

PARTE II

Nannoplancton calcareo e nannofossili calcarei: tassonomia e biostratigrafia

OUTLINE

- caratteristiche morfologiche e terminologia
- biostratigrafia e schemi biostratigrafici
- utilità della biostratigrafia a nannofossili:
esempi applicativi

IL CENOZOICO

L'accumulo dei nannofossili è molto alto nei sedimenti marini :
I Nannofossili costituiscono fino al 60% sedimenti carbonatici pelagici del Cenozoico

Mentre solo il 30% dei sedimenti recenti è costituito da elementi prodotti da *Coccolithophores* (Alghe Coccolitoforidi) (Bramlette, 1961)

- grande diversità tassonomica
- intensa variabilità e velocità evolutive



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

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

BIOCRONOLOGIA

ORGANIZZAZIONE DEL TEMPO GEOLOGICO SECONDO IL PROCESSO IRREVERSIBILE DELL'EVOLUZIONE. E' IL TENTATIVO DI ESTRAPOLARE DAI DATI BIOSTRATIGRAFICI GLI EVENTI CHE CONSENTONO PIÙ CORRELAZIONI POSSIBILI

MAGNETO- E ASTRO-BIOCRONOLOGIA

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

**USO dei NANNOFOSSILI CALCAREI
come
MEZZI BIOSTRATIGRAFICI e BIOCRONOLOGICI**



Attraverso l'acquisizione e lo studio di:

- distribuzioni delle specie *marker* nel record fossile
- composizione delle associazioni

METODI

di acquisizione dei dati quantitativi

CONTEGGI QUANTITATIVI dell'ASSOCIAZIONE TOTALE

(da 300 a 500 esemplari) per ottenere una stima delle frequenze relative e
assolute :

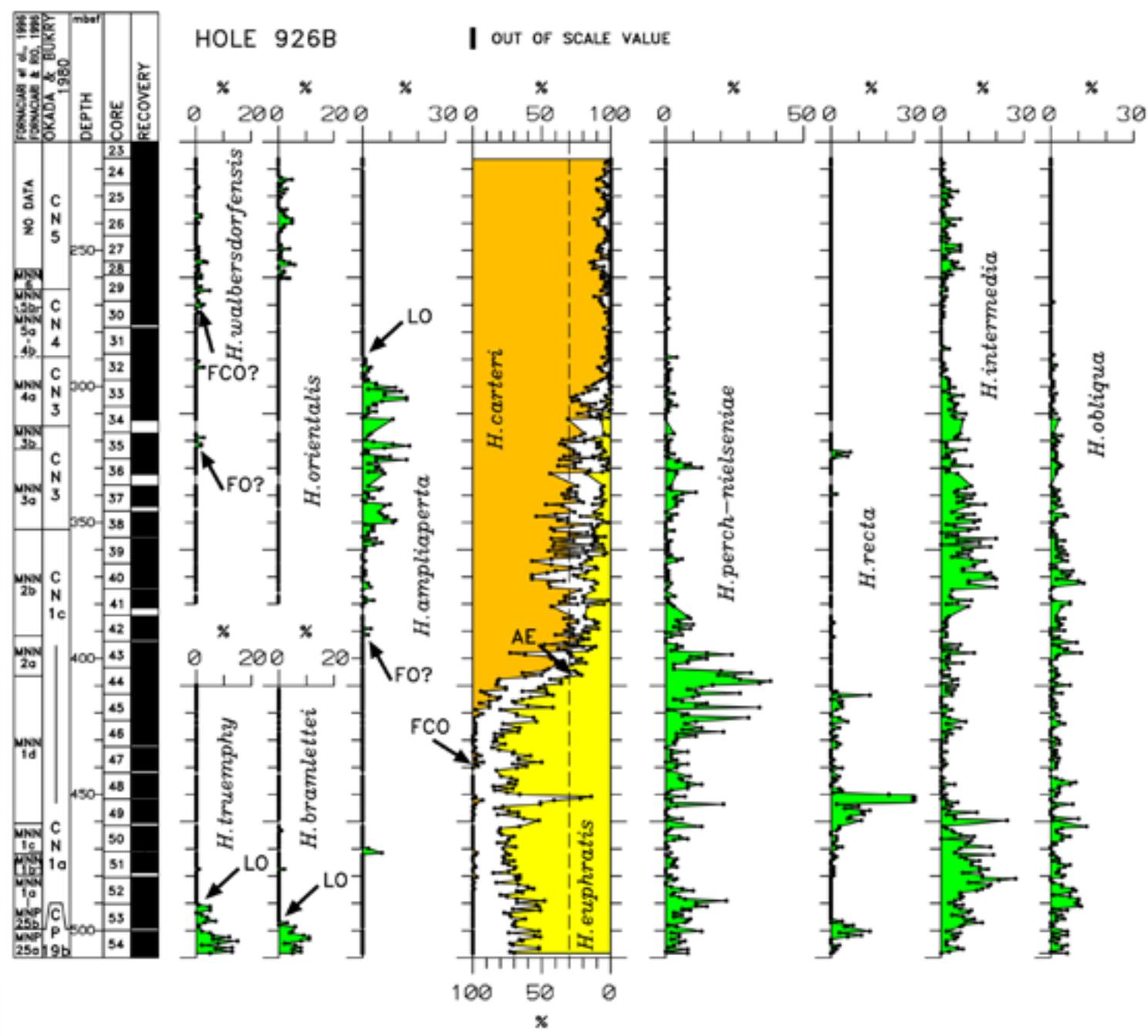
§ % di singoli taxa

§ n ° per unità di area

HOLE 926 B

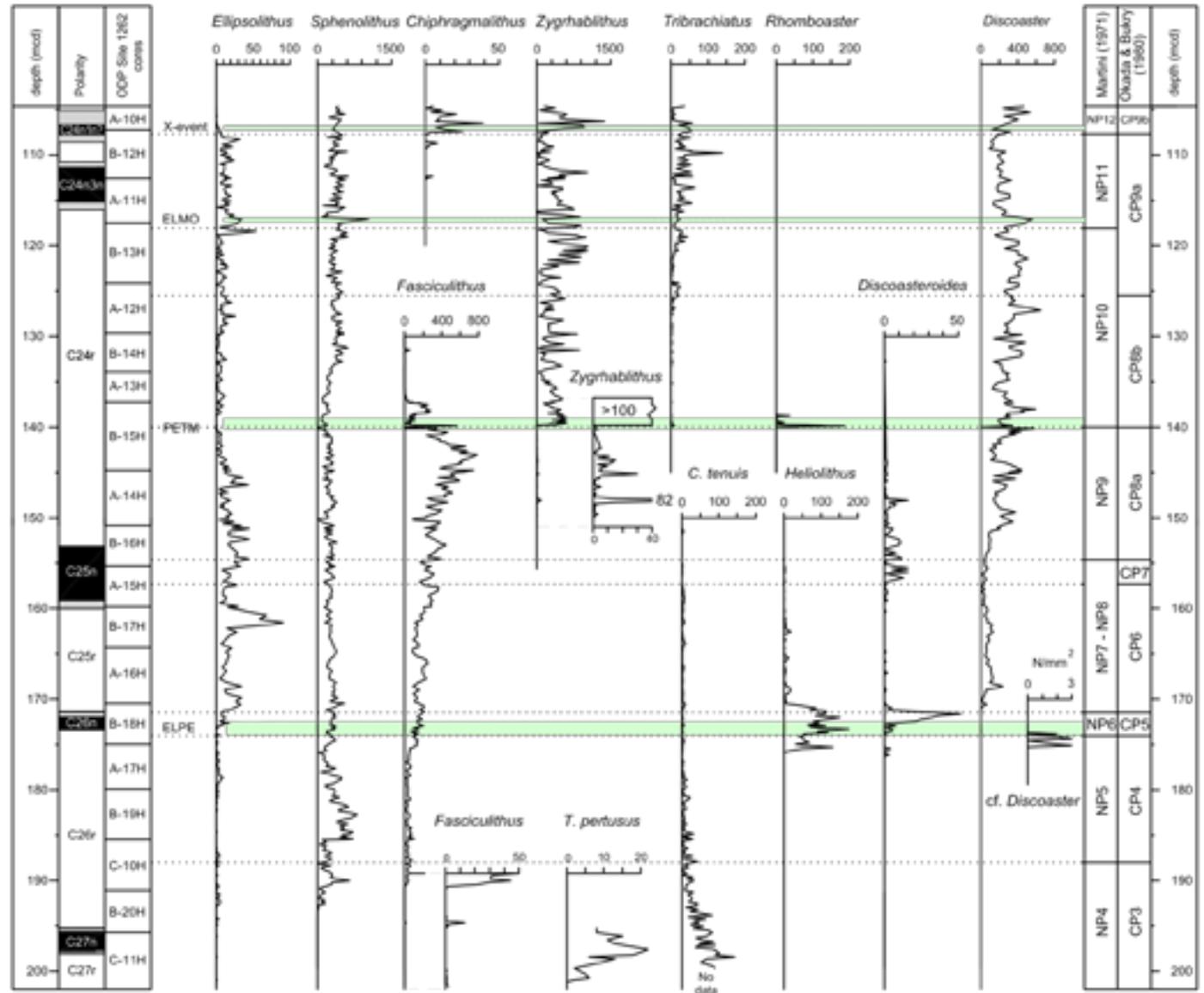
Ceara Rise
W equatorial
Atlantic Ocean

Distribution patterns of selected *Helicosphaera* species

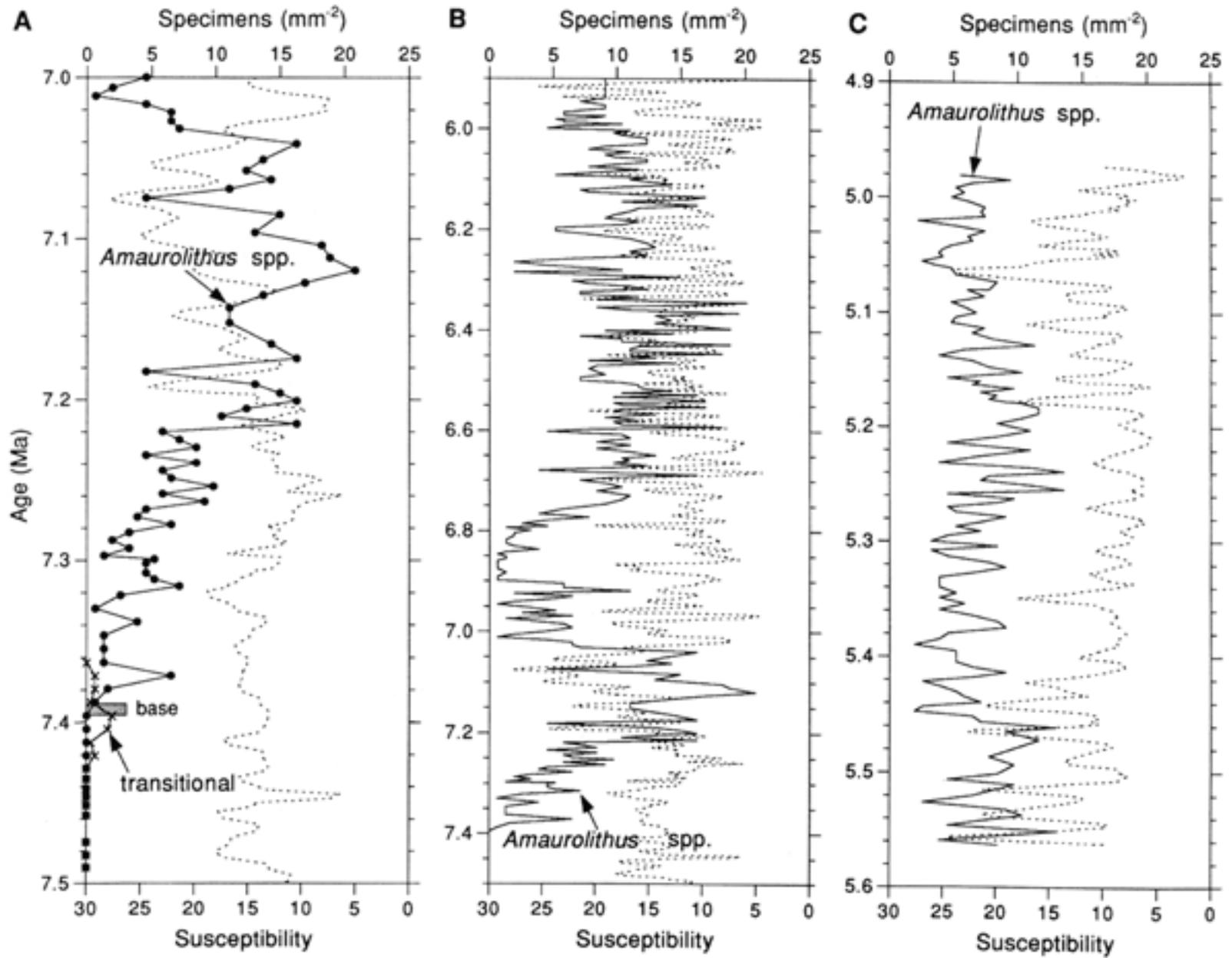


ODP SITE 1262

Walvis Ridge
SE Atlantic
Ocean



Distribution patterns of selected *taxa*



Late Miocene at ODP Site 926, western equatorial Atlantic (Ceara Rise)
 [from Backman and Raffi (1997)]

TIPI di BIO-ORIZZONTI

Uso degli acronimi

FAD-LAD: comparse/estinzioni controllate dall'evoluzione organica(sono per definizione sempre sincroni)

TUTTI GLI ALTRI TIPI DI BIORIZZONTI SONO CONTROLLATI DALL'EVOLUZIONE AMBIENTALE

FO-LO (LO-HO)

prima presenza-ultima presenza di un *taxon* in una successione

TIPI DI BIORIZZONTI

FCO-LCO (LCO-HCO)

prima presenza-ultima presenza comune e continua di un *taxon* in una successione

FRO-LRO (LRO-HRO)

prima presenza-ultima presenza rara e discontinua di un *taxon* in una successione

AB-AE: inizio e fine dell'*acme* di un *taxon*

PB-PE: inizio e fine del *paracme* di un *taxon*

acme = intervallo di dominanza di un *taxon*

paracme = intervallo di temporanea assenza di un *taxon*

ESERCIZIO: QUALI TIPI DI BIOZONE RIUSCITE AD INDIVIDUARE?



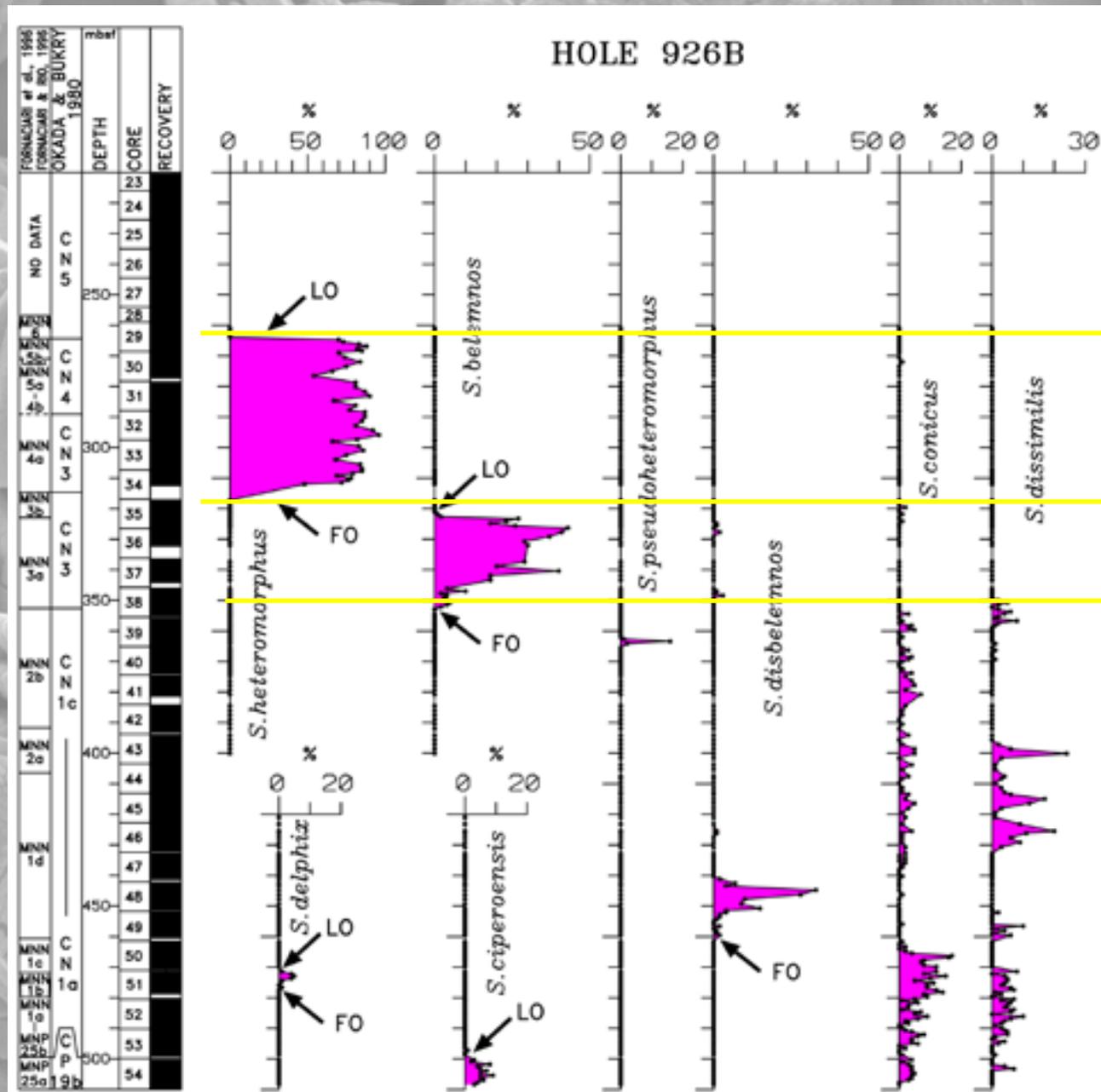
ESERCIZIO: QUALI TIPI DI BIOZONE RIUSCITE AD INDIVIDUARE?

Hole 926B

Ceara Rise

Western equatorial
Atlantic Ocean

Distribution patterns
of selected
Sphenolithus species



AFFIDABILITÀ e PRECISIONE dei BIO-ORIZZONTI (EVENTI BIOSTRATIGRAFICI)

AFFIDABILITÀ BIOSTRATIGRAFICA DI UN BIO-ORIZZONTE

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 e nella successione di eventi riconosciuta da diversi Autori in una stessa successione (il dato deve essere riproducibile)

CARATTERISTICHE CHE CONTRIBUISCONO A RENDERE UN EVENTO AFFIDABILE

-la tracciabilità

- il potenziale di preservazione

- facilità di riconoscimento della specie che definisce l'evento

- la sua abbondanza, in particolare in prossimità dell'evento che definisce

- la sua continuità di distribuzione

- la sua possibilità di rimaneggiamento

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

AFFIDABILITÀ e PRECISIONE degli EVENTI BIOSTRATIGRAFICI

PRECISIONE DI UN BIO-ORIZZONTE (o evento biostratigrafico)

un evento biostratigrafico è tanto più preciso (“accuracy”) quanto più è isocrono. La precisione esprime quindi il grado di isocronia di un bio-orizzonte

che dipende:

- dalla velocità di diffusione delle specie nei propri areali
- dall'influenza dei fattori ambientali e climatici

AFFIDABILITÀ e PRECISIONE degli EVENTI BIOSTRATIGRAFICI

FATTORI CHE INFLUENZANO L’AFFIDABILITÀ E LA PRECISIONE DI UN BIORIZZONTE

- modo di operare

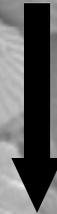
Modalità di campionatura
metodi di analisi
Concetti tassonomici

- modalità di “registrazione”

bioturbazione
rimaneggiamento
Tasso di sedimentazione

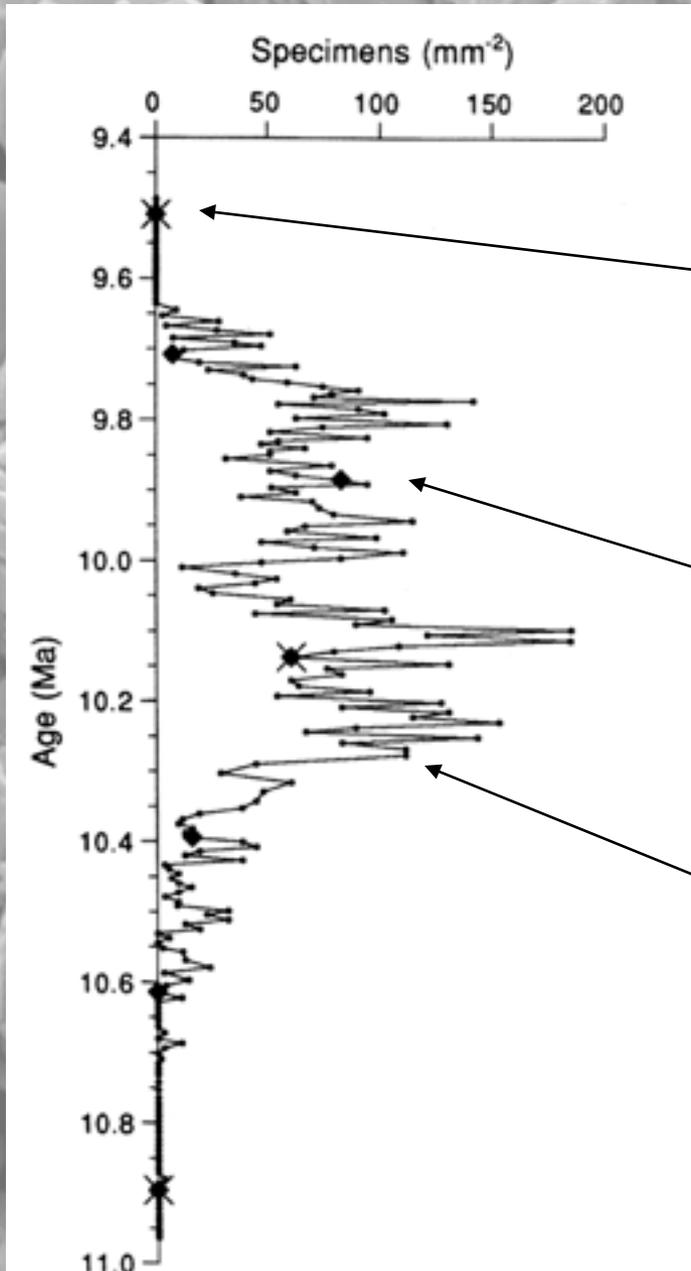
The background of the slide is a grayscale scanning electron micrograph (SEM) showing a dense field of microfossils. These fossils exhibit various shapes, including circular, oval, and elongated forms, many with distinct radial or concentric patterns, characteristic of microfossils like foraminifera or radiolarians.

**miglioramenti della biostratigrafia a nannofossili
ottenuti con l'acquisizione di dati dettagliati nei
diversi intervalli di tempo**



**attraverso un sostanziale cambiamento
dell'approccio metodologico**

Effetti della differente risoluzione di campionatura



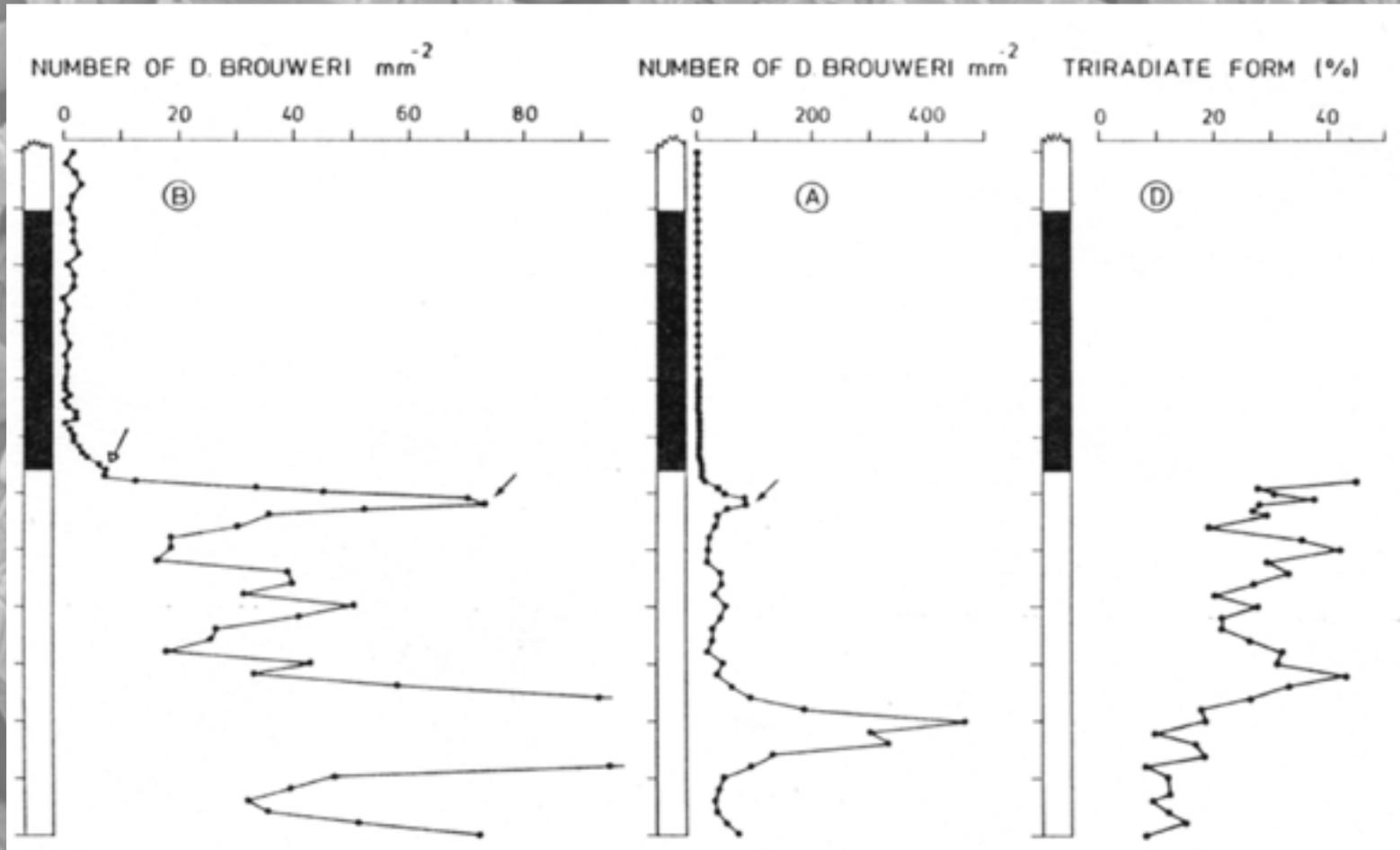
9.5-m sampling interval

3.0-m sampling interval

0.1-m sampling interval

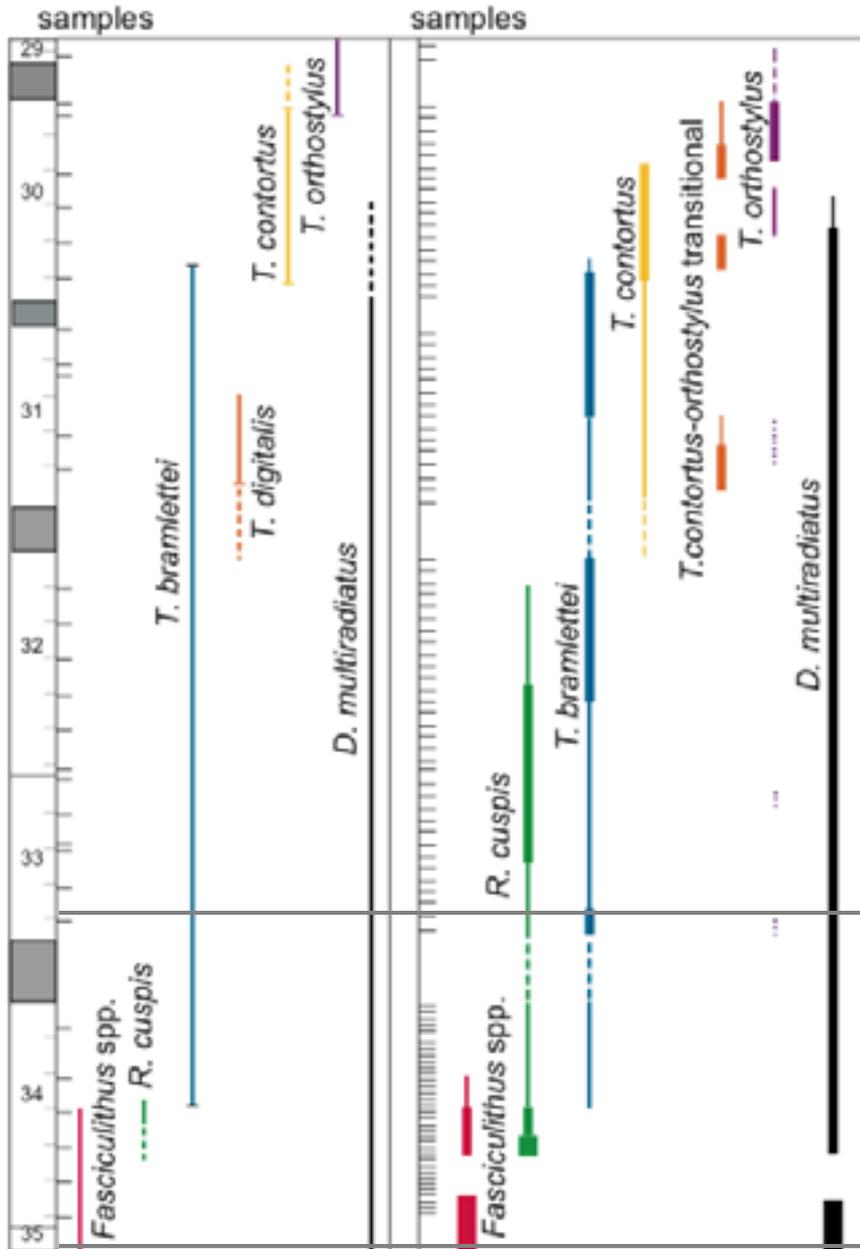
Valutazione quantitativa dell'abbondanza di *D. brouweri*

(Core V28-239, Backman and Shackleton, 1983)

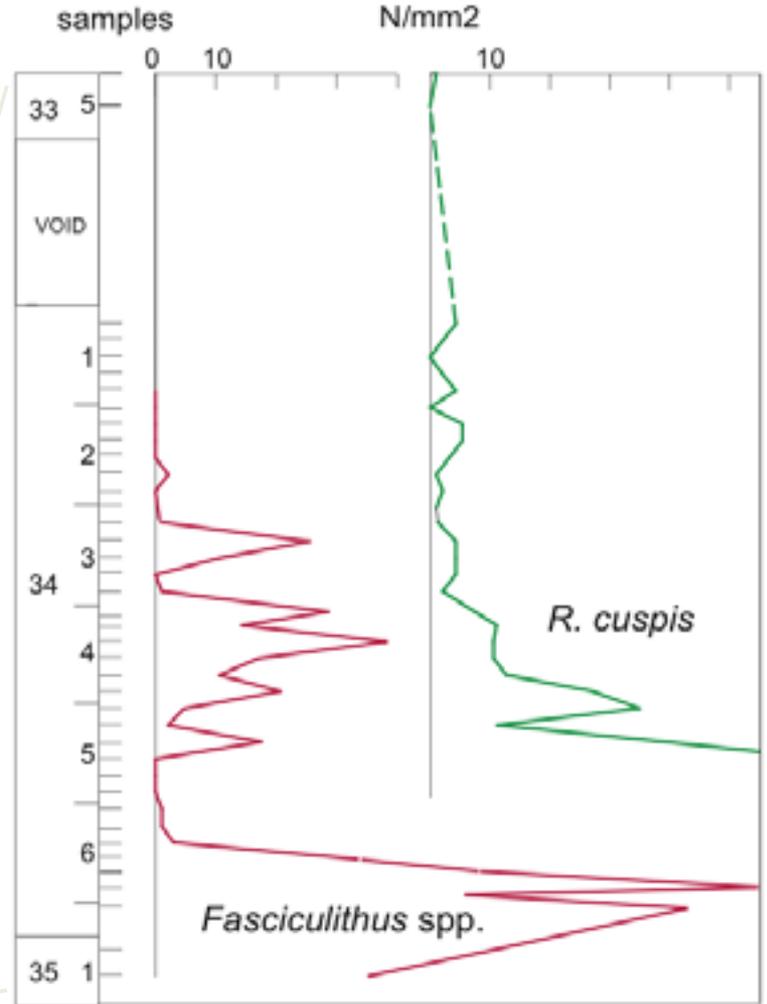


(Aubry et al., 1995)

(Raffi et al., 2005)



DSDP Site 550 – NW Atlantic

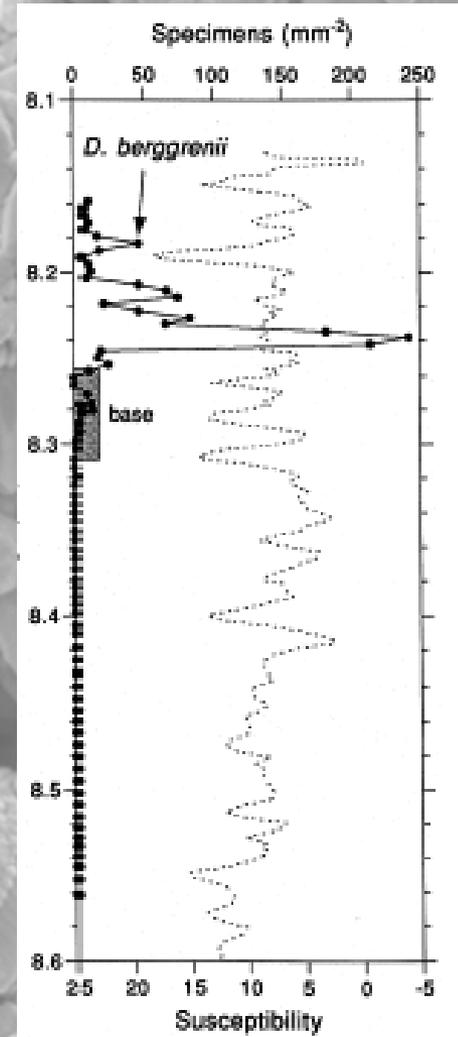
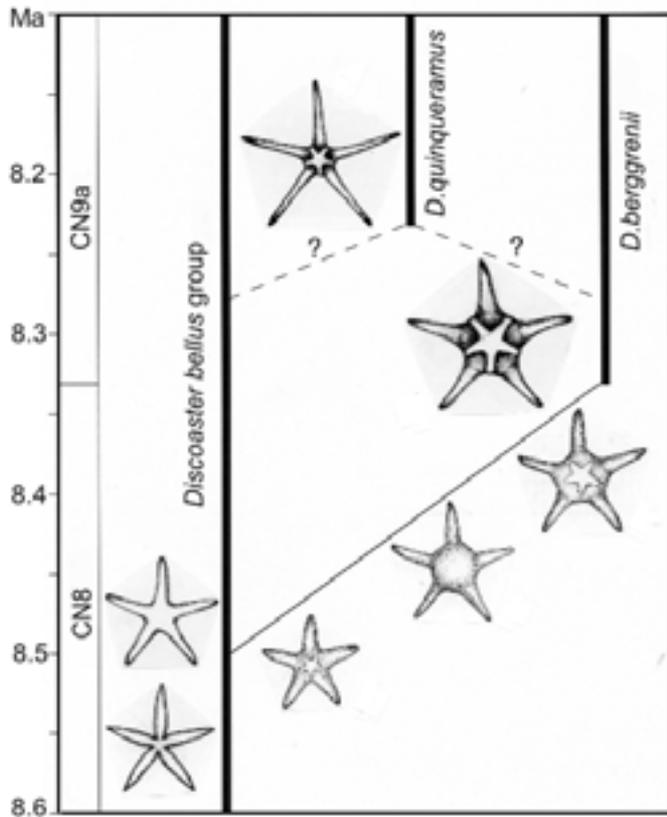


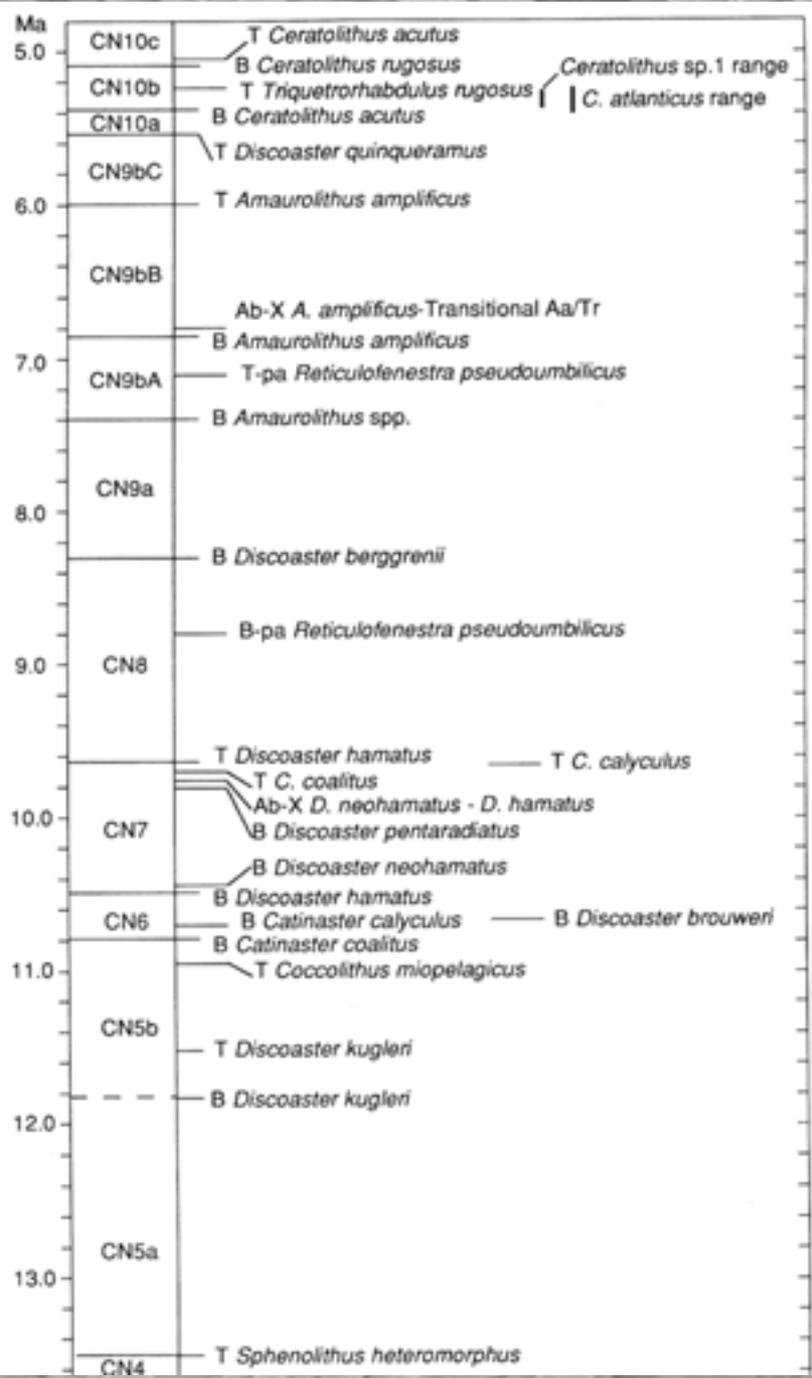
(Raffi et al., 2005)

Trend evolutivi e cronologia astronomica degli eventi evolutivi

ODP Site 926

Discoaster bellus/D.berggrenii lineage





**28 bio-orizzonti a nannofossili
(dal Miocene medio-sup.
al Pliocene basale)**

(from Backman and Raffi, 1997)

BIOCRONOLOGIA

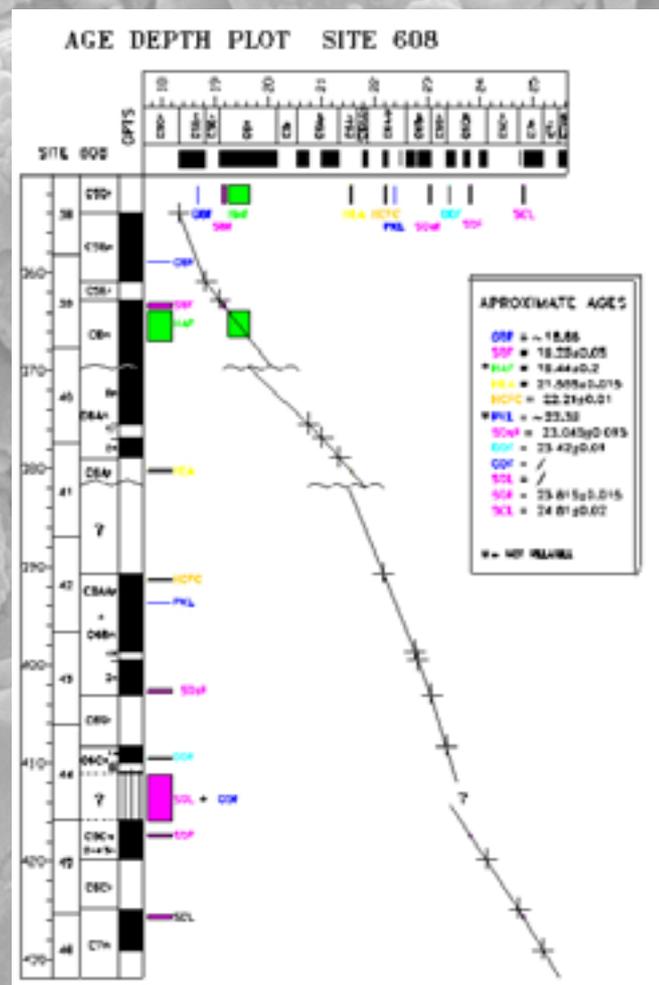
ORGANIZZAZIONE DEL TEMPO GEOLOGICO SECONDO IL PROCESSO IRREVERSIBILE DELL'EVOLUZIONE.
IN BIOCRONOLOGIA SI CERCA DI ESTRAPOLARE DAI DATI BIOSTRATIGRAFICI GLI EVENTI CHE CONSENTONO PIÙ CORRELAZIONI POSSIBILI

MAGNETO- E ASTRO-BIOCRONOLOGIA

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

Fino ai primi anni '90, le scale standard del tempo geologico erano costruite sulla base dell'età radiometrica di pochi punti tarati sui profili delle anomalie magnetiche dei fondi oceanici

Le biozonazioni ed i limiti cronostratigrafici venivano così vincolati alla GPTS (*Global Polarity Time Scale*) attraverso calibrazioni di tipo magneto-biostratigrafico





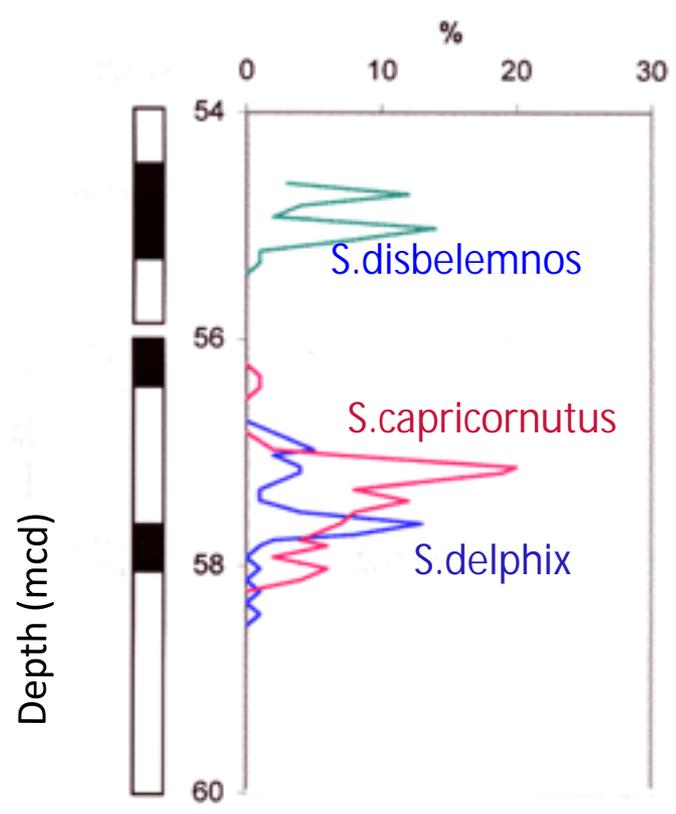
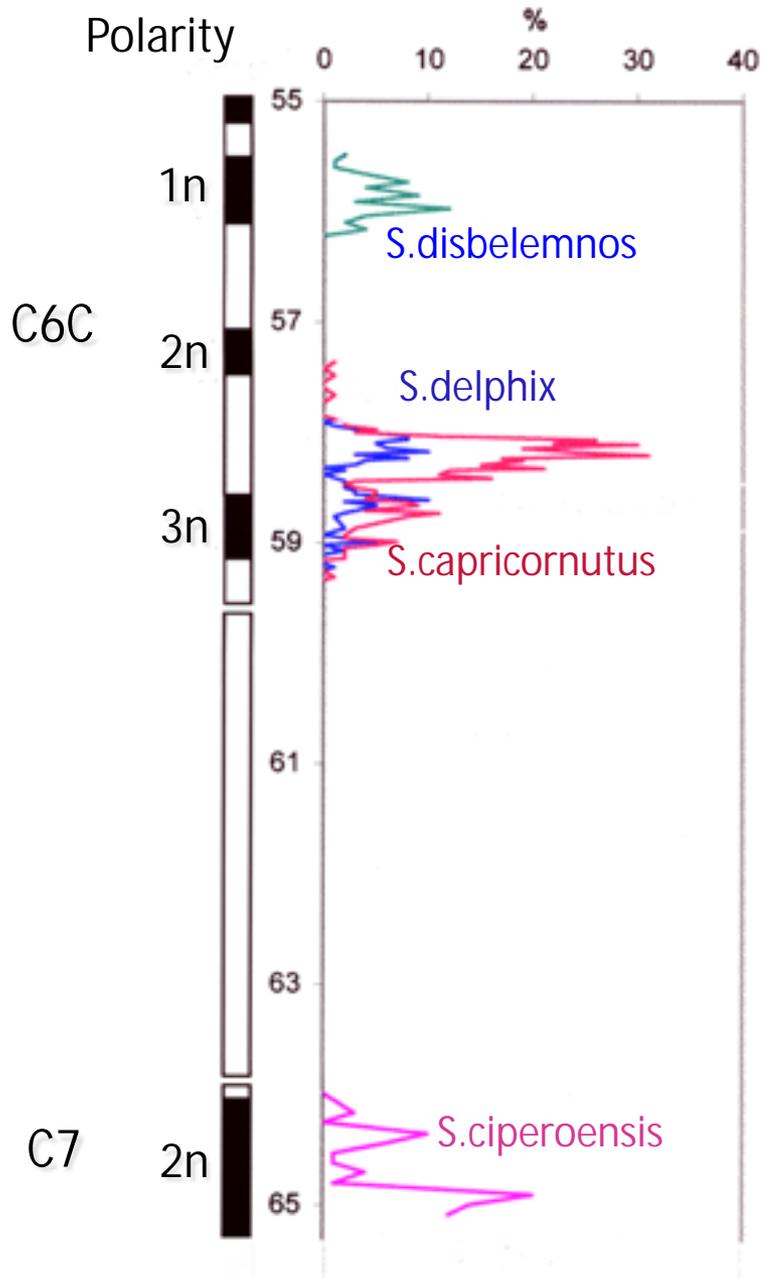
Nel Cenozoico, la biocronologia a nannofossili calcarei ha fornito le basi per la costruzione della **SCALA CRONOLOGICA su BASE ASTRONOMICA**



I Nannofossili sono stati utilizzati per fornire dati cronologici preliminari nell'elaborazione dell'*astronomical tuning* di successioni stratigrafiche cicliche

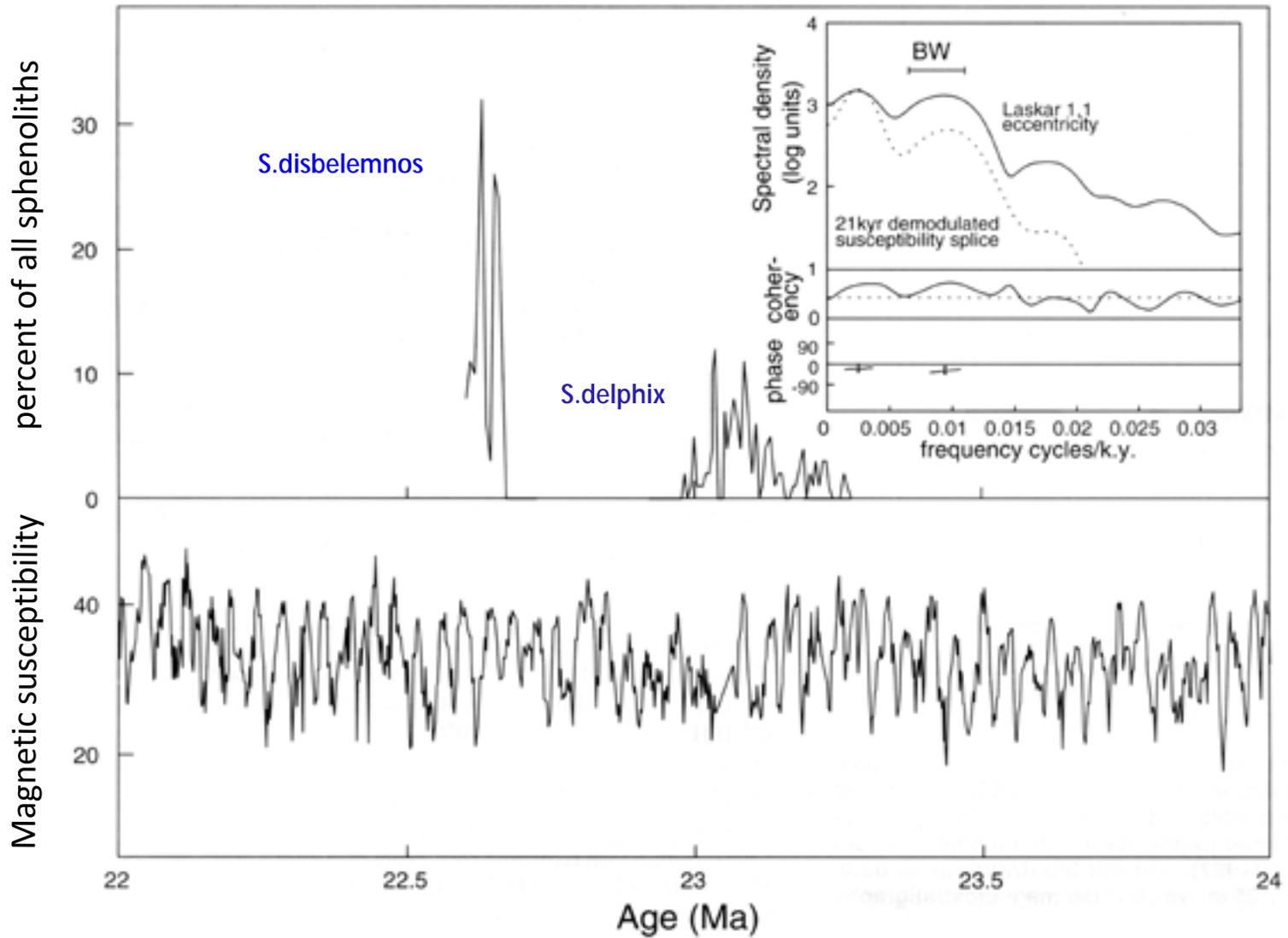
DSDP 522

DSDP 522A



(from Raffi, 1999)

ODP 929 (Ceara Rise) - O/M transition



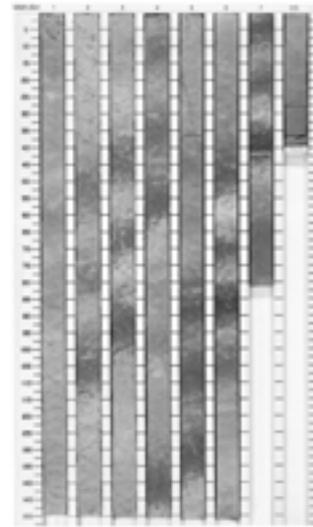
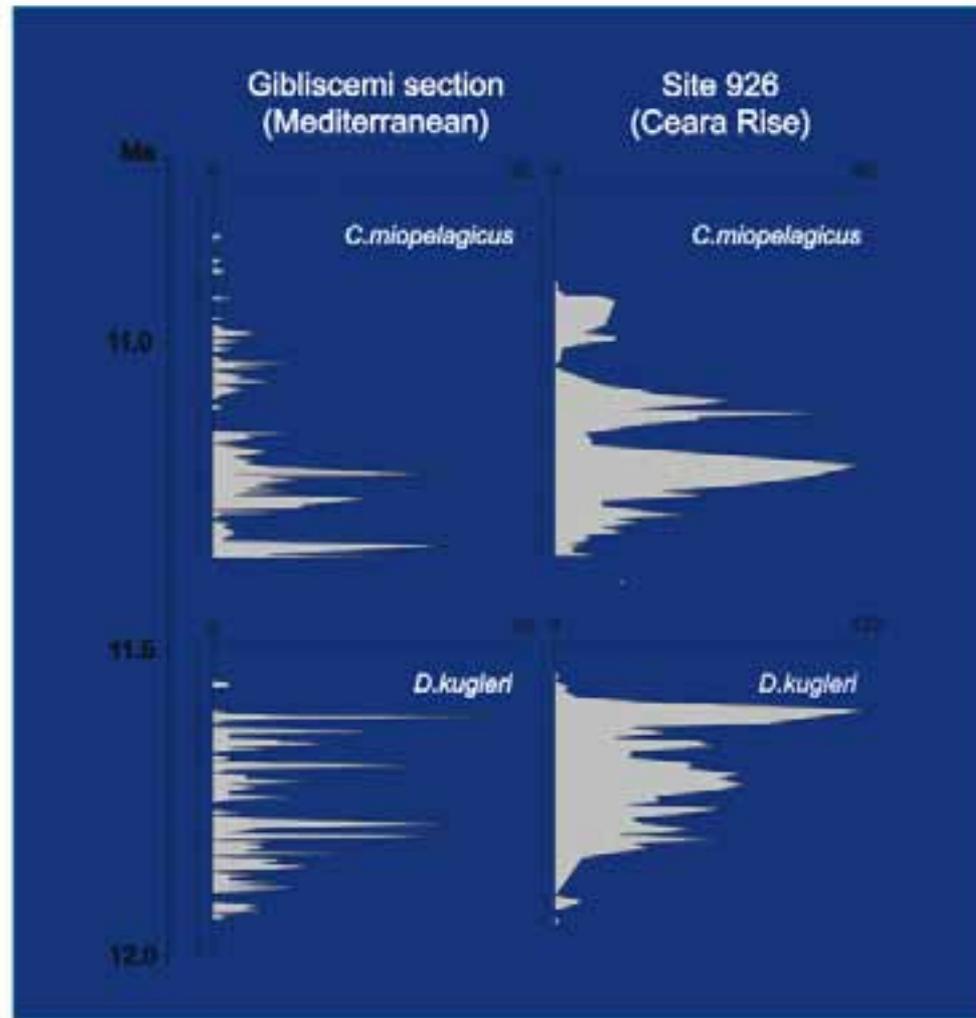
From Shackleton et al., 2000

Confronto tra due Scale-tempo astronomiche costruite indipendentemente

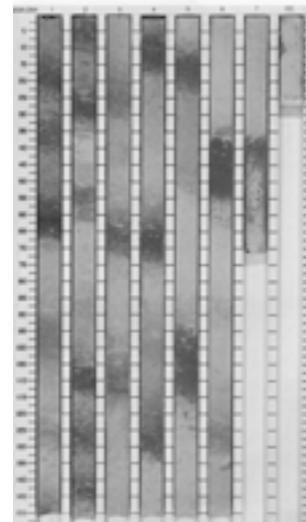
ODP 926A

Core 25H

Giblisce mi section



Core 26H



Biostratigrafia e Biocronologia negli ultimi 23 m.y.

Olocene-Pleistocene (0 - ~ 2 Ma):

10 bio-orizzonti affidabili = risoluzione media ~0.2 m.y.

Pliocene (~ 2 - 5.3 Ma):

11 bio-orizzonti affidabili = risoluzione media ~0.3 m.y.

Miocene Superiore (~ 5 - 11 Ma):

19 bio-orizzonti affidabili = risoluzione media ~0.3 m.y.

Miocene Medio (~ 11- 17 Ma):

11 bio-orizzonti affidabili = risoluzione media ~0.45 m.y.

Miocene Inferiore (~ 17 - 23 Ma):

10 bio-orizzonti affidabili = risoluzione media ~0.6 m.y.

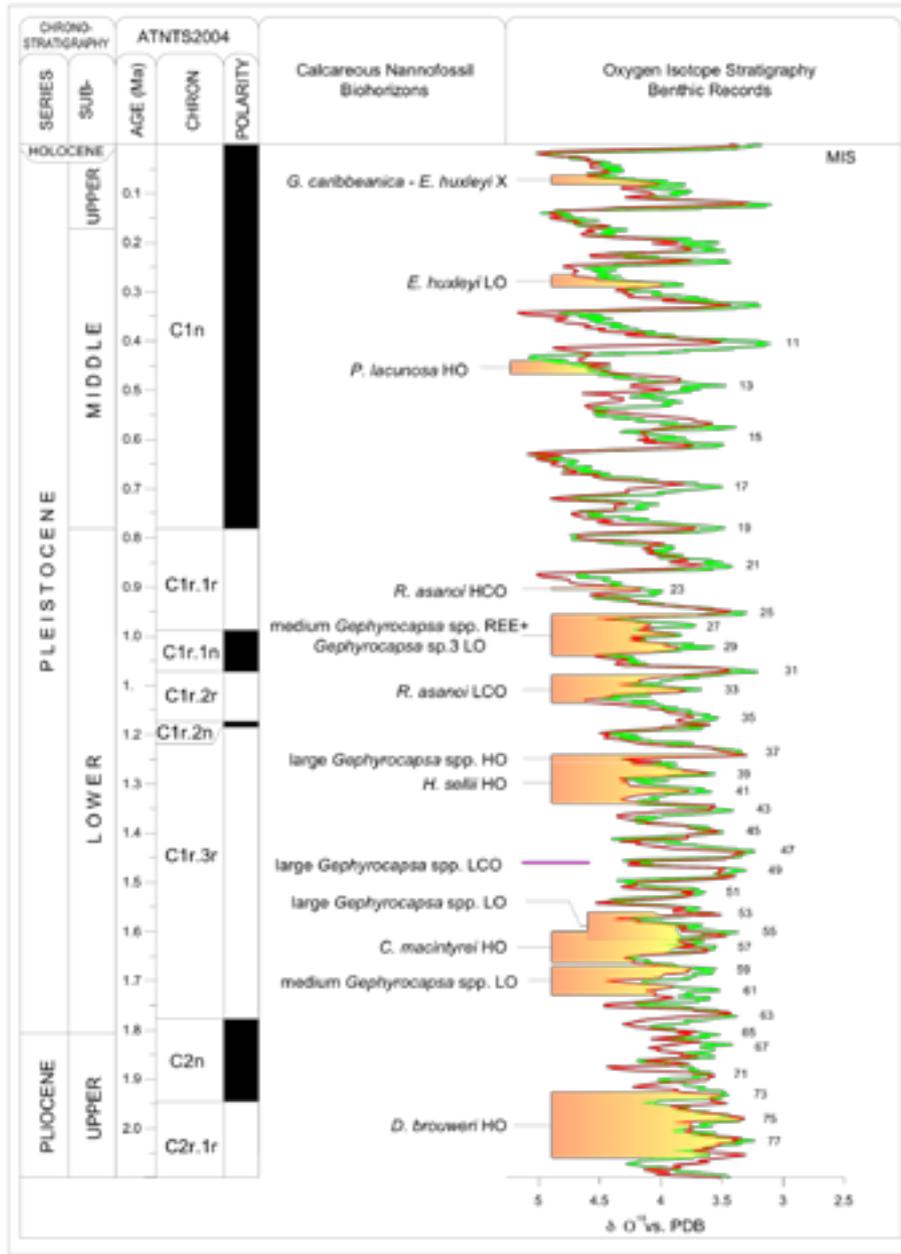


FIGURE 2

ASTROBIOCRONOLOGIA dei Nannofossili calcarei PLEISTOCENE –PLIOCENE sup

A review of calcareous nannofossil astrobiochronology encompassing the past 25 million years (JQSR, Raffi et al., 2006)

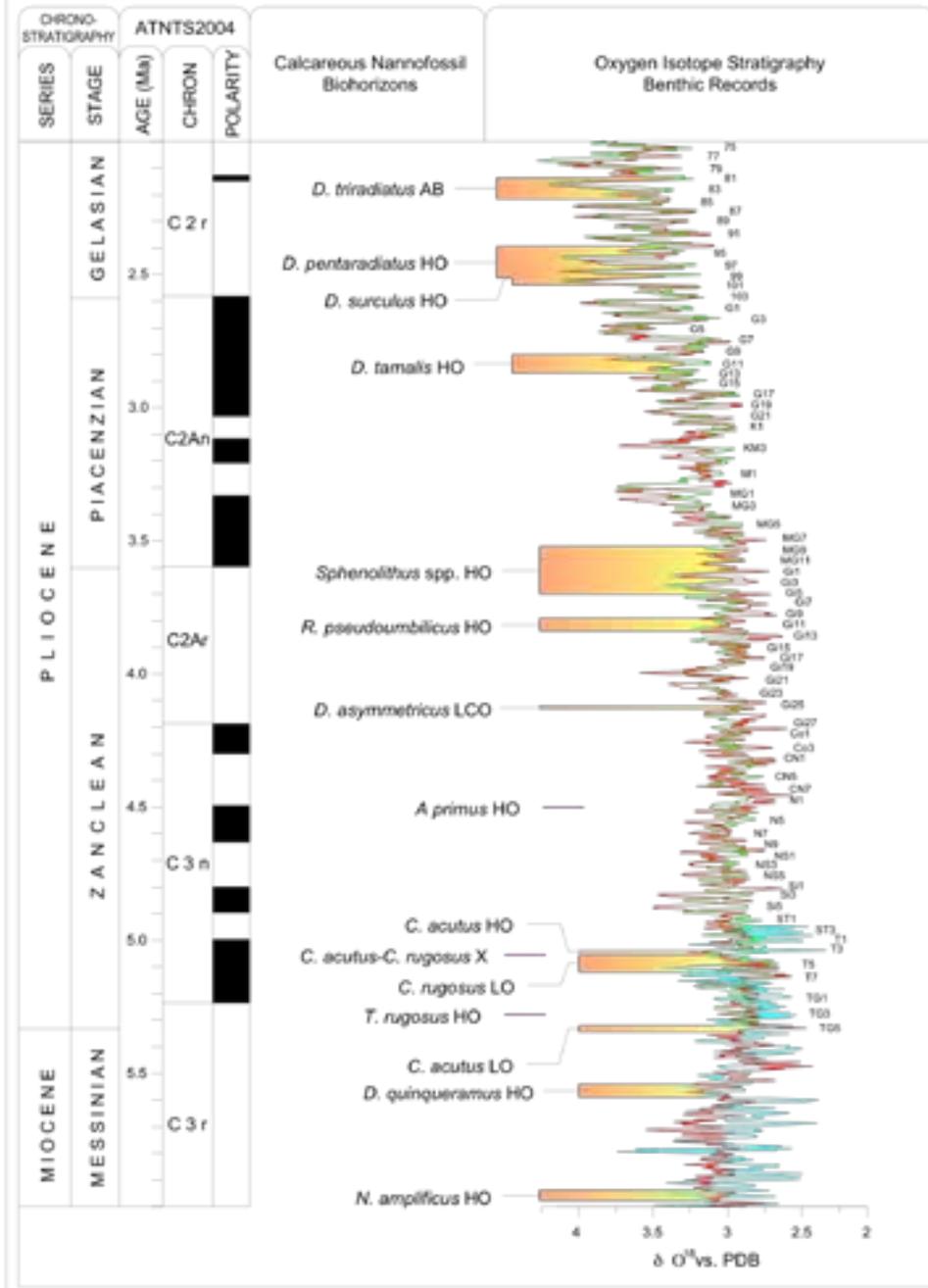
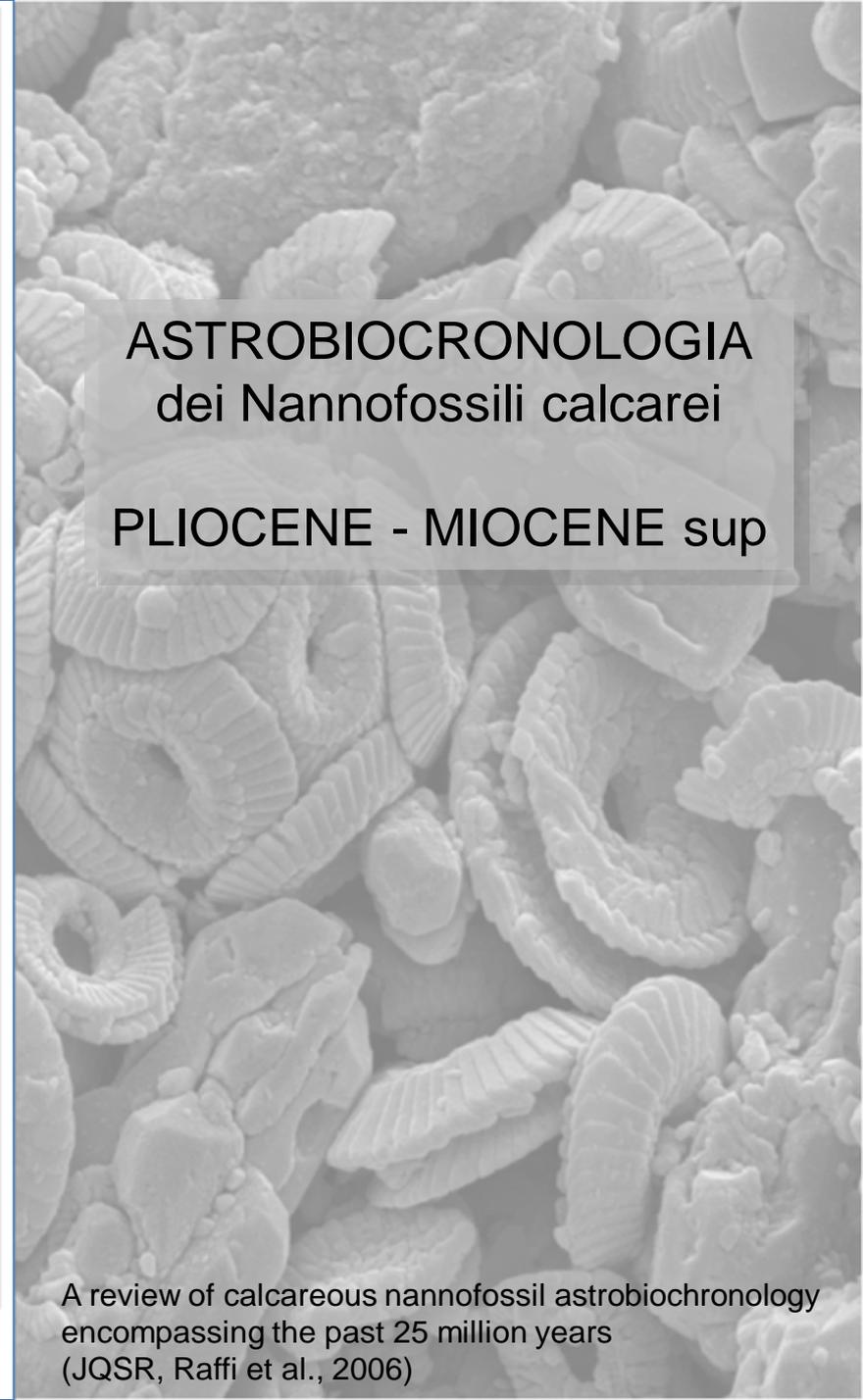
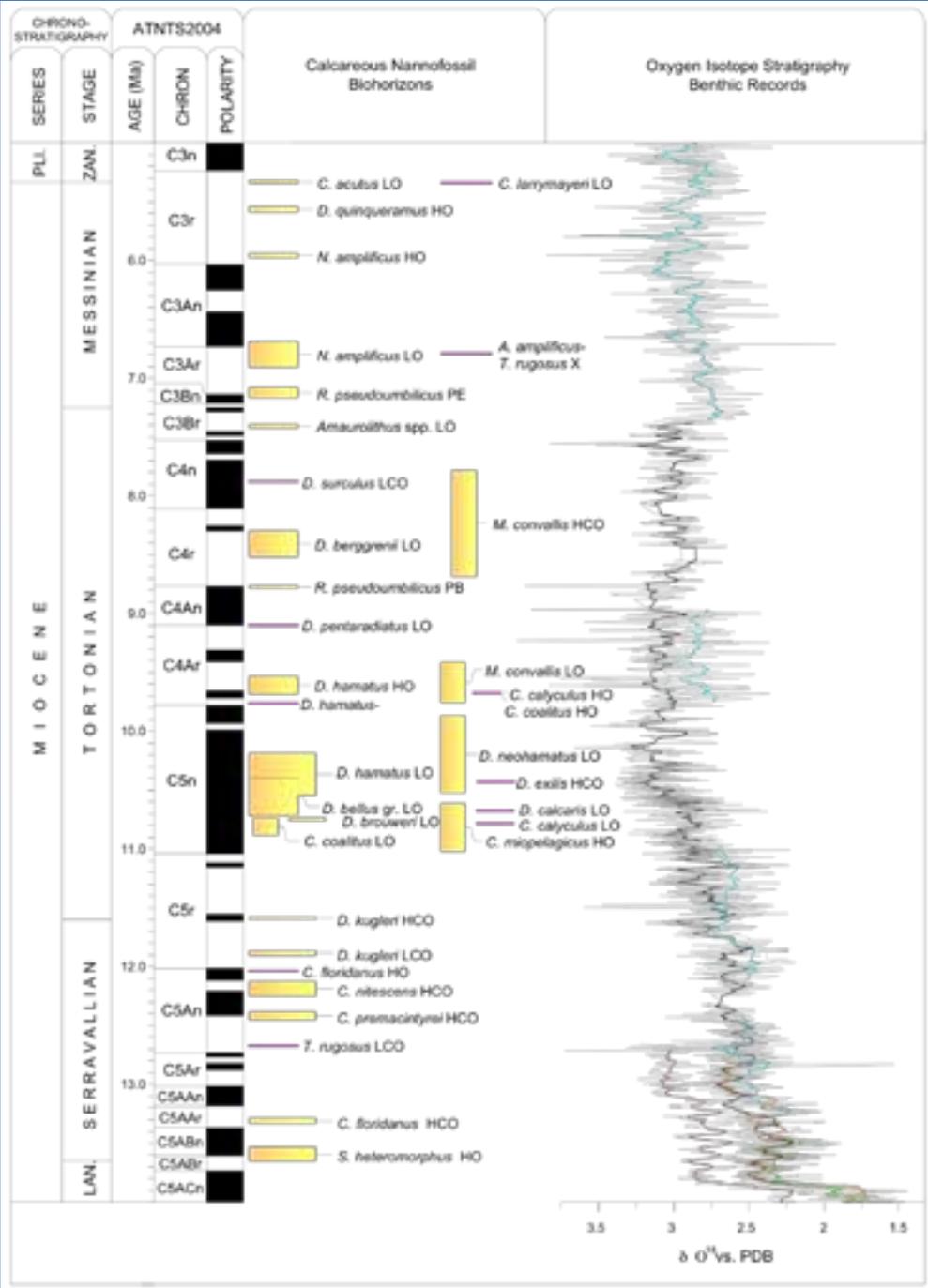


FIGURE 3



ASTROBIOCRONOLOGIA
dei Nannofossili calcarei
PLIOCENE - MIOCENE sup

A review of calcareous nannofossil astrobiochronology encompassing the past 25 million years (JQSR, Raffi et al., 2006)



ASTROBIOCRONOLOGIA
dei Nannofossili calcarei
MIOCENE superiore- medio

A review of calcareous nannofossil astrobiochronology encompassing the past 25 million years (JQSR, Raffi et al., 2006)

FIGURE 4

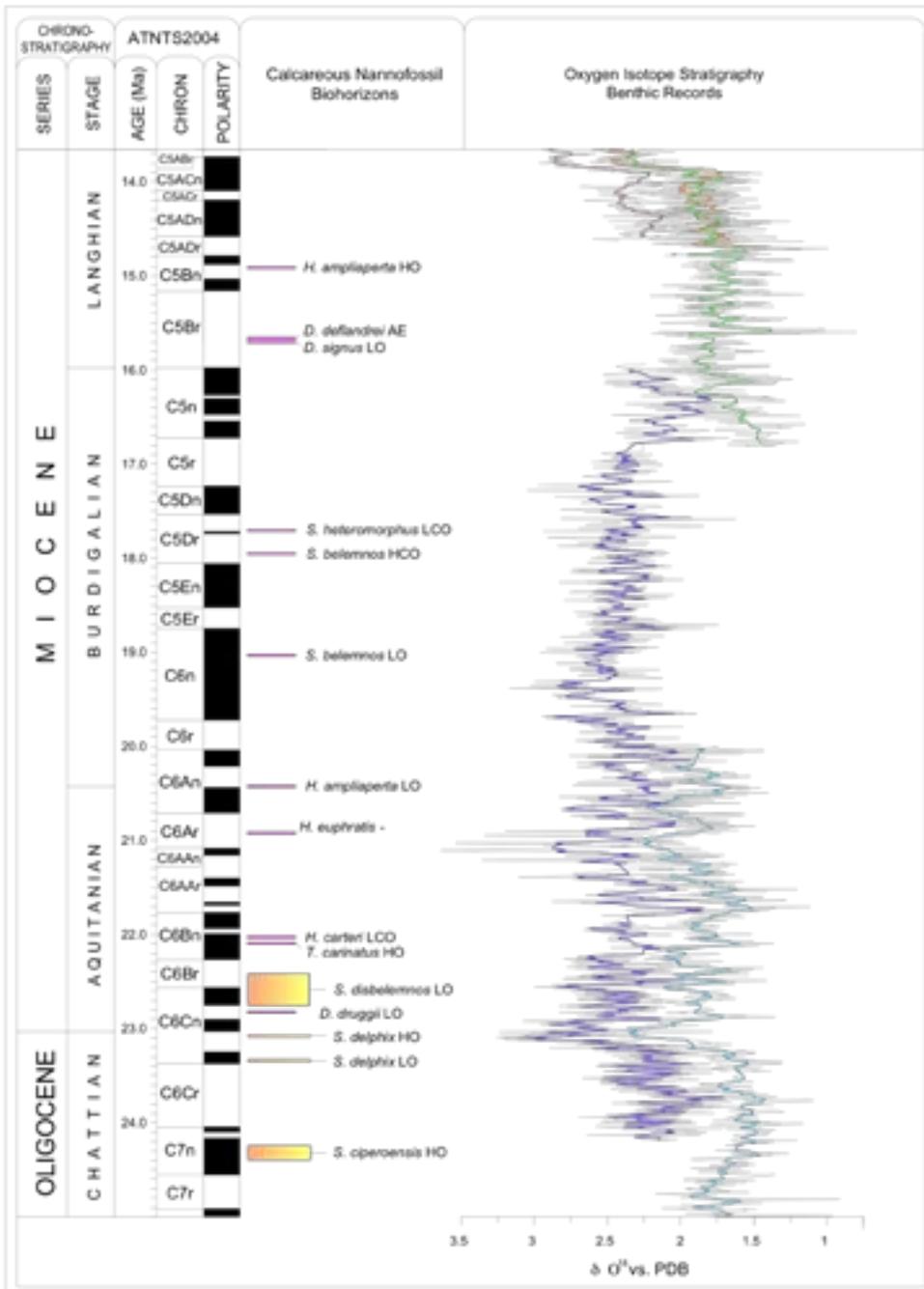
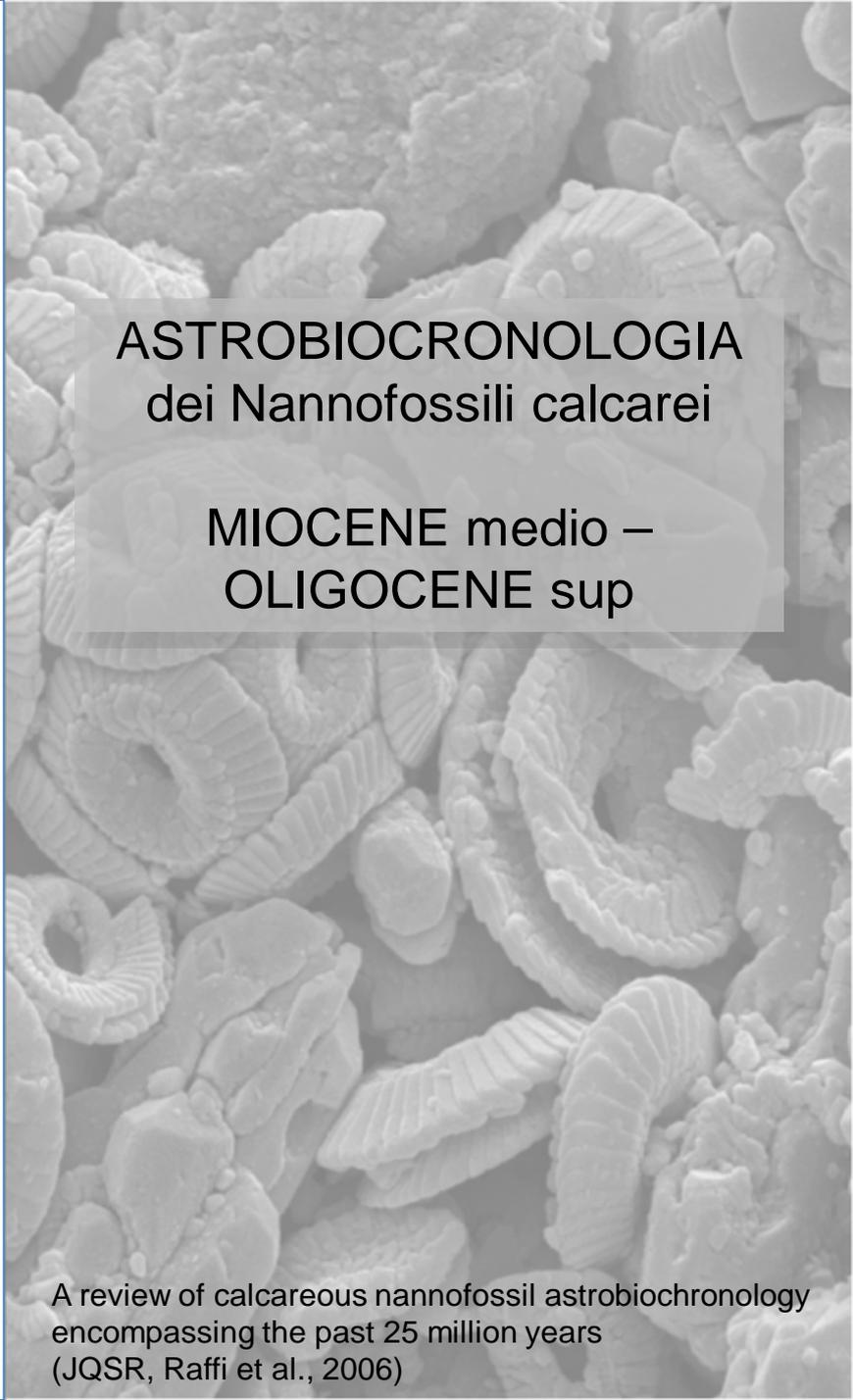


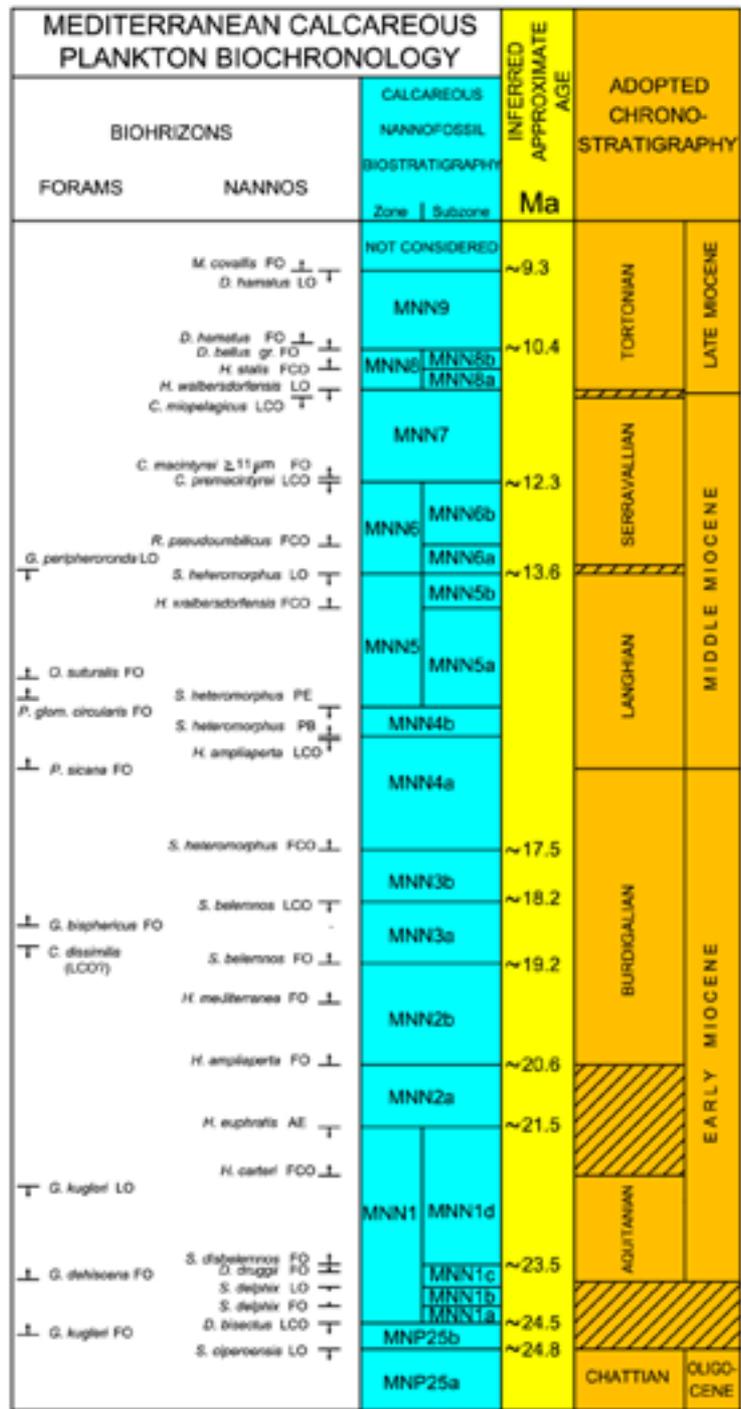
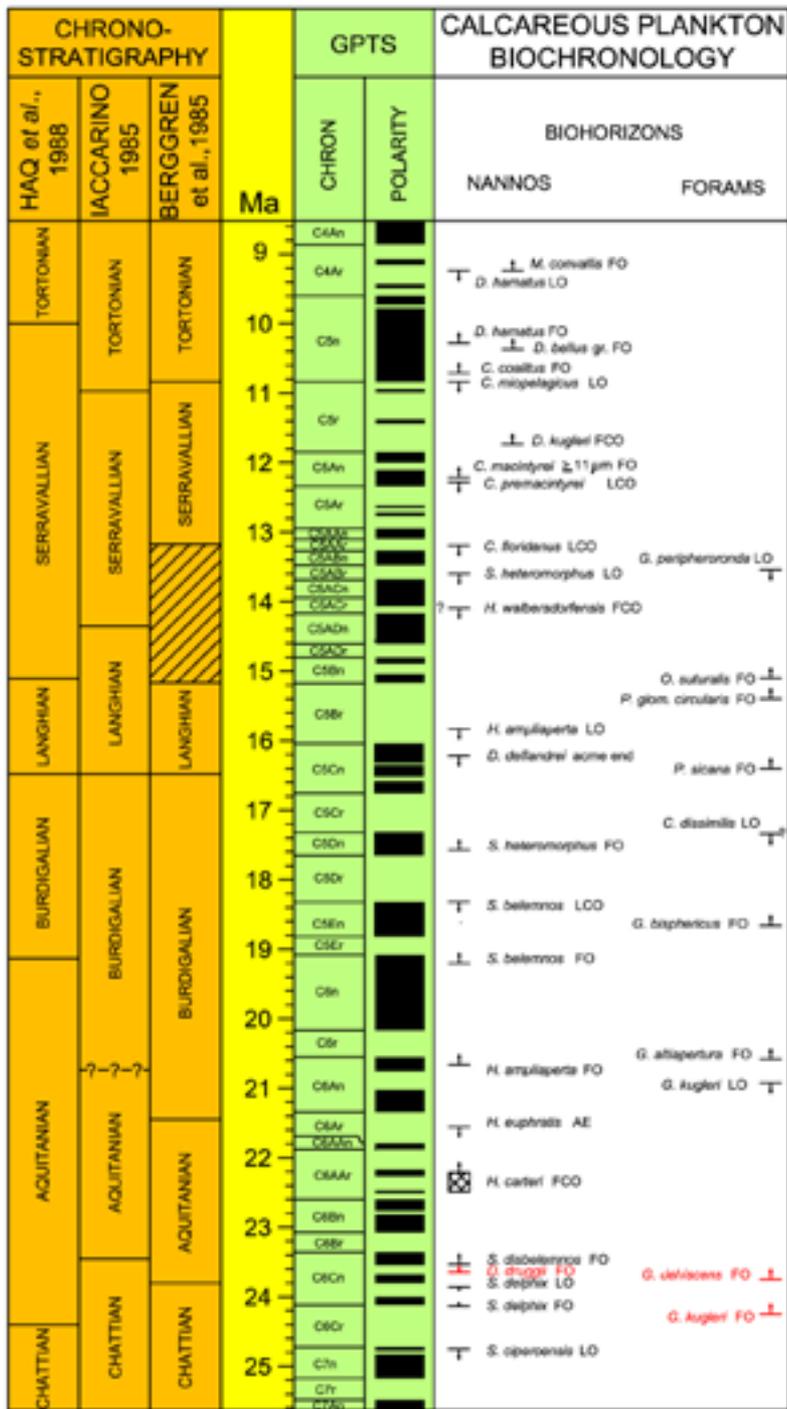
FIGURE 5



ASTROBIOCRONOLOGIA dei Nannofossili calcarei

MIOCENE medio –
OLIGOCENE sup

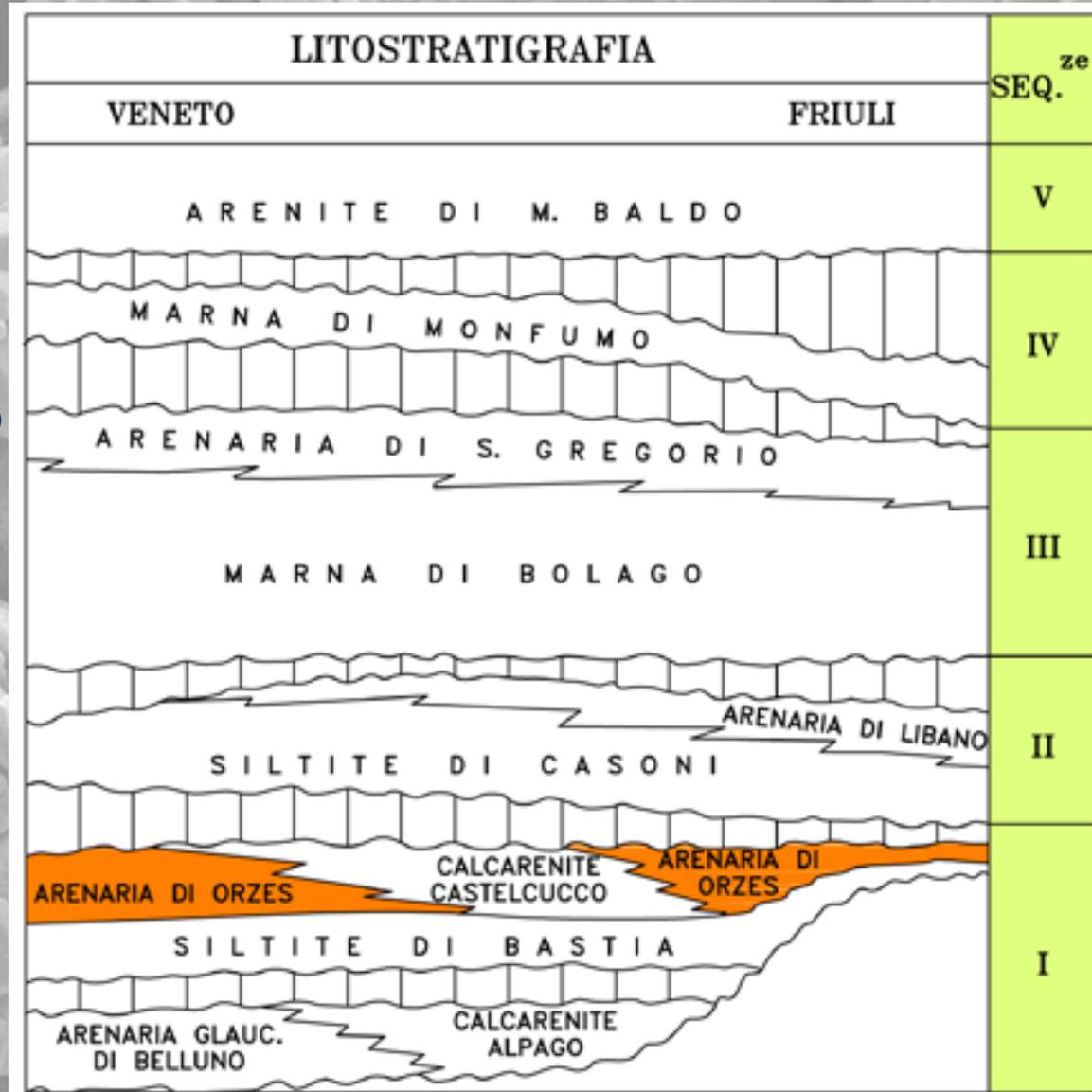
A review of calcareous nannofossil astrobiochronology encompassing the past 25 million years (JQSR, Raffi et al., 2006)



Utilità della biostratigrafia

1) permette di datare in modo relativo i corpi rocciosi

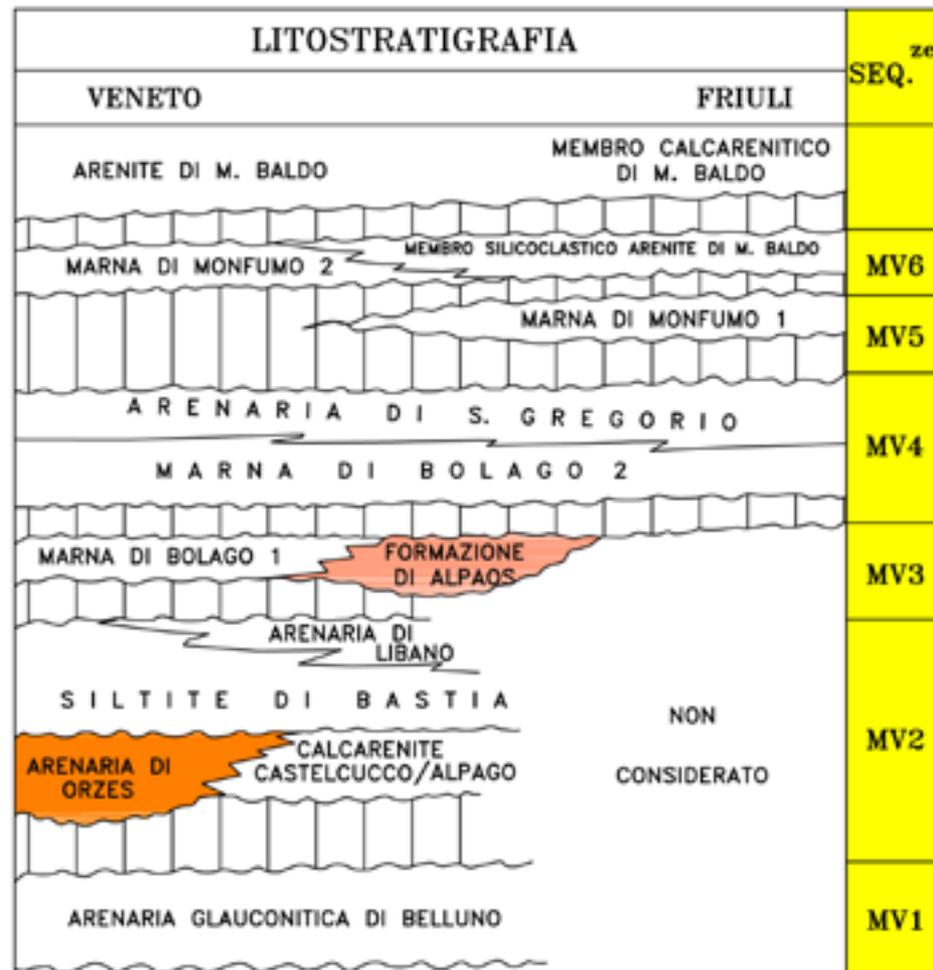
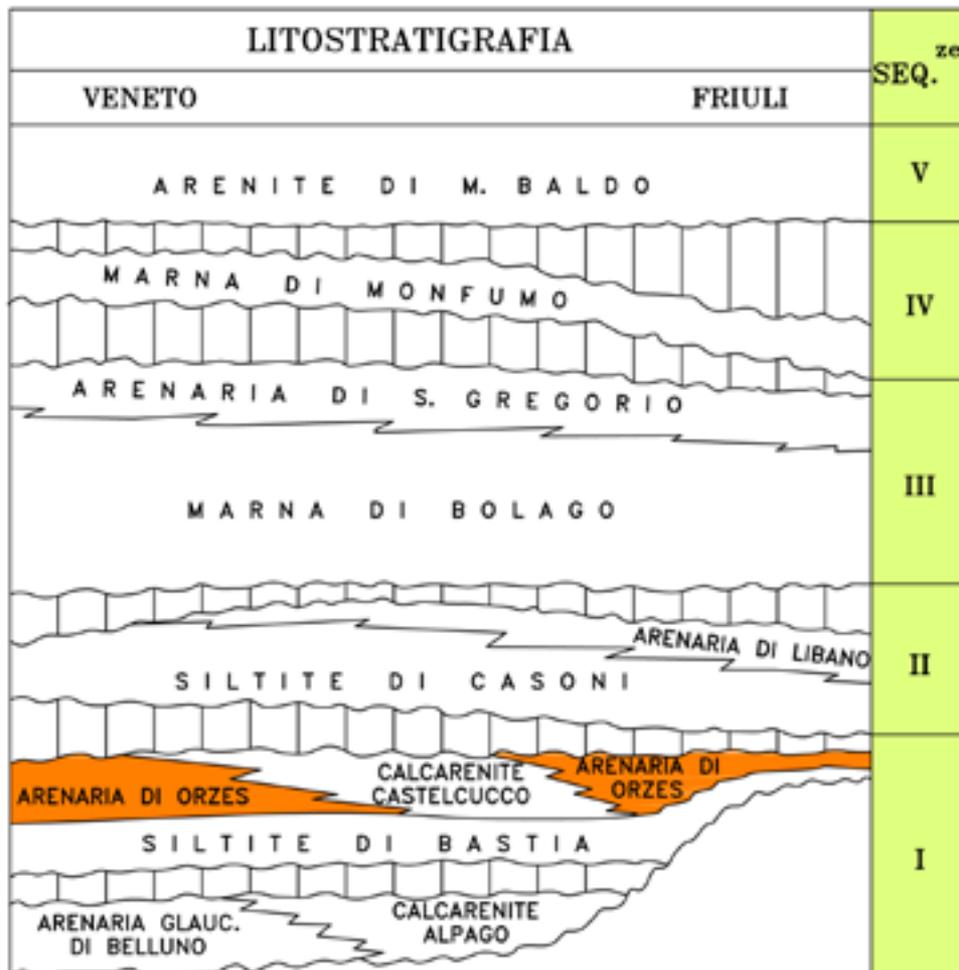
2) di stabilire correlazioni e aiutare i geologi a capire e quantificare i processi geologici e sedimentologici



Utilità della biostratigrafia

ad esempio, i 2 corpi arenacei (entrambi chiamati “Orzes Sandstone”) nella sinclinale di Belluno e nella sinclinale dell’Alpago non hanno la stessa età. Quindi possono essere ascritti a 2 differenti sequenze deposizionali

La successione stratigrafica della “Molassa Veneta”



Risulta perciò necessario introdurre un nuovo termine litostratigrafico (la Formazione di Alpaos) nell'area di Alpaos che include le “ex” Orzes sandstone ed “ex” Casoni siltstone

Utilità della biostratigrafia di dettaglio associata a una cronologia

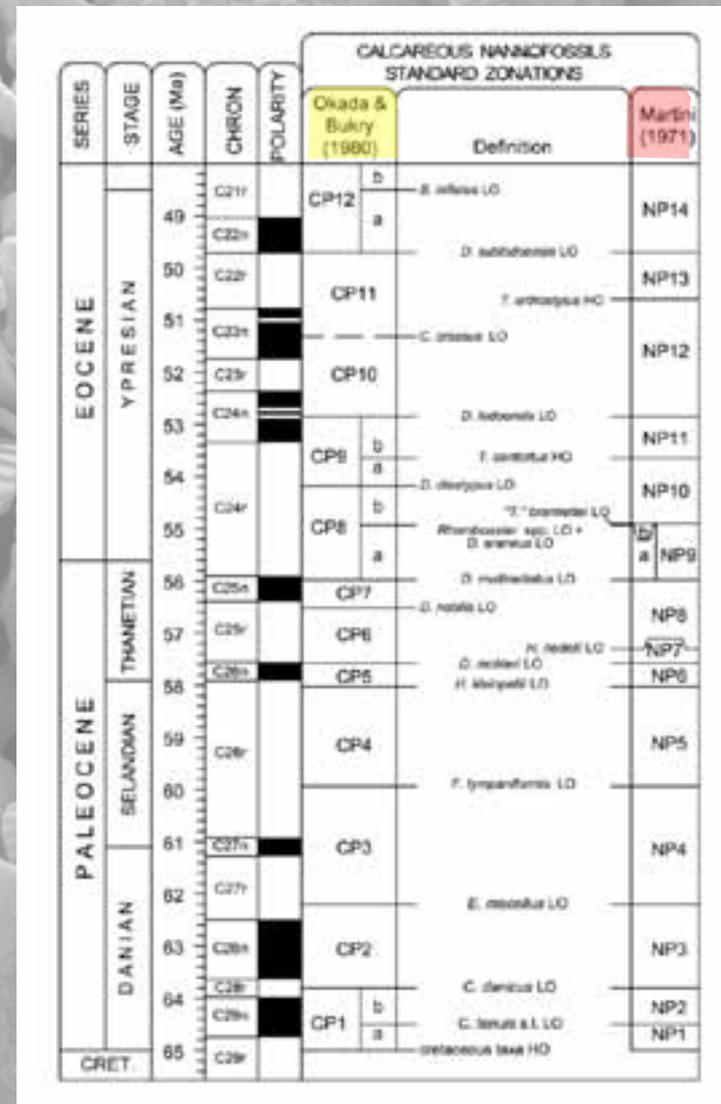
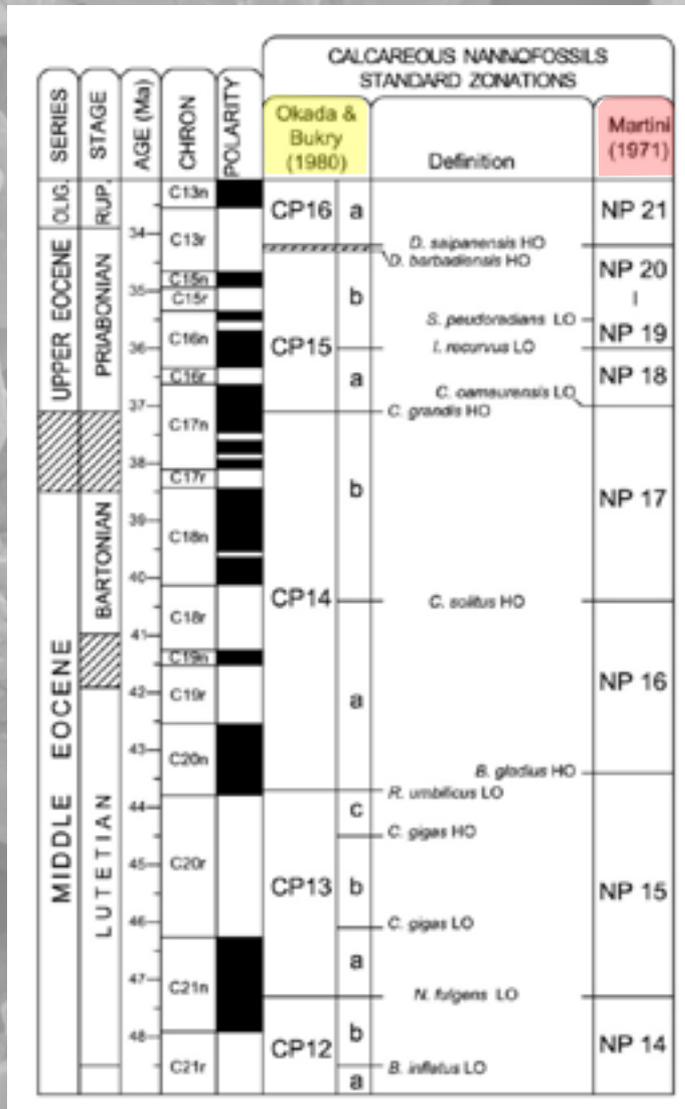
ü valutare l'applicabilità delle Zonazioni "standard" in aree diverse, per es. valutando la riproducibilità dei bio-orizzonti usati nelle definizioni delle Zone

ü aumentare la risoluzione temporale mettendo in evidenza nuovi bio-orizzonti

ü calibrare i bio-orizzonti (alla Geomagnetic Polarity Time Scale – GPTS – e alla Astronomical Time Scale - ATS), sviluppando così uno schema biocronologico di riferimento

ü stabilire schemi biostratigrafici regionali di facile applicabilità negli studi geologici, soprattutto in quelli legati alla cartografia geologica

PALEOGENE: Le ZONAZIONI "STANDARD"



Ø BASSA risoluzione temporale (media): ca. 1.6 Myr (Martini) - ca. 1.3 Myr (Okada & Bukry)

Ø Forte controllo biogeografico (a partire dall'Eocene medio)

PROGETTO A LUNGO TERMINE per il CENOZOICO

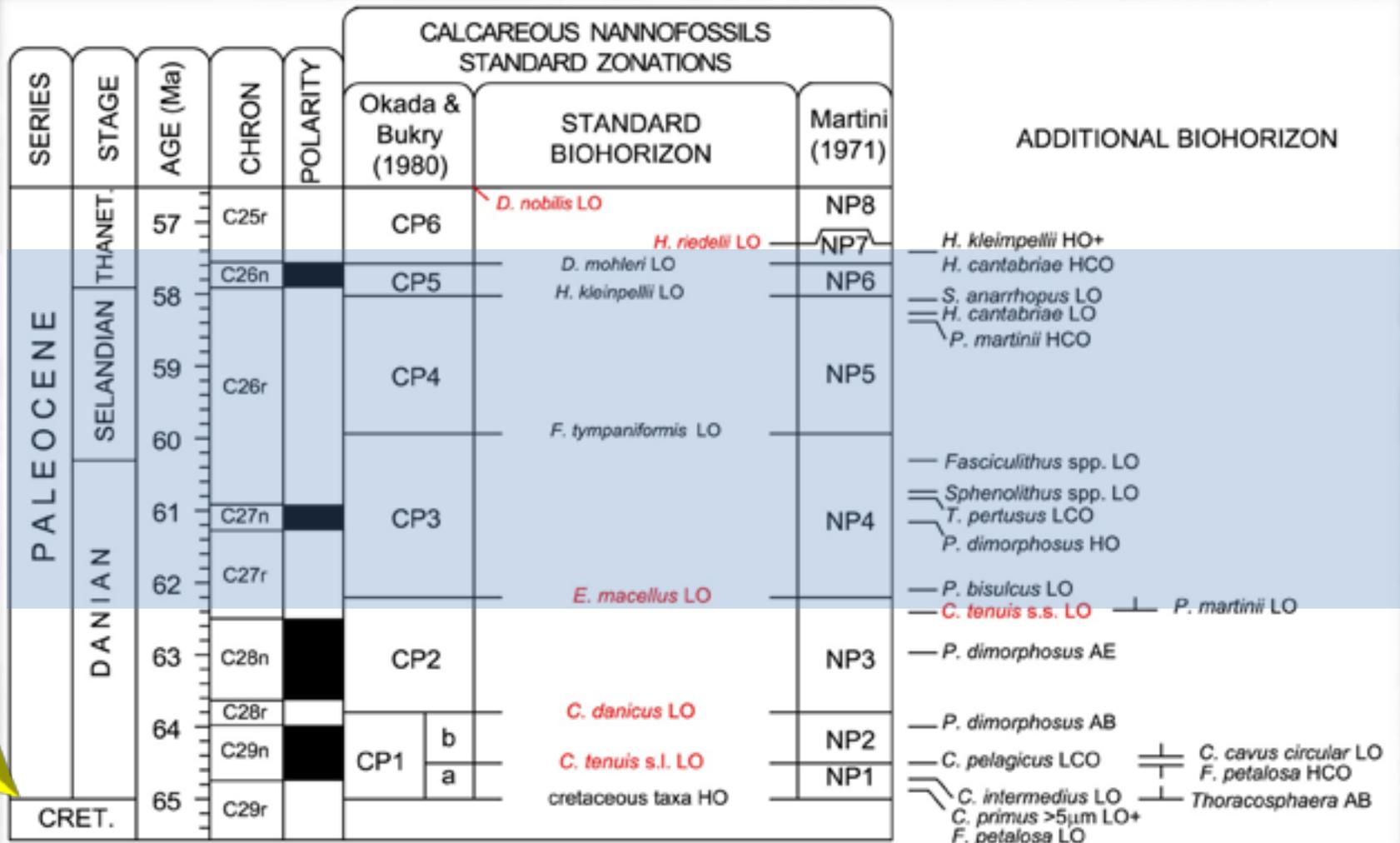
ù valutare l'applicabilità delle Zonazioni "standard" nell'area Mediterranea, per es. valutando la riproducibilità dei bio-orizzonti usati nelle definizioni delle Zone

ù aumentare la risoluzione temporale mettendo in evidenza nuovi bio-orizzonti

ù calibrare i bio-orizzonti (alla Geomagnetic Polarity Time Scale – GPTS – e alla Astronomical Time Scale - ATS), sviluppando così uno schema biocronologico di riferimento

ù stabilire uno schema biostratigrafico regionale per il Mediterraneo di facile applicabilità nella pratica, per esempio, e soprattutto negli studi geologici legati alla cartografia geologica

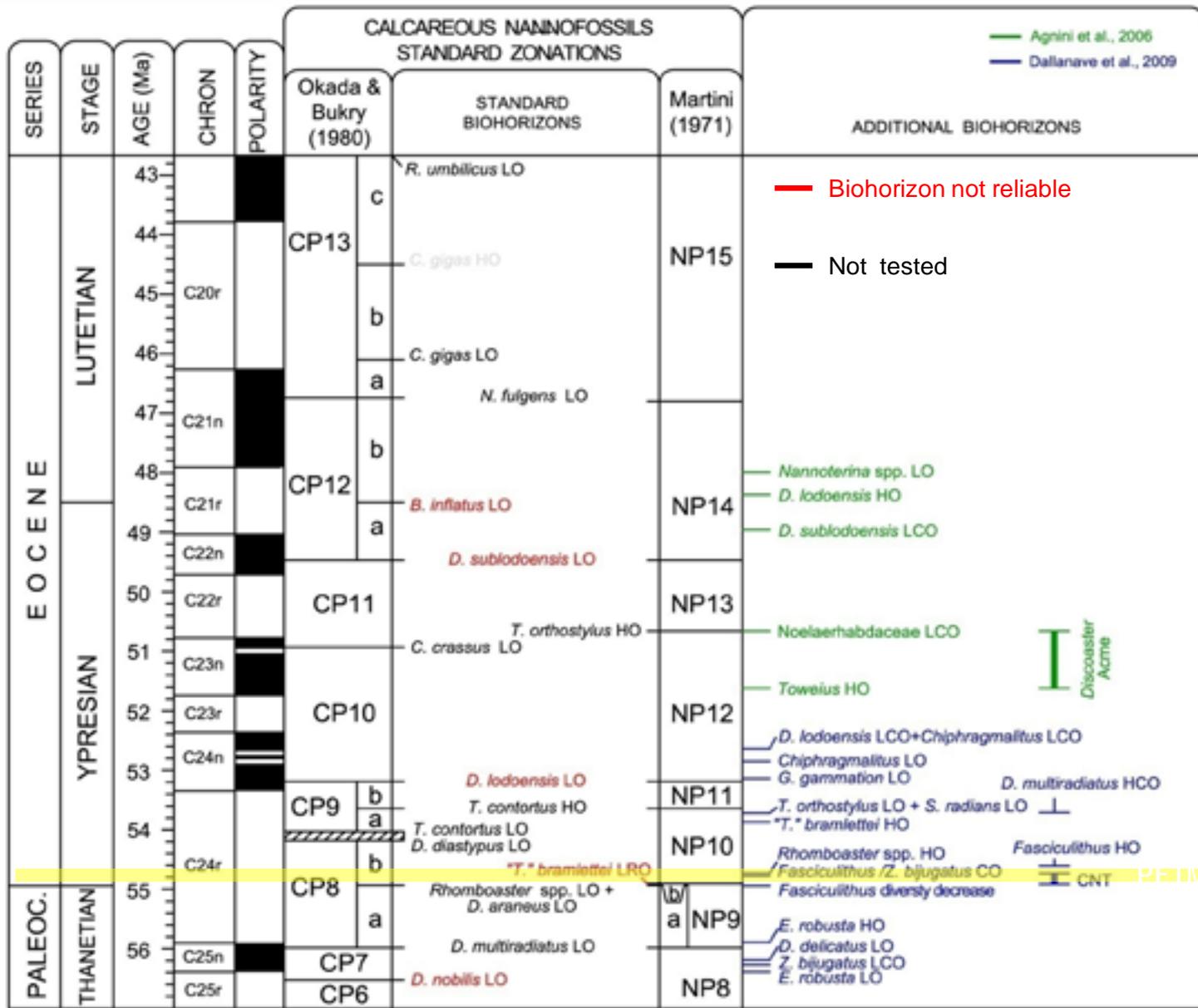
Ca. 65 Ma - Ca.56.5 Ma



KIT

Potentially the useful biohorizons of this interval could provide an average time resolution of **ca. 500 kyr**.

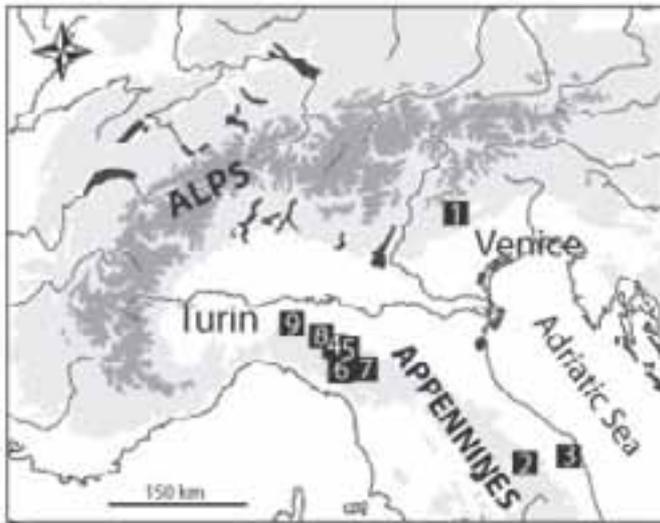
Ca. 56.5 Ma - Ca.46 Ma



Standard zonation provide an average time resolution of ca. **1.0-1.1 Myr** over the 10.5 Myr interval investigated

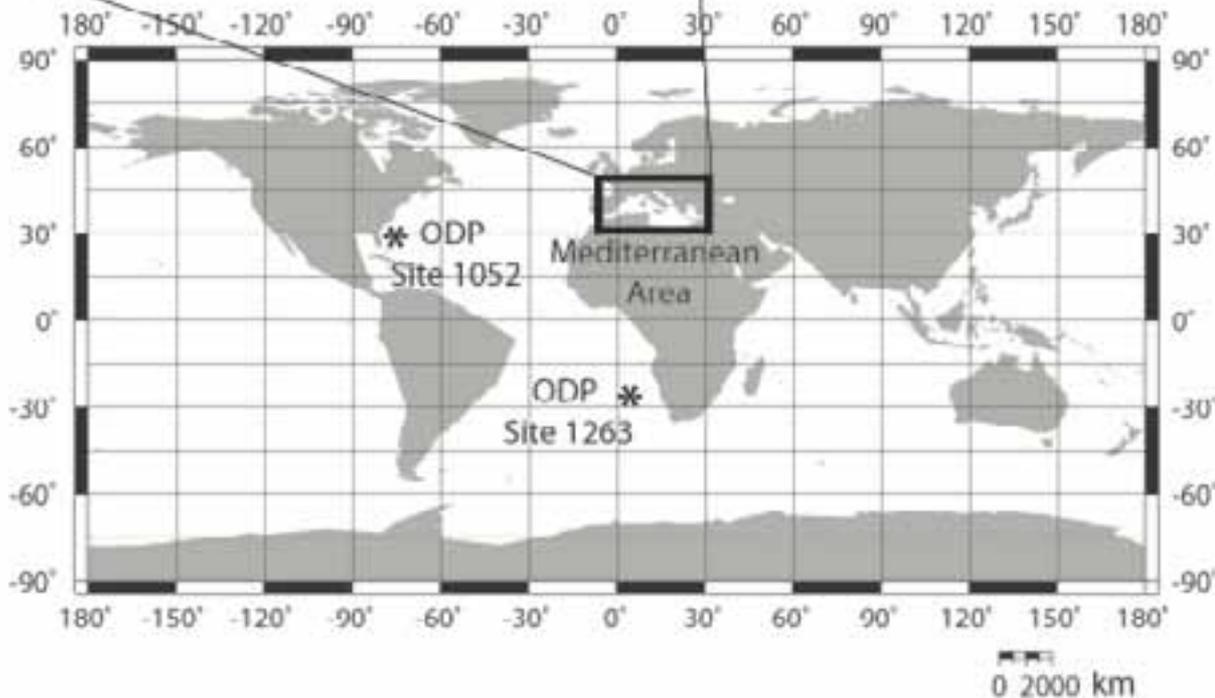
Potentially the useful biohorizons of this interval could provide an average time resolution of **ca. 430 kyr.**

LATE MIDDLE EOCENE to LATE EOCENE



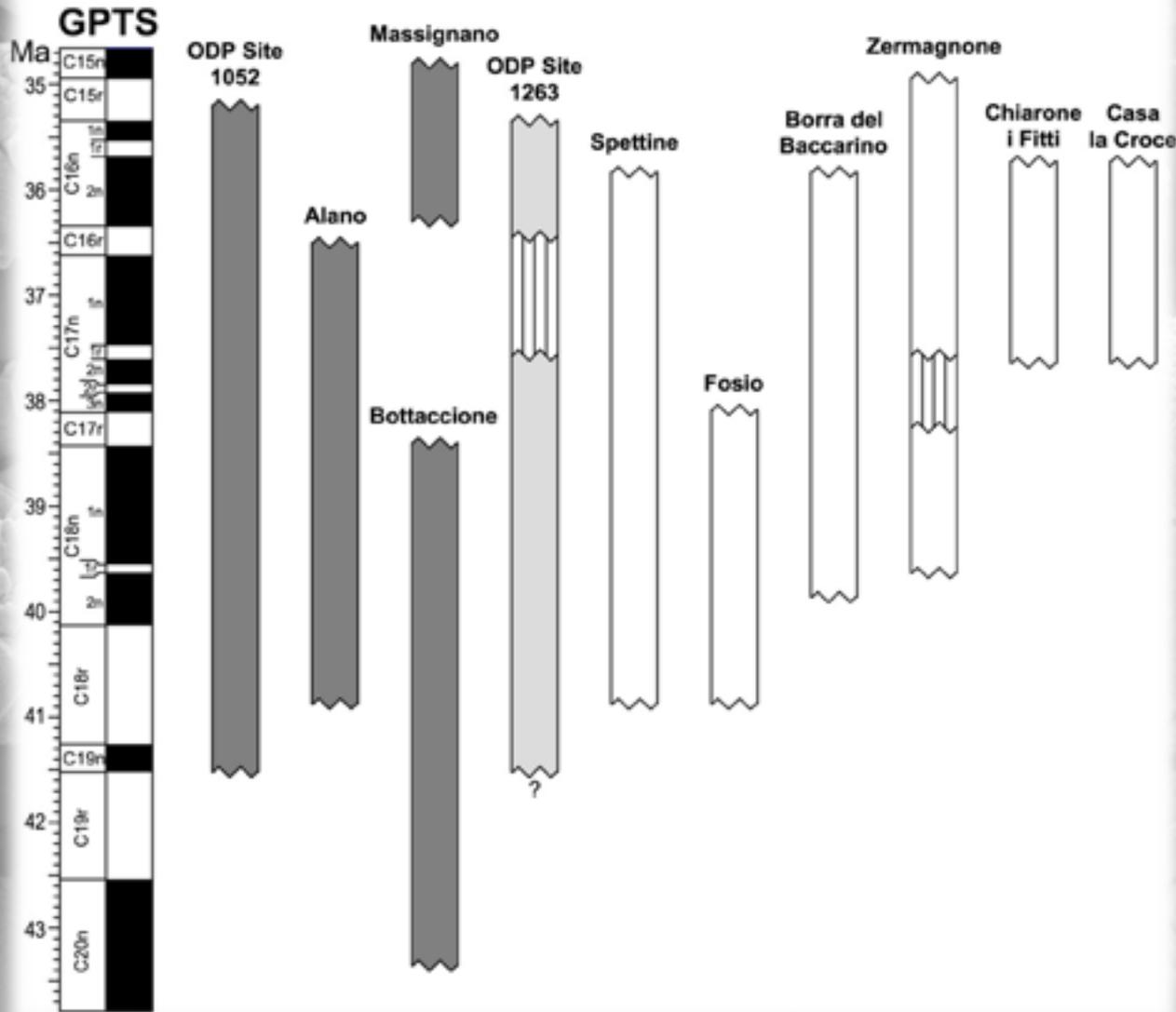
Sections of the Mediterranean area:

- 1- Alano section
- 2- Bottacione section
- 3- Massignano section
- 4- Spettine section
- 5- Fosio section
- 6- Borra del Baccharino section
- 7- Zermagnone section
- 8- Chiarone i Fitti section
- 9- Casa la Croce section



Location map showing the position of the oceanic and Mediterranean considered sections

LATE MIDDLE EOCENE to LATE EOCENE



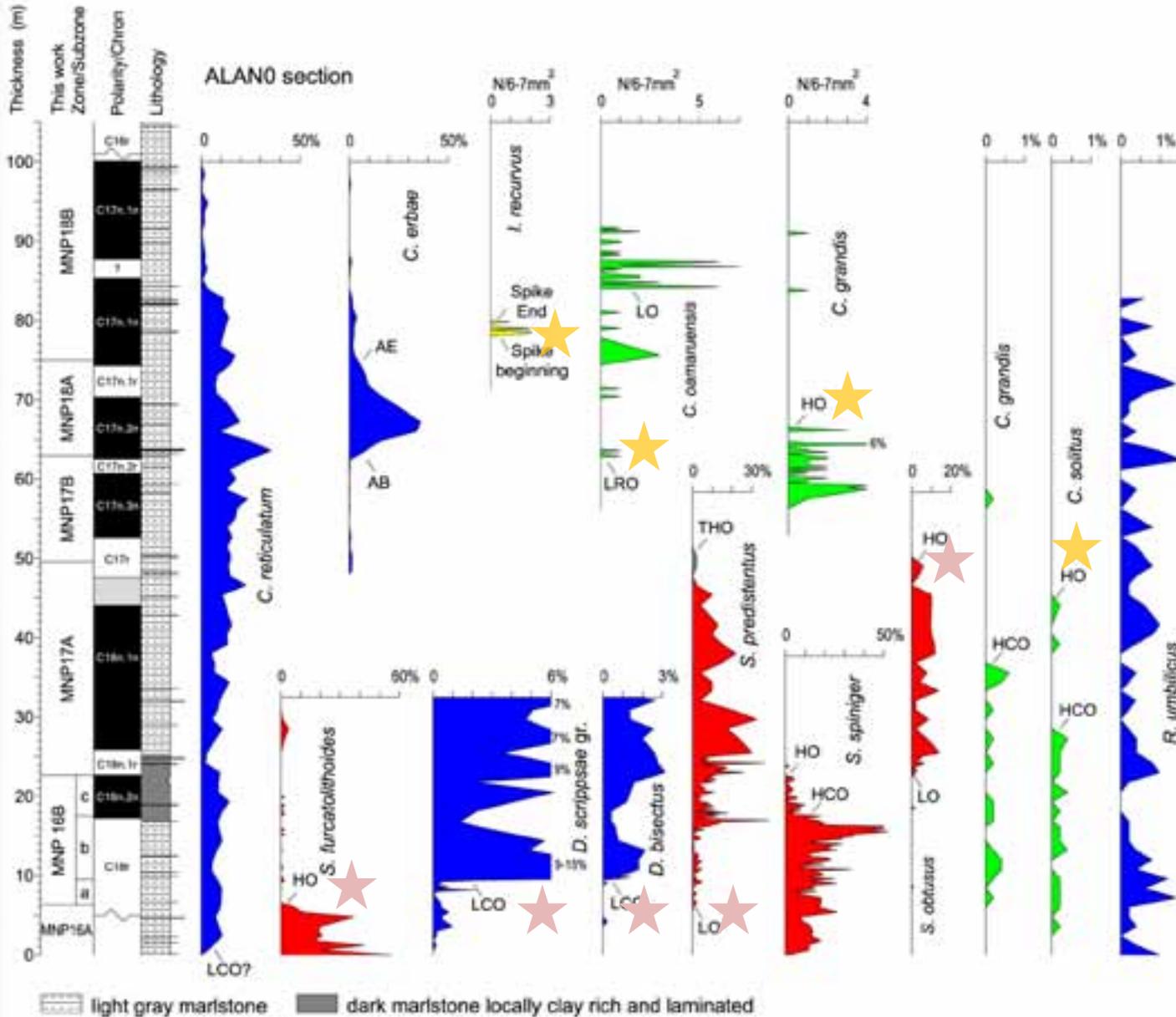
Ca. 43.0 Ma

Ca. 35.5 Ma

Position relative to the Geomagnetic Polarity Time Scale (GPTS) of the investigated sections. Grey color denotes sections with magnetostratigraphy. Light grey color: magnetostratigraphy not reliable.

ALANO SECTION

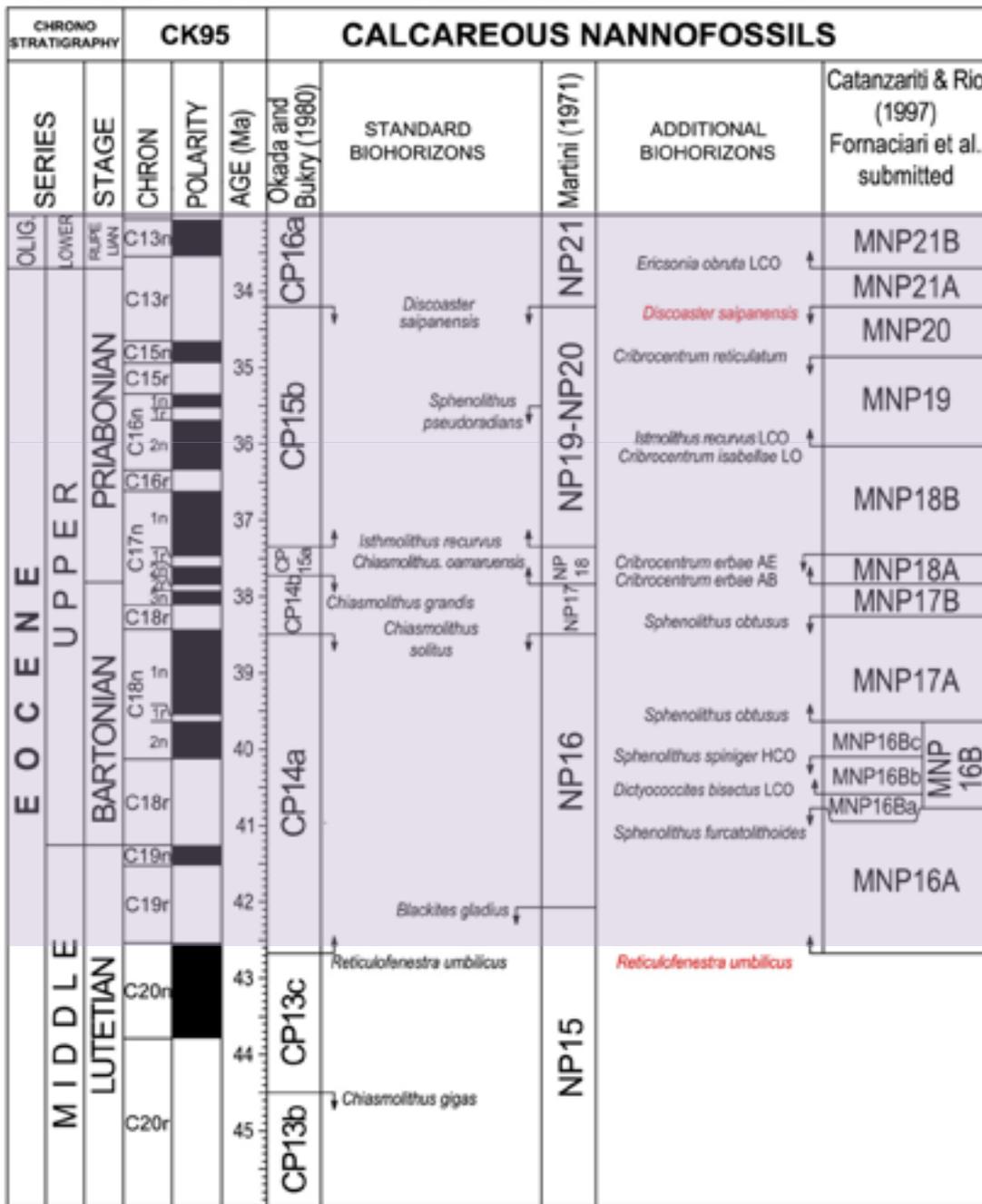
Fornaciari E., Agnini C.,
Rio D., Bolla E.M. &
Valvasoni E.
(submitted)



ü4 biohorizons of standard zonations

ü5 additional biohorizons of literature

ü11 new additional biohorizons



Ca. 42.7 Ma - Ca. 36 Ma

Standard schemes provide an average time resolution of ca. **1.6 Myr** over the 6.7 Myr interval investigated

The new zonal scheme provides an average time resolution of ca. **840 kyr**. This represents a doubling of the time resolution provided by the standard zonations.

IN CONCLUSIONE

Ø Per mezzo delle analisi biostratigrafiche quantitative e in alta risoluzione è possibile aumentare considerevolmente la risoluzione delle Zonazioni “standard” sia a livello regionale che nelle aree oceaniche (a livello globale);

Ø La biostratigrafia a Nannofossili calcarei si conferma come uno strumento molto efficace per fornire “informazioni-TEMPO” in termini assoluti e relativi. Queste informazioni risultano essenziali per decifrare la storia geologica e climatica sulla Terra e i processi coinvolti, attraverso i sedimenti marini.

The background of the slide is a scanning electron micrograph (SEM) showing a dense field of calcareous microfossils. These fossils exhibit a wide variety of shapes, including circular, oval, and elongated forms, many with distinct radial or concentric patterns. The overall appearance is highly textured and intricate, typical of fossilized biological structures.

FINE PARTE II:
Nannoplankton calcareo e nannofossili calcarei:
tassonomia e biostratigrafia