

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia

Isabella Raffi

Dipartimento di Ingegneria e Geologia
Università degli Studi "G. d'Annunzio" di Chieti-Pescara



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



I parte – OUTLINE

- Introduzione
 - I Nannofossili calcarei come strumento di datazione, il loro potenziale biostratigrafico e biocronologico
- I principali taxa paleogenici
- Biostratigrafia a nannofossili del Paleogene - il Paleocene: stato dell'arte e problematiche; l'Eocene: stato dell'arte e problematiche

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



I parte – OUTLINE

- **Introduzione**

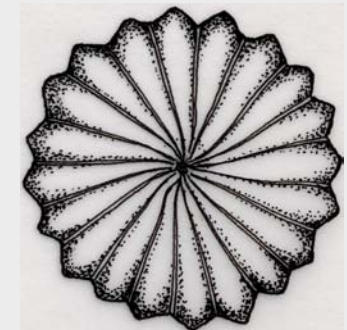
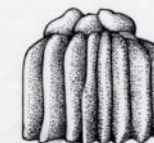
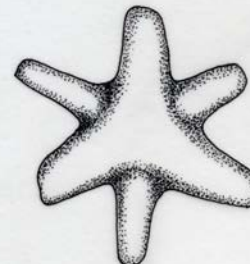
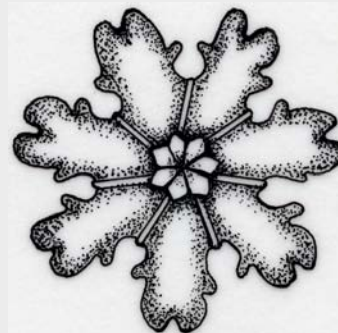
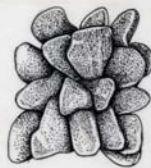
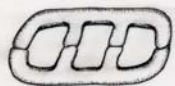
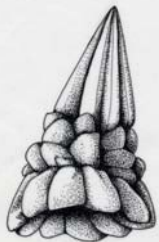
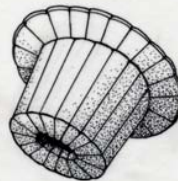
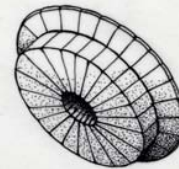
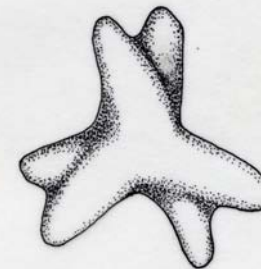
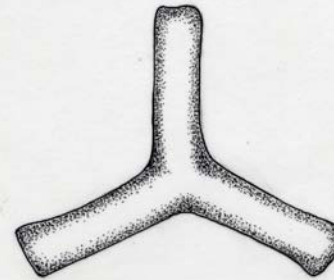
I Nannofossili calcarei come strumento di datazione, il loro potenziale biostratigrafico e biocronologico

- I principali taxa paleogenici

- Biostratigrafia a nannofossili del Paleogene –
il Paleocene: stato dell'arte e problematiche; l'Eocene: stato dell'arte e problematiche

I NANNOFOSSILI CALCAREI:

- abbondanza
- intensa “storia evolutiva”
- grande diversità tassonomica



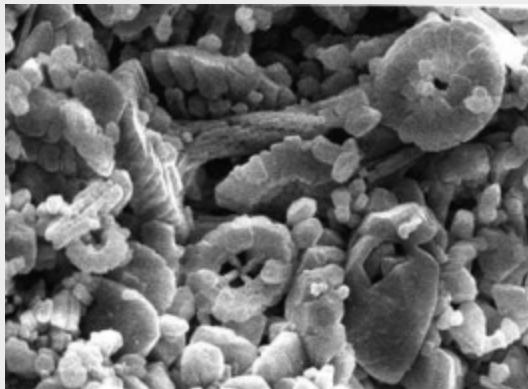
ABBONDANZA dei NANNOFOSSILI CALCAREI:

L'accumulo dei nannofossili nei sedimenti marini è consistente: costituiscono fino al 60% sedimenti carbonatici pelagici del Cenozoico.....



...sono i maggiori costituenti dei sedimenti pelagici carbonatici del Mesozoico.....Esempi:

Peliti carbonatiche - Marne calcaree - Chalk



(http://www.discoveringfossils.co.uk/chalk_formation_fossils.htm)



The chalky cliffs of the "Seven Sister"

I NANNOFOSSILI CALCAREI:

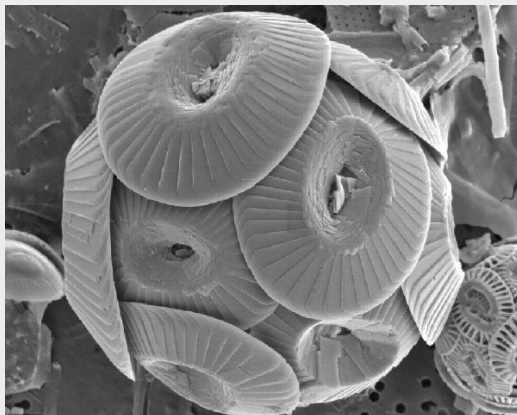
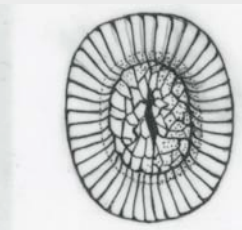
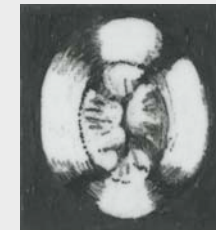
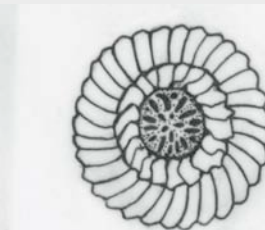
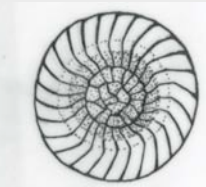
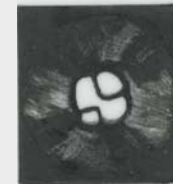
Un'intensa storia evolutiva che risulta in
una grande diversità tassonomica



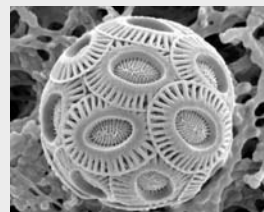
I NANNOFOSSILI CALCAREI comprendono:

COCCOLITI

(Nannoplancton calcareo)

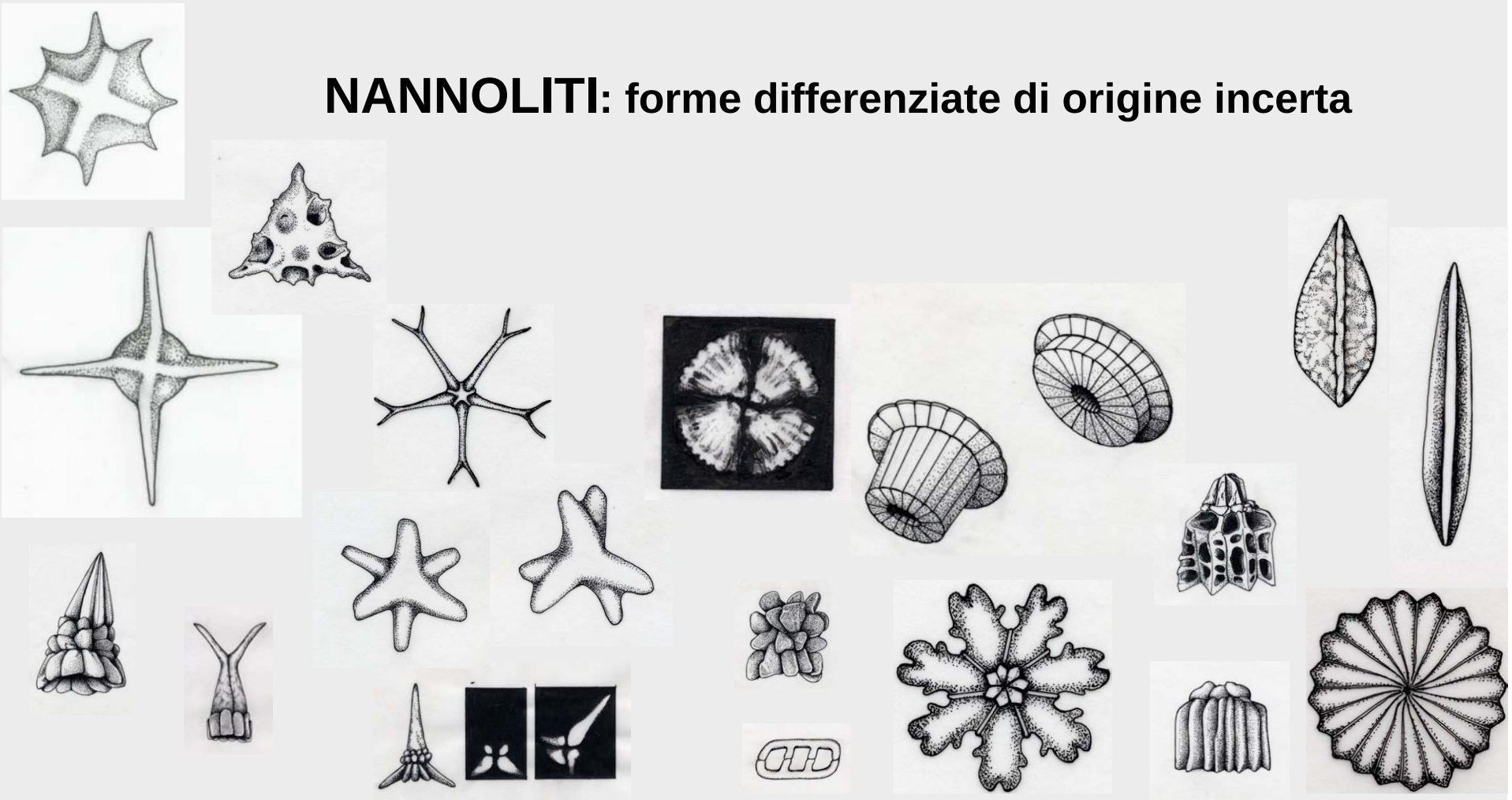


COCCOLITOFORIDI viventi (Nannoplancton calcareo)

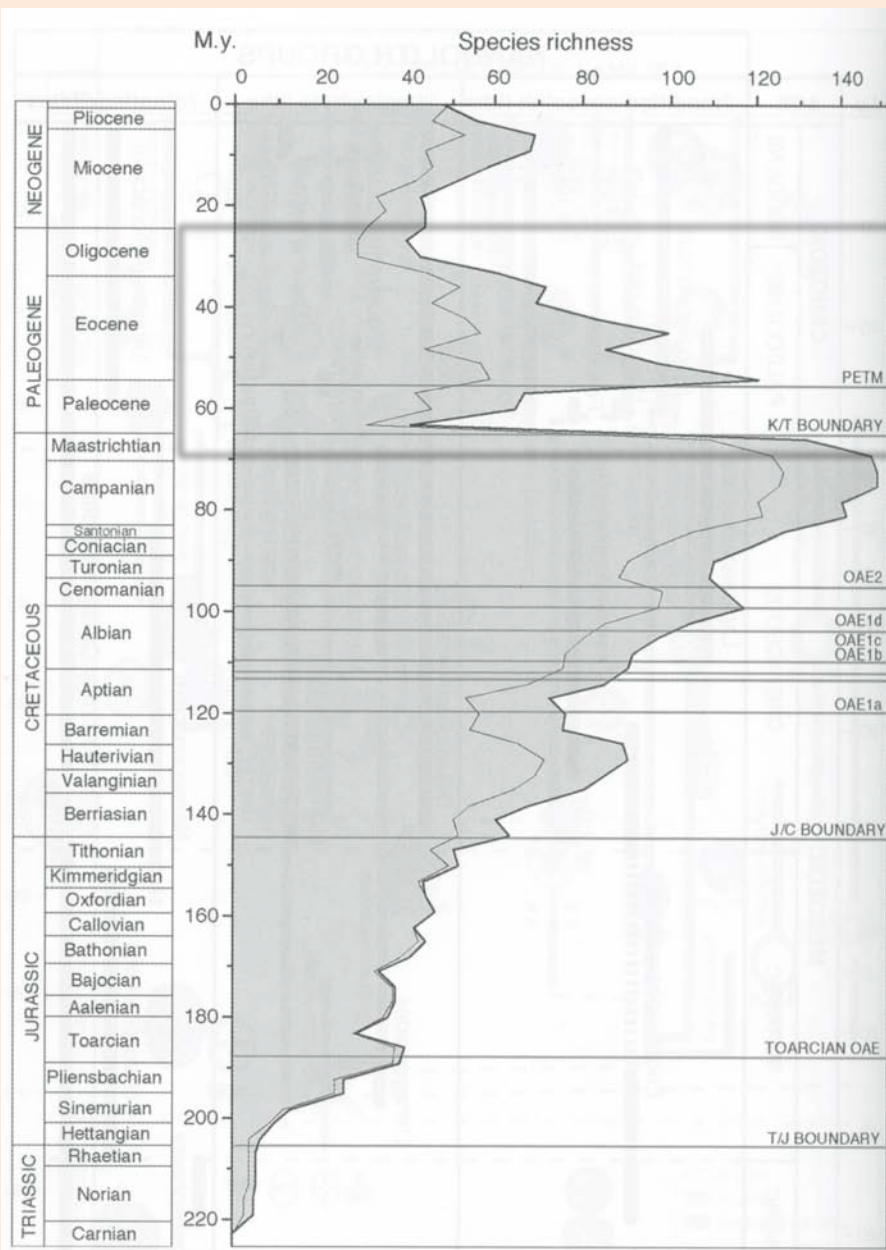


I NANNOFOSSILI CALCAREI comprendono:

NANNOLITI: forme differenziate di origine incerta



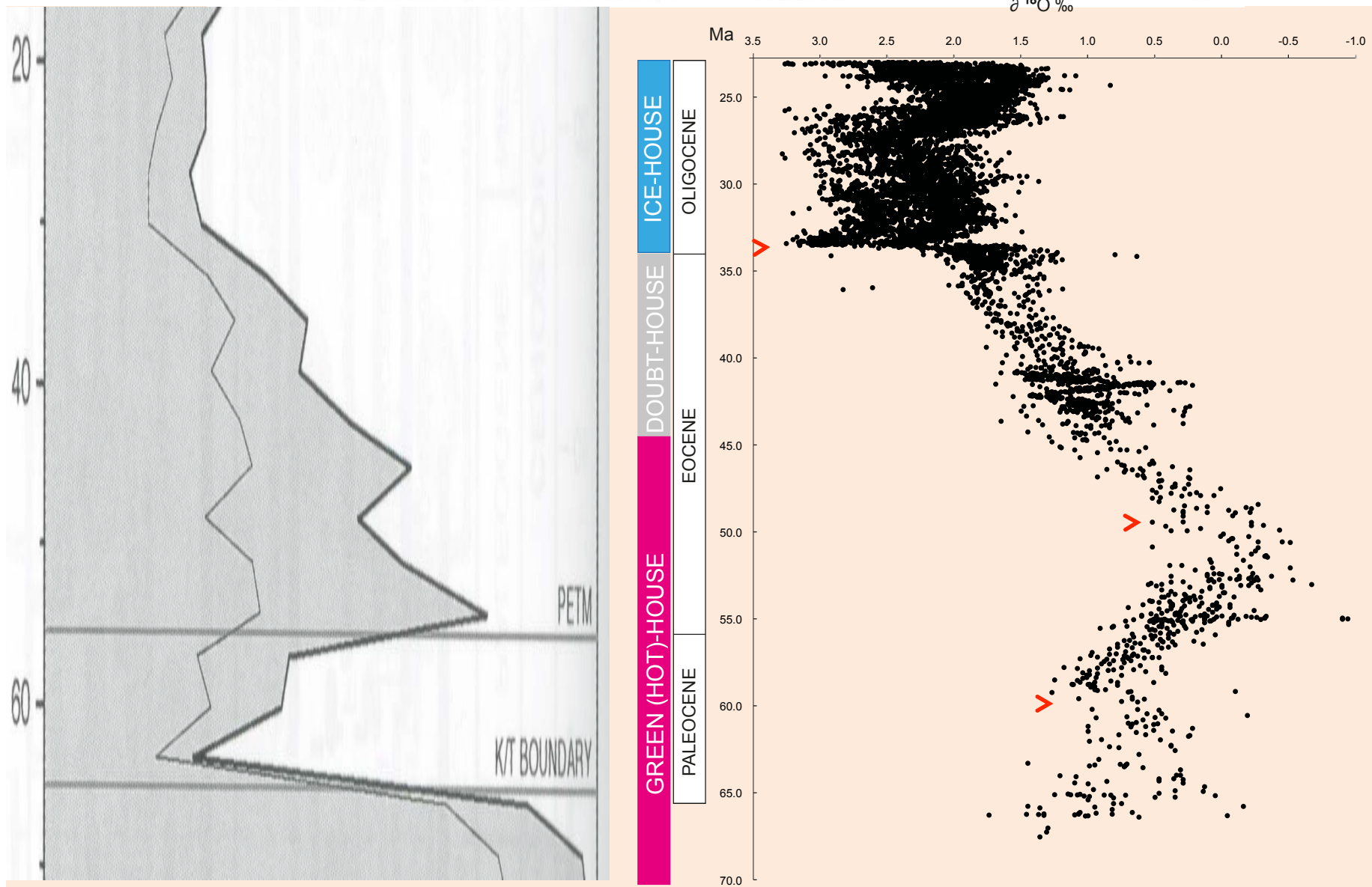
I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



Evoluzione e Diversità dei nannofossili calcarei nel Mesozoico-Cenozoico

(da Bown et al., 2004)

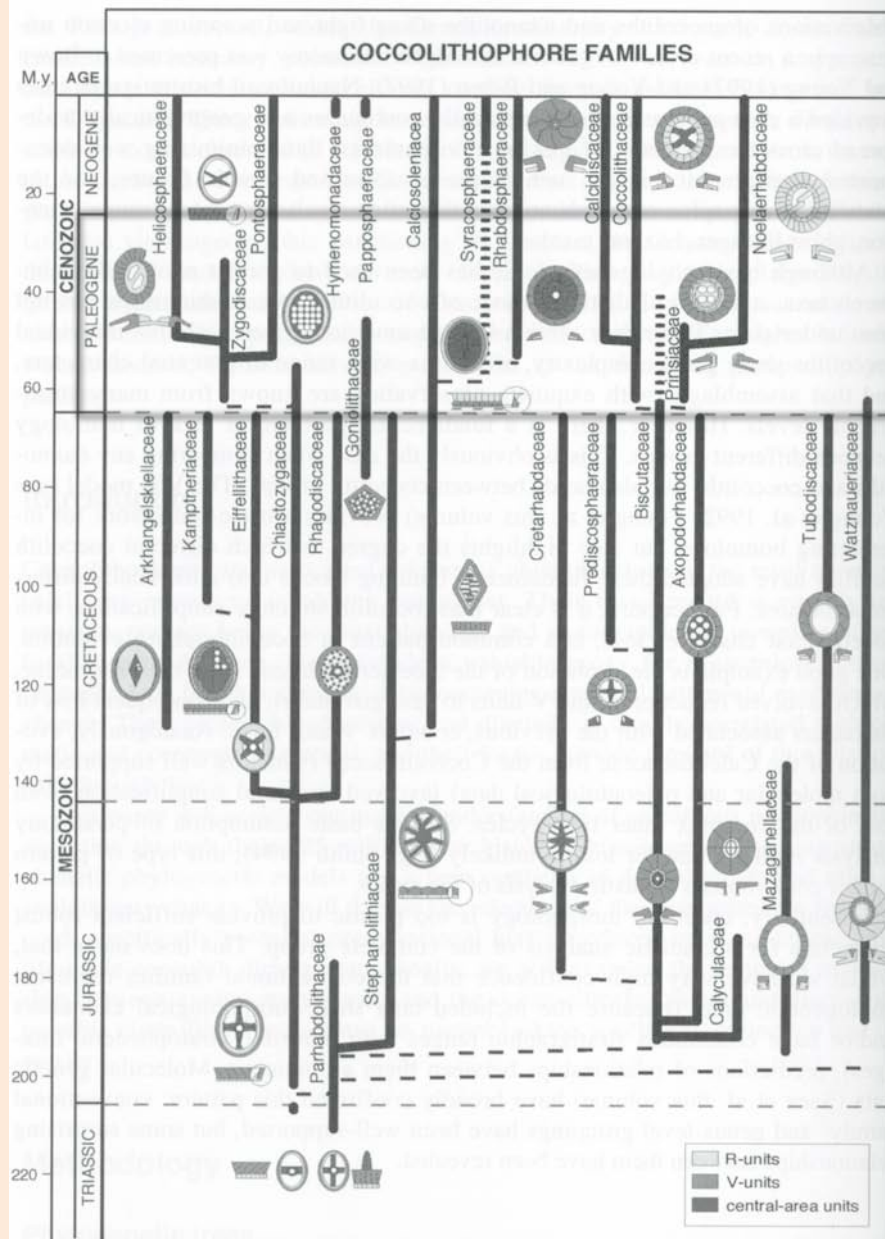
I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



“Curva climatica” del PALEOGENE (da Zachos et al., 2008)

DIVERSITA' vs. EVOLUZIONE CLIMATICA

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



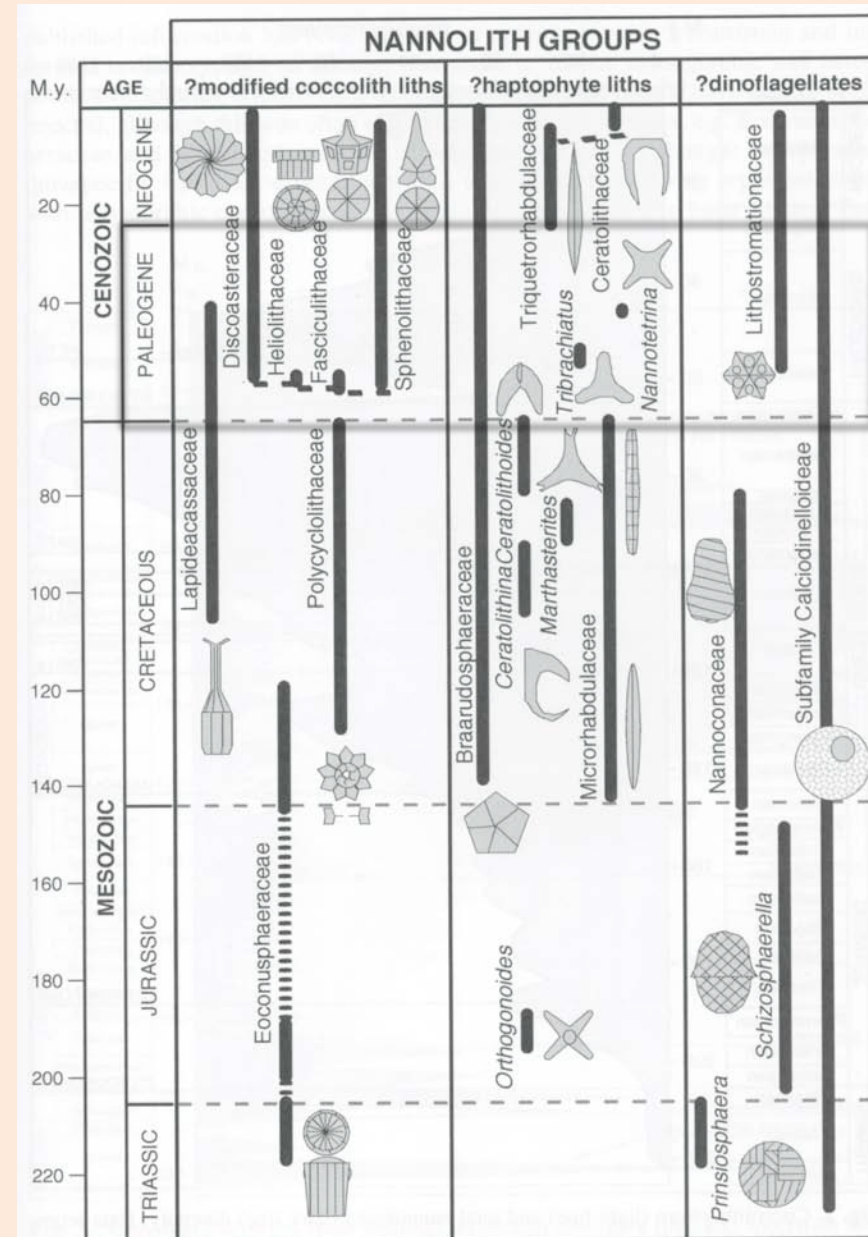
COCCOLITHOPHORE

Family-level phylogeny
(from Bown et al., 2004)

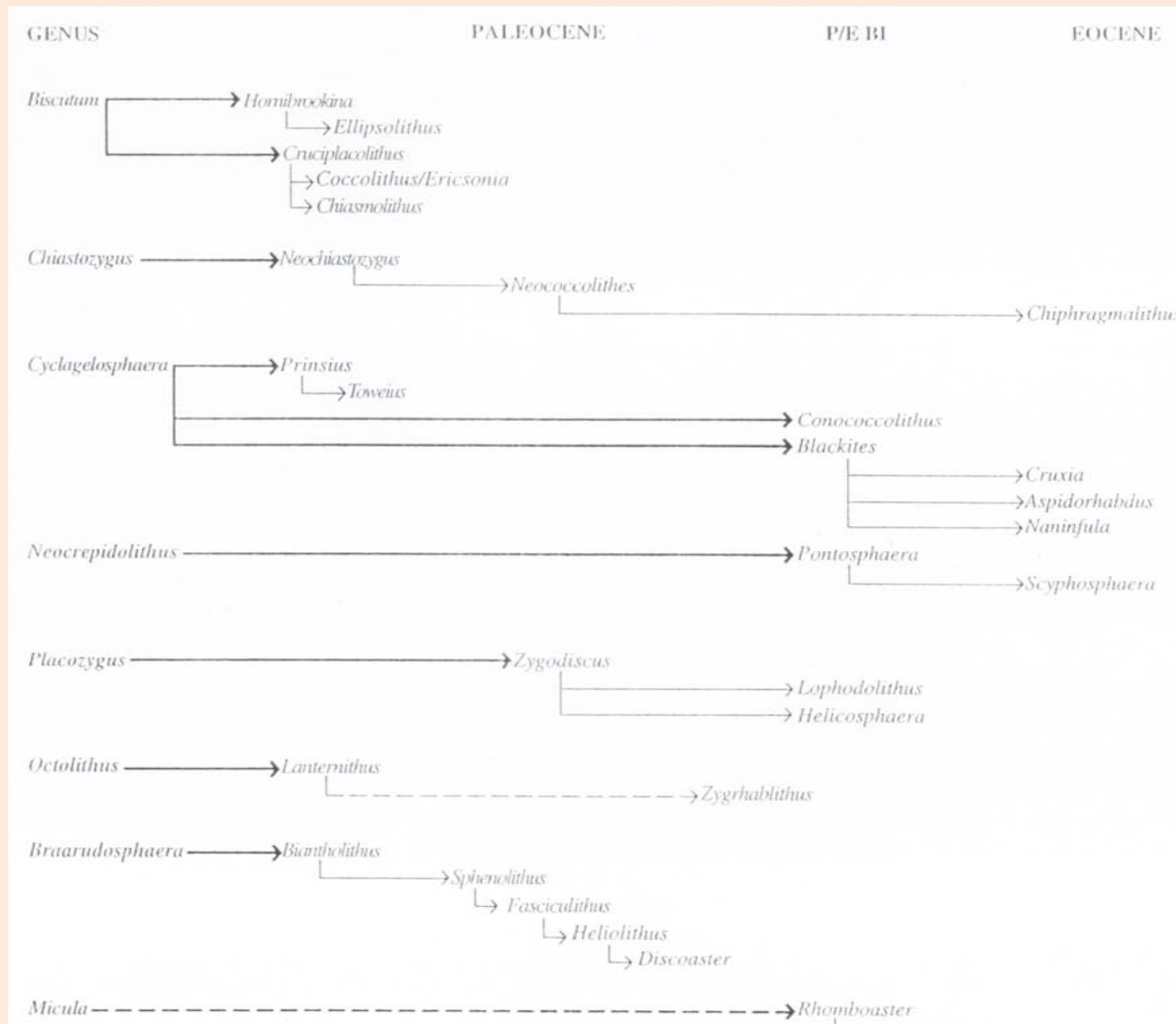
I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia

NANNOLITHS

Family-level phylogeny
(from Bown et al., 2004)



I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



Evoluzione tra generi di nannofossili nell'intervallo K/Pg-Paleocene-Eocene inferiore
(da Aubry et al., 1998)

**I nannofossili calcarei del Paleogene:
classificazione, biostratigrafia e paleoecologia**



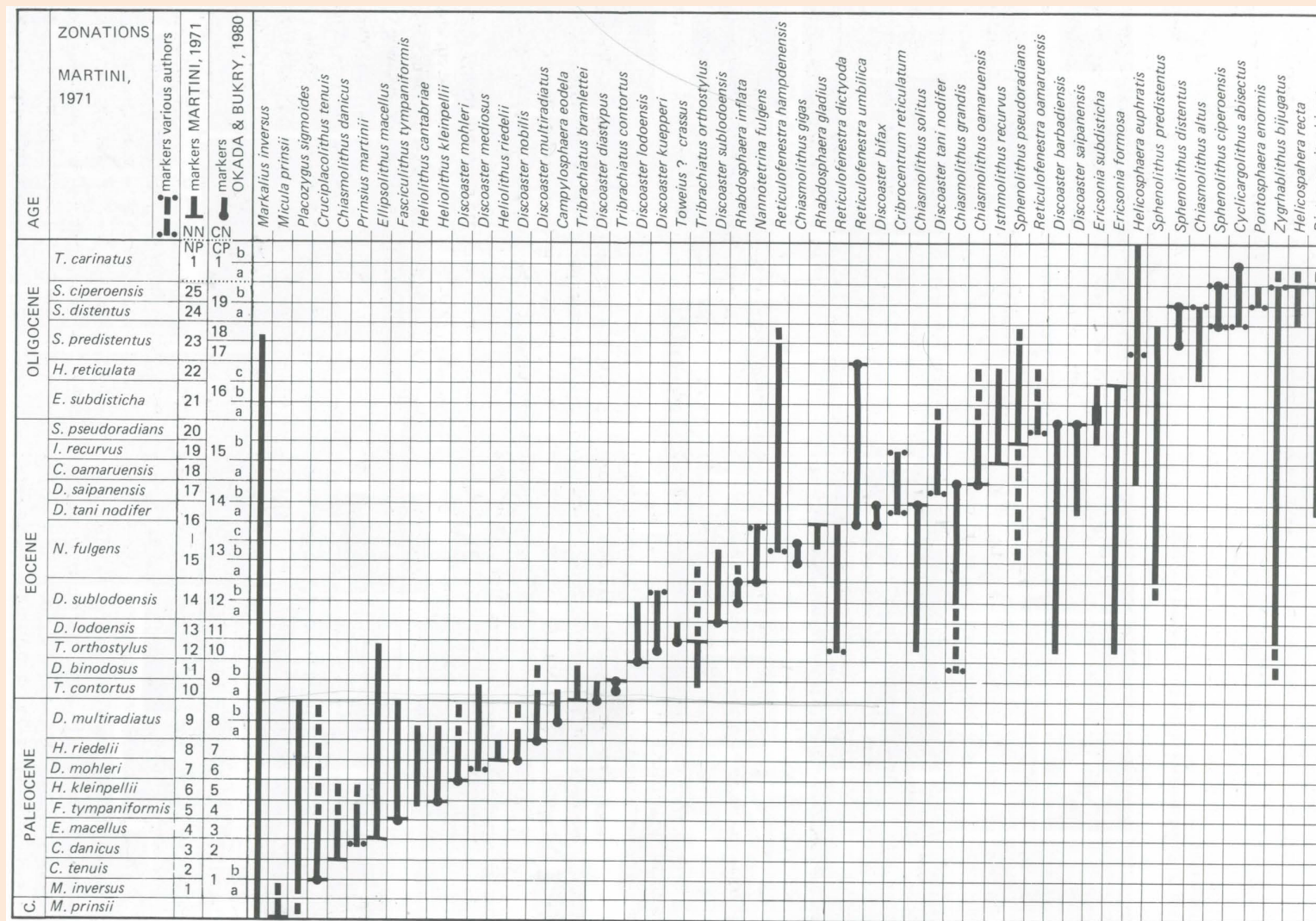
passaggi evolutivi	Genus		evento evolutivo
Diversificazione nel Paleocene basale (da 65 a 63.8 Ma)	Nuovi <i>genera</i> del Paleocene:	<i>Biantholithus</i>	FAD
		<i>Prinsius</i>	FAD
		<i>Hornibrookina</i>	FAD
		<i>Neochiastozygus</i>	FAD
		<i>Lanternithus</i>	FAD
		<i>Cruciplacolithus</i>	FAD
		<i>Chiasmolithus</i>	FAD
		<i>Ericsonia/Coccolithus</i>	FAD
Diversificazione nel Paleocene medio (da 60.6 a 59.4 Ma)	Genera relitti:	<i>Chistozygus</i>	LAD
	Nuovi <i>genera</i> del Paleocene:	<i>Fasciculithus</i>	FAD
		<i>Zygodiscus</i>	FAD
		<i>Toweius</i>	FAD
		<i>Neococcolithes</i>	FAD
		<i>Sphenolithus</i>	FAD
Turnover P/E BI (da 55.5 a 54.37 Ma)	Genera relitti:	<i>Placozygus</i>	LAD
		<i>Neocrepidolithus</i>	LAD
		<i>Cyclagelosphaera</i>	LAD
		<i>Biscutum</i>	LAD
	Nuovi <i>genera</i> del Paleocene:	<i>Biantholithus</i>	LAD
		<i>Prinsius</i>	LAD
		<i>Hornibrookina</i>	LAD
		<i>Fasciculithus</i>	LAD
		<i>Zygodiscus</i>	LAD
		<i>Conococcolithus</i>	FAD
		<i>Rhomboaster</i>	FAD
		<i>Tribrachiatus</i>	FAD
		<i>Lophodolithus</i>	FAD
		<i>Blackites</i>	FAD
		<i>Pontosphaera</i>	FAD
		<i>Helicosphaera</i>	FAD
		<i>Clausicoccus</i>	FAD

**Diversificazione dei
generi di nannofossili
nel Paleocene**

(modificato da Aubry et al., 1998)

*nota: le età riportate sono da
considerarsi indicative perchè
riferite a *time-scale* non aggiornata

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



Distribuzione dei *marker* biostratigrafici e di altre specie nel PALEOGENE

(da K. Perch-Nielsen. 1985. *Cenozoic calcareous nannofossils*. In *Plankton Stratigraphy*, vol. 1)

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



TABLE I

Modified coccolith zones and subzones and corresponding code numbers

Age	Zone	Subzone	Martini (1971) Zone	Duration (m.y.)	Boundary (Ma)
Quaternary	CN15	Emiliania huxleyi	NN21	0.2	0.2
	CN14	Gephyrocapsa oceanica	NN20	0.1	0.3
	CN13	Crenolithus daronicoides	NN19	0.7	0.9
				0.2	1.6
Pliocene	CN12	Discoaster brouweri	NN18	0.2	1.8
			NN17	0.1	2.0
			NN16	0.4	2.1
			NN15	0.5	2.5
			NN14	0.5	3.0
			NN13	0.5	3.5
			NN12	0.4	4.0
			NN11	0.6	4.4
			NN10	0.6	5.0
			NN9	0.6	5.6
Miocene	CN9	Discoaster quinqueramus	NN8	1.0	6.6
	CN8	Discoaster neohamatus	NN7	0.4	7.0
	CN7	Discoaster hamatus	NN6	0.5	7.5
	CN6	Catinaster coalitus	NN5	3.5	11.0
	CN5	Discoaster exilis	NN4	1.0	12.0
	CN4	Sphenolithus heteromorphus	NN3	1.0	13.0
	CN3	Helicosphaera ampliaperta	NN2	0.2	13.2
	CN2	Sphenolithus belemnos	NN1	0.6	13.4
	CN1	Triquetrorhabdulus carinatus	NN0	0.6	14.0
			NN25	1.0	15.0
			NN24	1.5	17.0
			NN23	3.5	18.0
			NN22	4.0	21.0
			NN21	0.5	23.0
			NN20	2.5	24.0
Oligocene	CP19	Sphenolithus cipoensis	NP25	1.0	25.0
	CP18	Sphenolithus distentus	NP24	1.5	26.5
	CP17	Sphenolithus predistentus	NP23	3.5	30.0
	CP16	Helicosphaera reticulata	NP22	4.0	34.0
			NP21	0.5	34.5
			NP20	2.5	37.0
			NP19	1.0	38.0
			NP18	3.0	41.0
			NP17	1.0	42.0
			NP16	2.0	44.0
Eocene	CP15	Discoaster barbadiensis	NP15	1.0	45.0
	CP14	Reticulofenestra umbilica	NP14	1.5	46.5
	CP13	Nannotetrina quadrata	NP13	0.5	47.0
	CP12	Discoaster subloboensis	NP12	1.0	48.0
	CP11	Discoaster lodoensis	NP11	1.0	49.0
	CP10	Tribrachiatus orthostylus	NP10	0.5	49.5
	CP9	Discoaster diastypus	NP9	2.0	50.0
	CP8	Discoaster multiradiatus	NP8	0.8	52.0
	CP7	Discoaster nobilis	NP7	0.7	52.8
	CP6	Discoaster mohleri	NP6	0.5	53.5
Paleocene	CP5	Helolithus kleinpellii	NP5	1.0	54.0
	CP4	Fasciculithus tympaniformis	NP4	1.0	55.0
	CP3	Ellipsolithus macellus	NP3	1.5	55.5
	CP2	Chiasmolithus danicus	NP2	2.0	57.0
	CP1	Zygodiscus sigmoides	NP1	1.0	58.0
			NP0	2.0	60.0

BIOZONAZIONI del CENOZOICO

Okada & Bukry's Zonation
vs.
Martini's Zonation

34 biozone
(59 considerando zone + subzone)

vs.
46 biozone

risoluzione-tempo media:
~ 1,100 – 1,400 kyr

nel Neogene: ~ 850 kyr
nel Paleogene: ~ 1,300-1,680 kyr

I nannofossili calcarei rappresentano un potente mezzo per le correlazioni biostratigrafiche a scala regionale e mondiale

Affidabili bio-orizzonti a nannofossili,
quando sono correlati alla magnetostratigrafia, alla
stratigrafia isotopica e alle Scale-tempo astronomiche
forniscono un'accurata **BIOCRONOLOGIA**
(magneto- e astro-biocronologia)

AFFIDABILITÀ e PRECISIONE dei BIO-ORIZZONTI (EVENTI BIOSTRATIGRAFICI)

un evento biostratigrafico è affidabile quando mantiene sempre la stessa posizione relativa (*“ranking”*) e la stessa spaziatura temporale (*“spacing”*) rispetto ad altri eventi:

- ✓ in diverse successioni stratigrafiche
- ✓ nella sequenza di eventi riconosciuta da diversi Autori in una stessa successione stratigrafica (il dato deve essere riproducibile)

AFFIDABILITÀ e PRECISIONE dei BIO-ORIZZONTI (EVENTI BIOSTRATIGRAFICI)

CARATTERISTICHE CHE CONTRIBUISCONO A RENDERE AFFIDABILE UN BIO-ORIZZONTE

la tracciabilità

- il potenziale di preservazione
- facilità di riconoscimento della specie che definisce il bio-orizzonte
- la sua abbondanza (in particolare in prossimità del bio-orizzonte che definisce)
- la sua continuità di distribuzione
- la sua possibilità di rimaneggiamento

la sua isocronia: eventi utili sono quelli che permettono di fare buone correlazioni-tempo, almeno a livello regionale.

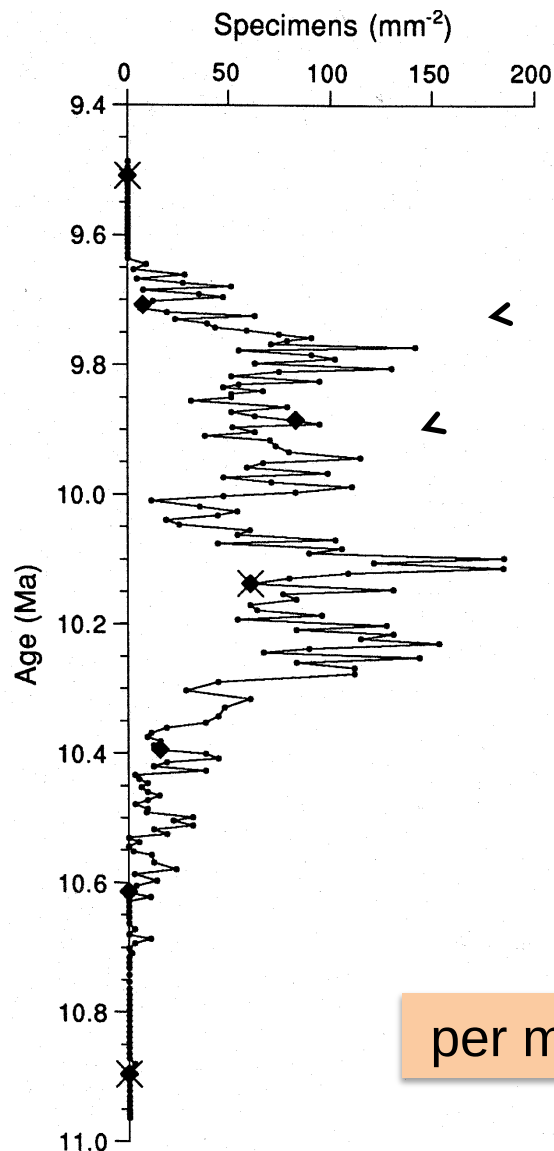
Metodologia di acquisizione dei dati biostratigrafici

Adottare un approccio metodologico simile a quello usato negli studi paleoceanografici, cioè l'acquisizione di dati (semi-)quantitativi in un *framework* di alta risoluzione stratigraphica/temporale.

Nell'analisi biostratigrafica è indispensabile una campionatura il più possibile dettagliata allo scopo di:

- ✓ mostrare la “reale” variabilità del record fossile.....

I nannofossili calcarei del Paleogene:
classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



intervallo di campionatura 0.1 m (1 camp/~ 8 kyr) =
short-term variability

x intervallo di campionatura 9.5 m (1 camp/~ 650 kyr.)

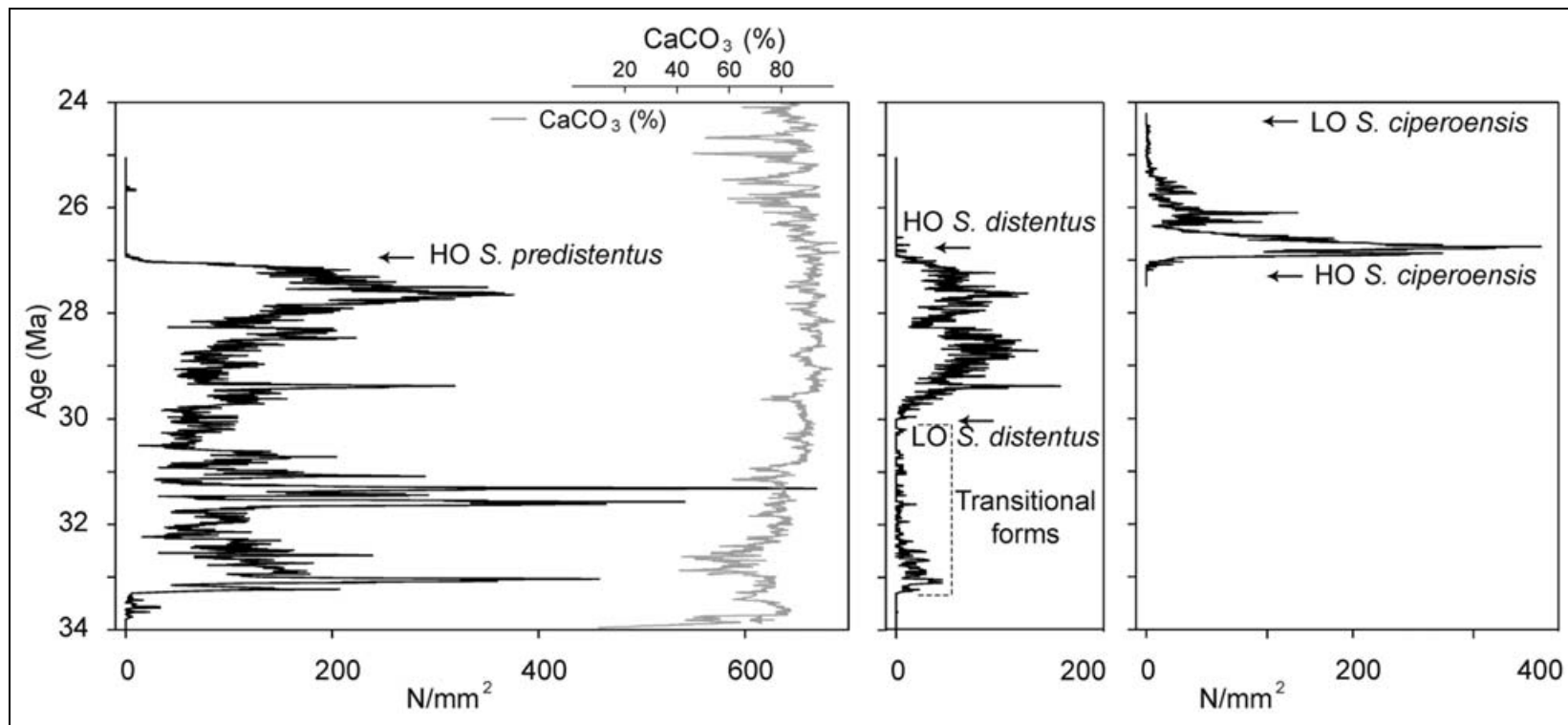
◆ intervallo di campionatura 3.0 m (1 camp/~ 200 kyr)

per mostrare la “reale” variabilità del record fossile.....

Figure 1. Effects of sample resolution. *Catinaster calyculus* from Site 926.

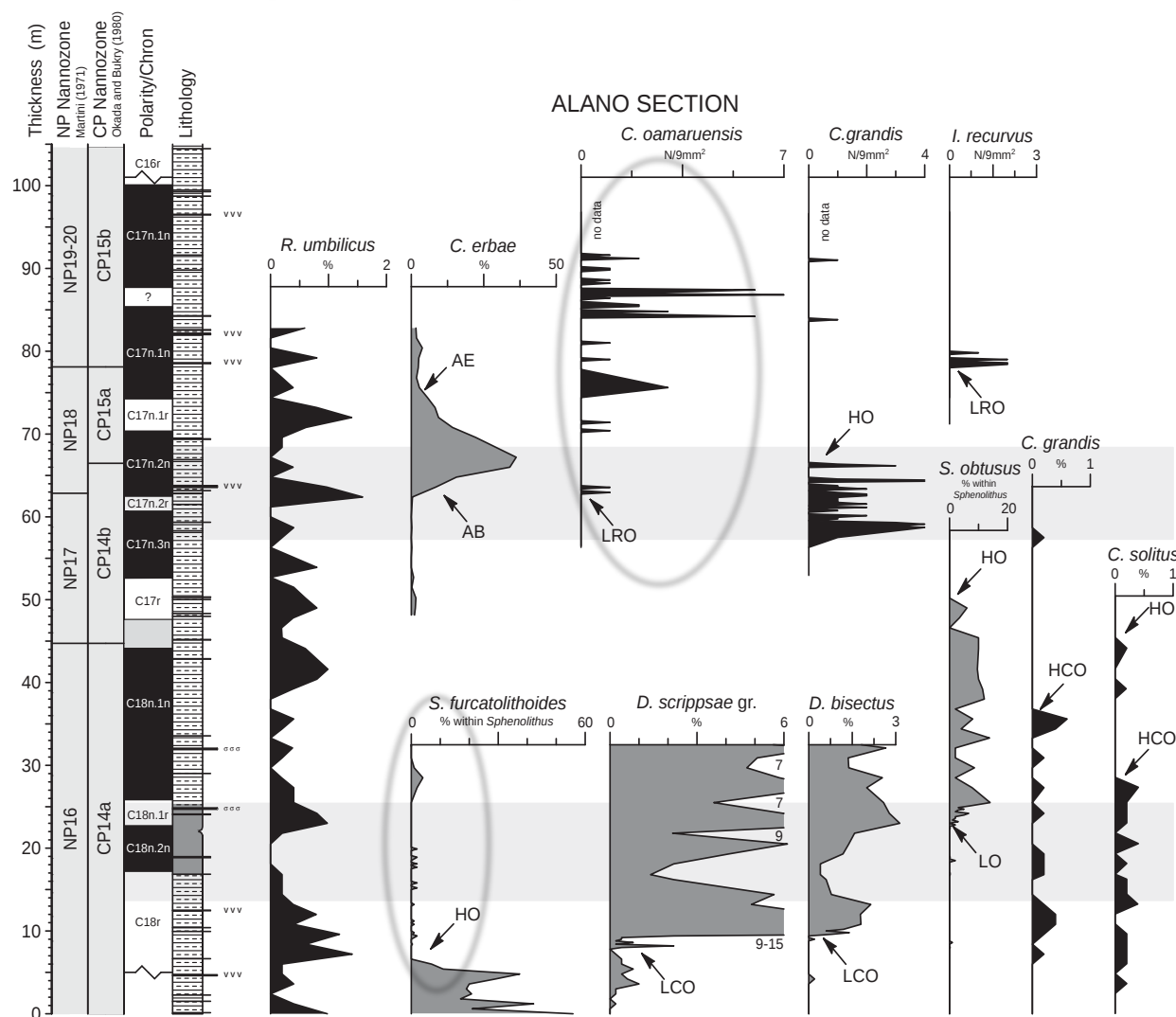
(From Backman and Raffi, 1997, Sc.Res.ODP Leg 154)

✓ per ricostruire dettagliatamente le distribuzioni stratigrafiche dei taxa



(From Blaj, Backman, Raffi, 2008)

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



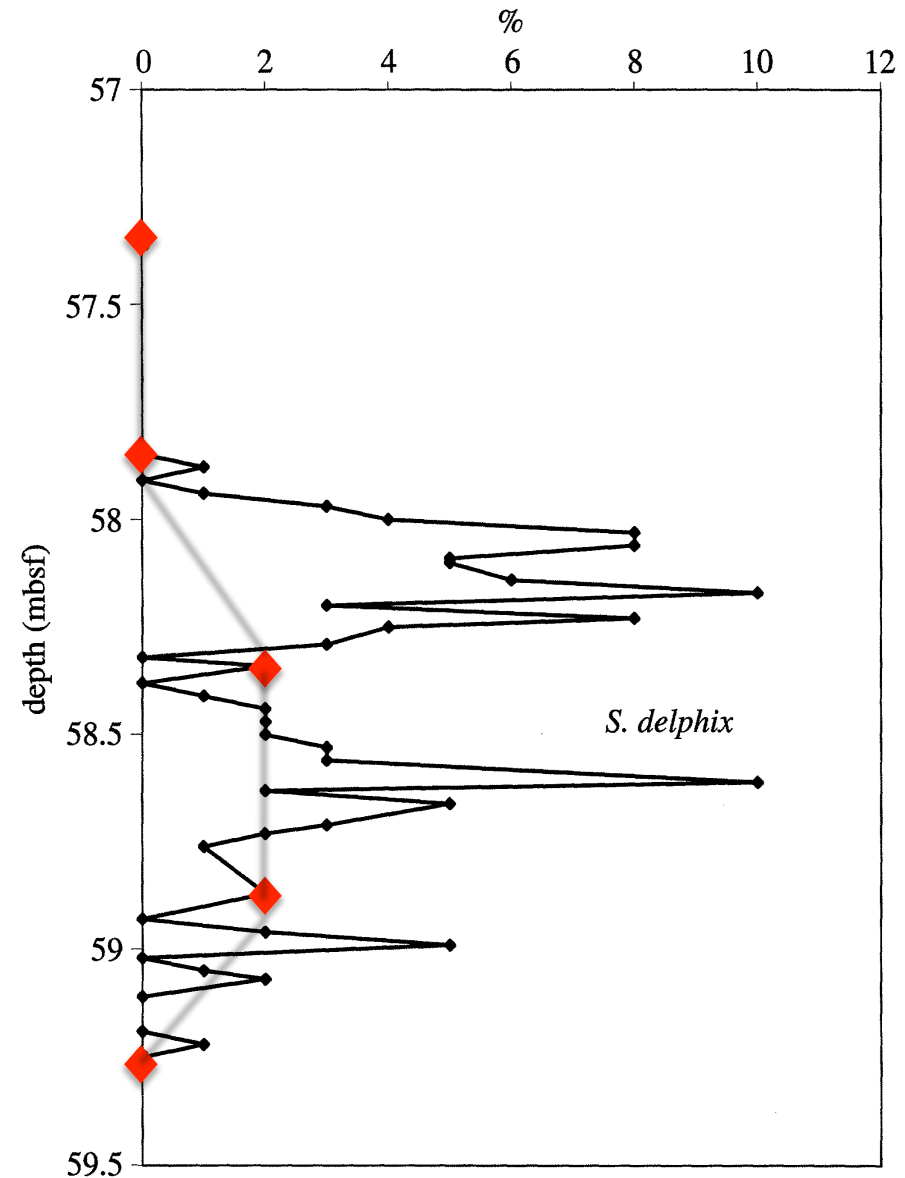
(From Agnini et al., 2011)

✓ per superare il “problema” del rimaneggiamento e dei taxa molto rari

Esempio di come gli intervalli di campionatura e le metodologie di analisi influenzano la qualità dei dati biostratigrafici e la risoluzione biostratigrafica

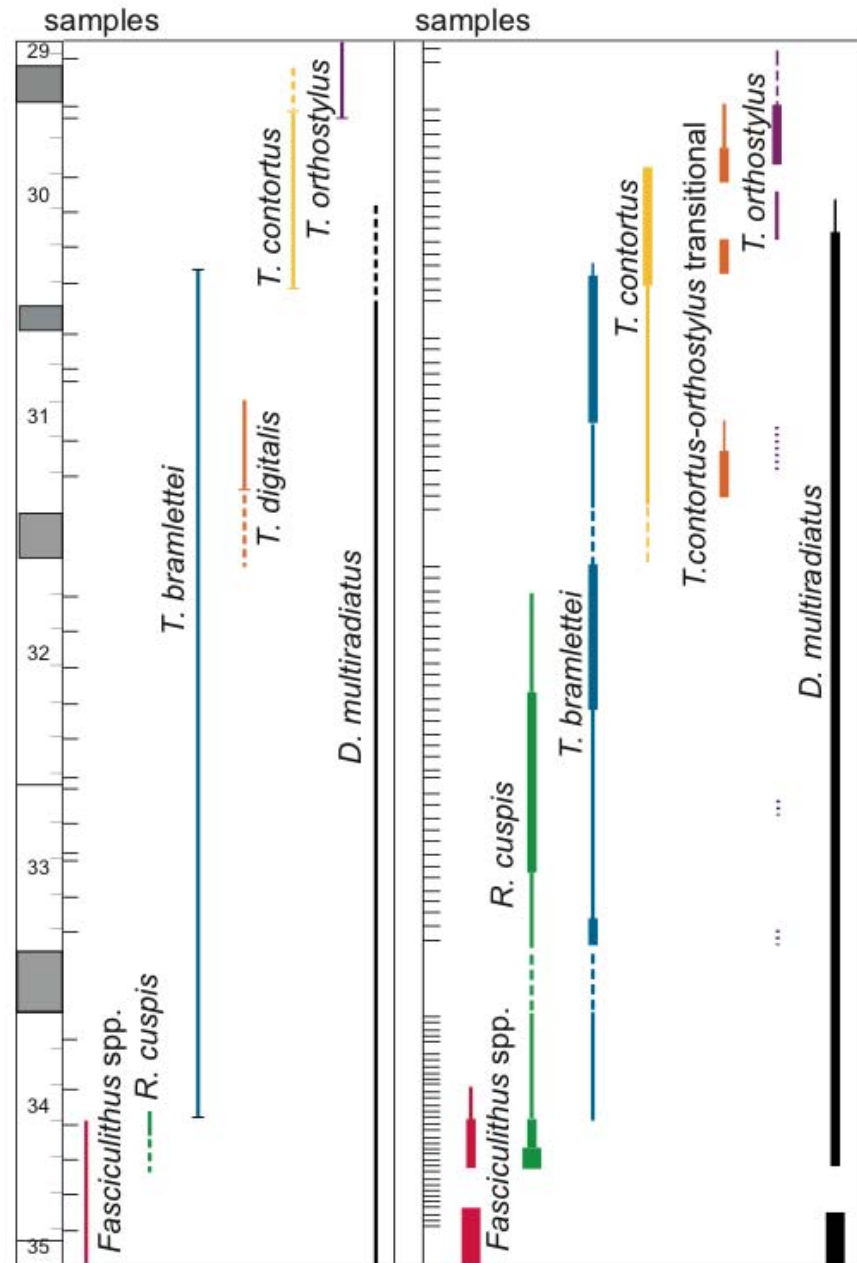
intervallo di campionatura < 5 cm

◆ intervallo di campionatura ~ 50 cm

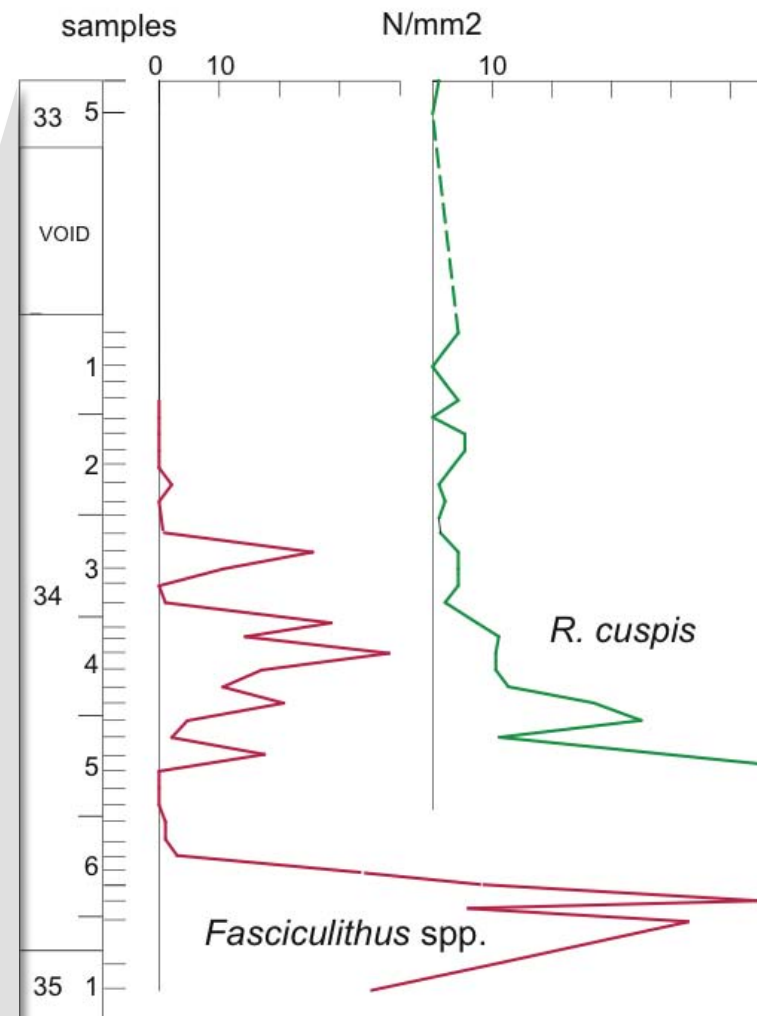


(Aubry et al., 1995)

(Raffi et al., 2005)



PETM interval at DSDP Site 550 (NW Atlantic)



(Raffi et al., 2005)

Delineare in dettaglio la composizione delle associazioni a nannofossili permette di evidenziare le caratteristiche particolari (i segnali!) che sono:

- ✓ utili per la biostratigraphia
- ✓ confrontabili e possibilmente correlabili con i *proxies* paleoambientali

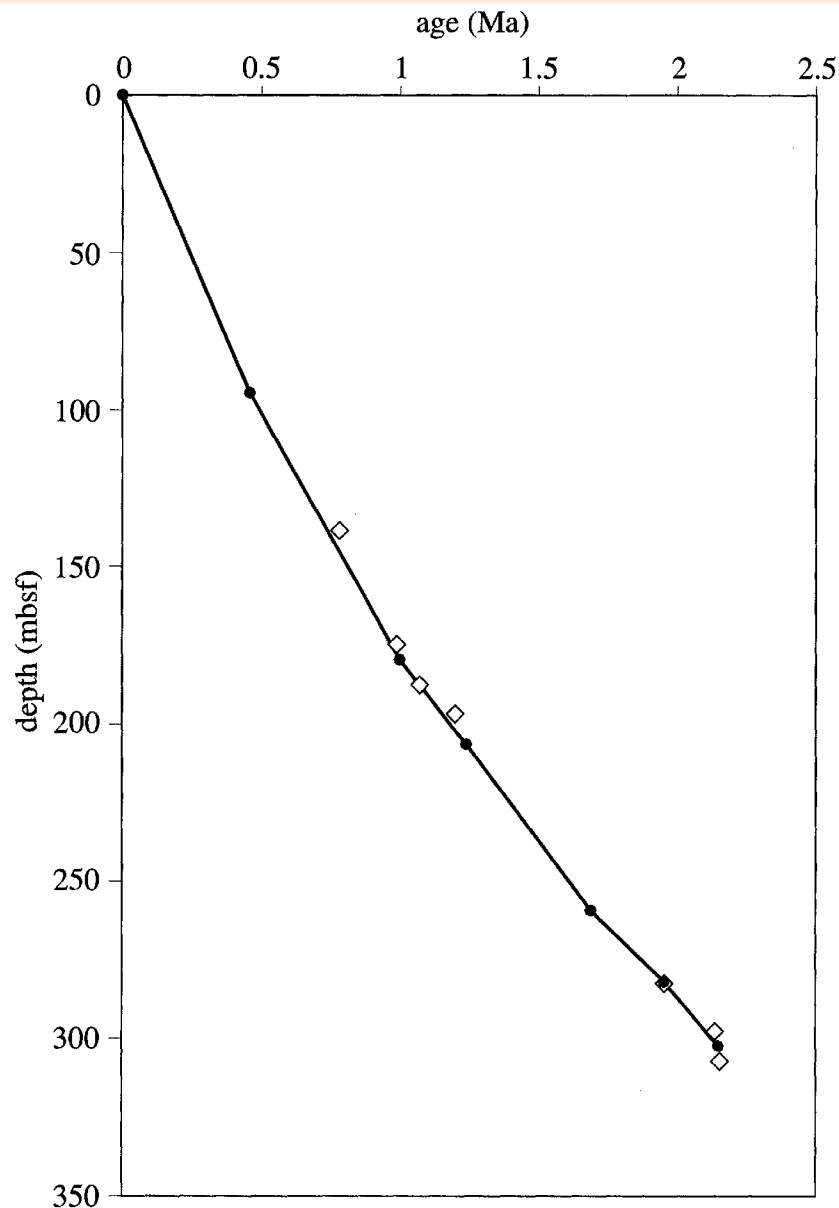
Affidabili bio-orizzonti a nannofossili calcarei,
che quando sono correlati alla magnetostratigrafia, alla
stratigrafia isotopica e alle Scale-tempo astronomiche

forniscono un'accurata **BIOCRONOLOGIA**

= ORGANIZZAZIONE DEL TEMPO GEOLOGICO SECONDO IL
PROCESSO IRREVERSIBILE DELL'EVOLUZIONE

Magneto- e Astro-biocronologia

OPERAZIONE TRAMITE LA QUALE GLI EVENTI BIOSTRATIGRAFICI,
SEPPUR IN MODO COMPLESSO, VENGONO TARATI SULLA GPTS E
APTS, rispettivamente

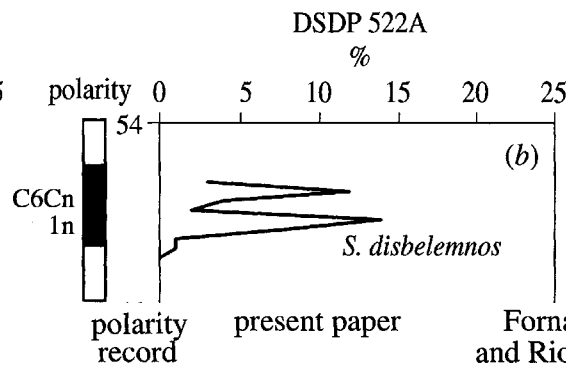
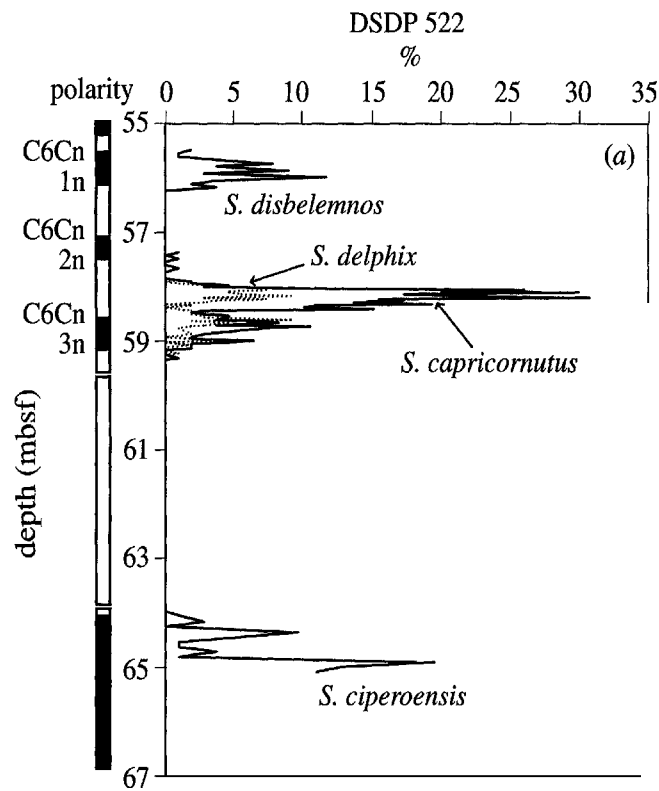


Biostratigrafia di “alta qualità” e Magnetostratigrafia

hanno un potenziale simile nelle
ricostruzioni in dettaglio dei tassi/velocità
di sedimentazione di successioni
stratigrafiche

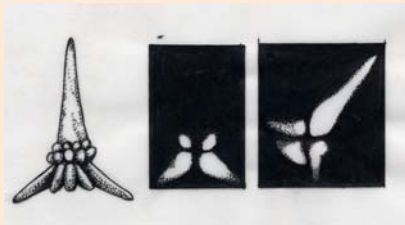
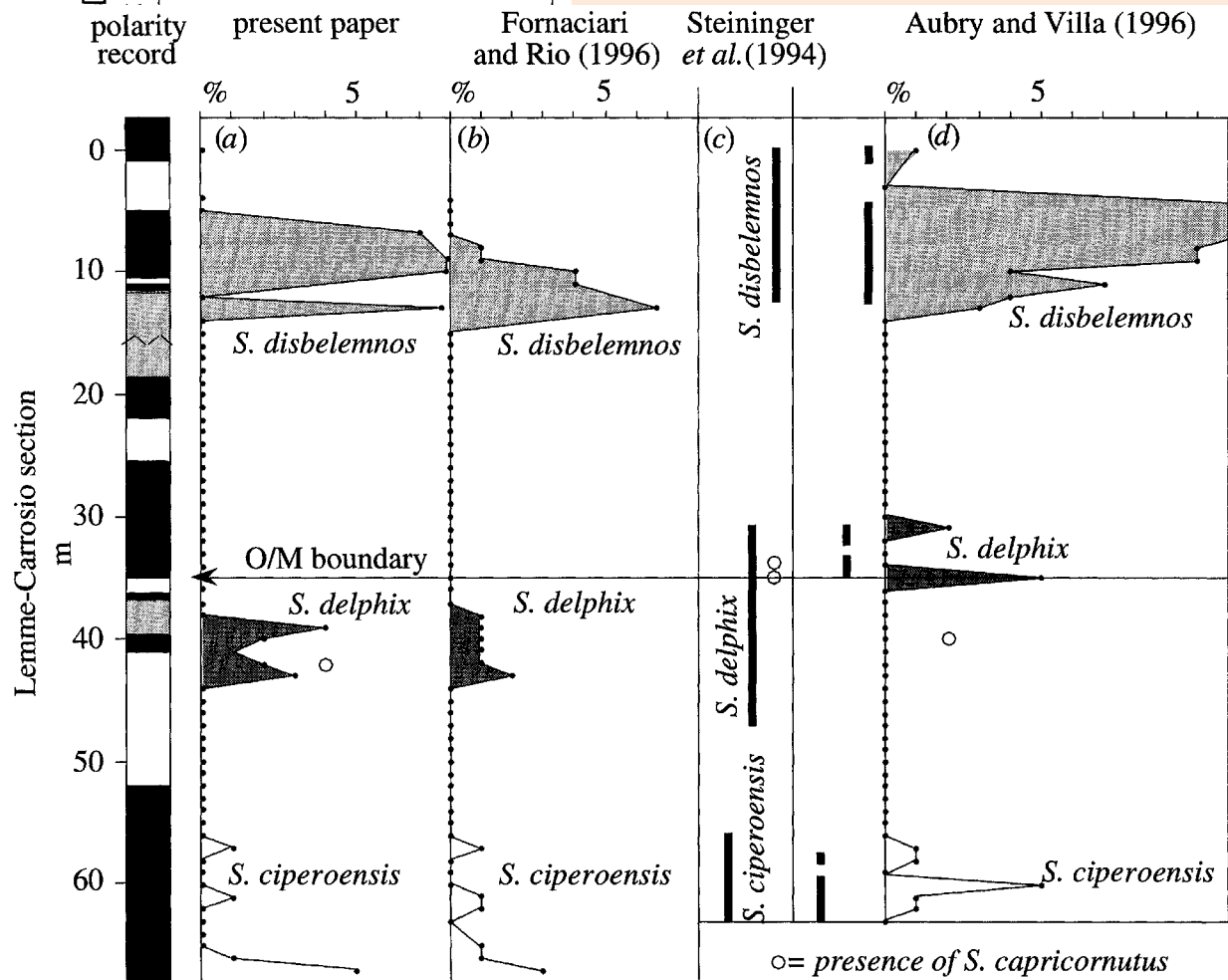
(Nell'esempio: ODP Hole 1063A – Leg 172,
Bermuda Rise)

- bio-orizzonte a nannofossili
- ◊ limite (*reversal*) magnetostratigrafico



Oligocene/Miocene Boundary transition

Figure 5. Distribution patterns of selected *Sphenolithus* species expressed relative to 100 sphenoliths. *S.* from Tauxe *et al.* (1984). Magnetostratigraphic in



Sphenolithus delphix

Figure 6. Distribution patterns of selected *Sphenolithus* species in the GSSP of the Oligocene-Miocene boundary (Lemme-Carrosio Section). Data from different authors are compared. Palaeomagnetic data from Napoleone *et al.* (1996). (from Raffi, 1999)

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



I parte – OUTLINE

- Introduzione
 - I Nannofossili calcarei come strumento di datazione, il loro potenziale biostratigrafico e biocronologico
- I principali taxa paleogenici
- Biostratigrafia a nannofossili del Paleogene –
 - il Paleocene: stato dell'arte e problematiche; l'Eocene: stato dell'arte e problematiche

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



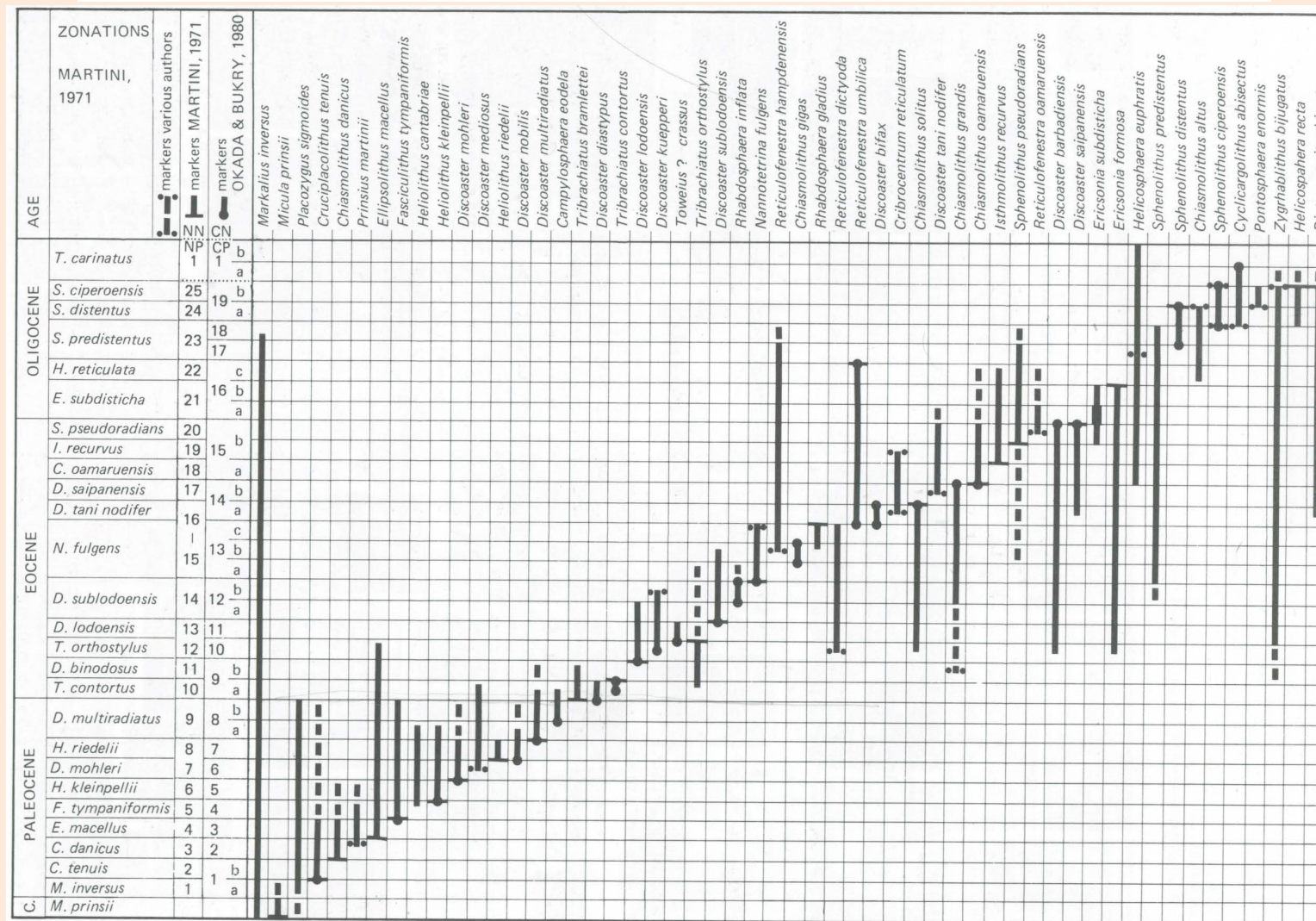
I principali taxa paleogenici

Fonti Bibliografiche di Riferimento:

K. Perch-Nielsen. 1985. *Cenozoic calcareous nannofossils*. In *Plankton Stratigraphy*, vol. 1

web site: www.nannotax.org

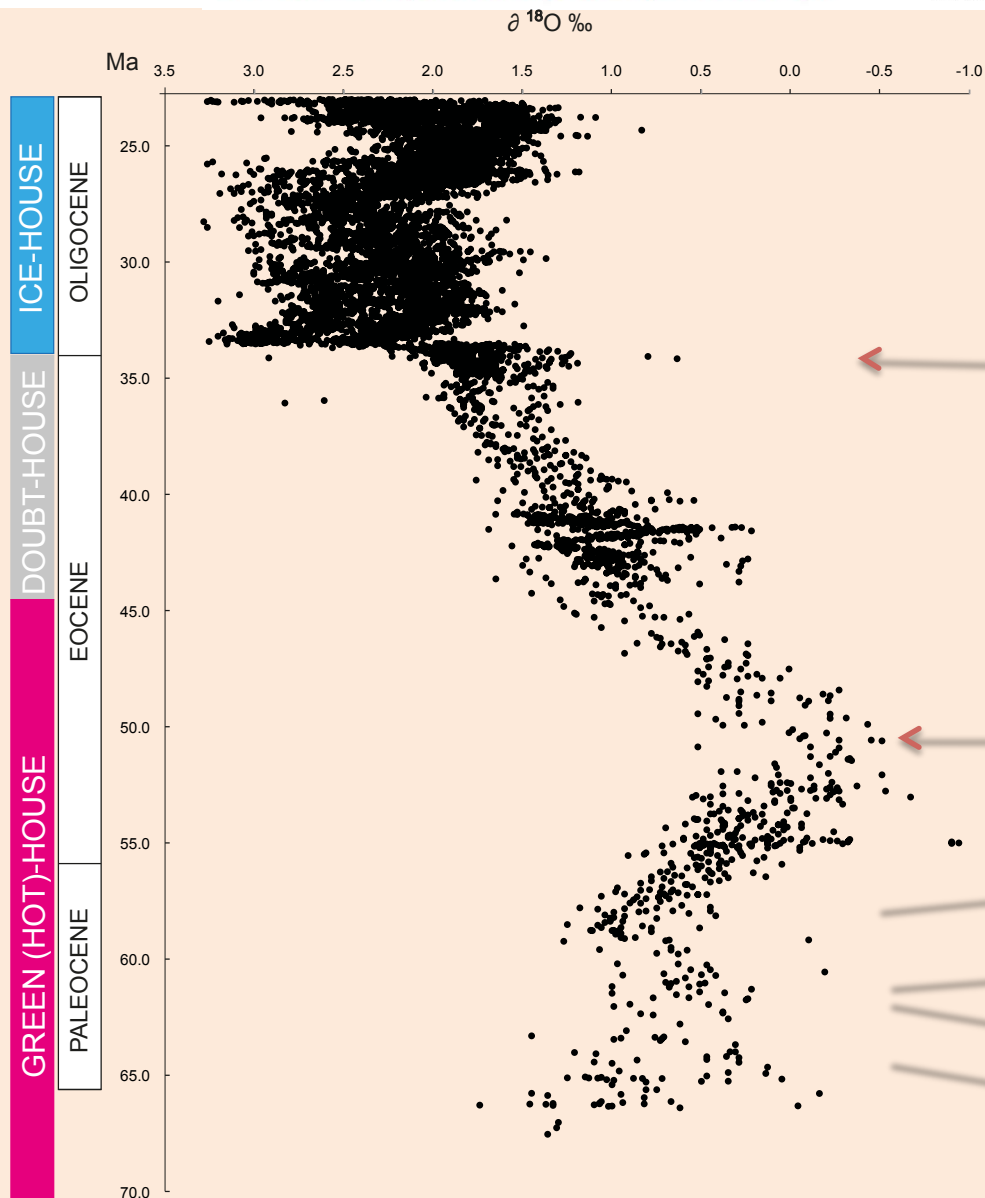
I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



Distribuzione dei *marker* biostratigrafici e di altre specie nel PALEOGENE

(da K. Perch-Nielsen. 1985. *Cenozoic calcareous nannofossils*. In *Plankton Stratigraphy*, vol. 1)

I nannofossili calcarei del Paleogene: classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



EVOLUZIONE CLIMATICA

NUOVI TAXA - ESTINZIONI

Estinzione *Discoasters* a rosetta

turnover *Toweius/Dictyococcites*
+ *Reticulofenestra*

DISCOASTER

SPHENOLITHUS

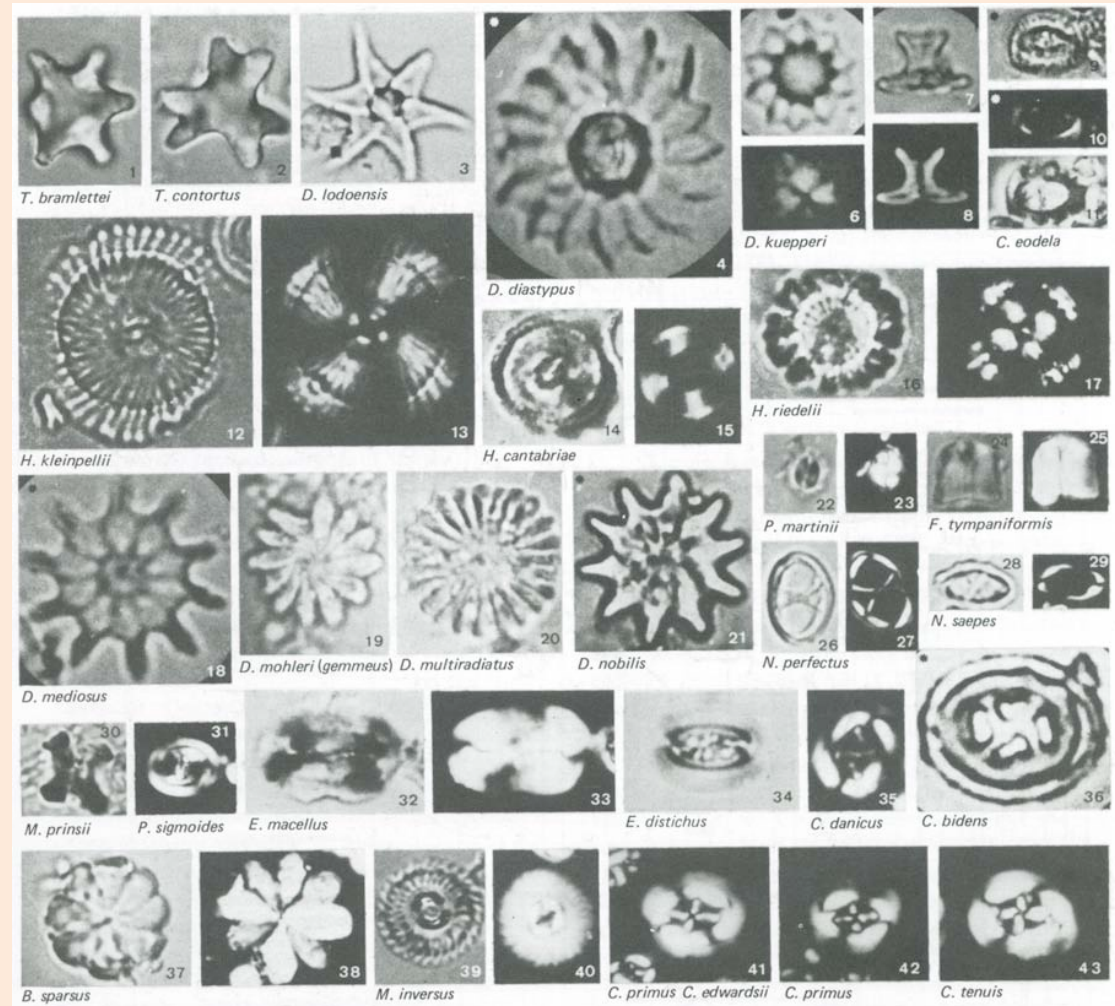
FASCICULITHUS

COCCOLITHUS

“Curva climatica” del PALEOGENE (da Zachos et al., 2008)

I nannofossili calcarei del Paleogene:
classificazione, biostratigrafia e paleoecologia

I principali *marker* biostratigrafici nel
PALEOCENE-EOCENE inferiore

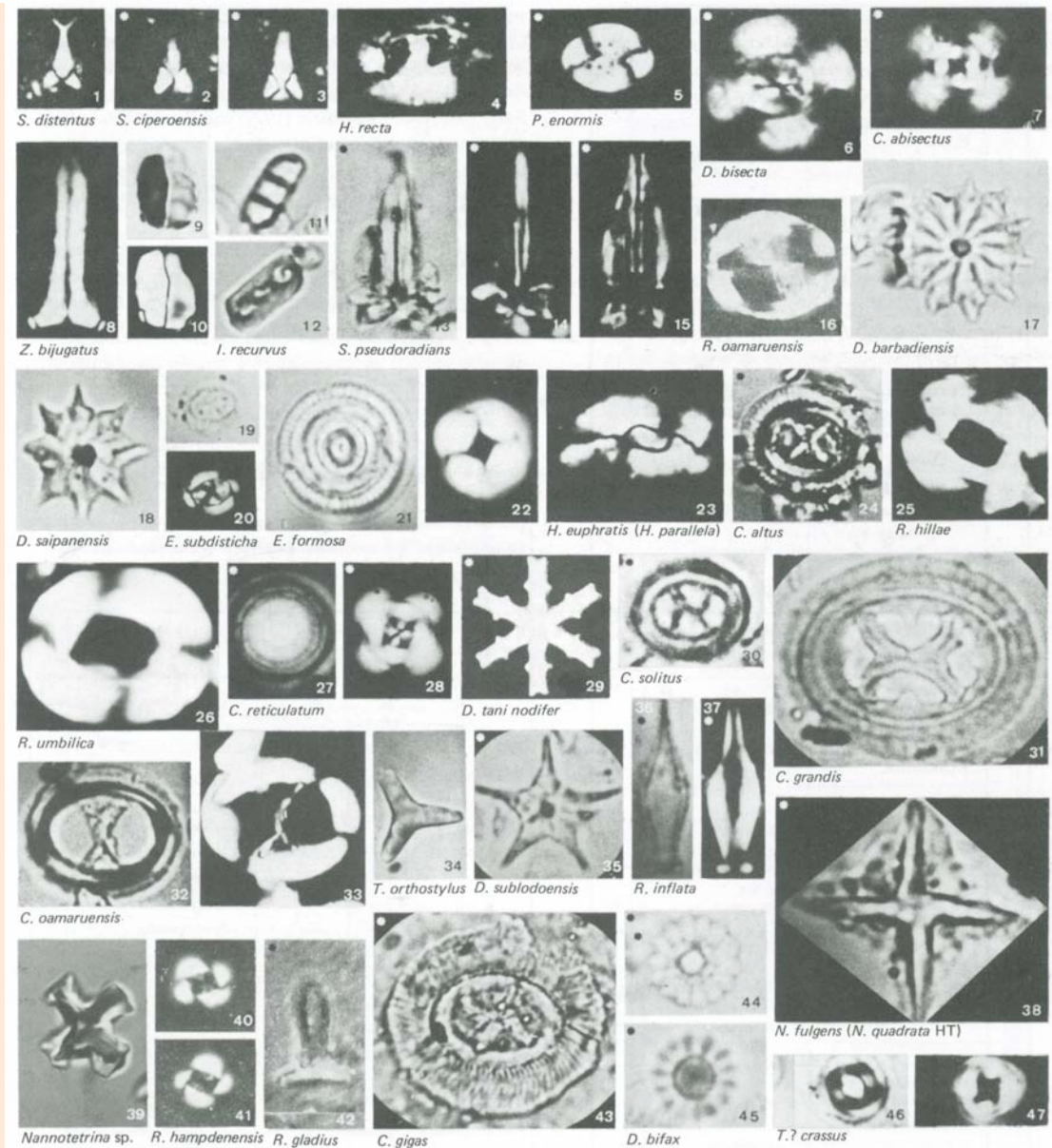


(da K. Perch-Nielsen. 1985. *Cenozoic calcareous nannofossils*. In *Plankton Stratigraphy*, vol. 1)

I nannofossili calcarei del Paleogene:
classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



I principali *marker* biostratigrafici
nell' EOCENE medio - OLIGOCENE



(da K. Perch-Nielsen. 1985. *Cenozoic calcareous nannofossils*. In *Plankton Stratigraphy*, vol. 1)

I principali *marker* biostratigrafici nel PALEOCENE - EOCENE inferiore

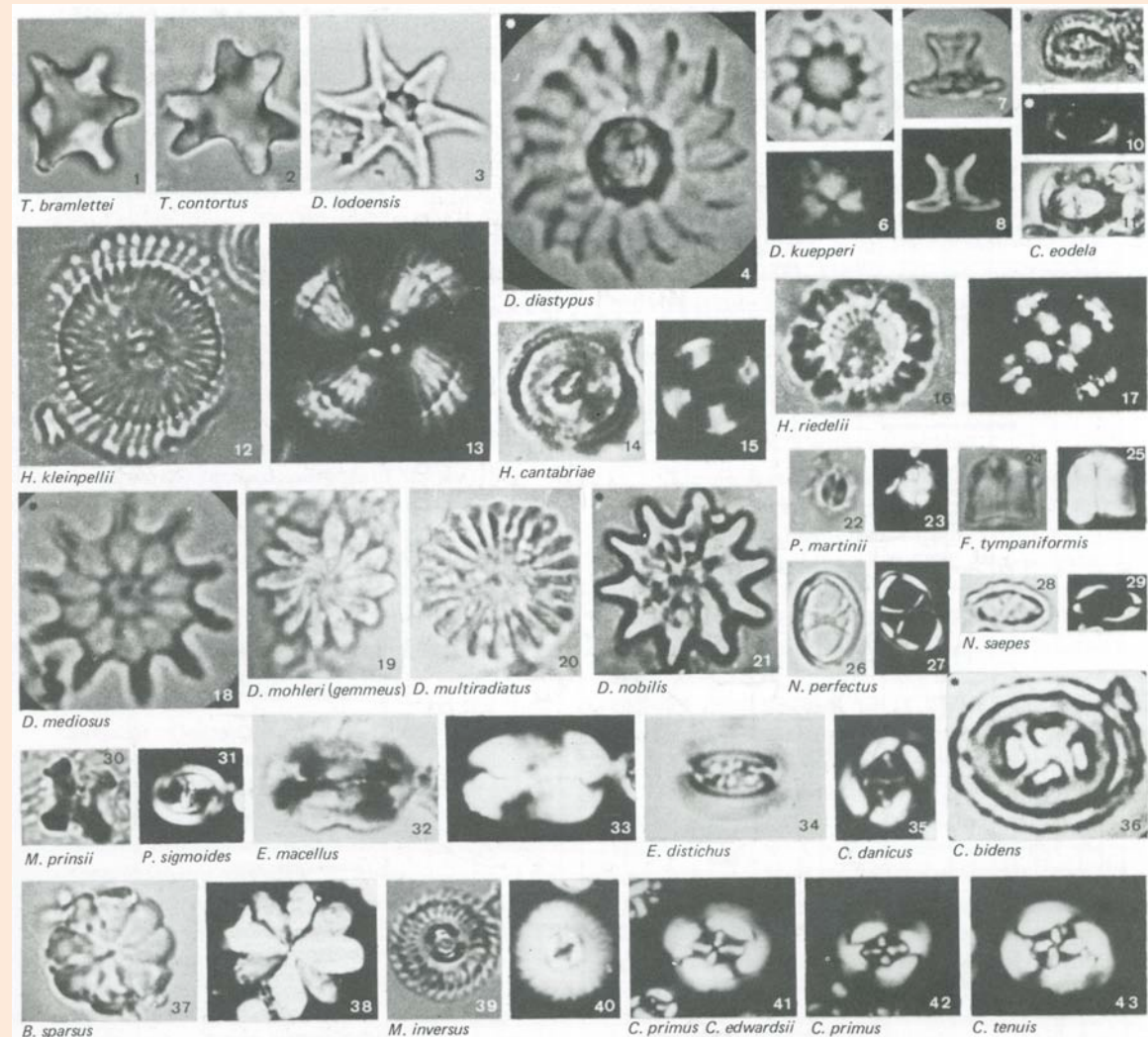
Problemi:

✓Tassonomia confusa di alcuni generi/specie di coccoliti e nannoliti

✓inutilità biostratigrafica di alcuni *marker* :

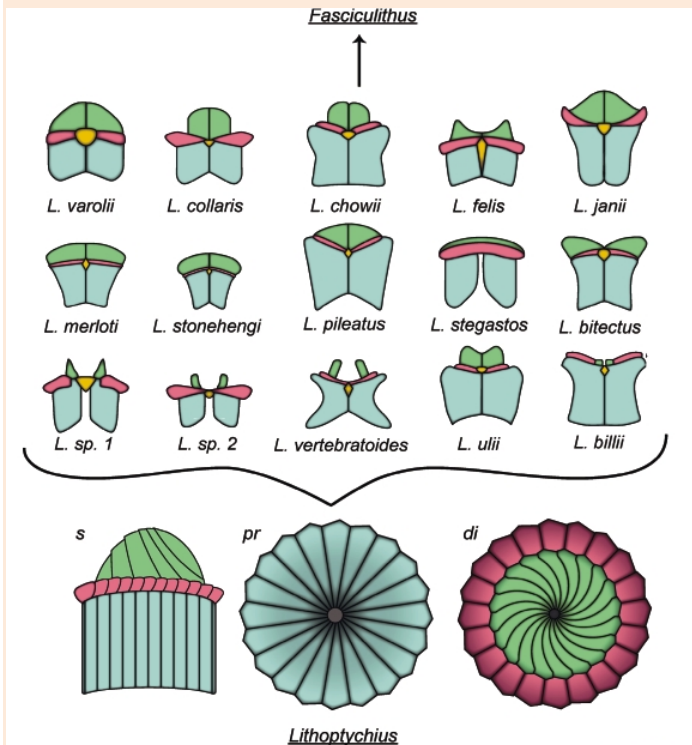
Esempi

- per diacronia (Base *E. macellus*)
- per problemi di tassonomia (*Ch. danicus*; *H. riedeli*)



Esempio:

Revisione tassonomica del
genere *Fasciculithus*



(from Aubry et al., 2012)

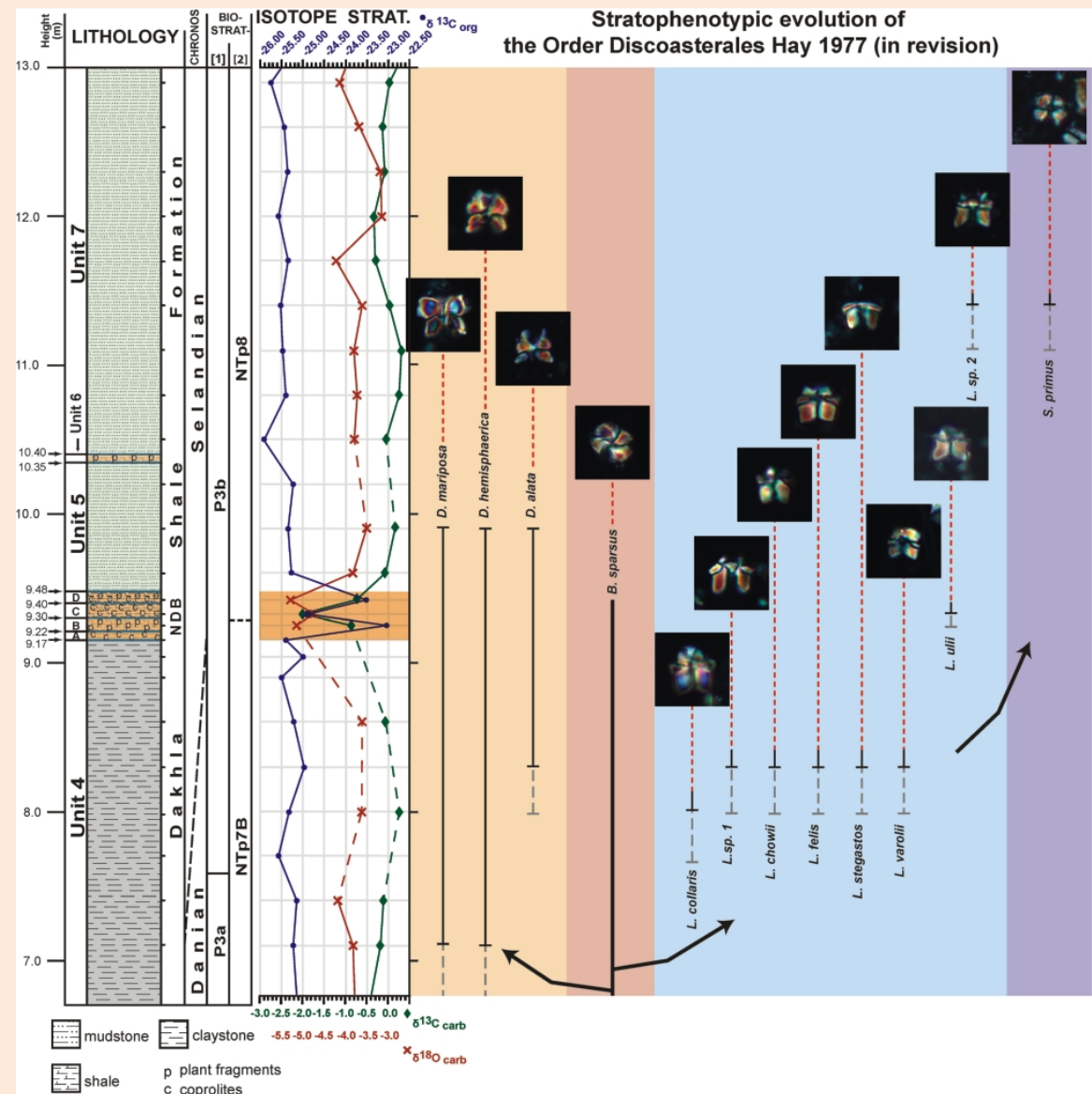


FIGURE 3: Distributions of the representatives of the Order Discoasterales in the vicinity of the Neo-Duwi beds. Taxonomic framework follows Aubry (in press) and Aubry et al. (2011). [1] Planktonic foraminifera. [2] Coccolithophores.

I nannofossili calcarei del Paleogene:
classificazione, biostratigrafia e paleoecologia



I principali *marker* biostratigrafici
nell' EOCENE medio-OLIGOCENE

Problemi:

✓ inutilità biostratigrafica di alcuni
marker :

Esempi

- per scarsa correlabilità/diacronia
(B *B. gladius*; B *Ch. oamaruensis*;
B *I. recurvus*; acme *C. abisectus*)
- per problemi di tassonomia (*Ch. danicus*; *H. riedeli*)

