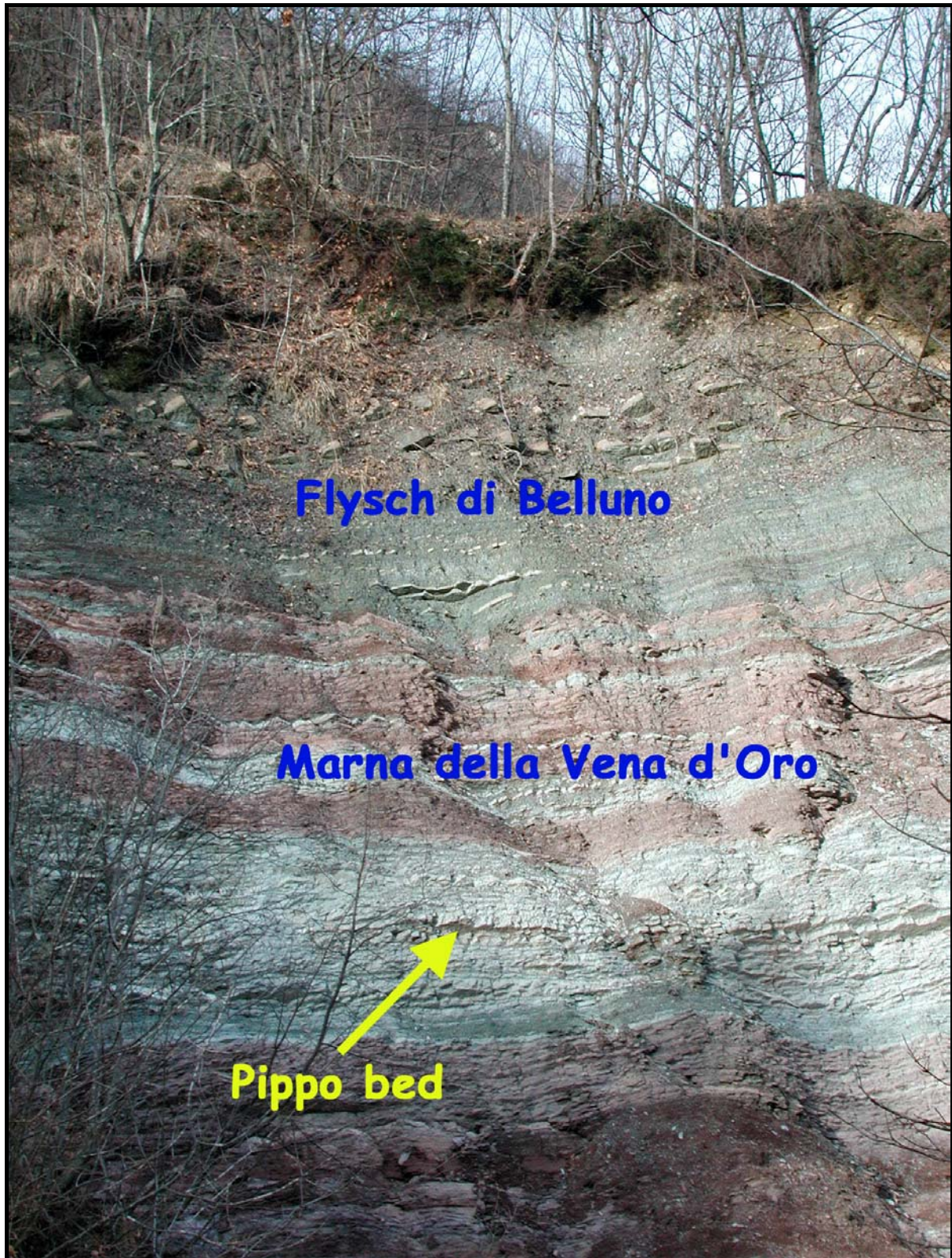


Fig. 6.16. Limite formazionale tra Marna della Vena d'Oro e Flysch di Belluno lungo il Torrente Cicogna (sinistra idrografica). Con la freccia è indicato il Pippo *bed*, livello precursore della deposizione del flysch.

- In concordanza sulla Marna della Vena d'Oro segue il Flysch di Belluno (Figg. 6.15a, b, 6.16), la cui base è costituita da una marna argillosa color grigio (2 cm) alla quale segue livelletto di argilla marnosa grigio antracite (6-7cm). I soprastanti 2 metri sono rappresentati da alternanze di marne argillose varicolori rosse e verdi (componente emipelagica), al di sopra delle quali si ritrova il primo livello torbiditico calcarenitico (9 cm) tipico del Flysch di Belluno. Il limite superiore della sezione misurata e campionata è fissato a circa 2,5 metri dalla base del Flysch di Belluno. La potenza complessiva della sezione è di circa 60 metri.

6.4. LA SEZIONE COMPOSITA DEL TORRENTE FORADA

Nelle figure 6.6 e 6.17a, b riporto l'ubicazione della sezione descritta e campionata lungo il Torrente Forada. Questa consiste in due segmenti (A e B in Fig. 6.18) la cui correlazione è garantita dalla base della CMU. La sezione è interamente rappresentata dalla Scaglia Rossa, che affiora con buona continuità con un'immersione di 350-355° e un'inclinazione di 21-22°. Gli studi sulla biostratigrafia a nannofossili calcarei (Destro, 2002; Bilato, 2003; Fornaciari, comunicazione personale) indicano che la sezione composita del Torrente Forada si estende dal Cretaceo superiore (Maastrichtiano) all'Eocene inferiore.

Di seguito illustro la litostratigrafia della sezione.

- I livelli basali della sezione (Maastrichtiano superiore) sono rappresentati da 3-4 metri di calcari micritici marnosi rossastri compatti, ben stratificati e con frequenti bioturbazioni visibili sui piani di strato (prevalentemente *Zoophycos*).
- Gli ultimi 10 cm di Maastrichtiano sono decolorati (appena rosati o biancastri) e su di essi poggia un livello di argilla spesso 1,5 cm che marca il limite K/T. I primi 2 mm, alla base, sono di colore grigio-verdastro e sfumano in un'argilla plastica rossa che contiene abbondanti placchette di calcite diagenetica. (si veda Tesi Destro, 2002, per una descrizione più dettagliata).
- Al di sopra del *boundary clay* si osserva un bancone subnodulare rosso cupo spesso all'incirca 150 cm, molto calcareo alla base (primi 10-15 cm) e via via più marnoso verso l'alto (base dell'unità "massiccia"). I noduli sono separati tra loro da livelletti più marnosi di colore bruno
- A partire dalla parte alta del bancone subnodulare la stratificazione diventa piano parallela, il contenuto in terrigeno aumenta ulteriormente (si passa, infatti, a marne calcaree) e compaiono ricche associazioni a ichnofossili (ichnofacies a *Zoophycos*), caratterizzate talora da grossi esemplari di *Thalassinoides*.
- A poco più di tre metri sopra il *boundary clay* compaiono nella successione 3 livelli biocalcarenitici di spessore variabile tra i 2 e i 10 cm costituiti da briozoi, coralli, alghe corallinacee, frammenti di echinidi, miliolidi, foraminiferi planctonici e rari intraclasti. Tali livelli sono l'equivalente distale di torbiditi che nell'area di Vena d'Oro presentano i massimi spessori (25 m) e sono stati eretti da Di Napoli Alliata *et al.* (1970) al rango di formazione (Formazione di Cugnan). L'area sorgente di queste biocalcarenitici era

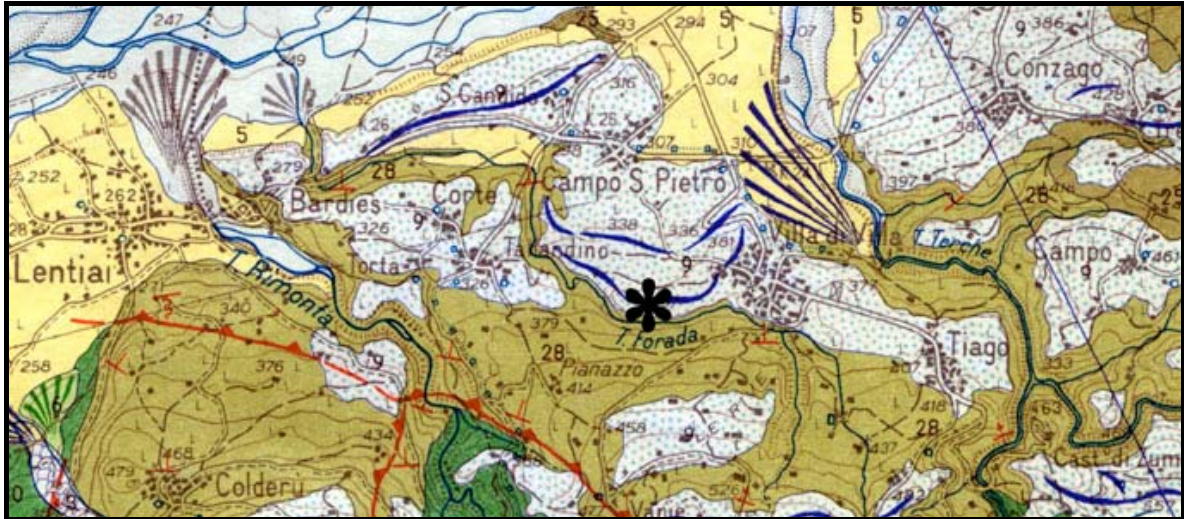


Fig. 6.17a. Carta Geologica scala 1:50.000 (Costa et al., 1996). Ubicazione della sezione del Torrente Forada.

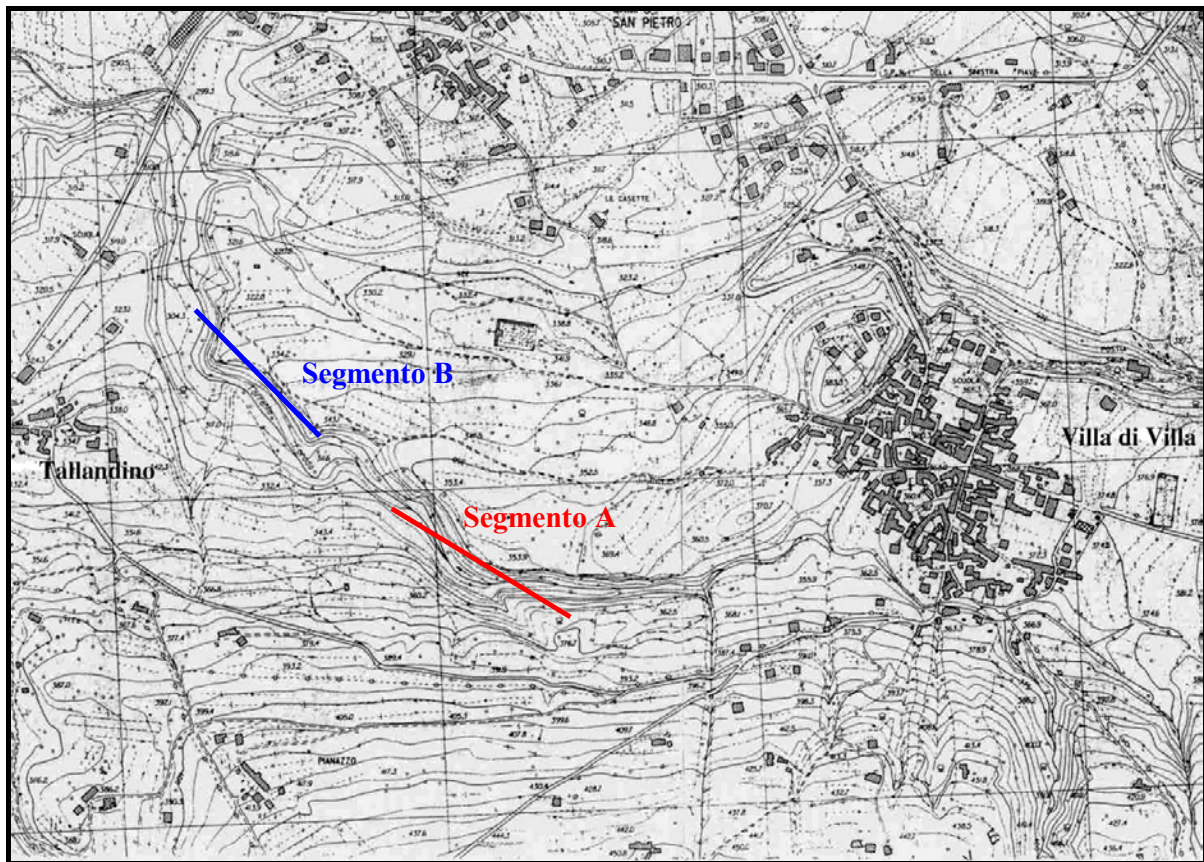


Fig. 6.17b. Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000. Ubicazione dei segmenti A e B della sezione composta del Torrente Forada

T. FORADA SECTION

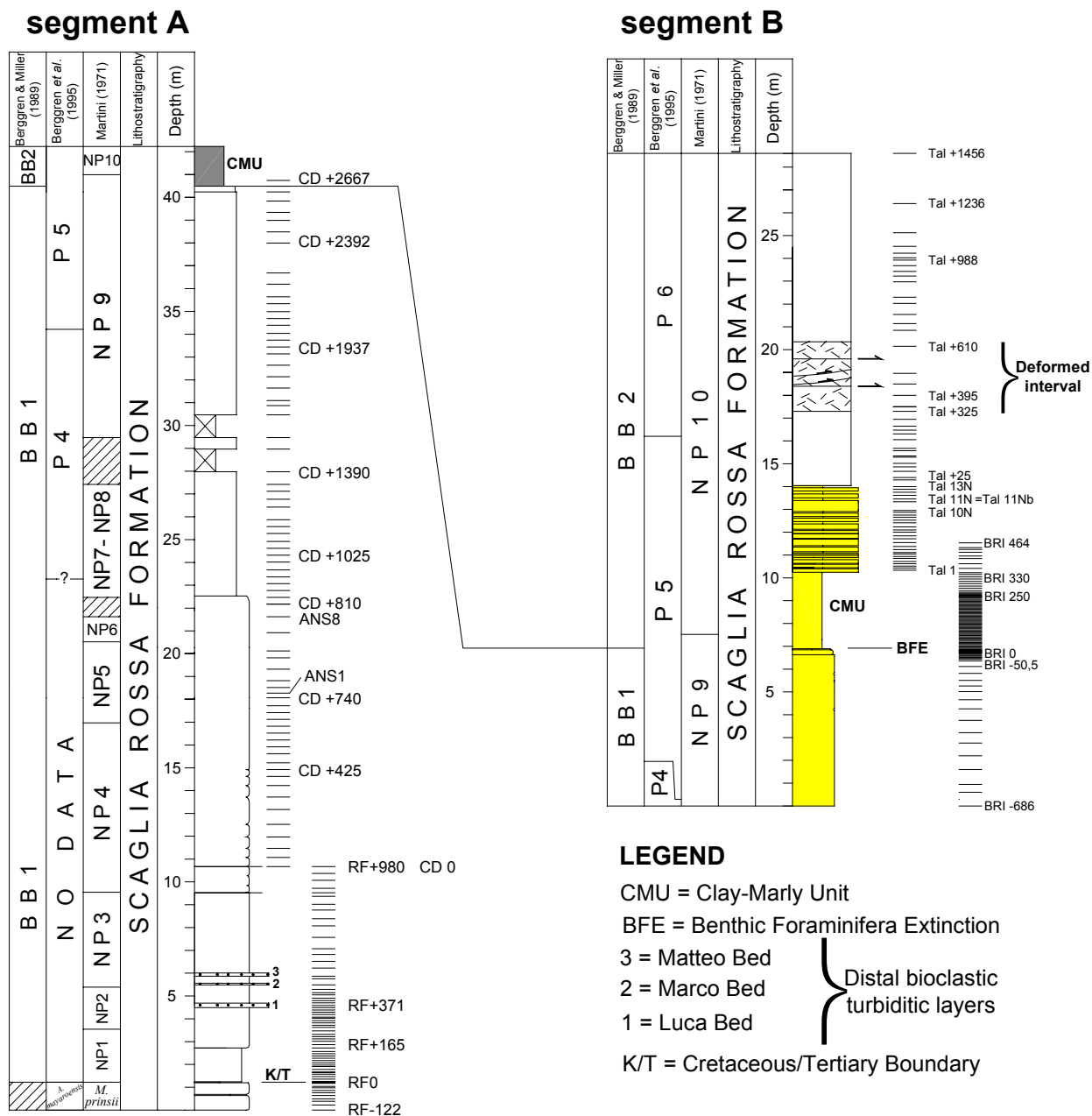


Fig. 6.18. Sezione composta del Torrente Forada (segmenti A e B). Litostratigrafia, biostratigrafia a foraminiferi bentonici (Berggren & Miller, 1989), foraminiferi planctonici (Berggren et al., 1995) e nannofossili calcarei (Martini, 1971). Correlazione tra i segmenti A e B. In giallo sono indicati i campioni analizzati.

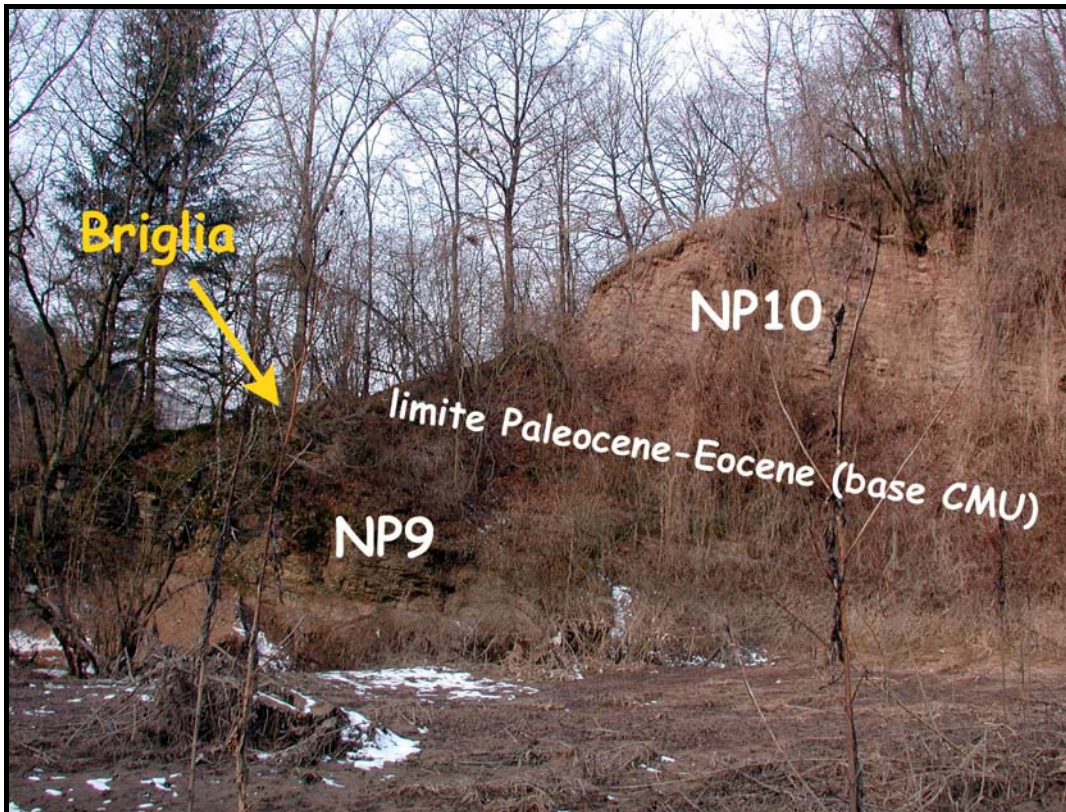


Fig. 6.19. Segmento B della sezione composta del Torrente Forada. Si noti la base della CMU coincidente con il limite Paleocene-Eocene.

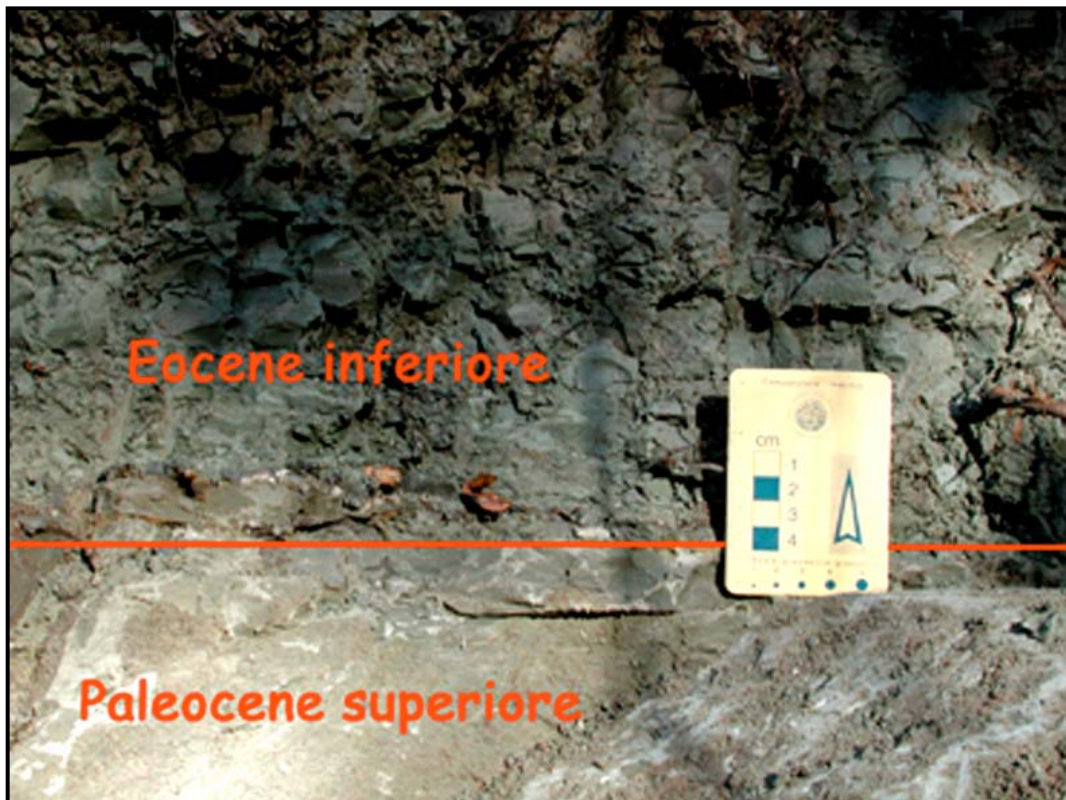


Fig. 6.20 Dettaglio della base della Clay Marly Unit nel segmento B della sezione del Torrente Forada.



Fig. 6.21a, b. La CMU e le soprastanti alternanze calcare-marna lungo il corso del Torrente Forada (segmento B).

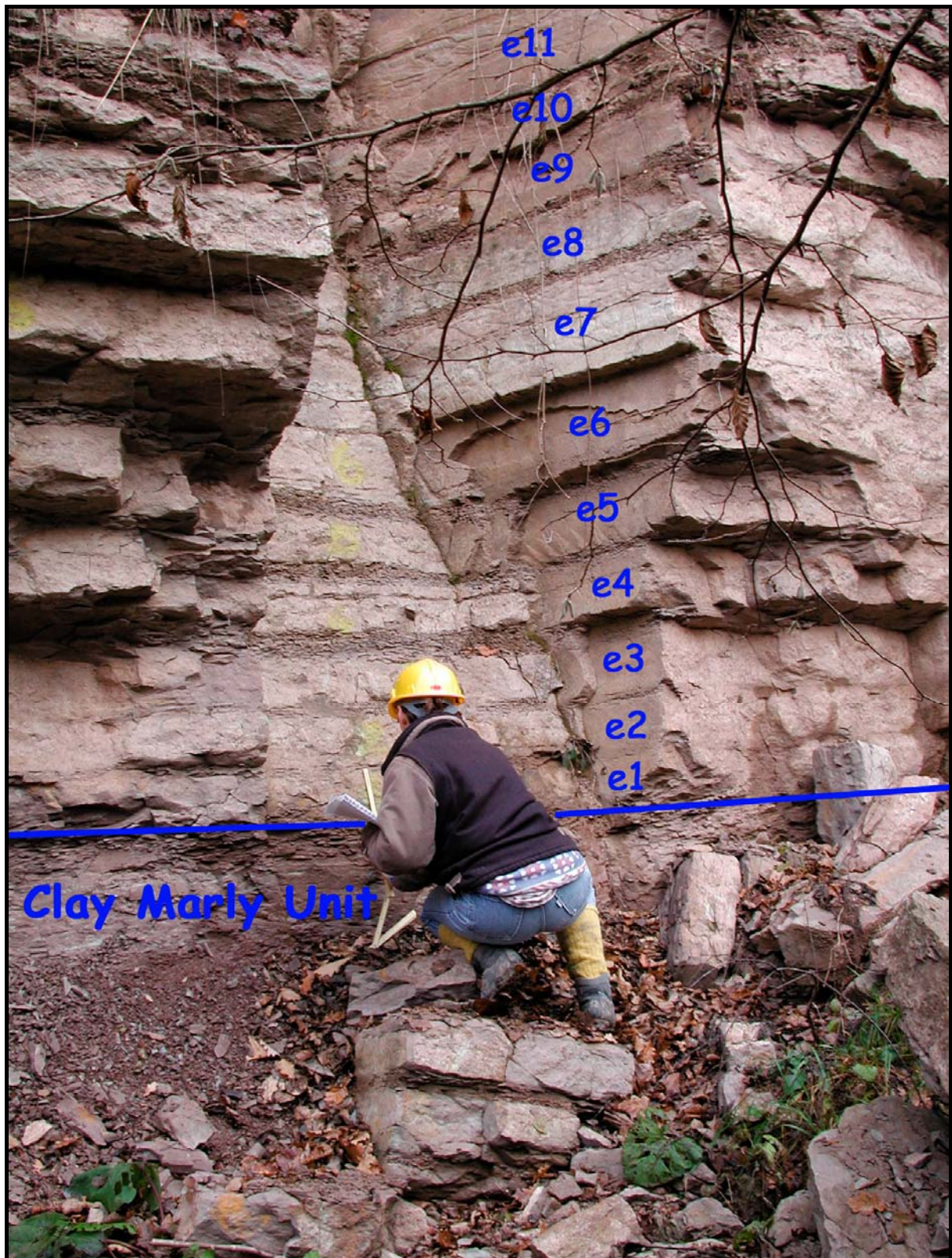


Fig. 6.22. Segmento B della sezione composta del Torrente Forada. Alternanze calcare-marna poggianti sopra la *Clay Marly Unit*.

probabilmente localizzata a sud est (Piattaforma Friulana ad es. Costa *et al.*, 1996; Luciani, 1997).

- I livelli calcarenitici del Torrente Forada sono stati nominati, dal basso verso l'alto, come di seguito: 1) "Luca *bed*"; 2) "Marco *bed*" e 3) "Matteo *bed*". Questi *bed* sono molto ravvicinati tra loro e giacciono entro i primi 5 metri sopra il limite K/T. In tutto il resto della sezione non sono stati osservati altri livelli torbiditici, a eccezione di 2 sottili livelletti biancastri ("Giovanni" e "Pietro" *bed*, spessi rispettivamente 1,5 e 2 cm), costituiti esclusivamente da *packstones* a foraminiferi planctonici, ubicati tra gli otto e i dieci metri sopra il limite K/T.
- Poco sopra il "Pietro *bed*" compaiono banconi di calcari marnosi e marne calcaree, dello spessore di circa 1/2 metro, ricchissimi in *Zoophycos* e, per questo, denominati "Zoophycos *beds*" (intervallo di circa 4-5 metri).
- Agli "Zoophycos *beds*" seguono 4-5 m di livelli molto calcarei (*wackestones*) a stratificazione *flaser* che passano gradualmente a calcari marnosi e marne calcaree bruno-rossicce fogliettate (unità "fogliettata") che in condizioni favorevoli di affioramento mostrano una spiccata ciclicità litologica.
- L'unità fogliettata è delimitata al tetto da un livello di marna grigio-verdastra spessa 20 cm, caratterizzata da un'icnofacies a *Chondrites* e *Zoophycos*.
- Al tetto della marna verdastra si osserva un marcato cambiamento litologico che caratterizza la base della CMU (limite Paleocene-Eocene) che è stata analizzata e campionata in estremo dettaglio come descritto di seguito (Appendice I). La CMU presenta uno spessore di 3,3 m ed un'articolazione litologica e paleoambientale molto peculiare e complessa. Al di sopra della citata marna grigio-verde a *Zoophycos* e *Chondrites* è presente un livello di marna argillosa grigiastra spessa 1,5 cm all'interno del quale è stato individuato l'evento di estinzione dei foraminiferi bentonici (BFE) che marca il limite Paleocene/Eocene (Figg. 6.19, 6.20). Sopra l'argilla marnosa è stata osservata una lamina di 2-3 mm di spessore di argilla nerastra. Al *black clay* segue un pacco di circa tre metri di argille e marne argillose verdi alla base e rosse nella parte medio-superiore (Fig. 6.21a, b) al di sopra della quale si osservano alternanze ritmiche calcare-marna per uno spessore complessivo di circa 4 metri (Fig. 6.22). Alle alternanze, sempre meno apprezzabili verso l'alto, seguono 15 metri di marne fogliettate rossastre con fiammature verdi. All'interno di queste marne è presente un disturbo tettonico di modesta entità a circa 8 metri dal *top* della CMU.

CAPITOLO 7

MATERIALI E METODI

7.1. METODI

In questo lavoro i campioni studiati sono stati preparati con il procedimento noto con il nome di “*smear slide*”. Tale metodo consiste nel disporre sul vetrino portaoggetto una quantità minima di materiale che, bagnato con una goccia di acqua distillata, viene spalmato con una cannuccia in modo da ottenere strisce con diversa densità di materiale. Il materiale viene fissato, dopo essere stato collocato sul vetrino portaoggetto, grazie ad un balsamo artificiale ad alto indice di rifrazione. Si provvede quindi alla chiusura del campione tramite il vetrino coprioggetto. Il processo porta ad una caratteristica distribuzione del materiale, che permette di individuare le forme più piccole nelle aree più diluite del vetrino, e rende più agevole l’operazione di conteggio delle forme durante l’analisi al microscopio.

Le analisi sono state effettuate adoperando il microscopio ottico polarizzatore a 1250 ingrandimenti. Lo studio al microscopio consiste di osservazioni a luce polarizzata, sia a *nicol* paralleli che a *nicol* incrociati. Entrambe queste indagini sono necessarie per la classificazione dei nannofossili calcarei. In particolare le osservazioni a *nicol* incrociati permettono di riconoscere le caratteristiche strutturali, mentre lo studio a *nicol* paralleli consente un’analisi delle caratteristiche morfologiche. Questo tipo di ricerca è proficua proprio per le caratteristiche ottiche dei nannofossili. Infatti essi sono costituiti di numerosi cristalli elementari di calcite, la cui disposizione determina il comportamento ottico a *nicol* incrociati (birifrangenza tipica o completa estinzione), che è fondamentale per la classificazione.

In ogni campione è stata effettuato uno studio preliminare qualitativo, seguendo i metodi proposti da Rio *et al.* (1990a, b), dell’associazione a nannofossili calcarei presente, in modo da determinare l’abbondanza e lo stato di preservazione del campione ed inoltre per un’analisi tassonomica completa. Successivamente sono stati eseguiti studi semiquantitativi e quantitativi seguendo i metodi proposti da Backman & Shackleton (1983), Rio *et al.*, (1990a, b) e Pospichal (1991).

L'approccio semiquantitativo consiste nella valutazione delle forme per mm^2 o 9mm^2 e sono stati svolti due tipi di conteggio:

- determinazione della frequenza di specie indicative all'interno di un conteggio svolto su tre traverse (N. individui/ 9mm^2)
- determinazione della frequenza di specie indicative all'interno di un conteggio svolto all'interno dei 50 campi (N. individui/ 1mm^2).

Il primo tipo di conteggio è stato utilizzato per le forme rare, come ad esempio le specie appartenenti ai generi *Rhomboaster* e *Tribrachiathus*, importanti dal punto di vista biostratigrafico, che difficilmente sarebbero rientrate nei conteggi di tipo quantitativo.

L'approccio quantitativo è stato eseguito tramite due tipi di conteggi:

- determinando la frequenza di specie indicative all'interno di un numero fissato di 500 individui,
- determinando la frequenza di specie indicative rispetto ad un numero prefissato di forme appartenenti alla stessa categoria tassonomica, ad esempio la frequenza delle specie di *Discoaster* è stata valutata rispetto a 30-50 esemplari, quella di *Sphenolithus* su almeno 100 sfenoliti.

7.2. MATERIALE STUDIATO

- Nella sezione del T. Cicogna, ubicata presso l'abitato di Tassei (BL) (Figg. 6.5, 6.6 e 6.7a, b), sono stati raccolti 150 campioni, di cui 81 sono stati oggetto del mio studio, l'intervallo medio tra i campioni analizzati è dell'ordine dei 50-60 cm.
- Nel segmento B della sezione del Torrente Forada, in prossimità dell'abitato di Tallandino (Figg. 6.6, 6.17a,b e 6.18, sono stati raccolti oltre 170 campioni in uno spessore di circa 28 m, di cui 155 oggetto del mio studio. In particolare, nell'affioramento della CMU in corrispondenza della "Briglia" è stata eseguita una campionatura in altissima risoluzione (mediamente 2-5 cm).

Su queste successioni sono stati compiuti studi sui nannofossili calcarei con fini biostratigrafici, che hanno comportato principalmente analisi eseguite con i metodi quantitativi e semiquantitativi presentati nel paragrafo precedente (§ 7.1). In particolare per la sezione del Torrente Forada si è determinata la frequenza di *Fasciculithus*, *Thoracosphaera* e *Discoaster* contando le forme presenti in 1mm^2 .

CAPITOLO 8

LA CICLICITÀ NELLA SEZIONE DEL TORRENTE FORADA

E' sembrato opportuno, per meglio comprendere le datazioni effettuate su basi astrociclostratigrafiche in questo lavoro, riportare i risultati ottenuti dal dott. Giusberti (2002) riguardo la ciclicità osservabile nella sezione del Torrente Forada.

Si è evidenziata una vistosa ciclicità al tetto della CMU dove sono state identificate e numerate 13 *couplet* di calcare-marna (foto Fig. 6.21), che con ogni probabilità rappresentano cicli di precessione (19-23 Ky, che è il periodo orbitale che controlla la ciclicità alle medie latitudini nella parte inferiore del Paleogene; Herbert *et al.*, 1995). I cicli da 1 a 5/6 di questo intervallo di *couplet* corrispondono alla CIE. Il contenuto in carbonato nella parte marnosa della *couplet* è del 45-50% mentre in quella calcarea è del 65-75%.

Entro la CMU non sono evidenti fenomeni di ciclicità litologica, come peraltro nelle altre successioni finora esaminate (e.g. SU di Zumaya, Schmitz *et al.*, 2001). Tuttavia, la calcite mostra una tendenza all'aumento ed una debole variabilità ciclica (Fig. 8.1), che si confronta con quanto osservato nel Maud Rise (Fig. 8.2). In particolare, in figura 8.1 abbiamo identificato entro la CMU cinque cicli nella calcite che si confrontano bene con quelli dell'intensità della calcite nel Maud Rise (Fig. 8.2). Questi cinque cicli trovano riscontro nella ciclicità (di maggiore chiarezza) dell'ematite (Fig. 8.1). Questa, entro la CMU, mostra cinque marcate oscillazioni anticovarianti con i deboli cicli della calcite (Fig. 8.1). Quest'intervallo con le cinque oscillazioni dell'ematite precede l'intervallo di risalita del $\delta^{13}\text{C}$ (Fig. 8.1). E' da notare che anche nel Maud Rise nell'intervallo che precede l'inizio della risalita del $\delta^{13}\text{C}$ sono chiari cinque cicli nell'intensità del ferro, che, in analogia con l'ematite nella nostra sezione, si perdono nella parte superiore del CIE (si veda la figura 3 in Röhl *et al.*, 2000).

Un'altra forma di ciclicità osservata nella sezione studiata è rappresentata dalle fluttuazioni del numero di radiolari che sono presenti nella CMU (Fig. 8.1). Questi compaiono 20 cm sopra il BFE e sono presenti in modo significativo nell'intervallo

FORADA SECTION

SITE 690

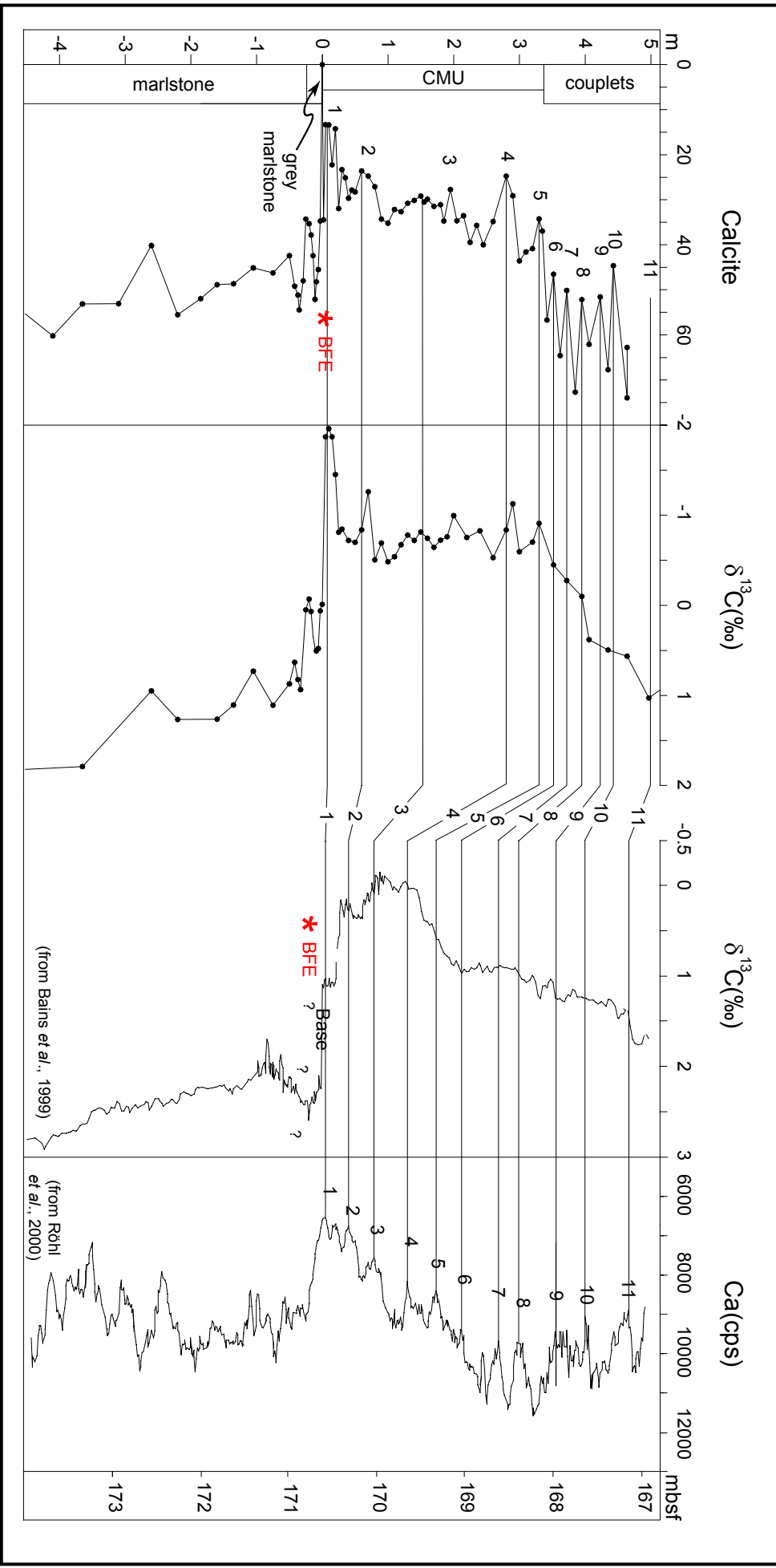


Fig. 8.1. Confronto tra le ciclicità presenti nella sezione del Torrente Forada e quelle presenti nella successione del Sito 690 (Maud Rise).

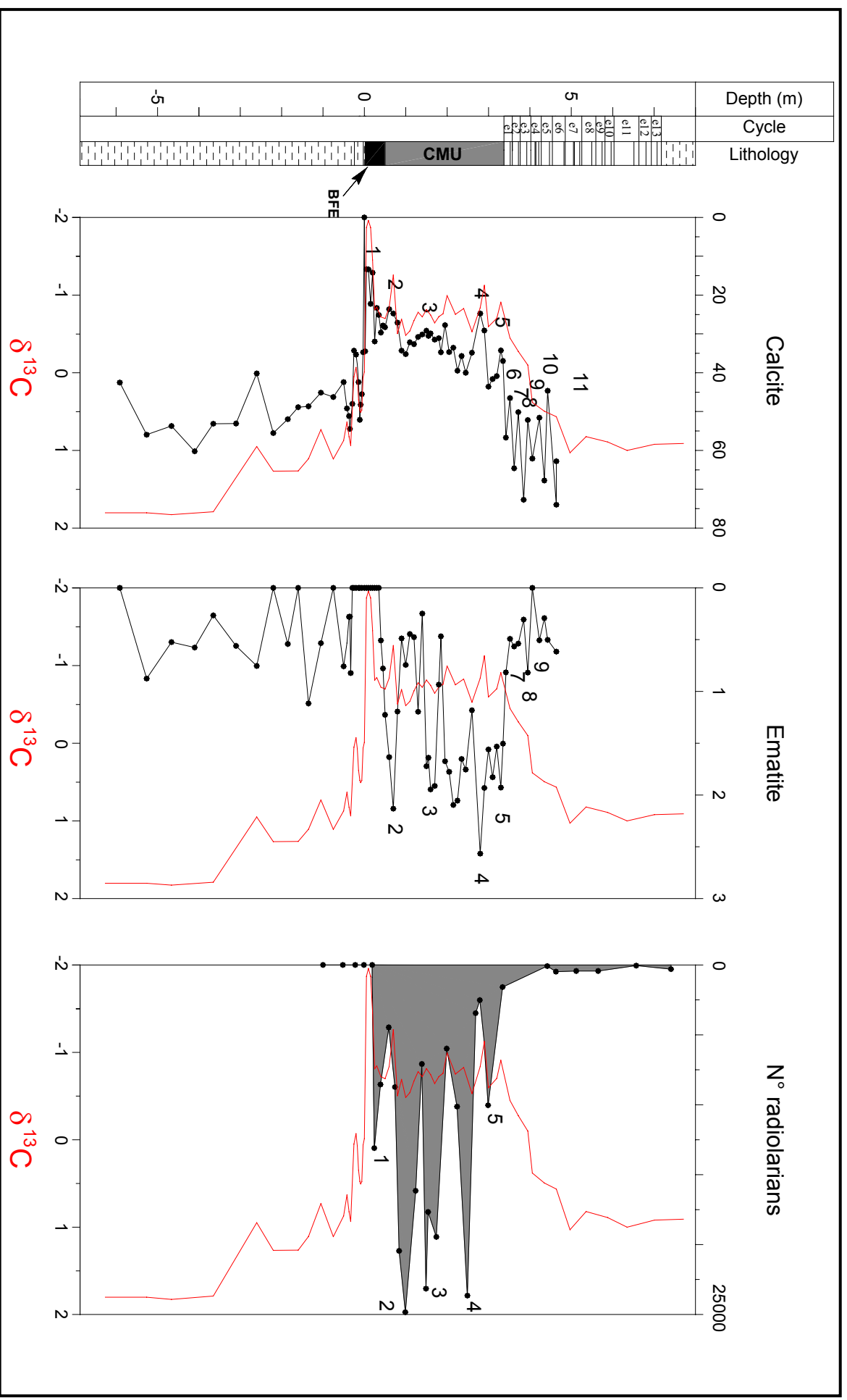


Fig. 8.2. Le ciclicità riscontrate nel segmento B della sezione del Torrente Forada (calcite, ematite e numero di radiolari) confrontate con la curva del $\delta^{13}C$.

con l'ematite, e cioè, fino al punto di flesso della curva del $\delta^{13}\text{C}$ (Fig. 8.1). Anche i radiolari, come l'ematite e la calcite, individuano cinque fluttuazioni, che potrebbero essere legate a cicli di produttività.

In sintesi, nelle sezione del T. Forada sembra che la CIE corrisponda a 10-11 cicli in analogia con gli 11 cicli di precessione individuati da Röhl *et al.* (2000) nel Maud Rise (Fig. 8.2).

CAPITOLO 9

RISULTATI

In questo capitolo si riportano i dati analitici ottenuti dallo studio dei nannofossili calcarei.

La tassonomia adottata è riportata nell'appendice tassonomica, mentre i *taxa* più significativi trovati sono raffigurati nell'atlante fotografico.

Come sottolineato nel capitolo 1 uno degli obiettivi della presente tesi è l'individuazione dei principali bioeventi dell'intervallo che va dal Paleocene superiore all'Eocene inferiore. Per raggiungere tale scopo è stata esaminata la sezione del Torrente Cicogna. Ad una prima analisi la sezione è risultata idonea tranne che nella parte basale dove i campioni studiati, immediatamente sopra il limite P/E, sono risultati sterili a causa di una serie di piccoli tagli suborizzontali. Per questo motivo è stata indagata la sezione del Torrente Forada che è apparsa immediatamente completa ed espansa nell'intervallo critico. Questo ha permesso, in primo luogo di individuare i biorizzonti mancanti nella sezione del Torrente Cicogna, e quindi di ricostruire una successione apparentemente completa degli eventi del Paleocene superiore - Eocene inferiore.

9.1. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE ASSOCIAZIONI PRESENTI NELLA SEZIONE DEL TORRENTE CICOGNA E NEL SEGMENTO B DELLA SEZIONE DEL TORRENTE FORADA

Caratteristiche generali delle associazioni presenti nella sezione Torrente Cicogna

Lungo l'intera successione stratigrafica (Fig. 9.1, 9.2a-m) il contenuto di fossili è da comune ad abbondante e l'associazione si presenta abbastanza diversificata. Lo stato di preservazione del materiale va da moderato a buono, tranne che nell'intervallo di dissoluzione che marca la base della CMU dove sono stati rinvenuti alcuni campioni sterili (CGN +20, CGN +22 e CGN +32).

In alcuni casi sono presenti forme disciolte e/o ricristallizzate. Si osserva inoltre la presenza costante, lungo la sezione, di rimaneggiamento di forme cretacee.

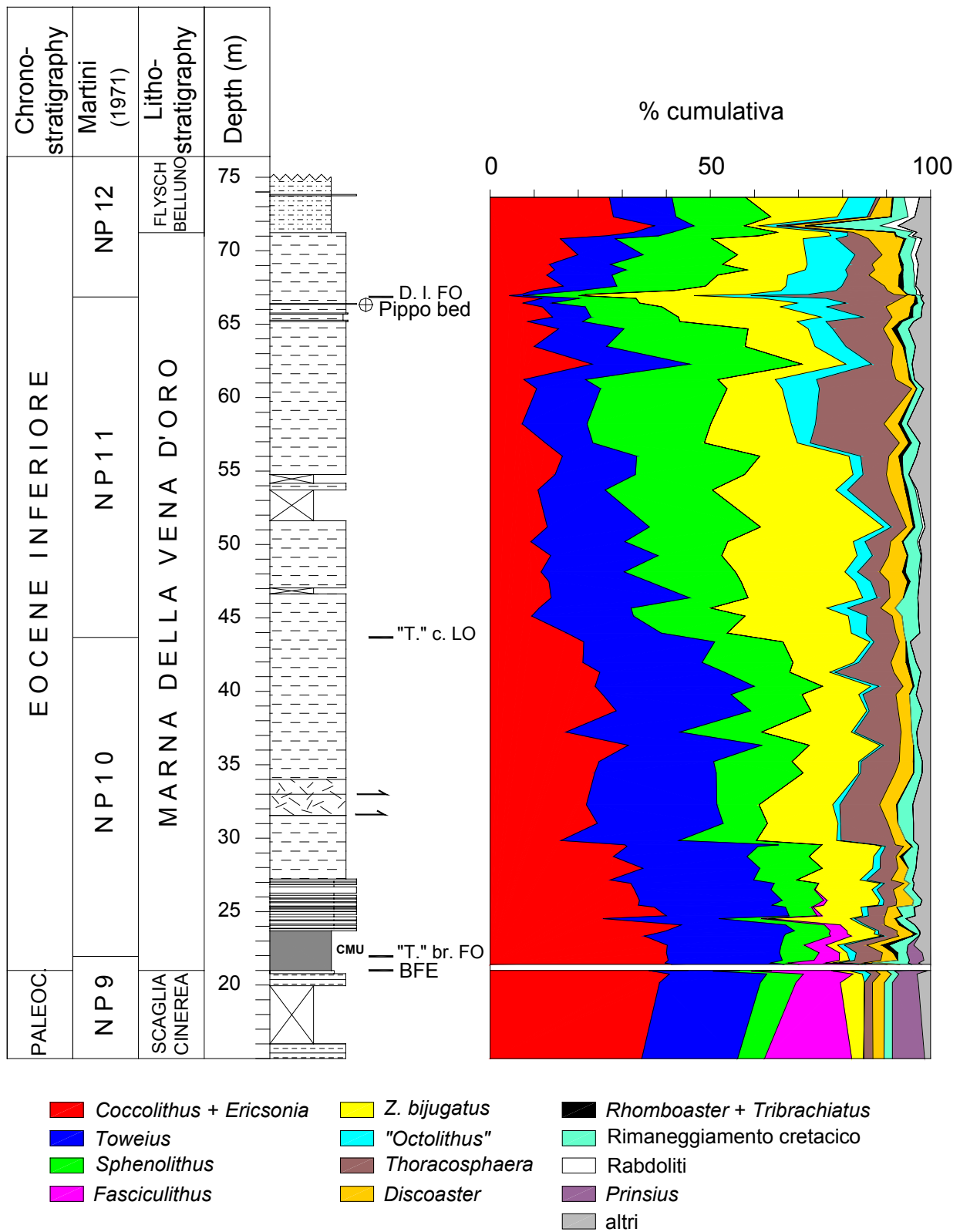


Fig. 9.1. Percentuale cumulativa dei principali generi di nannofossili calcarei presenti nella sezione del Torrente Cicogna.

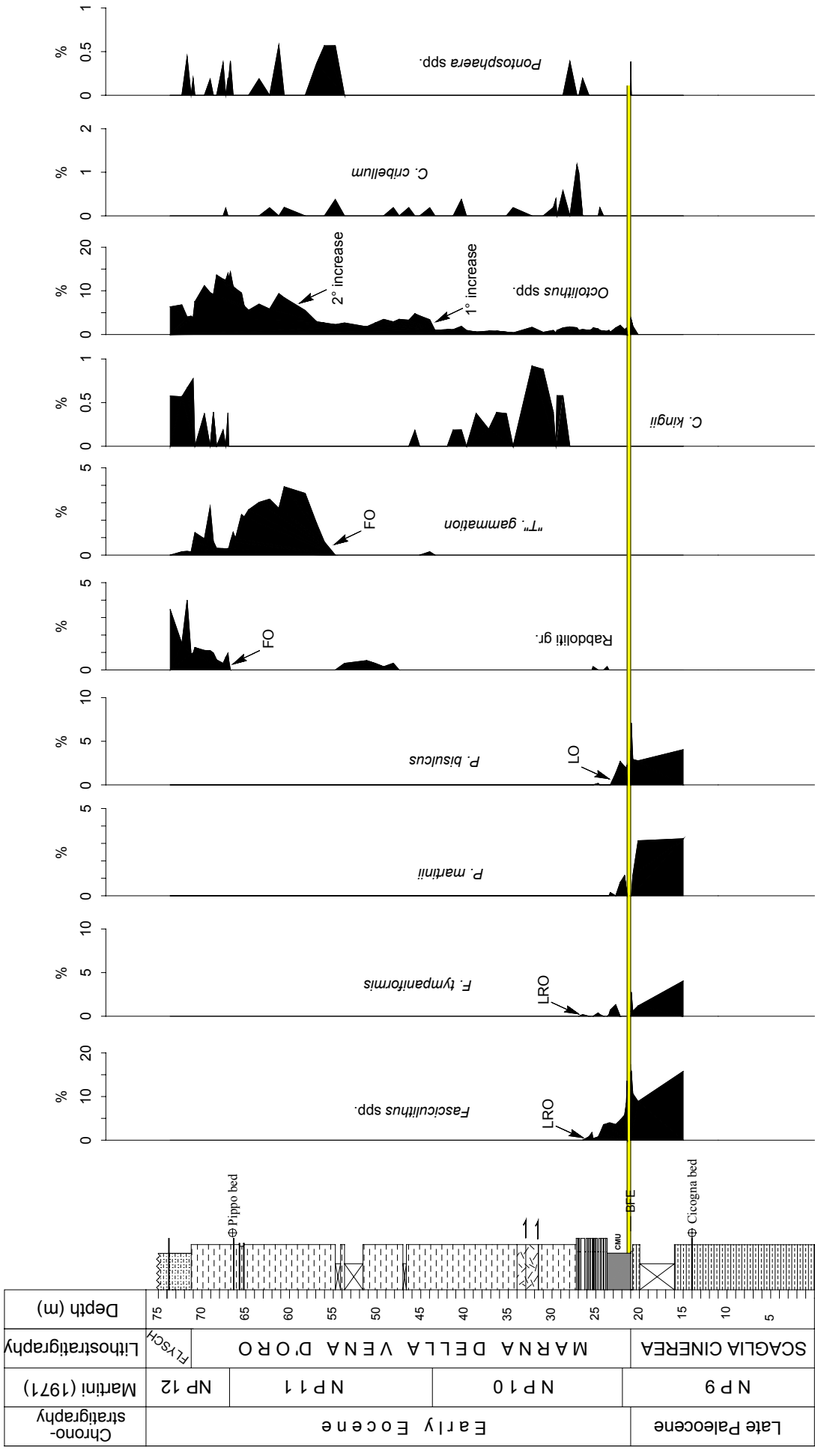


Fig. 9.2a. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie indicative, valutata su un conteggio di 500 esemplari.

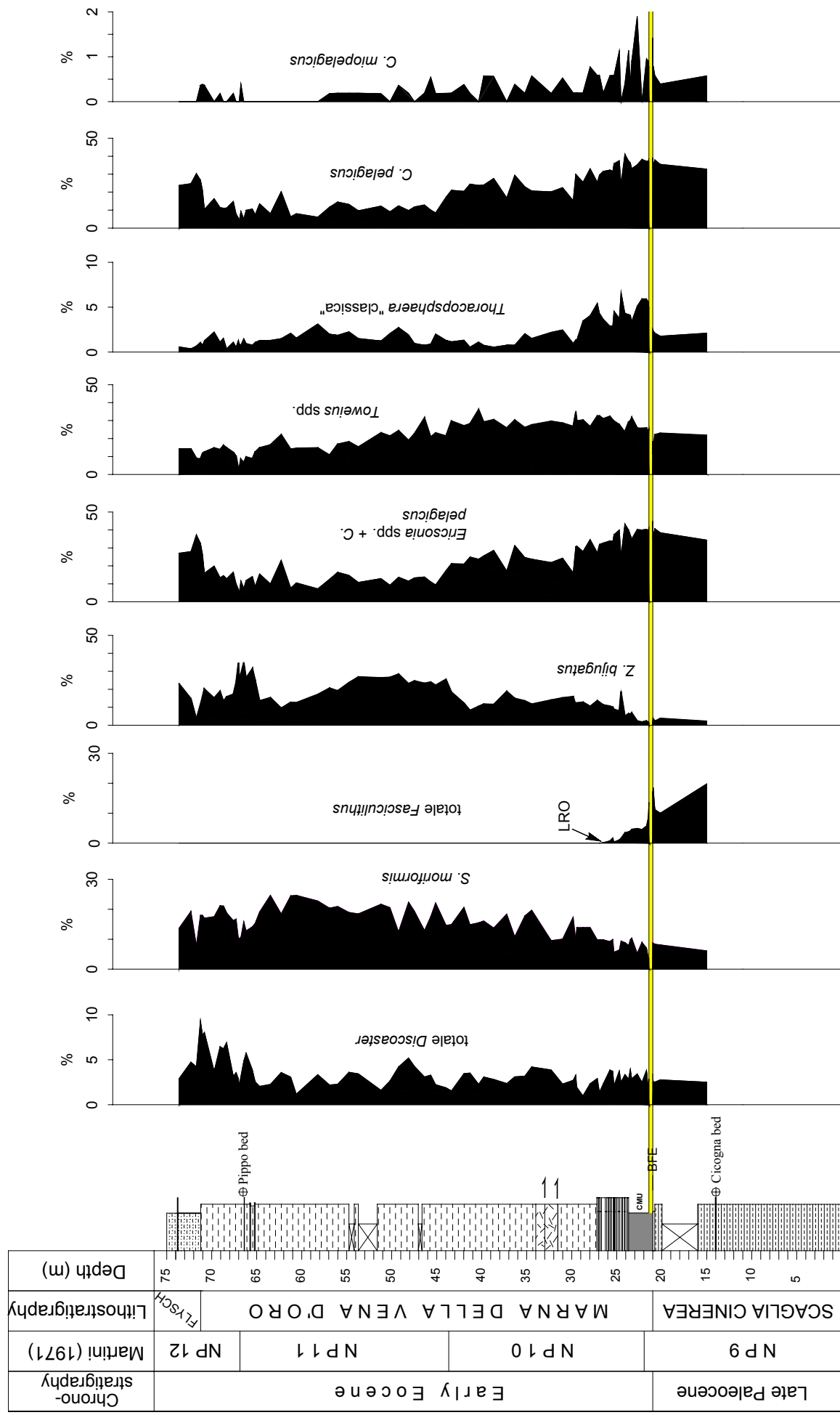


Fig. 9.2b. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie indicative, valutata su un conteggio di 500 esemplari.

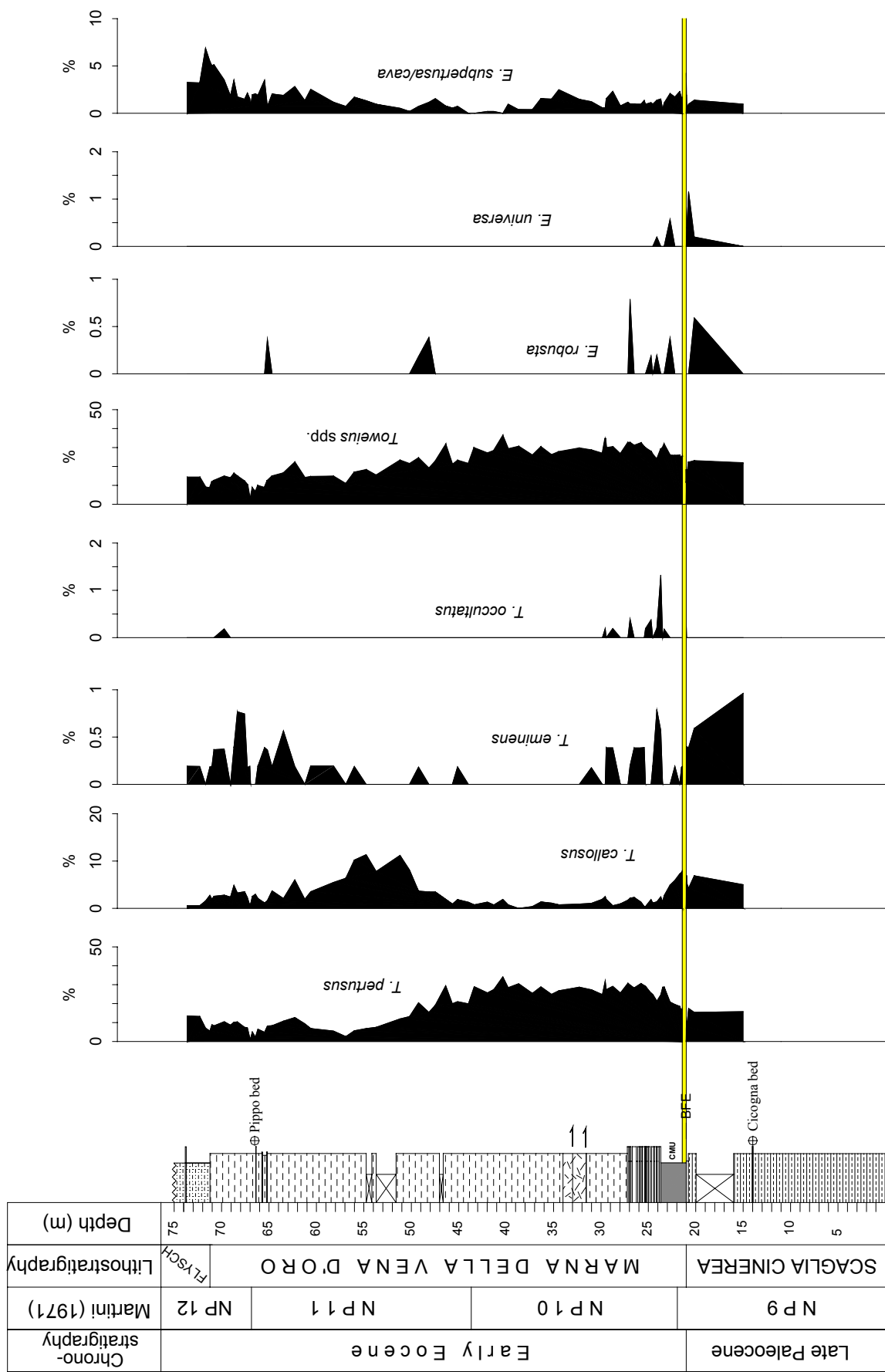


Fig. 9.2c. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie indicative, valutata su un conteggio di 500 esemplari.

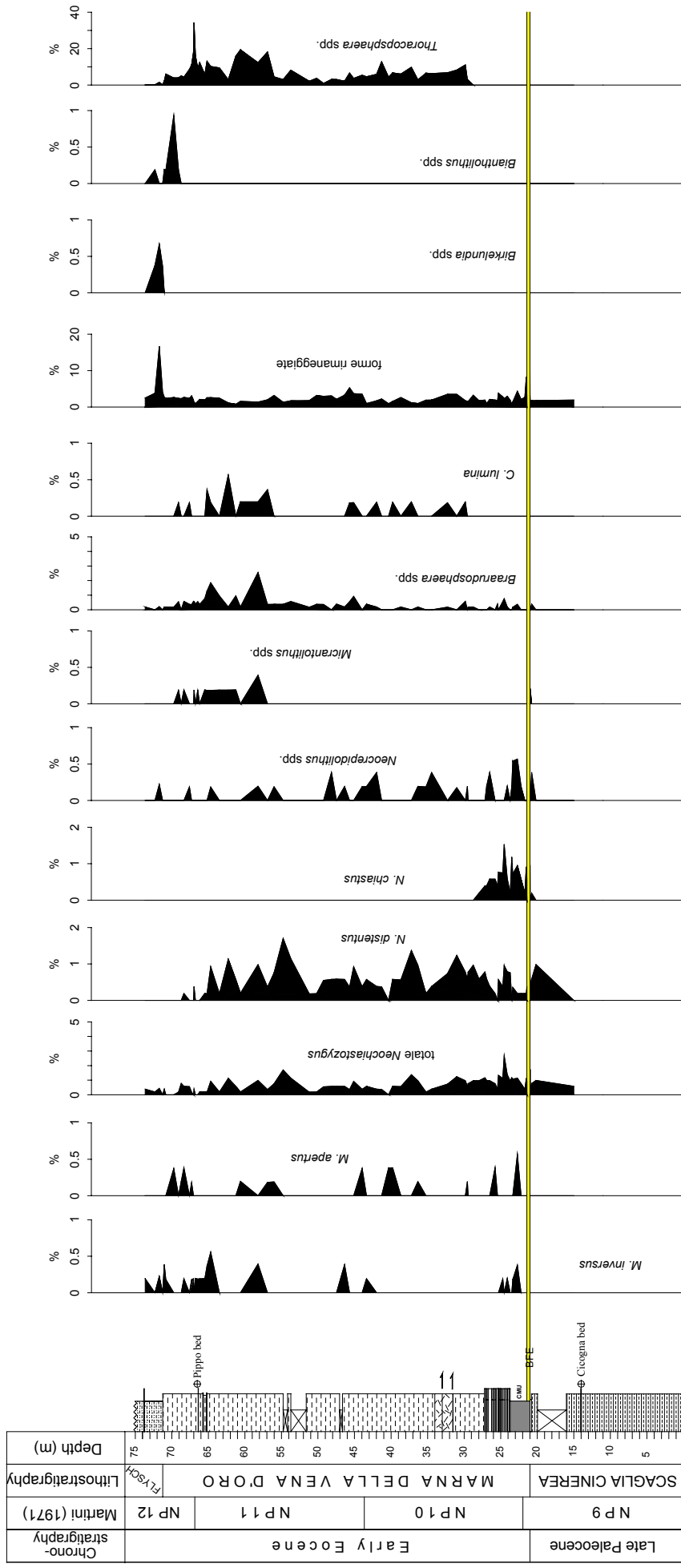


Fig. 9.2d. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie indicative, valutata su un conteggio di 500 esemplari.

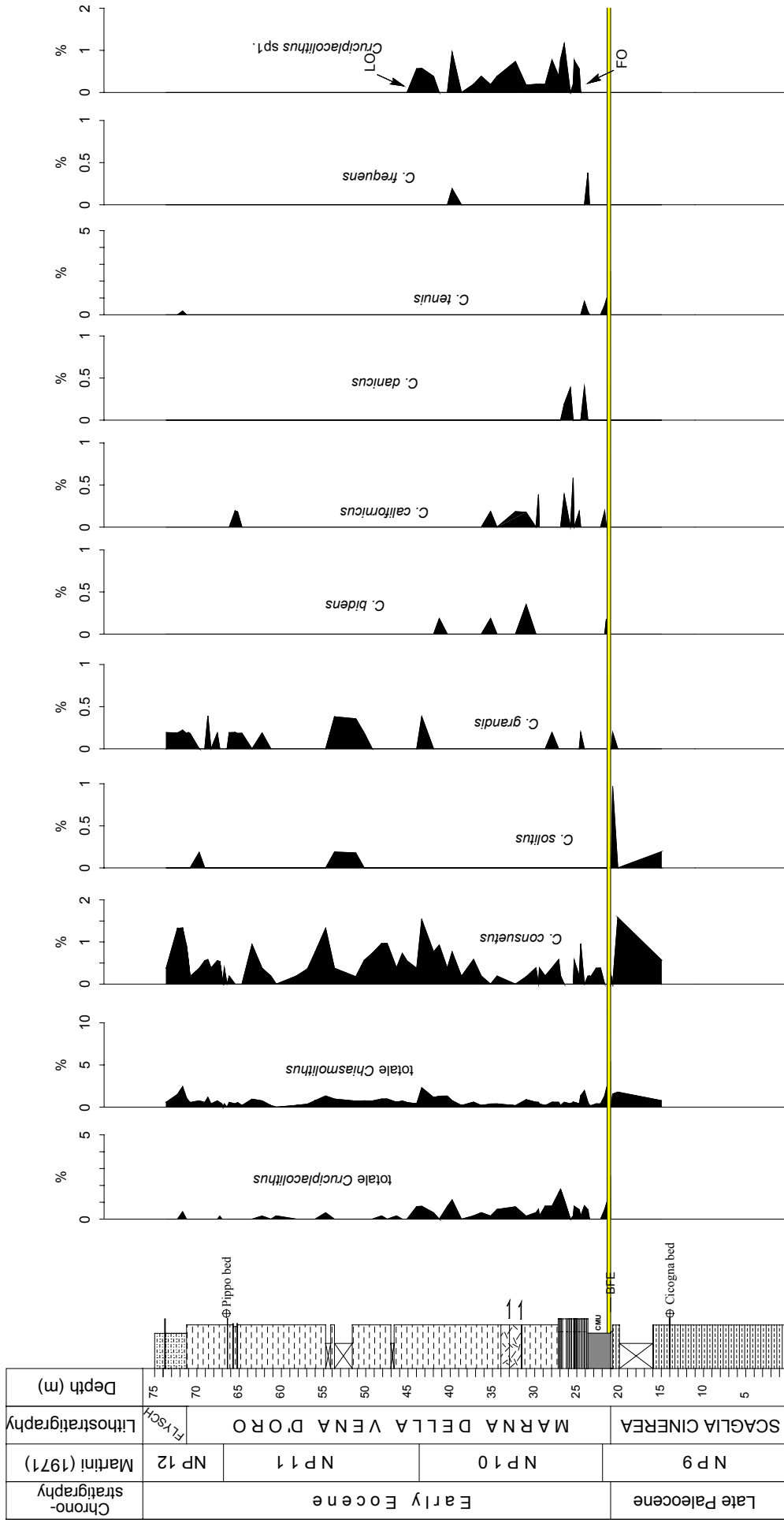


Fig. 9.2e. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie indicative, valutata su un conteggio di 500 esemplari.

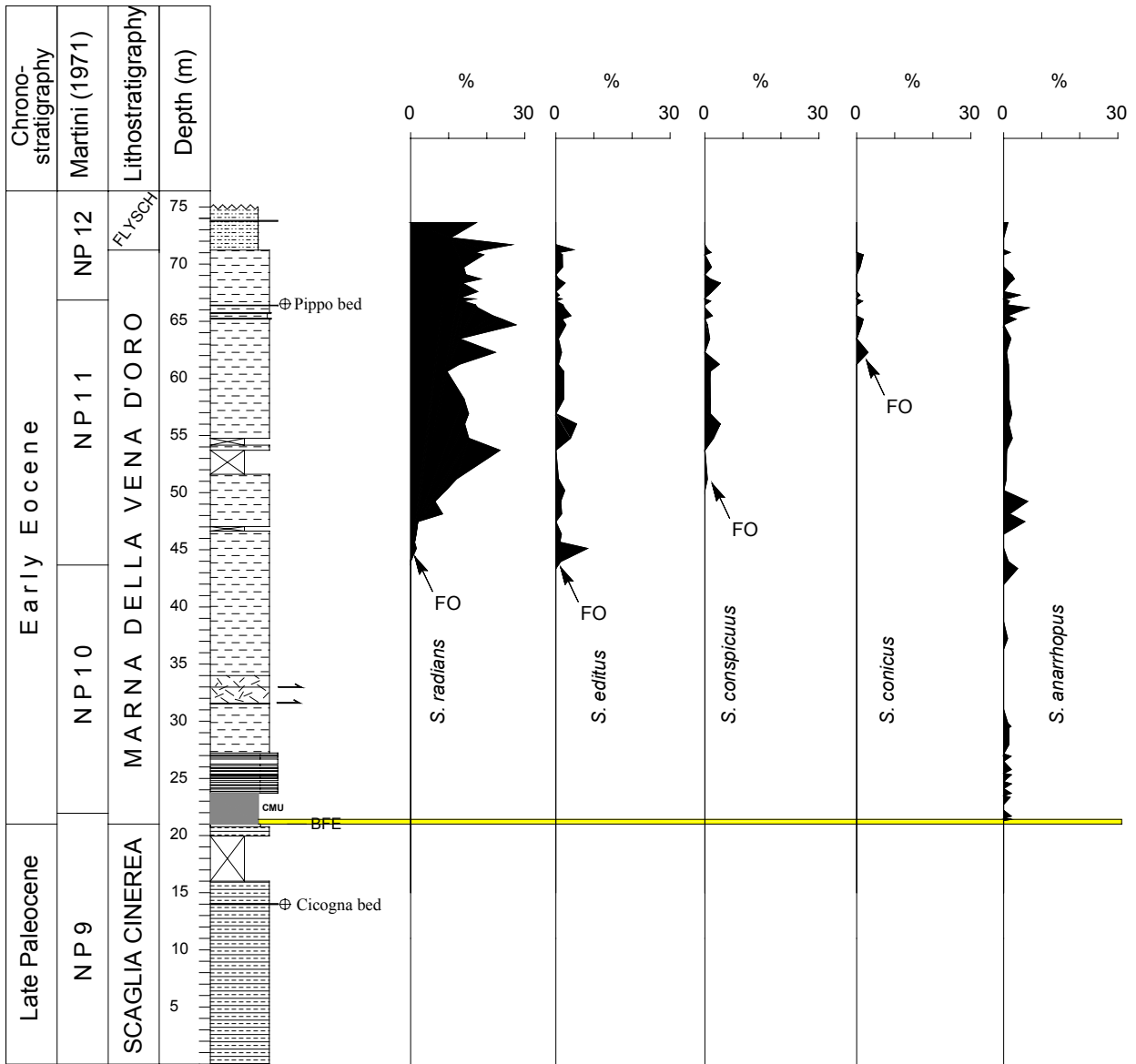


Fig. 9.2f. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie appartenenti al genere *Sphenolithus*, valutata su un numero di almeno 100 esemplari.

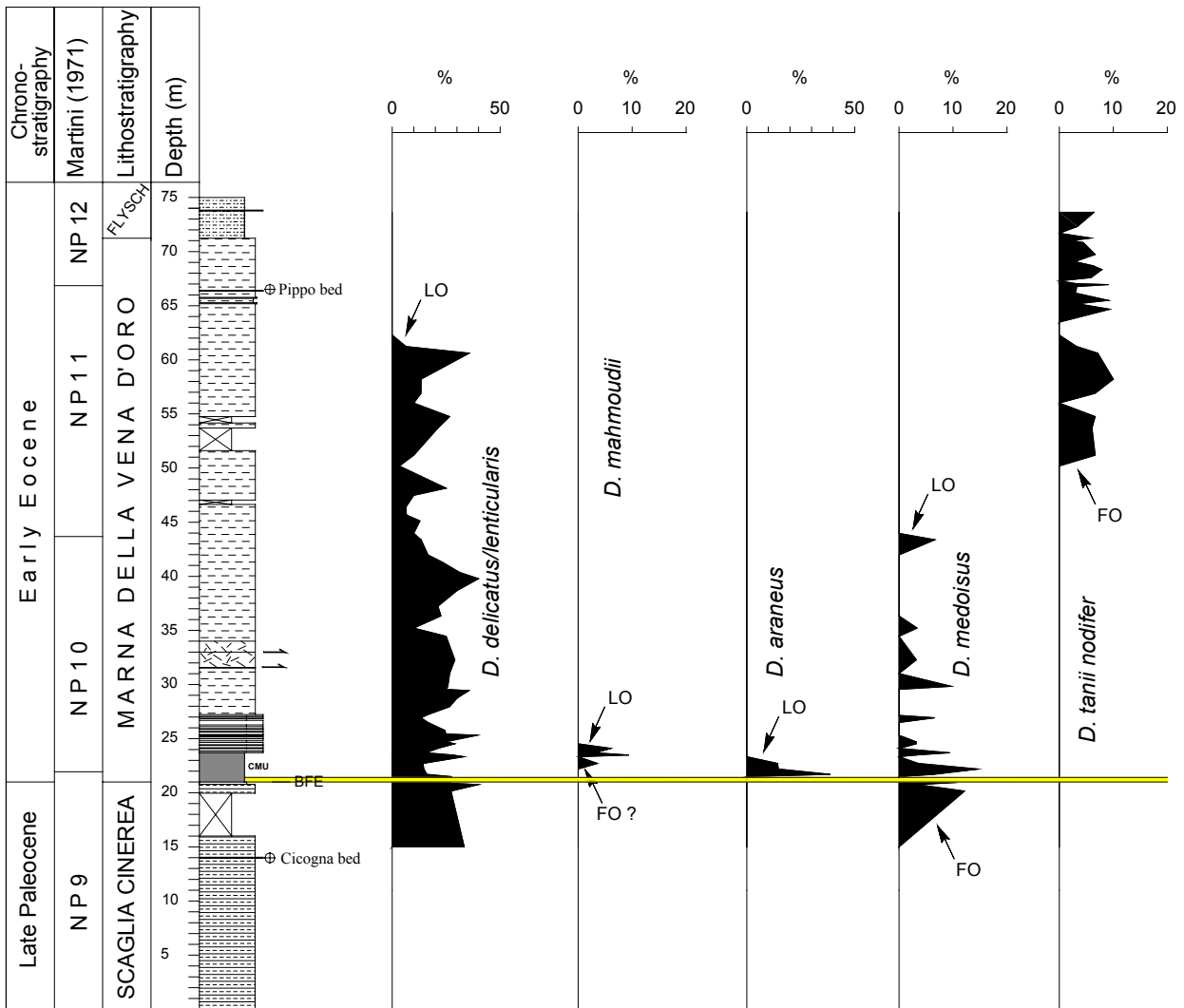


Fig. 9.2g. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie appartenenti al genere *Discoaster*, valutata su un numero di almeno 30 esemplari.

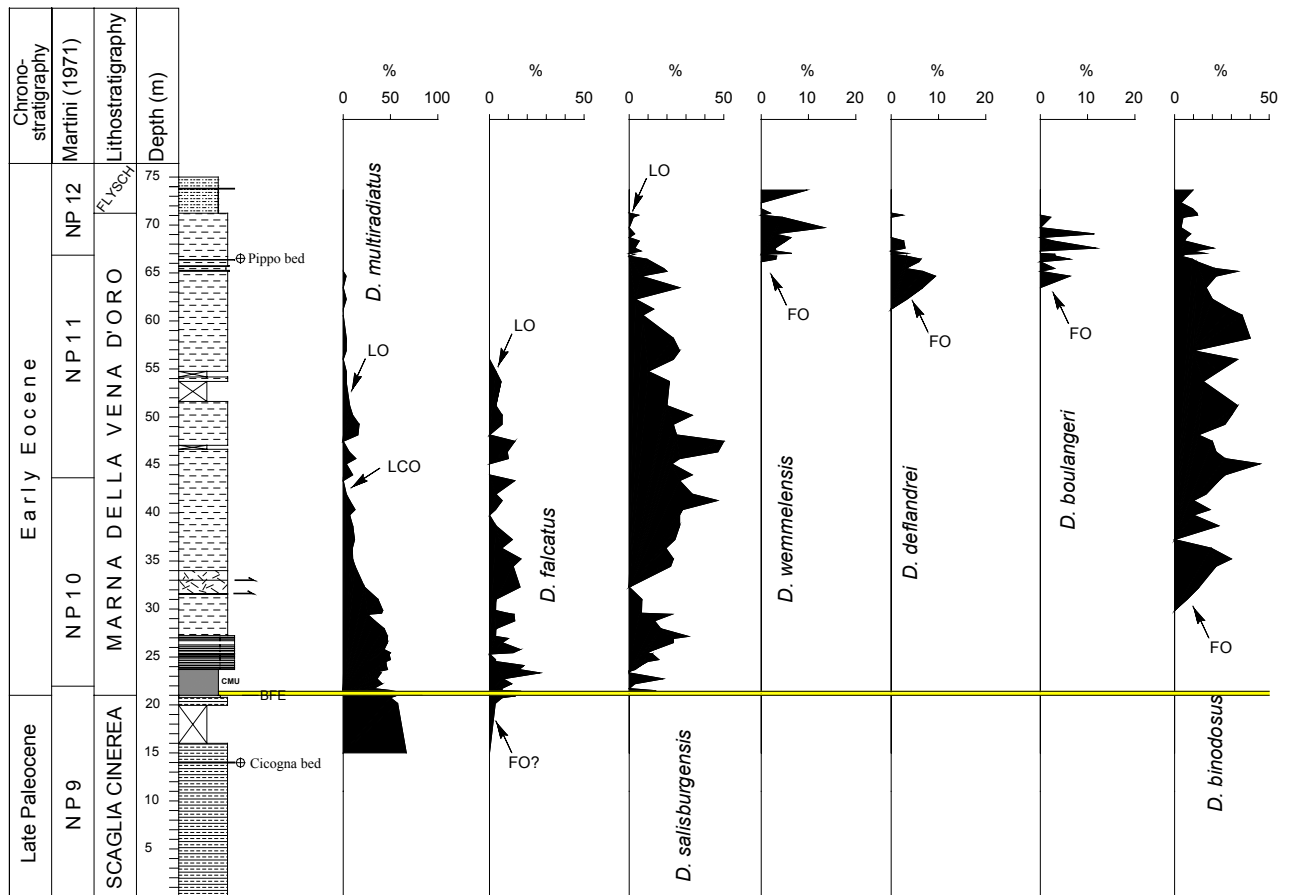


Fig. 9.2h. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie appartenenti al genere *Discoaster*, valutata su un numero di almeno 30 esemplari.

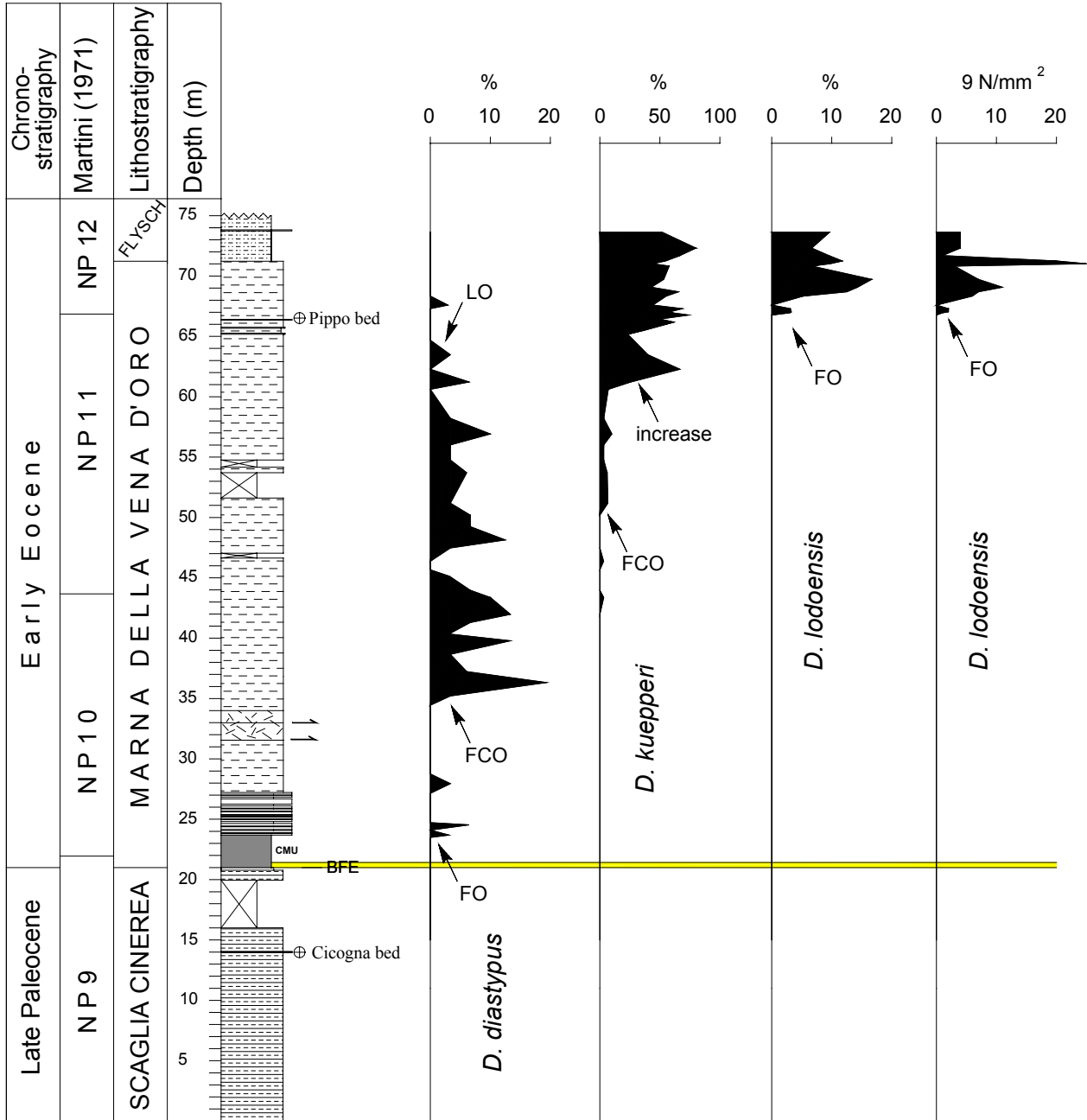


Fig. 9.2i. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie appartenenti al genere *Discoaster*, valutata su un numero di almeno 30 esemplari o su 9mm².

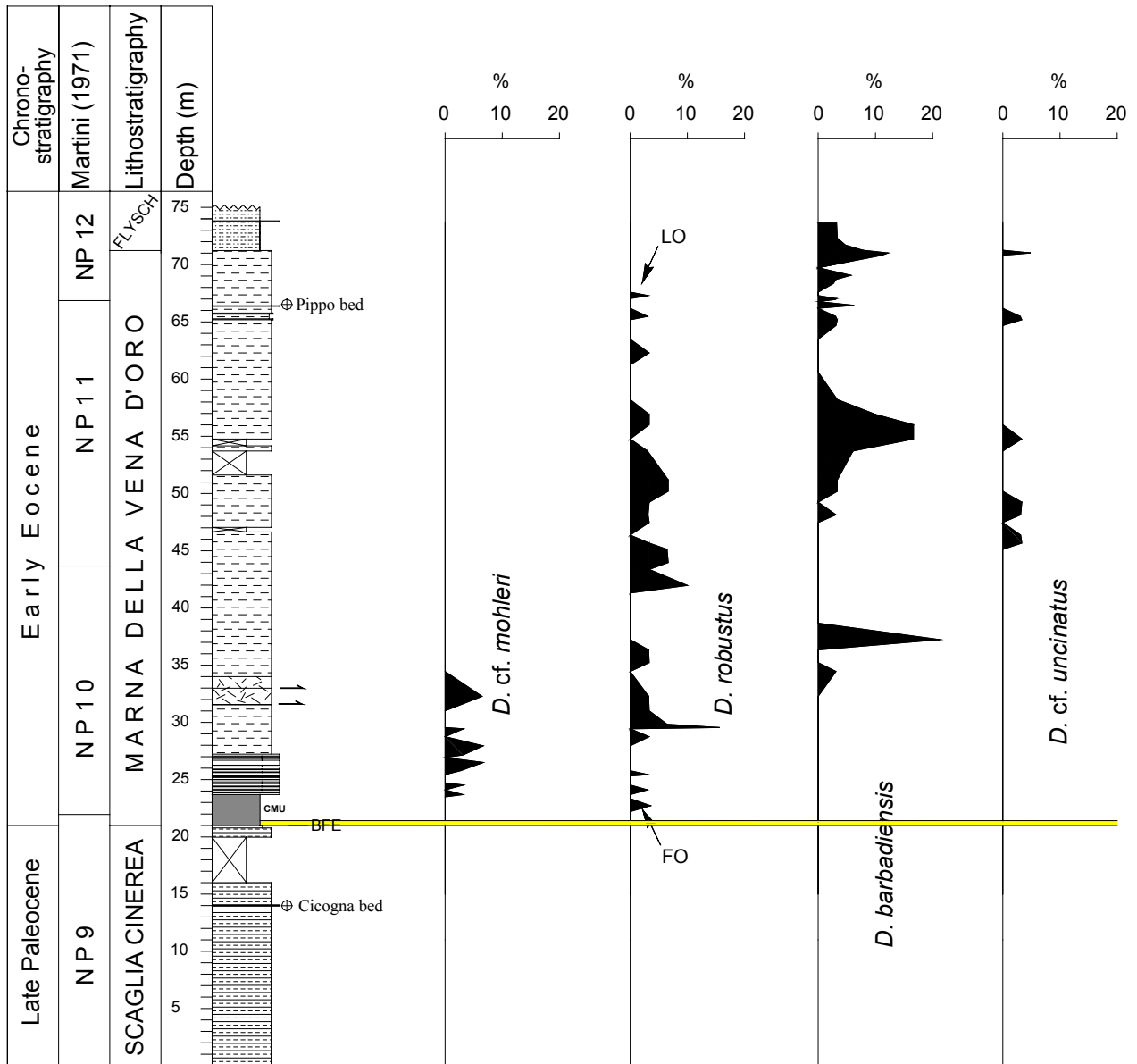


Fig. 9.21. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione di specie appartenenti al genere *Discoaster*, valutata su un numero di almeno 30 esemplari.

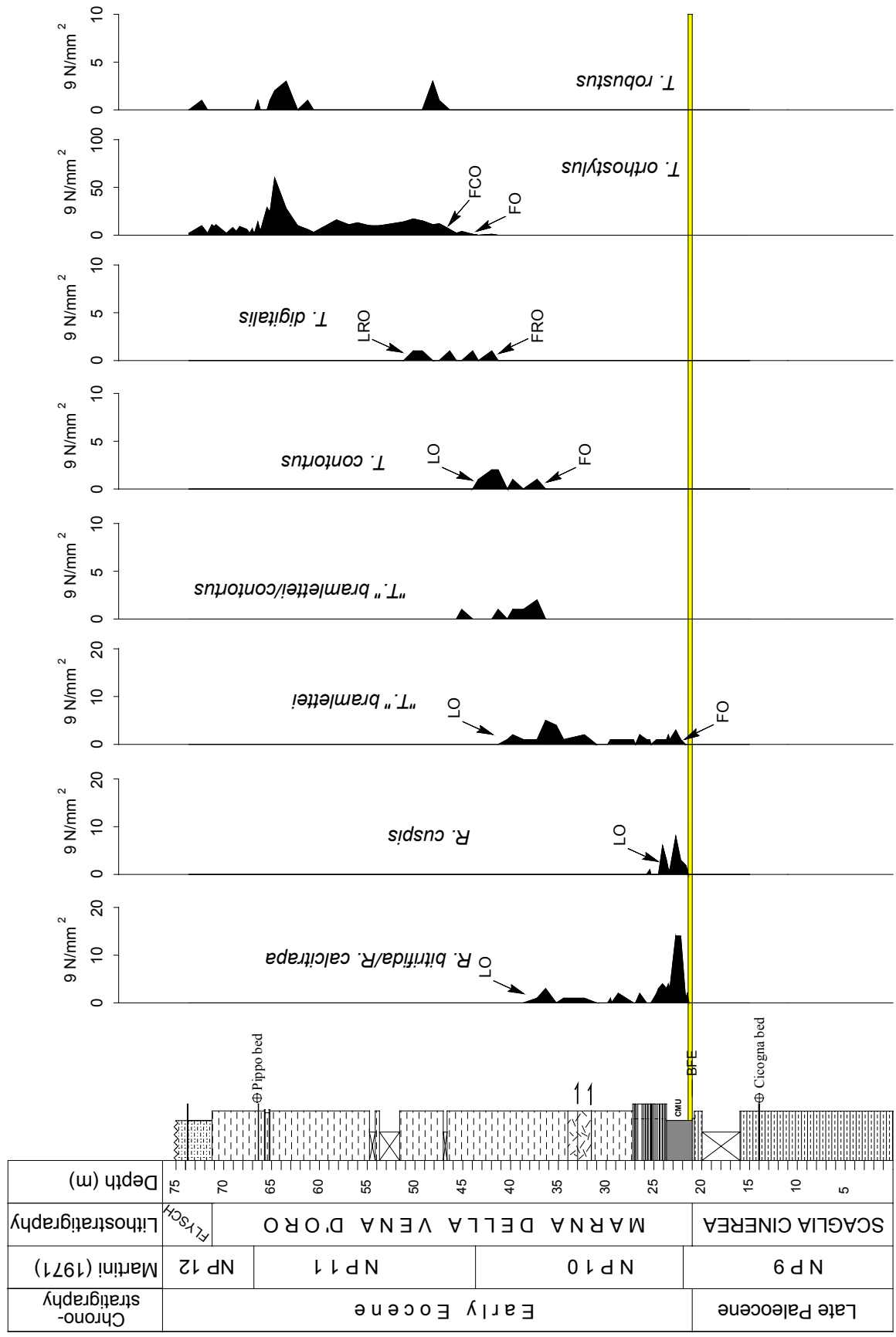


Fig. 9.2m. Sezione del Torrente Cicogna. Modalità di distribuzione dei generi *Rhombosaster* e *Tribrachiatrus*, valutata su un'area di 9 mm².

Nel Paleocene superiore le associazioni sono dominate da placoliti (*Coccolithus*, *Ericsonia*, *Prinsius* e *Toweius*), fasciculiti e sfenoliti. Decisamente subordinati risultano i generi *Zygrhablithus*, "*Octolithus*", *Thoracosphaera*, *Discoaster* ed altri generi sono marginali (*Chiasmolithus*, *Cruciplacolithus*, *Markalius*, *Micrantholithus* e *Braarudosphaera*) (Fig. 9.1).

Appena sopra l'intervallo sterile si osserva un'alta speciazione nell'ambito dei generi *Discoaster* (*D. areneus*, *D. mahmoudii*, *D. robustus*, *D. salisburgensis*) e *Rhomboaster/Tribrachiatus* (*R. calcitraba/R. bitrifida*, *R. cuspis*, *T. bramlettei*; Fig. 9.2g-m), alcuni dei quali sono noti in letteratura come CNET (*Calcareous Nannofossil Excursion Taxa*) (Aubry et al., 2002).

Risalendo nella successione stratigrafica si riscontra l'estinzione del genere *Prinsius* e appena sopra del genere *Fasciculithus* (Fig. 9.2a, b). Nel medesimo intervallo si nota un incremento dei generi *Sphenolithus* e *Zygrhablithus* che vanno a costituire una parte importante dell'associazione a nannofossili calcarei (Fig. 9.1).

Continuando lungo la successione si rileva l'aumento dei generi *Thoracosphaera* e "*Octolithus*" oltre che dei già citati *Sphenolithus* e *Zygrhablithus*, che diventano gli elementi prevalenti dell'associazione, mentre i placoliti mostrano una diminuzione graduale, fino a ricoprire un ruolo subordinate all'interno dell'associazione (Fig. 9.1).

All'incirca all'altezza del "*Pippo bed*", si riscontra un'anomala presenza di *Thoracosphaera*, che arriva a costituire il 35% dell'associazione totale (Fig. 9.1).

Immediatamente sopra la base del Flysch di Belluno si osserva, in un livello costituito da un'argilla grigio-antracite, la presenza cospicua di forme rimaneggiate cretacee (Fig. 9.1).

Caratteristiche generali delle associazioni presenti nella sezione del segmento B del Torrente Forada

Nella sezione del Torrente Forada non è stato effettuato lo studio quantitativo dell'intera associazione ma solo di alcuni *taxa* (Figg. 9.3a, b, 9.4a, b). Le osservazioni effettuate si devono quindi limitare ad una caratterizzazione sommaria.

Il contenuto in nannofossili calcarei è mediamente abbondante e lo stato di preservazione dell'associazione è moderato, tranne che nei primi 40 cm della CMU entro i quali si hanno forti evidenze di dissoluzione ed il contenuto in nannofossili calcarei si riduce sensibilmente (sono presenti prevalentemente *Coccolithus*, rari *Fasciculithus*, *Thoracosphaera* e *Discoaster*).

Age	Biostratigraphy	Depth (m)	Cycle	Lithology
Paleocene	N P 9	-5		BFE
Eocene	N P 10	5	e12	CMU
			e11	
			e10	
			e9	
			e8	
			e7	
			e6	
			e5	
			e4	
			e3	
			e2	
			e1	

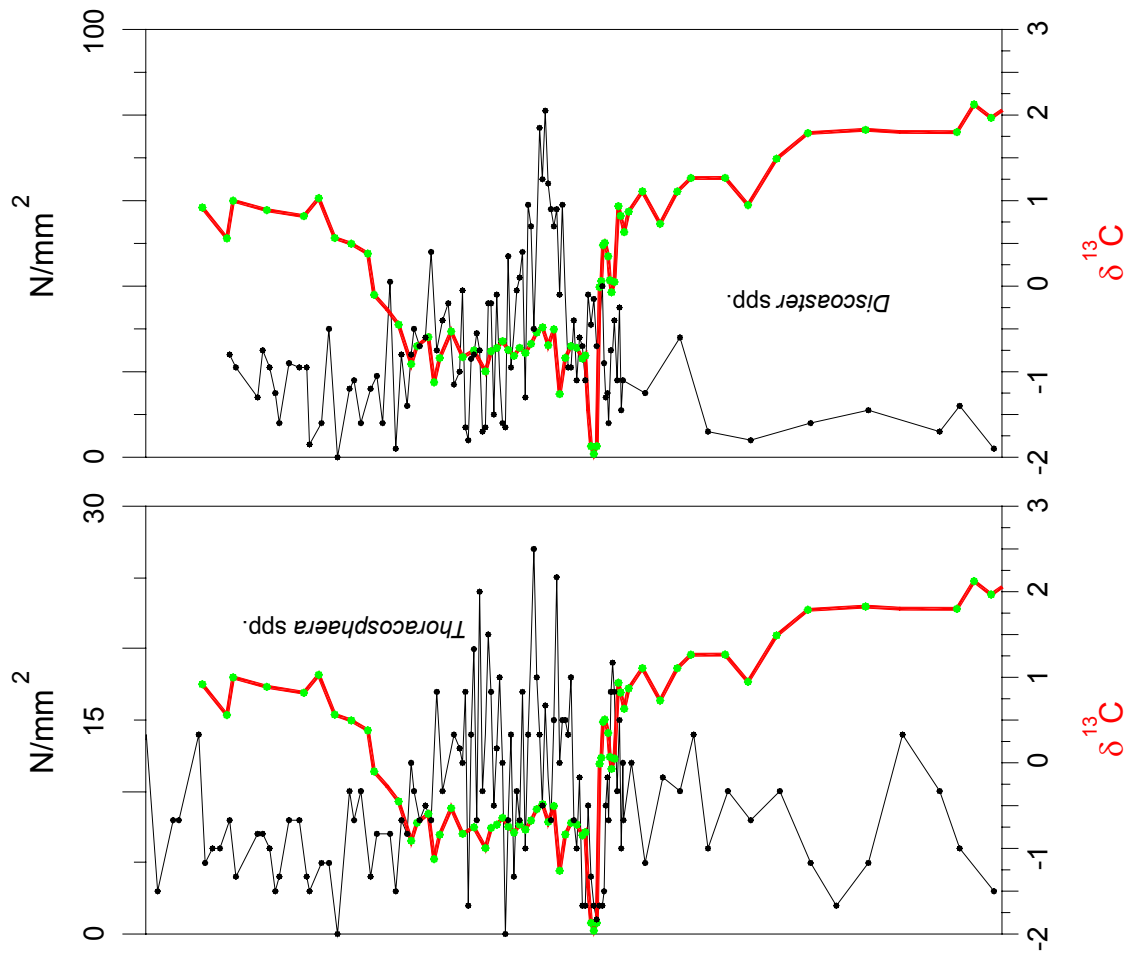


Fig. 9.3a. Sezione del Torrente Forada. Modalità di distribuzione dei generi *Thoracosphaera* e *Discoaster*, valutata su un'area di 1 mm².

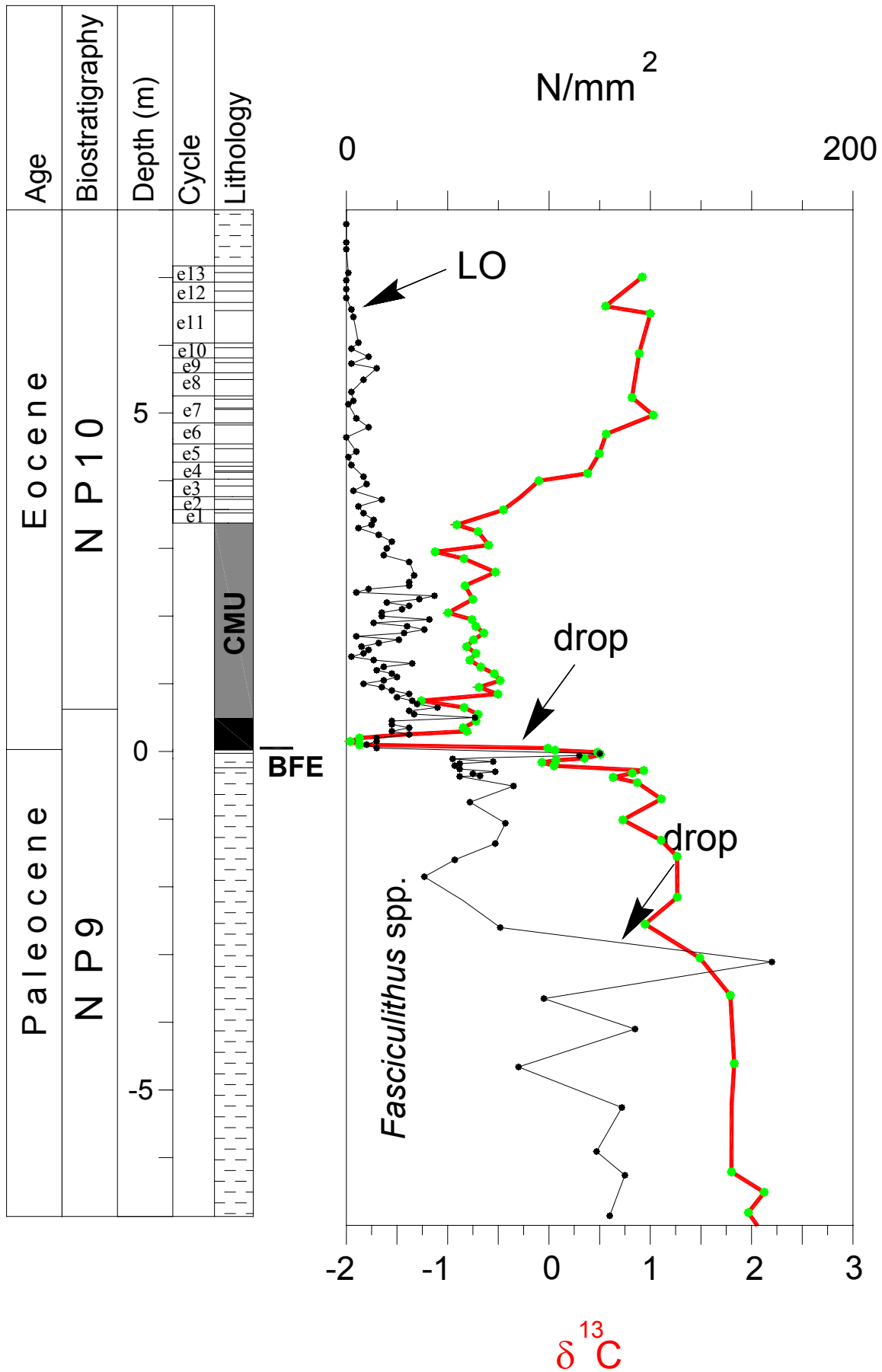


Fig. 9.3b. Sezione del Torrente Forada. Modalità di distribuzione del genere *Fasciculithus*, valutata su un'area di 1 mm^2 .

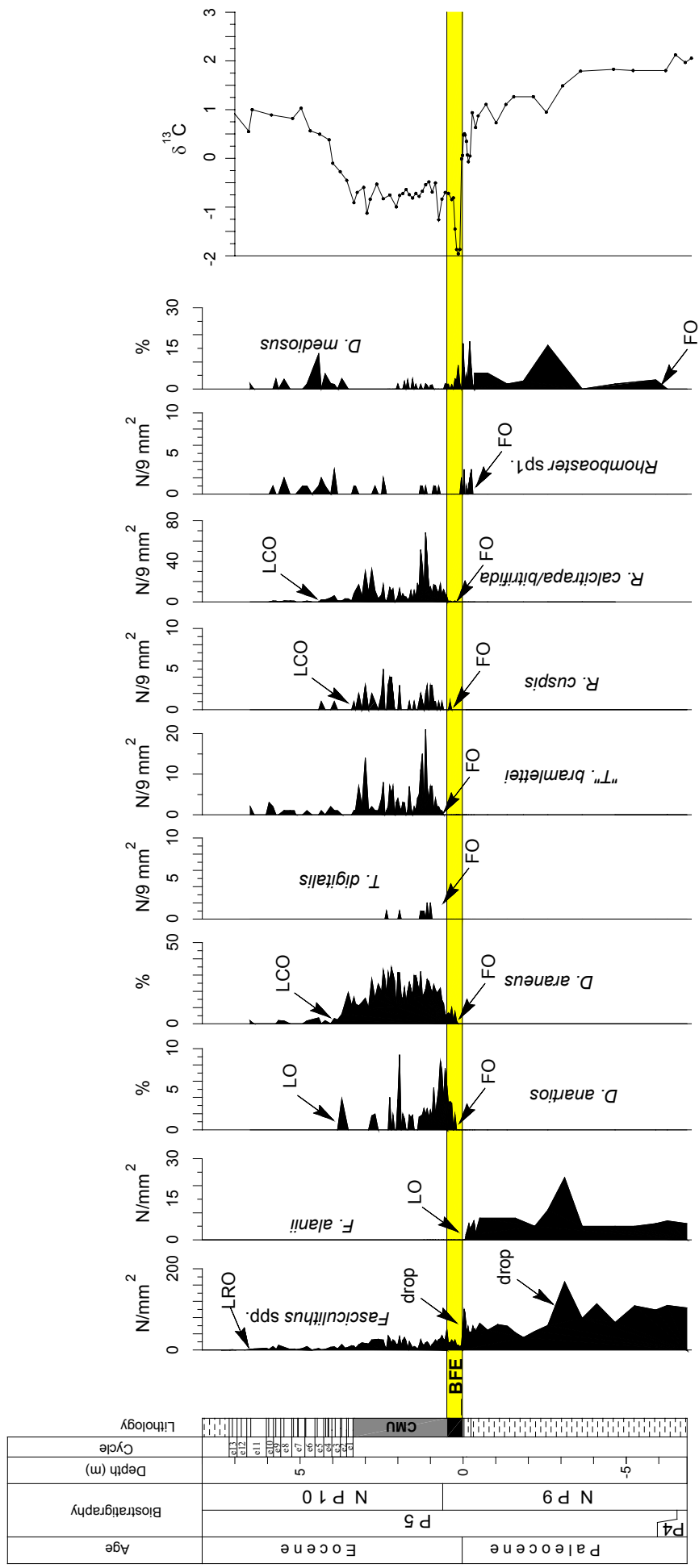


Fig. 9.4a. Sezione del Torrente Forada. Distribuzione quantitativa e semiquantitativa di alcuni taxa significativi.

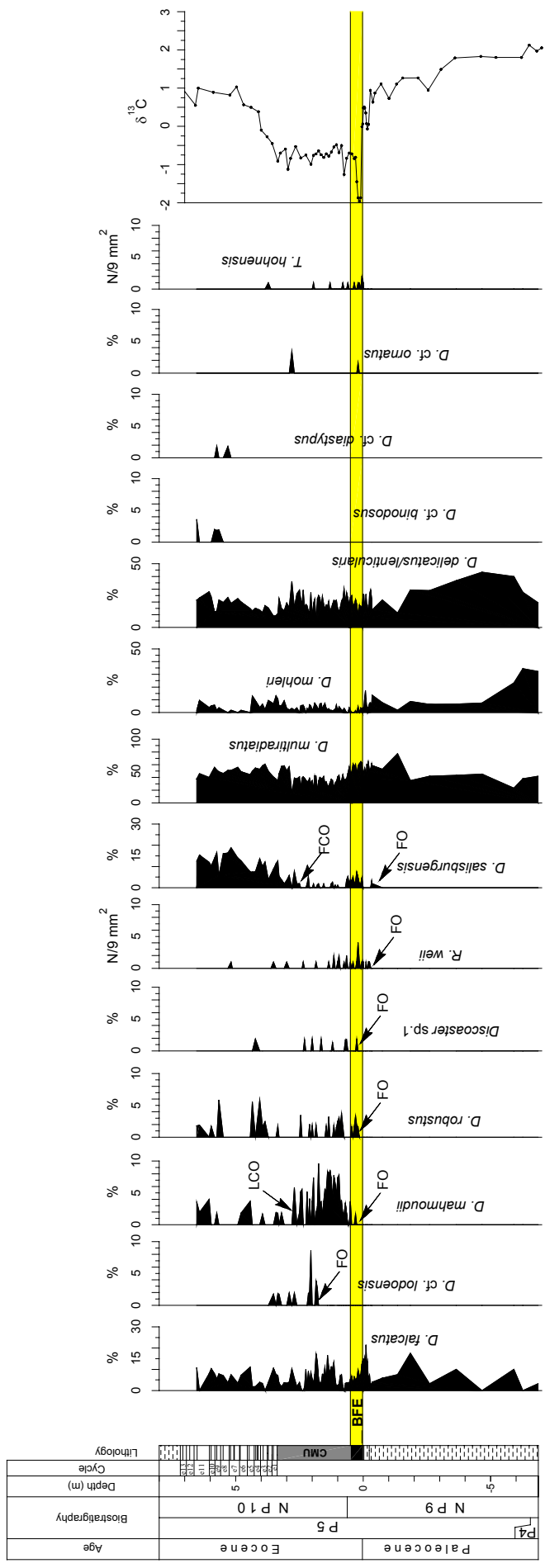


Fig. 9.4b. Sezione del Torreente Forada. Distribuzione quantitativa e semiquantitativa di alcuni taxa significativi.

Dalla base della sezione fin sopra la fascia di dissoluzione Le associazioni risultano dominata da placoliti (*Coccolithus*, *Ericsonia*, *Prinsius* e *Toweius*) e fasciculiti, mentre i generi *Sphenolithus*, *Zygrhablithus*, "*Octolithus*", *Thoracosphaera*, *Discoaster*, *Chiasmolithus*, *Cruciplacolithus*, *Markalius*, *Micrantholithus* e *Braarudosphaera* rivestono solo un ruolo marginale.

Nella parte posta al di sopra della fascia di dissoluzione i generi *Sphenolithus* e *Zygrhablithus* cominciano a rappresentare una parte importante dell'associazione.

Da notare che all'interno della CIE i generi *Discoaster* e *Thoracosphaera* presentano una marcata ciclicità (Fig. 9.3a). Il significato di tale ciclicità non è stato affrontato giacché esulava dagli obiettivi prefissati. In futuro sarà però interessante verificare se altrove si riscontra tale ciclicità e cercare di interpretarla. Per quanto riguarda i fasciculiti questi sono generalmente abbondanti prima dell'inizio della CIE, anche se si notano due *Drop* consecutivi l'ultimo dei quali a ridosso della CIE (Figg. 9.3b, 9.4a). Dopo di che si osserva il maggiore decremento di questa forma prima dell'estinzione. L'andamento della distribuzione dei fasciculiti nelle sezioni studiate è contrario a quello osservato da Bralower (2002) per il *Maud Rise* (Mare di Weddell) dove si ha un incremento dell'abbondanza di *Fasciculithus* in corrispondenza della CIE. La modalità di distribuzione di questo genere sembra, dunque, essere controllata da fattori ecologici (temperatura e/o produttività)

9.2. CLASSIFICAZIONE BIOSTRATIGRAFICA DELLA SEZIONE DEL TORRENTE CICOGNA E DELLA SEZIONE DEL TORRENTE FORADA

Nelle 2 sezioni studiate è stato possibile applicare integralmente la biozonatura di Martini (1971), che rappresenta lo schema biostratigrafico di riferimento di questo lavoro (Fig. 5.1).

La sezione del Torrente Cicogna si estende tra la parte alta della Zona NP9 e la parte basale della Zona NP12 (Fig. 9.5). In particolare i termini alti della Scaglia Cinerea appartengono alla Zona NP 9, l'intera formazione della Vena d'Oro è compresa fra il tetto della Biozona NP 9 e la parte basale della Zona NP12, infine la sedimentazione del Flysch di Belluno si imposta in prossimità della parte inferiore della Zona NP 12 (Fig. 9.5). Infatti, il "*Pippo bed*", livello precursore del flysch vero è proprio, si colloca in prossimità del limite tra le Biozone NP11 e NP12 (Fig. 9.5).

Il segmento B della sezione del Torrente Forada si estende tra la parte alta della Zona NP9 e la Zona NP10 (Fig. 9.6).

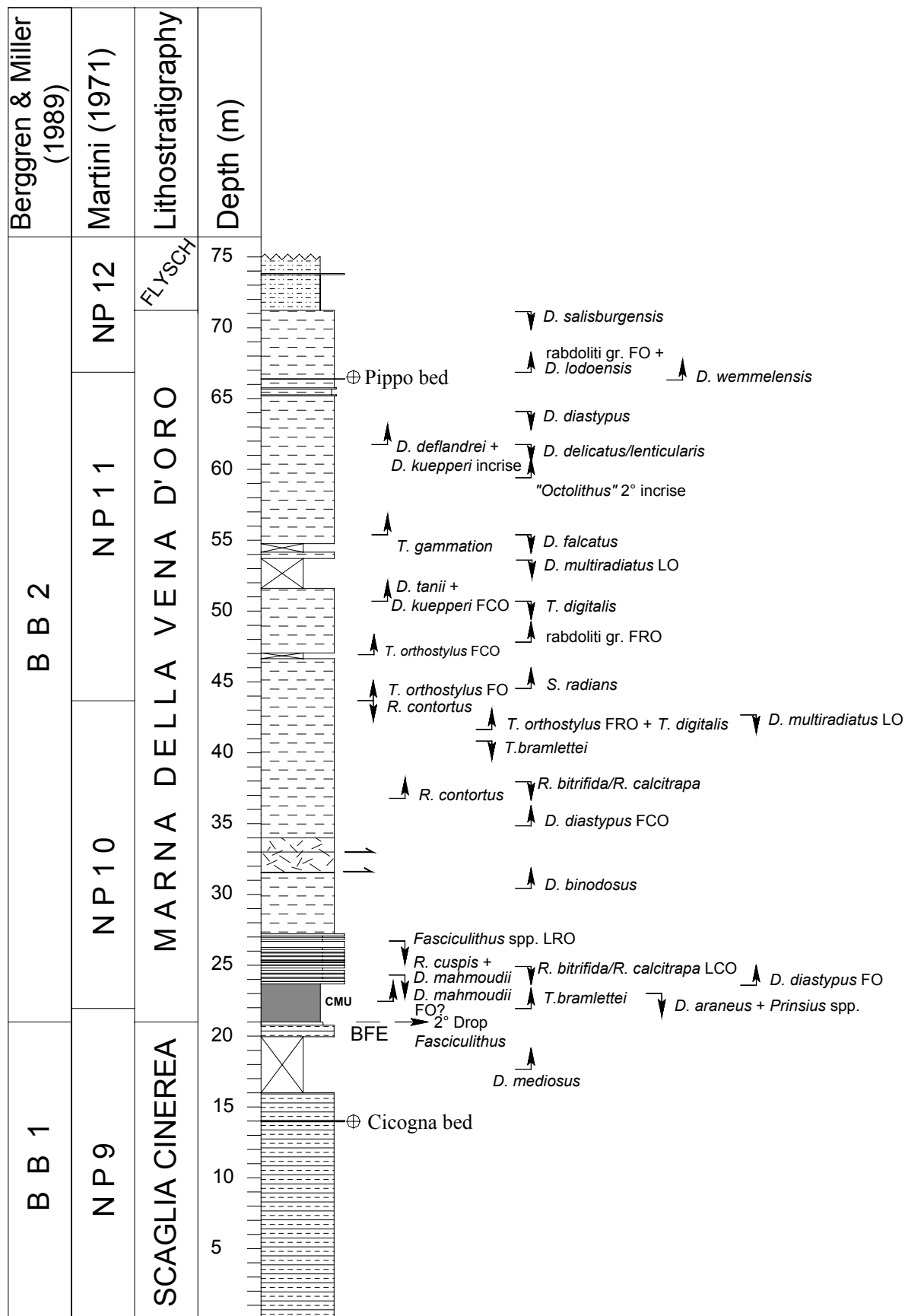


Fig. 9.5. Sezione del Torrente Cicogna. Litostratigrafia, biostratigrafia (a foraminiferi bentonici e a nannofossili calcarei) ed ubicazione dei principali biorizzonti a nannofossili calcarei riconosciuti lungo la serie stratigrafica.

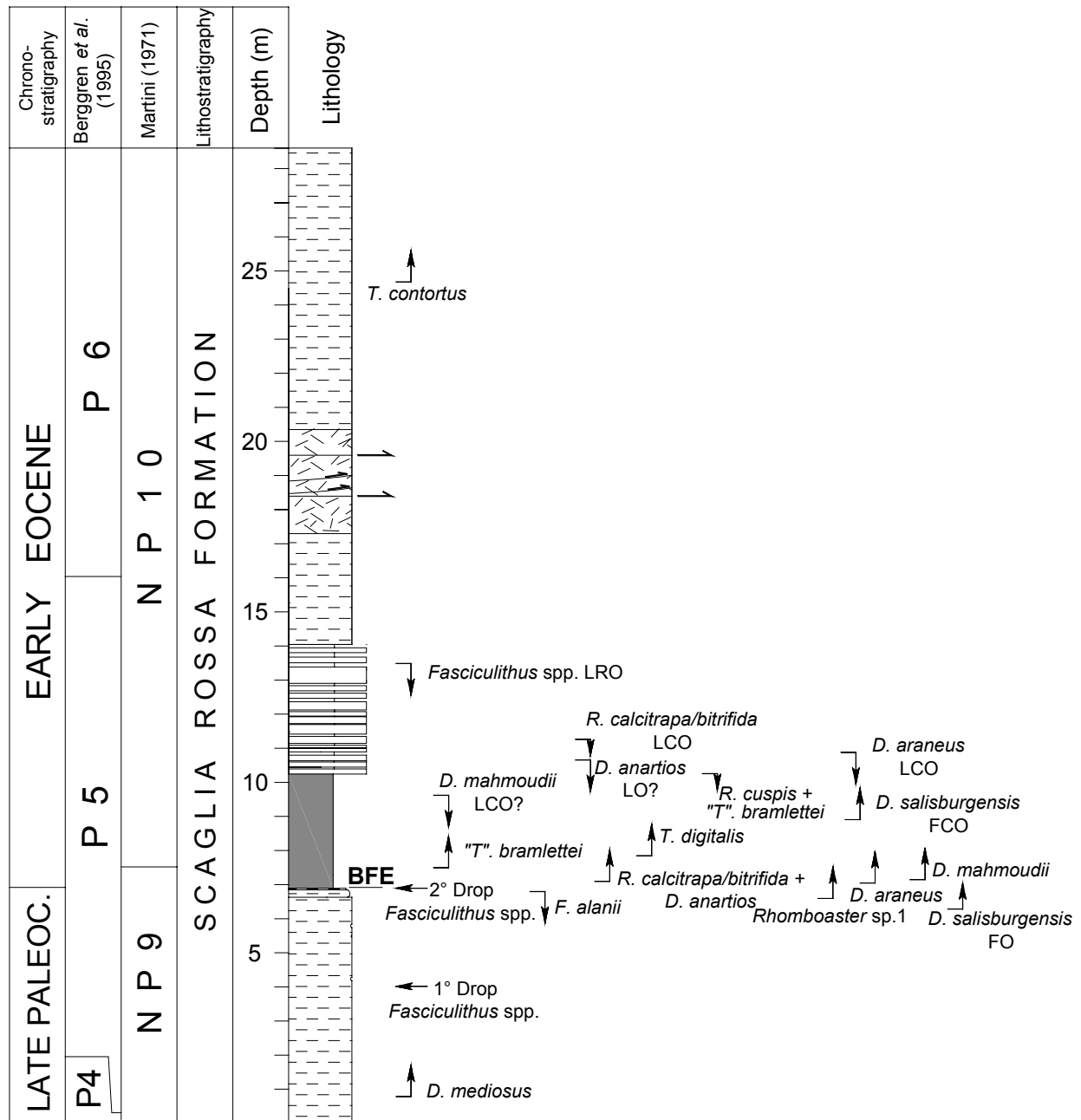


Fig. 9.6. Sezione del Torrente Forada (segmento B). Cronostratigrafia, litostratigrafia, biostratigrafia (a foraminiferi planctonici e a nannofossili calcarei) ed ubicazione dei principali biorizzonti a nannofossili calcarei riconosciuti lungo la serie stratigrafica.

In entrambe le successioni il PETM si situa nella Biozona a nannofossili calcarei NP9 (Figg. 9.5, 9.6). In particolare, il limite fra le Zone NP9 e NP10 si colloca entro la parte inferiore della CMU, poco sopra il BFE, in accordo con quanto rilevato in molte altre successioni tetidee e atlantiche.

La presenza di una fauna bentonica depauperata e corrosa e nel contempo la quasi totale assenza di foraminiferi planctonici sia nel campione BRI 0 (T. Forada) che nel campione CGN 0 (T. Cicogna) (Giusberti, comunicazione personale) ha permesso una sicura correlazione della base della CMU.

In complesso sono stati individuati 65 biorizzonti (Tabb. 9.1, 9.2); essi risultano basati principalmente sulle caratteristiche di distribuzione di specie appartenenti ai generi *Fasciculithus*, *Rhomboaster*, *Tribrachiatus* e *Discoaster*.

9.3. BIOCRONOLOGIA DEI BIORIZZONTI A NANNOFOSSILI CALCAREI TRA IL PALEOCENE SUPERIORE E EOCENE INFERIORE

Come già accennato in precedenza i metodi per valutare l'età cronometrica ("assoluta") di un evento biostratigrafico sono quelli di correlarlo con la stratigrafia isotopica dell'ossigeno, con la astrociclostratigrafia oppure con la GPTS (magnetobiocronologia) tarata, in modo complesso e con limiti, con il "tempo assoluto".

Si è cercato, dunque, di tarare i principali eventi riconosciuti nelle sezioni studiate e di verificarne l'affidabilità, approntando 2 diagrammi età-profondità. Il primo è relativo ai biorizzonti riconosciuti nel segmento B del T. Forada (Figg. 9.7, 9.8). In questa rappresentazione grafica, sono stati presi come punti di taratura i cicli della calcite e le alternanze marna-calcare, entro e appena al di sopra alla CIE, che si pensa possano rappresentare cicli di precessione. In questo caso si ha l'occasione rara di tarare i biorizzonti entro e poco sopra la CIE su basi (astro)ciclostratigrafiche portando contributi alla biocronologia di questo intervallo di tempo. I dati ottenuti sono riportati in tabella 9.3 e discussi nei paragrafi successivi. Per quanto riguarda i *Calcareous Nannofossils Excursion Taxa* (CNET) le età desunte (Tab. 9.3) potranno essere in futuro confrontate con quelle ottenute in altre sezioni e quindi si potrà verificarne il grado di affidabilità. Da notare che la LRO di *Fasciculithus* spp. (Fig. 9.9) avviene in prossimità di un livello calcareo di spessore caratteristico (circa 40 cm) facilmente riconoscibile anche nella sezione del T. Cicogna (Fig. 9.9). Questo

BIORIZZONTE		CAMPIONE	PROFONDITÀ
<i>D. salisburgensis</i>	LO	AST 117/ AST 119	5013,5 ± 11,5
<i>D. robustus</i>	LO	AST 103 / AST 105	4644 ± 15
Rabdoliti gr.	FO	AST 100 / AST 101	4585,5 ± 9, 5
<i>D. lodoensis</i>	FO	AST 100 / AST 101	4585,5 ± 9, 5
<i>D. wemmelensis</i>	FO	AST 97 / AST 99	4531 ± 13
<i>D. diastypus</i>	LO	AST 88 / AST 90	4308 ± 60
<i>D. boulangeri</i>	FO	AST 88 / AST 90	4308 ± 60
<i>D. delicatus/lenticularis</i>	LO	AST 84 / AST 86	4075,5 ± 52, 5
<i>D. deflandrei</i>	FO	AST 84 / AST 86	4075,5 ± 52, 5
<i>D. kuepperi</i>	increase	AST 84 / AST 86	4075,5 ± 52, 5
<i>S. conicus</i>	FO	AST 84 / AST 86	4075,5 ± 52, 5
"Octolithus"	2°increase	AST 80 / AST 83	3841 ± 120
<i>D. falcatus</i>	LO	AST 74 / AST 76	3438,5 ± 62,5
<i>T. gammation</i>	FO	AST 74 / AST 76	3438,5 ± 62,5
<i>D. multiradiatus</i>	LO	AST 70 / AST 76	3260,2 ± 240,8
<i>D. kuepperi</i>	FCO	AST 68 / AST 70	2969, 4 ± 50
<i>D. tanii nodifer</i>	FO	AST 68 / AST 70	2969, 4 ± 50
<i>S. conspicuus</i>	FO	AST 68 / AST 70	2969, 4 ± 50
<i>T. digitalis</i>	LRO	AST 68 / AST 70	2969, 4 ± 50
Rabdoliti	FRO	AST 62 / AST 64	2680,9 ± 33,5
<i>T. orthostylus</i>	FCO	AST 60 / AST 62	2592, 4 ± 55
<i>Cr. sp.1</i>	LO	AST 53 / AST 56	2354,9 ± 57,5
<i>S. radians</i>	FO	AST 53 / AST 56	2354,9 ± 57,5
<i>D. mediosus</i>	LO	AST 52 / AST 53	2267,4 ± 30
"Octolithus"	1°increase	AST 52 / AST 53	2267,4 ± 30
<i>S. editus</i>	FO	AST 52 / AST 53	2267,4 ± 30
<i>T. contortus / T. orthostylus</i>	RE	AST 52 / AST 53	2267,4 ± 30
<i>T. contortus</i>	LO	AST 52 / AST 53	2267,4 ± 30
<i>D. multiradiatus</i>	LCO	AST 50 / AST 52	2167,4 ± 70
<i>T. digitalis</i>	FRO	AST 48 / AST 50	2063,9 ± 33,5
<i>T. orthostylus</i>	FRO	AST 48 / AST 50	2063,9 ± 33,5
<i>T. bramlettei</i>	LO	AST 46 / AST 48	1982,9 ± 47,5
<i>R. bitrifida / R. calcitraba</i>	LO	AST 40 / AST 42	1695,4 ± 72
<i>T. contortus</i>	FO	AST 38 / AST 40	1578, 4 ± 45
<i>D. diastypus</i>	FCO	AST 34 / AST 36	1383,9 ± 38,5
<i>D. binodosus</i>	FO	AST 28 / AST 30	942,9 ± 58,5
<i>Fasciculithus spp.</i>	LO	AST 16/ AST 18	571,35 ± 21,45
<i>F. tympaniformis</i>	LO	AST 16/ AST 18	571,35 ± 21,45
<i>R. bitrifida / R. calcitraba</i>	LCO	AST 7/ AST 10	392,25 ± 39,45
<i>Cr. sp.1</i>	FO	AST 6 / AST 7	362,25 ± 9,45
<i>D. mahmoudii</i>	LO	AST 4 / AST 6	331,2 ± 21,6
<i>R. cuspis</i>	LO	AST 4 / AST 6	331,2 ± 21,6
<i>D. araneus</i>	LO	CGN +172 /CGN +234	202 ± 32
<i>Prinsius spp.</i>	LO	CGN +172 /CGN +234	202 ± 32
<i>D. mahmoudii</i>	FO ??	CGN +120 / CGN +172	146 ± 26
<i>D. robustus</i>	FO	CGN +120 / CGN +172	146 ± 26
<i>T. bramlettei</i>	FO	CGN +70 / CGN +120	95 ± 25
<i>Fasciculithus spp.</i>	drop	CGN 0	0
<i>D. falcatus</i>	FO ?	CGN -584 /CGN -84	-334 ± -250
<i>D. mediosus</i>	FO	CGN -584 /CGN -84	-334 ± -250

Tab. 9.1. Posizione dei biorizzonti a nannofossili calcarei nella sezione del Torrente Cicogna, presso Tassei (BL).

BIORIZZONTE		CAMPIONE	PROFONDITÀ
<i>T. contorus</i>	FO	TAL988/TAL998	993 ± 5
<i>Fasciculithus</i> spp.	LO	TAL 11/TAL 11N	661,48 ± 8,22
<i>R. calcitraba/R. bitrifida</i>	LCO	BRI 435/BRI 443	439 ± 4
<i>D. araneus</i>	LCO	BRI 395/BRI 406	400,5 ± 5,5
<i>D. anartios</i>	LO	BRI 385/BRI 372	378,5 ± 6,5
<i>R. cuspis</i>	LCO	BRI 335/BRI 342	338, 5 ± 3,5
<i>D. mahmoudii</i>	LCO	BRI 270/BRI280	275 ± 5
<i>D. salisburgensis</i>	FCO	BRI 245/BRI 250	247,5 ± 2,5
<i>D. cf. lodoensis</i>	FO	BRI 180/BRI 175	177,5 ± 2,5
<i>T. digitalis</i>	FRO	BRI 100/BRI 95	97,5 ± 2,5
<i>T. bramlettei</i>	FO	BRI 60/BRI 65	62.5 ± 2,5
<i>D. mediosus</i>	LCO	BRI 60/BRI 55	57,5 ± 2,5
<i>R. cuspis</i>	FO	BRI 40/BRI 35	37,5 ± 2,5
<i>D. mahmoudii</i>	FO	BRI 30/BRI 25	27,5 ± 2,5
<i>R. calcitraba/R. bitrifida</i>	FO	BRI 20/BRI 25	22,5 ± 2,5
<i>D. anartios</i>	FO	BRI 20/BRI 25	22,5 ± 2,5
<i>Discoaster</i> sp. 1	FO	BRI 20/BRI 25	±22,5 ± 2,5
<i>D. araneus</i>	FO	BRI 20/BRI 15	17,5 ± 2,5
<i>D. robustus</i>	FO	BRI 20/BRI 15	17,5 ± 2,5
<i>Fasciculithus</i> spp.	2° drop	BRI 5/BRI 0	2,5 ± 2,5
<i>F. alanii</i>	LO	BRI -6/BRI -9	-7,5 ± 1,5
<i>Rhomboaster</i> sp.1	FO	BRI -25,5 /BRI - 29,5	-27,5 ± 2,0
<i>R. weii</i>	FO	BRI -25,5 /BRI - 29,5	-27,5 ± 2,0
<i>D. salisburgensis</i>	FO	BRI -42,5/BRI -75	-58,75 ± 16,25
<i>Fasciculithus</i> spp.	1° drop	BRI -260/BRI -310,5	-285,25 ± 25,25
<i>D. mediosus</i>	FO	BRI -591/BRI -626	-608,5 ± 17,5

Tab. 9.2. Posizione dei biorizzonti a nannofossili calcarei nel segmento B della sezione composta del Torrente Forada, presso Tallandino, (BL).

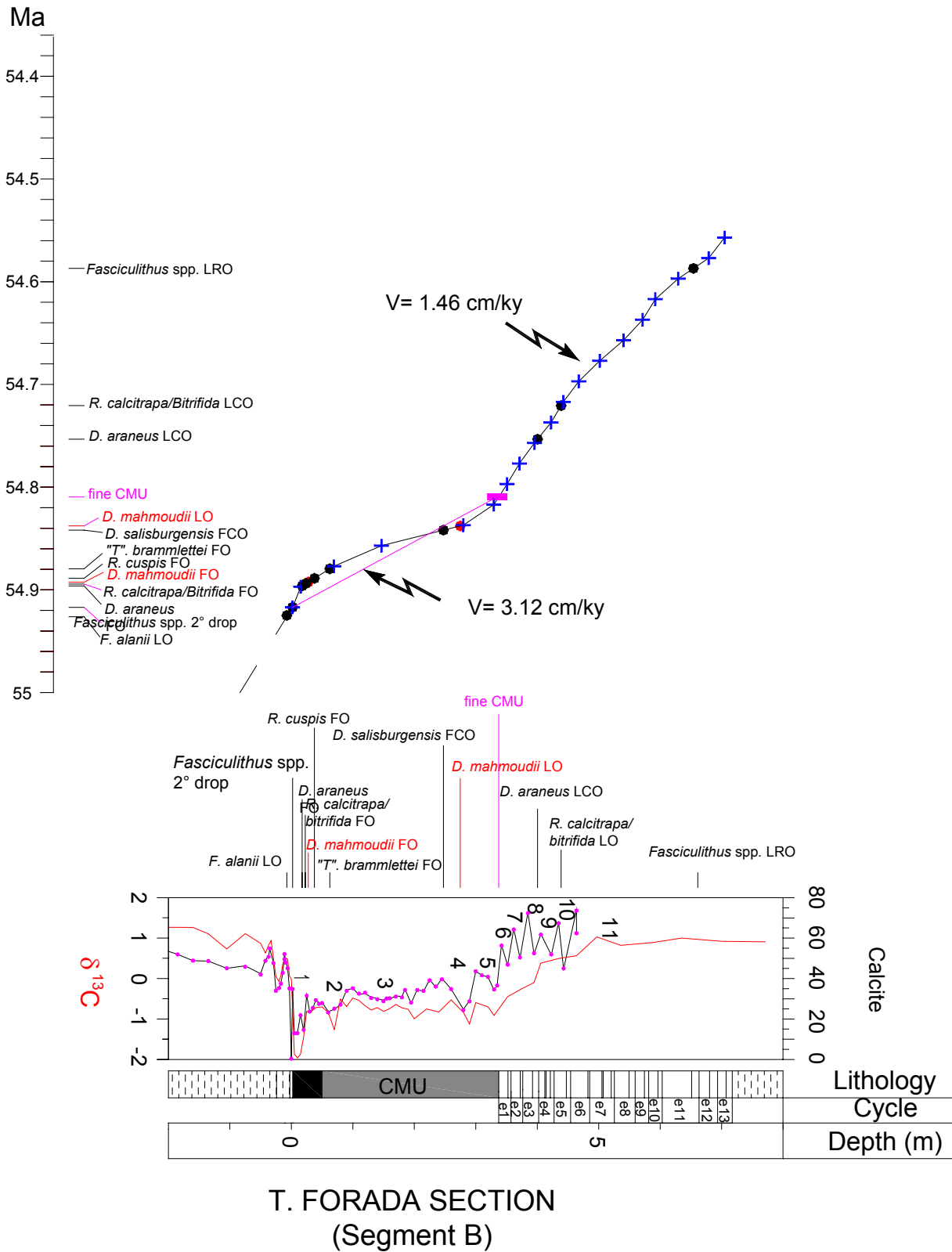


Fig. 9.7. Segmento B della sezione del Torrente Forada. Cronologia dei biorizzonti a nanfossili calcarei e velocità di sedimentazione calcolate grazie alla astrociclostratigrafia.

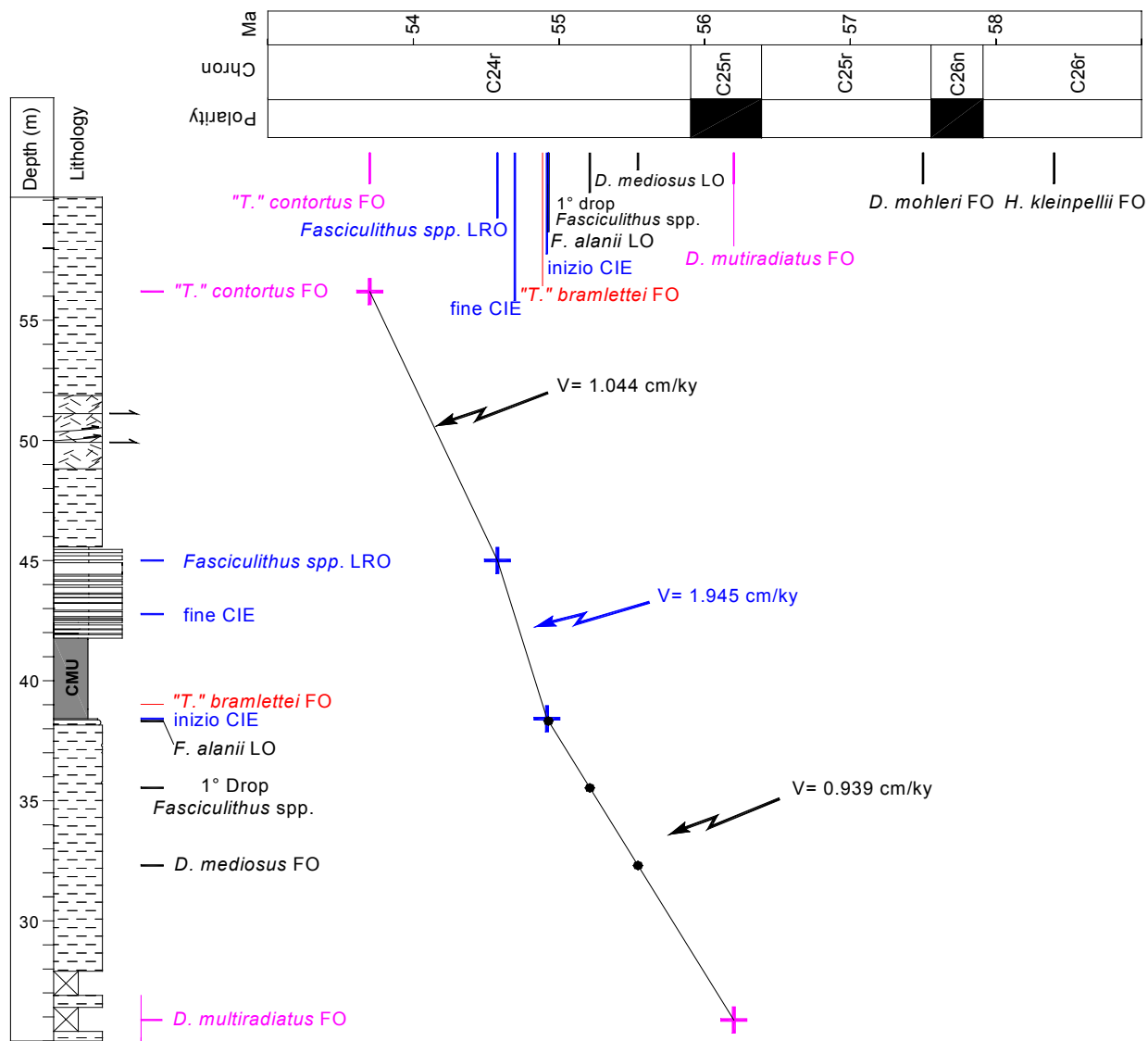
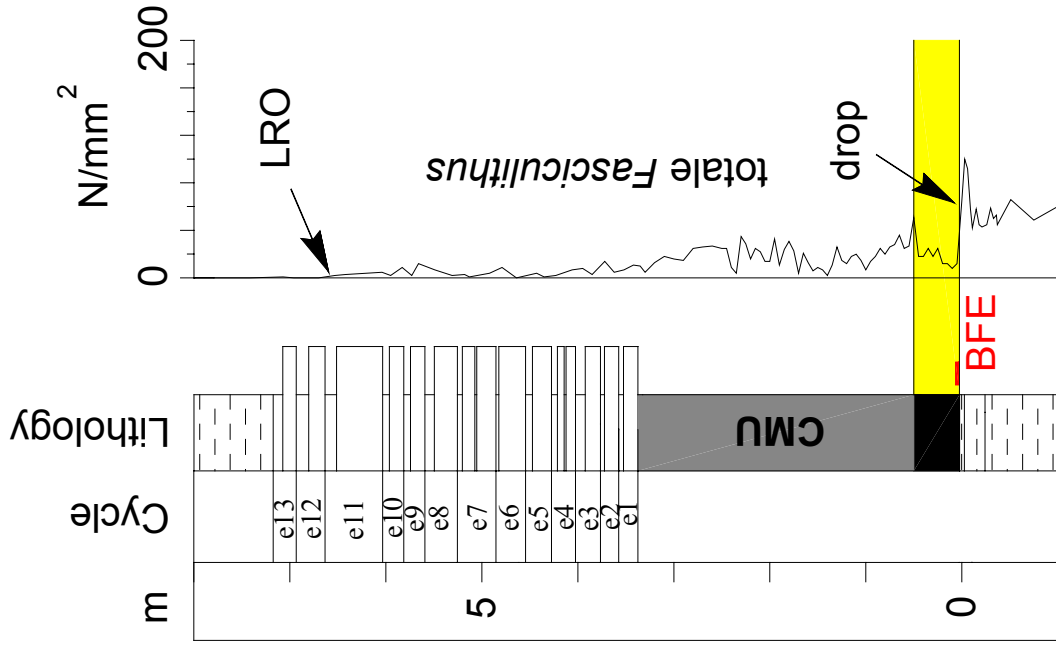


Fig. 9.8. Velocità di sedimentazione nella sezione del Torrente Forada dal Paleocene superiore (base NP9) all'Eocene inferiore (NP10). Le età della GPTS sono di Cande & Kent (1995). In rosa sono indicati i punti di taratura presi da Backman (1986), mentre in blu si riconoscono i biorizzonti tarati grazie all'astrociclotratigrafia.

T. FORADA SECTION (segment B)



CICOGNA SECTION

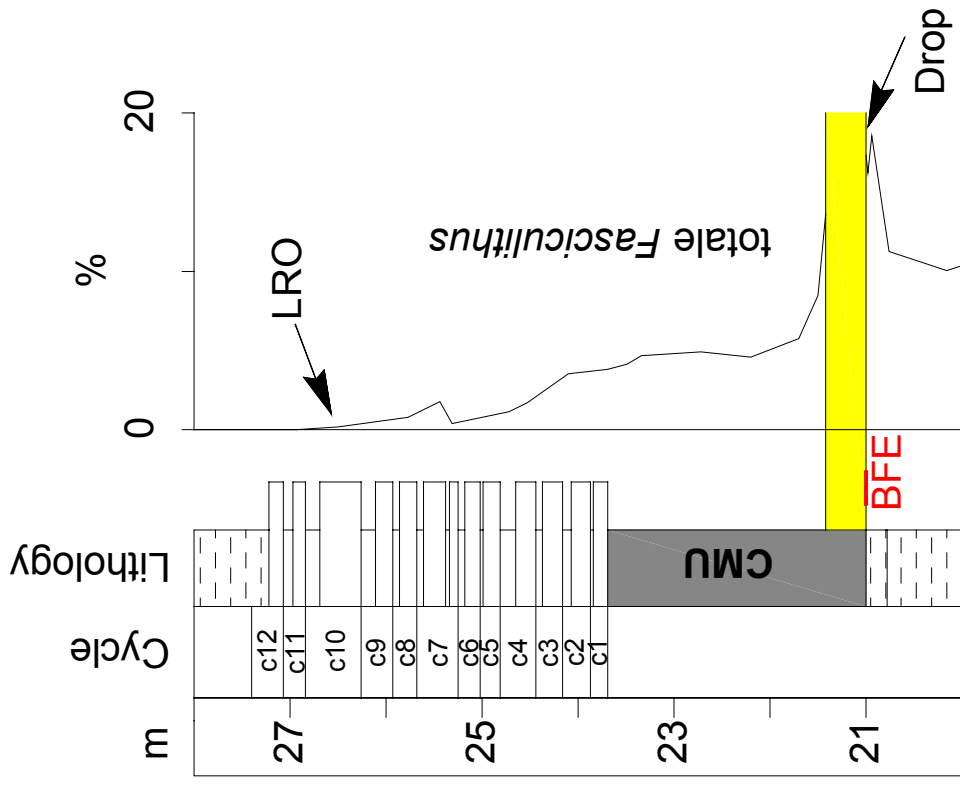


Fig. 9.9. Distribuzione del genere *Fasciculithus* nel segmento B della sezione del Torrente Forada e nella sezione del Torrente Cicogna.

biorizzonte è stato utilizzato come uno dei punti di taratura per il secondo diagramma età-profondità (Fig. 9.10) che ha permesso di valutare le età dei biorizzonti, compresi tra le Zone NP9-NP12, individuati nella sezione del Torrente Cicogna. In questo diagramma sono stati presi come punti di taratura il BFE, la LRO di *Fasciculithus* spp., la FO di *T. contortus* e la FO di *D. Iodoensis* (biorizzonti, tra i più noti e meglio testati in letteratura), nell'ipotesi che la loro posizione rispetto alla scala delle inversioni di polarità fosse stata mantenuta. I dati ottenuti sono riportati in tabella 9.3 e sono da prendere con cautela considerando la mancanza di di magnetostratigrafia nelle sezioni. Tuttavia le età desunte di molti eventi non si discostano molto da quelle note in letteratura (si confronti con Backman, 1986, in Tab. 9.3).

9.4. RASSEGNA DEI PRINCIPALI BIORIZZONTI

Nelle tabelle 9.1 e 9.2 ed nelle figure 9.5, 9.6 sono riportati in ordine stratigrafico i 65 biorizzonti rinvenuti nell'intervallo di tempo considerato. Tra questi sono stati riconosciuti tutti i biorizzonti utilizzati nelle zonature "standard" (Martini, 1971 e Okada & Bukry, 1980), e la maggior parte di quelli proposti dalla letteratura più recente (Tab. 9.4). Sono stati inoltre messi in evidenza alcuni eventi che potrebbero essere assai utili dal punto di vista biostratigrafico una volta verificato il loro grado di affidabilità.

I biorizzonti individuati sembrano essere concentrati in determinati momenti, in particolare si osserva un'alta presenza di comparse/estinzioni in prossimità dell'inizio e della fine della CIE e poco prima dell'inizio della sedimentazione del flysch nel Bacino Bellunese (Figg. 9.5, 9.6).

Di seguito vengono commentati e descritti i biorizzonti proposti nelle zonature "standard" (Martini, 1971 – Okada & Bukry, 1980), quindi quelli presentati dalla letteratura ed infine quelli esposti per la prima volta in questo lavoro.

9.4.1. I BIORIZZONTI DELLE ZONATURE "STANDARD"

FO di *Tibrachiatus bramlettei* (base Zona NP10); (Figg. 9.2m, 9.4a, 9.5, 9.8, 9.10 e 9.11; Tabb. 9.1-9.4)

CRONOLOGIA DEI BIORIZZONTI NELLA SEZIONI DEL TORRENTE CIOGNA E DEL TORRENTE FORADA	MONECHI & THIERSTEIN, 1985		BACKMAN, 1986		BERGGREN ET AL., 1995		PRESENTE LAVORO	
	CHRON Bottaccione	CHRON Contessa Highway	CHRON	ETÀ (MA)	CHRON	ETÀ (MA)	CHRON	ETÀ (MA)
<i>Rabdoliti</i> gr.	FO							
<i>D. lodoensis</i>	FO	parte media C24n	C24n.1n	52,4 (a, c)	CC24n.2r	52,85	C24n.1n	52,40
<i>Pippo bed</i>							C24n.1n	52,42
<i>D. delicatus/lenticularis</i>	LO						C24n.1n	52,62
<i>T. gammation</i>	FO						C24n.2r	52,89
<i>D. multiradiatus</i>	LO		C24n.3r	53,0 (b, c)			C24n.3n	52,95
<i>D. kuepperi</i>	FO						C24n.3n	53,098
<i>T. digitalis</i>	LRO						C24n.3n	53,098
<i>T. orthostylus</i>	FCO						C24n.3n	53,21
<i>S. radians</i>	FO		C24n.3n	53,3 (b, c)			C24n.3n	53,36
<i>T. contortus</i>	LO		C24r	53,4 (b, c)	C24r	53,61	parte alta C24r	53,4
<i>T. orthostylus</i>	FO	parte alta 24r	C24r	53,4 (b, c)	C24r	53,64	parte alta C24r	53,4
<i>T. digitalis</i>	PRO						parte alta C24r	53,49
<i>T. bramlettei</i>	LO		C24r	53,7 (b)	C24r	53,89	parte alta C24r	53,52 ○
<i>R. bitrifida / R. calcitrata</i>	LO						parte alta C24r	53,65
<i>T. contortus</i>	FO		C24r	53,7 (b)	C24r	53,93	parte alta C24r	53,7 ○
<i>D. diastypus</i>	FCO	parte media C24r	parte medio-alta 24r	53,9 (b)			parte medio-alta C24r	53,87
<i>D. binodosus</i>	FO						parte media C24r	54,25
<i>Fasciculithus</i> spp.	LRO		parte medio-alta 24r	54,1 (b)	C24r	55,33	parte media C24r	54,577 □
<i>F. tympaniformis</i>	LRO						parte media C24r	54,577
<i>R. calcitrata / R. bitrifida</i>	LCO						parte media C24r	54,720
<i>D. araneus</i>	LO						parte media C24r	54,753
<i>Pirinsius</i> spp.	LO						parte media C24r	54,753
<i>D. mahmoudii</i>	LCO						parte media C24r	54,837
<i>D. salisburgensis</i>	FCO						parte media C24r	54,841
<i>D. mahmoudii</i>	FO						parte media C24r	54,892
<i>T. bramlettei</i>	FO						parte media C24r	54,879
<i>R. cuspis</i>	FO		parte medio-alta 24r	53,9 (b)	C24r	55	parte media C24r	54,888
<i>R. calcitrata / R. bitrifida</i>	FO		parte medio-alta 24r	54,1 (b)	C24r	55,16	parte media C24r	54,894
<i>D. anartios</i>	FO						parte media C24r	54,894
<i>D. araneus</i>	FO						parte media C24r	54,896
<i>Fasciculithus</i> spp.	2° Drop						parte medio-bassa C24r	54,917
BFE							parte medio-bassa C24r	54,917 □
<i>F. alanii</i>	LO						parte medio-bassa C24r	54,927
<i>Fasciculithus</i> spp.	1° Drop						parte medio-bassa C24r	55,211
<i>D. mediosus</i>	FO						parte medio-bassa C24r	55,542

○ punti di taratura da Backman 1986; □ punti di taratura basati sulla astrociociclostratigrafia (presente lavoro)

Tab. 9.3. Cronologia dei biorizzonti a nannofossili calcarei nelle sezioni del Torrente Cioigna e del Torrente Forada.

BIORIZZONTE	USO PRECEDENTE	PRESENTE LAVORO	GRADO DI AFFIDABILITA'
<i>D. salisburgensis</i> LO	NP11-NP12 (4);	parte bassa NP12	non affidabile
<i>D. robustus</i> LO		parte bassa NP12	non affidabile
Rabdoliti gr. FO		parte bassa NP12	affidabile
D. lodoensis FO	base NP12 (4)	base NP12	affidabile
<i>D. wemmelensis</i> FO	base della Zona a <i>Tribrachiatulus orthostylus</i> (NP12) (1); base CP 10 (2); base NP (3. 4. 6. 12. 14);	parte alta NP11	abbastanza affidabile
<i>D. multiradiatus</i> LO	base NP12 (4)	parte alta NP11	scarsamente affidabile
<i>D. diastylus</i> LO	non affidabile (12)	parte alta NP11	non affidabile
<i>D. boulangeri</i> FO		parte alta NP11	abbastanza affidabile
<i>D. delicatus/venticulis</i> LO		parte medio-alta NP11	scarsamente affidabile
<i>D. deilanderi</i> FO		parte medio-alta NP11	abbastanza affidabile
<i>D. kuepperi</i> increase	increase nella NP12 (14)	parte medio-alta NP11	abbastanza affidabile
<i>S. conicus</i> FO		parte media NP11	poco affidabile
" <i>Octolithus</i> " 2' increase		parte media NP11	abbastanza affidabile
<i>D. multiradiatus</i> LCO		parte media NP11	affidabile
<i>T. gammaton</i> FO	NP10 (4); Eocene Inferiore (15)	parte medio-bassa NP11	scarsamente affidabile
<i>D. kuepperi</i> FCO	base NP10 (4); approssima la base della NP12 (6); FO nella NP11 (14)	parte medio-bassa NP11	scarsamente affidabile
<i>D. tani nodifer</i> FO	presente nella parte alta della Zona NP12 (4); NP15(6)	parte medio-bassa NP11	scarsamente affidabile
<i>S. conspicuus</i> FO	entro NP11 (6)	parte medio-bassa NP11	poco affidabile
<i>T. digitalis</i> LRO	top Subzona NP10b (8); non ritrovato (11)	parte medio-bassa NP11	non affidabile
<i>Cr. sp. 1</i> LO		parte bassa NP11	scarsamente affidabile
<i>S. radians</i> FO	NP10 (4); entro NP11 (6); approssima la FO di <i>T. orthostylus</i> (12);	parte bassa NP11	affidabile
<i>T. orthostylus</i> FO	approssima LO <i>T. contortus</i> NP10 (4); presenza di RE tra la LO di <i>T. contortus</i> e FO di <i>T. orthostylus</i> (5. 6. 9. 12); approssima il limite NP10/NP11 (6); base della Zona a <i>Marthaerites tribrachiatulus</i> (16)	parte bassa NP11	affidabile
" <i>Octolithus</i> " 1' increase			
<i>S. eddus</i> FO	entro NP11 (6)	parte bassa NP11	poco affidabile
T. contortus LO	base della Zona a <i>Discoaster binodosus</i> (NP11) (1); top NP9a (2); base NP11 (3. 5. 9. 14); base NP11, presenza di RE tra FO di <i>T. orthostylus</i> e la LO di <i>T. contortus</i> (6. 12);	parte bassa NP11	abbastanza affidabile
<i>T. digitalis</i> FRO	base Subzona NP10b (8); base Subzona NP10b (9); non ritrovato (11)	base NP11	abbastanza affidabile
<i>T. orthostylus</i> FRO	approssima la FO di <i>T. contortus</i> (4); approssima il limite NP10-NP11 (6);	parte alta NP10	non affidabile
<i>T. bramlettei</i> LO	calibrazione età (12)	parte alta NP10	abbastanza affidabile
<i>R. bitrifida</i> / <i>R. calcitrapa</i> LO		parte alta NP10	scarsamente affidabile
T. contortus FO	Subzona CP9a (2); approssima FO di <i>diastylus</i> Subzona CP9a (5); approssima LO <i>T. bramlettei</i>	parte alta NP10	poco affidabile
D. diastylus FCO	interesse stratigrafico base NP10 (4); approssima FO <i>T. contortus</i> (5); base Zona NP10 (6); base CP8/CP9; evento migliore per definire base NP10 (12); parte media Zona NP10 (13); Eocene inferiore (15)	parte medio-alta NP10	poco affidabile
<i>D. binodosus</i> FO	base NP10 (4) approssima FO <i>D. diastylus</i> Subzona CP 9a (5); NP9-NP10 (6); è presente nella parte alta della zona NP10 (10)	parte media NP10	affidabile
<i>Fasciculithus</i> spp. LO	approssima il limite NP9-NP10 (5. 7); approssima il limite NP9-NP10 (dove non c'è <i>tribrachiatulus</i>) (6);	parte media NP10	affidabile
<i>F. tympaniformis</i> LO		NP10, entro le alternanze	affidabile
<i>R. bitrifida</i> / <i>R. calcitrapa</i> LCO	NP10(5. 9)	NP10, entro le alternanze	affidabile
<i>Cr. sp. 1</i> FO	NP9-NP10(13)	NP10	scarsamente affidabile
<i>D. mahmoudii</i> LO	NP10 (6. 10)	NP10	scarsamente affidabile
<i>D. salisburgensis</i> FCO	FO di <i>D. salisburgensis</i> NP9 (4)	limite NP9-NP10	scarsamente affidabile
<i>R. cuspid</i> LO	base della Zona a <i>Rhomboaster cuspid</i> (16)	NP10	scarsamente affidabile
<i>D. araneus</i> LO	CNET(5); CNET (7); CNET (9)	NP10	scarsamente affidabile
<i>Phniscus</i> spp. LO	CNET (5); CNET (7); CNET (9)	NP10, dentro la CMU	affidabile
<i>D. mahmoudii</i> FO ??	base Zona a <i>Tribrachiatulus contortus</i> (NP10) (1); base NP10 (3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 13. 14);	limite NP9-NP10	scarsamente affidabile
T. bramlettei FO	CNET (7); parte alta NP9-parte bassa NP10(13)	base NP10	poco affidabile
<i>D. anartios</i> FO	approssima il limite P/E (5. 7. 9. 13. 18)	approssima il limite P/E	affidabile
<i>R. calcitrapa/R. bitrifida</i> FO	CNET (7); parte alta NP9-parte bassa NP10(5. 9)	approssima il limite P/E	affidabile
<i>D. araneus</i> FO	approssima la base della Zona NP10 (non affidabile) (9); approssima il limite P/E (11); approssima la FO <i>Rhomboaster</i> spp. (12)	approssima il limite P/E; parte alta NP9	affidabile
<i>Fasciculithus</i> spp. 2' drop	approssima il P/E(7); appena sotto il BFE (9)	-7.5cm dal BFE	affidabile
<i>F. alani</i> LO	parte alta NP9(6); parte alta NP9 (9)	parte alta NP9, a cavallo del BFE	scarsamente affidabile
<i>R. sp.1</i> FO	NP9-NP10 (9); parte bassa NP10 - parte bassa NP11 forse il suo range si può estendere più in basso (17)	parte alta NP9, a cavallo del BFE	scarsamente affidabile
<i>R.wei</i> FO	Osservato circa 2m sotto il BFE (11)	parte alta NP9, a cavallo del BFE	scarsamente affidabile
<i>Fasciculithus</i> spp. 1' drop	parte alta Zona NP9 (9); parte alta Zona NP9 (13); base della Zona a <i>Discoaster mediosus</i> (16)	parte media NP9	affidabile
<i>D. mediosus</i> FO			
MARTINI, 1971 (1); OKADA & BUKRY, 1980 (2); ROMEIN, 1979 (3); PROTO DECIMA et al., 1975 (4); ANGORI & MONECHI, 1995 (5); PERCH-NIELSEN, 1985 (6); AUBRY et al., 2002 (7); AUBRY, 1996 (8); MONECHI et al., 2000 (9); MONECHI & ANGORI, 1988 (10); SCHMITZ et al., 1997 (11); BACKMAN, 1986 (12); BYBELL & SELF TRAIL, 1995 (13); AUBRY, 1986 (14); BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961 (15); EDWARDS, 1971 (16); BYBELL & SELF TRAIL, 1997 (17); WEI & ZHONG, 1996 (18).			

Tab. 9.4. Sintesi dell'uso biostratigrafico e dell'affidabilità dei bioorizzonti a nannofossili calcarei del Paleocene superiore-Eocene inferiore proposti da differenti Autori. In grassetto i bioorizzonti delle zonature standard.

La FO di *T. bramlettei* è in realtà un biorizzonte problematico sia per le incertezze tassonomiche (si vedano § 5.1 e le note tassonomiche), sia per la scarsa abbondanza e discontinua distribuzione di *T. bramlettei* che rendono il *taxon* inadatto all'utilizzo come *marker* (Backman, 1986).

Da notare che secondo Wei e Zhong (1996) la comparsa di *T. bramlettei*, sembra essere diacrona.

Nella sezione del Torrente Forada e nella sezione del Torrente Cicogna *T. bramlettei* è distribuito in modo discontinuo ed è raro cosicché risulta difficoltoso riconoscere la FO di questa specie che rimane comunque nella parte bassa della CIE in buon accordo con la letteratura precedente (Monechi & Angori, 1988; Bybell & Self Trail, 1995; Aubry, 1996; Schmitz *et al.*, 1997; Monechi *et al.*, 2000). L'età desunta su basi astrociclostratigrafiche è di 54,879 Ma coerentemente a quanto ottenuto su basi magnetobiostratigrafiche da Berggren *et al.* (1995) (Tab. 9.3).

FO e FCO di *Discoaster diastypus* (base Zona CP9); (Figg. 9.2i, 9.4b, 9.5, 9.6, 9.10 e 9.11; Tabb. 9.1-9.4)

Discoaster diastypus è una specie problematica dal punto di vista tassonomico (vedi note tassonomiche), anche se gli Autori (Proto Decima *et al.*; 1975; Perch-Nielsen, 1985; Backman, 1986; Monechi & Angori, 1988; Angori & Monechi, 1995 e Bybell & Self Trail, 1995) utilizzano la sua prima comparsa per approssimare la base dell'Eocene.

Nel materiale esaminato, la forma è rara e discontinua nella parte iniziale della sua distribuzione nel T. Cicogna e risulta assente nel T. Forada. Diventa quindi, difficile identificare il dato di prima presenza assoluta (FO) di *D. diastypus* che riteniamo inaffidabile. Al contrario, la sua FCO è di facile determinazione nella sezione del T. Cicogna (l'intervallo corrispondente nel T. Forada non è stato studiato). E' da notare che l'età desunta per l'evento è in buon accordo con quella stimata da Backman (1986; Tab. 9.3) e questo risultato fa pensare che la FO degli Autori corrisponda a quella che è stata qui definita FCO. In questa accezione, la FCO di *D. diastypus* potrebbe risultare un evento affidabile, considerando anche che la sua posizione è in accordo con quella riportata come FO in letteratura. Infine, è da notare che la correlazione riportata da Okada e Bukry (1980) della base della loro Zona CP9a con la base della Zona NP10 suggerisce una contemporaneità fra le FO

di *T. bramlettei* e FCO di *D. dyastypus*, che non è confermata dai dati qui riportati: i due eventi sarebbero spazati fra di loro di circa 1 m.y. (Tab. 9.3).

FO di *Tribrachiatius contortus* (base CP9), **LO di *Tribrachiatius contortus*** (base NP11-base CP9b) e **RE (reversal) tra *Tribrachiatius contortus* /*Tribrachiatius orthostylus*** (Figg. 9.2m, 9.5, 9.6, 9.8, 9.10 e 9.11; Tabb. 9.1-9.4)

Tribrachiatius contortus è una forma di difficile interpretazione tassonomica, poiché è parte di un *lineage* evolutivo in cui si possono osservare forme transizionali tra *T. bramlettei* e *T. contortus*. Nonostante ciò la FO e LO di *T. contortus* sono eventi ampiamente utilizzati in letteratura (Proto Decima *et al.*, 1975; Romein, 1979; Perch-Nielsen, 1985; Backman, 1986; Angori & Monechi, 1995; Monechi & Angori, 1988; Aubry, 1986; Monechi *et al.*, 2000). Il primo è utilizzato nella zonatura di Okada & Bukry (1980) per marcare il limite tra le Zone CP 8 e CP 9, mentre il secondo è impiegato sia nella zonatura di Martini (1971; limite NP10/NP11) sia in quella di Okada e Bukry (1980; limite CP 9a/CP 9b).

Nonostante le modalità di comparsa, la bassa frequenza e i problemi tassonomici di questa specie rendano la FO di questo *taxon* un evento di difficile definizione si è deciso di utilizzarlo comunque come punto di taratura dei diagrammi età-profondità. Si tratta, infatti, di uno dei pochi biorizzonti largamente testati (Monechi & Thierstein, 1985; Backman, 1986; Berggren *et al.*, 1995) utilizzabili dal punto di vista biocronologico nell'intervallo di tempo considerato.

Nella sezione del Torrente Cicogna la LO di *T. contortus* coincide con la FO di *T. orthostylus* analogamente a quanto osservato da Perch-Nielsen (1985) e Backman (1986). Questa caratteristica detta *reversal* (RE) di *T. contortus*/*T. orthostylus* rende l'evento di scomparsa di *T. contortus* più facilmente individuabile nonostante la distribuzione discontinua e la rarità della forma. L'età desunta per il RE di *T. contortus*/*T. orthostylus* (Fig. 9.10) è in ottimo accordo con quella proposta da Backman (1986; Tab. 9.3). Si può quindi ipotizzare che, sorprendentemente, l'evento pur con tutte le difficoltà legate alla chiarezza tassonomica sia correlabile tra lo Shatski Rise ed il Mediterraneo. Nel lavoro di Proto Decima *et al.* (1975) la LO di questa forma pare leggermente più tardiva probabilmente a causa del concetto tassonomico più restrittivo qui utilizzato.

FO di *Discoaster lodoensis* (base Zona NP12; base CP 10); (Figg. 9.2i, 9.5 e 9.10; Tabb. 9.1, 9.3 e 9.4)

Proto Decima *et al.* (1975), Perch-Nielsen (1985), Backman (1986) e Aubry (1986) segnalano, nelle sezioni da loro studiate, la presenza di questo biorizzonte. In particolare Backman (1986) osserva un *pattern* di distribuzione caratterizzato da un'iniziale bassa frequenza seguita da un incremento di abbondanza della forma.

D. lodoensis nella successione del T. Cicogna ha un modello di distribuzione simile a quello trovato da Backman nello Shatsky Rise (1986).

L'evento di comparsa di *D. lodoensis* è da considerarsi affidabile.

FCO di *Discoaster kuepperi* (base CP10a) **ed increase di *Discoaster kuepperi*** (Figg. 9.2i, 9.5 e 9.10; Tabb. 9.1-9.4)

Interessante è stato il rinvenimento nella sezione del Torrente Cicogna, analogamente a quanto osservato da Proto Decima *et al.* (1975) a Possagno, di esemplari di *D. kuepperi* a partire dalla Zona NP10. Da notare che, per la maggior parte degli Autori (ad es. Perch-Nielsen, 1985; Okada & Bukry, 1980), la comparsa di questa specie è utilizzata per definire la base delle Zone CP 10a e per riconoscere la NP12. Questo risultato induce a ritenere che la forma possa essere fortemente diacrona. In accordo con questa conclusione è il ritrovamento da parte di Aubry (1986) di *D. kuepperi* entro la NP11. Da quanto osservato è evidente che l'affidabilità dell'evento di comparsa di *D. kuepperi* dovrà essere esaminata in maniera critica dopo l'acquisizione di nuovi dati possibilmente quantitativi.

9.4.2 ALTRI BIORIZZONTI DELLA LETTERATURA:

FO di *Discoaster mediosus* (Figg. 9.2g, 9.4a, 9.5-9.8, 9.10 e 9.11; Tabb. 9.1-9.4)

La FO di *Discoaster mediosus* è utilizzata da Edwards (1971) per definire il limite inferiore della sua Zona a *Discoaster mediosus* (Fig. 5.1). Più recentemente questo biorizzonte è stato riconosciuto da Monechi & Angori (1988), Bybell & Self Trail (1995) e da Monechi *et al.* (2000) nella parte alta della Zona NP9.

D. mediosus compare in modo relativamente continuo in entrambe le sezioni esaminate entro la parte alta della Zona NP9 (Figg. 9.5, 9.6), in posizione analoga a

quella riportato in letteratura. La sua comparsa, quindi, potrebbe essere utile per dividere questa lunga biozona. L'età desunta è di 55,542 Ma (Tab. 9.3).

1° e 2° Drop di *Fasciculithus* spp. (Figg. 9.2a,b, 9.3b, 9.5-9.10; Tabb. 9.1-9.4)

I fasciculiti costituiscono un elemento importante dell'associazione a nannofossili calcarei dell'intervallo esaminato, nel quale sono distribuiti in modo continuo e abbondante. La loro distribuzione mostra 2 significativi *Drop* di frequenza prima della loro estinzione. Queste 2 violente cadute sono già state osservate in letteratura. Il più basso fra questi 2 eventi è stato individuato da Schmitz *et al.* (1997), il secondo (più importante dal punto di vista biostratigrafico) è ben noto in letteratura (es. Backman, 1986; Monechi *et al.* 2000; Aubry *et al.*, 2002) ed avviene in prossimità del limite P/E. Nella sezione del Torrente Forada il primo *Drop* di questo *taxon* avviene a 310.5-260 cm dal BFE, il secondo, osservato sia nella sezione del T. Forada che in quella del T. Cicogna, avviene in corrispondenza del BFE quindi ad un'età di 54,917 Ma.

Date le loro caratteristiche i *Drop* di *Fasciculithus* potrebbero essere utili come elementi di correlazione.

FO, FCO e LO di *Discoaster salisburgensis* (Figg. 9.2h, 9.4b, 9.5 e 9.7; Tabb. 9.1-9.4)

La specie non è molto utilizzata come *marker* biostratigrafico in letteratura. Si tratta infatti di una forma tassonomicamente problematica, anche se Proto Decima *et al.* (1975) ne mettono in luce la potenzialità biostratigrafica. Seguendo il concetto tassonomico di Proto Decima *et al.* (1975) è stato possibile riconoscere la comparsa, la FCO e la LO di questa specie nelle sezioni esaminate.

Il *range* totale di questa specie è simile a quello osservato da Proto Decima *et al.*, (1975) così come gli eventi che caratterizzano la distribuzione di questa forma.

Fino a quando non saranno risolti i problemi tassonomici si ritengono gli eventi di FO, FCO ed LO di *D. salisburgensis* poco affidabili.

L'età stimata su basi astrociclostratigrafiche della FCO di *D. salisburgensis* è di 54, 841 Ma.

FO *Rhomboaster weii* e FO *Rhomboaster* sp. 1 (Figg. 9.4a, 9.5, 9.6; Tab. 9.2)

Nelle sezioni esaminate sono state trovate sia forme triradiate classificate come *Rhomboaster weii* (Bybell & Self Trail, 1995 in New Jersey) probabilmente

equivalenti a *Tribrachiatus* cf. *orthostylus* di Monechi et al., 2000a (Alamedilla, Spagna), sia forme cubiche/romboedriche con facce concave già messe in evidenza da Angori & Monechi, (1995) e Monechi et al. (2000). La distribuzione di queste forme appare discontinua e l'abbondanza rara, pertanto la comparsa di *R. weii* e *Rhomboaster* sp.1 sembrano essere biorizzonti non affidabili e di conseguenza di scarsa importanza biostratigrafica.

LO *Fasciculithus alanii* (Figg. 9.4a, 9.6; Tabb. 9.2, 9.3)

Fasciculithus alanii è distribuito nella sezione del T. Forada in modo continuo ed è una forma ben rappresentata nell'associazione. La sua estinzione avviene in modo netto pochi centimetri (tra -9 e - 6 cm) prima del BFE. Nella letteratura più recente (Monechi et al., 2000 e Aubry et al., 2002) la scomparsa di *F. alanii* viene utilizzata per approssimare il limite Paleocene-Eocene poichè, in buon accordo con quanto osservato nella sezione studiata, la sua estinzione avviene in prossimità del BFE (es. Alamedilla, Spagna; Monechi et al., 2000). Date le sue caratteristiche si considera l'evento affidabile.

9.4.3. I BIORIZZONTI DEI *CALCAREOUS NANNOFOSSIL EXCURSION TAXA* (CNET)

In questi ultimi anni sono stati effettuati studi ad alta risoluzione nell'intervallo P/E, che hanno evidenziato una caratteristica associazione a nannoplacton calcareo (*Calcareous Nannofossil Excursion Taxa*; CNET) in coincidenza con la CIE. Questa associazione è costituita da *taxa* a breve *range* di distribuzione, che presentano morfologie molto caratteristiche (Aubry et al., 2002). Queste forme potrebbero rappresentare, in realtà, ecofenotipi, ossia la reazione del nannoplancton al perturbamento del carbonio, come dimostrerebbe la loro estinzione che avviene non appena si ristabiliscono le condizioni preesistenti. In generale le comparse dei CNET vengono utilizzate per approssimare il limite P/E (Monechi & Angori 1988; Angori & Monechi, 1995; Monechi et al., 2000; Aubry et al., 2002) e sembrano tutte più o meno affidabili in quanto mantengono lo stesso *ranking* tra le diverse successioni. Le estinzioni dei CNET, al contrario, sembrano diacrone come se il nannoplancton calcareo reagisse in modo differente al ristabilirsi delle condizioni pre-escursione.

FO e LO di *Discoaster araneus* (Figg. 9.2g, 9.4a, 9.6 e 9.11; Tabb. 9.2, 9.3)

Nel segmento B della sezione del Torrente Forada la FO di *D. araneus* sembra quasi contemporanea a quella di *R. calcitrapa/ R. bitrifida*, in buon accordo con quanto visto in altre sezioni tetidee. La modalità di comparsa di *D. araneus*, che appare cospicua e continua, e la relativa facilità nel riconoscimento della forma ne fanno un biorizzonte affidabile. Al contrario la sua estinzione, sembra diacrona se si confrontano le sezioni del Torrente Cicogna e del Torrente Forada (Fig. 9.11).

FO e LO di *Discoaster anartios* (Figg. 9.4a, 9.6; Tabb. 9.1-9.4)

La FO e la LO di *D. anartios* sono state osservate solo nel segmento B della sezione del Torrente Forada, infatti nel Torrente Cicogna *D. anartios* sembra essere assente. Nel Torrente Forada la forma mostra continuità di distribuzione, almeno nella parte bassa del suo *range*, anche se l'abbondanza è scarsa. La sua comparsa sembra quasi contemporanea a quella di *R. calcitrapa/ R. bitrifida*, in buon accordo con quanto visto in altre sezioni tetidee. Le modalità d'estinzione di *D. anartios* sono caratterizzate da una forte discontinuità e da una bassa frequenza. La FO e la LO di *D. anartios* sembrano difficilmente tracciabili anche all'interno dello stesso bacino per cui si ritengono questi eventi scarsamente affidabili.

FO, LCO e LO di *Discoaster mahmoudii* (Figg. 9.2g, 9.4a, 9.6 e 9.11; Tabb. 9.1-9.4)

La distribuzione di *D. mahmoudii* sembra essere controllata da fattori ecologici. Nelle sezioni studiate *D. mahmoudii* è presente in modo abbastanza continuo nella parte iniziale della sua distribuzione anche se con basse percentuali. La comparsa di questa specie nella sezione del T. Forada avviene poco sopra il BFE, mentre, nella sezione del T. Cicogna, non è possibile valutarla vista la presenza dell'intervallo sterile in prossimità del BFE. Per quanto concerne la sua estinzione questa è di difficile riconoscimento, poiché, nella parte finale della sua distribuzione, la presenza della forma è discontinua. Se si equipara la LCO di questa specie nella sezione del T. Forada con la sua LO in altre sezioni questo evento non sembra mantenere lo stesso *spacing*.

FO di *Rhomboaster calcitrapa* /*Rhomboaster bitrifida* (Figg. 9.4a, 9.6 e 9.11; Tabb. 9.2-9.4)

Si è già detto nel capitolo 5 riguardo ai problemi tassonomici dei generi *Rhomboaster* e *Tribrachiatus*. Fin dai lavori di Gartner (1971), Romein (1979) e Backman (1986) la comparsa di *Rhomboaster calcitrapa*/*Rhomboaster bitrifida* è stata considerata un buon evento. Più di recente Wei & Zhong (1996) hanno considerato questo biorizzonte più affidabile della comparsa di *T. bramlettei* per la sua maggiore precisione e applicabilità globale. Nella letteratura più recente, prescindendo dalla nomenclatura adottata, anche altri Autori (Angori & Monechi, 1995; Bybell & Self Trail, 1995; Monechi *et al.*, 2000; Aubry *et al.*, 2002) utilizzano la comparsa di questa forma per approssimare il limite Paleocene-Eocene.

I risultati dell'analisi semiquantitativa nel Torrente Forada evidenziano che la comparsa *R. calcitrapa*/*R. bitrifida* avviene (circa 25 cm sopra il BFE) entro l'intervallo di massima dissoluzione (CDI). La FO di *R. calcitrapa*/*R. bitrifida* si presenta buona per la facilità nel riconoscimento della forma e soprattutto per la modalità di comparsa, che appare consistente e continua almeno nella prima parte del suo *range* di distribuzione. L'evento può quindi essere utilizzato per approssimare il limite P/E con i nannofossili calcarei in buon accordo con la più recente letteratura (ad es. Monechi *et al.* 2000b). I dati desunti per la FO di *R. calcitrapa/bitrifida* danno un'età di 54, 894 Ma.

FO e LO di *Rhomboaster cuspis* (Figg. 9.2m, 9.4a, 9.5-9.7 e 9.11; Tabb. 9.1-9.4)

Edwards (1971) nella sua biozonatura definisce la base della sua Zona a *Rhomboaster cuspis*, che corrisponde più o meno alla Zona NP10 di Martini (1971), con la FO di *R. cuspis* (Fig. 5.1). L'evento è stato osservato nella medesima posizione stratigrafica anche da Wei & Zhong (1996), Bybell & Self Trail (1995), Angori & Monechi (1995), Monechi *et al.* (2000).

Anche nella sezione del Torrente Forada *Rhomboaster cuspis* compare poco sopra il BFE (coerentemente con i dati già noti in letteratura), ma la presenza rara e discontinua, della specie rende questo biorizzonte poco affidabile così come poco affidabile appare la sua estinzione.

FRO e LRO di *Tribrachiatus digitalis* (Figg. 9.2m, 9.4a, 9.5, 9.6 e 9.11; Tabb. 9.1, 9.2 e 9.4)

Di recente la comparsa e l'estinzione di *T. digitalis* sono state utilizzate da Aubry (1996) per suddividere la Zona NP10 in 3 sottozone. Questi biorizzonti sono stati riportati da Monechi *et al.* (2000), mentre non sono stati riconosciuti da Schmitz *et al.* (1997).

Nella sezione del Torrente Forada e del T. Cicogna sono stati trovati alcuni rari individui di *Tribrachiatus digitalis* in posizione stratigrafica apparentemente contrastante fra di loro e con quella osservata dagli altri Autori. Sulla base di quanto osservato si ritiene che la FO e la LO di *T. digitalis* siano eventi non utili dal punto di vista biostratigrafico, anche se paiono necessarie ulteriori verifiche, tanto più che la parte alta della successione del T. Forada non è ancora stata studiata in dettaglio.

LRO *Fasciculithus* spp. (Figg. 9.2a, b, 9.3a, 9.4a, 9.5-9.11; Tabb. 9.1-9.4)

L'estinzione del genere *Fasciculithus* è stata spesso utilizzata in letteratura per approssimare il limite Paleocene/Eocene in sezioni dove *Tribrachiatus bramlettei* era assente o molto raro (ad es. Berggren *et al.*, 1985; Perch-Nielsen, 1985; Backman, 1986; Monechi & Angori, 1988). In realtà, recentemente è stato dimostrato come la LO di questo *taxon* avvenga ben sopra la FO di *T. bramlettei* (ad es. Schmitz *et al.*, 1997; Monechi *et al.*, 2000a,b). Nel Torrente Forada si osserva che l'estinzione di *Fasciculithus* avviene ben dopo la comparsa di *T. bramlettei*. Nella CMU del Torrente Forada i valori dei fasciculiti si mantengono quasi sempre sotto le 25-30 forme per mm² fino ad arrivare lentamente all'estinzione del genere. Un modello di estinzione simile si osserva anche nella sezione del T. Cicogna. In entrambe le sezioni esaminate il biorizzonte è chiaramente riconoscibile e cade nel terzultimo strato calcareo all'interno delle alternanze calcare-marna, che si ritrovano sopra la CMU. Sulla base dei dati ciclostratigrafici l'età stimata per questo evento è di 54,577 Ma. L'evento sembra poter essere utilizzato con una certa sicurezza a scala regionale.

FO *Discoaster binodosus* (Figg. 9.2h, 9.5, 9.10 e 9.11; Tabb. 9.1, 9.2 e 9.4)

Proto Decima *et al.* (1975) e Perch-Nielsen (1985) osservano la prima presenza di questa specie alla base della Zona NP10, mentre per Monechi *et al.* (1988) è localizzata nella parte alta della Zona NP10.

Nella sezione del Torrente Cicogna la FO della forma è coerente con i dati della letteratura Monechi *et al.* (1988) ed è presente in modo continuo e con alte percentuali (fino al 50% dell'associazione a *Discoaster* nella Zona NP 10). *D. binodosus* è una forma di facile riconoscimento anche in condizioni di moderata preservazione. La chiarezza tassonomica, la continuità e l'abbondanza della forma unite alla buona tracciabilità e all'apparente sincroneità del evento rendono la comparsa di *D. binodosus* un biorizzonte affidabile.

LO e LCO di *Rhomboaster calcitrapa* / *Rhomboaster bitrifida* (Figg. 9.2m, 9.4a, 9.5-9.7, 9.10 e 9.11; Tabb. 9.1-9.4)

Nelle sezioni studiate *R. calcitrapa*/*R. bitrifida* nella parte finale del suo *range* diventa discontinua. E' così possibile riconoscere una LCO ed una LO per questa specie. Dal confronto con altre sezioni coeve (Alamedilla, Monechi *et al.*, 2000) la LO di *R. calcitrapa*/*R. bitrifida* appare decisamente diacrona. Al contrario la LCO di *R. calcitrapa*/*R. bitrifida* che non viene utilizzata in letteratura, da una prima analisi, sembra correlabile fra le sezioni del T. Forada e del T. Cicogna. In ogni caso i due biorizzonti sembrano non affidabili vista la difficoltà nell'identificarli con precisione e quindi nel tracciarli.

LO *Tribrachiatos bramlettei* (Figg. 9.2m, 9.4a, 9.5, 9.6 e 9.10; Tabb. 9.1, 9.3 e 9.4)

Così come per la comparsa anche l'evento d'estinzione di *T. bramlettei* è difficoltoso da riconoscere come sottolineato da Backman (1986). Infatti, questo autore preferisce utilizzare il *crossing-over* (= Reversal; RE) tra *T. bramlettei* e *T. contortus* piuttosto che l'estinzione della prima.

Nella sezione del Torrente Cicogna non è stato riconosciuto il RE tra *T. bramlettei* e *T. contortus*, ma i due eventi sono separati in buon accordo con quanto trovato da Angori & Monechi (1995) e Monechi *et al.* (2000). Viste le difficoltà di riconoscimento e la discontinuità della forma si considera l'evento di estinzione di *T. bramlettei*, in accordo con Backman (1986) un evento scarsamente affidabile.

FO e FCO di *Tribrachiatos orthostylus* (Figg. 9.2m, 9.5 e 9.10; Tabb. 9.1, 9.3 e 9.4)

Della FO di *T. orthostylus* in parte si è già detto. Da notare che il *range* di *T. orthostylus* è caratterizzato da una prima parte, in cui la presenza della forma è scarsa ma continua, seguita da un intervallo in cui la specie diventa più abbondante. Di fatto l'evento di comparsa di *T. orthostylus*, coincidente con il RE tra *T. contortus*/*T. orthostylus*, è uno dei più facilmente riconoscibili nell'intervallo studiato così come la sua FCO. Date queste premesse l'affidabilità di questi eventi sembra buona come dimostrato anche dal confronto con altre sezioni (ad es. Alamedilla).

FO di *Sphenolithus radians* (Figg. 9.2f, 9.5 e 9.10; Tabb. 9.1, 9.3 e 9.4)

L'evento di prima comparsa di *S. radians* è stato messo in evidenza da Perch-Nielsen (1985) e Backman (1986). Questo biorizzonte appare tra i più chiari ed affidabili nell'intervallo considerato. Esso si colloca in prossimità del RE di *T. contortus*/*T. orthostylus* e della FCO *T. orthostylus*. Quando si confronta il dato ottenuto nel T. Cicogna con i pozzi analizzati da Backman (1986) e il lavoro di Barbin *et al.* (1989) si nota che la FO di *S. radians* mantiene la stessa successione temporale e spaziale nelle 3 aree. Ciò diventa indice di affidabilità confermata dal confronto delle età desunte.

LCO e LO di *Discoaster multiradiatus* (Figg. 9.2h, 9.5, 9.10 ; Tabb. 9.1, 9.3 e 9.4)

La morfologia della distribuzione di *D. multiradiatus* nella sezione del T. Cicogna è simile a quella osservata da Backman (1986). Mentre la *Last Common Occurrence* della forma sembra correlabile con lo Shatsky Rise (Backman, 1986) molto meno chiara appare la sua estinzione, essendo la forma discontinua nella parte finale del suo *range*. In ogni caso i dati di età desunti dal confronto con altre sezioni sembrano in buon accordo e testimoniano l'affidabilità dell'evento di estinzione comune e continua.

9.4.4. BIORIZZONTI PROPOSTI NEL PRESENTE LAVORO

LO di *Prinsius* spp. (Figg. 9.2a, 9.5; Tabb. 9.1, 9.3 e 9.4)

In letteratura la scomparsa del genere *Prinsius* non è mai stata esaminata attentamente come evento potenzialmente utile in chiave biostratigrafica. La LO di *Prinsius* spp., nella sezione del Torrente Cicogna è improvvisa e netta ed avviene in

concomitanza con la FO di *D. araneus*. Date le sue caratteristiche l'evento meriterebbe di essere preso in considerazione dal punto di vista biostratigrafico, anche se la sua utilità deve essere testata in contesti diversi ed in altre sezioni.

1° increase e 2° increase di “*Octolithus*” sp.1 (Figg. 9.2a e 9.5; Tabb. 9.1 e 9.4)

Nello studio della sezione del Torrente Cicogna è stata ritrovata la presenza di una forma non ancora descritta in letteratura. Si è deciso di attribuirle al genere “*Octolithus*”. La sua distribuzione è costante lungo tutta la sezione e l'abbondanza va da scarsa a comune salendo lungo la successione.

Nella parte bassa della sezione questa forma mostra percentuali inferiori al 5%. In corrispondenza della comparsa di *T. orthostylus* passa a valori intorno al 5% (1° increase) ed infine viene a costituire una parte rilevante dell'associazione totale fino ad arrivare al 15%. (2° increase poco sopra la FO di *T. gammation*). Questi eventi potrebbero avere una qualche utilità qualora si potessero tracciare in altre sezioni.

FO dei rabdoliti (Figg. 9.2a, 9.5, e 9.10; Tabb. 9.1, 9.3 e 9.4)

Nel caso dei generi *Rhabdosphaera* e *Blackites*, si è optato per una nomenclatura informale, che ha portato alla definizione di un gruppo unico: i “rabdoliti”. Nella successione analizzata essi ricoprono un ruolo marginale all'interno dell'associazione. Lungo la sezione si riconosce una sporadica presenza in corrispondenza alla FCO di *T. orthostylus*. Una più cospicua presenza di rabdoliti si osserva in coincidenza della comparsa di *D. lodoensis*. In particolare la FO del rabdoliti gr. sembra essere un buon evento alternativo alla FO di *D. lodoensis* in aree dove i discoaster siano rari e/o assenti.

FO *Toweius gammation* (Figg. 9.2a, 9.5 e 9.10; Tabb. 9.1, 9.3 e 9.4)

Tra i placoliti *T. gammation* compare in modo continuo e cospicuo entro la Zona NP11. La comparsa di *T. gammation* potrebbe diventare un utile evento biostratigrafico qualora si potesse verificare che l'evento è tracciabile e sincrono almeno livello regionale. Per questo sono necessarie ulteriori ricerche.

FO di *Discoaster deflandrei*; *Discoaster boulangeri*; *Discoaster wemmelensis* e *Discoaster tanii nodifer* (Figg. 9.2g, h, 9.5; Tabb. 9.1, 9.4)

Nella sezione del Torrente Cicogna, dalla parte alta della NP11 sino alla base della NP12, si riscontrano le comparse di *D. tanii nodifer*, *D. deflandrei*, *D. boulangeri* e *D. wemmelensis*, che assieme a *D. lodoensis* e *D. kuepperi* vanno a costituire la nuova associazione a discoasteridi. Queste comparse vanno a scapito di *D. delicatus/lenticularis*, *D. multiradiatus*, *D. salisburgensis*, *D. diastypus*, *D. falcatus* e *D. binodosus*.

In Proto Decima *et al.*(1975) la comparsa di *D. deflandrei* e *D. wemmelensis* sembra essere correlabile con quella riscontrata nella esaminata, mentre non stata osservata la presenza di *D. boulangeri*.

Per quanto concerne *D. tanii nodifer* il dato di comparsa nella sezione del T. Cicogna sembra essere in contrasto con quello della letteratura (in Proto Decima *et al.*,1975 avviene nella parte alta della Zona NP12 mentre per Perch-Nielsen (1985) è entro la NP 15) quindi la sua affidabilità sembra scarsa.

9.5. I BIORIZZONTI POTENZIALMENTE UTILI

La valutazione sull'affidabilità biostratigrafica dei biorizzonti identificati e valutati criticamente suggerisce che 14 di questi sono utili per la classificazione biostratigrafica del Paleocene superiore – Eocene inferiore del Veneto:

1. FO di *Discoaster mediosus*
2. LO di *Fasciculithus alanii*
- 3-4. 1° e 2° Drop di *Fasciculithus* spp.
5. FO di *Rhombaster calcitrapa/Rhombaster bitrifida*
6. LRO di *Fasciculithus* spp.
7. FO di *Discoaster binodosus*
8. FO di *Tribrachiatus contortus*
9. RE di *Tribrachiatus contortus/Tribrachiatus orthostylus*
10. LCO di *D. multiradiatus*
11. FO di *Sphenolithus radians*
12. FO di *Toweius gammation*
13. FO di *Discoaster lodoensis*
14. FO dei Rabdoliti.

Tra questi meritano particolare attenzione:

- La FO di *D. mediosus* che può essere utile per suddividere la Zona NP9 che è lunga circa 2 milioni di anni.
- La FO di *Discoaster binodosus* e di *Tribrachiatus contortus*, che permetterebbero la suddivisione della Zona NP10. Per quanto riguarda la FO di *Discoaster binodosus*, la chiarezza tassonomica, la continuità e l'abbondanza della forma oltre che la buona tracciabilità dell'evento lo rendono particolarmente affidabile e quindi utile biostratigraficamente.
- Il RE di *Tribrachiatus contortus/Tribrachiatus orthostylus*, che, come proposto da Backman (1986), potrebbe essere utilizzato per definire il limite tra le Biozone NP10-NP11 più utilmente della scomparsa di *T. contortus*. In alternativa per approssimare la base della Biozona NP11 si potrebbe utilizzare la comparsa di *Sphenolithus radians*, come biorizzonte addizionale. Infatti, la FO di *Sphenolithus radians* per le sue caratteristiche sembra, tra gli eventi considerati, uno dei migliori e più affidabili.
- La FO di *Toweius gammation* che vista la posizione stratigrafica dell'evento potrebbe essere utilizzata per suddividere la zona NP11.
- La FO dei raddoliti che coincide di fatto con la FO di *D. lodoensis* e potrebbe essere utilizzata al posto di questa in aree dove i discoasteridi sono rari o assenti.

Quattro biorizzonti (FO di *D. mediosus*, FO di *D. binodosus*, FO di *T. contortus* e FO di *T. gammation*) sono potenzialmente impiegabili per migliorare la risoluzione biostratigrafica di questo intervallo. La FO di *D. mediosus* e la FO di *T. contortus* sono già stati utilizzati in letteratura e sembrano poter essere utili per correlazioni sopra-regionali, mentre la FO di *D. binodosus* e FO di *T. gammation*, proposti per la prima volta in questo lavoro, richiedono ulteriori verifiche prima di poter essere utilizzati. L'impiego di questi biorizzonti potrebbe portare la risoluzione media dell'intervallo considerato a 0,63 My, contro gli 1,27 My delle zonature *standard*.

Inoltre è da sottolineare che pur essendo la base della Biozona NP10 definita da un evento poco affidabile come la FO *Tribrachiatus bramlettei* si è preferito non emendarla per non creare confusione ed ambiguità. Si osserva in ogni modo che, nell'area mediterranea la comparsa del genere *Rhomboaster* sembra un evento assai più affidabile rispetto alla FO di *T. bramlettei* come sottolineato in precedenza.

Infine si rimarca che il limite P/E può essere riconosciuto tramite diversi eventi tra cui: la scomparsa di *Fasciculithus alanii*, il 2° Drop di *Fasciculithus* spp., la di FO

Rhomboaster calcitrata/Rhomboaster bitrifida in buon accordo con la più recente letteratura (ad es. Monechi *et al.* 2000b, Aubry *et al.*, 2002).

CAPITOLO 10

CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE

10.1. COMPLETEZZA DELLE SEZIONI ANALIZZATE

Come sottolineato nell'introduzione uno degli scopi di questa tesi era quello di verificare la completezza delle sezioni del Torrente Cicogna e del segmento B della sezione composta del Torrente Forada. In particolare si voleva appurare quanto completa ed espansa fosse la sedimentazione all'interno delle sezioni analizzate. Questa parte del lavoro oltre a ricoprire un'importanza a livello di geologia regionale, può risultare utile per verificare se le sezioni del Torrente Cicogna e del Torrente Forada siano impiegabili per studi in alta risoluzione tendenti a chiarire ulteriormente i problemi legati all'intervallo Paleocene superiore-Eocene inferiore.

Il significato di "completezza" di una sezione stratigrafica è un concetto relativo legato ai problemi da risolvere ed alle possibilità di risoluzione temporale dello strumento con il quale essa viene valutata. Per affrontare i problemi legati all'intervallo Paleocene superiore-Eocene inferiore è auspicabile un'alta risoluzione che consenta di osservare gli effetti prodotti dalle variazioni climatiche sull'ambiente e sulla biosfera. Normalmente la completezza di una successione viene valutata con riferimento a strumenti eco- e biostratigrafici integrati con altri segnali come quello magnetostatigrafico e ciclostratigrafico quest'ultimo utilizzato nella sezione del T. Forada.

Risulta evidente, dalla discussione svolta nei capitoli precedenti e riassunta nelle figg. 9.5, 9.6, che, la maggior parte dei numerosi eventi messi in evidenza dalla letteratura sono presenti nelle sezioni esaminate. Questo risultato suggerisce che nei limiti della risoluzione temporale fornita dalla successione di questi eventi, si può in prima approssimazione considerare le continue.

10.2. ESPANSIONE DELLE SEZIONI STUDIATE

Per verificare ulteriormente questa supposta continuità e valutare l'espansione stratigrafica delle sezioni, sono stati predisposti diagrammi età-profondità (Figg. 9.7,

9.8 e 10.1), grazie ai quali è stato effettuato un calcolo, se pur approssimativo, delle velocità di sedimentazione caratteristiche delle sezioni esaminate. Inoltre si sono correlate attraverso la CMU diverse sezioni (Fig. 6.4) e questo ha reso possibile un confronto tra gli spessori presenti in successioni all'interno della Tetide.

Le figg. 6.4a-b, 9.7, 9.8, 10.1, 10.2 e 10.3 consentono di fare le seguenti considerazioni:

- La CMU (Figg. 6.4b, 10.2, 10.3) delle sezioni esaminate risulta più espansa (circa 3,30m nella sezione del Torrente Forada e circa 2,70m nella sezione del Torrente Cicogna) rispetto a quella presente a Possagno (circa 30 cm) e ad Alamedilla (Spagna), mentre appare più condensata se paragonata a quella osservabile a Zumaya (circa 4,5 m).
- Per quanto riguarda la sezione del Torrente Forada (Figg. 9.7, 9.8) sono state calcolate le velocità di sedimentazione, dall'inizio della CIE fino al ciclo e13, utilizzando la ciclostratigrafia, mentre per la parte più alta e più bassa le velocità di sedimentazione sono state stimate basandosi sulla biocronologia di Backman (1986). Sembra utile sottolineare che nell'intervallo compreso tra l'inizio della CIE (= BFE = base CMU) e la fine della CMU la velocità media di sedimentazione è di 3.12 cm/Ky, in particolare risulta condensata la parte più basale corrispondente al ciclo 1, mentre la velocità di sedimentazione aumenta dal ciclo 2 al ciclo 5 per ritornare a valori inferiori nel resto dell'intervallo considerato (Fig. 9.7). Infatti a partire dalla fine della CMU fino al ciclo e13 la velocità media di sedimentazione è di 1,46 cm/Ky. Se si considera l'intervallo tra l'inizio della CIE e la LRO dei fasciculiti la velocità media di sedimentazione diminuisce a 1,94 cm/Ky (Fig. 9.8). Nella parte inferiore della sezione, compresa tra la base della ed il BFE, la velocità di sedimentazione media è pari a circa 0.939 cm/Ky (Fig. 9.8), mentre nella porzione superiore della successione, tra la LRO di *Fasciculithus* spp. e la FO di *T. contortus* è di 1,044 cm/Ky (Fig. 9.8).
- Per la sezione del Torrente Cicogna sono stati approntati 2 diagrammi età profondità che utilizzano come punti di taratura eventi basati essenzialmente sulla biocronologia di Backman (1986) e sulla biocronologia derivata dalle considerazioni ciclostratigrafiche svolte in questo lavoro (Fig. 10.1). Sulla base dei dati in possesso sono state ipotizzate 2 differenti velocità sedimentazione. Tra le 2 la più attendibile, denominata V1, è quella in prossimità della quale si colloca il maggior numero di eventi tarati sulla biocronologia Backman (1986)

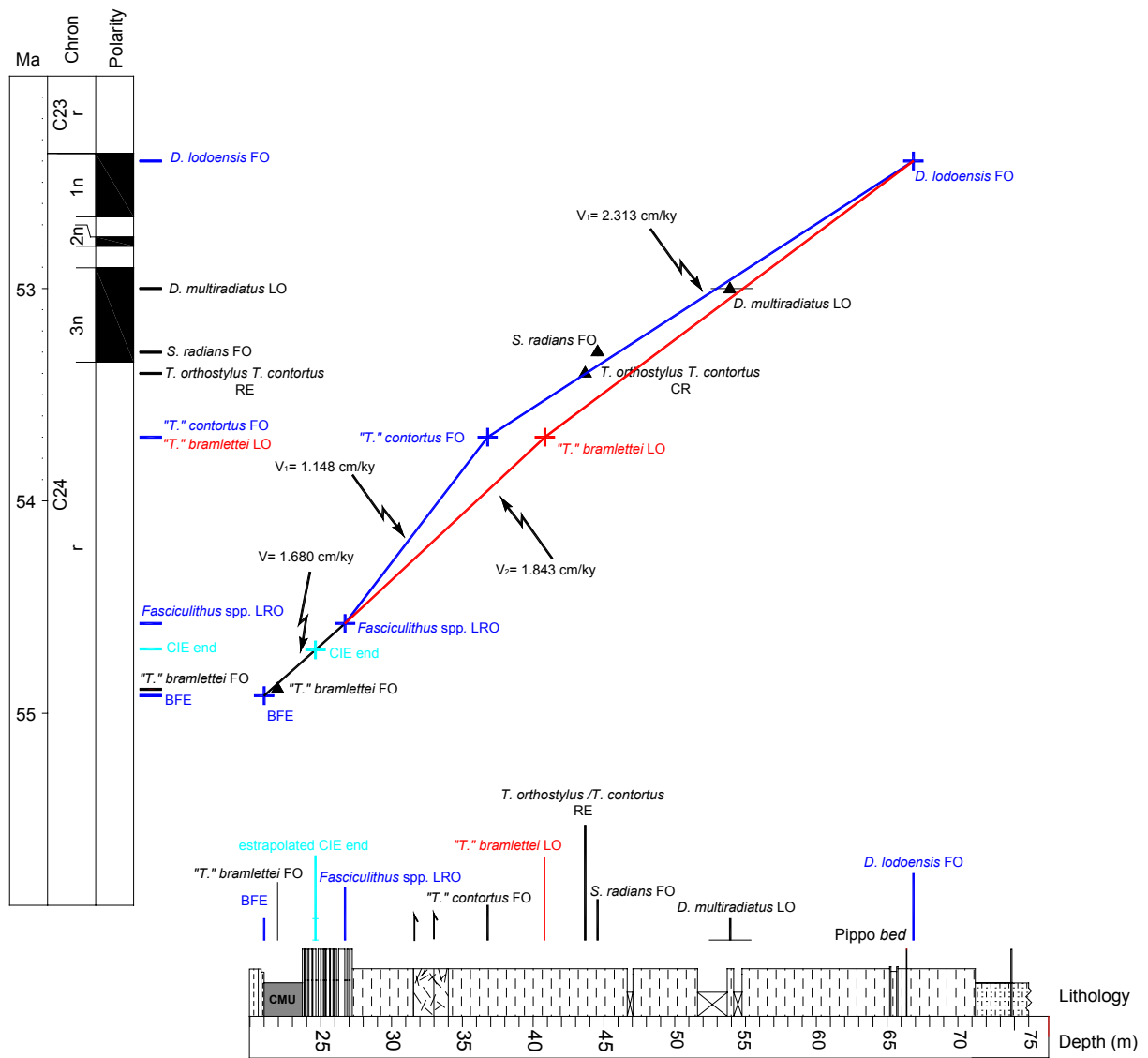


Fig. 10.1. Velocità di sedimentazione nella sezione del Torrente Cicogna dal Paleocene superiore all'Eocene inferiore. Le età della GPTS sono di Cande & Kent (1995). In blu sono evidenziati i punti di taratura, il BFE e la LRO di *Fasciculithus* spp. sono stati calcolati grazie alla astrociclostratigrafia, mentre la FO di *T. contortus* e la FO di *D. lodoensis* sono di Backman (1986).

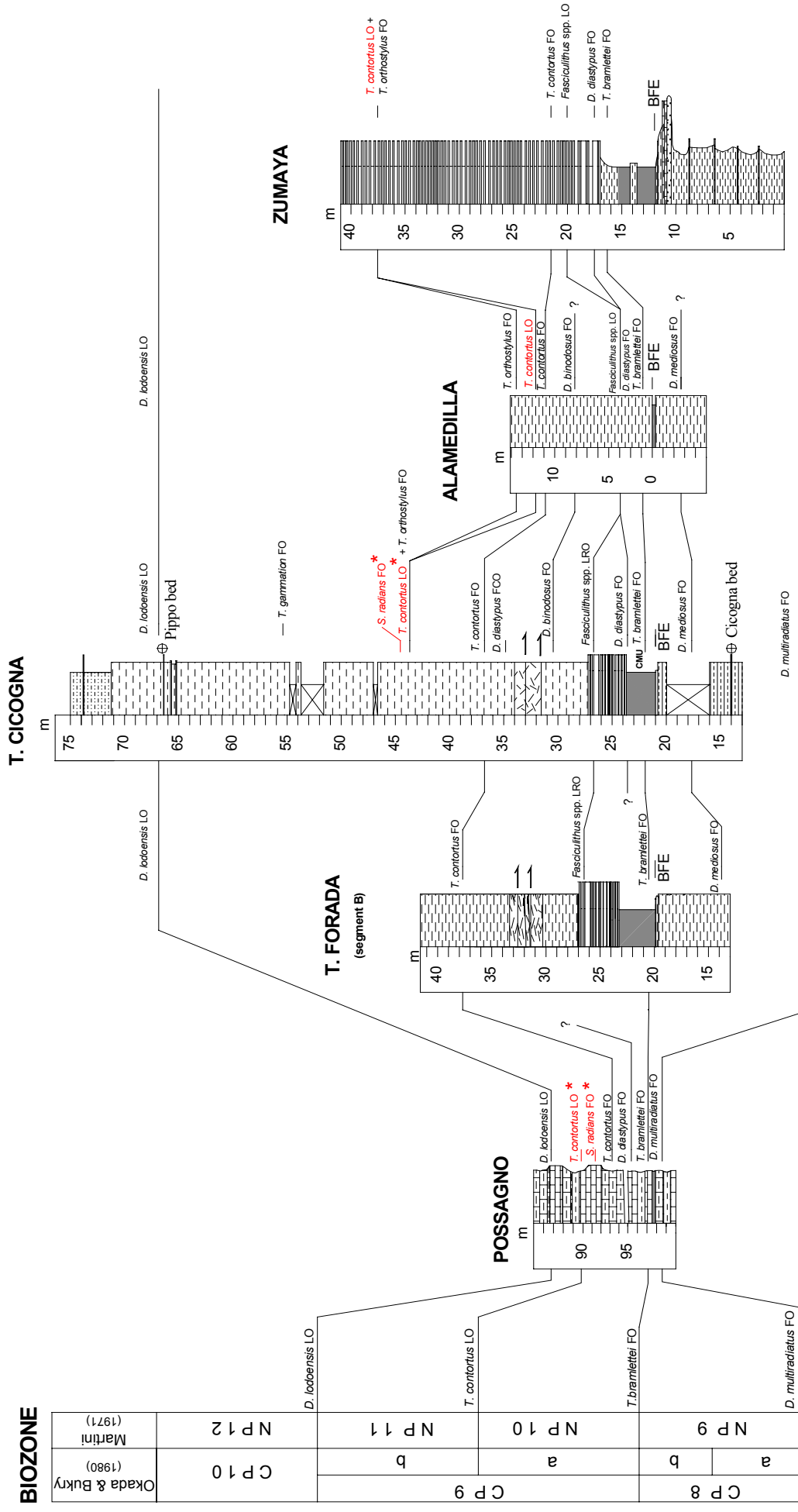


Fig. 10.2. Correlazioni biostratigrafiche tra le sezioni esaminate (Torrente Cicogna e segmento B del Torrente Forada) ed alcune sezioni tetidee (Possagno, Italia; Alamedilla, Spagna) ed atlantiche (Zumaya, Spagna).

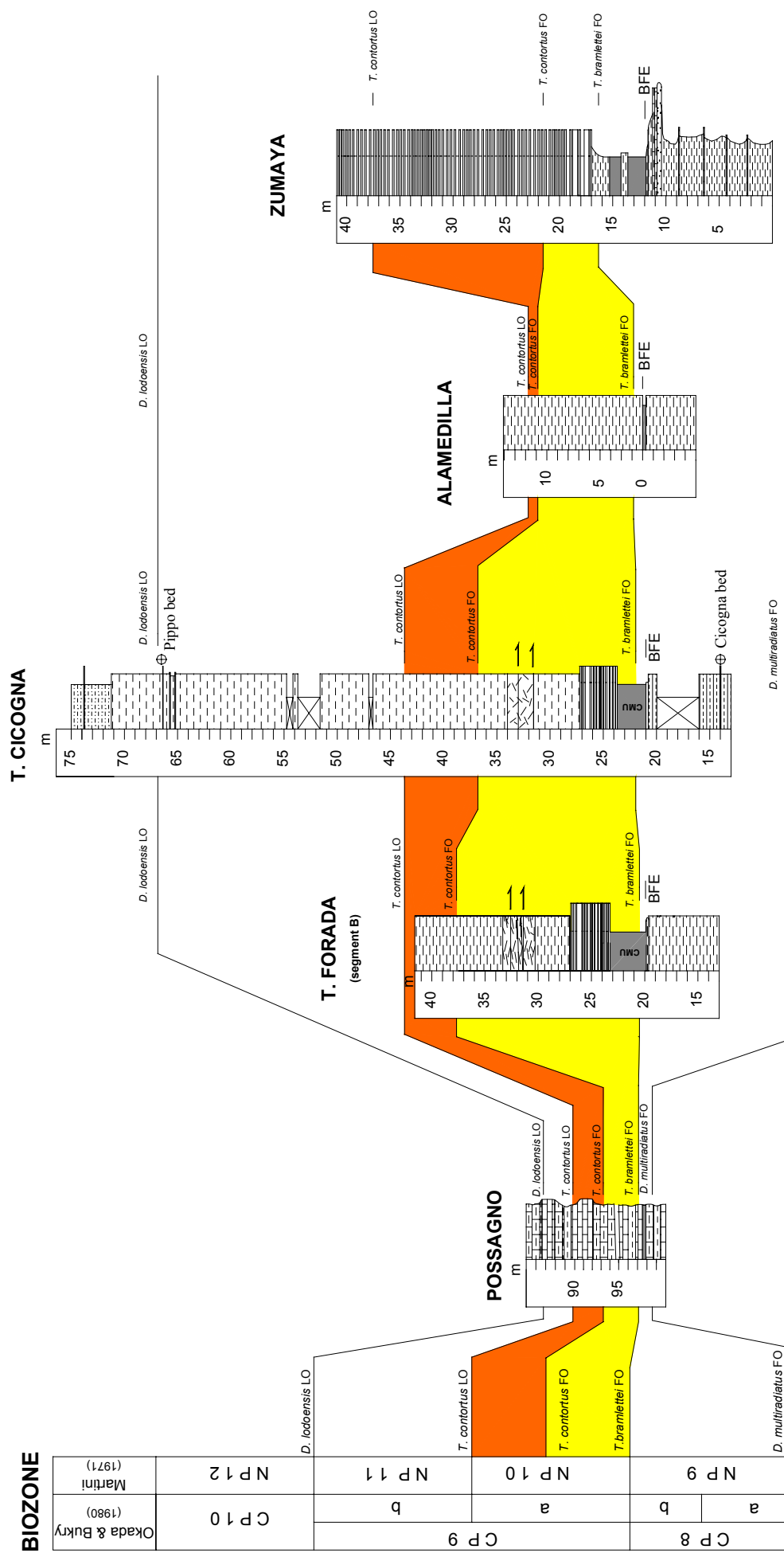


Fig. 10.3. Correlazioni biostratigrafiche tra le sezioni esaminate (Torrente Cicogna e segmento B del Torrente Forada) ed alcune sezioni tetidee (Possagno, Italia; Alamedilla, Spagna) ed atlantiche (Zumaya, Spagna).

(Fig. 10.1). Nell'intervallo compreso tra il BFE (= base CMU) e la LRO di *Fasciculithus* spp. la velocità di sedimentazione media risulta di 1,680 cm/Ky (Fig. 10.1). Nella parte più calcarea la velocità diminuisce a 1,148 cm/Ky (tra LRO di *Fasciculithus* spp e la FO di *T. contortus*), mentre non sorprendentemente, nella parte alta della successione (tra FO di *T. contortus* e FO di *D. lodoensis*), in prossimità dell'istaurarsi della sedimentazione del Flysch sale a valori di 2,313 cm/Ky (Fig. 10.1).

La velocità di sedimentazione nella sezione T. Cicogna è di poco più alta rispetto a quella del T. Forada, tranne nell'intervallo tra il BFE e la LRO di *Fasciculithus* spp. dove i rapporti si invertono (Figg. 9.8, 10.1). Questo potrebbe indicare che nel T. Cicogna una parte della CMU è stata elisa dal disturbo tettonico già osservato in campagna.

Il confronto tra le sezioni prese in esame e quelle di Possagno e di Alamedilla evidenziano come le prime siano più espanse (Figg. 10.2, 10.3). In particolare se si fa riferimento alla situazione veneta si vede come l'espansione stratigrafica aumenti andando da Possagno verso il Vallone bellunese confermando come Possagno in quell'intervallo di tempo fosse collocata in un'area di raccordo tra il Trento Plateau ed il Bacino Bellunese (Trevisani, 1994) (Fig. 6.4a).

Dai dati osservati si può concludere che la sezione del T. Forada è completa a meno di un piccolo intervallo condensato (ciclo 1) alla base della CMU, mentre la sezione del T. Cicogna, nello stesso intervallo, mostra la probabile elisione di parte della CMU verosimilmente determinata dal disturbo tettonico osservato in campagna al lato della sezione stessa.

10.3. ETÀ DELL'INIZIO DELLA SEDIMENTAZIONE DEL FLYSCH DI BELLUNO NELLA SEZIONE DEL TORRENTE CICOGNA

Nella parte alta della sezione del T. Cicogna (Fig. 6.5) si può osservare il limite formazionale tra Marna della Vena d'Oro e Flysch di Belluno. A 5 metri dal tetto della Marna della Vena d'Oro, è stato rinvenuto un livello con spessore di circa 2 cm denominato "Pippo bed" (Fig. 6.5). Questo livello ha le stesse caratteristiche litologiche che sono tipiche dei livelli calcarenitici presenti nel Flysch di Belluno, esso quindi testimonierebbe un preludio alla deposizione del flysch (Fig. 6.5).

Di Napoli Alliata *et al.* (1970) riferiscono l'inizio della sedimentazione del Flysch di Belluno alla Zona a *G. formosa formosa* (Cuisiano). Grandesso (1976), da un confronto tra localizzate all'interno del Vallone Bellunese, rimarca il grande sviluppo in spessore del flysch (oltre 1000m) ed inoltre osserva come la base della formazione flyschioide diventi sempre più recente spostandosi verso la parte occidentale del Bacino Bellunese (nella zona di Belluno Zona a *G. formosa formosa* - NP12; nell'area di Feltre Zona a *G. aragonensis* - tetto NP12).

L'analisi del diagramma età-profondità di fig. 9.10 (Tab. 9.3). ha permesso di datare a 52,4 Ma (limite NP11-NP12) i primi indizi di sedimentazione di tipo flyschioide (Pippo *bed*), mentre il Flysch di Belluno s.s. si comincia a deporre a 52,21 Ma (base NP12) (Fig. 9.10; Tab. 9.3).

I dati ottenuti in questo lavoro concordano perfettamente con Grandesso (1976), Stefani & Grandesso (1991) e Costa *et al.* (1996) che, in questa parte del Vallone Bellunese collocano l'inizio del flysch nella parte medio-bassa della NP12.

CAPITOL0 11

CONCLUSIONI

In questo lavoro ho riportato i risultati dello studio del contenuto in nannofossili calcarei dell'intervallo Paleocene superiore - Eocene inferiore di due sezioni stratigrafiche localizzate nel Vallone Bellunese. In particolare, sono stati analizzati, con metodi quantitativi e considerando l'intera associazione, 81 campioni raccolti nella sezione del Torrente Cicogna, ubicata nella parte centro-orientale del Vallone Bellunese e potente circa 60m. Inoltre, sono stati studiati 155 campioni al passaggio fra il Paleocene e l'Eocene nella sezione del Torrente Forada, ubicata nella parte occidentale del Vallone bellunese, messa in evidenza recentemente da Giusberti (2002), che è stata ed è oggetto di studi integrati da parte di diversi ricercatori del Dipartimento. In questa sezione ho eseguito analisi quantitative di una parte dell'associazione a nannofossili. L'intervallo esaminato nella sezione del Forada ha uno spessore di circa 28m e corrisponde al segmento B di Giusberti (2003).

Gli scopi del lavoro erano molteplici:

1. inquadrare le sezioni negli schemi zonali *standard* di Martini (1971) e Okada & Bukry (1980)
2. valutare, sulla base dei nannofossili calcarei, la completezza delle sezioni, con particolare riferimento al passaggio fra il Paleocene e l'Eocene, un intervallo critico dal punto di vista climatico e paleobiologico (Paleocene/Eocene Thermal Maximum; PETM);
3. stabilire in modo rigoroso le modalità di distribuzione dei vari *taxa* di nannofossili calcarei, sia quelli utilizzati in letteratura (in particolare nelle zonature *standard*) che quelli che costituiscono elementi significativi delle associazioni delle sezioni esaminate;
4. i dati di cui al punto 3 sono la base per riconoscere le zonature *standard* e, quindi valutare età e completezza delle sezioni dal punto di vista biostratigrafico, ma sono anche il punto di partenza per valutare l'affidabilità biostratigrafica nella regione dei vari biorizzonti della letteratura e per mettere in evidenza eventuali eventi regionali utili per migliorare la risoluzione biostratigrafica.

In relazione a questi vari obiettivi, le principali conclusioni raggiunte sono le seguenti:

- La sezione del Torrente Cicogna si estende dal tetto del Thanetiano alla parte alta dell'Ypresiano. In particolare, con riferimento alla zonatura *standard* di Martini (1971) nella sezione sono state riconosciute la parte superiore della Zona NP9, la Zona NP10, la Zona NP11 e la parte inferiore della NP12;
- Il segmento B della sezione del Torrente Forada si estende dal tetto del Thanetiano alla parte bassa dell'Ypresiano. In particolare con riferimento alla zonatura *standard* di Martini (1971) nella sezione sono state riconosciute la parte superiore della Zona NP9 e la Zona NP10;
- Sono stati identificati e valutati criticamente 49 biorizzonti che comprendono quelli zonature *standard*, altri già proposti in letteratura ed, infine, alcuni proposti per la prima volta in questo lavoro che potrebbero rivelarsi utili per correlazioni regionali;
- I 5 biorizzonti utilizzati nelle zonature *standard*, che forniscono una bassa risoluzione biostratigrafica, sono riconoscibili nelle due sezioni (come peraltro già noto in base al classico studio di Proto-Decima et al., 1975, nella sezione di Possagno);
- fra i numerosi eventi proposti in letteratura, i risultati ottenuti suggeriscono la buona potenzialità biostratigrafica delle FO di *D. mediosus* di *T. contortus* per suddividere le Zone NP 9 e NP 10 rispettivamente;
- inoltre, le distribuzioni di *D. binodosus* e *T. gammation* suggeriscono che le loro FO, nonostante non utilizzate in letteratura, potrebbero impiegate per correlazioni regionali, anche se, ovviamente, sono necessarie ulteriori verifiche;
- nel complesso, nell'intervallo considerato appaiono affidabili 14 biorizzonti che potrebbero portare ad una migliore risoluzione biostratigrafica: la durata media fra gli intervalli individuati dai vari biorizzonti è dell'ordine di 0,63 My a confronto del 1,27 My della zonatura *standard* di Martini (1971);
- la presenza di tutti i biorizzonti noti in letteratura garantisce una sostanziale continuità della successione del Cicogna; la velocità media di sedimentazione è dell'ordine di grandezza di 1,7 cm/Ky, variando fra valori minimi di ca. 1,15 cm/Ky e massimi di 2,3 cm/Ky, nella parte alta, poco prima dell'inizio della sedimentazione del Flysch;
- con riferimento ai modelli biocronologici disponibili (Berggren et al., 1995; Backman, 1986) l'inizio della sedimentazione del Flysch si colloca a ca. 52,2 Ma;

- in accordo con la conclusione di Giusberti (2002), la transizione Paleocene-Eocene (PETM) tramite l'analisi dei nannofossili calcarei risulta particolarmente completa ed espansa nella sezione del Forada; tutti i numerosi eventi che caratterizzano il PETM (basati sui cosiddetti *Calcareous Nannofossil Excursion Taxa*, CNET) sono stati riconosciuti, anche se il confronto con sezioni in Spagna indica che, con ogni probabilità, la successione degli eventi è differente nelle diverse aree; nella sezione del Cicogna la transizione Paleocene-Eocene appare meno completa per la presenza di una condensazione estrema alla base, in corrispondenza alla quale è stata rilevata, in campagna, una discreta tettonizzazione.
- lo studio dei nannofossili calcarei presentato in questa tesi, integrato con quelli eseguiti da Maria Chiara Destro e Davide Bilato, ha permesso di avere un quadro in alta risoluzione della biostratigrafia e cronostratigrafia del Paleogene inferiore veneto nell'intervallo Maastrichtiano terminale-Eocene inferiore che permette di concludere che il Vallone Bellunese rappresenta un'area di estremo interesse per affrontare i complessi problemi paleoclimatici e paleobiologici legati a questo interessante intervallo di tempo;
- la biostratigrafia a nannofossili calcarei che è stata messa a punto con queste tre tesi di laurea, e altre in corso, potrebbe essere cruciale per datare il *record* geologico di mare basso del Veneto occidentale; infatti, i nannofossili calcarei, che in quanto alghe, vivono nella parte superficiale della zona fotica, a differenza dei foraminiferi planctonici, si ritrovano comunemente anche in sedimenti di mare basso.

NOTE TASSONOMICHE

INTRODUZIONE

Nel presente lavoro sono stati considerati nannofossili calcarei ampiamente descritti in letteratura. Riferimenti precisi possono essere trovati negli "Annotated Index and Bibliography of the Calcareous Nannoplanckton" pubblicati da LOEBLICH & TAPPAN (1966, 1969, 1970a, 1971, 1973), in AUBRY (1984, 1988, 1989, 1990, 1999) e in FARINACCI (1969-1976, 1979, 1983).

In quest'appendice tassonomica sono state considerate 69 specie riferibili a 30 generi ma essendo la classificazione a livello sopragenerico molto complessa e contraddittoria, si è preferito non affrontare tale problematica e quindi ci si è attenuti alle proposte di PERCH-NIELSEN (1985), raggruppando i diversi generi in famiglie.

Per ogni specie considerata è stata riportata una breve nota con le caratteristiche tassonomiche principali descritte dai vari Autori che le hanno istituite, una breve nota sulla loro distribuzione stratigrafica e delle semplici osservazioni personali (riferite alla situazione riscontrata nella sezione del Torrente Cicogna). All'interno di queste ultime sono state riportate le caratteristiche che possono aiutare nella determinazione specifica, la presenza e l'abbondanza della specie lungo la serie stratigrafica e alcune considerazioni tassonomiche e biostratigrafiche.

FAMIGLIA **BRAARUDOSPHAERIDAE** DEFLANDRE, 1947

GENERE ***Biantholithus*** BRAMLETTE & MARTINI, 1964

Forma circolare, con due placche molto chiuse e schiacciate, o con un ciclo che ha un solco concentrico sul bordo più esterno. Possiedono 8-12 segmenti radiali, debolmente concavi, sul lato prossimale.

FAMIGLIA **COCCOLITHACEAE**, POCHE, 1913

GENERE ***Birkelundia*** PERCH-NIELSEN, 1971

Gli esemplari del genere *Birkelundia* sono caratterizzati da un'ampia area centrale attraversata da una struttura. *Birkelundia* ha un unico scudo distale. Il genere non è ampiamente usato e le specie che ne fanno parte sono di solito assegnate a *Cruciplacolithus* o a *Coccolithus* / *Ericsonia*.

FAMIGLIA **BISCUTACEAE** BLACK, 1971

GENERE ***Biscutum*** BLACK in BLACK & BARNES, 1959

Coccoliti imperforati che consistono di più cicli di elementi; le placche di un livello sono sistemate in modo chiuso attorno a quelle del livello o dei livelli adiacenti.

FAMIGLIA **RHABDOSPHAERACEAE** LEMMERMANN, 1908

GENERE ***Blackites*** HAY & TOWE emend. STRADNER, 1968

I rabdoliti sono costituiti da un'asta rastremata distale attaccata al lato distale e da una placca basale circolare composta da almeno tre cicli di elementi cristallini disposti radialmente o tangenzialmente.

FAMIGLIA **BRAARUDOSPHAERIDAE** DEFLANDRE, 1947

GENERE ***Braarudosphaera*** DEFLANDRE, 1947

La maggior parte dei pentoliti di *Braarudosphaera* è relativamente sottile con segmenti tutti allineati orizzontalmente o lievemente sovrapposti. In alcuni casi la forma trapezoidale dei segmenti non è facilmente riconoscibile sul lato libero essendo molto corto. *Braarudosphaera* è un genere a lunga

distribuzione, conosciuto dall'inizio del Cretaceo, e ancora rappresentato da alcune specie come *B. bigelowii* e *B. magnei*. I pentaliti sono esattamente uguali a quelli secreti oggi da *B. bigelowii*.

FAMIGLIA COCCOLITHACEAE POCHE, 1913

GENERE *Calcidiscus* KAMPTNER, 1950 emend. KAMPTNER, 1954

A questo genere appartengono forme con uno scudo distale e uno prossimale più semplice. L'area centrale piuttosto piccola presenta un'apertura di dimensioni variabili. Le specie appartenenti a questo genere si distinguono in base alle dimensioni dell'area centrale.

Calcidiscus kingii (ROTH, 1970) LOEBLICH & TAPPAN, 1978

- + 1970 *Cyclococcolithus kingii* ROTH, p. 855, t. 6, f. 5; t. 7, f. 1.
- 1971 *Cyclococcolithina proannula* GARTNER, p. 109, t. 5, ff. 1a-c, 2.
- 1973 *Cyclococcolithus kingii* (ROTH) – ROTH, p. 730.
- 1975 *Cyclococcolithina kingii* (ROTH) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 47, t. 2, f. 19 a, b.
- 1978 *Calcidiscus kingii* (ROTH) – LOEBLICH & TAPPAN, p. 1391, t. 6, f. 5; t. 7, f. 1.
- 1985 *Calcidiscus protoannula* (GARTNER) – PERCH-NIELSEN, p. 464, ff. 23.27, 28; 24.19.
- 1985 *Calcidiscus kingii* (ROTH) – PERCH-NIELSEN, p. 464, f. 24.14.
- 1995 *Calcidiscus protoannulus* (GARTNER) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 4, 25-28.

Descrizione: Lo scudo distale consiste di due cicli di elementi. Il ciclo più esterno è costituito da circa 50 elementi tabulari embricati verso destra e separati da suture inclinate in senso antiorario vicino al centro e spiralati nella zona periferica. Il ciclo più interno è composto da 40 – 50 segmenti tabulari che mostrano un forte embricamento destro. Le suture sono inclinate in senso orario vicino all'apertura e si sviluppano nitidamente in senso antiorario nei rimanenti due terzi più esterni del ciclo. L'area centrale copre circa metà della superficie dell'intero coccolite. I dischi prossimale e distale sono composti dello stesso numero di segmenti a forma di cuneo. Le suture sono embricate in senso antiorario vicino al centro e girano radialmente nella parte periferica del disco prossimale. L'apertura centrale è occlusa da placchette di forma poligonale sistemate in maniera irregolare; queste sembrano essere delicate, perché tendono a rompersi ed a lasciare un grande buco centrale che si può osservare più spesso rispetto alla struttura originaria a placche.

Diagnosi: Specie di *Cyclococcolithus* con un'ampia area centrale.

Dimensioni: 5 –6 µm.

Osservazioni: Questa specie differisce da *Cyclococcolithus inversus* (Deflandre) per il fatto di avere una più ampia area centrale e le suture maggiormente curvate.

Distribuzione: Oligocene (Roth, 1970); Eocene medio – superiore (Gartner, 1971); Eocene medio – Miocene inferiore (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Calcidiscus kingii* è presente nella parte alta della sezione dalla base della Zona NP12 fino al top della serie stratigrafica. La distribuzione ritrovata in questa serie stratigrafica è anomala rispetto a quella fornita da altri autori. *C. kingii* è una forma da rara a scarsa, facile da riconoscere per la sua caratteristica ampia area centrale e per la luminosità della scudo distale.

FAMIGLIA PRINSIACEAE HAY & MOHLER, 1967

GENERE *Cepekiella* ROTH, 1970

Coccolite costituito da due scudi che sono connessi da un corto tubo. Il centro è coperto da una cupola composta da denti disposti a spirale che sono uniti allo scudo distale grazie al tubo.

Cepekiella lumina (SULLIVAN, 1965) BYBELL, 1975

- + 1965 *Cyclococcolithus luminis* SULLIVAN, p. 33, t. 3, ff. 9a, b.
- 1975 *Cepekiella lumina* (SULLIVAN) - BYBELL, p. 236, t. 5, ff. 5, 6.
- 1985 *Cyclocargolithus luminis* (SULLIVAN) – PERCH-NIELSEN, p. 504-506, ff. 58, 59.26, 27.

Descrizione: Coccolite circolare, composto da due scudi molto vicini. L'area centrale è leggermente depressa ed occupa meno della metà del diametro totale.

Dimensioni: 6 -8 µm.

Osservazioni: I coccoliti di questa specie sono difficili da distinguere da *Cyclococcolithus gammation*, quando è visto a *nicol* paralleli. A *nicol* incrociati, in ogni modo, l'intero esemplare è illuminato e mostra una curvatura della croce di estinzione e una ben definita area centrale.

Distribuzione: Eocene (Sullivan, 1965); Eocene medio (Bybell, 1975); NP16 - NP 22 (Perch - Nielsen, 1985); FO NP11 (Bybell, 1997).

Note: Finora solo Bybell ha riscontrato la presenza di *C. lumina* nella NP11 del New Jersey (Bybell, 1997). Gli altri autori danno distribuzioni leggermente diverse. Nella serie stratigrafica studiata *Cepekiella lumina* è presente dalla NP10 fino al *top* della sezione. *C. lumina* è una forma molto rara. Questa specie è facile da riconoscere per la sua caratteristica croce d'estinzione.

FAMIGLIA COCCOLITHACEAE POCHE, 1913

GENERE *Chiasmolithus* HAY, MOHLER & WADE, 1966

Placoliti che possiedono un'area centrale molto grande ed aperta, circondata da una struttura a forma di X. Il ciclo distale è più largo di quello prossimale.

***Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER, 1967)**

- + 1961 *Coccolithus bidens* BRAMMLETTE & SULLIVAN, p. 139, t. 1, f. 1.
- 1963 *Coccolithus bidens* BRAMMLETTE & SULLIVAN - STRADNER, in GOHRBANDT, p. 72, t. 8, ff. 1, 2.
- 1964 *Coccolithus bidens* BRAMMLETTE & SULLIVAN - SULLIVAN, p. 180, t. 1, f. 10.
- p 1967 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - HAY & MOHLER, p. 1526, t. 196, ff. 23-25; (*non* t. 196, ff. 14, 15, 17).
- p 1968 *Chiasmolithus solitus* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - LOCKER, t. 1, ff. 5, 6.
- 1970 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - GARTNER, p. 941, t. 7.
- 1973 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - EDWARDS, t. 5, ff. 5, 6.
- 1975 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - PROTO DECIMA *et al.*, p. 46.
- 1976 *Chiasmolithus eograndis* PERCH-NIELSEN - HAQ & LOHMANN, p. 9, f. 11.
- 1977 *Chiasmolithus* cf. *C. eograndis* PERCH-NIELSEN - WISE & WIND, t. 9, ff. 2, 3.
- 1977 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, t. 18, ff. 5, 6.
- 1979 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - ROMEIN, p. 115.
- 1985 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 461, f. 20; f. 32.36.
- 1995 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - BYBELL & SELF TRAIL, p. 20, t. 3, ff. 1-12; t. 32, ff. 6-7, 11-12.
- 1995 *Chiasmolithus bidens* (BRAMMLETTE & SULLIVAN) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 2, ff. 11, 12.

Descrizione: Lo scudo distale del coccolite (placolite) ha uno scalino con una pendenza leggermente concava verso l'esterno e un'inclinazione verso l'interno più ampia e piana. Le proiezioni di piccole indentature nell'area centrale sono assenti o poco marcate nell'asse più lungo, mentre nell'asse più corto sono presenti ma non preminenti.

L'area centrale viene attraversata trasversalmente da una robusta forma a X, che consiste in una barra dritta ed una sigmoide.

Dimensioni: 6 - 13 µm; di solito circa 10 µm.

Osservazioni: Questa specie è simile al *Coccolithus grandis* eccetto che per le dimensioni molto minori di *Chiasmolithus bidens* e per l'indeterminatezza delle proiezioni delle indentature, tuttavia due di queste sono chiare specialmente a *nicol* incrociati. Somiglianza e relazioni relativamente alla distribuzione indicano che il *Coccolithus grandis* si è sviluppato da queste piccole forme.

Distribuzione: Paleocene (Bramlette & Sullivan, 1961); Zona *Fasciculithus tympaniformis* - Zona *Discoaster multiradiatus* (rimaneggiato) (Hay & Mohler, 1966); NP 5 - NP10 (Hay e Mohler, 1967) =>

significativo riduzione di *C. bidens* al limite Paleocene - Eocene - mette in sinonimia *C. bidens/C. solitus/C. edentulus*; NP 5 - NP11 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Chiasmolithus bidens* è una forma estremamente rara presente lungo tutta la sezione coerentemente con la distribuzione di altri autori. *C. bidens* è una forma di facile determinazione, quando sono presenti le tipiche indentature.

***Chiasmolithus californicus* (SULLIVAN, 1964) HAY & MOHLER, 1967**

- 1961 *Coccolithus* aff. *C. gigas* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 140, t. 1, ff. 7 a, b.
- + 1964 *Coccolithus californicus* SULLIVAN, p. 180, t. 2, ff. 3 a, b; 4 a, b.
- p 1967 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - HAY & MOHLER, p. 1526, t. 196, ff. 16, 21, 22; (non t. 198, ff. 8, 12, 13).
- 1967 *Chiasmolithus californicus* (SULLIVAN) - HAY & MOHLER, p. 1527, t. 196, ff. 18-20; t. 198, f. 5.
- 1976 *Chiasmolithus californicus* (SULLIVAN) - HAQ & LOHMANN, t. 9, f. 7; t. 3, f. 9.
- 1979 *Chiasmolithus californicus* (SULLIVAN) - ROMEIN, p. 114.
- 1985 *Chiasmolithus californicus* (SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, t. 19, f. 15; t. 20.
- 1995 *Chiasmolithus californicus* (SULLIVAN) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 2, ff. 15, 24.

Descrizione: Coccolite di grandi dimensioni con due scudi molto vicini e congiunti da un robusto tubo. Il disco distale, piuttosto delicato con un'inclinazione convessa e ampia verso l'esterno ed una stretta pendenza verso l'interno, mostra una certa indeterminatezza delle strie, che sono dritte e radiali. L'area centrale è piccola ed occupata da una struttura a forma di X.

Dimensioni: 13 - 21 µm.

Osservazioni: I coccoliti di questa specie differiscono dal *C. consuetus* perché sono più grandi, perché hanno uno scudo distale più delicato (che mostra un piccolo rilievo) in contrasto con il robusto tubo di collegamento e perché le strie radiali sono poco marcate; alcuni esemplari, come quello di f. 4, mostrano chiaramente la presenza di queste strie. *C. californicus* differisce da *C. gigas* perché è più piccolo e perché ha meno numerose e poco marcate strie che seguono un andamento rettilineo e radiale piuttosto che sigmoide.

Distribuzione: Paleocene (Sullivan, 1964); Zona *Discoaster multiradiatus* (Hay & Mohler, 1967); Zona *Tribrachiatus contortus* - Zona *Discoaster subladoensis* (Spagna) / Zona *Discoaster multiradiatus* - Zona *Tribrachiatus orthostylus* (Romein, 1979); NP10 - NP 13 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Chiasmolithus californicus* è una forma da rara a scarsa presente lungo tutta la sezione. Per le notevoli dimensioni *C. californicus* risulta una forma di abbastanza semplice determinazione specifica.

***Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER, 1967**

- + 1961 *Coccolithus consuetus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 139, t. 1, ff. 2a-c.
- 1963 *Coccolithus consuetus* BRAMLETTE & SULLIVAN - STRADNER in GOHRBANDT, p. 74, t. 8, ff. 10-13.
- p 1967 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - HAY & MOHLER, p. 1526, t. 196, f. 23-25; (non t. 198, f. 16).
- p 1967 *Chiasmolithus bidens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - HAY & MOHLER, p. 1526, t. 197, ff. 4, 9, 14; (non t. 196, ff. 14-15, 17).
- p 1967 *Chiasmolithus danicus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - HAY & MOHLER, p. 1526, t. 198, ff. 12, 13; (non t. 196, ff. 16, 21, 22; t. 198, f. 8).
- 1970 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - STRADNER, p. 942, f. 9.
- 1975 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - MEDIZZA, p. 437, t. 1, f. a, b.
- 1975 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PROTO DECIMA *et al.*, p. 46, t. 2, f. 1 a, b.
- 1977 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, t. 19, ff. 2, 4, 6.
- 1979 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - ROMEIN, p. 113-114.
- 1985 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 461, ff. 19.19; 20; 22a.
- 1995 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - BYBELL & SELF TRAIL, p. 21, t. 4, ff. 1-4; t. 32, ff. 13-15.

1995 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 2, ff. 3-10.

Descrizione: Se visto distalmente, lo scudo distale di questa specie è composto da circa 40 segmenti embricati in senso destro. Le suture tra i setti, sono diritte, e per lo più orientate in modo radiale dal lato distale. Dal punto di vista prossimale, i segmenti dello scudo distale, sembrano addensarsi nella zona periferica, e sono anche separati da suture diritte e radiali. La struttura centrale a croce è apparentemente fatta da rombi di calcite, essendo ciascun membro costruito da una singola fila di rombi o da 4 o 5 rombi.

Dimensioni: 10µm.

Distribuzione: Paleocene – Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Paleocene superiore – Eocene medio (Proto Decima *et al.*, 1975); Spagna: Zona a *Ellipsolithus macellus* – Zona a *Nannotetrina fulgens* / Israele: Zona a *Ellipsolithus macellus* – Zona a *Discoaster subladoensis* (Romein, 1979); NP 5 – NP 19 (Perch-Nielsen, 1985); NP 4/NP 5 – NP11 (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: *Chiasmolithus consuetus* è una forma da rara a comune presente lungo tutta la serie stratigrafica considerata. La sua distribuzione è assolutamente coerente con quella data da altri autori. Gli esemplari di questa specie sono di facile determinazione quando la ricristallizzazione non cancella le caratteristiche diagnostiche (struttura centrale a X), in caso contrario l'assegnazione alla specie diventa difficile.

***Chiasmolithus danicus* (BROTZEN, 1959) VAN HECK & PERCH-NIELSEN, 1987**

- + 1959 *Cribrosphaerella danica* BROTZEN, p. 25, fnt. 9. 3-6.
- 1964 *Coccolithus danicus* (BROTZEN) - BRAMLETTE & MARTINI, p. 298, t. 1, ff 15-16.
- 1967 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - HAY & MOHLER, p. 1526; t. 198, ff. 8, 12, 13); (*non* t. 196, ff 16, 21, 22).
- 1970 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - GARTNER, p. 942, t. 10.
- 1972 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - PERCH-NIELSEN, t. 4, f. 5.
- 1975 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) –PROTO DECIMA *et al.*, p. 46, t. 1, f. 28a, b.
- 1976 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN)- HAQ & LOHMANN, t. 3, ff. 5-7.
- 1979 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - ROMEIN, p. 113, t. 3, f. 1.
- 1985 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) – PERCH NIELSEN, ff. 19.27; 20.
- 1987 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - VAN HECK & PERCH-NIELSEN, p. 280, t. 1, ff. 11-26, 33, 34; fnt. 1-4.
- 1990 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - POSPICHAL & WISE, t. 1, f. 6.
- 1991 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - WEI & POSPICHAL, t. 4, ff. 3, 4, 7.
- 1995 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 2, ff. 1, 2.
- 2000 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) - LOTTAROLI & CATRULLO, t. 1, f. 12.

Descrizione: (da Bramlette e Martini, 1964). Placolite con 2 placche ellittiche, con barre debolmente sigmoidi, ricurve, che abbracciano la quasi chiusa apertura centrale. Le strie mostrano una curvatura sinistra se viste dal lato distale. Le specie tipo di Brotzen sono scarsamente preservate e molto ricristallizzate (specialmente sul margine). Dimensioni: 8-15 µm. Questa specie è strettamente correlata a *C. bidens* che ha un'apertura centrale più larga, solo parzialmente ristretta da 2 piccole proiezioni dentiformi. *C. solitus* ha un'area centrale più aperta e meno cospicue strie sulla placca distale.

Si tratta di placoliti con un'apertura centrale "abbracciata" da una robusta struttura a X. Le barre della struttura centrale sono fuori asse, e due delle barre sono debolmente curve. A luce polarizzata la struttura centrale è fortemente birifrangente. Gli scudi larghi, e fortemente striati, mostrano una debole birifrangenza a luce polarizzata.

La specie ha una larga varietà di morfotipi. La struttura centrale può essere abbastanza semplice con angolature differenti di due delle barre. In alcuni casi la struttura centrale è più complessa, e al microscopio ottico appare come se consistesse di 6 blocchi separati. In alcuni casi le barre della struttura centrale sembrano suddivise in senso longitudinale.

Dimensioni: 7-12 µm.

Osservazioni: La specie differisce da *Chiasmolithus edwardsii* per avere una struttura centrale che ha le barre orientate approssimativamente a 45° dagli assi dell'ellisse e per la forma curva di due delle barre. Differisce da *Chiasmolithus edentulus*, *Chiasmolithus incospicuus* e *Chiasmolithus bidens* perché a luce polarizzata mostra una forte birifrangenza, a causa dell'orientazione dei cristalli

costituenti la struttura centrale e inoltre perché ha una più grossolana striatura dei suoi scudi. Differisce da *Chiasmolithus consuetus* per avere una struttura centrale più robusta ed un'apertura centrale più piccola.

Distribuzione: NP 3-NP 6 (Bramlette & Sullivan, 1964); Paleocene superiore (Proto Decima *et al.*, 1975); NP 3-NP 6 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Chiasmolithus danicus* è semplice da identificare, per la particolare struttura dell'area centrale; tuttavia non sempre è stato possibile classificare questa forma, a volte per la scarsa preservazione, talvolta per l'elevata ricristallizzazione. *C. danicus* è presente nella parte bassa della sezione e la sua abbondanza va da rara a scarsa. La forma è forse rimaneggiata.

***Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) RADOMSKY, 1968**

- + 1954 *Coccolithus grandis* BRAMLETTE & RIEDEL, p. 391, t. 38, f.1 a, b.
- 1954 *Coccolithus grandis* BRAMLETTE & RIEDEL - DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 152, fnt. 48.
- 1961 *Coccolithus grandis* BRAMLETTE & RIEDEL - BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 140, t. 2, ff. 1-3.
- 1968 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL) – RADOMSKI, p. 560, t. 44, ff. 3, 4.
- 1969 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL) – BUKRY & KENNEDY, p. 42, t. 3, f. 2.
- 1970 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL) – GARTNER, p. 944, ff. 11.3.
- 1971 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL) – PERCH-NIELSEN, p. 18, t. 9, ff. 1, 2; t. 10, f. 4; t. 60, ff. 1, 2.
- 1975 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 46, t. 2, f. 2 a, b.
- 1979 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL) – ROMEIN, p. 116.
- 1985 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL) – PERCH-NIELSEN, t. 19, f. 16. 20.
- 1995 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 3, ff. 3, 4.

Descrizione: Placolite insolitamente grande, costituito da due scudi curvati; lo scudo inferiore è grande quasi come lo scudo superiore. I due scudi sono così vicini che è impossibile, nella visione laterale, vedere il tubo che li connette. Una grande parte dell'area centrale del placolite è occupata da una croce a forma di X, che può essere osservata da entrambe le superfici del placolite, poiché attraversa la grande area centrale. La calcite di questa croce otticamente appare come un singolo cristallo, in contrasto con la struttura fibrosa, che è comune nei coccoliti. Strie molto sottili sono osservabili nei margini di entrambi i dischi.

Dimensioni: 18 -23 μ m.

Osservazioni: Questa specie assomiglia alla più antica *C. cretaceous* Archangelsky, che è consistentemente più piccola.

Distribuzione: Eocene inferiore - medio (Bramlette & Riedel, 1954); Spagna : Zona *Tribrachiatius orthostylus* - Zona *Nannotetrina fulgens* / Israele : Zona *Discoaster binodosus* - Zona *Discoaster subloadoensis* (Romein, 1979); NP10 – NP 17 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: Nella sezione *Chiasmolithus grandis* è presente dalla Zona NP10 alla Zona NP12; è una forma da rara a scarsa che nella parte alta della serie stratigrafica aumenta la sua abbondanza relativa ed è presente in modo abbastanza continuo. La distribuzione della sezione studiata è coerente con quella di molti autori. *C. grandis* è una forma semplice da riconoscere per la tipica struttura centrale.

***Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) LOCKER 1968**

- + 1961 *Coccolithus solitus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 140, t. 2, f. 4a, c.
- 1964 *Coccolithus solitus* BRAMLETTE & SULLIVAN - p. 181, t. 1, f. 13.
- 1968 *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - LOCKER, p.221, ff. 5, 6.
- 1970 *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – GARTNER, p. 945, f. 16.
- 1971 *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 21, t. 11, f. 1; t. 12, ff. 1-5; t. 13, f. 5; t. 14, f. 11; t. 60, ff. 19, 20.
- 1975 *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PROTO DECIMA *et al.*, p. 46, t. 2, f. 8a, b.
- 1979 *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – ROMEIN, p. 116.

- 1985 *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, ff. 19.21; 20.
 1995 *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 2, ff.13-14, 16-17.

Descrizione: Coccoliti (placoliti) con scudi assai vicini, il più grande ha uno scalino con una pendenza leggermente concava verso l'esterno e una superficie inclinata leggermente più ampia verso l'interno. Il diametro dell'inclinazione verso l'interno è approssimativamente uguale a quello dello scudo inferiore, perciò a *nicol* paralleli il placolite appare abbastanza simile in entrambe le facce. All'interno dell'abbastanza ampia apertura centrale si espande trasversalmente una struttura a forma di X piuttosto delicata.

Dimensioni: 9 - 13 µm.

Osservazioni: Questi placoliti sono distinguibili da quelli appartenenti a *Coccolithus bidens*, che hanno dimensioni simili, per la mancanza di elementi a forma di dente nell'apertura centrale e per la più delicata struttura a forma di X.

Sebbene siano facilmente differenziabili da *C. consuetus*, nei Lodo Strata, per la più limitata zona inclinata verso l'esterno che non presenta strie evidenti, in realtà questa caratteristica può essere molto più difficile da osservare altrove.

Distribuzione: Eocene inferiore - Eocene medio (Bramlette & Sullivan, 1961); Spagna: Zona a *Discoaster lodoensis* - Zona a *Nannotetrina fulgens* / Israele: Zona a *Tribrachiatius contortus* - Zona a *Discoaster sublodoensis* (Romein, 1979); NP12 - NP16 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Chiasmolithus solitus* è una forma rara con una distribuzione discontinua all'interno della serie stratigrafica studiata. *C. solitus* può essere difficilmente distinguibile da altre forme per il basso grado di preservazione del materiale.

FAMIGLIA COCCOLITHACEAE POCHE, 1913

GENERE *Coccolithus* SCHWARZ, 1894

A questo genere appartengono placoliti ellittici, con scudo prossimale più piccolo dello scudo distale; lo scudo distale ha elementi di calcite disposti perpendicolarmente al piano dello scudo.

Coccolithus eopelagicus (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961

- + 1954 *Tremalithus eopelagicus* BRAMLETTE & RIEDEL, p. 392, t. 38, f. 2a, b.
- 1961 *Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL) - BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 141.
- 1966 *Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL) - HAY, MOHLER & WADE, p. 385, t. 1, f. 1.
- 1967 *Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL) - BRAMLETTE & SULLIVAN, in BRAMLETTE & WILCOXON, p. 102, t. 4, ff. 6-8.
- 1975 *Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL) - MEDIZZA, p. 438, ff. 5 a, b, 7 a-c.
- 1975 *Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL) - PROTO DECIMA *et al.*, t. 2, ff. 15a-c.
- 1976 *Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL) - HAQ & LOHMANN, t. 8, ff. 10-12; t. 13, ff. 3, 4.
- 1979 *Ericsonia eopelagica* (BRAMLETTE & RIEDEL) - ROMEIN, p. 108.

Descrizione: Placolite insolitamente grande, ellittico, costituito da due scudi incurvati, dei quali l'inferiore è leggermente più piccolo del superiore. I dischi sono abbastanza vicini e dunque il tubo (dalla parete spessa) di collegamento è visibile nella visione laterale solo tra i sottili e curvati bordi degli scudi. Nella visione planare i dischi mostrano una fessura centrale allungata; nella parte periferica sono presenti delle strie sottili, radiali e curvate. Il diametro maggiore è usualmente di 16 - 20 µm.

Dimensioni: 16 - 20 µm.

Osservazioni: Questo placolite è più grande di qualsiasi altra forma descritta, eccetto del caratteristico *Coccolithus grandis*, con il quale d'altra parte non ci sono somiglianze.

Distribuzione: Eocene medio - Oligocene (Bramlette & Riedel, 1954); Eocene medio - Oligocene (Perch-Nielsen, 1985).

Note: Nella serie stratigrafica *Coccolithus eopelagicus* è una forma assai rara. La sua distribuzione è molto discontinua. La forma è molto facile da riconoscere per le notevoli dimensioni che la caratterizzano.

***Coccolithus miopelagicus* BUKRY, 1971**

- + 1971 *Coccolithus miopelagicus* BUKRY, p. 310, t. 2, ff. 6-9.
- 1985 *Coccolithus miopelagicus* BUKRY – PERCH-NIELSEN, ff. 23.23, 24.

Descrizione: Questo placolite di notevoli dimensioni ha un'area centrale di media ampiezza e un bordo espanso e striato. A *nicol* paralleli sia il margine sia l'area centrale risultano prominenti. A *nicol* incrociati l'area centrale è estinta e sono presenti caratteristiche bande di estinzione nel disco inferiore (più piccolo) che risulta illuminato; il ciclo superiore rimane invece estinto. Nell'area centrale sono presenti una piccola apertura ellittica o una fenditura, queste strutture sono allineate con l'asse lungo del placolite.

Dimensioni: 13 – 18 μm .

Osservazioni: *C. eopelagicus* (Bramlette & Riedel) si differenzia da *C. miopelagicus* per i seguenti motivi: 1) gli elementi che compongono *C. eopelagicus* sono di più (50-61) rispetto a quelli che costituiscono *C. miopelagicus* (40-49); 2) La misura di 10 esemplari tipici di *C. eopelagicus* mostra che l'area centrale occupa $59 \pm 1\%$, mentre in *C. miopelagicus* occupa solo $50 \pm 5\%$; L'area centrale di *C. eopelagicus* occupa una percentuale maggiore dell'asse più corto $49 \pm 2\%$ rispetto al $42 \pm 3\%$ di *C. miopelagicus*. La differenza generale tra *C. miopelagicus* e *C. eopelagicus* e gran parte degli esemplari del più recente *C. pelagicus* (Wallich) s.s. è la più piccola area centrale di *C. miopelagicus* in rapporto all'area del disco. Esemplari di grandi dimensioni di *C. miopelagicus* arrivano a 20 μm , ma come osservato da Bramlette & Riedel (1954) queste forme terziarie, simili a *C. eopelagicus* sono generalmente più piccole.

Distribuzione: Miocene inferiore - medio (Bukry, 1971); Oligocene superiore – Miocene medio (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Coccolithus miopelagicus* è una forma da rara a comune presente lungo tutta la sezione. La distribuzione è diversa rispetto a quella riscontrata in altri autori. *C. miopelagicus* è una forma di facile assegnazione specifica grazie alle sue dimensioni e alla caratteristica figura d'interferenza.

***Coccolithus pelagicus* (WALLICH, 1877) SCHILLER, 1930**

- + 1877 *Coccosphaera pelagica* WALLICH, p. 348, ff. 1, 2, 5, 11, 12.
- 1902 *Coccolithophora pelagica* (WALLICH) - WALLICH in LOHMANN, pp. 138-139, t. 5, f. 58 a-c.
- 1930 *Coccosphaera pelagica* (WALLICH) - SCHILLER in RABENHOR, p. 246, ff. 123-124.
- 1954 *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) - KAMPTNER, p. 20-21, fnt. 13-16.
- 1956 *Cysyalolithus hyalinus* GAARDER & MARKALI, pp. 1-4, t. 1.
- 1960 *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) - PARKE & ADAMS, pp. 263-264, t. 1-4.
- 1967 *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) - MCINTYRE & BE', p. 570, t. 8.
- 1977 *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) - WISE & WIND, t. 9, ff. 5, 6.
- 1985 *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) – PERCH-NIELSEN, ff. 24.1-3.
- 1995 *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) – BYBELL & SELF TRAIL, p. 21, t. 4, ff. 6-8; t. 32, ff. 16, 17.
- 1995 *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 12, ff. 21, 22.

Descrizione: Placolite ellittico con lo scudo distale più grande dello scudo prossimale. In sezione trasversale si vede che lo scudo distale aumenta in altezza, da un margine sottile minimo verso l'esterno, fino ad uno spessore massimo vicino all'apertura centrale. Entrambi gli scudi sono concavi sul lato prossimale, e sono costituiti da 32 a 49 elementi raggiati, che si sovrappongono leggermente e terminano con una estremità piatta. Questa forma ha il diametro compreso tra i 6 e i 10 μm .

Dimensioni: 6-10 μm .

Distribuzione: Paleocene – Attuale (Perch-Nielsen, 1985); NP 5 – Attuale (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: *Coccolithus pelagicus* ha una distribuzione abbondante e continua lungo tutta la sezione (Zona NP9 – Zona NP12), coerentemente con la distribuzione dei vari autori considerati. *C. pelagicus* è una forma di facile riconoscimento grazie alla tipica figura di interferenza.

FAMIGLIA COCCOLITHACEAE POCHE, 1913

GENERE *Cruciplacolithus* HAY & MOHLER, 1967

Placoliti concavi ed ellittici, che nell'area centrale hanno una croce le cui braccia risultano orientate nella direzione dell'asse maggiore e minore dell'ellisse.

Cruciplacolithus cribellum (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) ROMEIN, 1979

- + 1961 *Coccolithites cribellum* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 151, t. 7, ff. 5a, b, 6a, b.
- 1961 *Coccolithus cribellum* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – STRADNER, p. 178.
- 1964 *Coccolithus cribellum* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - SULLIVAN, p. 181, t. 3, f. 5.
- 1972 *Ericsonia* cf. *E. cribella* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 1020, t. 4, f. 6.
- 1975 *Coccolithus cribellum* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 47, t. 2, f. 4 a, b.
- 1979 *Cruciplacolithus cribellum* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) - ROMEIN, p. 103.
- 1985 *Cruciplacolithus cribellum* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – PERCH-NIELSEN, ff. 19.39, 40; 20; 21.
- 1995 *Cruciplacolithus cribellum* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 1, ff. 15, 16.

Descrizione: Coccoliti ellittici, costituiti da due dischi molto vicini. Il disco distale con un'ampia superficie inclinata verso l'esterno, sottili strie dritte e una assai angusta area di scarpata verso l'interno. L'area centrale è perforata da parecchie fila di piccoli fori, con un'indeterminata croce che indica la divisione della lamina centrale in quadranti.

Dimensioni: 6 - 14 μm , comunemente 11 μm .

Osservazioni: La struttura di questa peculiare e rara forma è difficile da determinare, ma appare simile alle specie cretacee che sono qui discusse sotto la provvisoria registrazione di *Coccolithites* sp.

Distribuzione: Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Paleocene superiore – Eocene medio (Proto Decima *et al.*, 1975); Spagna: Zona a *Discoaster multiradiatus* - *Nannotetrina fulgens* / Israele: Zona a *Tibrachiatus contortus* - Zona a *Discoaster subloadoensis* (Romein, 1979); NP9 - NP11 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Cruciplacolithus cribellum* è una forma rara con una distribuzione discontinua tra la Zona NP10 e la Zona NP11. Il suo riconoscimento è facile grazie alla caratteristica area centrale perforata.

Cruciplacolithus frequens (PERCH-NIELSEN, 1977) ROMEIN, 1979

- + 1977 *Chiasmolithus frequens* PERCH-NIELSEN, p. 746, t.18, ff. 2, 4; t. 19, ff. 1, 3, 5; t. 50, ff. 5, 6.
- 1979 *Cruciplacolithus frequens* (PERCH-NIELSEN) – ROMEIN, 103, t. 9, f. 6.
- 1985 *Cruciplacolithus frequens* (PERCH-NIELSEN) – PERCH-NIELSEN, ff. 19. 28; 20.
- 1995 *Cruciplacolithus frequens* (PERCH-NIELSEN) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 1, ff.7, 8.

Descrizione: *Chiasmolithus frequens* è un chiasmolite di grandi dimensioni con circa 50 - 60 elementi nello scudo distale. Nella visione distale si può apprezzare che le barre della croce centrale hanno lunghezze diverse e sono costituite da asticelle orientate parallelamente rispetto alla barra. Nella terminazioni delle barre, "piedini", costituiti da uno o parecchi elementi triangolari, sono uniti alle barre stesse dove si connettono alla parete. I "piedini" sono usualmente orientati in verso orario con un piccolo "sperone" diretto nell'altra direzione. I "piedini" sono visibili anche al microscopio ottico.

Diagnosi: Chiasmolite di grandi dimensioni con piedi attaccati alla croce centrale, dove si connette alla parete nella visione laterale.

Osservazioni: In precedenza *Chiasmolithus frequens* è stato probabilmente incluso in *C. danicus*, ma può essere distinto da questa specie, che è presente molto prima. *Chiasmolithus frequens* si può differenziare da ogni altro chiasmolite fino a qui descritto per la presenza dei "piedini".

Dimensioni: 12 - 14 µm.

Distribuzione: NP 5 – NP9 (Perch-Nielsen, 1977); Spagna: Zona a *Discoaster mohleri* Zona a *Discoaster multiradiatus* / Israele: Zona a *Discoaster multiradiatus* (Romein, 1979); NP 5 – NP9 (Perch-Nielsen, 1985);

Note: *Chiasmolithus frequens* è una forma assai rara, che ha una distribuzione piuttosto discontinua e ristretta alla parte bassa della sezione. Gli esemplari appartenenti a *C. frequens* sono di difficile riconoscimento sia per la loro somiglianza con *C. danicus* sia per lo scarso grado di preservazione.

***Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER, 1961) HAY & MOHLER, 1967**

- + 1961 *Heliorthus tenuis* STRADNER, p. 84, fnt.64-65.
- 1963 *Coocolithus helis* STRADNER, in GOHRB, p.74, t. 8, f. 16; t. 9, ff. 1, 2.
- 1967 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) - HAY & MOHLER, in HAY *et al.* p. 446.
- 1967 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) - HAY & MOHLER, p. 1527, t. 196, ff. 29-31; t. 198, ff. 1, 17.
- 1975 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 47, t. 2, f. 9a, b.
- 1977 *Cruciplacolithus notus* (STRADNER) - PERCH-NIELSEN, p 746, t. 17, f. 4; t. 50, f. 2.
- 1979 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) - ROMEIN p. 101.
- 1985 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) – PERCH-NIELSEN, ff. 19. 31, 32; 20.
- 1987 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) - VAN HECK & PRINS, p. 290, t. 1, f. 4, fnt. 11.
- 1995 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t.1, ff. 1-6.
- 2000 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER) - LOTTAROLI & CATRULLO, t. 1, ff. 13, 14.

Descrizione: (da Perch-Nielsen, 1977). Forma ellittica, i cui scudi (distale e prossimale) sono composti di un numero variabile elementi. Le barre della croce centrale sono orientate parallelamente all'asse, ma talvolta possono essere debolmente ruotate, rendendo difficoltosa l'assegnazione al genere. Verso la parete dell'area centrale, le barre della struttura centrale girano a formare dei "piedini", tramite i quali si attaccano al bordo. Questi "piedini" sono ben distinguibili al microscopio ottico.

Dimensioni: 7-14 µm.

Osservazioni: (da Romein, 1979) Come in *C. primus* le barre della croce centrale sono allineate con l'asse maggiore dell'ellisse in *C. tenuis* tuttavia la punta delle barre mostra una protrusione triangolare (piedini). Questi piedini sono disposti sempre in senso antiorario dal lato distale. In una orientazione "standard", per il lato distale, la caratteristica ottica di un piedino è opposta a quella della barra adiacente.

Distribuzione: Daniano (Stradner, 1961); Zona a *Cruciplacolithus tenuis* - Zona a *Discoaster multiradiatus* (Hay & Mohler, 1967); Zona a *Cruciplacolithus tenuis* (Proto Decima *et al.*, 1975); Spagna: Zona a *Cruciplacolithus tenuis* – Zona a *Discoaster mohleri* / Scandinavia: Zona a *Cruciplacolithus tenuis* - Zona a *Ellipsolithus macellus* (Romein, 1979); NP 3 – NP11 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Cruciplacolithus tenuis* nella serie stratigrafica ha una distribuzione discontinua al limite tra NP9 – NP10. La sua abbondanza va da rara a scarsa. Il riconoscimento di questa forma risulta abbastanza semplice quando sono visibili i "dentini", quindi nel caso di conservazione da buona a moderata.

FAMIGLIA DISCOASTERACEAE VEKSHINA, 1959

GENERE *Discoaster* TAN SIN HOK, 1927

A questo genere appartengono nannofossili a forma di stella o a di rosetta costituiti da un'insieme di cristalli di calcite ciascuno a simmetria bilaterale disposti radialmente. All'osservazione a *nicol* incrociati non mostrano bitrifrangenze e le specie si distinguono a *nicol* paralleli, in base alla forma al numero dei raggi e alla dimensioni dell'area centrale. In letteratura vengono riportate più di 500 specie attribuite al genere *Discoaster*. Questo gran numero di specie deriva in parte dalla grande variabilità morfologica ma è anche una conseguenza delle vistose alterazioni diagenetiche cui va soggetto il

gruppo. Questo ha portato all'istituzione di molte specie "diagenetiche" cioè specie con caratteristiche morfologiche che derivano da modificazioni diagenetiche (ricristallizzazione). Non sorprende che in letteratura esistano molti casi di sinonimia.

Caratteri indicativi per la classificazione a livello specifico sono:

1. Assenza o presenza di un bottone o di uno stelo nell'area centrale e le sue caratteristiche morfologiche.
2. Rapporto area centrale –sviluppo dei raggi o bracci.
3. Leggera illuminazione a *nicol* incrociati.

Diversi autori in particolare Bukry (1971) hanno messo in evidenza alcuni *trend* che risultano utili anche dal punto di vista biostratigrafico. Pur con qualche eccezione, in generale si nota una tendenza evolutiva che può essere così riassunta: con il tempo le forme diventano meno massicce e compatte, i raggi o i bracci da relativamente larghi diventano via via più sottili, l'area centrale diventa più piccola rispetto allo sviluppo dei raggi. C'è da notare che nel corso del Terziario la diminuzione delle dimensioni è minima. Ciò che diminuisce marcatamente è invece il volume di calcite incorporata, una tendenza sviluppata anche in altri gruppi di nannofossili.

Le forme incluse in queste genere caratterizzano le associazioni del Cenozoico a partire dal Paleocene (circa 60 Ma) fin quasi al limite Pliocene/Pleistocene, dove si estinguono definitivamente.

Il genere *Discoaster* è molto importante nelle associazioni a nannofossili calcarei soprattutto alle basse e medie latitudini e in sedimenti pelagici in quanto grazie alla loro rapida evoluzione rappresentano degli ottimi *marker* biostratigrafici (Martini, 1971 e Okada & Bukry, 1980).

Nel materiale studiato i discoaster sono rari ed in cattivo stato di preservazione.

***Discoaster anartios* BYBELL & SELF-TRAIL, 1995**

- + 1995 *Discoaster anartios* BYBELL & SELF-TRAIL, p. 22, t. 5, ff. 4-8; t.32, ff. 21-23; t. 33, f. 1.
- 1996 *Discoaster anartios* BYBELL & SELF-TRAIL – ANGORI & MONECHI, t. 1, f.15.

Descrizione: *Discoaster anartios* ha dimensioni di 13 - 18 µm. Sul lato concavo è presente un bottone alto e stretto, mentre sul lato opposto debolmente convesso non si distingue un bottone, sebbene ci sia un'area centrale che è talvolta sollevata sopra il livello dei raggi. I raggi si curvano verso sinistra sul lato senza bottone e verso destra sul lato concavo con bottone. La caratteristica più importante per *Discoaster anartios* è l'irregolarità nella forma dei raggi, questa irregolarità è il risultato di una grande variabilità sia nella larghezza dei raggi sia di quanto rimane libero il raggio. Quest'ultima caratteristica può essere dovuta parzialmente alla dissoluzione. Su un singolo individuo la distanza tra i raggi può variare considerevolmente. Negli individui ben preservati le suture sul lato concavo sono debolmente ispessite. Sul lato convesso le suture sono depresse. La parte più esterna dei raggi è libera fino ad un terzo. Nelle forme ben preservate i raggi terminano in modo chiaramente appuntito.

Diagnosi: *Discoaster* abbastanza grande con 15 - 20 raggi ricurvi di forma irregolare e un bottone stretto ed alto da una lato.

Dimensioni: 13 -18 µm

Osservazioni: *Discoaster anartios* assomiglia molto a *D. araneus* che ha forma irregolare dei raggi e prominente bottone. Tuttavia *D. araneus* ha meno raggi e da un terzo a due terzi della lunghezza totale del raggio è libera.

Distribuzione: top NP9 - base NP10 (Bybell & Self Trail, 1995); top NP9 – base NP10 (Monechi *et al.*, 1996).

Note: Nella sezione studiata *Discoaster anartios* ha una distribuzione assolutamente compatibile con quella di altri autori. La sua abbondanza è rara e la sua distribuzione è molto ristretta. Gli esemplari appartenenti a questa specie sono di facile riconoscimento per le evidenti caratteristiche: bottone, numero e irregolarità dei raggi, che lo caratterizzano anche in materiale non ben preservato.

***Discoaster araneus* BUKRY, 1971**

- p 1971 *Rhomboaster calcitraba* GARTNER, p. 114, t. 4, f. 2 (*non* t. 4, ff. 3-6).
- + 1971 *Discoaster araneus* BUKRY, p. 45, t. 2, ff. 1-3.
- 1979 *Discoaster araneus* BUKRY – ROMEIN, p. 162, t. 6, ff. 7, 8.
- 1985 *Discoaster araneus* BUKRY – PERCH-NIELSEN, p. 469, f.27. 27.
- 1996 *Discoaster areneus* BUKRY– ANGORI & MONECHI, t. 1, f.13.
- 2000 *Discoaster areneus* BUKRY– MONECHI *et al.*, t. 2, f. 6.

Descrizione: Questo discoaster, dalle grandi dimensioni, ha un bottone centrale e comunemente da 7 a 9 raggi rastremati, che hanno la lunghezza della parte libera del raggio variabile da 1/3 fino a 2/3 della lunghezza totale del raggio. La lunghezza dei singoli raggi, anche nello stesso individuo, non è uniforme, e l'angolo tra i raggi è altrettanto variabile. La caratteristica estremità del raggio, che termina appuntito, e il grande bottone sono caratteri importanti in questa specie così variabile. Parecchi paratipi sono illustrati per mostrare la variabilità della forme attribuite a questo taxon.

Dimensioni: 12 – 21 µm.

Osservazioni: I suoi raggi lunghi e affusolati, il largo bottone centrale e la variabilità delle proporzioni generali dei raggi in un singolo esemplare distinguono facilmente *Discoaster areneus* da altre specie dell'Eocene inferiore, come *D. lubinaensis*, *D. gemmus*, *D. multiradiatus* o *D. nobilis*, che mostrano una disposizione regolare dei raggi e la mancanza di un importante bottone centrale.

Distribuzione: Paleocene superiore (Bukry, 1971); Zona a *Discoaster multiradiatus* (Romein, 1979); NP 8 – NP9 (Perch-Nielsen, 1985); top NP9 – base NP10 (Angori & Monechi, 1996); base NP10 (Monechi *et al.*, 2000).

Note: La presenza di *Discoaster areneus* lungo la serie stratigrafica va dal top della Zona NP9 alla base della Zona NP10. La sua abbondanza è scarsa ma continua durante il suo range. La forma è di facile riconoscimento, anche in materiale in cui la preservazione è moderata, grazie alla presenza di un grande bottone e alla irregolarità e al numero dei suoi raggi.

***Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK emend. BRAMLETTE & RIEDEL, 1954**

- 1854 “Krystaldrusen” EHRENBERG, t. 24, f. 67a; t. 25, ff. 13 b, 15.
1892 “Crystalloids” JUKES-BROWNE & HARRISON, p. 178, ff. 4-6.
p + 1927 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK, p. 119.
1934 *Heliodiscoaster barbadiensis* TAN SIN HOK – DEFLANDRE, p. 64, ff. 22, 23.
1951 *Hemidiscoaster barbadiensis* (TAN SIN HOK) – COLOM & GAMUNDI, t. 25.
1954 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK – BRAMLETTE & RIEDEL, p. 398, t. 39, ff. 5 a, b.
1964 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK – SULLIVAN, t. 10, ff. 1, 2.
1967 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK in HAY *et al.*, t. 1, ff. 9-11.
1975 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK- MEDIZZA, p. 438, t. 2, f. 15.
1975 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK- PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 3, f. 18.
1985 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK – PERCH-NIELSEN, p. 469, f. 27.15.

Descrizione: (da Bramlette & Riedel, 1954). Asterolite a forma di fungo, con disco concavo-convesso formato da 9 – 13 raggi. *Discoaster barbadiensis* è caratterizzato da un bottone prominente sulla superficie concava. I raggi sono uniti lungo tutta la loro lunghezza ed hanno terminazioni da arrotondate a blandamente appuntite, che formano un margine serrato. Il bottone è approssimativamente conico ed arrotondato distalmente.

Dimensioni: 9 –17 µm.

Osservazioni: Questa specie differisce di molto da *D. multiradiatus* per la presenza costante di un bottone sulla sua superficie concava. *D. barbadiensis* differisce da *D. lodoensis* per il diverso tipo di raggio anche se entrambi hanno sempre un bottone. Nell'Eocene la considerevole variazione intraspecifica consiglierebbe di differenziare alcune sottospecie. Per esempio le piccole forme che si trovano nell'Eocene inferiore potrebbero essere distinte tassonomicamente dalle forme posteriori, non solo sulla base delle dimensioni ma anche per la presenza di un robusto bottone.

Distribuzione: Paleocene – Eocene (da Bramlette & Riedel, 1954); Eocene inferiore – Eocene superiore (Proto Decima *et al.*, 1975); NP10 – NP 20 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: La distribuzione di *D. barbadiensis* all'interno della sezione va da rara a scarsa nell'intervallo Zona NP11 – Zona NP12. Il riconoscimento non sempre risulta facile in condizioni di scarsa preservazione, poiché *D. barbadiensis* può essere confuso con *D. multiradiatus* anche se di solito ha meno raggi ed un bottone prominente.

***Discoaster binodosus* MARTINI, 1958**

- + 1958 *Discoaster binodosus* MARTINI, p. 361, t. 4, ff. 18, 19.
1958 *Discoaster binodosus binodosus* MARTINI, p. 362, t. 4, ff. 1-7; t. 5, ff. 1-6.

- 1958 *Discoaster binodosus hirundinus* MARTINI, p. 362, t. 4, f. 19.
 1964 *Discoaster binodosus* MARTINI – SULLIVAN, t. 11, f. 5.
 non 1967 *Discoaster binodosus hirundinus* MARTINI – PERCH-NIELSEN, p. 30, t. 7, ff. 1-4.
 1975 *Discoaster binodosus* MARTINI – PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 3, ff. 3, 4.
 1979 *Discoaster binodosus* MARTINI – ROMEIN, p. 163, t. 7, f. 2.
 1985 *Discoaster binodosus* MARTINI – PERCH-NIELSEN, p. 469, ff. 27.21, 22.

Descrizione: (da Aubry 1984). Discoaster che ha da 6 a 8 raggi e una larga area centrale con un grande bottone piano circondato da un anello di depressioni assai lievi. I raggi hanno dei nodi laterali a metà strada tra l'area centrale e l'estremità dei raggi stessi. Presenza di un incavo tra i raggi armonicamente arrotondati.

Dimensioni: 8 – 16 µm.

Osservazioni: La forma dei raggi è molto variabile, lunghi o corti, paralleli o assottigliati verso l'alto. Questa variabilità ha portato Martini a distinguere due sotto specie.

Distribuzione: Eocene inferiore– Eocene superiore (Martini, 1958); Eocene inferiore – Eocene superiore (Proto Decima *et al.*, 1975); NP9 – NP 15 (Perch-Nielsen, 1985).

Note : La distribuzione di *Discoaster binodosus* va dal top della Zona NP10 alla fine della sezione (NP12). La forma è di facile riconoscimento anche in condizioni di relativamente cattiva preservazione.

***Discoaster boulangeri* LEZAUD, 1968**

- + 1968 *Discoaster boulangeri* LEZAUD, p. 23, t. 1, ff. 9 – 12; t. 2, f. 14.
 1985 *Discoaster boulangeri* LEZAUD – PERCH-NIELSEN, ff. 28, 13, 14.
 1995 *Discoaster boulangeri* LEZAUD – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 5, f. 18.

Descrizione: Asterolite a rosetta, composto da 10 – 12 raggi bifidi. Ogni raggio è costituito da due parti che si separano a circa due terzi della lunghezza del raggio. Da un lato del discoaster è presente un grande bottone, mentre nell'altro lato c'è un tubo corto. I raggi hanno ornamentazioni costituite da dorsali concentriche.

Dimensioni: 10 – 12 µm.

Osservazioni: *Discoaster boulangeri* differisce da *D. barbadiensis* per la forma dei raggi e per l'assenza del bottone. Inoltre *Discoaster boulangeri* è piuttosto piatto.

Distribuzione: Luteziano (Lezaud, 1968); Eocene medio (Perch-Nielsen, 1985).

Note: Nella serie stratigrafica *Discoaster boulangeri* è presente dal top della Zona NP11 alla fine della sezione (Zona NP12). La sua abbondanza va da rara a scarsa. Il riconoscimento è abbastanza facile grazie alla tipicità dei raggi e alla presenza di un grande bottone.

***Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954**

- + 1954 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, p. 399, t. 39, f. 6.
 1961 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL – BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 158, t. 11, f. 4.
 1961 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL – STRADNER & PAPP, p. 71, t. 10, ff. 1-6; fnt. 8.7.
 1964 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL – SULLIVAN, t. 11, ff. 8, 9.
 1967 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL – BRAMLETTE & WILCOXON, p. 109, t. 7, f. 4.
 1975 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL – MEDIZZA, p. 438, t. 2, f. 11.
 1975 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL – PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 3, f. 20.
 1979 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL - ROMEIN, p. 163.
 1985 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL – PERCH-NIELSEN, p. 469, f. 31.28.

Descrizione: Asterolite costituito da un disco centrale con comunemente 6 (raramente 5 o 7) ampi raggi biforcati, che sono generalmente lunghi quanto o leggermente più lunghi del raggio del disco centrale. Il margine delle parti del raggio allargate e biforcate è arrotondato o leggermente angolato. Le protuberanze terminali sono spigolose piuttosto che arrotondate. Gli spazi tra i raggi sono

subcircolari, non spigolosi, approssimativamente ampi quanto la parte più stretta dei raggi e ampi quanto la metà della parte più ampia dei raggi.

Dimensioni: 10 – 17 µm (7 – 8 µm Romein, 1979).

Osservazioni: Questa specie differisce da *Discoaster challengerii* per la grande area centrale e perché ha i raggi relativamente ampi con i lati dei raggi non paralleli; *Discoaster deflandrei* differisce da *Discoaster woodringi* per i raggi biforcati e per gli spazi arrotondati tra i raggi. L'ampia variabilità, particolarmente nella larghezza dei raggi, può rendere auspicabile l'eventuale riconoscimento di parecchie sottospecie o varietà.

Distribuzione: Eocene medio – Oligocene (Bramlette & Riedel, 1954); Spagna: Zona a *Tribrachiatulus orthostylus* – Zona a *Nannotetrina fulgens* / Israele: Zona a *Discoaster binodosus* - Zona a *Tribrachiatulus orthostylus* (Romein, 1979); NP11 – NN 5 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Discoaster deflandrei* ha una distribuzione nella parte alta della sezione (top Zona NP11 – Zona NP12) che risulta discontinua. L'abbondanza di questa specie va da rara a scarsa. L'assegnazione specifica può a volte risultare ostica se è presente una ricristallizzazione pervasiva.

***Discoaster delicatus* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961**

- + 1961 *Discoaster delicatus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 159, t. 11, f. 3.
- 1964 *Discoaster delicatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – SULLIVAN, p. 190, t.10, ff. 10-12.
- 1975 *Discoaster delicatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – MOSCKOVITZ, , t. 3, ff. 10, 11.
- 1975 *Discoaster delicatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 3, f. 12.
- 1985 *Discoaster delicatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – PERCH-NIELSEN, p. 469, f.27. 28.

Descrizione: Asterolite discoidale molto sottile e delicato con da 30 a 50 raggi uniti per tutta la loro lunghezza, comunemente indeterminati eccetto vicino al margine. L'area centrale è normalmente piuttosto sollevata su un lato e forma un anello attorno al centro depresso

Dimensioni: 10 – 17 µm.

Osservazioni: Questa specie differisce qui da *D. multiradiatus* s.l. per il fatto di avere un gran numero di raggi, che varia considerevolmente e può essere difficile da diversificare in altro modo.

Distribuzione: Paleocene– Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); NP 8 – NP9 (Perch-Nielsen, 1985);

Note: In questo lavoro si è deciso di non distinguere *D. delicatus* da *D. lenticularis* per lo scarso grado di preservazione. Si è provveduto quindi a formare un unico gruppo comprendente sia *D. delicatus* sia *D. lenticularis*. La distribuzione del gruppo *D. delicatus* all'interno della sezione risulta continua tranne nella parte alta della serie (Zona NP12), L'abbondanza va da rara a comune. Questo gruppo è caratterizzato da dimensioni più piccole rispetto al *D. multiradiatus*.

***Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961**

- + 1961 *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 159, t.11, ff. 6-8.
- 1961 *Discoaster aff. Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN - BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 159, t. 11, ff. 9,10.
- 1964 *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN – SULLIVAN, t. 10, ff. 3, 4.
- 1972 *Discoaster* spp. 2, 3 PERCH-NIELSEN, t. 14, ff. 1,2.
- 1975 *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN – PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 3, ff. 8, 17.
- 1979 *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN – ROMEIN, p. 168.
- 1985 *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN – PERCH-NIELSEN, p. 469, ff. 27.16, 20.
- 1995 *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN – BYBELL & SELF TRAIL, p. 23, t. 6, ff. 1-5.

Descrizione: Asterolite che ha 12 – 16 raggi appuntiti, connessi per la maggior parte della loro lunghezza e che curvano verso sinistra, se visti dalla parte con il bottone più grande. Raggi asimmetrici, con un'indentellatura che forma uno spessore o un'elevazione lungo il lato convesso

curvo. L'area centrale è perforata da una robusta colonna (bottone) piuttosto più larga da una parte con entrambe le terminazioni depresse e concave.

Dimensioni: 11 – 20 µm.

Osservazioni: Alcuni esemplari con meno raggi e con un bottone meno sviluppato da un lato assomigliano parecchio a *Discoaster lodoensis* e suggeriscono la relazione tra le due specie.

Distribuzione: Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Spagna: Zona a *Tribrachiatius contortus* – Zona a *Tribrachiatius orthostylus* / Israele: Zona a *Tribrachiatius contortus* – Zona a *Tribrachiatius orthostylus*; NP10 – NP12 (Perch-Nielsen, 1985); NP10 (FAD) (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: La distribuzione di *Discoaster diastypus* nella serie stratigrafica va dalla parte alta della Zona NP10 alla Zona NP11. La sua abbondanza va da rara a scarsa.

Visto lo scarso grado di preservazione del materiale analizzato, si è deciso di assegnare a *D. diastypus* tutti quegli esemplari con grande bottone con dimensioni > 16µm e con un numero di raggi compreso tra 14 e 20 (*sensu* Bybell & Self Trail, 1995). *Discoaster splendidus*, che è caratterizzato da un grosso bottone, viene qui assimilato a *Discoaster diastypus*. *D. salisburgensis* differisce da *Discoaster diastypus*, perché ha un numero di raggi tra 13 e 26 e dimensioni < 16µm. *Discoaster diastypus* differisce da *Discoaster falcatus* perché quest'ultimo ha da 7 a 10 raggi, mentre *Discoaster diastypus* ha da 12/14 a 20 raggi.

***Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961**

- + 1961 *Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p.159, t. 11, ff. 14, 15.
- 1961 *Discoaster limbatus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 160, t. 12, f. 3.
- 1964 *Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – SULLIVAN, t. 11, ff. 10-12.
- 1969 *Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – HAQ, p. 8, t. 5, f. 2.
- 1976 *Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – HAQ & LOHMANN, t. 2, f. 10.
- 1979 *Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – ROMEIN, p. 161.
- 1985 *Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – PERCH-NIELSEN, p. 469, f. 27.29; f. 29.22.
- 1995 *Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN – BYBELL & SELF TRAIL, p. 23, t. 6, ff. 1-5.

Descrizione: Asterolite con 7 – 10, comunemente 9, raggi curvati uniti per metà della loro lunghezza. Raggi asimmetrici con una dorsale vicino al lato curvo convesso e un leggero ispessimento dell'altro margine del raggio, che si conclude nella parte centrale più sottile. Bottone piccolo ma alto nel lato che mostra curvatura sinistra dei raggi.

Dimensioni: 11- 19 µm.

Osservazioni: Nella parte più bassa di "Lodo strata" la presenza di questa specie è caratterizzata dalla maggiore fragilità dell'asterolite, dal minor numero di raggi (7 piuttosto che 9) e dalle minori dimensioni del bottone centrale. Forme tipiche di questa specie mostrano delle somiglianze con *Discoaster limbatus*, specialmente rispetto alle varianti meno ornate di quella specie. *Discoaster lodoensis* può essersi evoluto da questa specie, dato che le somiglianze sono evidenti e le loro relazioni riguardo alla distribuzione sembrano suggerirlo.

Distribuzione: Paleocene - Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Zona a *Discoaster multiradiatus* (Romein, 1979); FO base NP9 c'è la possibilità che possa essere estesa verso il basso (Bybell - Self Trail, 1995).

Note : La distribuzione di *Discoaster falcatus* risulta continua e va dalla base della sezione (Zona NP9) alla metà della Zona NP11. Per la presenza di ricristallizzazione abbondante lungo tutta la serie *D. falcatus*, *D. limbatus* e *D. nobilis* sono in questo lavoro messi in sinonimia e vengono assegnati al gruppo *D. falcatus*. *Discoaster diastypus* differisce da *Discoaster falcatus* perché quest'ultimo ha da 7 a 10 raggi, mentre *Discoaster diastypus* ha da 12/14 a 20 raggi.

***Discoaster kuepperi* STRADNER, 1959**

- + 1959 *Discoaster kuepperi* STRADNER, p. 478, ff. 17-21.
- 1961 *Discoaster kuepperi* STRADNER – STRADNER & PAPP, p. 93, t. 27, ff. 1-6.
- 1961 *Discoasteroides kuepperi* (STRADNER) - BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 163, t. 13, ff. 16-19.
- non 1962 *Discoasteroides kuepperi* (STRADNER) – HAY & TOWE, p. 515, t. 10, f. 1.

- 1964 *Discoasteroides kuepperi* (STRADNER) – SULLIVAN, p. 192, t. 12, ff. 1, 2.
 1971 *Discoaster kuepperi* STRADNER – PERCH-NIELSEN, p. 64, t. 51, ff. 6-7, 9, 11-12.
 1971 *Discoaster kuepperi* STRADNER – PERCH-NIELSEN, t. 13, ff. 5, 6.
 1975 *Discoasteroides kuepperi* (STRADNER) – MEDIZZA, p. 439, t. 3, f. 4a, b.
 1975 *Discoasteroides kuepperi* (STRADNER) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 49, t. 4, f. 16 a, b.
 1979 *Discoaster kuepperi* STRADNER – ROMEIN, p. 170.
 1985 *Discoaster kuepperi* STRADNER – PERCH-NIELSEN, p. 470, ff. 27. 7, 8; 29. 17, 18.

Descrizione: (da Aubry, 1984). *Discoaster kuepperi* ha 8-12 raggi con il margine arrotondato o appuntito. I raggi sono uniti per quasi tutta la loro lunghezza. Nella parte prossimale, vicino al centro, i raggi si sviluppano in direzione prossimale e laterale a formare un cono, che mostra suture destrogire nella visione laterale. L'altezza e la larghezza del cono è molto variabile. *D. kuepperi* è caratterizzato dalla presenza di una croce d'estinzione a *nicol* incrociati.

Dimensioni: 8 – 14 µm.

Distribuzione: Thanetiano (Stradner, 1959); Eocene inferiore – Eocene medio (Bramlette & Sullivan, 1961); Paleocene superiore – Eocene medio (Proto Decima *et al.*, 1975); Spagna: Zona a *Discoaster lodoensis* – Zona a *Nannotetrina fulgens* / Israele: Zona a *Discoaster lodoensis* – Zona a *Discoaster sublodoensis* (Romein, 1979); NP12 – NP 14 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: Lungo la serie stratigrafica studiata, *Discoaster kuepperi* è presente dalla base della Zona NP11 alla fine della sezione. La distribuzione di *Discoaster kuepperi* rimane molto controversa, dal momento che alcuni autori (Okada & Bukry, 1980) utilizzano la comparsa e la scomparsa di questa specie come marker biostratigrafico. In questa sezione come peraltro in quella studiata a Possagno (TV) da Proto Decima *et al.* questo discoaster è presente prima della comparsa fissata da Okada & Bukry, 1980. Questa distribuzione rende opinabile l'utilizzo della comparsa di *Discoaster kuepperi*. Questa forma ha un'abbondanza che va da rara a comune. Questa specie è di facile riconoscimento grazie alla presenza di un grosso ed alto bottone che occupa quasi l'intera area del discoaster.

***Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954**

- + 1954 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, p. 398, t. 39, f. 3.
 1961 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL - BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 161, t. 12, ff. 4, 5.
 1961 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL – STRADNER & PAPP, p. 92, t. 25, 26; fnt. 9/3, 24/9.
 1964 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL – SULLIVAN, t. 11, f. 14.
 1972 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL – PERCH-NIELSEN, p. 64, t. 52, f. 2.
 1975 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL – MEDIZZA, p. 439, t. 3, f. 12, 13.
 1975 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL – PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 3, ff. 22-24.
 1979 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL – ROMEIN, p.169.
 1985 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL – PERCH-NIELSEN, p. 470, ff. 27. 26; 29. 24.
 1995 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 6, ff. 1-3.

Descrizione: Asterolite stellato, che consiste comunemente di sei (occasionalmente 5 o raramente 7) raggi che sono uniti nella parte prossimale fino ad 1/3 o 1/2 della loro lunghezza. Le porzioni libere distali dei raggi si rastremano gradualmente fino a diventare punte acuminate curvate tutte nello stesso senso, nel piano in cui giace. Centralmente un bottone o una protuberanza si alza da una superficie. Dallo stesso lato in cui l'Asterolite ha il bottone ogni raggio si eleva come una cresta, che si estende radialmente da un lato della linea mediana. L'altro lato l'asterolite è molto più piatto.

Dimensioni: 14 – 24 µm.

Osservazioni: Questa specie differisce da *D. saipanensis* per avere i raggi più lunghi, sottili e curvati. Esemplari provenienti dalle località menzionate, particolarmente da Donzacq, hanno raggi piuttosto più larghi e dritti di quelli della località tipo, quindi piuttosto attribuibili a *D. saipanensis*.

Distribuzione: Eocene inferiore – Eocene medio (Bramlette & Riedel, 1954); Eocene inferiore – Eocene medio (Proto Decima *et al.*, 1975); Spagna: Zona a *Tribraciathus orthostylus* – Zona a *Discoaster saipanensis* / Zona a

Tribraciathus orthostylus – Zona a *Discoaster sublodoensis* (Romein, 1979); NP12 – NP 14 (Perch-Nielsen, 1985)

Note: La comparsa di *Discoaster lodoensis* viene utilizzata per segnare la base della Zona NP12 (Martini, 1971). Questa forma è quindi presente dalla base della Zona NP12 fino al *top* della sezione investigata. L'abbondanza della specie va da rara a comune. Il riconoscimento di *Discoaster lodoensis* risulta semplice in virtù della tipicità della forma e dell'andamento dei raggi ed inoltre per la presenza di un grosso bottone nell'area centrale.

***Discoaster mahmoudii* PERCH-NIELSEN, 1981**

- + 1981 *Discoaster mahmoudii* PERCH-NIELSEN, p. 836, t. 15, ff. 1-10.
- 1985. *Discoaster mahmoudii* PERCH-NIELSEN - PERCH-NIELSEN, p. 469, ff. 27.23; 29, 20.

Descrizione: Cinque lunghi raggi comunemente appuntiti e dritti. Il fatto di apparire leggermente curvati sembra essere dovuto alla dissoluzione e/o alla crescita eccessiva. Alta protuberanza prossimale con una depressione centrale. Dal bottone si diparte la cresta orientata più o meno radialmente che arriva fino all'area compresa tra due raggi. Tra le creste, depressioni abbastanza profonde separano l'area centrale dalla base del raggio. Nel lato distale si trova una protuberanza piatta, più piccola e a forma di stella.

Dimensioni: 15 µm.

Osservazioni: Differisce da *D. falcatus* che ha raggi liberi più corti curvati verso il centro. Si distingue *D. areneus* che ha pure raggi abbastanza lunghi (7 – 10), ma sono sistemati irregolarmente ed inoltre la struttura centrale sembra meno elaborata rispetto al *D. mahmoudii*. Nel campione esaminato sono stati contati 50 esemplari di cui il 6% a 4 raggi, il 68% a 5 raggi, il 24% a 6 raggi e il 2% a 7 raggi.

Distribuzione: NP9 (Perch-Nielsen, 1981 - 1985); NP10 Monechi *et al.* (2000).

Note : La distribuzione di *Discoaster mahmoudii* è ristretta alla Zona NP10. La sua abbondanza va da rara a scarsa. Questa forma è di facile assimilazione per la peculiarità della struttura del bottone e per l'andamento diritto dei 5 – 7 raggi.

***Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961**

- + 1961 *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p.161, t. 12, ff. 7, 8.
- 1964 *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN – SULLIVAN, t. 11, f. 13.
- 1967 *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN – HAY & MOHLER, p. 1539, t. 204, ff. 17, 18; t. 206, f. 2.
- 1977 *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN – WISE & WIND, t. 17, f. 7.
- 1979 *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN – ROMEIN, p. 161.
- 1985 *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN – PERCH-NIELSEN, p. 467, f. 38.15.
- 1995 *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN – BYBELL & SELF TRAIL, p. 24, t. 8, ff. 1-9; t. 33, ff. 5-7.

Descrizione: Largo asterolite con 8 – 10 piccoli raggi con i lati quasi paralleli con terminazioni del raggio da arrotondate a piuttosto appuntite; i raggi si dipartono da un ampio disco centrale, un lato del quale ha una dorsale che va da una posizione intermedia tra i raggi al basso bottone centrale.

Dimensioni: 11 – 21 µm.

Osservazioni: Questa specie è distinguibile per la sua grande area centrale e i suoi piccoli raggi quasi paralleli. La dorsale mediana del disco è di solito visibile, ma lo è meno quando si guardano gli esemplari dall'altro lato.

Distribuzione: Paleocene - Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Spagna: Zona a *Discoaster multiradiatus* – Zona a *Tribraciathus contortus* / Israele: Zona a *Discoaster mohleri* – Zona a *Tribraciathus contortus* (Romein, 1979); NP 7 – NP10 (Perch-Nielsen, 1985); NP9 – NP10 (Bybell & Self Trail, 1995);

Note : Nella sezione investigata *Discoaster mediosus* è presente dalla base della sezione alla Zona NP10. La sua abbondanza va da rara a scarsa. La forma è facilmente distinguibile per la tipica forma "a paletta" dei raggi.

***Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL, 1971**

- 1967 *Discoaster gemmeus* STRADNER – HAY & MOHLER, p. 1538, t. 204, ff. 19-21; t. 205, ff. 1-3; t. 206, ff. 3, 5, 6, 8.
- + 1971 *Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL, p. 128, t. 3, ff. 3-5.
- 1971 *Discoaster gemmeus* STRADNER – HAQ, p. 37, t. 12, f. 5; t. 13, ff. 1, 3; t. 14, f. 1.
- 1975 *Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL – PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 3, ff. 10, 11.
- 1976 *Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL – HAQ & LOHMANN, t. 2, ff. 1, 2.
- 1979 *Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL – ROMEIN, p. 160, t. 5, f. 9.
- 1985 *Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL – PERCH-NIELSEN, p. 467, ff. 29, 28, 29; 38, 22.
- 1995 *Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 5, ff. 2-4.

Descrizione: *Discoaster* composto da 6 – 9 raggi (9 – 19 Romein, 1979) dritti e radiali, che non hanno praticamente separazioni e terminano con un'ampia punta. C'è una leggera depressione al centro e non è presente alcuna struttura di bottone centrale. Le suture interradiali sono depresse sotto il livello dei raggi, che hanno una dorsale mediana.

Dimensioni: 8 – 16 µm.

Osservazioni: Foto al microscopio elettronico di questa specie sono state pubblicate da Hay & Mohler (1967). La combinazione di questi caratteri: dimensioni da piccole a moderate, raggi dritti con dorsale mediana, assenza di raggio libero e mancanza di bottone centrale, distinguono *Discoaster mohleri* da altri discoaster multiraggiati del Terziario inferiore come il *D. lubianensis*, *D. multiradiatus*, *D. nobilis* e *D. ornatus*. Tuttavia la prima descrizione di *D. gemmeus* è stata attribuita al Paleocene, altre specie riportate da Stadner, presenti nello stesso campione del Paleocene, sono *D. barbadiensis*, *D. distinctus*, *D. lodoensis*, *D. mirus*, *D. rotans*, *D. tribrachiatus*, che adesso sono conosciute come *taxa* dell'Eocene medio – inferiore. Stadner e Papp (1961) illustrano *D. gemmeus* preso dall'Eocene medio (Luteziano) dell'Austria. La presenza di *D. gemmeus* è stata notata in assemblaggi di carote oceaniche dell'Eocene medio dove non ci sono avvisaglie di rimaneggiamento...I raggi di *D. gemmeus* embricano di più rispetto a quelli di *D. mohleri*. Inoltre le specie più grandi che hanno più raggi, terminazioni appuntite e meglio sviluppate e uno spessore centrale minore rispetto a *D. gemmeus* sono chiamate *D. mohleri*. *D. mohleri* è comune in molti campioni del Paleocene superiore ed è il primo discoaster.

Distribuzione: NP 7 - NP9 (Bukry & Percival, 1971); Zona a *Discoaster mohleri* - Zona a *Discoaster multiradiatus* (Romein, 1979); NP 7 – NP9 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Discoaster mohleri* è presente nella parte bassa della sezione e la sua distribuzione è discontinua. L'abbondanza di questa specie va da rara a scarsa. Questa forma è di facile riconoscimento per la tipica terminazione allargata dei raggi e per la presenza di dorsali al centro delle suture interradiali.

***Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954**

- + 1954 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, p. 396, t. 38, f. 10.
- 1961 *Discoaster perpolitus* MARTINI, p. 9, t. 2, f. 20; t. 5, f. 50.
- 1961 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 161, t. 12, f. 10.
- 1964 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – SULLIVAN, t. 10, ff. 8, 9.
- 1972 *Discoaster* aff. *multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – PERCH-NIELSEN, p. 14, f. 5.
- 1975 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 4, f. 6.
- 1976 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – HAQ & LOHMANN, t. 2, ff. 3-6.
- 1979 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – ROMEIN, p. 165, t. 6, ff. 1-3
- 1985 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – PERCH-NIELSEN, p. 469, f. 29.30; f. 38.8.
- 1995 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – BYBELL & SELF TRAIL, p. 25, t. 12, ff. 1-11; t. 35, ff. 1, 2.
- 1995 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 5, ff. 6-8, 11.

Descrizione: Asterolite a forma di rosetta, consiste comunemente di 16 – 24 raggi connessi per tutta la loro lunghezza, depressi lungo le suture e con punte smussate nelle terminazioni a produrre un margine serrato. L'area centrale di entrambi i lati risulta spesso debolmente depressa, e comunemente presenta un piccolo bottone nel centro.

Diminuzione: 9 – 15 μm .

Osservazioni: Questa specie differisce da *D. barbadiensis* per il numero di raggi maggiore e nell'essere più complanare e più sottile in rapporto al diametro.

Tan Sin Hok (1927) ha figurato una forma assimilabile a *D. multiradiatus* sotto il nome di *D. ehrenbergi*, una specie che lui caratterizzò, con eccessiva dovizia, per il solo fatto di avere da 11 a 21 raggi. Non siamo stati in grado di trovare un esemplare con quelle caratteristiche riesaminando il campione originale di Tan, ed inoltre egli rappresentò due differenti forme sotto questo nome senza dare alcuna indicazione riguardo l'ubicazione degli esemplari. La nostra specie differisce da quella di Tan in una differenziazione definita dell'area centrale.

Inoltre il numero dei raggi, che varia considerevolmente nel diametro totale, e la natura dell'area centrale, come indicata nella descrizione sopra, sono esempi della variabilità di *D. multiradiatus* per quanto riguarda lo spessore. Per esempio esemplari provenienti da campioni del Pacifico centrale n. 33C sono generalmente più spessi di quelli della località tipo e di altri siti.

Alcuni coccoliti sono superficialmente assimilabili a *D. multiradiatus*, specialmente se piuttosto corrosi, ma essi sono generalmente più piccoli e delicati. In ogni caso dubbio la struttura, evinta dalle caratteristiche ottiche, è abbastanza diagnostica.

Distribuzione: Paleocene, sebbene alcune ritrovamenti possano provare la loro presenza nella parte superiore del Cretaceo (Bramlette & Riedel, 1954); Spagna: Israele: Zona a *Discoaster multiradiatus* – Zona a *Discoaster binodosus* (Romein, 1979); NP9 – NP11 (Perch-Nielsen, 1985); NP9 – NP10 e sporadicamente NP11 (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: *Discoaster multiradiatus* ha una distribuzione continua lungo quasi tutta la sezione, poiché si estingue nella parte alta della serie stratigrafica. L'abbondanza va da rara a comune. La comparsa di *Discoaster multiradiatus* è utilizzata come *marker* della base della Zona NP9 (Martini, 1971). La specie si differenzia da *Discoaster delicatus* per le maggiori dimensioni e per il fatto di avere una struttura centrale, che è completamente assente in *Discoaster delicatus*.

***Discoaster robustus* HAQ, 1969**

- + 1969 *Discoaster robustus* HAQ, p. 12, f. 7; fnt. 1c.
- 1979 *Discoaster robustus* HAQ - ROMEIN, p. 169
- 1985 *Discoaster robustus* HAQ – PERCH-NIELSEN, p.470, f. 29. 11.

Descrizione: Comunemente 8 corti e spessi raggi che sono posti ad un grande angolo con l'asse verticale e uniti per tutta la loro lunghezza, fatto che dà al corpo dell'asterolite una somiglianza di piramide. I raggi diventano più sottili verso l'alto e sono curvati nelle punte verso il basso a formare una corona che corrisponde ad un'espansione tipo – corolla dei cristalli del bottone in *D. barbadiensis* (TAN SIN HOK). Comunque in questa specie non può essere fatta nessuna distinzione tra il corpo del discoaster e del suo bottone. I raggi racchiudono una depressione centrale che continua nel lato convesso. Questa specie sembra essere strettamente collegata a *D. barbadiensis* come suggeriscono alcune varianti più recenti.

Diagnosi : Otto o nove raggi corti e robusti uniti lungo tutta la loro lunghezza, posti ad un grande angolo dall'asse verticale a formare una struttura di tipo piramidale.

Dimensioni: olotipo: diametro 6,5 μm – altezza 4,2 μm .

Distribuzione: Eocene (Haq, 1969); Spagna + Israele: Zona a *Discoaster binodosus* – Zona a *Tribrachiatulus orthostylus* (Romein, 1979); NP11 – NP12 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Discoaster robustus* ha una distribuzione sporadica tra la Zona NP10 e la Zona NP11. L'abbondanza di questa specie è rara. Il riconoscimento di questa forma si basa sull'altezza del discoaster che dà una struttura piramidale caratteristica. Nella sezione considerata, si sono trovate delle forme di *D. robustus* con più di 8 raggi.

***Discoaster salisburgensis* STRADNER, 1961**

- + 1961 *Discoaster salisburgensis* STRADNER, p. 84, fnt. 77, 78.
- 1975 *Discoaster salisburgensis* STRADNER – PROTO DECIMA *et al.*, p. 48, t. 4, f. 7 a, b.

- 1985 *Discoaster salisburgensis* STRADNER – PERCH-NIELSEN, p. 469, ff. 27.24; 29; 21.
 1995 *Discoaster salisburgensis* STRADNER – BYBELL & SELF TRAIL, p. 26, t. 13, ff. 1-8; t. 35, ff. 1, 2.

Descrizione: (da Bybell & Self Trail, 1995). Questo abbastanza grande discoaster relativamente piatto ha 13 – 26 raggi, che non si sovrappongono. Il numero di raggi è simile a quello di *D. multiradiatus*, ma *D. salisburgensis* è piuttosto più piccolo. Dalla Zona NP9 alla Zona NP10 il numero dei raggi diminuisce e le terminazioni dei raggi diventano più appuntite. Questa specie ha un bottone centrale ampio e abbastanza alto. I segmenti che formano la parte sommitale del bottone si sovrappongono verso sinistra.

Dimensioni: 8 – 15 µm.

Osservazioni: Come in *D. multiradiatus* le linee di sutura e le terminazioni dei raggi sono ispessite, il che lascia un'area depressa nel centro di ogni raggio. Con la dissoluzione e la ricalcificazione si verifica il riempimento delle depressioni dei raggi e il bottone diventa più corto. Questo riempimento può forse spiegare la figura originale di Stradner, che indicava nella visione laterale una forma di cuneo per *D. salisburgensis*. L'area depressa tra le suture contiene linee leggermente rialzate e concentriche che sono più evidenti nella parte esterna di ogni raggio. Queste linee concentriche si dissolvono molto più facilmente rispetto a quelle di *D. multiradiatus* e sono presenti solo in esemplari di *D. salisburgensis* molto ben preservati. L'altra parte di questa specie è abbastanza piatta ed è presente un ciclo centrale abbastanza rialzato. Ci sono delle linee concentriche nel lato sotto che sono evidenti nella rialzata linea media di ogni raggio; le suture sono depresse. La parte sotto di *D. salisburgensis* è molto simile a quella di *D. multiradiatus*, differisce principalmente nelle dimensioni ed è chiaro che queste due specie sono strettamente collegate. Se possano essere messe in sinonimia è una questione al momento irrisolta.

Distribuzione: Paleocene (Stradner, 1961); Eocene inferiore – Eocene medio (Proto Decima *et al.*, 1975); NP9 – NP12 (Perch-Nielsen, 1985); NP9 – NP10, forse sono presenti anche in NP 8, ma questo deve essere confermato dal SEM (Bybell & Self Trai, 1995).

Note: La distribuzione di *Discoaster salisburgensis* è continua; parte da leggermente sopra la base della sezione e arriva al top della serie stratigrafica. La presenza va da rara a comune. La forma è caratterizzata dal grosso bottone centrale che ne rende agevole il riconoscimento.

***Discoaster tanii* var. *nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954**

- + 1954 *Discoaster tanii* var. *nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL, p. 397, t. 39, f. 2.
 1975 *Discoaster tanii* var. *nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL - PROTO DECIMA *et al.*, p. 49, t. 4, ff. 11, 12.
 1985 *Discoaster tanii* var. *nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL – PERCH-NIELSEN, p. 471, f. 28.1.

Descrizione: Asterolite che differisce dalla forma tipica per la presenza di nodi su ogni raggio. Comunemente sono presenti leggeri allargamenti nelle terminazioni dei raggi e le indentellature sono più consistenti. Generalmente *Discoaster tanii* var. *nodifer* sembra avere bracci meno inarcati rispetto alla forma tipica.

Dimensioni: 13 – 18 µm.

Osservazioni: I limitati dati suggeriscono che questa subspecie sia ristretta all'Eocene superiore. Questa subspecie non costituisce mai un elemento cospicuo dell'associazione come invece succede per la forma tipica. Sembra opportuno differenziare questa subspecie perché non è abbondante come *Discoaster tanii* in alcune località, mentre pare essere l'unica forma di questa specie in altre località; sembra che la distribuzione sia ristretta.

Distribuzione: Eocene superiore (Bramlette & Riedel, 1954); FO Eocene medio (Proto Decima *et al.*, 1975); NP 17 – NP 23 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Discoaster tanii* var. *nodifer* è presente sporadicamente dalla Zona NP11 fino alla fine della serie stratigrafica. L'abbondanza va da rara a scarsa. Nella sezione studiata questa forma è presente molto prima di quanto segnalato in letteratura. La forma mostra dei tipici nodi su ogni raggio, che rendono la classificazione più agevole.

***Discoaster uncinatus* BRÖNNIMAN & STRADNER, 1960**

- + 1960 *Discoaster uncinatus* BRÖNNIMANN & STRADNER, p. 366, ff. 6, 7.

Descrizione: Asterolite con i raggi uniti per tutta la loro lunghezza. Le terminazioni sono ampie ed arrotondate. Le suture tra i raggi girano con ampio raggio di curvatura, delimitando una depressione sul lato prossimale.

Dimensioni: 10 – 14 µm.

Distribuzione: Eocene inferiore (Brönnimann & Stradner, 1960).

Note: *Discoaster uncinatus* è presente sporadicamente dalla Zona NP11 fino alla Zona NP12. L'abbondanza è rara.

***Discoaster wemmelensis* ACHUTHAN & STRADNER, 1967**

- + 1967 *Discoaster wemmelensis* ACHUTHAN & STRADNER, p.5, t. 4, f. 3, 4; fnt. 2.
1971 *Discoaster wemmelensis* ACHUTHAN & STRADNER – PERCH-NIELSEN, p. 65, t. 2, ff. 1, 2; t. 53, ff. 5, 6.
1975 *Discoaster wemmelensis* ACHUTHAN & STRADNER – PROTO DECIMA *et al.*, p. 49, t. 4, f. 15.
1977 *Discoaster wemmelensis* ACHUTHAN & STRADNER – PERCH-NIELSEN, t. 14, f. 6.
1979 *Discoaster wemmelensis* ACHUTHAN & STRADNER – ROMEIN, p. 170.
1985 *Discoaster wemmelensis* ACHUTHAN & STRADNER – PERCH-NIELSEN, p. 470, ff. 28.5, 6; 29.4, 9.

Descrizione: *Discoaster* composto di 20 – 30 raggi sistemati radialmente. I raggi hanno forma di cuneo. Nella visione planare il margine risulta piuttosto serrato. La visione laterale mostra che entrambi i lati sono depressi nella zona centrale e che un lato è più convesso rispetto all'altro lato. Il margine distale è più pronunciato rispetto a quello prossimale. Non c'è un bottone prossimale.

Dimensioni: 5 µm.

Osservazioni: *D. wemmelensis* differisce da *D. lenticularis* per il suo minore diametro e per il suo maggiore spessore ed anche per la mancanza di un qualunque bottone centrale.

Distribuzione: Eocene inferiore – Eocene medio (Proto Decima *et al.*, 1975); Spagna: Zona a *Discoaster lodoensis* – Zona a *Nannotetrina fulgens* / Israele: Zona a *Discoaster lodoensis* - Zona a *Discoaster sublodoensis* (Romein, 1979); NP 14 – NP 16 (Perch-Nielsen, 1985).

Note : *Discoaster wemmelensis* è presente dalla Zona NP12. La sua abbondanza va da rara a scarsa.

FAMIGLIA COCCOLITHACEAE POCHE, 1913

GENERE *Ericsonia* BLACK emend. HAQ, 1971

Coccoliti da ellittici a circolari, con apertura centrale definita o con apertura centrale perforata; lo scudo prossimale è composto di due o più cicli di cristalli, che circondano l'apertura centrale, e che sono orientati in modo diverso.

***Ericsonia cava* (HAY & MOHLER, 1967) PERCH-NIELSEN, 1969**

- + 1967 *Coccolithus casus* HAY & MOHLER, p. 1524, t. 196, ff. 1-3; t. 197, ff. 5, 7, 10, 12.
1969 *Ericsonia cava* (HAY & MOHLER) – PERCH-NIELSEN, p. 61, t. 2, ff. 7-8.
1979 *Ericsonia cava* (HAY & MOHLER) - ROMEIN, p. 106, t. 2, ff. 4, 5.
1985 *Arcosine Cava* (HAY & MOHLER) - PERCH-NIELSEN, ff. 23.42, 43.
1991 *Coccolithus caves* (HAY & MOHLER) – POSPICHAL, p. 410.

Descrizione: Si tratta di una specie di coccolite avente una inusualmente larga area centrale; i segmenti che compongono lo scudo distale vanno da 40 a 64, generalmente 48 - 52. Lo scudo distale è da circolare ad ellittico, composto di segmenti embricati verso destra, a forma di cuneo, e separati da suture dritte, mostranti una lieve inclinazione in senso orario dal lato distale. L'area centrale dello scudo distale forma una larga depressione, che è quasi riempita da cicli di segmenti embricati. Il più

esterno di questi cicli è formato da un numero di segmenti embricati uguale a quello dello scudo distale; questi elementi formano una distintiva corona; i cicli più interni sono più irregolari; lo scudo prossimale è composto di un numero di segmenti uguale a quello dello scudo distale; gli elementi formano un margine serrato. Nella visione prossimale le suture del disco prossimale sono inclinate in senso orario al di là della metà dello scudo, risultano invece inclinati in senso antiorario nella zona periferica. Le suture sul lato prossimale dello scudo distale sono inclinate in senso antiorario degli stessi gradi di quelle della zona periferica dello scudo prossimale.

Dimensioni: 7.5-11 µm.

Osservazioni: Gli elementi negli scudi di questa nuova specie hanno un numero intermedio tra *Coccolithus sarsiae*, *Coccolithus eopelagicus* (circa 60) e *Coccolithus apomnemoneumus* (56-72). Il numero di elementi di *Coccolithus cavus* e *Coccolithus pelagicus* è pressappoco lo stesso (48), ma il primo ha la depressione dell'area centrale più larga.

Distribuzione: parte alta Zona a *Cruciplacolithus tenuis* e diventa più abbondante nella Zona a *Discoaster multiradiatus* (Hay & Mohler, 1967);: Zona a *Cruciplacolithus tenuis* - Zona a *Tribrachiatum contortum* (Romein, 1979);

Note: In questo lavoro si è scelto di non distinguere *Ericsonia cava* da *Ericsonia subpertusa*, poiché il basso stato di preservazione del materiale non ha consentito l'osservazione dell'"effetto fuoco" che è tipico di *Ericsonia subpertusa* (vedi Romein, 1979). La distribuzione di *Ericsonia cava* è continua lungo tutta la sezione e la sua abbondanza va da scarsa a comune.

***Ericsonia robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) PERCH-NIELSEN, 1977**

- + 1961 *Cyclolithus ? robustus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 141, t. 2, f. 7.
- p 1977 *Heliolithus* sp. WISE & WIND, p. 296, t. 14, ff. 4-6; (*non* t. 13, ff. 5, 6).
- 1977 *Heliolithus* sp. WISE & WIND, p. 296, t. 13, ff. 3, 4; t. 14, ff. 7-10.
- p 1977 *Ericsonia* cf. *E. robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, t. 16, ff. 1, 4, 5; (*non* t. 16, f. 6).
- non* 1977 *Ericsonia robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 774, t. 16, ff. 2, 7.
- 1979 *Ericsonia robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 108.
- 1985 *Ericsonia robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, f. 23. 45.
- 1985 *Ericsonia* cf. *robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, ff. 23. 47, 48.
- 1995 *Ericsonia robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 4, ff. 7, 8.
- 1995 *Ericsonia* cf. *robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 4, ff. 9-12.

Descrizione: Grandi esemplari circolari che formano un grosso anello, un lato del quale mostra strie oblique. Anello incavato come per assomigliare nella visione laterale a due anelli molto vicini: Grande area centrale aperta e bordata da uno stretto margine verso l'interno.

Dimensioni: 9 – 15 µm.

Osservazioni: Le grandi dimensioni e il particolarmente robusto margine sono caratteristiche distintive di questa specie, ma rendono l'attribuzione al genere *Cyclolithus* discutibile.

Distribuzione: Paleocene (Bramlette & Sullivan, 1961); Spagna: Zona a *Discoaster multiradiatus* / Israele: Zona a *Discoaster mohleri* - Zona a *Discoaster multiradiatus* (Romein, 1979); Paleocene medio inferiore – Eocene Inferiore (Perch-Nielsen, 1985)

Note: *Ericsonia robusta* è presente sporadicamente lungo tutta la sezione e la sua abbondanza è rara.

***Ericsonia universa* (WISE & WIND, 1977) ROMEIN, 1979**

- p 1977 *Heliolithus* sp., WISE & WIND, p. 296, t. 13, ff. 5, 6; (*non* t. 14, ff. 4-6).
- + 1977 *Heliolithus universus* WISE & WIND, p. 296, t. 12, ff. 1-6; t. 13, ff. 1, 2; t. 14, ff. 1-3.
- p 1979 *Ericsonia subpertusa* Hay & Mohler - OKADA & THIERSTEIN, p. 511, t. 2, ff. 10a, b (*non* t. 2, ff. 8, 9).
- 1979 *Ericsonia universa* (WISE & WIND) - ROMEIN, p. 109, t. 10, f. 14.

Descrizione: Specie di *Heliolithus* composto di due coni parziali che sono illuminati verso l'esterno. La forma è composta di 30 o più elementi. Un relativamente stretto anello intermedio composto di elementi è visibile lungo la circonferenza esterna all'unione dei due coni parziali.

Dimensioni: 6 – 11 mediamente 8 µm.

Osservazioni: Nel margine questa specie assomiglia a *H. universus* Bramlette & Sullivan, ma se ne differenzia per il maggior numero di elementi (fino a 60). L'esemplare *topotipo* di *H. riedeli* ha 30 o meno elementi, mediamente attorno a 20. Forme di *H. universus*, che hanno meno elementi sono probabilmente di transizione tra le due specie. *H. universus* è facilmente distinguibile dalle più discoidali di *H. kleinpelli* per l'aspetto a doppio cono.

Le opinioni tra gli specialisti di nannofossili differiscono grandemente rispetto alla comparsa e alla distribuzione delle varie specie di Elioliti nei sedimenti oceanici. Per esempio Bukry (1972) registra la presenza di *H. riedeli* nei campioni DSDP Pozzo 119, ma Perch-Nielsen (1971) non ne aveva riscontrato la presenza. La difficoltà di distinguere tra i membri di questo gruppo deriva dalla varietà delle forme presenti all'interno della maggior parte degli assemblaggi di mare profondo e dalle eccessive differenze prodotte da alterazioni diagenetiche. La maggior parte degli esemplari osservati nel materiale del Leg 36 DSDP è stato attaccato in una certa misura.

Paleocene sotto la Zona a *Discoaster multiradiatus* (Wise e Wind, 1977), Spagna + Israele: Zona a *Discoaster mohleri* - Zona a *Discoaster multiradiatus* (Romein, 1979).

Note: *Ericsonia universa* è presente solo nella parte bassa della sezione e la sua abbondanza è rara.

FAMIGLIA FASCICULITHACEAE HAY & MOHLER, 1967

GENERE *Fasciculithus* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961

A forma di corti cilindri, hanno l'aspetto di un fascio di corti bastoni con due o tre bande avvolgenti che fanno sembrare i fasci più corti. La visione basale ha l'aspetto di una rosetta di circa 10 elementi, con una terminazione concava e l'altra che sporge nell'area centrale. Tuttavia mostrano molte variazioni, specialmente nella compattezza e nella solidità della struttura con gradi varianti di calcificazione, che tendono ad oscurare le caratteristiche della superficie. La forma del genere è caratteristica soprattutto a *nicol* incrociati. La visione laterale mostra una posizione di estinzione per ogni lato a 25° - 30° dall'asse centrale e la visione basale mostra una croce di estinzione, che indica la disposizione radiale del gruppo degli Elioliti.

Fasciculithus alanii PERCH-NIELSEN, 1971

- + 1971 *Fasciculithus alanii* PERCH-NIELSEN, p. 355, t. 7, ff. 1-3; t. 9, f. 4; t. 14, ff. 13, 14.
- p 1971 *Fasciculithus alanii* PERCH-NIELSEN, p. 353, t. 6, f. 3, *non* t. 6, f. 1; t. 14, ff. 40-42.
- 1985 *Fasciculithus alanii* PERCH-NIELSEN - PERCH-NIELSEN, p. 483, ff. 38.33, 34; 39.1.

Descrizione. (Da AUBRY, 1989). Specie che presenta una colonna con sezione a forma di stella, consistente di elementi cuneiformi. Rare depressioni. Spina apicale stretta e alta formata da una fila di elementi laterali della colonna.

Dimensioni. 6-8 µm x 7-9 µm.

Osservazioni. Differisce da altre specie per la sua spina apicale e il profilo visto dall'alto.

Distribuzione. Limitato alla Zona NP 9 (ROMEIN, 1979).

Note. Specie la cui abbondanza varia da comune a scarsa, a rara. La sua presenza è limitata alla Zona NP 9 nella serie stratigrafica studiata.

Fasciculithus tympaniformis HAY & MOHLER, 1967

- + 1967 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER, p. 447, t. 8, f. 1-5.
- 1971 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER – PERCH-NIELSEN, p.349, t. 1, ff. 1-5.
- 1975 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER – EDWARDS & PERCH-NIELSEN, t. 1, ff. 2-8; t. 5, ff. 1-3.
- 1975 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER – PROTO DECIMA *et al.*, p. 49, t. 5, ff. 8, 13a, b.

- 1977 *Fasciculithus involutus* BRAMLETTE & SULLIVAN – WISE & WIND, p. 295, p. 14, f. 12; t. 15, ff. 1-6, t. 16, ff. 1-6.
- 1977 *Fasciculithus involutus* BRAMLETTE & SULLIVAN – PERCH-NIELSEN, t. 10, ff. 22, 23.
- 1979 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER – ROMEIN, p. 151.
- 1985 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER – PERCH-NIELSEN, p. 483, ff. 2.24, 25; 38.33, 34; 39.10.
- 1995 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER – SELF TRAIL, p. 28, t. 36, ff. 14-15, 19-20.
- 1995 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 7, ff. 5, 6.

Descrizione: Il cilindro è costruito di circa 16 cunei, sistemati in modo che i loro bordi si incontrano al centro e le spesse terminazioni formano la superficie verso l'esterno. La superficie del cilindro è piana e manca di ornamentazioni. In alcuni esemplari sono presenti pochi elementi tabulari nelle terminazioni appuntite.

Dimensioni: 4 – 6 µm.

Osservazioni: La specie è facilmente distinguibile da *F. involutus*, perché la superficie esterna finisce piana.

Distribuzione: Paleocene (Hay & Mohler, 1967); NP 5 – NP12 (Perch-Nielsen, 1985); NP 5 – NP10 (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: *Fasciculithus tympaniformis* è presente dalla Zona NP9 alla Zona NP10 e la sua abbondanza va da rara a comune. La forma è abbastanza tipica anche se in condizioni di scarsa preservazione può essere difficile distinguerlo da *Fasciculithus involutus*.

FAMIGLIA COCCOLITHACEAE POCHE, 1913

GENERE *Markalius* BRAMLETTE & MARTINI, 1964

Coccoliti con due placche circolari raramente schiacciate e chiuse, connesse da un “tubo” largo e centrale, che è usualmente riempito di calcite orientata in modo radiale. Le due placche sono relativamente sottili e le due strie radiali curvano fortemente in senso destro sul lato distale, mentre sul lato prossimale (concavo) ci sono due placche più piccole. L'orientazione degli elementi delle placche è desumibile dalla debole birifrangenza a *nicol* incrociati; la calcite riempiendo una parte dell'area centrale connessa, mostra una forte birifrangenza con l'orientazione degli elementi della calcite, producendo una grossa croce nera. Questa area centrale varia marcatamente di dimensioni e spesso, in molti individui, il riempimento è o rotto o manca, come si vede al microscopio ottico.

Markalius apertus PERCH-NIELSEN, 1979

- + 1979 *Markalius apertus* PERCH-NIELSEN, p. 128, t. 3, ff. 11-13, 16
- 1985 *Markalius apertus* PERCH-NIELSEN - PERCH-NIELSEN, f. 23. 50.
- 1995 *Markalius apertus* PERCH-NIELSEN – BYBELL & SELF TRAIL, p. 29, t. 19, ff. 6-11; t. 36, ff. 27-29.

Descrizione: Lo scudo distale è più largo dello scudo prossimale, e hanno un uguale numero di elementi. L'apertura può essere piccola o larga ed è circondata da un numero di elementi visibili da entrambi i lati.

Osservazioni: Differisce dal *Markalius inversus* per l'assenza di elementi radiali convergenti verso il centro. Strutturalmente gli elementi radiali convergenti verso il centro del *Markalius inversus* corrispondono al circolo di elementi circondanti il centro del *Markalius apertus*. Questo è anche facilmente visibile al *nicol* paralleli e appare chiaro a *nicol* incrociati.

Distribuzione: Paleocene inferiore – Paleocene superiore (Perch-Nielsen, 1985); NP 3 – NP10 (Bybell – Self Trail, 1995).

Note: La distribuzione lungo la sezione è sporadica e la sua presenza varia da rara a scarsa. E' una specie molto caratteristica, anche se a volte, quando è frammentata o ricristallizzata nell'area centrale, è confondibile con *Markalius inversus*.

Markalius inversus (DEFLANDRE, 1954) BRAMLETTE & MARTINI, 1964

- + 1954 *Cyclococcolithus leptoporus* var. *inversus* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 150, t. 9, ff. 4-7.
- 1963 *Cyclococcolithus astroporus* STRADNER, p. 75, t. 9, ff. 5-7; fnt.3. 2 a, b.
- 1964 *Markalius inversus* (DEFLANDRE) – BRAMLETTE & MARTINI, p. 302, t. 2, ff. 4-9; (*non* t. 7, f. 2 a, b).
- 1975 *Markalius inversus* (DEFLANDRE) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 47, t. 2, f. 17 a, b.
- 1985 *Markalius inversus* (DEFLANDRE) – PERCH-NIELSEN, ff. 40. 20-22; ff. 2. 39, 40.
- 1995 *Markalius inversus* (DEFLANDRE) – BYBELL & SELF TRAIL, p. 29, t. 20, ff. 1-5; t. 36, FF. 26-31.
- non* 1995 *Markalius inversus* (DEFLANDRE) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t.4, ff. 17, 18.

Descrizione: Si è ammesso, fino al giorno d'oggi, che i placoliti fossili appartengano alla stessa specie, che è quella che vive nei nostri mari. Questo è possibile, ma in attesa di una revisione generale seria di tutte queste forme, io separo sotto il nome di *Cyclococcolithus leptoporus* var. *inversus* (Deflandre n.v.), quegli individui in cui le strie hanno una curvatura inversa e che rappresentano le figure 4, 5 (Oligocene) e 6, 7 (Oxfordiano).

Distribuzione: Cretaceo – Eocene medio (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Markalius inversus* è presente sporadicamente lungo tutta la sezione. La sua abbondanza varia da rara a scarsa. E' una forma caratteristica grazie al suo grande scudo distale ed alla tipica croce d'estinzione presente nell'area centrale.

FAMIGLIA **BRAARUDOSPHAERACEAE** DEFLANDRE, 1947

GENERE **Micrantholithus** DEFLANDRE, 1950

Corpuscoli triangolari originati dalla disarticolazione di pentaliti stellati, i quali pur non essendo rari, sono molto meno frequenti dei loro segmenti isolati. Per questo nuovo tipo di Braarudosphaeridae ad elementi clastici è stato creato il genere *Micrantholithus*.

Osservazioni : A luce polarizzata i *Micrantholithus* si comportano esattamente come quelli di *Braarudosphaera*. In certi casi favorevoli alcune tracce della struttura cristallina sono apparentemente percettibili per via di una corrosione parziale. Tuttavia non avendo ancora visto coccosfere intere di *Micrantholithus* presumo che quelle siano ugualmente dodecaedriche.

Distribuzione : Il *Micrantholithus* è un genere estinto con rappresentanti isolati all'inizio del Cretaceo. La loro irradiazione comincia irradiati nel Paleocene e continua nella prima metà dell'Eocene.

FAMIGLIA **ZYGODISCACEAE** HAY & MOHLER, 1969

GENERE **Neochiastozygus** PERCH-NIELSEN, 1971

Coccoliti ellittici con due pareti di elementi inclinati e/o verticali e con una struttura centrale a forma o di croce o di X. I bracci della struttura centrale consistono di due assicelle parallele, chiaramente visibili a *nicol* incrociati.

Neochiastozygus chiastus (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) PERCH-NIELSEN, 1971

- + 1961 *Zycolithus chiastus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 149, t. 6, ff. 1a-d, 2 a, b, 3 a, b.
- 1971 *Neochiastozygus chiastus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, t. 4, f. 5, t. 7, ff. 13-15.
- 1985 *Neochiastozygus chiastus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN - PERCH-NIELSEN, p. 530, ff. 78.35-37; 79.

Descrizione: La specie presenta un bordo sottile, un'area centrale aperta circondata trasversalmente da due barre diritte, che si incrociano a formare una struttura sottile a X, oppure da una barra diritta e una da sottile a leggermente sigmoide, che si incrociano più vicino agli angoli destri. Le barre sottili si

aprono a giuntura con il bordo. La specie hanno un sottile ciclo esterno e uno interno ancora più sottile. Almeno 2 delle 4 barre della croce centrale sono curve.

Dimensioni: 7-11 µm.

Distribuzione: Paleocene – Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Zona NP8 - Zona NP9 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Neochiastozygus chiastus* è presente solo nella parte bassa della sezione e la sua abbondanza va da rara a scarsa. A causa dello scarso grado di preservazione può risultare difficile la determinazione specifica.

***Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) PERCH-NIELSEN, 1971**

- + 1961 *Zycolithus distensus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 150, t. 6, ff. 4-7.
- non 1963 *Neozycolithus distensus* BRAMLETTE & SULLIVAN - STADNER, p. 77, t. 10, ff. 4, 5.
- non 1969 *Heliorthus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 63, t. 5, f. 9.
- 1971 *Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 61, t. 4, ff. 1-4.
- 1975 *Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 51, t. 6, f. 21 a, b.
- 1977 *Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, t. 38, ff. 3, 4, 8; t. 39, ff. 2, 5, 8; t. 40, ff. 1-3.
- 1979 *Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) PERCH-NIELSEN, ROMEIN, p.135.
- 1985 *Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN - PERCH-NIELSEN, p. 530, f. 78. 25, 26; 79.
- 1995 *Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 11, ff. 3-6.

Descrizione: Esempolari con margine spesso che si estende per la maggior parte dell'area centrale, l'apertura centrale è per lo più riempita da una struttura a forma di X abbastanza offuscata, che ha una robustezza non omogenea. Sono presenti chiare linee ad ogni terminazione che si estendono dal margine interno attraverso il più del bordo.

Dimensioni: 5 – 9 µm.

Osservazioni: Questa particolare piccola forma è caratterizzata dal suo espanso bordo, inciso da linee longitudinali e dalla sua non comune struttura a X, le cui barre variano da fogge sottili, allargate dove incontrano il bordo e occupanti solo parzialmente l'apertura centrale, a forme robuste, che danno vita a sagome di quadrifoglio che riempiono completamente la piccola area centrale. Differisce dalle altre specie assegnate al genere *Zycolithus* per la piccola apertura centrale e per la presenza di linee longitudinali simili a quelle di molte specie di *Discolithus*. Comunque non c'è una chiara differenziazione tra il disco basale ed il bordo marginale come succede nel genere *Discolithus*. La struttura a forma di X di questa specie e la curvatura verso destra delle linee di estinzione a nicol incrociati nella visione distale sono comuni in altre specie, che sono qui attribuite al genere *Zycolithus* e danno altri motivi supplementari per l'assegnazione provvisoria a questo genere.

Distribuzione: Paleocene - Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Zona a *Fasciculithus tympaniformis* - Zona a *Tibrachiatus contortus* (Romein, 1979); NP 8 - NP11 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Neochiastozygus distensus* è presente per tutta la serie stratigrafica e la sua abbondanza va da rara a scarsa. A causa dello scarso grado di preservazione può risultare difficile la determinazione specifica.

***Neochiastozygus rosenkratzii* (PERCH-NIELSEN, 1971) PERCH-NIELSEN 1971**

- + 1971 *Chiastozygus rosenkratzii* PERCH-NIELSEN, p. 45, t. 41, ff. 1-6; t. 61, ff. 12, 13.
- 1971 *Neochiastozygus rosenkratzii* (PERCH-NIELSEN, 1971) - PERCH-NIELSEN, vol. 21, pp. 51-66.
- 1985 *Neochiastozygus rosenkratzii* (PERCH-NIELSEN, 1971) - PERCH-NIELSEN, p. 531, f. 78. 20, 21; 79.
- 1989 *Neochiastozygus rosenkratzii* (PERCH-NIELSEN, 1971) - VAROL, p. 300, t. 1, ff. 9, 10.

Descrizione: (da Aubry, 1999). Forme con una robusta croce centrale leggermente arcuata distalmente. Il ciclo distale è formato da elementi sovrapposti; il ciclo basale è composto da elementi che giacciono sul ciclo distale, il quale continua sul lato basale della struttura centrale. Dal lato distale la piuttosto stretta struttura a croce è costituita da due braccia, ognuna formata da due elementi paralleli. Le braccia spesso si ispessiscono al contatto con il bordo ed al centro.

Dimensioni: 7 – 8 µm.

Osservazioni: Differisce da *N. concinnus* per il fatto di avere un ciclo di elementi più basso verso l'interno; gli elementi che non sono sistemati regolarmente come i successivi. Comunque come in *N. concinnus* c'è la presenza di una leggera biforcazione alla fine delle barre. E' la sola specie di *Neochiastozygus* che si sviluppa nell'Eocene ed è l'ultima a scomparire. E' caratterizzata da un ciclo alto verso l'esterno e relativamente prominente, ma basso verso l'interno. La croce centrale è più o meno simmetrica e consiste di barre costituite da blocchi paralleli che formano un angolo di 90° o minore.

Distribuzione: NP12 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Neochiastozygus rosenkratzii* è presente molto sporadicamente nella parte alta della sezione; la sua abbondanza varia da rara a scarsa.

FAMIGLIA ZYGODISCACEAE HAY & MOHLER, 1967

GENERE *Neococcolithes* SUJKOWSKI, 1931

La morfologia e la struttura degli zigoliti assegnati al genere *Neococcolithes* può essere così riassunta: zigoliti con un margine che è costituito da due cicli. Il ciclo prossimale (esterno) è ben sviluppato, mentre il ciclo distale (interno) è legato in modo inconsistente alla base del ciclo prossimale (verso l'interno). Questi zigoliti vengono tuttavia spesso considerati come costituiti da un singolo ciclo marginale.

Neococcolithes dubius (DEFLANDRE, 1954) BLACK, 1967

- + 1954 *Zycolithus dubius* DEFLANDRE, in DEFLANDRE & FERT, p. 149, fnt. 43, 44, 68.
- 1964 *Chiphragmalithus dubius* (DEFLANDRE) - SULLIVAN, p. 179, t. 1, f. 2.
- 1964 *Chiphragmalithus dubius* (DEFLANDRE) - SULLIVAN, p. 179, t. 1, f. 2.
- 1967 *Zycolithus dubius* DEFLANDRE - PERCH-NIELSEN, p. 28, t. 5, ff. 13, 14.
- 1967 *Zycolithus pediculatus* PERCH-NIELSEN, p. 29, t. 5, ff. 8-11.
- 1967 *Neococcolithes dubius* (DEFLANDRE) - BLACK, p. 143
- 1967 *Zycolithus pyramidus* PERCH-NIELSEN, p. 29, t. 5ff. 1-5.
- 1971 *Neococcolithes pediculatus* (PERCH-NIELSEN) - PERCH-NIELSEN, p. 48, t. 42, f. 13.
- 1977 *Neococcolithes dubius* (DEFLANDRE) - PERCH-NIELSEN, t. 27, f. 6.
- 1979 *Neococcolithes dubius* (DEFLANDRE) - BLACK, p. 138.
- 1985 *Neococcolithes dubius* (DEFLANDRE) - PERCH-NIELSEN, ff. 28, 27; 78, 13, 14.
- 1995 *Neococcolithes dubius* (DEFLANDRE) - BYBELL & SELF TRAIL, p. 30, t. 21, ff. 1-3.
- 1995 *Neococcolithes dubius* (DEFLANDRE) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 11, ff. 21, 22.

Descrizione: (da Aubry, 1989). Forma ellittica con un margine piatto. L'apertura centrale è attraversata da una struttura a forma di X. La larghezza della barra della struttura centrale è pressappoco uguale alla larghezza del margine. Nella visione laterale, coccolite leggermente arcuato con una struttura centrale non o leggermente prominente.

Dimensioni: Lunghezza 9,2 µm - Larghezza 6,3 µm.

Distribuzione: Eocene inferiore (Deflandre, 1954); NP12 - NP 18 (Perch - Nielsen, 1985); parte alta Zona NP9 - NP10 - NP11 - NP12 (molto frequente) e sopra fino a NP 18 (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: *Neococcolithes dubius* si trova in un solo campione tra quelli esaminati e la sua presenza è rara.

Neococcolithes protenus (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER, 1967

- + 1961 *Zycolithus protenus* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 150, t. 6, f. 15.
- 1964 *Chiphragmalithus protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - SULLIVAN, p. 179, t. 1, f. 1.
- 1967 *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - HAY & MOHLER, p. 1533, t. 199, ff. 19-21; t.201, f. 9.

- 1975 *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - EDWARDS & PERCH-NIELSEN, t. 1, f. 11; t. 3, f. 11; t. 6, ff. 7, 8; t. 8, f. 6; t. 9, f. 4.
- non 1969 *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 64, t. 5, f. 4.
- 1979 *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - ROMEIN, p. 138.
- 1985 *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, ff. 78.22, 23; 79.
- 1995 *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PROTO DECIMA *et al.*, t. 11, 19, 20.

Descrizione: Zigolite ellittico con un margine sottile e una pendenza ripida. L'apertura dell'area centrale è attraversata trasversalmente da una struttura a forma di X, che consiste di due barre uguali in altezza rispetto al margine. Le barre ed il margine sono più alti che spessi.

Dimensioni: 7 - 9 µm.

Osservazioni: Questa forma che ricorre nella parte inferiore della sezione Lodo e sembra rialzarsi di più di *Zycolithus dubius*, differisce da questa specie per avere nell'area centrale una struttura a forma di X piuttosto che una struttura a forma di H e per avere una forma ellittica meno allungata. Differisce da *Z. chiastus* per avere un margine più verticale, che appare più stretto nella visione planare, e per il fatto che le barre non si allargano dove si uniscono al margine e perché mostra delle linee di estinzione solo indistinte a *nicol* incrociati. *Zycolithus dubius* Deflandre di Martini (1958 *partim*) potrebbe essere la stessa forma.

Distribuzione: Paleocene - Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Spagna Zona a *Discoaster multiradiatus* - Zona a *Discoaster sublodoensis* / Israele: Zona *Tribrachiatus contortus* - Zona a *Tribrachiatus orthostylus* (Romein, 1979); NP 5 - NP12 (Perch-Nielsen, 1985).

FAMIGLIA PONTOSPHAERACEAE LEMMERMANN, 1908

GENERE *Neocrepidolithus* ROMEIN, 1979

Coccoliti ellittici, con un margine formato da elementi embricati, debolmente subverticali o fortemente ruotati in senso orario, e con un ciclo basale di elementi relativamente sottili. Le linee di estinzione sono destrogire dal lato distale.

FAMIGLIA CALYPTROSPHAERACEAE BOUDREAUX & HAY, 1969

GENERE *Octolithus* ROMEIN, 1979

Nannoliti con un singolo livello di otto elementi. Quattro di questi elementi sono più larghi degli altri quattro.

FAMIGLIA PONTOSPHAERACEAE LEMMERMANN, 1908

GENERE *Pontosphaera* LOHMANN, 1902

(da Romein, 1979). Queste specie hanno la forma di dischi ellittici leggermente concavo - convessi, che possono o no avere un margine alto o basso. Il lato convesso è quello distale. Le specie in questo genere sono composte di un ciclo prossimale di elementi (o esterno) e un ciclo distale o interno. Questi dischi sono molto vicini. All'interno del genere possono essere distinti tre gruppi di specie.

FAMIGLIA PRINSIACEAE HAY & MOHLER, 1967

GENERE *Prinsius* HAY & MOHLER, 1967

Coccoliti da subellittici a circolari con un margine composito e relativamente largo, che circonda un'area centrale parzialmente o completamente chiusa. Il margine è composto di un sottile scudo

distale e da uno prossimale. Entrambi gli scudi sono costruiti di un uguale numero di elementi. L'area centrale è chiusa da due cicli di elementi parzialmente sovrapposti. Le linee di estinzione presenti nell'area centrale sono più distinte rispetto a quelle degli scudi. Nell'area centrale le linee sono fortemente destreggiate dal lato distale. Nelle specie circolari le linee sono deboli nell'area centrale, inoltre dal lato distale formano un piccolo angolo in senso antiorario con la direzioni polarizzate.

***Prinsius bisulcus* (STRADNER, 1963) HAY & MOHLER, 1967**

- + 1963 *Coccolithus bisulcus* STRADNER in GOHRBANDT, p. 72, t. 8, ff. 3-6, fnt. 3a, b.
- 1967 *Prinsius bisulcus* (STRADNER) - HAY & MOHLER, p. 1529, t. 196, ff. 10-13, t. 197, f. 6.
- 1973 *Prinsius bisulcus* (STRADNER) - ROTH, p. 732, t. 173, f. 2.
- 1975 *Prinsius bisulcus* (STRADNER) - PROTO DECIMA *et al.*, p. 47, t. 2, f. 16 a, b.
- 1977 *Prinsius bisulcus* (STRADNER) - WISE & WIND, p. 6, ff. 3-6.
- 1979 *Prinsius bisulcus* (STRADNER) - ROMEIN, p. 122.
- 1985 *Prinsius bisulcus* (STRADNER) - PERCH-NIELSEN, ff. 58.40, 41; 60.26.
- 1995 *Prinsius bisulcus* (STRADNER) - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 9, ff. 3-6.

Descrizione: (da Romein, 1979). Gli individui di questa specie sono caratterizzati da placoliti sottili ed ellittici, con due apparenti forche alla fine dell'asse maggiore dell'ellisse nell'area centrale. Al microscopio elettronico l'area centrale sembra perforata minutamente. A microscopio ottico, la specie è caratterizzata dalla presenza di linee scure lungo l'asse X di ciascun polo dell'area centrale, e queste linee rappresentano delle fessure tra gli elementi nella parte superiore del ciclo distale.

Dimensioni: 6-10 µm.

Distribuzione: Spagna: - Zona a *Discoaster multiradiatus* / Israele: Zona a *Ellipsolithus macellus* - Zona a *Discoaster mohleri* / Scandinavia: Zona a *Ellipsolithus macellus* (Romein, 1979); Paleocene - Eocene inferiore (Proto Decima *et al.*, 1975); NP 4 – NP 9 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Prinsius bisulcus* è presente nella parte bassa della sezione (Zona NP9) e l'abbondanza varia da rara a scarsa fino a comune. Il riconoscimento della forma è abbastanza semplice se è sufficiente lo stato di preservazione.

***Prinsius martinii* (PERCH-NIELSEN, 1969) HAQ, 1971**

- + 1969 *Ericsonia ? martinii* PERCH-NIELSEN, p. 324, t. 4, ff. 13-14, t. 32, ff. 3, 5, 7; fnt. 2.
- p 1971 *Prinsius martinii* (PERCH-NIELSEN) - HAQ, p. 18, t. 5, ff. 2, 3, 5, 10; (*non* t. 5, f. 1).
- 1973 *Prinsius martinii* (PERCH-NIELSEN) - EDWARDS, p. 86, f. 83; (*non* t. 5, f. 1).
- 1976 *Prinsius martinii* (PERCH-NIELSEN) - HAQ & LOHMANN, t. 1, f. 5; t. 14, ff. 1, 2.
- 1977 *Prinsius martinii* (PERCH-NIELSEN) - PERCH-NIELSEN, t. 30, f. 3.
- 1979 *Prinsius martinii* (PERCH-NIELSEN) - ROMEIN, p. 121, t. 3, ff. 7-8.
- 1985 *Prinsius martinii* (PERCH-NIELSEN) - PERCH-NIELSEN, ff. 58.38, 39.

Descrizione: Si tratta di una specie di forma da ellittica a strettamente ellittica. L'area centrale è coperta nel lato distale da una parete e da elementi tabulari orientati più o meno radialmente. L'area centrale ha una birifrangenza piuttosto alta a *nicol* incrociati, mentre gli scudi rimangono non illuminati come nei *Biscutum* da cui possono essersi evoluti.

Osservazioni: Queste specie ellittiche si differenziano dal *P. dimorphosus*, per avere un più alto numero di elementi negli scudi (25-32), per le dimensioni più grandi, e per la sua forma da ellittica a strettamente ellittica. L'area centrale è chiusa dal lato distale da elementi sistemati in maniera irregolare, e che appartengono al ciclo del centro nella parte più esterna. L'area centrale nel lato prossimale è chiusa dalla parte centrale dello scudo prossimale.

Dimensioni: 4-5 µm.

Distribuzione: Spagna + Israele: Zona a *Cruciplaccolithus tenuis* - Zona a *Discoaster mohleri* / Scandinavia: Zona a *Cruciplaccolithus tenuis* - Zona a *Ellipsolithus macellus* (Romein, 1979); NP 3 – NP 6 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Prinsius martinii* è presente nella parte bassa della serie stratigrafica e la sua abbondanza varia da rara a scarsa. Si differenzia principalmente da *Prinsius bisulcus* per le dimensioni più contenute.

FAMIGLIA RHABDOSPHAERACEAE LEMMERMANN, 1908

GENERE *Rhabdosphaera* HARCKEL, 1894

Gli esemplari appartenenti al genere *Rhabdosphaera* hanno la forma di un chiodo modificato. Il lato con la punta è considerato distale. Le specie sono composte di un'apofisi centrale relativamente alta e una base bassa e composita. L'apofisi è una struttura vuota che è costituita da elementi a forma di asticella disposti elicoidalmente. Vicino alla base la struttura può ispessirsi (collare). La base subcircolare mostra uno o più cicli concentrici di elementi che circondano l'area centrale, che è in linea con il canale centrale dell'apofisi. Le specie sono differenziate sulla base della forma dell'apofisi centrale e della presenza o meno di un collare. Gli esemplari sono generalmente osservati in visione laterale: la base è parallela all'asse delle X; l'apofisi è diretta nel verso positivo dell'asse delle Y.

INCERTAE SEDIS

GENERE *Rhomboaster* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961

Tutte le specie di *Rhomboaster* hanno la forma di un romboedro con le facce depresse e con le terminazioni tipo "spina". A *nicol* incrociati *Rhomboaster* ha i caratteri tipici di un ortolite, poiché è composto di un unico cristallo di calcite. Le creste di tutti i lati sono evidenti a *nicol* paralleli; se visto nella varie orientazioni le creste corrispondono a quelle di un romboedro di calcite. Questa forma inusuale può essere più probabilmente un elemento scheletrico interno piuttosto che esterno. L'abbondanza degli esemplari e la loro presenza solo in associazioni caratterizzate da abbondanti coccolitoforidi potrebbe indicare la derivazione da alcune forme di nannoplancton; d'altra parte la loro ristretta distribuzione e la loro associazione potrebbero provare un'origine inorganica, anche se la forma suggerisce un inusuale abito cristallino inorganico della calcite.

Rhomboaster calcitrapa GARTNER, 1971

- p + 1971 *Rhomboaster calcitrapa* GARTNER, p. 114, t. 4, ff. 3, 5-6; (*non* t. 4, ff. 2, 4).
p 1971 *Marthasterites spineus* SHAFIK & STADNER, p. 93, f. 7a; (*non* ff. 6, 7b).
1979 *Rhomboaster calcitrapa* - ROMEIN, p. 191, t. 7, f. 5.
1980 *Rhomboaster calcitrapa* GARTNER - PERCH-NIELSEN, p. 537, ff. 89.8-10.
1996 *Rhomboaster calcitrapa* GARTNER - WEI & ZHONG, t. 4., f. 1d.
p 1995 *Rhomboaster bramlettei* (BRÖNNIMANN & STRADNER) - BYBELL & SELF TRAIL, t. 37, ff. 4, 5; (*non* t. 37, ff. 7-10); (*non* *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960)
1996 *Rhomboaster bramlettei* var. "long arms" (BRÖNNIMANN & STRADNER) - ANGORI & MONECHI, t. 1, ff. 4-7; (*non* *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960).
2000 *Rhomboaster bramlettei* var. "long arms" (BRÖNNIMANN & STRADNER) - MONECHI *et al.*, t. 1, ff. 17, 19; (*non* *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960).

Descrizione: Tutti gli otto angoli o solo alcuni hanno lunghe spine sviluppate, che si estendono irregolarmente in modo radiale e si appuntiscono verso le terminazioni. Le spine comunemente sono leggermente curve e sono piuttosto irregolari nelle loro orientazioni, così che si possono espandere con un angolo particolare dall'angolo del rombo. Nell'ultrastruttura *Rhomboaster calcitrapa* può assomigliare a certi asteroliti in quest'aspetto: unità cristallografiche non chiare possono essere riconosciute e l'intero oggetto appare costituito dalla deposizione di successivi strati di calcite.

Dimensioni: 10 - 18 μ m.

Osservazioni: Differisce da *Rhomboaster cuspis* nell'averne lunghe ed irregolari spine che si sviluppano da ogni angolo.

Distribuzione: Spagna: Zona a *Discoaster multiradiatus* (Romein, 1979); NP9 - NP10 (Perch-Nielsen, 1985); NP10 (Angori & Monechi); NP10 (Monechi *et al.*, 2000).

Note: A causa del basso grado di preservazione del materiale si è deciso di mettere in sinonimia *Rhomboaster calcitrapa*, *Rhomboaster bitrifida* e *Rhomboaster spineus*. Si è inoltre scelto di seguire il concetto di *T. bramlettei*, *R. calcitrapa*, *R. bitrifida* e *R. cuspis* esposto in Romein (1979) e in Wei & Zhong (1996), piuttosto che la nuova combinazione di *R. bramlettei* presente in Bybell & Self Trail

(1995). *Rhomboaster calcitrapa* è presente dalla parte alta della Zona NP9 alla base della Zona NP10. La sua abbondanza va da rara a scarsa.

***Rhomboaster cuspis* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961**

- + p 1961 *Rhomboaster cuspis* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 166, t. 14, ff. 18, 19a-c; (*non* t. 14, f. 17).
- 1985 *Rhomboaster cuspis* BRAMLETTE & SULLIVAN - PERCH-NIELSEN, p. 537, ff. 89.15-17; 90. 11.
- 1996 *Rhomboaster cuspis* BRAMLETTE & SULLIVAN - WEI & ZHONG, t. 4. ff. 1, 2, 7-9, 13; t. 5, ff. 9-12; t. 6, ff. 1-5.
- p 1995 *Rhomboaster bramlettei* (BRÖNNIMANN & STRADNER) - BYBELL & SELF TRAIL, t. 37, ff. 7, 8; (*non* t. 37, ff. 4, 5, 9, 10); (*non* *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960)
- 1996 *Rhomboaster bramlettei* var. "short arms" (BRÖNNIMANN & STRADNER) – ANGORI & MONECHI, t. 1, ff. 2, 3; (*non* *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960).
- 2000 *Rhomboaster bramlettei* var. "short arms" (BRÖNNIMANN & STRADNER) – MONECHI *et al.*, t. 1, ff. 11, 12, 16; t. 3; f. 4. (*non* *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960).

Descrizione: Esempari con delle dorsali che indicano una simmetria romboedrica; Si osserva la presenza di facce depresse, di solito fortemente concave così da formare angoli a forma di cuspidi. A *nicoi* incrociati si può notare che gli esemplari sono composti di una singola unità di calcite.

Dimensioni: 8 - 9 μm (mediamente 11 μm).

Osservazioni: Nella comune orientazione appaiono come una forma triradiata imposta ad un'altra.

Distribuzione: Paleocene - Eocene inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Zona a *D. multiradiatus* (Bukry, 1973); NP9 - NP10 (Perch-Nielsen, 1985); NP10 (Angori & Monechi); NP10 (Monechi *et al.*, 2000).

Note: Si è scelto di seguire il concetto di *T. bramlettei*, *R. calcitrapa*, *R. bitrifida* e *R. cuspis* esposto in Romein (1979) e in Wei & Zhong (1996), piuttosto che la nuova combinazione di *R. bramlettei* presente in Bybell & Self Trail (1995). *Rhomboaster cuspis* è presente in maniera sporadica alla base della Zona NP10. L'abbondanza è rara.

***Rhomboaster weii* BYBELL & SELF TRAIL, 1997**

- + 1995 *Rhomboaster weii* BYBELL & SELF TRAIL, t. 3, ff. 5-9.
- 2000 *T. cf. orthostylus* MONECHI *et al.*,

Descrizione: nannofossile calacreo a struttura triradiata, costituita da tre raggi spessi e piuttosto rettangolari che sono smussati e non mostrano nodi o biforcazioni. L'angolo tra i raggi è uguale, così che *Rhomboaster weii* mostra un'elevata simmetria. Alcuni esemplari di *Rhomboaster weii* un leggero ispessimento nella parte centrale hanno che diventa più pronunciato in esemplari che sono abbastanza ricristallizzati.

Diagnosi: membro del genere *Rhomboaster* con struttura triradiata robusta e terminazioni arrotondate che finiscono ad una distanza uguale rispetto al centro. Questa specie è stata istituita in onore di Wuchang Wei.

Dimensioni: 5 - 8 μm .

Osservazioni: *Rhomboaster weii* è assai simile a *R. orthostylus*, che ha tre raggi. Comunque *R. weii* si differenzia da *R. orthostylus* per il maggior spessore della forma, l'arrotondamento delle terminazioni, la mancanza di biforcazione nella parte terminale dei raggi e per l'espansa e spessa area centrale. *R. weii* è normalmente piuttosto più piccolo di *R. orthostylus*. La sua comparsa è nella parte bassa della NP10, ben prima della FO di *R. contortus* e *R. orthostylus*. *R. weii* è facilmente riconoscibile al SEM, ma al microscopio ottico è difficile distinguerlo dalle forme di *R. orthostylus* fortemente ricristallizzate. Non è chiara la posizione di *R. weii* nel *lineage* del genere *Rhomboaster*.

Distribuzione: parte bassa NP10 – parte bassa NP11. *R. weii* non è mai molto comune per cui è possibile che il suo *range* si possa estendere più in basso rispetto al dato osservato in questo lavoro (Bybell & Self Trail, 1997); NP9-NP10 (Monechi *et al.*, 2000).

Note: La forma è assai rara e mostra una distribuzione discontinua dal tetto della Zona NP9 alla Zona NP10.

FAMIGLIA SPHENOLITHACEAE DEFLANDRE, 1952

GENERE *Sphenolithus* DEFLANDRE, 1952

Gli sphenoliti sono costituiti da un cono costato sovrapposto ad una base prismatica; in visione apicale la base poligonale risulta arrotondata ed è formata da segmenti calcarei radiali attorno al suo centro.

Sphenolithus anarrhopus BUKRY & BRAMLETTE, 1969

- + 1969 *Sphenolithus anarrhopus* BUKRY & BRAMLETTE, p. 140, t. 3, ff. 5-8.
- 1975 *Sphenolithus anarrhopus* BUKRY & BRAMLETTE – PROTO DECIMA *et al.*, p. 51, t. 6, f. 10a-c.
- 1985 *Sphenolithus anarrhopus* BUKRY & BRAMLETTE - PERCH-NIELSEN, p. 520, ff. 70.79-82.
- 1995 *Sphenolithus anarrhopus* BUKRY & BRAMLETTE – BYBELL & SELF TRAIL, p. 32, t. 37, f. 16.

Descrizione: Questa piccola specie è composta di un gruppo relativamente compatto di spine basali e una non comune spina apicale. Come in altre specie di *Sphenolithus*, la caratteristica strutturale specifica è meglio osservabile a *nicol* incrociati. Sul lato laterale, quando l'asse della spina apicale è allineata ad una delle direzioni di polarizzazione, è visibile solo la struttura basale, mentre quando è ruotata di 45°, la spina è illuminata e sembra una struttura monolitica. In questa posizione la spina apicale è asimmetrica; comunque, l'asimmetria è più evidente quando la spina apicale è ruotata da 10° a 20°, in questo caso la spina appare inclinata.

Dimensioni: altezza 5 - 8 µm.

Osservazioni: L'asimmetria della spina distingue *Sphenolithus anarrhopus* da *Sphenolithus heteromorphus*, che ha una spina apicale simmetrica. A *nicol* incrociati, le popolazioni di queste due specie sono abbastanza distinguibili dalla divisione in quattro parti della base: in *Sphenolithus anarrhopus*, sono quasi uguali mentre in *Sphenolithus heteromorphus* sono diverse. *Sphenolithus radians* ha una spina simmetrica con una separazione mediana chiaramente visibile a *nicol* incrociati.

Distribuzione: Paleocene (Bukry & Bramlette, 1969); Paleocene superiore – Eocene inferiore (Proto Decima *et al.*, 1975), NP 6 - NP11 (Perch-Nielsen, 1985); NP 5 - NP11 (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: *Sphenolithus anarrhopus* è presente sporadicamente lungo tutta la sezione. La sua abbondanza va da rara a scarsa. Questa forma ha una caratteristica spina apicale asimmetrica che ne consente un riconoscimento abbastanza agevole.

Sphenolithus conicus BUKRY, 1971

- + 1971 *Sphenolithus conicus* BUKRY, p. 320, t. 5, ff. 10-12.
- 1885 *Sphenolithus conicus* BUKRY- PERCH-NIELSEN, ff. 70. 71-73; 71.

Descrizione: Questa forma di grandi dimensioni è caratterizzata dal suo alto profilo tringolare osservabile nella visione laterale. La spina apicale si unisce parzialmente a formare la una sezione superiore del nannofossile che assume la forma di triangolo arrotondato. A *nicol* incrociati la base è divisa in 2 quadranti da una banda di estinzione, quando l'asse maggiore del nannofossile è allineato alla direzione di polarizzazione. L'altezza dei quadranti inferiori è uguale o leggermente superiore a quella osservabile nei quadranti superiori. La struttura apicale è illuminata quando l'asse maggiore è orientato a 45° rispetto alla direzione di polarizzazione.

Dimensioni: 7 - 12 µm.

Osservazioni: *Sphenolithus heteromorphus* può essere confuso con che ha però una porzione maggiore occupata dai quadranti inferiori piuttosto che dalla struttura apicale. *Sphenolithus conicus* è distinguibile da *Sphenolithus moriformis* per il suo margine tipicamente triangolare invece che emisferico.

Distribuzione: Miocene inferiore (Bukry, 1971); NP 25 (Perch-Nielsen, 1985).

***Sphenolithus conspicuus* MARTINI, 1976**

- + 1976 *Sphenolithus conspicuus* MARTINI, p. 395, t. 3ff. 1, 2; t. 13, ff. 1-3.
- 1985 *Sphenolithus conspicuus* MARTINI - PERCH-NIELSEN, ff. 70. 71-73; 71.
- 1995 *Sphenolithus conspicuus* MARTINI – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 7, ff. 17-19.

Descrizione: La parte basale è costituita da approssimativamente 12 cristalli di calcite disposti regolarmente, seguiti da alcuni cristalli disposti irregolarmente sistemati pressappoco come due file, da cui si eleva una spina prominente e robusta. La spina è chiaramente visibile a luce normale e mostra il massimo rilievo quando si trova in posizione parallela al polarizzatore. In luce polarizzata la spina ha la sua massima birifrangenza quando asse lungo è a 45°. In posizione dell'asse maggiore parallela alla spina solo la parte basale mostra birifrangenza ed ha l'aspetto caratteristico di un paio di lingue nella parte superiore.

Dimensioni: 5 - 10 µm.

Osservazioni: *Sphenolithus delphix* ha dei cristalli più lunghi nella parte basale, ne risulta una figura diversa quando è visto in posizione parallela, inoltre *Sphenolithus delphix* è presente nella parte superiore dell'Oligocene e nel Miocene inferiore.

Distribuzione: Eocene inferiore (Martini, 1976); NP11 - NP12 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Sphenolithus conspicuus* ha una distribuzione sporadica dalla parte bassa della Zona NP11 alla fine della sezione (Zona NP12). La specie è riconoscibile grazie all'imponente spina apicale.

***Sphenolithus editus* PERCH-NIELSEN, 1978**

- + 1978 *Sphenolithus editus* PERCH-NIELSEN, in PERCH-NIELSEN *et al.*, p. 352, t. 8, ff. 4-5, 11-13, 16-18, 22-27, 43-45; t. 20, ff. 5-19.
- 1985 *Sphenolithus editus* PERCH-NIELSEN - PERCH-NIELSEN, ff. 70.68-70; 71.

Descrizione: Sfenolite con un margine grandemente conico. Lo scudo prossimale consiste di un numero variabile di elementi e negli esemplari ben conservati forma un corto cono troncato. Gli elementi laterali e la spina apicale formano assieme un cono più ripido sulla parte superiore del disco prossimale. Negli esemplari che mostrano crescita considerevole l'intero nannolite è a forma di cono.

Dimensioni: *Sphenolithus editus* varia considerevolmente nelle dimensioni.

Osservazioni: Si distingue da *Sphenolithus radians* per la sua forma conica, mentre *Sphenolithus radians* ha uno scudo prossimale più cilindrico.

Distribuzione: Eocene inferiore NP11 (Perch-Nielsen, 1978); NP11 - NP12 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Sphenolithus editus* è presente nella parte alta della sezione (NP11 – NP12). La sua abbondanza va da rara a scarsa.

***Sphenolithus moriformis* (BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960), BRAMLETTE & WILCOXON, 1967**

- + 1960 *Nannoturbella moriformis* BRÖNNIMANN & STRADNER,
- 1967 *Sphenolithus moriformis* (BRÖNNIMANN & STRADNER) - BRAMLETTE & WILCOXON,
- 1975 *Sphenolithus moriformis* (BRÖNNIMANN & STRADNER) – MEDIZZA, p. 440, t. 3, f. 3a, b; t. 4, f. 5a-c.
- 1985 *Sphenolithus moriformis* (BRÖNNIMANN & STRADNER) – PERCH-NIELSEN, f. 70. 37-40; 71.

Descrizione: (da Aubry, 1989). Bulboso. Numerose sono le spine radianti. Ha un'area prossimale depresso. La forma tipica diventa gradualmente piuttosto più conica e sembra svilupparsi con l'incremento nell'altezza relativa della spina apicale attraverso il Miocene fino allo *Sphenolithus abies* del Miocene superiore e Pleistocene.

Ampia distribuzione. Cosmopolita. Resistente alla dissoluzione.

Dimensioni: 5µm.

Distribuzione: Paleocene - Pliocene

Note: A causa del basso grado di preservazione del materiale assumiamo come gruppo unico quello formato da *Sphenolithus moriformis*, *Sphenolithus primus*, *Sphenolithus grandis* e *Sphenolithus compactus*. La presenza del gruppo *Sphenolithus moriformis* è costante lungo tutta la sezione e la sua abbondanza è comune. *Sphenolithus moriformis* è caratterizzato dall'assenza di una spina apicale.

***Sphenolithus radians* DEFLANDRE, 1952**

- + 1952 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE in GRASSE', p. 466, ff. 343j-k, ff. 363a-g.
- 1961 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE – BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 166, t. 14, ff. 6-8 b.
- 1971 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE - PERCH-NIELSEN, p. 53, t. 47, ff. 1-9; t. 48, ff. 1-7.
- 1975 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE – MEDIZZA, p. 440, t. 4, ff. 1 a-c, 3a-c.
- 1975 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE – PROTO DECIMA *et al.*, p. 51, t. 6, f. 14 a, b.
- 1977 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE - PERCH-NIELSEN, t. 31, ff. 6-7.
- 1979 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE - ROMEIN, p. 146, t. 7, f. 9.
- 1985 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE - PERCH-NIELSEN, ff. 70. 65-67; 71.
- 1995 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 7, ff. 20, 21.

Descrizione: *Sphenolithus* a base prismatica sormontato da un cono allungato, poco distintamente costato, in visione apicale. La sommità della base ha struttura eliolitica.

Dimensioni: altezza: 8 - 9, 3µm; larghezza: 3, 3 - 3, 9µm.

Osservazioni: Specie resistente alla dissoluzione. La sua estinzione è difficile da distinguere per la somiglianza con quella di *Sphenolithus pseudoradians*.

Distribuzione: Luteziano (Deflandre, 1952); Spagna: Zona a *Tribrachiatius contortus* – Zona a *Nannotetrina fulgens* / Israele: Zona a *Tribrachiatius contortus* – Zona a *Discoaster suboldoensis* (Romein, 1979); NP11 - NP 19 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Sphenolithus radians* è presente costantemente nella parte alta della sezione (Zona NP11 – Zona NP12). La sua abbondanza varia da scarsa a comune. *Sphenolithus radians* mostra una spina apicale distintamente divisa lungo la metà, che, se ruotata, si unisce a formare un unico elemento. Vista la relativa facilità nel riconoscere la forma e la comparsa piuttosto cospicua e costante, *S. radians* potrebbe essere considerato interessante dal punto di vista biostratigrafico.

FAMIGLIA THORACOSPHAERACEAE SCHILLER, 1930

GENERE *Thoracosphaera* KAMPTNER, 1927

Questo genere è composto di forme con un corpo da sferico ad ellittico, con una parete composta da elementi prismatici chiusi in maniera serrata. Alcune specie hanno un'apertura larga ad un polo; l'apertura può essere coperta da un opercolo.

Note: si è deciso di distinguere il genere *Thoracosphaera* in sp. A e sp. B *sensu* Lottaroli & Catrullo, 2000.

FAMIGLIA PRINSIACEAE HAY & MOHLER, 1967

GENERE *Toweius* HAY & MOHLER, 1967

Placoliti piccoli, da circolari ad ellittici, con due scudi di uguale grandezza che non sono birifrangenti a *nicol* incrociati; possiedono elementi distali petaloidi relativamente larghi che sono fortemente birifrangenti a *nicol* incrociati.

Toweius callosus PERCH-NIELSEN, 1971

- + 1971 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN, p. 31, t. 17, ff. 3, 5-6; t. 18, f.5; t. 61, ff. 32, 33.
- 1975 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN - EDWARDS & PERCH-NIELSEN, p. 510, t. 7, f. 8.
- 1985 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN – PERCH – NIELSEN, ff. 58. 12, 13; (*non* ff. 58. 14, 15).

- 1989 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN - WEI & WISE, p. 123, t. 1, ff. 3, 6.
 1990 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN - POSPICHAL & WISE, p. 637, t. 5, ff. 9a-c.
 1990 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN - WEI & THIERSTEIN, p. 493, t. 6, ff. 9, 10.
 1993 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN - WEI *et al.*, pp. 91-98, t. 1, ff. 2-3, 12-13.
 1995 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN - BYBELL & SELF TRAIL, p. 32, t. 25, ff. 1-9; t. 37, ff. 19-20, 25.
 1995 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 9, ff. 19, 20.

Descrizione: (da Bybell & Self Trail, 1995). *Toweius callosus* appartiene al genere *Toweius*, che è caratterizzato dalla presenza di una sottile griglia sul lato prossimale che ricopre la piccola area centrale a forma ovale. La griglia è facilmente dissolubile e lascia solo una cresta dentellata attorno all'esterno della zona centrale; questo fatto è riscontrabile anche a microscopio ottico. Con il SEM, la griglia può essere vista dal lato distale attraverso l'area centrale. Comunque le dimensioni dell'area centrale sulla superficie distale sembrano essere più piccole rispetto a quelle sulla superficie prossimale; la cresta della griglia nella parte esterna è coperta. In sedimenti con la stessa età l'apertura centrale e le perforazioni della griglia sono più piccole in *T. callosus* rispetto a *T. pertusus*. La griglia in *T. pertusus* è più spessa rispetto a *T. callosus* e si estende abbastanza sopra la superficie prossimale. Esemplari di *T. callosus* provenienti dalla NP9 sono uguali a forme trovate nella Zona NP12.

Dimensioni: 4 - 8 µm alle medie latitudini

Distribuzione: NP12 - NP 15 (Perch- Nielsen, 1985); NP9 - NP12 (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: *Toweius callosus* è presente lungo tutta la sezione e la sua abbondanza va da scarsa a comune. Questa forma è facilmente riconoscibile grazie all'area centrale che, data la fragilità della griglia, rimane tipicamente vuota.

***Toweius eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) GARTNER, 1971**

- + 1961 *Coccolithus eminens* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 139, t. 1, f. 3a-d.
 1968 *Coccolithus eminens* BRAMLETTE & SULLIVAN - RADOMSKY, p. 564, t. 45, ff. 7, 8.
 p 1967 *Cruciplacolithus eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - HAY & MOHLER, p. 1527, t. 196, ff. 26-28; (*non* t. 198, ff. 9, 10).
 1971 *Toweius eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - GARTNER, p. 114, t. 5, ff. 4-6.
 1976 *Toweius eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - HAQ & LOHMANN, t. 4, f. 1
 1977 *Toweius eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - WISE & WIND, p. 296, t. 5, ff. 1-3.
 1979 *Toweius eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - ROMEIN, p. 125, t. 4, f. 1.
 1985 *Toweius eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 505, ff. 58. 18-23; 60.16, 17.
 1995 *Toweius eminens* var. *eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – BYBELL & SELF TRAIL, p. 32, t. 26, ff. 1, 3-4, 6, 8, 10-11; t. 27, f. 1; t. 37, ff. 23, 24.
 1995 *Toweius eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t.9, ff. 13-16.

Descrizione: Coccoliti molto alti di forma da subellittica o quasi circolare, con i due dischi molto vicini e uniti assieme in modo che il disco minore sia appena visibile nella visione laterale. La ripida e concava inclinazione verso l'esterno del disco più grande di solito mostra strie che vanno verso la periferia. La piccola area centrale è attraversata da due barre incrociate; la barra trasversale è la più robusta.

Dimensioni: 9 - 11 µm.

Osservazioni: Questa piccola forma quasi circolare differisce da altri membri dello stesso genere studiati qui per la sua inusuale altezza e per avere l'area centrale piccola occupata da una croce allineata con gli assi dell'ellisse.

Distribuzione: Paleocene (Bramlette & Sullivan, 1961); NP 7 - NP10 (Perch-Nielsen, 1985); NP 5 – NP9 (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: In questo lavoro, a causa dello scarso livello di preservazione del materiale, *Toweius eminens* var. *eminens* e *Toweius eminens* var. *tovae*, sono entrambi assegnati alla specie *Toweius eminens*; la ragione di questa scelta risiede nel fatto che può risultare difficile distinguere il numero di fori che caratterizzano la griglia. Questa forma è stata ritrovata in modo sporadico lungo tutta la sezione. La sua abbondanza va da rara a scarsa.

***Toweius gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) ROMEIN, 1979**

- + 1961 *Coccolithites gammation* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 152. t. 7, ff. 7, 14.
- 1964 *Cyclococcolithus gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN), p. 181, t. 3, f. 7
- 1977 *Markalius* spp. WISE & COSTANS, t. 1, ff. 3, 4.
- 1979 *Toweius gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - ROMEIN, p. 126, t. 4, ff. 4, 5.
- 1985 *Toweius gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - PERCH-NIELSEN, p. 505, ff. 58. 16-17; 60. 18.
- 1995 *Toweius gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN) — BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 9, ff. 21, 22.

Descrizione: Coccolite circolare probabilmente consistente di due dischi molto vicini, che hanno quasi le stesse dimensioni, piuttosto che costituito da un solo scudo. Hanno un'area abbastanza depressa, che occupa metà o meno del diametro totale e un minuscolo punto centrale che può rappresentare l'area centrale. Questa forma è particolarmente caratteristica a *nicol* incrociati, come discusso più sotto.

Dimensioni: 5 - 9 μ m.

Osservazioni: A *nicol* incrociati la parte esterna degli esemplari è indistinta ma la porzione interna mostra chiaramente la croce d'estinzione che curva fortemente assumendo la forma di una svastica. Un grande gruppo di coccoliti con la caratteristica articolazione è rappresentato nella tavola 7 nella figura 14a, b. La leggera curvatura di questo gruppo indica una dimensione inusualmente grande della coccosfera, apparentemente più di 100 μ m, tuttavia una qualche compressione senza rottura o disaggregazione è possibile. L'evidente cambio di dimensioni dei coccoliti è probabile verso l'apertura della bocca.

Distribuzione: Eocene medio - inferiore (Bramlette & Sullivan, 1961); Zona a *Discoaster binodosus* – Zona a *Nannotetrina fulgens* / Israele: Zona a *Discoaster binodosus* – Zona a *Discoaster subladoensis* (Romein, 1979); NP11 – NP 16 (Perch_ Nielsen, 1985).

Note: *Toweius gammation* è presente costantemente dalla Zona NP11 alla fine della sezione. La sua abbondanza va da scarsa a comune. La relativa facilità di riconoscimento della forma e la costante presenza della stessa lungo la parte alta della sezione inducono a pensare che possa avere una valenza biostratigrafica importante.

***Toweius occultatus* (LOCKER, 1967) PERCH-NIELSEN, 1971**

- + 1967 *Coccolithus occultatus* LOCKER, p. 764, t. 1, f. 5; t. 2, ff. 9, 10.
- 1971 *Toweius occultatus* (LOCKER) - PERCH-NIELSEN, p. 32, t. 17, ff. 1-2, 4, 7; t. 18, f. 6.
- 1971 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN, p. 31, t. 17, ff. 3, 5, 7; t. 18, f. 5; t. 61, ff. 32, 33.
- 1975 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN - EDWARDS & PERCH-NIELSEN, t. 3 f. 12; t. 6, f. 9.
- 1975 *Toweius* cf. *T. callosus* PERCH-NIELSEN - EDWARDS & PERCH-NIELSEN, t. 3, f. 13.
- 1979 *Toweius occultatus* (LOCKER) - ROMEIN, p. 125.
- 1985 *Toweius occultatus* (LOCKER) - PERCH-NIELSEN, p. 505, ff. 58. 8-11; 60. 19.
- 1995 *Toweius occultatus* (LOCKER) - BYBELL & SELF TRAIL, p. 33, t. 27, ff. 4, 6, 9-12; t. 28, ff. 1-5, 7-9, 11, 12; t. 37, , ff. 31-34.
- 1995 *Toweius occultatus* (LOCKER) — BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 9 , ff. 17, 18.

Descrizione: *Toweius occultatus* è una relativamente piccola specie di *Toweius* caratterizzata da due estensioni del ciclo della parete interna, che si proiettano verso l'interno. Questo dà all'apertura centrale la forma d'orecchio d'elefante.

Dimensioni: 6,5 - 9 μ m.

Osservazioni: Queste forme hanno una distribuzione limitata dal Paleocene superiore (*top* NP9 alla parte inferiore della NP12); mentre *T. callosus*, che è stato usato da Romein come sinonimo di *T. occultatus*, non ha le estensioni che si proiettano verso l'interno ed ha una distribuzione più ampia.

Distribuzione: Zona a *Tribrachiatas contortus* – Zona a *Discoaster lodoensis* / Israele: Zona a *Discoaster multiradiatus* – Zona a *Discoaster lodoensis* (Romein, 1979); NP12 - NP 13 (Perch - Nielsen, 1985); NP9 - NP 13 (Bybell & Self Trail, 1995)

Note: *Toweius occultatus* è presente molto sporadicamente lungo la sezione e la sua abbondanza varia da rara a scarsa.

***Toweius pertusus* (SULLIVAN, 1965) ROMEIN, 1979**

- + 1965 *Toweius pertusus* SULLIVAN, p. 32, t. 3, ff. 5, 6.
- 1967 *Toweius craticulus* HAY & MOHLER, p. 1530, t. 196, ff. 7-9, t. 197, ff. 2, 3.
- 1967 *Toweius helianthus* (HAY & TOWE) - HAY & MOHLER, p. 1530, t. 197, f. 8.
- 1971 *Toweius* sp. PERCH-NIELSEN, p.32, t. 8, ff. 1-4, 7.
- 1972 *Toweius* sp. PERCH-NIELSEN, t. 7, ff. 1, 2.
- 1975 *Ericsonia robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN) - EDWARDS & PERCH-NIELSEN, t. 8, f. 2.
- 1975 *Toweius craticulus* HAY & MOHLER - EDWARDS & PERCH-NIELSEN, t. 3, ff. 3, 6, 8, 9, t. 8, f. 2.
- 1976 *Toweius craticulus* HAY & MOHLER - HAQ & LOHMANN, t. 1, ff. 9-11.
- 1977 *Toweius craticulus* HAY & MOHLER - PERCH-NIELSEN, t. 30, f. 4.
- 1977 *Toweius* sp. PERCH-NIELSEN, t. 30, ff. 5, 8, 9.
- 1979 *Toweius pertusus* SULLIVAN - ROMEIN, p. 124, t. 3, f. 9.
- 1985 *Toweius pertusus* SULLIVAN - PERCH-NIELSEN, 505, ff. 58, 43, 44; 60, 28.
- 1995 *Toweius pertusus* SULLIVAN - BYBELL & SELF TRAIL, p. 34, t. 29, ff. 1-10.
- 1995 *Toweius pertusus* SULLIVAN - BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 9, ff. 7-10.

Descrizione: Coccolite piccolo, di forma da subellittica a quasi circolare, costituito da due dischi chiusi e schiacciati. L'area centrale ha una lunghezza pari a circa la metà del diametro del coccolite, ed è perforata da 4 o 5 righe di pori; l'apertura centrale è complessa ed è circondata da due cicli di segmenti a forma di cuneo embricati in senso destro. Lo scudo distale è composto di 40 a 60 segmenti tabulari che si sovrappongono leggermente in senso destro; le suture tra gli elementi hanno un'inclinazione in senso orario se guardate dal punto di vista distale. Il margine dei dischi è distintamente serrato.

Dimensioni: 4-9 µm.

Osservazioni: I coccoliti di questa specie si distinguono per la loro piccola taglia, e per le perforazioni dell'area centrale, le quali sono difficili da riconoscere se non a *nicol* incrociati. *T. pertusus* si distingue da *T. helianthus* per avere relativamente poche perforazioni nell'area centrale.

Distribuzione: E' presente dal Paleocene all'Eocene (Sullivan, 1965); Zona a Zona a *Fasciculithus tympaniformis* – Zona a *Tribrachiatius orthostylus* / Israele: Zona a *Ellipsolithus macellus* – Zona a *Discoaster binodosus* (Romein, 1979); NP 6 – NP12 (Perch-Nielsen, 1985); NP 4 – NP12 (Bybell & Self Trail, 1995).

Note: A causa del basso grado di preservazione del materiale non è stato possibile distinguere le specie *T. pertusus*, *T. rotundus* e *T. serotinus* che vengono quindi assegnate tutte alla specie *T. pertusus*. La forma è sempre presente lungo la sezione. La sua abbondanza è comune.

INCERTAE SEDIS

GENERE *Tribrachiatius* SHARMAY, 1963

Come è già noto, queste sono le forme più primitive tra i nannofossili calcarei: Sono caratterizzati da tre raggi che formano tra loro angoli di 120°. La terminazione dei raggi è arrotondata o biforcata. I raggi sono comunemente dritti, ma possono essere anche curvati in qualche modo. I primi studi non avevano differenziato un nuovo genere ma assegnavano queste forme al genere *Discoaster*.

Tribrachiatius bramlettei (BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960) PROTO DECIMA *et al.*, 1975

- + 1960 *Marthasterites bramlettei* BRÖNNIMANN & STRADNER, p. 366, ff. 17-20, 23, 24.
- p 1961 *Rhomboaster cuspis* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 166, t. 14, ff. 18, 19; (*non* t. 14, f. 17).
- 1971 *Marthasterites nunnii* GARTNER, p. 116.
- 1975 *Tribrachiatius bramlettei* (BRÖNNIMANN & STRADNER) - PROTO DECIMA *et al.*, p. 49, t. 4, ff. 17, 18.
- 1979 *Tribrachiatius nunnii* (BRÖNNIMANN & STRADNER) - ROMEIN, p. 194.
- 1985 *Tribrachiatius bramlettei* (BRÖNNIMANN & STRADNER) – PERCH-NIELSEN, ff. 2, 1; 89, 22, 23.
- 1996 *Tribrachiatius bramlettei* (BRÖNNIMANN & STRADNER) - WEI & ZHONG, t. 4., f. 3-6, 10, 11; t. 5; ff. 1e, 2e, 3e; t. 6, ff. 6-14.

- 1995 *Rhombaster bramlettei* (BRÖNNIMANN & STRADNER) - BYBELL & SELF TRAIL, p. 30; t. 37, ff. 9, 10; (*non t.* 38, ff. 4, 5, 7, 8).
- 1996 *Rhombaster bramlettei* var. "T" (BRÖNNIMANN & STRADNER) – ANGORI & MONECHI, t. 1, f. 11;
- 2000 *Rhombaster bramlettei* var. "T" (BRÖNNIMANN & STRADNER) – MONECHI *et al.*, t. 1, f. 20;t. 3, ff. 1-3, 5.

Descrizione: (da Aubry, 1988) Nannofossile simmetrico a sei raggi. Non ci sono suture tra i raggi. Ogni set di tre raggi forma un triangolo equilatero. I due set di tre bracci formano tra loro un angolo di 60°.

Dimensioni: 8 - 13 µm.

Osservazioni: *Tribrachiatus nunnii* rappresenta apparentemente uno stage estremo di rotazione all'interno del genere *Tribrachiatus*. Sembra preferire ambienti vicini alla scogliera.

Distribuzione: Eocene inferiore (Brönnimann & Stradner, 1960); NP10 – NP11 (Perch-Nielsen, 1985); la sua comparsa segna la base della Zona NP10 (Aubry, 1988); FO NP10 (Bybell & Self Trail, 1995); FO NP.10 (Angori & Monechi, 1996); FO (Monechi *et al.*, 2000).

Note: *Tribrachiatus bramlettei* è presente nella Zona NP10. Questa specie è biostratigraficamente importante, in particolare viene utilizzata la sua comparsa come base della NP10 (Martini, 1971). Bybell & Self Trail (1995) hanno proposto una nuova combinazione di questa specie, che ne amplierebbe la variabilità morfologica ma soprattutto la distribuzione verso il basso. In questo lavoro si è scelto di mantenere il concetto classico di *Tribrachiatus bramlettei* di Brönnimann & Stradner (1960)

***Tribrachiatus contortus* (STRADNER, 1958) BUKRY, 1972**

- + 1958 *Discoaster contortus* STRADNER, p. 187, fnt. 35, 36.
- 1959 *Marthasterites contortus* (STRADNER) - DEFLANDRE, p. 139.
- 1961 *Marthasterites contortus* (STRADNER) - STRADNER & PAPP, p. 112, t. 36, ff. 1-8; fnt. 11/8, 20/3.
- 1972 *Tribrachiatus contortus* (STRADNER) - BUKRY, p. 1081.
- 1975 *Tribrachiatus contortus* (STRADNER) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 49, t. 4, f. 22.
- 1979 *Tribrachiatus contortus* (STRADNER) - ROMEIN, p. 194, t. 10, f. 15.
- 1985 *Tribrachiatus contortus* (STRADNER) - PERCH-NIELSEN, p. 537, t. 2, f. 2; t. 89, ff. 24, 25; t. 90, f. 8.
- 1996 *Tribrachiatus contortus* (STRADNER) – WEI & ZHONG, t. 5, f. 5; t. 6, ff. 15-17.
- 1995 *Rhombaster contortus* (STRADNER) - BYBELL & SELF TRAIL, p. 31.
- 1996 *Rhombaster contortus* (STRADNER) – ANGORI & MONECHI, t. 1, f. 10.
- 2000 *Rhombaster contortus* (STRADNER) – MONECHI *et al.*, t. 2, f. 15; t. 3, ff. 13-16.

Descrizione: Sei braccia divisibili in tre coppie connesse in modo simile a quello di *T. orthostylus*. L'angolo di torsione all'interno delle coppia di braccia è di circa 40°, così che i raggi in entrambe le facce dell'asterolite sono alternativamente alti e bassi; gli angoli tra i raggi sono alternativamente di 40° e di 80°. Non ci sono suture e generalmente non è presente un bottone centrale.

Dimensioni: 11 - 15 µm.

Distribuzione: Eocene inferiore (Stradner, 1958); NP10 – top NP10 (Perch-Niesen, 1985); NP10 – top NP10 (Angori & Monechi, 1996); NP10 – top NP10 (Monechi *et al.*, 2000).

Note : *Tribrachiatus contortus* ha una ristretta distribuzione all'interno della NP10. La sua scomparsa segna il limite superiore della Zona NP10 (Martini, 1971). Questa forma è quindi molto importante dal punto di vista biostratigrafico. Nella sezione la sua presenza è sporadica e la sua abbondanza varia da rara a scarsa.

***Tribrachiatus digitalis* AUBRY, 1996**

- + 1996 *Tribrachiatus digitalis* AUBRY, t. 1, ff. 1-12; t. 2, ff. 11, 12.
- 2000 *Tribrachiatus digitalis* AUBRY – MONECHI *et al.*, t. 2, ff. 10–14; t. 3 ff. 6-12.

Descrizione: Nannolite abbastanza piatto dotato di tre raggi che sono profondamente biforcati. Le lunghe e appuntite biforcazioni sono posizionate essenzialmente sullo stesso piano e formano un angolo piccolo. *Tribrachiatus digitalis* consiste di due triplette sovrapposte che sono per lo più piatte e

sono quasi interamente fuse a produrre un nannolite triradiato piatto e basso. Le biforcazioni e/o le basse creste oblique rispetto ai raggi indicano la struttura a doppia tripletta

La specie differisce da *T. contortus*, perché è più piatta e le sue biforcazioni sono collocate essenzialmente sullo stesso piano. Al contrario di *T. contortus* in cui le triplette sono ben differenziate ed ovviamente contorte, *T. digitalis* consiste di triplette per larga parte connesse con piccole contorsioni. Differisce da *T. orthostylus* per il fatto di avere biforcazioni più lunghe e di essere più robusto. Inoltre le triplette non sono distinguibili in *T. orthostylus*, mentre sono debolmente visibili in *T. digitalis*.

Osservazioni: *T. digitalis* era stato prima attribuito al *T. contortus* morfologia A, nel corso delle analisi chimico-biostratigrafiche del DSDP, per distinguerlo dalle forme tipiche di *T. contortus* e dalle forme di *T. contortus* morfologia B, tutte descritte in questo lavoro. La riesaminazione dell'olotipo di *T. contortus* mostra che *T. contortus* morfologia B corrisponde bene al materiale. La descrizione di *T. contortus* è basato su un singolo esemplare rimaneggiato. Questo morfotipo è così tipico che non ci sono differenziazioni ambigue rispetto a *T. digitalis*.

Distribuzione: NP10 (Monechi *et al.*, 2000); la sua comparsa definisce la SubZona NP10b (Aubry, 1998).

Note: *Tribrachiatus digitalis* viene considerato da alcuni autori molto importante dal punto di vista biostratigrafico, poiché la sua comparsa definisce la SubZona NP10b (Aubry, 1998). Nella sezione è sporadicamente presente nella zona NP10. La sua abbondanza è rara. Questa forma può risultare di difficile diagnosi se il materiale risulta ricristallizzato.

***Tribrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) SHAMRAY, 1963**

- + 1954 *Discoaster tribrachiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, p. 397, t. 38, f. 11.
- 1959 *Marthasterites tribrachiatus* (BRAMLETTE & RIEDEL) – DEFLANDRE, p. 138, t. 2, f. 1.
- 1959 *Discoaster tribrachiatus robustus* STRADNER, p. 477, ff. 4, 9.
- 1961 *Marthasterites robustus* (STRADNER) – STRADNER & PAPP, p. 109, t. 34, f. 7; fnt. 11/4, 20/1.
- 1963 *Tribrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL) - SHAMRAY, p. 38, t. 2, ff. 13, 14 (nom. sost. pro *Discoaster tribrachiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, I.C.B.N., art. 55).
- 1975 *Tribrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 49, t. 4, ff. 20, 23-26.
- 1979 *Tribrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL) – ROMEIN, p. 194.
- 1985 *Tribrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL) – PERCH-NIELSEN, p. 537, ff. 3, 34; 89, 26, 27; 90, 12.
- 1996 *Tribrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL) – WEI & ZHONG, t. 5, ff. 6-8; t. 6, ff. 18-20.
- 1995 *Rhombaster orthostylus* (SHAMRAY) – BYBELL & SELF TRAIL, p. 31.
- 1995 *Tribrachiatus orthostylus* (SHAMRAY) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 12, f. 4; (*non t.* 12, f. 3).
- 1996 *Tribrachiatus orthostylus* (SHAMRAY) – ANGORI & MONECHI, t. 1, f. 12.
- 2000 *Tribrachiatus orthostylus* (SHAMRAY) – MONECHI *et al.*, t. 3, ff. 18-20.

Descrizione: Asterolite triradiato, costituito da tre raggi subcilindrici e comunemente leggermente affusolati. I raggi hanno una troncatura graduale con o senza un piccolo intaglio terminale. I raggi sono generalmente dritti.

Dimensioni: 8 –13 µm.

Osservazioni: Questa forma probabilmente si evolve da *T. contortus*.

Zona a *Tribrachiatus contortus* – Zona a *Tribrachiatus orthostylus* (Proto Decima *et al.*, 1975); Zona a *Tribrachiatus contortus* – Zona a *Tribrachiatus orthostylus* (Romein., 1979); NP10 – NP12 (Perch-Nielsen, 1985); FO NP11 (Angori & Monechi, 1996); FO NP11 (Monechi *et al.*, 2000). La sua estinzione definisce il *top* della Zona NP12.

Note: Lungo la sezione *Tribrachiatus orthostylus* è presente dalla zona NP10 alla Zona NP12. Questa forma è molto importante dal punto di vista biostratigrafico, poiché la sua estinzione definisce il *top* della Zona NP12 (Martini, 1971). La sua abbondanza varia da rara a scarsa. Gli esemplari appartenenti a questa specie sono di facile riconoscimento grazie alla caratteristica struttura triradiata.

***Tribrachiatus robustus* (STRADNER, 1959) ?**

- + 1959 *Discoaster tribrachiatus* var. *robustus* STRADNER, 1959, p. 477, ff. 4-9.
- 1961 *Marthasterites robustus* (STRADNER) – STRADNER & PAPP, p. 109, t. 34, ff. 6-8.
- 1967 *Marthasterites robustus* (STRADNER) – MOSHKOVITZ, t. 4, ff. 4-6; t. 34, ff. 6-8.
- 1975 *Tribrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) - PROTO DECIMA *et al.*, t. 4, f. 24; (*non* t. 4, ff. 23, 25-26).

Descrizione: (Da Aubry, 1988). È la forma più antica del *D. tribrachiatus*. La sua caratteristica è quella di essere particolarmente robusto. I bracci appaiono ovoidali in sezione incrociata.

Distribuzione: Eocene inferiore (Stradner, 1959); Zona a *M. contortus* (Moshkovitz, 1967);

INCERTAE SEDIS

GENERE *Trochastrites* STRADNER, 1961

Nannofossili di forma triradiata arcuata. Entrambi i lati sono caratterizzati da tre dorsali che si dipartono pressappoco dal centro. I bracci piatti sono allungati tra le dorsali e questo dà al nannofossile un'apparenza palmata.

Trochastrites hohnensis (MARTINI, 1958) BOUCHE', 1962

- + 1958 *Discoaster hohnensis* MARTINI, p. 358, t. 2, ff. 10a, b.
- 1962 *Trochastrites hohnensis* (MARTINI) – BOUCHE', p. 91, t. 4, ff. 13, 14.
- 1985 *Trochastrites hohnensis* (MARTINI) - , p. 538, f. 91.1-4

Descrizione: *Discoaster* con tre braccia che terminano con una biforcazione. Dimensioni: 8,3- 10,8 µm.

Distribuzione: Parte bassa dell'Eocene superiore Martini(1958); NP14-NP16 (Perch-Nielsen, 1985).

FAMIGLIA CALYPTROSPHAERACEAE BOUDREAUX & HAY, 1969

GENERE *Zygrhablithus* DEFLANDRE, 1959 emend. REINHARDT, 1966

(da Aubry, 1988). Gli appartenenti al genere *Zygrhablithus* hanno una struttura affine ai raddoliti. Essi hanno una base simile a quella degli zigoliti, costituita da un disco ellittico aperto attraversato da due barre incrociate a forma di X. Sul lato concavo, il disco è sormontato da un robusta apofisi a sezione quadrata con una struttura a forma di asta che si sviluppa nella terminazione distale.

Zygrhablithus bijugatus (DEFLANDRE, 1954) DEFLANDRE, 1959

- + 1954 *Zygodolites bijugatus* DEFLANDRE in DEFLANDRE & FERT, p. 148, t. 11, ff. 20, 21.
- 1959 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) - DEFLANDRE, p. 135.
- 1960 *Isthmolithus claviformis* BRÖNNIMANN & STRADNER, p. 368, fnt. 25-43.
- 1961 *Rhabdosphaera ? semiformis* BRAMLETTE & SULLIVAN, p. 147, t. 5, ff. 8-10.
- 1966 *Sujkowskiella enigmatica* HAY, MOHLER & WADE, p. 397, t. 13, ff. 6, 7.
- 1966 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) -. STRADNER & EDWARDS, p. 44-46, t. 42, 43.
- 1969 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) – GARTNER & BUKRY, p. 1218, t. 140, ff. 3-6; t. 142, ff. 1, 2.
- 1971 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) – PERCH – NIELSEN, p. 58, t. 58, ff. 7-9; t. 59, f. 10.
- 1975 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) – PROTO DECIMA *et al.*, p. 46, ff. 24 a, b, 25 a, b.
- 1979 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) – ROMEIN, p. 195.
- 1985 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) – PERCH-NIELSEN, p. 454, ff. 13. 23-25.
- 1995 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) – BYBELL & SELF TRAIL, p. 35, t. 31, f. 7; t. 38, ff. 6-8.
- 1995 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) – BRALOWER & MUTTERLOSE, t. 12, ff. 9-12.

Descrizione: (da Aubry, 1988). *Zygrhablithus* ellittico allungato o molto allungato a bordo liscio, area centrale attraversata da un doppio ponte a X, che sostiene una protuberanza ellittica nel suo centro. A *nicol* incrociati, la parte centrale sembra essere aperta.

Dimensioni: altezza: 5, 8 µm; larghezza 3, 8 µm.

Osservazioni: E' una specie molto frequente nei sedimenti epicontinentali e rara o assente dei sedimenti marini profondi. *Zygrhablithus* è molto sensibile alla dissoluzione. Questa specie ha il margine simile a quello di moderni coccoliti come *Periphyllopora mirabilis*.

Distribuzione: Eocene inferiore – Oligocene (Deflandre, 1954); NP11 - NP 25 (Perch-Nielsen, 1985).

Note: *Zygrhablithus bijugatus* è presente lungo tutta la sezione. La sua abbondanza varia da scarsa a comune. Questa forma è abbastanza caratteristica e può essere confusa con gli esemplari appartenenti al genere *Fasciculithus* solo se le condizioni di preservazione del materiale sono cattive.

BIBLIOGRAFIA

- ACHUTHAN, M. V. & STRADNER, H., 1967. *Calcareous nannoplakton from the Wemmelian stratotype*. Proc. First Internat. Conf. Plankt. Microf., vol. 1, pp. 1-13.
- ANGORI, E. & MONECHI, S., 1996. *High-resolution calcareous nannofossil biostratigraphy across the Paleocene-Eocene boundary at Caravaca (southern Spain)*. Isr. J. Earth Sci., vol. 44, n° 4, pp. 197-206.
- ARENILLAS, I. & MOLINA, E., 1996. Biostratigrafía y evolución de las asociaciones de foraminíferos planctónicos del tránsito Paleoceno-Eoceno en Alamedilla (Cordilleras Béticas). *Revista Española de Micropaleontología*, 18, pp. 85-98.
- ARENILLAS, I., MOLINA, E. & SCHMITZ, B., 1999. Planktic foraminiferal and $\delta^{13}\text{C}$ isotopic changes across the Paleocene/Eocene boundary at Possagno (Italy). *International Journal of Earth Sciences*, 88 (2), pp. 352-364.
- ASCOLI, P., 1969. *First Data on the Ostracod Biostratigraphy of the Possagno and Brendola Sections (Paléogene, NE Italy)*. Mém. B.R.G.M., 69, Colloque sur l'Eocène 3, pp. 51-72.
- ASCOLI, P. (1975). *Gli Ostracodi della Sezione paleocenico-eocenica di Possagno*. In Bolli H. M. (Ed.), *Monografia micropaleontologica sul Paleocene e l'Eocene di Possagno, Provincia di Treviso, Italia*. Mém. suisses Paléont., 97, pp. 137-139.
- AUBRY, M. P., 1983. *Biostratigraphie du Paléogène épicontinental de l'Europe du Nord-Ouest*. Etude fondée sur les nannofossiles calcaires. Doc. Labo. Faculte Sciences Lyon, vol. 89, 320 pp.
- AUBRY, M. P., 1986. *Paleogene calcareous nannoplankton Biostratigraphy of Northwestern Europe*. Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol., vol. 55, pp. 267-334.
- AUBRY, M. P., 1984a. *Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton*. Book 1: *Ortholithae (Discoasters)*. Micropaleont. Press: American Mus. of Nat. Hist., pp. 1-263.
- AUBRY, M. P., 1988b. *Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton*. Book 2: *Ortholithae (Holococcoliths, Ceratoliths and others)*. Micropaleont. Press: American Mus. of Nat. Hist., pp. 1-279.
- AUBRY, M. P., 1989c. *Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton*. Book 3: *Ortholithae (Pentaliths, and others), Heliolithae (Fasciculiths, Sphenoliths and others)* Micropaleont. Press: American Mus. of Nat. Hist., pp. 1-279.
- AUBRY, M. P., 1990d. *Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton*. Book 4: *Heliolithae (Helicoliths, Cribrilitiths, Lapadoliths and others)*. Micropaleont. Press: American Mus. of Nat. Hist., pp. 1-381.
- AUBRY, M. P., 1999d. *Handbook of Cenozoic Calcareous Nannoplankton*. Book 5: *Heliolithae (Helicoliths, Cribrilitiths, Lapadoliths and others)*. Micropaleont. Press: American Mus. of Nat. Hist., pp. 1-381.
- AUBRY, M. P., 1995. *From chronology to stratigraphy: interpreting the lower and middle Eocene stratigraphic record in the Atlantic Ocean*. Geochronology Time Scale and Global Stratigraphic Correlation, SEPM Special Publication n°54.
- AUBRY, M. P., 1996. *Towards an upper Paleocene- lower Eocene high resolution stratigraphy based on calcareous nannofossil stratigraphy*. Israel J. Earth Sci., vol. 44, n° 4, pp. 239-253.
- AUBRY, M. P. & BERGGREN, W.A., 2000. *When conflict arises between principles and rules: The case of the GSSP for the Paleocene/Eocene boundary*. In SCHMITZ B., SUNDQUIST B. & ANDREASSON F. P. (eds), Early Paleogene warm climates and biosphere dynamics. *GFF*, 122 (1), pp. 13-14.
- AUBRY, M. P., OUDA, K., DUPUIS, C., VAN COUVERING, J. A., and the Members of the Working Group on the Paleocene /Eocene Boundary: ALI, J., BERGGREN, W. A., BRINKHUIS, H., GINGERICH, P. R., HEILMANN-CLAUSEN, C., HOOKER, J., KENT, D. V., KING, C., KNOX, R. W. B., LAGA, P., MOLINA,

- E., SCHIMTZ, B., STEURBAUT, E. & WARD D. R., 2002. *Proposal: Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) at the Dababiya section (Egypt) for the Base of the Eocene Series*. Int. Union Geol. Sc., Int. Comm. Strat., Subcomm. Paleogene Strat.
- AUBRY, M. P. & REQUIRAND, C. & COOK, J., 2000. *The Rhomboaster-Tribrachiatus lineage: A remarkable succession of events from 55.5 to 53.2 Ma*. In SCHMITZ B., SUNDQUIST B. & ANDREASSON F. P. (eds), *Early Paleogene warm climates and biosphere dynamics*. *GFF*, 122 (1), pp. 15-18.
- BACKMAN, J., 1986. *Late Paleocene to middle Eocene calcareous nannofossil biochronology from the Shatsky Rise and Italy*. *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.*, vol. 57, pp. 43-59.
- BACKMAN, J. & SHACKLETON, N. J., 1983. *Quantitative biochronology of Pliocene and early Pleistocene calcareous nannoplankton from the Atlantic Indian and Pacific Oceans*. *Marine Micropaleont.*, vol. 8, pp. 141-170.
- BAINS, S., CORFIELD, R. M. & NORRIS, R. D., 1999. *Mechanisms of climate warming at the end of the Paleocene*. *Science*, 285 (30 July 1999), pp. 724-727.
- BARBIERI, G. & MEDIZZA, F., 1969. *Contributo alla conoscenza geologica della regione di Bolca (Monti Lessini)*. *Mem. Ist. Geol. Min Univ. Padova*, vol. 27, pp.1-33.
- BARBIN, V., HERB, R., DECROUEZ, D., 1989. *Les nannofossiles du passage Cretace/Tertiaire dans le Val Gallina (Verone, Italie du nord)*. *Rev. Paléobiol.*, vol. 3, pp. 63-79.
- BASSI, D., 2000. *Field trip guidebook. Shallow water benthic communities at the Middle-Upper boundary. Southern and North-Eastern Italy, Slovenia, Croatia, Hungary*. *Ann. Univ. Ferrara Sci. Terra*, vol. 8, pp. 43-93.
- BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R., 1986. *Ecologia. Individui, popolazioni, comunità*. Zanichelli, pp. 573-574.
- BERGGREN, W. A. & AUBRY, M. P., 1998. *The Paleocene/Eocene Epoch/Series Boundary: Chronostratigraphic Framework and Estimate Geochronology*. In Aubry M. P., Lucas S. G. & Berggren W. A. (eds). *Late Paleocene-early Eocene climatic and biotic events in the marine and terrestrial record*, pp. 18-36, Columbia University Press.
- BERGGREN, W. A., KENT, D. V., SWISHER III, C. C. & AUBRY, M. P., 1995. *A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy*. *SEPM*, No. 54, pp. 129-212.
- BERGGREN, W. A., LUCAS, S. & AUBRY, M. P., 1998. *Late Paleocene Early Eocene Climatic and Biotic Evolution: An overview*. In Aubry M. P., Lucas S. G. & Berggren W. A. (eds). *Late Paleocene-early Eocene climatic and biotic events in the marine and terrestrial record*, pp. 1-17, Columbia University Press.
- BERGGREN, W. A. & MILLER, K. G., 1988. *Cenozoic bathyal and abyssal calcareous benthic foraminiferal zonation*. *Micropaleont.*, vol. 35, pp. 308-320.
- BERGGREN, W. A. & MILLER, K. G., 1988. *Paleogene tropical planktic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology*. *Micropaleont.*, vol. 34, pp. 362-380.
- BILATO, D., 2003. *Biostratigrafia a nannofossili calcarei del Paleocene inferiore e superiore nella sezione del Torrente Forada (Vallone Bellunese, Veneto; Italia)*. Univ. Padova, Tesi di laurea inedita.
- BLONDEAU, A., 1981. *Lutetian*. *Bull. Soc. geol. France*, vol. 7. Pp. 55-63.
- BOLLI, H.M., 1957. *The genera Globigerina and Globorotalia in the Paleocene-Eocene Lizard Springs Formation of Trinidad BWI*. U.S. National Mus. Bull., vol. 215, pp. 51-81.
- BOLLI, H. M. & CITA, M. B., 1960a – *Upper Cretaceous and Lower Tertiary planktonic Foraminifera from the Paderno d'Adda section, northern Italy*. International Geological Congress. Reports of the XX1 Session, Norden 1960, Part V. Proceedings of Section 5 (The Cretaceous-Tertiary Boundary). Ist. Geol. Paleont. Geogr. Fis. Univ. Milano, Serie P, Pubblicazione 110, 13 pp., Milano.

- BOLLI, H. & CITA, M. B., 1960b. *Globigerine e Globorotalie del Paleocene di Paderno d'Adda (Italia)*. Riv. Ital. Paleont. Stratigr., vol. 66 (3), pp. 361-408.
- BOSELLINI, A., 1989. *Controls on carbonate platform and basin development. Dynamics of Teyian carbonate platform*. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ. N 44.
- BOSELLINI, A., BROGLIO LORIGA, C. & BUSETTO, C., 1978. *I bacini cretacei del Trentino*. Riv. Ital. Paleont. Stratigr., vol. 84, pp. 897-915.
- BRAGA, G. P., GATTO, G. O., GATTO, P., GREGNANIN, A., MASSARI, F., MEDIZZA, F., NARDIN., PERNA, G., ROSSI, D., SACERDOTI, M., SEMENZA, E., SOMMAVILLA, E., ZIRPOLI, G., ZULIAN, T., 1971. *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1: 100.000, Foglio 22 Feltre*. Serv. Geol. d'Italia, pp. 82-84.
- BRALOWER, T. J., 2002. *Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene-Eocene thermal maximum: Nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690, Maud Rise, Weddel Sea*. Paleoceanogr., vol. 17, n° 2, pp. 1029-1042.
- BRALOWER, T. J., 2002. *Correction to "Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene-Eocene thermal maximum: Nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690, Maud Rise, Weddel Sea"*. Paleoceanogr., vol. 17, n° 4, pp. 1060-1064.
- BRALOWER, T. J. & MUTTERLOSE, J., 1995. *Calcareous nannofossil biostratigraphy of Site 865, Allison Guyot, central Pacific Ocean: A tropical Paleogene reference section*. In WINTERER, E.L., SAGER, W. W., FIRTH, J. V., SINTON, J. M., eds. Proc. ODP, Sci. Res., vol. 43, pp. 31-73.
- BRALOWER, T. J., THOMAS, D. J., ZACHOS, J. C., HIRSCHMANN, M. M., RÖHL, U., SIGURDSSON, H., THOMAS, E. & WHITNEY, D. L., 1997. *High-resolution records of the late Paleocene thermal maximum and circum-Caribbean volcanism: Is there a causal link?* Geology, 25 (11), pp. 963-966.
- BRAMLETTE, M. N., & RIEDEL, W. R., 1954. *Stratigraphic value of discoaster and some other microfossil related to recent coccolithophores*. J. Paleont., n. 28, pp. 385-403.
- BRAMLETTE, M. N., & SULLIVAN, F. R., 1961. *Coccolithophorids and related nannoplankton of the Early Tertiary in California*. Micropaleont. vol. 7, pp. 129-188.
- BRAMLETTE, M. N., & MARTINI E., 1964. *The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian*. Micropaleont. vol. 10 (3), pp. 291-322.
- BRÖNNIMANN, P. & STRADNER, H., 1960. *Die Foraminiferen und Discoasteridenzonen von Cuba und ihre interkontinentale Korrelation*. Erdoel-Zeitschrift, vol. 76, pp. 364-369.
- BROTZEN, F., 1959. *On Tylocidaris species (Echinoidea) and stratigraphy of the Danian of Sweden*. Sveriges Geol. Undersökning, 571 pp.
- BUKRY, D., 1970. *Coccolith age determination Leg 3, Deep Sea Drilling Project*. Init. Rep., DSDP, vol. 3, Nat. Sc. Found, pp. 586-611.
- BUKRY, D., 1971a. *Discoaster evolutionary trends*. Micropaleontol., vol. 17, pp. 43-52.
- BUKRY, D., 1971b. *Cenozoic calcareous nannofossils from the Pacific Ocean*. Trans. San Diego Soc. Nat. Hist., vol. 16, pp. 303-327.
- BUKRY, D., 1973. *Low latitude coccolith Biostratigraphic Zonation*. In EDARD, N. T., SAUNDERS, J. B. et al. Init. Rep., DSDP, vol. 15, Washington (U. S. Gout Printing Office), pp. 685-703.
- BUKRY, D., 1975. *Coccolith and silicoflagellate Stratigraphy Northwestern Pacific Ocean, Deep Sea Drilling Project, Leg 32*. In LARSON, R. L., MOBERLY, R. et al. Init. Rep., DSDP, vol. 32, pp. 677-701.
- BUKRY, D. & PERCIVAL, S. F., 1971. *New Tertiary calcareous nannofossils*. Tulane Studies Geol. Pal., vol. 8, pp. 123-146.

- BYBELL L. M. & SELF-TRAIL J. M., 1995. *Evolutionary, Biostratigraphic and Taxonomic Study of Calcareous Nannofossil from a Continuous Paleocene-Eocene Boundary Section in New Jersey*. U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. 1554, 36 pp.
- BYBELL L. M. & SELF-TRAIL J. M., 1997. *Late Paleocene and early Eocene calcareous nannofossils from three boreholes in an onshore-offshore transect from New Jersey to Atlantic continental Rise*. Proc. ODP, Scient. Res., vol. 150, pp. 91-105.
- CANDE, S. C. & KENT, D. V., 1995. *Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic*. Geophysical Res., 100:6093-6095.
- CANUDO, J. I., KELLER, G., MOLINA, E., ORTIZ, N., 1995. *Planktic foraminiferal turnover $\delta^{13}\text{C}$ isotopes across the Paleocene-Eocene transition at Caravaca and Zumaya, Spain*. Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleocol., vol. 114, pp. 75-100.
- CARTER, N. L., OFFICER, C. B., CHESNER, C. A. & ROSE, W. I., 1986. *Dynamic deformation of volcanic ejecta from the Toba Caldera. Possible relevance to the Cretaceous/Tertiary boundary phenomena*. Geol., vol. 14, pp. 380-383.
- CATANZARITI, R., RIO, D. & MARTELLI, L., 1997. *Late Eocene to Oligocene calcareous nannofossil biostratigraphy in the northern Appennines: the Ranzano sandstone*. Mem. Sci. Geol., vol. 49, pp. 207-253.
- CHANNELL, J. E. T. & MEDIZZA, F., 1981. *Upper Cretaceous and Palaeogene magnetic stratigraphy and biostratigraphy from the Venetian (Southern) Alps*. Earth and planet, Sci. Lett., vol. 55, pp. 419-432.
- CLYDE W. C. & GINGERICH P. D., 1998. *Mammalian community response to the latest Paleocene thermal maximum: an isotaphonomic study in northern Bighorn basin, Wyoming*. Geology, 25, pp. 259-262.
- COCCIONI, R., DI LEO, R., GALEOTTI, S. & MONECHI, S., 1994. *Integrated biostratigraphy and benthic foraminiferal faunal turnover across the Paleocene-Eocene boundary at Trabakua Pass section, Northern Spain*. Palaeopelagos, 4, pp. 87-100.
- COSTA, V., DOGLIONI, C., GRANDESSO, P., MASETTI, D., PELLEGRINI, G. B., TRACANELLA, E., 1996. *Carta geologica dell'Italia alla scala 1:50.000, Foglio (063) Belluno, con note illustrative*. Ist. Poligr. Zecca dello Stato.
- COUSIN, M., 1981. *Les reports Alpes Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yugoslavie*. Soc. géol. Nord, vol. 5, pp. 1-521.
- D'ALBERTO, L., BOZ, A. & DOGLIONI, C., 1995. *Structure of the Vette Feltrine (Eastern Southern Alps)*. Mem. Sc. Geol., vol.47, pp. 189-199.
- DEFLANDRE, G., & FERT, C., 1954. *Observationssur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscpie ordinaire et életronique*. Ann. Paléont., vol. 40, pp. 115-176, tt.1-15, fnt. 1-127.
- DEFLANDRE, G., 1959. *Sur le nannofossiles calcaire et leur systématique*. Rev. de Micropal., vol. 2, pp. 127-152.
- DESTRO, M. C., 2002. *Biostratigrafia a nannofossili calcarei al limite Cretaceo/Terziario nella sezione del Rio Forada (Vallone Bellunese)*. Univ. Padova, Tesi di laurea inedita.
- D'HONDT, S. & KELLER, G., 1991. *Some patterns of planktic foraminifera assemblage turnover at the Cretaceous-Tertiary boundary*. Marine Micropaleont., vol. 17, pp. 77-118.
- DICKENS, G. R., CASTILLO, M. M. & WALKER, J. C. G., 1997. *A blast of gas in the latest Paleocene: Simulating first-order effects of massive dissociation of oceanic methane hydrate*. Geology, 25 (3), pp. 259-262.

- DICKENS, G. R., O'NEIL, J. R., REA, D. K. & OWEN, R. M., 1995. *Dissociation of oceanic methane hydrate as a cause of the carbon isotope excursion at the end of the Paleocene*. *Paleoceanography*, 10 (6), pp. 965-971.
- DI NAPOLI ALLIATA, E., PROTO DECIMA, F. & PELLEGRINI, G. B., 1970. *Studio geologico, stratigrafico e micropaleontologico dei dintorni di Belluno*. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, vol. 9, pp. 1-28.
- DOGLIONI, C. & BOSELLINI, A., 1987. *Eoalpine and mesoalpine tectonics in the Southern Alps*. *Geol. Rdsch*, vol. 77, pp. 734-754.
- EDWARDS, A.R., 1971. *A calcareous nannoplankton Zonation of New Zealand Paleogene*. *Pro. II Plankt. Conf.*, pp. 381-419.
- EDWARDS, A.R. & PERCH-NIELSEN, K., 1975. *Calcareous nannofossils from the southwest Pacific, D.S.D.P., Leg 29*. In KENNETH, J. P., HOUTZ, R. A., et al., *Init. Rep. of the D. S. D. P.*, vol. 29, pp. 469-539.
- EHRENBERG, C. G., 1836. *Über mikroskopische neue Charaktere der erdigen und derben Mineralien*. *Ann. Phys. u. Chem. (Poggendorff)*, vol. 39, pp. 101-106.
- ESHET, Y., MOSHKOVITZ, S., HABIB, D., BENJAMINI, C. & MAGARITZ, M., 1992. *Calcareous nannofossil and dinoflagellate stratigraphy across the Cretaceous/Tertiary boundary at Hor Hahar, Israel*. *Marine Micropaleont.*, vol. 18, pp. 199-228.
- FARINACCI, A., 1969. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 1-2.
- FARINACCI, A., 1970. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 3.
- FARINACCI, A., 1971. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 4.
- FARINACCI, A., 1972. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 5.
- FARINACCI, A., 1973. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 6.
- FARINACCI, A., 1974. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 7.
- FARINACCI, A., 1975. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 8.
- FARINACCI, A., 1976. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 9.
- FARINACCI, A., 1979. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 10.
- FARINACCI, A., 1983. *Catalogue of calcareous nannofossil*. Edizioni Tecnoscienza, Roma, vol. 11.
- FARIS, M., EL-DEEB, W.Z. & MANDUR, M., 2000. *Biostratigraphy of some Upper Cretaceous / Lower Eocene succession in Southwest Sinai, Egypt*. *Annals Geol. Surv. Egypt*, vol. 23, pp. 135-161.
- FORNACIARI, E., 1996. *Biocronologia a nannofossili calcarei e stratigrafia ad eventi nel Miocene italiano*. (Tesi di dottorato, Univ. Di Padova, pp.1-46).
- FORNACIARI, E. & RIO, D., 1996. *Latest Oligocene to early middle Miocene quantitative calcareous nannofossil biostratigraphy in the Mediterranean region*. *Micropaleont.*, vol. 42 (1), pp. 1-36.
- GALBRUN, B., 1992. *Magnetostratigraphy of upper Cretaceous and lower Tertiary sediments, site 761 and site 762, Exmouth Plateau, Northwest Australia*. *Proc. ODP Sci. Res.*, vol. 122, pp. 699-716.
- GALEOTTI S., ANGORI E., COCCIONI R., FERRARI G., GALBRUN B., MONECHI S., PREMOLI SILVA I., SPEIJER R. & TURI B., 2000 – *Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary in the Contessa Road section, Gubbio (central Italy)*. *Bulletin de la Société géologique de France*, 171 (3), pp. 355-365, 7 ff.

- GALEOTTI, S., BELLAGAMBA, M., KAMINSKI, M. A. & MONTANARI, A., 2002. *Deep-sea benthic foraminiferal recolonisation following a volcanoclastic event in the lower Campanian of the Scaglia Rossa Formation (Umbria-Marche Basin, central Italy)*. *Marine Micropaleont.*, 851, pp. 1-20.
- GALEOTTI, S., KAMINSKI, M. A., COCCIONI, R., & SPEIJER, R., in stampa - *High resolution Deep water Agglutinated Foraminiferal record across the Paleocene/Eocene transition in the Contessa Road Section (central Italy)*. In: Bubik, M. & Kaminski, M.A. (Eds), *Proceedings of the Sixth International Workshop on Agglutinated Foraminifera*. Grzybowski Foundation Special Publications.
- GARTNER, S., 1971. *Calcareous nannofossil from JOIDES Blake Plateaux cores and revision of Paleogene nannofossil zonation*. *Tulane Stud. Geol. Paleontol.*, vol. 8, pp. 101-121.
- GARTNER, S. & BUKRY, D., 1969. *Tertiary holococcoliths*. *J. Paleontol.*, vol. 43, pp. 1213, 1221.
- GHETTI, S., 1989. *Chemical features of a platform to basin carbonate succession (Late Jurassic-Eocene, Friulian Alps, Northern Italy)*. *St. Trent. Sc. Nat.*, vol. 65, pp. 141-160.
- GIBSON, T.G., BYBELL, L.M. & OWENS, J.P., 1993. *Latest Paleocene lithologic and biotic event in neritic deposits of south western New Jersey*. *Paleoceanogr.*, vol. 8, n° 4, pp. 495-514.
- GINGERICH, P. D., 1980. *Evolutionary patterns in early Cenozoic mammals*. *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences*, 8, pp. 407-424.
- GINGERICH, P. D., 2000. *Paleocene/Eocene boundary and continental vertebrate faunas of Europe and North America*. In Schmitz B., Sundquist B. & Andreasson F. P. (eds), *Early Paleogene Warm Climates and Biosphere Dynamics*. *GFF*, 122, pp. 57-59.
- GIUSBERTI, L., 2002. *Il limite Paleocene-Eocene nel Vallone Bellunese (Alpi Venete, Italia nord orientale)*. Univ. Padova, Tesi di dottorato inedita.
- GRANDESSO, P., 1975. *Biostratigrafia delle formazioni terziarie del Vallone Bellunese*. *Boll. Soc. Geol. It.*, vol. 94, pp. 1323-1348.
- HAQ, B.U., 1971. *Paleogene calcareous nannoflora. Part I: The Paleocene of West-Central Persia and the Upper Paleocene-Eocene of West Pakistan*. *Stokh. Contr. Geol.*, vol. 25, pp. 99-127.
- HAY, W. W. & MOHLER, H. P., 1967. *Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene-early Eocene correlations*. *J. Paleontol.*, vol. 41, n° 6, pp. 1505-1541.
- HAY, W. W., MOHLER, H. P., ROTH, P. H., SCHMIDT, R. R. & BOUDREAUX, H. E., 1967. *Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean. Antillean area and transoceanic correlation* *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans.*, vol. 17, pp. 428-480.
- HAY, W. W., LOHMANN, G. P., 1976. *Early Cenozoic nannoplankton biogeography of the Atlantic Ocean*. *Marine Micropaleontol.*, vol. 1, pp. 119-194.
- HAY, W. W. & TOWE, K. M., 1962. *Electronmicroscopie examination of some coccolith from Donzacq (France)*. *Eclog. Geol. Helv.*, vol. 55, pp. 497-517.
- van HECK, S. & PERCH-NIELSEN, K., 1987. *Validation of Chiasmolithus danicus (Brotzen, 1959)*. *Abh. Geol. B. – A.*, vol. 39, pp. 279-284.
- HEDBERG, H. D., 1976. *International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure*. Ed. Wiley & sons, 200 pp.
- HERBERT, T. D., PREMOLI SILVA, I., ERBA, E. & FISHER, A. G., 1995. *Orbital chronology of Cretaceous/Paleocene marine sediments*. In: Berggren W. A., Kent D. V., Swisher III C. C. & Aubry M. P. (eds), *Geochronology, time and global stratigraphic correlation*. *SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication n° 54*, pp. 81-92.

- HUDSON, T. L. & MAGOON, L. B., 2002. *Tectonic controls on greenhouse gas flux to the Paleogene atmosphere from the Gulf of Alaska accretionary prism*. *Geology*, 30 (6), pp. 547-550.
- KATZ, M. E., CRAMER, B. S., MOUNTAIN, G. S., KATZ, S. & MILLER, K. G., 2001. *Uncorking the bottle: What triggered the Paleocene/Eocene thermal maximum methane release?* *Paleoceanography*, 16 (6), pp. 549-562.
- KELLY, D. C., BRALOWER, T. J., ZACHOS, J. C., PREMOLI SILVA, I. & THOMAS, E., 1996. *Rapid diversification of planktic foraminifera in tropical Pacific (ODP Site 865) during the late Paleocene thermal maximum*. *Geol.*, vol. 24, n° 5, pp. 423-426.
- KENNETH, J. P. & STOTT, L.D., 1990. *Proteus and Proto-Oceanus: an ancestral Paleogene Oceans revealed from Antarctic stable isotopic results*. *Proc. ODP, Sci. Res.*, vol. 113, pp. 856-880.
- KENNETH, J. P. & STOTT, L.D., 1991. *Abrupt deep-sea warming, paleocenogeographic changes and benthic extinctions at the end of the Palaeocene*. *Nature*, , vol. 353, pp. 225-229.
- LAUGHTON, A. S., FORSYTH, D. & PHILLIPS, J. D., 1973. *The structure and evolution of the Indian Ocean*. In: D. H. Tarling & Runconr I. (eds), *Implications of continental drift to the earth sciences*, Academic Press, London, pp. 203-212.
- LEHNER, B. L., KNAPPERTSBUSCH, W. & HEER, P. H., 1987. *Biostratigraphy, lithostratigraphy and sedimentology of the Maiolica lombarda and the Scaglia lombarda on the West side of Lake Garda (northern Italy)*. *Mem. Sc. Geol. Padova*, 39, pp. 1-35.
- LEONE, U., 2002. *Biostratigrafia a foraminiferi planctonici al limite Paleocene-Eocene nella sezione del Torrente Forada (Vallone Bellunese, Veneto, Italia)*. Tesi inedita Univ. Padova.
- LEZAUD, L., 1968. *Espèces nouvelles de Nannofossiles calcaires (Coccolithophoridés)d'Aquitaine sud-ouest*. *Rev. De Micropal.*, vol. 2, n° 1, pp. 1-23.
- LOCKER, S., 1968. *Biostratigraphie des Alttertiärs von Norddeutschland mit coccolithophoriden*. *Monatsb. Deutsche Akad. Wiss. Berlin*, vol.10, pp. 220-229.
- LOEBLICH, A. R., TAPPAN, H., 1966. *Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton*. *Phycol.*, vol. 5, pp. 81-216.
- LOEBLICH, A. R., TAPPAN, H., 1968. *Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton II*. *J. Paleont.*, vol. 42, pp. 584-598.
- LOEBLICH, A. R., TAPPAN, H., 1969. *Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton III*. *J. Paleont.*, vol. 43, pp. 568-588.
- LOEBLICH, A. R., TAPPAN, H., 1970a. *Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton IV*. *J. Paleont.*, vol. 44, pp. 558-574.
- LOEBLICH, A. R., TAPPAN, H., 1970b. *Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton V*. *Phycol.*, vol. 9, pp. 157-174.
- LOEBLICH, A. R., TAPPAN, H., 1971. *Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton VI*. *Phycol.*, vol. 10, pp. 315-339.
- LOEBLICH, A. R., TAPPAN, H., 1973. *Annotated index and bibliography of the calcareous nannoplankton VII*. *J. Paleont.*, vol. 47, pp. 715-759.
- LOTTAROLI, F. & CATRULLO, D., 1999. *The calcareous nannofossil biostratigraphic framework of the Late Maastrichtian-Danian North Sea chalk*. *Marine Micropaleont.*, vol. 39, pp. 239-263.
- LU, G., ADATTE, T., KELLER, G. & ORTIZ, N. 1998. *Abrupt climatic, oceanographic and ecologic changes near the Paleocene-Eocene transition in the deep Tethys basin: The Alamedilla section, southern Spain*. *Eclogae geologicae Helvetiae*, 91, pp. 293-306.

- LU, G., KELLER, G., ADATTE, T., ORTIZ, N. & MOLINA, E., 1996. *Long-term (10⁵) or short-term (10³) excursion near the Paleocene-Eocene transition: evidence from the Tethys*. Terra Nova, 8, pp. 347-355.
- LUTERBACHER, H., 1975. *Planktonic foraminifera of the Paleocene and Early Eocene, Possagno section*. In Bolli H. M. (Ed.), *Monografia micropaleontologica sul Paleocene e l'Eocene di Possagno, Provincia di Treviso, Italia. Mémoires Suisses de Paléontologie*, 97, pp. 57-67.
- LUTERBACHER, H.P., HARDENBOL, J. & SCHMITZ, B., 2000. *Decision of the Voting Members of the International Subcommission on Paleogene Stratigraphy on the Criterion for the Recognition of the Paleocene/Eocene boundary. I. S. P. S. S. Newsletter* 9, p. 13.
- MEDIZZA, F., 1967. *I generi Bolivinoidea Aragonia e Neoflabellina (Foraminifera) nelle formazioni Cretaceo-Eoceniche del Veneto*. Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. Padova, vol. 26, pp. 3-44.
- MEDIZZA, F., 1975. *Il nannoplancton calcareo della pesciara di Bolca (Monte Lessini)*. St. Ric. giacimenti terziari Bolca, vol. 2, pp. 433-444.
- MARTINI, E., 1958. *Discoasteriden und verwandte Formen im NW-deutsche Eozän (Coccolithoforida)*. Senk. Leth., vol. 39, n° 5, 6, pp. 353-388, tt. 1-6.
- MARTINI, E., 1961. *Nannoplancton aus dem Tertiär und der obersten Kreide von SW-Frankreich*. Senk. Leth., vol. 42, pp. 1-41.
- MARTINI, E., 1971. *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation*. In: Proc. II Planktonic Conf. Roma, pp. 739-785.
- MARTINI, E., 1976. *Cretaceous to recent calcareous nannoplankton from the central Pacific Ocean (D.S.D.P., Leg 33)*. In SCHLANGER, S. O., JACKSON, E.D. et al., . *Init. Rep. D. S. D. P.*, vol. 33, pp. 383-423.
- MILLER III, W., 2000. *Trace Fossil assemblage in Cretaceous-Paleogene pelagic limestone of the Belluno Area Northeastern Italy*. Estr. Mem. Sci. Geol., vol. 52 (2), pp. 175-192.
- MILLER III, W., D'ALBERTO, L., 2001. *Paleontologic implication of Zoophycos from Late Cretaceous and Paleocene limestone of the Venetian Prealps, Northeastern Italy*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol., Palaeoecol., vol. 166, pp. 237-247.
- MOLINA, E., CANUDO, J. I., MARTÍNEZ-RUIZ, F. & ORTIZ, N., 1994. *Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary at Caravaca, southern Spain*. *Eclogae geol. Helv.*, 87/1, pp. 47-61.
- MOLINA, E., ARENILLAS, I. & PARDO, A., 1999. *High resolution planktic foraminiferal biostratigraphy and correlation across the Palaeocene/Eocene boundary in the Tethys*. *Bull. Soc. Géol France*, 170 (4), pp. 521-530.
- MONTECHI, S., 1977. *Upper Cretaceous and Early Tertiary nannoplankton from the Scaglia Umbra (Gubbio, Italy)*. Riv. Ital. Paleont., vol. 83, pp. 759-802.
- MONTECHI, S. & ANGORI, E., 1988. *Calcareous nannofossil events and turnover around the Paleocene/Eocene transition in some sections of Spain and Italy*. *Strata*, vol. 9, pp. 97-100.
- MONTECHI, S., ANGORI, E. & SPEIJER, R.P. 2000. *Upper Paleocene biostratigraphy in the Mediterranean region: Zonal markers diachronism, and preservational problems*. In SCHMITZ B., SUNDQUIST B. & ANDREASSON F. P. (eds), *Early Paleogene warm climates and biosphere dynamics*. *GFF*, 122 (1), pp. 13-14.
- MONTECHI, S. & ANGORI, E. & von SALIS, K., 2000. *Calcareous nannofossil turnover around the Paleocene/Eocene transition at Alamedilla (southern Spain)*. *Bull. Geol. France*, vol. 171, n° 4, , pp. 477-489.
- MONTECHI, S. & THIERSTEIN, H., 1985. *Cretaceous-Eocene nannofossil and magnetostratigraphic correlation near Gubbio, Italy*. *Marine Micropaleont.*, vol. 9, pp. 419-440.

- MOSHKOVITZ, S., 1967. *First report on the Occurrence of Nannoplankton in Upper Cretaceous-Paleocene Sediments of Israel*. Jb. Geol. B. A., vol. 110, pp. 135-168.
- OKADA, H., BUKRY, D., 1980. *Supplementary modification and introduction of code numbers to the low latitude coccolith biostratigraphy zonation* (BUKRY, 1973, 1975). Marine Micropaleont., vol. 51, pp. 321-325.
- ORTIZ, N., 1995. *Differential patterns of benthic foraminiferal extinctions near the Paleocene/Eocene boundary in the North Atlantic and the western Tethys*. Marine Micropaleontology, 26, pp. 341-359.
- ORUE-ETXEBARRIA, E., APELLANIZ, E., BACETA, J. I., COCCIONI, R., DI LEO, R., DINARES-TURELL, J., GALEOTTI, S., NÚÑEZ-BETELU, K., PARES, J. M., PAYROS, A., PUJALTE, V., SAMSO, J. M., SERRA-KIEL, J., SCHMITZ, B. & TOSQUELLA, J., 1996. *Physical and biostratigraphic analysis of two prospective Paleocene-Eocene Boundary Stratotypes in the intermediate-deep water Basque Basin, western Pyrenees: The Trabakua Pass and Ermua section*. N. Jb. Geol. Päläont. Abh., vol. 1, pp. 179-242.
- PARKE, M. & ADAMS, I., 1960. *The motile (Crystallolithus hyalinus, Gaarder & Markali) and non motile phases in the life history of Coccolithus pelagicus (Wallich) Schiller*. Journ. Mar. Biol. Soc. Ass. U.K., vol. 39, pp. 263-274.
- PERCH NIELSEN, K., 1971a. *Durchsicht Tertiärer Coccolithen*. Proc. Second Plankt. Conf. Rome, 1970, vol. 2, pp. 939-981.
- PERCH NIELSEN, K., 1971b. *Neue coccolithen aus dem Paleozän von Dänemark, der bucht von Biskaya und dem Eozän der Labrador See*. Bull. Geol. Soc. Denmark, vol. 1, n° 1, pp. 51-66.
- PERCH NIELSEN, K., 1971c. *Einige neue Coccolithen aus dem Paleozän der bucht von Biskaya*. Bull. Geol. Soc. Denmark, vol. 20, pp. 347-361.
- PERCH NIELSEN, K., 1971d. *Eletronmikroskopische Untersuchungen an Coccolithen und verwandte Formen dem Eozän von Dänemark*. Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr., vol. 18, pp. 1-76.
- PERCH NIELSEN, K., 1972. *Remarks on Late Cretaceous to Pleistocene Coccoliths from the North Atlantic*. In LAUGHTON, A.S., BERGGREN, W.A., et al., Init. Rep. D.S.D.P., vol. 12, pp. 1003-1069.
- PERCH NIELSEN, K., 1977. *Albian to Pleistocene calcareous nannofossils from the Western South Atlantic (D.S.D.P. Leg 39)*. In SUPKO, P. R., PERCH-NIELSEN, K., et al., Init. Rep. D.S.D.P., vol. 39, pp. 699-823.
- PERCH NIELSEN, K., SADEK, A., BARAKAT, M. G., TELEB, F. 1978. *Late Cretaceous and early Tertiary Calcareous nannoplankton and Planktonic foraminifera zones from Egypt*. Actes du VI^e colloque Africain de Micropaleontologie-Tunis 1974. Ann. Mines. Géol. (Tunis), vol. 28, pp. 337-403.
- PERCH NIELSEN, K., 1981a. *New Maastrichtian and Paleocene calcareous nannoplankton from Africa, Denmark, the USA and the Atlantic, and some Paleogene lineages*. Eclogae Geol. Helv., vol. 75, pp. 831-863.
- PERCH NIELSEN, K., 1981b. *Nouvelles observations sur les nannofossiles calcaires a la limite Cretace-Tertiaire, pres de El Kef (Tunisie)*. Cahiers Micropaléont., vol. 3, pp. 25-36.
- PERCH NIELSEN, K., 1981c. *Les coccolithes du Paleocene de El Kef, Tunisie, et leurs ancetres*. Cahiers Micropaléont., vol. 3, pp. 7-23.
- PERCH NIELSEN, K., 1985. *Cenozoic calcareous nannoplankton*. In BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH NIELSEN, K., eds., Plankt. Stratigr., Cambridge Univ. Press, pp. 427-554.
- PEYPOUQUET, J. P., GROUSSET, G. & MOURGNIART, P., 1986. *Paleoceanography of the Mesogean Sea based on ostracods of the Northern Tunisia continental shelf between the Late Cretaceous and early Paleogene*. Geol. Rdsch., vol. 75 (1), pp. 159-174.

- PICCOLI, G., BELLATI, R., BINOTTI, C., DI LALLO, E., SEDEA, R., DAL PRA', A., CATALDI, R., GATTO, G. O., GHEZZI, G., MARCHETTI, M., BULGARELLI, G., SCHIESARO, G., PANICHI, C., TONGIORGI, E., BALDI, P., FERRARA, G. C., MASSARI, F., MEDIZZA, F., ILICATO, V., NORINELLI, A., DE VECCHI, G., GREGNANIN, A., PICCIRILLO, E. M. & SBETTEGA, G., 1976 – *Il sistema idrotermale euganeo-berico e la geologia dei Colli Euganei*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 30, 266 pp.
- POLETTI, L. & MASETTI, D., 1996. *Caratteristiche della sedimentazione pelagica paleocenica nel Sudalpino*. 78° Riunione Estiva della Società Geologica Italiana, San Cassiano, 16-18 settembre 1996.
- POLETTI, L., CLAPS, M., MASETTI, D. & PREMOLI SILVA, I., 1992. *Cicli climatici di obliquità nel Paleocene delle Prealpi bellunesi*. 2^a Riunione GIS-CNR, Potenza, 1992.
- POLETTI, L., PREMOLI SILVA, I., MASETTI, D. & CLAPS, M., in prep. *Orbitally driven fertility cycles in the Paleocene pelagic sequence of the Southern Alps (Northern Italy)*.
- POSPICHAL, J. J., 1991. *Calcareous nannofossils across Cretaceous/Tertiary boundary at the site 752, Eastern Indian Ocean*. Proc. ODP, Sci. Res., vol. 121, pp. 395-413.
- POSPICHAL, J. J. & WISE, S. W. Jr., 1990. *Paleocene to middle Eocene calcareous nannofossils of ODP Sites 689 and 690, Maud Rise, Weddell Sea*. In BARKER, P.F., KENNETH, J.P. et al..Proc. O.D.P., Sci. Res., vol. 113, pp. 613-638
- PREMOLI SILVA, I. & BOLLI, H. M., 1973. *Late Cretaceous to Eocene planktonic foraminifera and stratigraphy of Leg 15 Sites in the Caribbean Sea*. Init. Rep. D.S.D.P., vol. 15, pp. 499-547.
- PREMOLI SILVA, I. & LUTERBACHER, H. P., 1966. *The Cretaceous-Tertiary boundary in the Southern Alps (Italy)*. Riv. Ital. Paleont. Strat., vol. 72, pp. 1183-1266.
- PROTO DECIMA, F., 1965. *Precisazioni sull'età di una formazione marnosa e sul limite Cretaceo/Terziario nella zona tra Possagno e Pederobba (Trevigiano occidentale)*. Boll. Soc. Geol. Ital., vol. 84, pp. 165-171.
- PROTO DECIMA, F., 1966. *Correlazioni fra Zone a foraminiferi planctonici e Zone a discoasteridi nell'Eocene Inferiore di Pederobba (Trevigiano occidentale)*. Estr. Mem. Acc. Pat., vol. 79, pp. 1-13.
- PROTO DECIMA, F. & DE BIASE, R., 1975 - *Foraminiferi bentonici del Paleocene, dell'Eocene inferiore e medio*. In Braga G., De Biase R., Grünig A. & Proto Decima F., 1975, *Foraminiferi bentonici del Paleocene ed Eocene della Sezione di Possagno*. In Bolli H. M. (Ed.), *Monografia micropaleontologica sul Paleocene e l'Eocene di Possagno, Provincia di Treviso, Italia. Mémoires suisses de Paléontologie*, 97, pp. 87-98.
- PROTO DECIMA, F., ROTH, P.H. & TODESCO, L., 1975. *Nannoplancton calcareo del Paleocene e dell'Eocene della sezione di Possagno*. In Bolli H. M. (Ed.), *Monografia micropaleontologica sul Paleocene e l'Eocene di Possagno, Provincia di Treviso, Italia. Mémoires suisses de Paléontologie*, 97, pp. 35-55.
- PROTO DECIMA F. & ZORZI P., 1965. *Studio micropaleontologico-stratigrafico della serie Cretaceo-Terziaria del Molinetto di Pederobba (Trevigiano occidentale)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 25, pp. 1-44.
- PROTO DECIMA, F. & SEDEA, R., 1966. *Lacune stratigrafiche fra Cretaceo e Terziario nei Colli Euganei (Padova)*. Boll. Soc. Geol., vol.85, pp. 203-208.
- RADOMSKI, A., 1968. *Calcareous nannoplankton zones in the Paleogene of the Western Polish Carpathian*. Roczn. Polsk. Towarz. Geol, vol. 38, pp. 544-605.
- RÖHL, U., BRALOWER, T. J., NORRIS, R. D. & WEFER, G., 2000. *New chronology for the late Paleocene thermal maximum and its environmental implications*. Geology, vol. 28 (10), pp. 927-930.
- ROTH, P.H., 1970. *Oligocene Calcareous Biostratigraphy*. Ecl. Geol. Helv, vol. 63, n° 3, pp. 799-881.

- ROTH, P.H., 1973. *Calcareous nannofossils – Leg 17, D.S.D.P.*. In WINTERER, E. L., EWING, J. I. *et al.*, Init. Rep. D.S.D.P., vol. 17, pp. 695-795.
- RIO D., FORNACIARI, E. & RAFFI, I., 1990a. *Late Oligocene through early Pleistocene calcareous nannofossil from western equatorial Indian Ocean (Leg 115)*. In: DUNCAN, R. A., BACKMAN, J., PETERSON, L. C. *et al.*, Proc. ODP Sci. Res., vol. 115, pp. 175-235.
- RIO D., RAFFI, I., VILLA, G., 1990b. *Pliocene-Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the western Mediterranean*. In: KASTERNS, K. A., MASCLE, J. *et al.*, Proc. ODP Sci. Res., vol. 107, pp. 513-533.
- ROMEIN, A. J. T., 1979. *Lineages in early Paleogene calcareous nannoplankton*. Utrecht Micropaleontol. Bull., vol. 22, pp. 1-231.
- von SALIS, K., MONECHI, S., BYBELL, L.M., SELF-TRAIL J. & YOUNG J., 2000. *Remark on the calcareous nannofossil marker Rhomboaster and Tribrachiatus around the Paleocene/Eocene boundary*. In SCHMITZ B., SUNDQUIST B. & ANDREASSON F. P. (eds), Early Paleogene warm climates and biosphere dynamics. *GFF*, 122 (1), pp. 1-192.
- von SALIS, K., OUDA, K., SAAD EI DIN, M. TANTAWY, A. A. & BERNASCONI, S., 2000. *Calcareous nannofossils foraminifera and stable isotope studies from P/E boundary sections in Egypt*. In SCHMITZ B., SUNDQUIST B. & ANDREASSON F. P. (eds), Early Paleogene warm climates and biosphere dynamics. *GFF*, 122 (1), pp. 163-165.
- SALVADOR, A., 1994. *International Stratigraphic Guide*. 2nd ed. I.U.G.S. and Geol. Soc. Amer., Boulder, Colo., pg. 214.
- SARTI, M., BOSELLINI, A. & WINTERER, E. L., 1992. *Basin geometry and architecture of a Tethyan passive margin, Southern Alps, Italy*. Mem. Amer. Ass. Petr. Geol., vol. 53, 241-258.
- SCHMITZ, B., 2000. *Plankton cooled a greenhouse*. Nature, 407 (14 september 2000), pp. 143-144.
- SCHMITZ, B., ASARO, F., MOLINA, E., MONECHI, S., von SALIS, K., SPEIJER, R. P., 1997. *High-resolution iridium, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, foraminifera and nannofossil profiles across the latest Paleocene benthic extinction event at Zumaya, Spain*. Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol., vol. 133, pp. 49-68.
- SCHMITZ B., PUJALTE V. & NUÑEZ-BETELU K., 2001. *Climate and sea-level perturbations during the Initial Eocene Thermal Maximum: evidence from siliciclastic units in the Basque Basin (Ermua, Zumaia and Trabakua Pass), northern Spain*. Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol., 165, pp. 299-320.
- SHAFIK, S. & STRADNER H., 1971. *Nannofossils from the Eastern Desert, Egypt with reference to Mastrichtian nannofossils from USSR*. Jb. Geol. Bundesanst., vol. 17, pp. 69-104.
- SIESSER, W. G. & BRALOWER, T. J., 1992. *Cenozoic calcareous nannofossil biostratigraphy on the Exmouth Plateau Eastern Indian Ocean*. College Station, Proc. O.D.P. Sci. Res., vol. 122, pp. 601-631.
- SPEIJER, R. P., SCHMITZ, B., AUBRY, M. P., CHARISI, S. D., 1995. *The latest Paleocene benthic event: Punctuated turnover in the outer neritic foraminiferal faunas from Gebel Aweina, Egypt*. Israel J. Earth Sci., vol. 44, n° 4, pp. 239-253.
- STEFANI, C. & GRANDESSO, P., 1991. *Studio preliminare di due sezioni del Flysch Bellunese*. Rend. Soc. Geol., vol. 14, pp. 157-162.
- STEINMETZ, J.C. & STRADNER H., 1984. *Cenozoic calcareous nannofossils from Deep Sea Drilling Project Leg 75, south-east Atlantic Ocean*. In HAY, W.W., SIBUET, J.C. *et al.*, . Init. Rep. D.S.D.P., vol. 75, pp. 671-753.
- STRADNER, H., 1958. *Die fossilen Discoasteriden Osterreichs*. I. Erdoel-Ztg, vol. 74, pp. 178-188.
- STRADNER, H., 1959. *First report on Discoaster of the Tertiary of Austria and their stratigraphic use*. 5th World Petr. Congr., I, pap. 60, pp. 1081-1095.

- STRADNER, H., 1961. *Vorkommen von nannofossilien in Mesozoikum und Attertiar*. Erdoel-Zeitschr.; vol. 77, pp. 77-78.
- STRADNER, H., 1963. *Zur Gliederung des Paläogen im Helvetikum nördlich Salzburg nach planktonischen Foraminiferen*. Mitt. Geol. Ges. Wien, vol. 56, pp. 72-81
- STRADNER, H. & EDWARDS, R., 1966. *Electron microscopic studies on Upper Eocene coccoliths from the Oamaru diatomite, New Zeland*. Jb. Geol. B. A., Sonderband, vol. 13, pp. 1-66.
- STRADNER, H. & PAPP, A., 1961. *Tertiäre Discoasteriden aus Österreich und stratigraphische Bedeutung*. Jb. Geol. B. A., Sonderband, vol. 7, pp. 1-160.
- SULLIVAN, F.R., 1964. *Lower Tertiary nannoplankton from the California Coast ranges. Paleocene*. Univ. Calif. Publ. Geol. Sc., vol. 44, pp. 163-228.
- TAN SIN HOK, 1927. *Discoasteridae incertae sedis*. Kon. Akad. Wetensch., Afd. Natuurk., vol. 36, pp. 1-9.
- THIERSTEIN, H. R., GEITZENAUER, K. R., MOLFINO, B., 1977. *Global synchronicity of late Quaternary coccolith datum levels: validation by oxygen isotopes*. Geol. Soc. Amer., vol. 5, pp. 400-404.
- TJALSMA, R. C. & LOHMANN, G. P., 1983. *Paleocene-Eocene bathyal and abyssal benthic foraminifera from the Atlantic Ocean*. Micropaleont. Special Publication, 4, 90 pp.
- TREVISANI, E., 1994. *Evoluzione paleogeografica e stratigrafica del margine orientale dei Lessini Shelf durante l'Eocene inferiore-medio (Marosticano, Bassanese, Prealpi Venete)*. Mem. Sci. Geol., vol. 46, pp. 1-15.
- VAROL, O., 1989. *Paleocene calcareous nannofossil biostratigraphy*. In: Crux & Van Heck, (Eds.), Nannofossils and their application. Ellis Horwood Limited, pp. 267-310.
- WEI, W. & POSPICHAL, J. J., 1991. *Danian calcareous nannofossil succession at the site 738 in the Southern Indian Ocean*. Proc. ODP, Sci. Res., vol. 119, pp. 495-512.
- WEI, W. & WISE, S. W. Jr, 1992. *Latitudinal biogeographic gradients of late Paleogene calcareous nannoplankton in the South Atlantic Ocean*. Mem. Sc. Geol. Univ. Padova, vol. 43, pp. 195-217.
- WEI, W. & ZHONG, S., 1996. *Taxonomy and magnetobiochronology of Tribrachiathus and Rhomboaster, two genera of calcareous nannofossils*. J. Paleont., vol. 70, n° 1, pp. 7-22.
- WINTERER, E. L. & BOSELLINI, A., 1981. *Subsidence and Sedimentation on a Jurassic Passive Continental Margin (Southern Alps, Italy)*. Bull. amer. Ass. Petr. Geol., 65(3), pp. 394-421.
- WISE, S.W. & COSTANS, R.E., 1976. *Mid Eocene planctonic correlations: Northern Italy – Jamaica*. W.I. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., vol. 26, pp. 144-155.
- WISE, S.W. & WIND F.H., 1977. *Mesozoic and Cenozoic calcareous nannofossil recovered by D.S.D.P. Leg 36 drilling in the Falkland Plateau, Southwest Atlantic sector of of the Southern Ocean*. In BARKER, P.F., DALZIEL, I.W.D. et al., Init. Rep. D.S.D.P., vol. 36, pp. 269-503.
- WRIGHT, A. A., BLEIL, U., MONECHI, S., MICHEL, H. V., SHACKLETON, N. J., SIMONEIT, B. R. T. & ZACHOS, J. C., 1985. *Summary of Cretaceous boundary studies, deep sea drilling project site 577, Shatsky Rise*. In Heath, G., R., Burckle, L. H., et al., Init. Rep. DSDP, vol. 86, pp. 799-804.
- ZACHOS, J. C., LOHMANN, K. C., WALKER, J. C. G. & WISE, S. W., 1993. *Abrupt climate change and transient climates during the Paleogene: a marine perspective*. J. Geology, 101, pp. 191-213.

APPENDICE I

Descrizione Sezione “Briglia”, Segmento B, (limite Paleocene/Eocene) della sezione del Torrente Forada (Lentiai, Belluno)

Giacitura (al top della Scaglia Rossa paleocenica): 350-355° N, incl. 21-22°

Si considera come livello di riferimento il *marker spessore* BRI 0 al top del quale è stato individuato il BFE.

BRI-686 cm; marna rossastra. Base dell'affioramento.

BRI-626 cm; marna rossastra. Campione raccolto il 9-12-2001. Scopo: raffinamento campionatura per ricerca del limite di zona P4/P5.

BRI -591 cm; marna grigio-rossastra. Marcato il livello con segno in vernice gialla

BRI -526 cm (circa 60 cm sotto BRI -466) marna rossastra fogliettata. Fatto segno con vernice gialla

BRI -466 cm; preso a sinistra del tronco quasi alla base della sezione scoperta. Marna rossastra.

BRI-410 cm; preso 55-56 cm sopra il BRI -466 cm più marnoso del precedente.

BRI -365 cm; preso sotto l'albero a circa 55 cm dal precedente. Marna rossastra fogliettata.

Si notano alcuni piani di taglio che non sembrano aver dislocato più di tanto il tutto. Il campione successivo è preso a circa 55 cm sopra il BRI-365.

BRI -310,5 cm; marna grigio-rossastra presa a destra del tronco; lateralmente diventa grigia (2-3 pezzi).

BRI -260 cm; marna argillosa rossastra di spessore decimetrico. In corrispondenza a questo campione è stata fatta una marcatura gialla sull'affioramento.

BRI -220 cm; circa 35 cm sotto BRI-185,5. Marna rossastra con fiammature verdastre.

BRI -185,5 cm; . 2 campioni. Stessa litologia del precedente

BRI -160 cm; marna rossastra con fiammature grigiastre preso 25 cm sotto il paletto di legno con indicata la quota -135 cm.

BRI -135,5 cm; Marna rossastra nella cui parte inferiore si osservano 6-7 cm di marna rossiccia più argillosa.

BRI -105 cm; il materiale tra 105,5 e 50,5 è sempre costituito da marne rossicce. Il campione raccolto è più argilloso e grigiastro del precedente.

BRI -75 cm; marna rossa con fiammature grigiastre. Presi all'incirca i 5 cm superiori (tra -70 e -75 cm).

BRI -50,5 cm; marna rossiccia. *Da questa quota (contrassegnata con segno in vernice rossa) comincia la campionatura di dettaglio. Sembra siano stati persi probabilmente cm 5 a partire da -20,5 cm (anch'essi indicati sull'affioramento in vernice gialla).*

BRI -42,5 cm; marna rossiccia con fochettature verdastre. Orientato.

BRI -37 cm; parte inferiore su cui poggia il precedente. Visibile grossa bioturbazione con resto di bivalve all'interno.

BRI -35,5 cm; campione orientato. Marna rossiccia bioturbata. *Suddiviso in laboratorio in -33 e -35,5.*

BRI-29,5 cm; campione spesso 4 cm. Marna rossastra. Si può teoricamente ancora lavare con i consueti metodi. Coincide col vecchio campione BRI UP raccolto il 3-4-01 assieme a un BRI -3 cm.

BRI-25,5 cm; marna argillosa grigio rossastra con qualche fiammatura sul grigio verde. Bioturbata. Abbiamo preso circa 2 cm basali come spessore. Rappresenta il top della Scaglia Rossa paleocenica nella tipica facies calcareo-marnosa fogliettata rossastra.

BRI-20,5 cm; marna grigio-verdastra con alla base fiammature rossastre. E' bioturbata. Orientata. Si può considerare (il letto del campione) la base della marna grigia (22 cm complessivamente) su cui poggia la *dissolution clay*.

BRI-17,5 cm; marna grigia con al top bioturbazioni tipo *Zoophycos*. Orientato. Il campione è di 6,5 cm. La testata di strato è dove è incisa la freccia indicante polarità.
Suddiviso in laboratorio nei 2 campioni -14,5 e -17,5.

BRI-11 cm; marna grigia molto bioturbata, con *Zoophycos* e *Chondrites*. L'ultimo ½ cm è assai argilloso e si può considerare come la base della marna argillosa grigia contrassegnata con la sigla BRI 0. T=top, F=fronte. La freccia indica la polarità di strato. *Il campione è stato segato in laboratorio in 4 parti: -3, -6, -9, -11 (in realtà è a -12 cm).*

BRI 0: Livello di marne argillose di 1,5 cm grigio verdastre nettamente bioturbate (*mottled?*), colore Munsel a umido (5GY6/1). Dai lavati preliminari risulta che è l'ultimo livello contenente foraminiferi bentonici dell'associazione a *Gavelinella beccariiformis*.
Scattate foto BRI 1-3 (1-2 panoramiche; 3 dettaglio del BRI 0 in corrispondenza della spatola e del BRI 5 in corrispondenza del "marker spessore".

Al top di BRI 0 si osserva una lamina di spessa 2-3 mm di argilla nerastra (*black clay*). Al di sopra del *black clay* comincia la CMU (*Clay-Marly Unit* o Unità CM), per uno spessore complessivo di 3,3 m.

BRI 5 cm: apparentemente più argilloso del precedente. Argilla marnosa di color grigio-bluastro. Munsel tra il 5G4/1 *dark greenish grey* e 5b5/1 *medium blu grey*. Bioturbazione non evidente. (base "*dissolution clay*").

BRI 10 cm: argilla marnosa apparentemente non bioturbata, colore Munsel come BRI 5 cm.

BRI 15 cm: argilla marnosa apparentemente non bioturbata. Colore Munsel ad umido come sopra.

BRI 20 cm: argilla marnosa apparentemente non bioturbata. Colore Munsel ad umido 5GY6/1 *greenish grey*
Foto "BRI 4" dettaglio unità grigiastrea sui 40 cm complessivi di spessore.

Nota: Dal top del BRI 0 fino a 50 cm si osserva un'unità argilloso-marnosa grigiastrea ("*dissolution clay*") cui segue fino a circa 120 cm un'unità rossiccia con focature grigio-verdi. Quanto descritto fa riferimento alla foto BRI 4 con contatto marcato dalla spatola.

BRI 25 cm: marna argillosa. Scarsamente bioturbata. Colore Munsel come BRI 20 cm;

BRI 30 cm: argilla marnosa. Scarsamente bioturbata. Colore Munsel come BRI 20 cm. In questo campione cominciano a comparire lamine submillimetriche giallastre (?all'alterazione?).

BRI 35 cm: marna argillosa, continuano sporadicamente le lamine submillimetriche giallastre all'alterazione. Solito colore Munsel.

BRI 40 cm: marna argillosa, nella parte alta dei 5 cm si hanno focature rossastre presenti sporadicamente. Passaggio molto graduale.
Colore Munsel come i precedenti.

BRI 45 cm: marna argillosa color tabacco con focature rossastre + evidenti che nel campione precedente. Colore Munsel focature rosse: 5YR4/1 *brownish gray*, fondo transizione tra 5GY6/1 e 5GY4/1 *dark greenish grey*. Si tratta del primo campione preso nell'unità con focature rossastre (che raggiungono circa il 40% della litologia).
FOTO BRIGLIA BRI 5-6 coi primi 150 cm di sezione.

BRI 50 cm: marna argillosa con focature rossastre (5YR4/1 *brownish gray*) ben sviluppate che diventano sempre + frequenti fino a rappresentare il 50% della litologia.

BRI 55 cm: marna argillosa con focature rosse predominanti (nel complesso il campione è rossastro).

BRI 60 cm: marna argillosa rossastra con venature verdastre di 4 mm di spessore circa.

BRI 65 cm: campione orientato. Top=T. Marna argillosa rossastra con lamine (4 mm spess.) verdastre.

BRI 70 cm: campione di marna argillosa rossastra con lamine millimetriche verdastre 2 pezzi orientati.

BRI 75 cm: come il precedente. Marna argillosa rossastra con lamine, ecc. 2 pezzi dei quali 1 orientato.

BRI 80 cm: marna argillosa come BRI 70 cm con in più minute bioturbazioni. Campione orientato.

BRI 85 cm: marna argillosa come BRI 70 cm con in più minute bioturbazioni. Campione orientato.

BRI 90 cm: marna argillosa con focature verdastre localmente dominanti a discapito di quelle rossastre. Costituito da 3 pezzi orientati.
FOTO BRI 007-008 dettaglio unità con focature, FOTO BRI 009 (dettaglio campione con mano di Rio).

BRI 95 cm; aumenta sensibilmente il contenuto in CaCO₃ (marna argillosa) con intensa bioturbazione. Le focature rossastre e verdastre sono circa in rapporto 1/1. Campione orientato.

BRI 100 cm; leggermente più calcareo del precedente, con minute bioturbazioni. Campione costituito da 3 pezzi (1 orientato, 2 no!).

BRI 105 cm; identico al precedente ma non orientato. Colore Munsel a umido: focature rosse 5R4/2 greenish red, il verde non è definibile.

BRI 110 cm; campione decisamente + verde, 5 cm di roba nettamente verdastra.

BRI 115 cm; campione orientato con il top a 116 cm anziché 115 (*togliere in laboratorio*).

BRI 120 cm; campione non orientato.

BRI 125 cm; campione non orientato.

BRI 130 cm; campione orientato (T=top).

BRI 135 cm; campione orientato (T=top).

BRI 140 cm; 1 pezzo di campione (piccolo) orientato (top=T).

BRI 145 cm; a partire da questo campione l'unità diventa prevalentemente rossa, anche se sempre con le caratteristiche focature verdastre.

BRI 150 cm; campione rossastro con focature verdi (marna?).

BRI 155 cm; non descritto.

BRI 160 cm; campione prevalentemente rossastro con poche focature verdastre.

BRI 165 cm; campione con 1 pezzo orientato, colore rossiccio con focature verdastre.

BRI 170 cm; marna argillosa rossastra con rare fiammature verdastre. L'altezza del campione è di 6 cm. Orientato.

BRI 175 cm; campione alto 4 cm. In un pezzo è indicato il top. Stessa litologia del precedente

BRI 180 cm (totale 181 cm); campione alto 6,5 cm. Fiammature verdi più frequenti. Campione orientato. In laboratorio bisognerà asportare 1,5 cm circa di surplus.

BRI 185 cm; campione alto 5 cm. Marna verdastra con fiammature rosse. Campione orientato

BRI 190 cm (tot. 191cm); campione alto 5 cm. Marna verdastra con fiammature rosse.

BRI 195 cm; marna argillosa con fiammature verdi.

BRI 200 cm; marna rossa con fiammature verdi.

BRI 205 cm; marna prevalentemente rossastra con fiammature verdi, anch'essa più calcarea del 195

BRI 210 cm; come campione 205

BRI 215 cm; marna rossa (vedi campione 210). Orientato.

(Il campione raccolto parte dalla base del 210 fino al tetto del 215).

BRI 220 cm; marna rossa con rarissime focature verdastre. Orientato.

BRI 225 cm; marna rossa.

BRI 230 cm; marna rossa. E' orientato.

Nota: i campioni 220-230 sono risultati in seguito parte di un blocco svicolato. Tenerne opportunamente conto. Ci può essere qualche cm di scarto.

BRI 235 cm; marna rossa più calcarea del 230 con frattura concoide e rare fiammature verdastre.

BRI 240 cm; marna argillosa rossa con fiamme verdi. *Va pulito bene alla base per ottenere i 5 cm giusti.*

BRI 245 cm; marna rossa bioturbata. (N.B. *i 5 cm arrivano fin dove è segnata la freccia. Il resto va tolto.*)

BRI 250 cm; il campione arriva in realtà a 251 cm. Marna rossa.

BRI 260 cm; campione di 10 cm di spessore. Marna rossa.

BRI 270 cm; come sotto.

BRI 280 cm; marna argillosa rossa. Presenti rarissime fiammature verdastre. Diviso in 3 pezzi: 280 cm (1) da 2,5 cm; 280 cm (2) da 4,5 cm (*utilizzato questo centrale come campione x lavati, analisi ecc.*); 280 cm (3) da 2,5 cm.

BRI 290 cm; marna argillosa. Spesso 8 cm, non orientato. (totale 288 cm, quindi tenere conto dei 2 cm in meno).

BRI 300 cm; spesso 5 cm a causa di alcune difficoltà nella campionatura. Sono stati presi i 5 cm centrali dei 10 misurati. Più calcareo del precedente.

BRI 310 cm; spesso 8 cm. Marna rossastra.

BRI 320 cm; spesso 10 cm. ?Calcare marnoso rosso.

BRI 330 cm. Campione di 12 cm. E' una marna argillosa rossa. *Controllare l'aspetto di tale campione e confrontare con foto sezione fatte il 23-5-01. E' l'ultimo campione dell'unità CM.*

A partire dal BRI 330 iniziano le alternanze marna calcarea-calcare/marna. Il colore è sempre rossiccio con fiammature verdastre.

Elenco campioni (ogni campione è stato raccolto a metà di ciascuno strato):

BRI 335 cm MARNA;

BRI 342 cm MARNA PIU' CALCAREA;

BRI 352 cm MARNA;

BRI 362 cm MARNA CALCAREA;

BRI 372 cm MARNA;

BRI 385 cm MARNA CALCAREA;

BRI 395 cm MARNA;

BRI 406 cm MARNA CALCAREA;

BRI 423 cm MARNA;

BRI 435 cm MARNA CALCAREA;

BRI 443 cm MARNA;
BRI 464 cm = **TAL 6** CALCARE MARNOSO (fine sezione "Briglia");
TAL 7N MARNA (inizio sezione Tallandino);
TAL 7A CALCARE MARNOSO;
TAL 7B CALCARE MARNOSO;
TAL 8N MARNA;
TAL 8 CALCARE MARNOSO;
TAL 8AN MARNA;
TAL 8A CALCARE MARNOSO
TAL 9N MARNA;
TAL 9 CALCARE MARNOSO;
TAL 10N MARNA;
TAL 10A CALCARE MARNOSO;
TAL 10B CALCARE MARNOSO;
TAL 11N MARNA;
TAL 11 CALCARE MARNOSO;
Ponte +376 MARNA CALCAREA;
TAL 12N MARNA;
TAL 12 CALCARE MARNOSO;
TAL 13N MARNA;
TAL 25 CALCARE MARNOSO;
TAL 35 MARNA CALCAREA;
TAL 62 CALCARE MARNOSO;
TAL 82 CALCARE MARNOSO;
TAL 97 CALCARE MARNOSO;
TAL 124 CALCARE MARNOSO;
TAL 130 MARNA CALCAREA;
TAL 152 CALCARE MARNOSO;
TAL 163 MARNA CALCAREA;
Ponte +560 MARNA CALCAREA;
TAL 201 CALCARE MARNOSO;
TAL 226 MARNA CALCAREA;
TAL 243 CALCARE MARNOSO;
TAL 260 MARNA CALCAREA;
TAL 290 MARNA CALCAREA;
TAL 325 MARNA CALCAREA (zona fratturata);
TAL 345 MARNA CALCAREA (zona fratturata);
TAL 395 MARNA CALCAREA zona fratturata);
TAL 445 MARNA CALCAREA (zona fratturata);
TAL 492 MARNA CALCAREA (zona fratturata);
TAL 610 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 680 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 710 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 750 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 798 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 825 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 893 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 918 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 938 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 963 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 988 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 998 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 1018 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 1048 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 1108 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 1236 MARNE FOGLIETTATE;
TAL 1456 MARNE FOGLIETTATE.

APPENDICE II

Lista dei nannofossili calcarei considerati in ordine alfabetico per genere nel presente studio:

- 1 *Biantholithus* BRAMLETTE & MARTINI, 1964
- 2 *Birkelundia* PERCH-NIELSEN, 1971
- 3 *Biscutum* BLACK in BLACK & BARNES, 1959
- 4 *Blackites* HAY & TOWE emend. STRADNER, 1968
- 5 *Braarudosphaera* spp. DEFLANDRE, 1947
- 6 *Calcidiscus kingii* (ROTH, 1970) LOEBLICH & TAPPAN, 1978
- 7 *Cepekiella lumina* (SULLIVAN, 1965) BYBELL, 1975
- 8 *Chiasmolithus* HAY, MOHLER & WADE, 1966
- 9 *Chiasmolithus bidens* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER, 1967
- 10 *Chiasmolithus californicus* (SULLIVAN, 1964) HAY & MOHLER, 1967
- 11 *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER, 1967
- 12 *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN, 1959) VAN HECK & PERCH-NIELSEN, 1987
- 13 *Chiasmolithus grandis* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) RADOMSKY, 1968
- 14 *Chiasmolithus solitus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) LOCKER 1968
- 15 *Coccolithus eopelagicus* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961
- 16 *Coccolithus miopelagicus* BUKRY, 1971
- 17 *Coccolithus pelagicus* (WALLICH, 1877) SCHILLER, 1930
- 18 *Cruciplacolithus* HAY & MOHLER, 1967
- 19 *Cruciplacolithus cribellum* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) ROMEIN, 1979
- 20 *Cruciplacolithus frequens* (PERCH-NIELSEN, 1977) ROMEIN, 1979
- 21 *Cruciplacolithus tenuis* (STRADNER, 1961) HAY & MOHLER, 1967
- 22 *Cruciplacolithus* sp.1 (da BYBELL, 1995)
- 23 *Discoaster* TAN SIN HOK, 1927
- 24 *Discoaster anartios* BYBELL & SELF-TRAIL, 1995
- 25 *Discoaster araneus* BUKRY, 1971
- 26 *Discoaster barbadiensis* TAN SIN HOK emend. BRAMLETTE & RIEDEL, 1954
- 27 *Discoaster binodosus* MARTINI, 1958
- 28 *Discoaster boulangeri* LEZAUD, 1968
- 29 *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954
- 30 *Discoaster delicatus* / *Discoaster lenticularis*
- 31 *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961
- 32 *Discoaster falcatus* gr.
- 33 *Discoaster kuepperi* STRADNER, 1959
- 34 *Discoaster lodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954
- 35 *Discoaster mahmoudii* PERCH-NIELSEN, 1981
- 36 *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961
- 37 *Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL, 1971
- 38 *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954
- 39 *Discoaster robustus* HAQ, 1969
- 40 *Discoaster salisburgensis* STRADNER, 1961
- 41 *Discoaster tanii* var. *nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL, 1954
- 42 *Discoaster uncinatus* BRÖNNIMAN & STRADNER, 1960
- 43 *Discoaster wemmelensis* ACHUTHAN & STRADNER, 1967
- 44 *Ericsonia cava* / *Ericsonia subpertusa*
- 45 *Ericsonia robusta* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) PERCH-NIELSEN, 1977

- 46 *Ericsonia universa* (WISE & WIND, 1977) ROMEIN, 1979
- 47 *Fasciculithus* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961
- 48 *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER, 1967
- 49 *Fasciculithus alanii* PERCH-NIELSEN, 1971
- 50 *Markalius apertus* PERCH-NIELSEN, 1979
- 51 *Markalius inversus* (DEFLANDRE, 1954) BRAMLETTE & MARTINI, 1964
- 52 *Micrantholithus* DEFLANDRE, 1950
- 53 *Neochiastozygus* PERCH-NIELSEN, 1971
- 54 *Neochiastozygus chiastus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) PERCH-NIELSEN, 1971
- 55 *Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) PERCH-NIELSEN, 1971
- 56 *Neochiastozygus rosenkratzii* (PERCH-NIELSEN, 1971) PERCH-NIELSEN 1971
- 57 *Neococcolithes dubius* (DEFLANDRE, 1954) BLACK, 1967
- 58 *Neococcolithes protenus* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) HAY & MOHLER, 1967
- 59 *Neocrepidolithus* ROMEIN, 1979
- 60 *Octolithus* sp.1
- 61 *Pontosphaera* LOHMANN, 1902
- 62 *Prinsius bisulcus* (STRADNER, 1963) HAY & MOHLER, 1967
- 63 *Prinsius martinii* (PERCH-NIELSEN, 1969) HAQ, 1971
- 64 *Rhabdosphaera* HARCKEL, 1894
- 65 *Rhomboaster calcitrata* / *Rhomboaster bitrifida*
- 66 *Rhomboaster cuspis* BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961
- 67 *Rhomboaster weii* BYBELL & SELF TRAIL, 1997
- 68 *Rhomboaster* sp. 1
- 69 *Sphenolithus anarrhopus* BUKRY & BRAMLETTE, 1969
- 70 *Sphenolithus conicus* BUKRY, 1971
- 71 *Sphenolithus conspicuus* MARTINI, 1976
- 72 *Sphenolithus editus* PERCH-NIELSEN, 1978
- 73 *Sphenolithus moriformis* gr.
- 74 *Sphenolithus radians* DEFLANDRE, 1952
- 75 *Thoracosphaera* KAMPTNER, 1927
- 76 *Thoracosphaera* sp. A LOTTAROLI & CATRULLO, 2000
- 77 *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN, 1971
- 78 *Toweius eminens* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) GARTNER, 1971
- 79 *Toweius gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN, 1961) ROMEIN, 1979
- 80 *T. cf. gammation*
- 81 *Toweius occultatus* (LOCKER, 1967) PERCH-NIELSEN, 1971
- 82 *Toweius pertusus* gr.
- 83 *Tribrachiatus bramlettei* (BRÖNNIMANN & STRADNER, 1960) PROTO DECIMA *et al.*, 1975
- 84 *Tribrachiatus bramlettei/ contortus*
- 85 *Tribrachiatus contortus* (STRADNER, 1958) BUKRY, 1972
- 86 *Tribrachiatus digitalis* AUBRY, 1996
- 86 *Tribrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL, 1954) SHAMRAY, 1963
- 87 *Tribrachiatus robustus*(STRADNER, 1959)
- 88 *Trochastrites hohnensis* (MARTINI, 1958) BOUCHE', 1962
- 89 *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE, 1954) DEFLANDRE, 1959

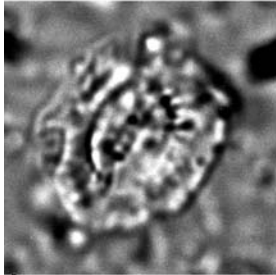
ATLANTE FOTOGRAFICO

TAVOLA I

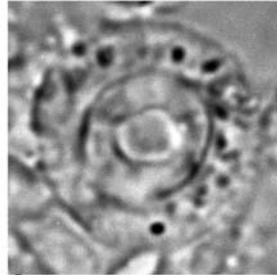
Microfotografie a luce polarizzata – circa 2300 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SCHILLER.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 119.
- Fig. 2. *Ericsonia cava* (HAY & MOHLER) PERCH-NIELSEN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 20.
- Fig. 3. *Calcidiscus kingii* (ROTH) LOEBLICH & TAPPAN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 16.
- Fig. 4. *Coccolithus miopelagicus* BUKRY, 1971.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 18.
- Fig. 5. *Neochiastozygus distensus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) PERCH-NIELSEN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 20.
- Fig. 6. *Rhabdosphaera* spp. HARCKEL.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 107.

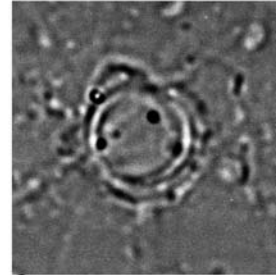
TAVOLA I



1a



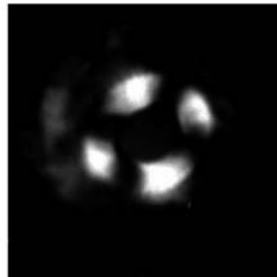
2a



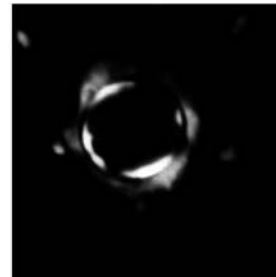
3a



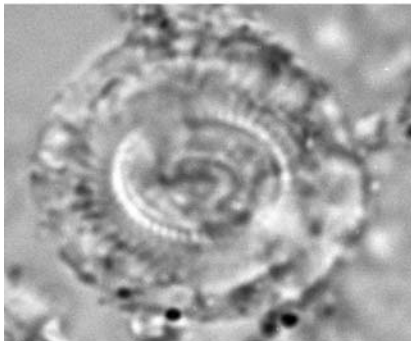
1b



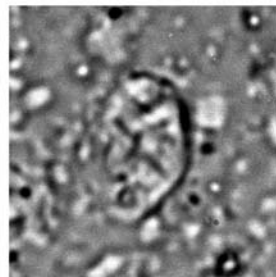
2b



3b



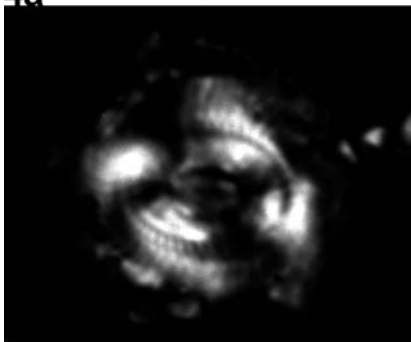
4a



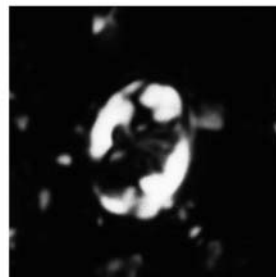
5a



6a



4a



5b



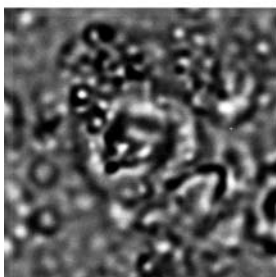
6b

TAVOLA II

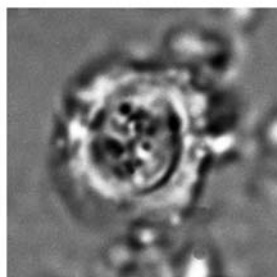
Microfotografie a luce polarizzata – circa 2300 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Toweius callosus* PERCH-NIELSEN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 38.
- Fig. 2. *Toweius pertusus* (SULLIVAN) ROMEIN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 16.
- Fig. 3. *Toweius pertusus* (SULLIVAN) ROMEIN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 24.
- Fig. 4. *Toweius gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN) ROMEIN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 86.
- Fig. 5. *Toweius* cf. *gammation* (BRAMLETTE & SULLIVAN) ROMEIN.
c) *nicol* paralleli
d) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 117.
- Fig. 6. *Cepkiella lumina* (SULLIVAN, 1965) BYBELL.
e) *nicol* paralleli
f) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 28.

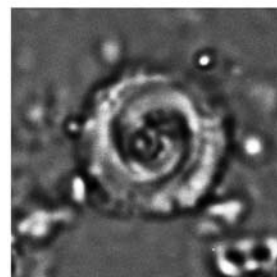
TAVOLA II



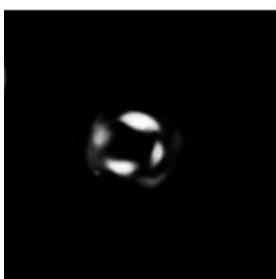
1a



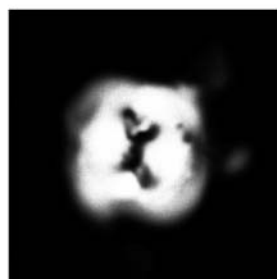
2a



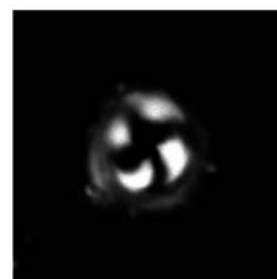
3a



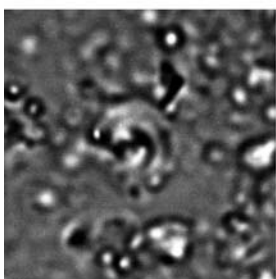
1b



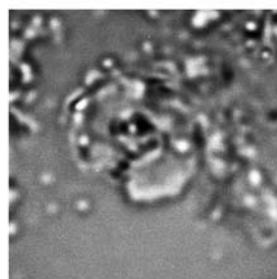
2b



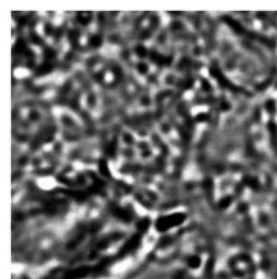
3b



4a



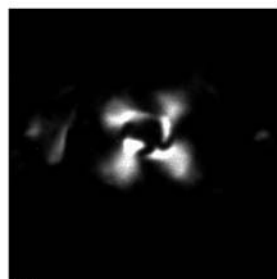
5a



6a



4b



5b



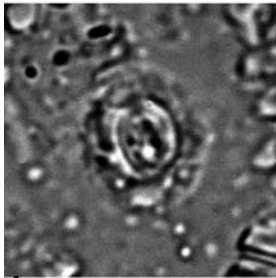
6b

TAVOLA III

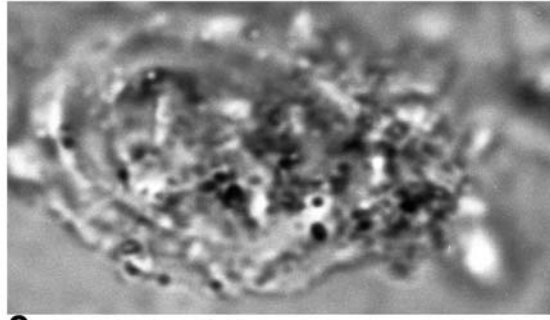
Microfotografie a luce polarizzata – circa 2300 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Birkelundia* spp. PERCH-NIELSEN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 119.
- Fig. 2. *Chiasmolithus californicus* (SULLIVAN) HAY & MOHLER.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 119.
- Fig. 3. *Cruciplacolithus* sp. 1.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 16.
- Fig. 4. *Chiasmolithus consuetus* (BRAMLETTE & SULLIVAN) HAY & MOHLER.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 38.

TAVOLA III



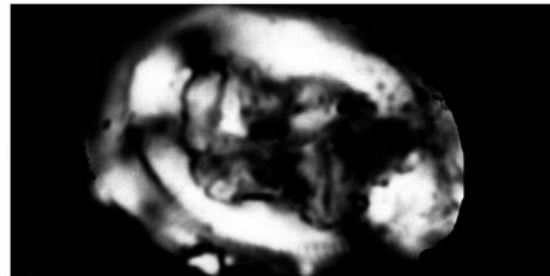
1a



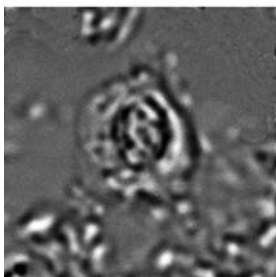
2a



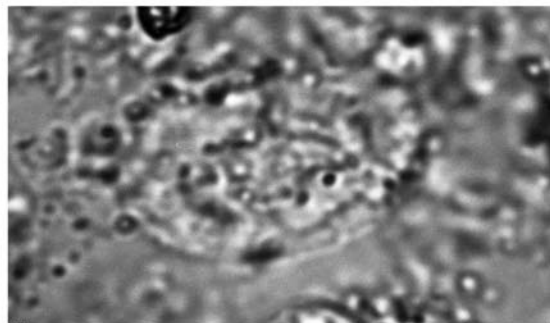
1b



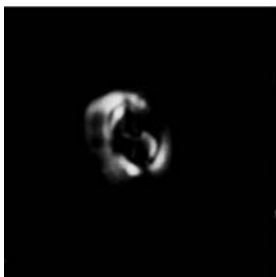
2b



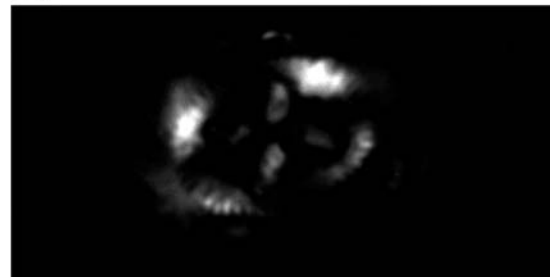
3a



4a



3b



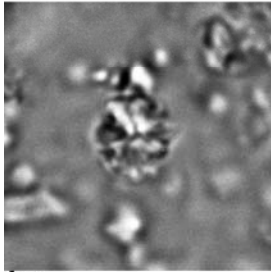
4b

TAVOLA IV

Microfotografie a luce polarizzata – circa 2300 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Sphenolithus moriformis* (BRÖNNIMANN & STRADNER) BRAMLETTE & WILCOXON.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati, asse lungo a 0°
c) *nicol* incrociati, asse lungo a 45°
sezione Torrente Cicogna, campione AST 20.
- Fig. 2. *Sphenolithus radians* DEFLANDRE.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati, asse lungo a 0°
c) *nicol* incrociati, asse lungo a 45°
sezione Torrente Cicogna, campione AST 70.
- Fig. 3. *Octolithus* spp. ROMEIN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 60.
- Fig. 4. *Octolithus* spp. ROMEIN.
a) *nicol* paralleli
b) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 83.
- Fig. 5. *Fasciculithus tympaniformis* HAY & MOHLER.
a) *nicol* paralleli, veduta laterale
b) *nicol* incrociati, veduta laterale
sezione Torrente Cicogna, campione AST 4.

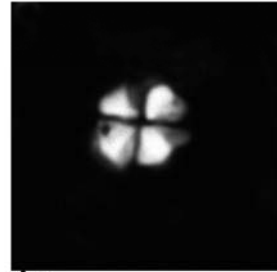
TAVOLA IV



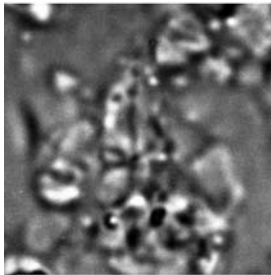
1a



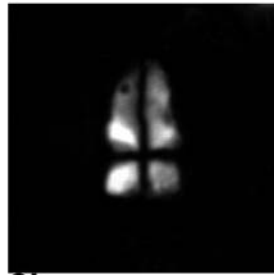
1b



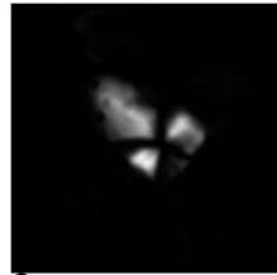
1c



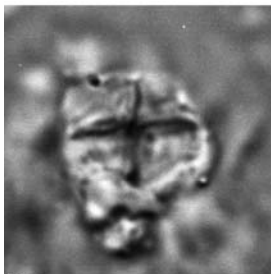
2a



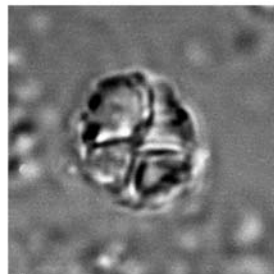
2b



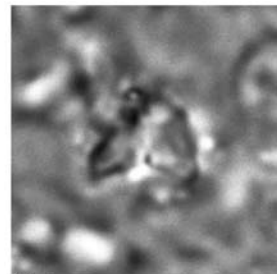
2c



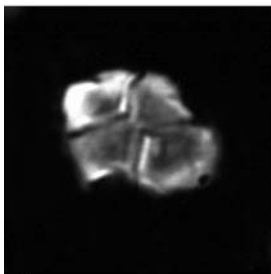
3a



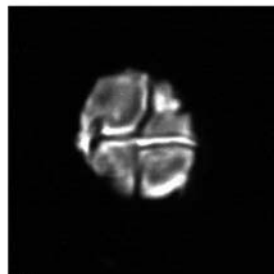
4a



5a



3b



4b



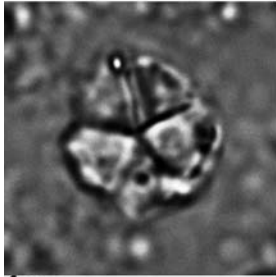
5b

TAVOLA V

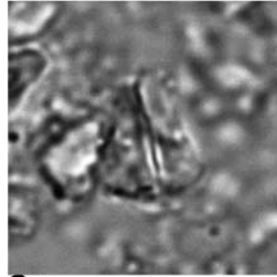
Microfotografie a luce polarizzata – circa 2300 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Braarudosphaera* DEFLANDRE.
c) *nicol* paralleli
d) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 80.
- Fig. 2. *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) DEFLANDRE.
c) *nicol* paralleli, veduta laterale
d) *nicol* incrociati, veduta laterale
sezione Torrente Cicogna, campione AST 38.
- Fig. 3. *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE) DEFLANDRE.
e) *nicol* paralleli, base
f) *nicol* incrociati, base
sezione Torrente Cicogna, campione AST 26.
- Fig. 4. *Micrantholithus* spp. DEFLANDRE.
c) *nicol* paralleli
d) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 80.
- Fig. 5. *Thoracosphaera* spp. KAMPTNER.
c) *nicol* paralleli
d) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 4.
- Fig. 6. *Thoracosphaera* spp. KAMPTNER.
c) *nicol* paralleli
d) *nicol* incrociati
sezione Torrente Cicogna, campione AST 83.

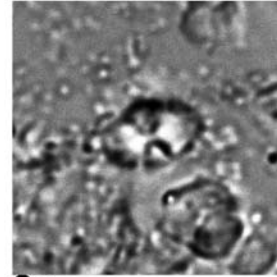
TAVOLA V



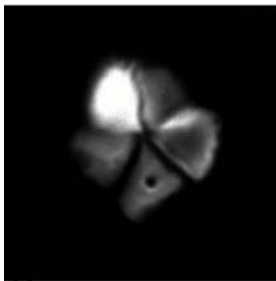
1a



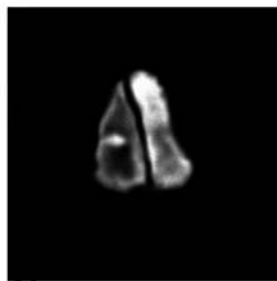
2a



3a



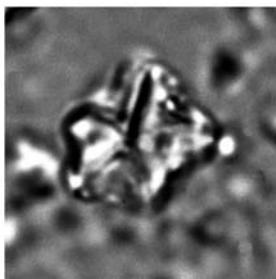
1b



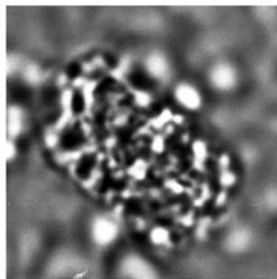
2b



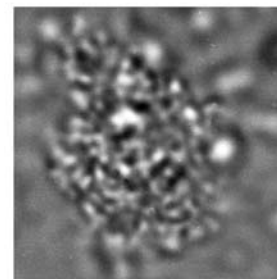
3b



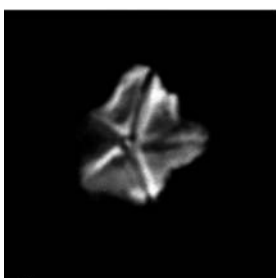
4a



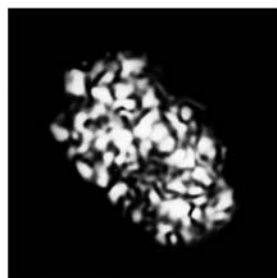
5a



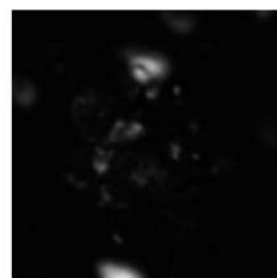
6a



4b



5b



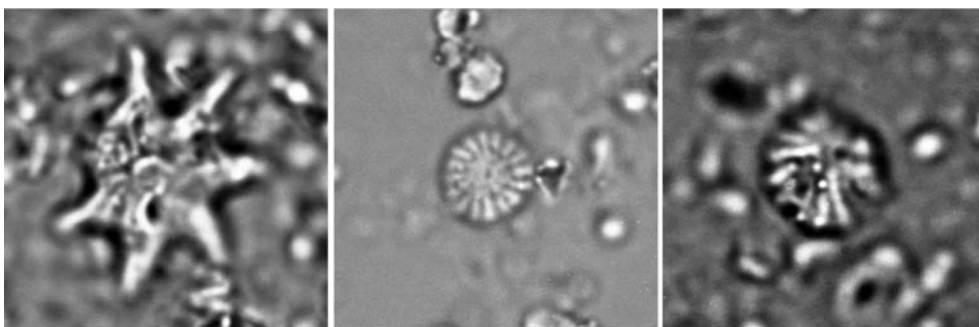
6b

TAVOLA VI

Microfotografie a luce polarizzata – circa 1600 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Discoaster falcatus* BRAMLETTE & SULLIVAN.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 2. *Discoaster lenticularis* BRAMLETTE & SULLIVAN.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 16.
- Fig. 3. *Discoaster robustus* BRAMLETTE & SULLIVAN.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 26 bis.
- Fig. 4. *Discoaster mohleri* BUKRY & PERCIVAL.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 13.
- Fig. 5. *Discoaster mediosus* BRAMLETTE & SULLIVAN.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 4.
- Fig. 6. *Discoaster mahmoudii* PERCH-NIELSEN.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 7. *Discoaster multiradiatus* BRAMLETTE & RIEDEL.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 20.
- Fig. 8. *Discoaster salisburgensis* STRADNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 34.
- Fig. 9. *Discoaster areneus* BUKRY.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.

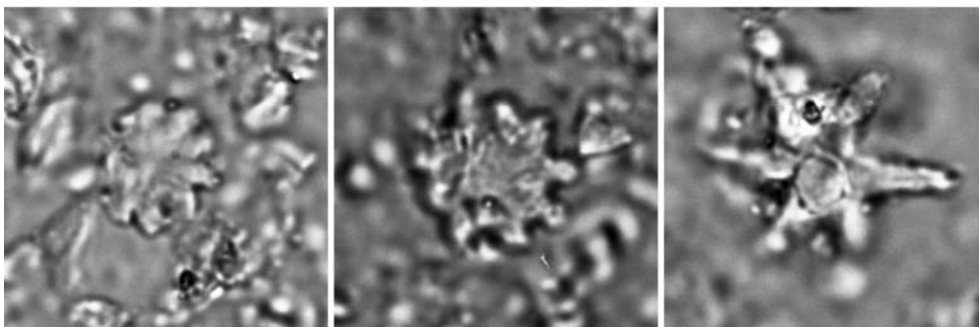
TAVOLA VI



1

2

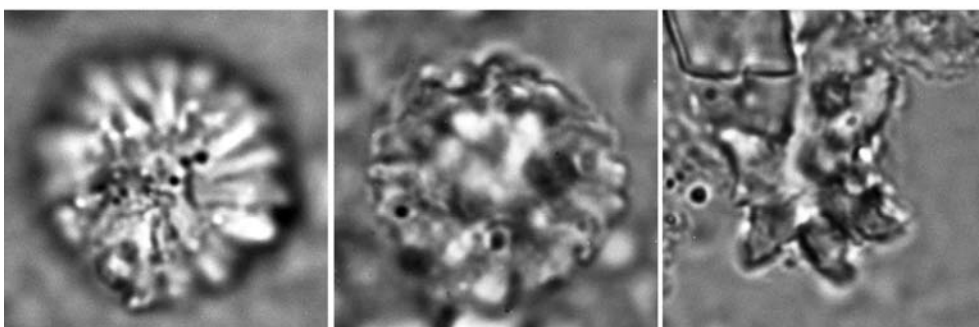
3



4

5

6



7

8

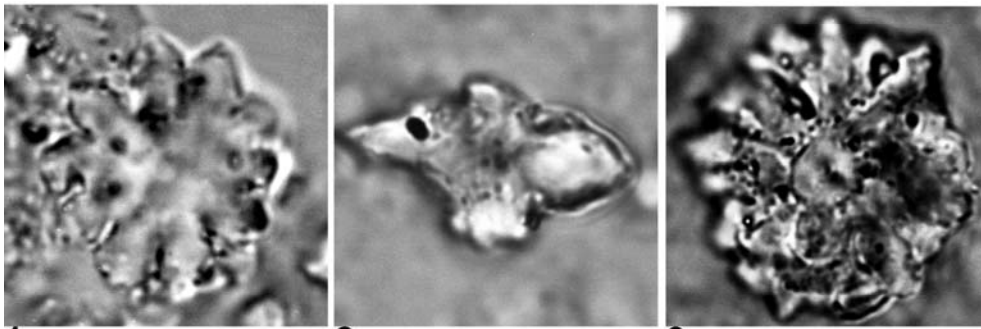
9

TAVOLA VII

Microfotografie a luce polarizzata – circa 1600 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Discoaster binodosus* MARTINI.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 34.
- Fig. 2. *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN.
Nicol paralleli, veduta laterale.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 38.
- Fig. 3. *Discoaster diastypus* BRAMLETTE & SULLIVAN.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 38.
- Fig. 4. *Discoaster kuepperi* STRADNER.
Nicol paralleli veduta laterale.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 105.
- Fig. 5. *Discoaster kuepperi* STRADNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 70.
- Fig. 6. *Discoaster Iodoensis* BRAMLETTE & RIEDEL.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 117.
- Fig. 7. *Discoaster* cf. *uncinatus* BRÖNNIMAN & STRADNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 62.
- Fig. 8. *Discoaster tanii* var. *nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 119.
- Fig. 9. *Discoaster tanii* var. *nodifer* BRAMLETTE & RIEDEL.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 119.

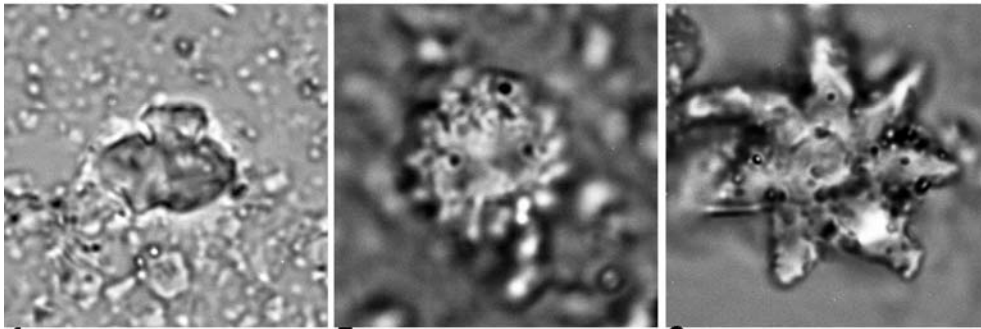
TAVOLA VII



1

2

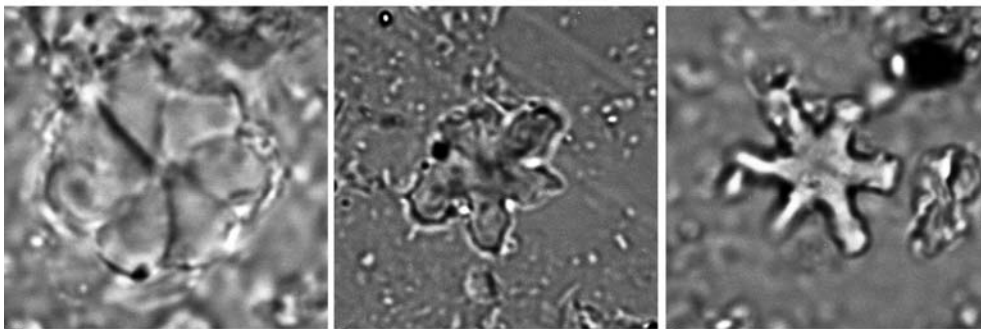
3



4

5

6



7

8

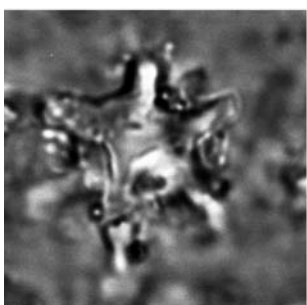
9

TAVOLA VIII

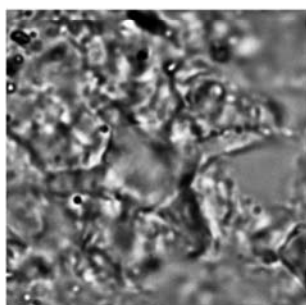
Microfotografie a luce polarizzata – circa 1600 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Rhombaster cuspis* BRAMLETTE & SULLIVAN
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 2. *Rhombaster calcitrapa* GARTNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 3. *Rhombaster cuspis* BRAMLETTE & SULLIVAN
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 4. *Rhombaster calcitrapa* GARTNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 5. *Rhombaster calcitrapa* GARTNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 6. *Rhombaster calcitrapa* GARTNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 7. *Rhombaster calcitrapa* GARTNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 4.
- Fig. 8. *Rhombaster calcitrapa* GARTNER.
Nicol paralleli..
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 9. *Rhombaster calcitrapa* GARTNER.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.

TAVOLA VIII



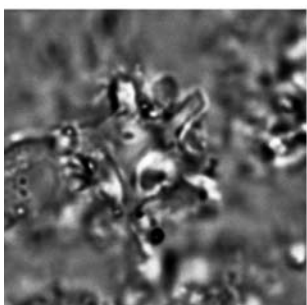
1



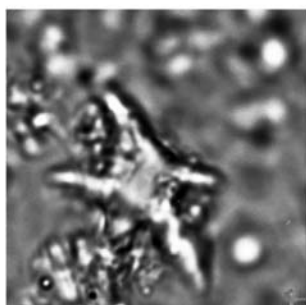
2



3



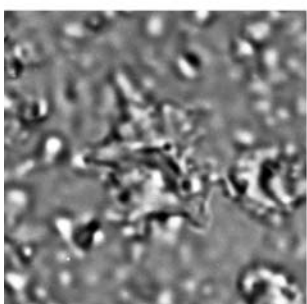
4



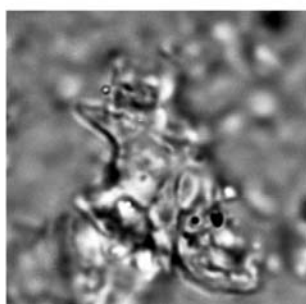
5



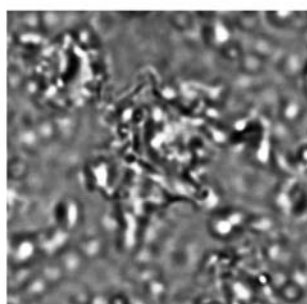
6



7



8



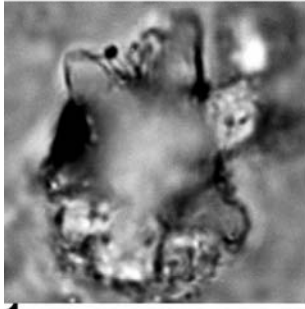
9

TAVOLA IX

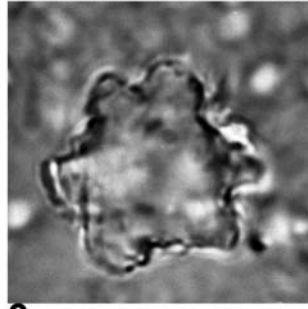
Microfotografie a luce polarizzata – circa 1600 ingrandimenti.

- Fig. 1. *Tibrachiatus bramlettei* (BRÖNNIMANN & STRADNER) PROTO DECIMA *et al.*
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione CGN +172.
- Fig. 2. *Tibrachiatus contortus* (STRADNER) BUKRY.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 48.
- Fig. 3. *Tibrachiatus contortus* (STRADNER) BUKRY.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 50.
- Fig. 4. *Tibrachiatus contortus* (STRADNER) BUKRY.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 50.
- Fig. 5. *Tibrachiatus orthostylus var. robustus*(BRAMLETTE & RIEDEL) SHAMRAY.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 119.
- Fig. 6. *Tibrachiatus orthostylus* (BRAMLETTE & RIEDEL) SHAMRAY.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Cicogna, campione AST 119.
- Fig. 7. *Tibrachiatus digitalis* AUBRY.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Forada, campione BRI 100.
- Fig. 8. *Tibrachiatus digitalis* AUBRY.
Nicol paralleli.
Sezione Torrente Forada, campione BRI 100.

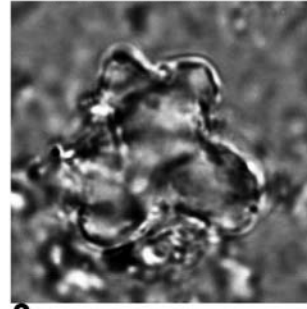
TAVOLA IX



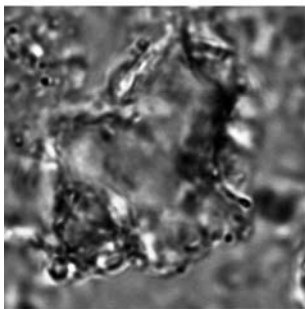
1



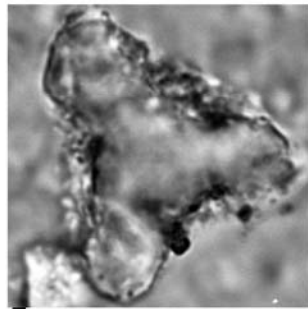
2



3



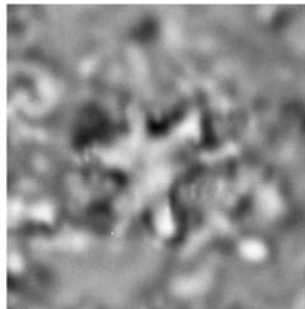
4



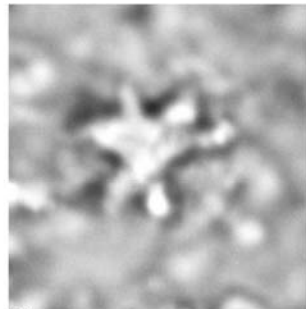
5



6



7



8