

METODI DI RACCOLTA PREPARAZIONE E STUDIO DEI FORAMINIFERI FOSSILI

La micropaleontologia, branca della Paleontologia, studia i microrganismi fossili, cioè gli organismi che si possono osservare con l'ausilio del microscopio. Gli ingrandimenti che possono dare un'idea attendibile della struttura degli individui vanno da 16 ad 800; servono perciò a questo scopo anche i microscopi in dotazione alle scuole medie e medie superiori. Nelle attuali ricerche micropaleontologiche, altamente specializzate, è sempre più usato il microscopio elettronico, i cui ingrandimenti vanno da qualche decina a diverse migliaia (5.000 ed oltre).

In micropaleontologia si studiano Foraminiferi, Ostracodi, Conodonti, Pollini, Istricosferidi, Nannoplancton ecc. Però il gruppo più vasto e storicamente più noto di organismi microscopici è, senza alcun dubbio, quello dei Foraminiferi che appartengono al phylum dei Protozoi ed alla classe dei Rizopodi. Questo gruppo si presta molto bene per lo studio di diversi problemi: tassonomici, per la facilità di isolarli, sezionarli ecc.; filogenetici, per la rapidità della loro evoluzione; stratigrafici, per la loro enorme diffusione e la loro più o meno breve distribuzione nel tempo; paleoecologici per la possibilità di trarre deduzioni in base ai Foraminiferi viventi, che tra l'altro sono anche coltivabili. Ed è a questi che, scegliendo nell'immenso campo di ricerche della micropaleontologia, è dedicata questa breve nota.

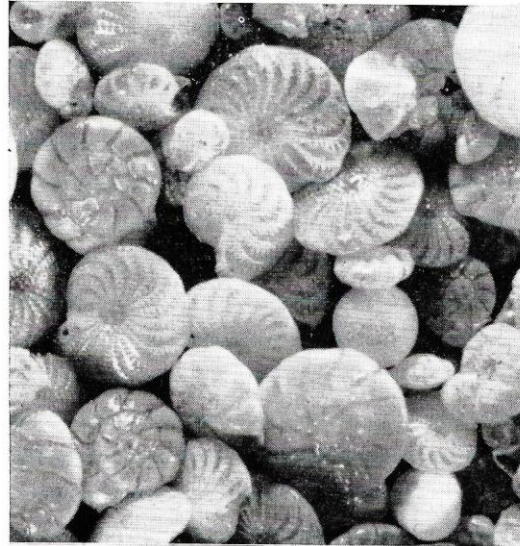
(*) Dr. SARA D'ONOFRIO, Istituto di Geologia e Paleontologia, Università di Bologna.

Metodi di raccolta

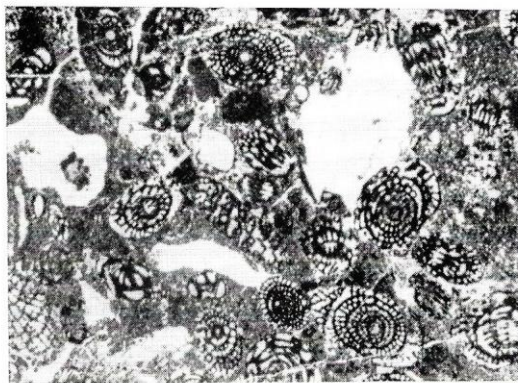
I campioni di roccia per uno studio micropaleontologico possono essere raccolti con vari metodi che si possono sintetizzare principalmente in tre:

- 1) raccolta di campioni in campagna;
- 2) raccolta tramite trivellazioni dei terreni;
- 3) raccolta di campioni dal e sotto il fondo marino.

1) Foraminiferi rinvenuti in un campione prelevato a Porto Corsini. Le specie (*Ammonia beccarii* ed *Elphidium crispum*) indicano bene basse profondità. x 20. (foto P. Ferrieri)



Nel primo caso è utile che la raccolta dei campioni venga eseguita accuratamente in serie e a questo scopo si procede alla misurazione di sezioni stratigrafiche. La misurazione si può eseguire usando una bussola ed una cordella metrica metallica; è questo il metodo più semplice. Si procede calcolando: 1) la lunghezza della battuta (si misura tendendo la cordella tra i due estremi della battuta); 2) l'inclinazione del pendio (si misura poggiando la bussola a clinometro libero sulla cordella tesa tra i 2 estremi della battuta); 3) l'angolo tra la battuta e la direzione degli strati (si misura con la bussola). È evidente che eseguendo battute non troppo lunghe si riduce al massimo l'entità degli errori. Alla fine si ha la determinazione dello spessore complessivo di una successione di strati in cui sono esattamente ubicati tutti i campioni. I campioni possono essere raccolti anche attraverso perforazioni di terreni; l'operazione di prelevamento viene chiamata comunemente carotaggio. Gli apparecchi usati (carotieri) sono a percussione e a rotazione, che, in via del tutto schematica, consistono di uno scalpello che viene sollevato e lasciato cadere con violenza sul terreno; ad ogni caduta lo scalpello viene ruotato leggermente in modo da colpire punti diversi della roccia. Uno spezzone di tubo di acciaio infisso nel suolo funge da guida allo scalpello onde evitare che il foro devii dalla verticale. Ad operazione conclusa si viene ad avere la cosiddetta carota, che rappresenta i vari strati del terreno attraversati. Ed infine si possono raccogliere campioni sia dai fondali marini con draghe e benne, sia effettuando perforazioni del suolo marino stesso tramite i carotieri. La draga è costituita da uno strumento che trascinato da un cavo o catena raschia il fondo asportandone una piccola parte. La benna è un'apparecchiatura a forma di tanaglia aperta che si posa sul fondo, asporta il campione nel punto stesso del prelievo, sollevandosi si chiude e porta alla superficie il campione stesso. I carotieri marini si presentano in modo diverso a seconda che la raccolta riguardi campioni superficiali su fondi sabbiosi o limosi oppure su fondi compatti e duri. In tutte e due i casi,



2) Foto di una sezione sottile (x 8). Il Foraminifero più frequente è *Sellialveolina viallii* la cui distribuzione stratigrafica è limitata al Cenomaniano (Cretaceo medio-superiore).

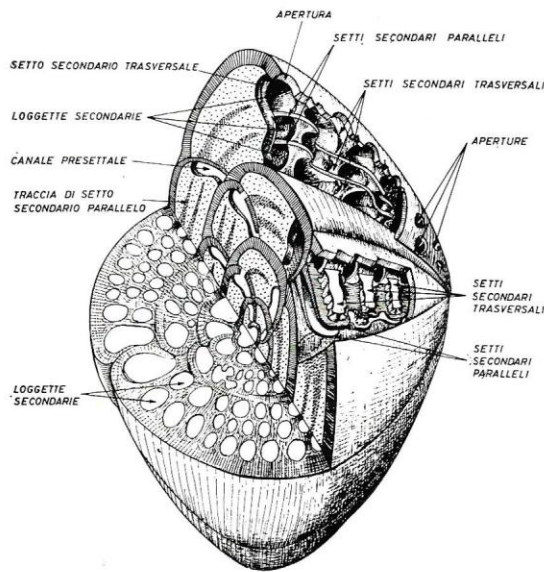
3) Ricostruzione schematica di *Sellialveolina viallii* n.gen. n.sp. (dis. V. Vialli)

comunque il campione è rappresentato da una carota.

Trattamento dei campioni

I campioni che si ottengono dai vari metodi di raccolta possono appartenere a rocce che si prestano molto bene ad essere disgregate (argille, argille sabbiose, argille marnose ecc.) e a rocce tanto compatte da non poterlo essere (calcari): per osservare le caratteristiche dei Foraminiferi occorre, nel primo caso, isolarli con dei semplici lavaggi, nel secondo caso, non potendo i Foraminiferi essere liberati, si eseguiranno sezioni sottili della roccia.

Il procedimento per un semplice lavaggio è il seguente: anzitutto si asciuga il campione fino ad essiccarlo; se ne prende poi una quantità standard (200 o 250 grammi) e la si mette in una tazza di smalto, dopo di che la si ricopre completamente d'acqua. Entro 20 minuti circa il campione dovrebbe essere completamente o quasi disgregato o spappolato. A questo punto il campione è pronto per il lavaggio vero e proprio. Si prende un cilindro di lamiera aperto alle due estremità; ad un'estremità leggermente bombata si applica, a mezzo di elastici, un pezzo di tela da buratti, rigorosamente millimetrata; la larghezza delle maglie può variare da 5/100-1/10 di mm. Si versa il campione e lo si sottopone ad un getto di acqua



abbastanza forte, in modo da far passare tutto il contenuto argilloso dall'altra parte del setaccio. Se il residuo è sabbioso e i microfossili di età abbastanza recente, è opportuno arricchirlo, cioè concentrare la parte di origine organica, eliminando quella inorganica. A questo scopo si ricorre a liquidi pesanti (tetracloruro di Carbonio) capaci di operare una selezione, cioè di separare i frammenti minerali (pesanti) dai microfossili (leggeri, perché con camere vuote). Il procedimento più semplice è quello di riempire un bicchiere o una tazza di tetracloruro di Carbonio e versarci lentamente il residuo sabbioso; i Foraminiferi rimangono a galla, mentre i frammenti più pesanti vanno a fondo. I vantaggi di un lavaggio consistono nel fatto che i Foraminiferi così ottenuti si possono osservare isolati. Si possono quindi spostare ed osservare da tutti i lati per cui è facile, in via generale, giungere ad una determinazione specifica.

Qualora il campione di roccia sia tanto compatto da non permettere un isolamento dei Foraminiferi inglobati, si ricorre al metodo delle sezioni sottili, che sono lamine sottilissime di roccia, fatte in modo da potersi osservare per trasparenza. Si procede tagliando la roccia secondo due sezioni facendo sì che ne venga asportata una lamina molto sottile (circa 1 mm). Scelta una delle superfici, la si leviga accuratamente mediante una mola di ferro

cosparso di smeriglio, ottenendo una prima sgrossatura; poi la si leviga ancora in una mola di vetro con della pomice per avere la rifinitura. La superficie levigata viene incollata su di un vetrino portaoggetti, usando balsamo del Canada cotto (solido) o, talvolta, crudo (liquido). Una volta indurito il balsamo, si leviga su una mola di ferro la lamina di roccia e la si assottiglia; quando l'assottigliamento è abbastanza avanzato si leviga il preparato su una mola di vetro. Alla fine si avrà reso trasparente la fettina di roccia ed osservabile quindi al microscopio. Le osservazioni che si possono fare su di una sezione sottile sono ovviamente limitate ad un numero più ristretto di fossili, ma non per questo meno importanti, perché permettono, tra il resto, di individuare le strutture interne dei microfossili, molto spesso indispensabili da conoscere per classificare correttamente le specie. Un bell'esempio di associazioni a Foraminiferi, in cui sezioni sottili opportunamente orientate permettono di dedurre soddisfacentemente la complessa struttura interna degli individui, è dato dalla fig. 2 dove la specie predominante è *Sellialveolina viallii*, macroforaminifero fossile-guida del Cretaceo medio. Da varie sezioni sottili si è potuto infatti ricostruirne lo schema esterno ed interno (fig. 3).

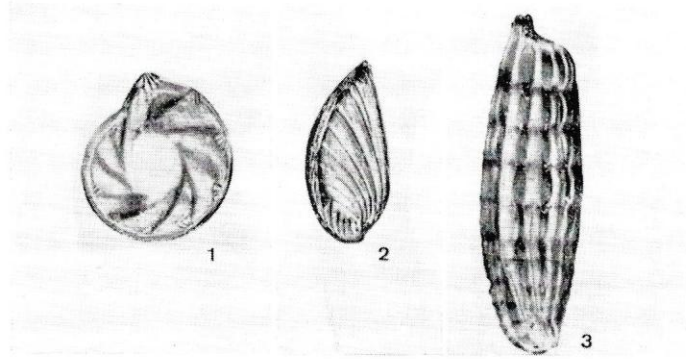
Metodo di studio

Si è detto inizialmente che il gruppo dei Foraminiferi si presta molto bene a diversi studi, sia che si tratti di esemplari isolati, sia di individui o associazioni in sezione sottile.

Ricerche filogenetiche e stratigrafiche

Si sa che la moderna ricerca paleontologica si è orientata verso una visione molto ampia del concetto di specie, nel senso che oltre tener conto delle variazioni intraspecifiche e del politipismo in *sensu orizzontale* come suggerito dalla biologia, prende in considerazione gli stessi caratteri anche nel *sensu verticale*, cioè lo sviluppo della specie nel tempo: il che significa studio dell'evoluzione delle specie e delle sue trasformazioni. In definitiva cioè la micropaleontologia (come del resto la paleontologia in genere) si dedica alla co-

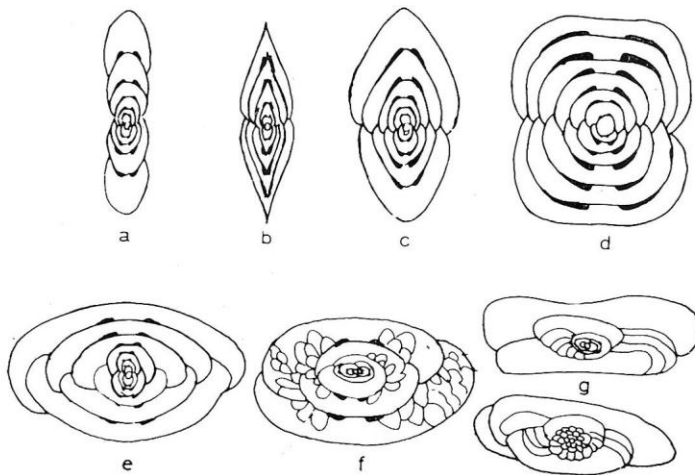
4) Evoluzione della spira nella Famiglia Lagedinae. 1, gen. Robulus; 2, gen. Planularia; 3, gen. Marginulina.



siddetta ricostruzione dei *phyla specifici*, di individuazione in verità piuttosto complessa, ma di grande utilità — oltreché tassonomica — stratigrafica nella ricerca dell'età relativa dei terreni. Vi sono diversi esempi che si possono portare a tal riguardo. Nella famiglia delle Lagenidae si hanno generi che presentano una tassa diversa, cioè la disposizione delle logge varia nel tempo. Si è notato che le forme primitive hanno un avvolgimento a spirale continua o d'Archimede — la distanza fra giri di spira successiva è costante — (gen. Robulus). Questa spirale nello sviluppo evolutivo subisce delle variazioni, diventa una spirale logaritmica — la distanza fra giri di spira aumenta successivamente e progressivamente in quanto varia col variare dell'esponente di una potenza — (gen. Planularia). Si giunge alla fine ad una spirale iperbolica — supponendo due assi cartesiani x e y e una retta P paral-

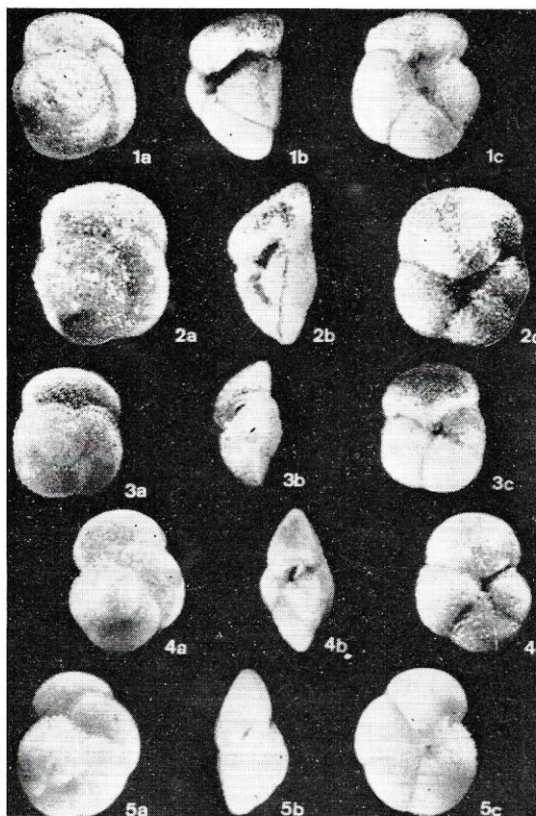
lela all'asse della x , dato un punto qualsiasi a , da questo partirà un ramo interno di spira che tende ad avvicinarsi al centro senza mai raggiungerlo e un ramo esterno che si avvicina asintoticamente alla retta P — (gen. Marginulina) (fig. 4).

Studi accurati del phylum dei Fusulini (macroforaminiferi esclusivi del Carbonifero e Permiano, Paleozoico superiore da 225 a 350 milioni di anni fa) hanno messo in evidenza varie tendenze evolutive che si sono manifestate contemporaneamente e pressoché identiche in ogni parte della Terra. Esse sono: *a*) progressivo passaggio da forme discoidali a forme globose e infine ad individui decisamente a fuso, *b*) crescente complessità della struttura del plastrostraco, *c*) setti che si appoggiano al pavimento delle logge in senso rettilineo nelle forme primitive, setti che si appoggiano in modo ondulato nelle forme più recenti (fig. 5).

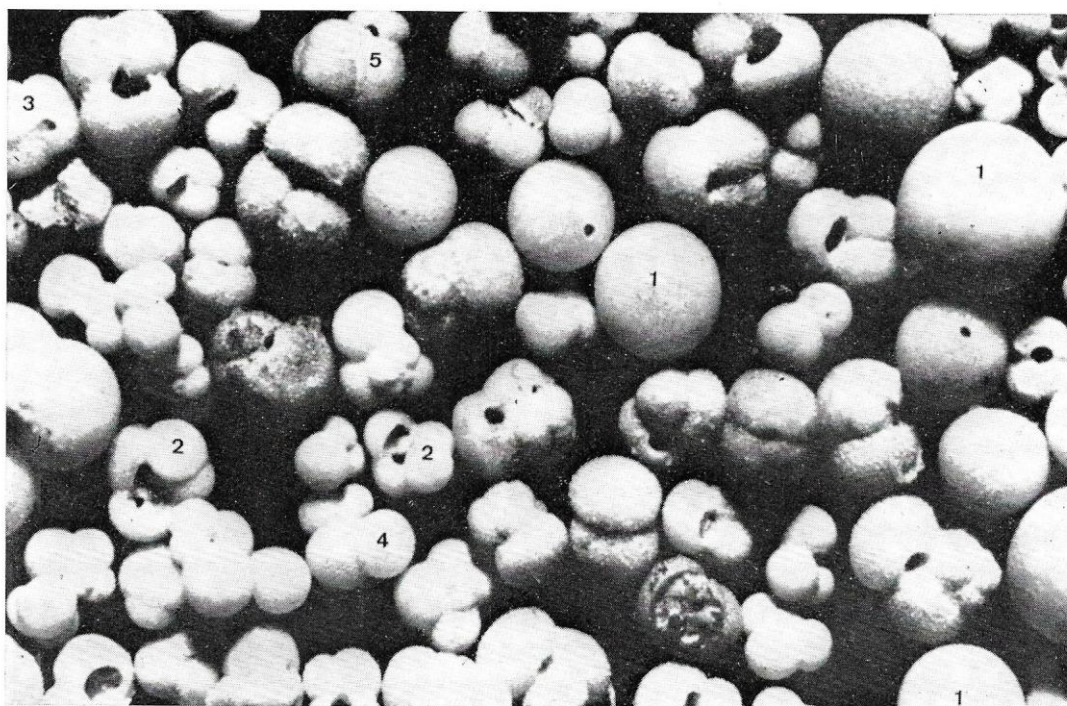


5 Sezioni assiali che mostrano l'evoluzione della forma del plastrostraco nella sottofamiglia Steffelinae (Fusuline). a-d: generi primitivi; e-g: generi del Permiano superiore. a, Millerella; b, Ozawainella; c, Parastaffella; d, Staffella; e, Leëlla; f, Dunbarula; g, 2 esemplari di Rauserella.

6) *Globorotalia crassaformis*; 2-4. *Globorotalia aemiliana*; 5. *Globorotalia margaritae*. a, lato dorsale; b, profilo; c, lato ventrale.



7) Associazioni a Foraminiferi planctonici. Ambiente di mare aperto e profondo. 1, *Orbulina universa*; 2, *Globigerina bulloidea*; 3, *Globigerinoides gomitulus*; 4, *astigerina aequilateralis* 5, *Globigerinoides elongatus*.



Così se si adottano criteri evolutivi anche per le Globorotalie si può giungere ad uno studio stratigrafico del Pliocene italiano (da 7 a 1,8 milioni di anni fa). Infatti l'attenzione di due autori COLALONGO e SARTONI nel 1967 fu attirata dall'esistenza di stadi di transizione tra forme di *Globorotalia* (*margaritae*, *aemiliana*, *crassaformis*). Questi stadi di transizione, difficili da classificare a causa della gradualità delle variazioni morfologiche, occupano però una posizione stratigrafica strettamente localizzata. Cioè col tempo la spira diviene più serrata, il margine periferico acuto o ornato da una carena in *Globorotalia margaritae* (Pliocene inferiore) ne diventa privo in *Globorotalia aemiliana* (Pliocene medio) per finire con l'arrotondarsi lievemente in *Globorotalia crassaformis* (Pliocene medio parte alta) Contemporaneamente si notano tappe evolutive anche per quanto riguarda la parte dorsale degli individui che da convessa diventa sempre più piatta e la parte ventrale che da piano-concava si trasforma in fortemente convessa. A queste modificazioni vanno aggiunte le camere che da petaloidi divengono reniformi ecc. (fig. 6).

Ricerche paleoecologiche.

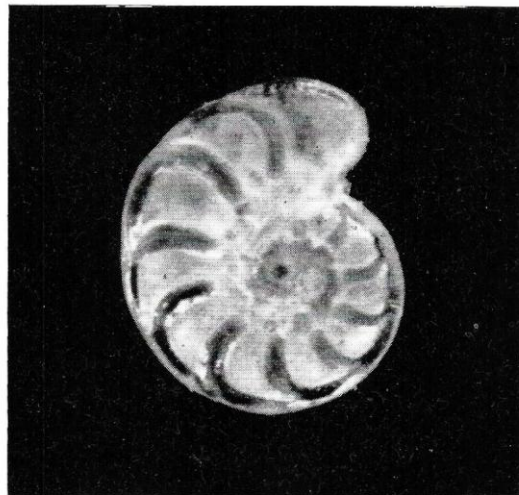
Per una ricostruzione paleoambientale, è necessario ricorrere a studi ecologici sui Foraminiferi attuali; perciò è molto utile avere notizie le più numerose possibili sulle biocenosi (associazioni di animali o vegetali viventi), per poter trarre deduzioni analoghe sulle tanatocenosi (associazioni di animali o vegetali morti) dal momento che un micropaleontologo ha a che fare sempre e solamente con queste ultime. Esistono numerosi fattori che influiscono sopra l'attività vitale degli organismi e che ne condizionano la loro distribuzione orizzontale e verticale. Quelli meglio conosciuti sono profondità, temperatura, salinità, ecc.

Profondità. Per avere indicazioni batimetriche occorre in un'associazione calcolare il numero degli individui planctonici, quello dei bentonici e fra questi ultimi

quelli che attualmente vivono in acque basse. Se nella microfauna dominano le forme planctoniche (*Globigerina*, *Globigerinoides*, *Orbulina*) si può affermare che esse si sono depositate in mare aperto e profondo più di 200 metri (fig. 7); se si ha una leggera prevalenza di specie planctoniche e se fra quelle bentoniche si notano i generi *Uvigerina*, *Bulimina*, *Textularia* ecc. il mare doveva avere in via generale, una profondità minore di 200 metri (fig. 8); se invece predominano le specie *Ammonia beccarii* ed *Elphidium crispum*, l'associazione si è deposta in un mare poco profondo un po' distante dalla costa (fig. 1).

Temperatura. Questo fattore ha grande importanza ed occorre tenerne conto specialmente quando si studiano associazioni recenti di Foraminiferi. Infatti si sa che nel Quaternario si sono succeduti periodi a clima freddo alternati a periodi a clima caldo, per cui prendendo in considerazione tra i Foraminiferi gli indicatori « caldi » o « freddi » si possono individuare delle oscillazioni climatiche e ricostruire così gli eventi verificatisi nell'era quaternaria che è l'ultima della storia della Terra e che dura ancora oggi. Per esempio la fauna del Calabriano (primo periodo del Quater-

10) *Hyalinea baltica*, caratteristico « ospite nordico ». x 76.

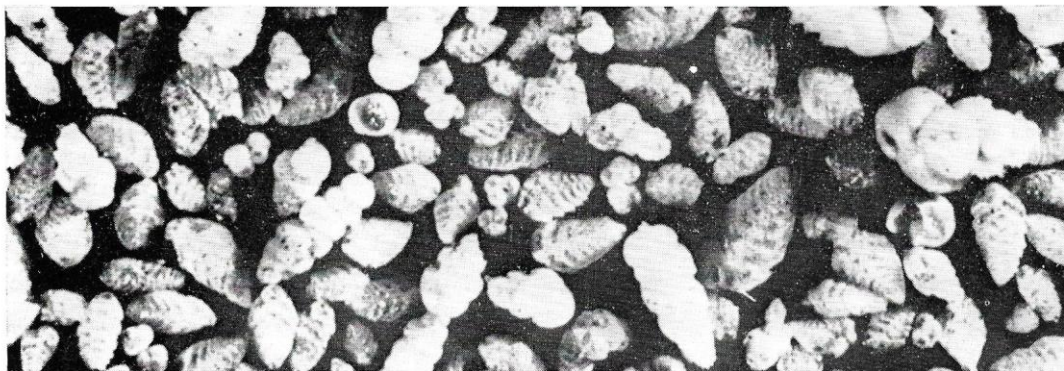




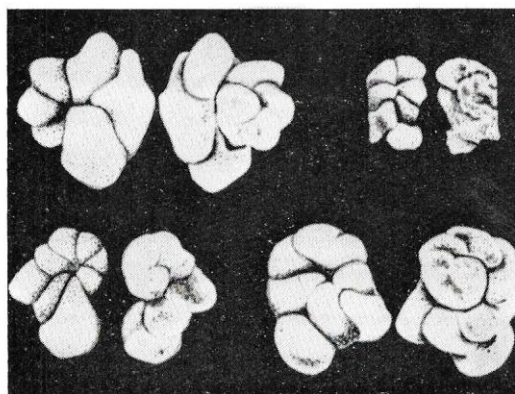
8) Associazione a Foraminiferi di un campione del Pliocene superiore prelevato a Ponticella di Savena (Bologna). x 18. (Coll. G. Bonetti, foto P. Ferrieri)

9) Associazione a Foraminiferi di un campione prelevato a Cuba. I generi rappresentati (Peneroplis e Orbitolites) depongono per una temperatura elevata. x 10. (Coll. G. Spada, foto Ferrieri)





11) Associazione oligotipica del Messianiano. (foto AGIP Mineraria)



12) Morfotipi di *Cibicides lobatulus*.

nario: 1.800.000 anni fa) è caratterizzata dalla comparsa di specie immigrate dall'Atlantico e da mari freddi a cui si dà il nome di « ospiti nordici ». Tra i Foraminiferi la specie più indicativa è *Hyalinea baltica*, specie bentonica, che attualmente vive in acque a temperatura di 13-15° C (fig. 10). Nella fig. 9 invece è rappresentata un'associazione a Foraminiferi, rinvenuti in un campione prelevato a Varadero (Cuba) a 500 metri dalla riva e a 6-7 metri di profondità. I Foraminiferi presenti (quasi tutti con plastrostraco calcareo porcellanaceo — generi *Peneroplis* e *Orbitolites* —) depongono per una temperatura abbastanza elevata.

Salinità e natura del fondo. Come la profondità e la temperatura, così anche la salinità e la natura del fondo influiscono sui Foraminiferi. Vi sono delle specie che sopportano una diminuzione di salinità altre invece un aumento. Quando in una associazione predominano pochissime specie con numerosi esemplari ci si trova di

fronte ad un'associazione cosiddetta oligotipica; se poi i Foraminiferi sono anche mal sviluppati, l'indicazione che se ne può trarre è per un ambiente sfavorevole alla vita come potrebbe essere quello di acque ad alta concentrazione salina (fig. 11). Ed infine la morfologia dei Foraminiferi è influenzata notevolmente anche dalla natura del fondo. Come esempio si può portare il *Cibicides lobatulus* che vive sopra la tunica di certe ascidie. Grado di ruvidità, posizione d'insediamento, specie di ascidia, regolano le variazioni di numerosi caratteri come il numero delle camere, la forma e lo spessore del plastrostraco ecc. (fig. 12).

Così a seconda di come viene affrontato uno studio sui Foraminiferi si possono risolvere i vari problemi sopra elencati; ma i significati più importanti dei reperti microfossiliferi si possono ricapitolare principalmente in due: un significato stratigrafico ed uno paleoecologico a volte strettamente legati fra di loro.