Bollettino della Società Paleontologica Italiana - Vol. 3, n. 2, 1964, pp. 172-181, tavv. 29-32, fig. 1 testo.

Microrganismi dei calcari "maiolica" e "scaglia" osservati al microscopio elettronico (Nannoconi e Coccolithophoridi)

A. Farinacci
Istituto di Geologia e Paleontologia
Università di Roma

(manoscritto ricevuto il 26 dicembre 1964)

RIASSUNTO — L'osservazione delle micriti « maiolica » e « scaglia » al microscopio elettronico ha messo in evidenza l'origine organogena di queste rocce costituite essenzialmente da nannoplancton. La « maiolica » contiene quasi esclusivamente Nannoconi, mentre la « scaglia » Coccolithophoridi. Grazie ai forti ingrandimenti raggiungibili col microscopio elettronico si è potuto affrontare il problema della classificazione dei Nannoconi rilevando la conspecificità di tutte le forme, anche se il prevalere della struttura sulla morfologia ha determinato una notevole variabilità. In appendice viene descritta la messa a punto della tecnica di preparazione della replica cromo-carbone.

Lavoro eseguito con il contributo del Comitato per le Scienze Geologiche e Minerarie del C.N.R.

ABSTRACT — Observations with the electron microscope of the « maiolica » and «scaglia » micrites have revealed evidence of the skeletal origin of these rocks. The « maiolica » consists almost entirely of Nannocones, whereas the « scaglia » contains Coccolithophorids.

The high magnifications obtained with the electron microscope have facilitated the criticism to the classification of the Nannocones. In spite of the considerable variability of forms, it seems apparent that all the Nannocones observed are conspecific.

The method of chrome-carbon replication for electron microscopy is described in the appendix.

INTRODUZIONE

La grande diffusione di rocce micritiche carbonatiche che costituiscono buona parte dell'ossatura mesozoica della catena appenninica, pone il problema delle modalità di genesi di queste rocce.

Micriti di età e facies diverse appaiono al microscopio ottico simili fra loro per l'impossibilità di risolvere la loro struttura. Anche se sicure notizie sull'ambiente sedimentario possono essere ricavate da eventuali macrofossili o da Foraminiferi, e da tutti quei microrganismi che possono essere osservati con i mezzi di indagine usuali, resta però oscura la struttura della matrice micritica che potrebbe contenere essa stessa degli organismi piccolissimi o resti di essi. In questo caso l'interpretazione di un ambiente sedimentario varierebbe considerevolmente se si fosse presupposta una precipitazione chimica per la componente criptocristallina della roccia.

L'applicazione del microscopio elettronico allo studio delle micriti può dare un ausilio considerevole come complemento allo studio paleontologico e chimico di queste rocce, e dare delle informazioni sulle trasformazioni subite dal sedimento dal momento della deposizione alla sua completa litificazione. In questo modo si potrà conoscere meglio il contributo che gli organismi, durante e dopo la loro vita, hanno portato alla formazione del fango calcareo e alla sua evoluzione a roccia.

Uno sguardo informativo su micriti di facies lagunare e di piattaforma fino a batiale incoraggia, sulla base delle prime os-

servazioni, la prosecuzione delle indagini al microscopio elettronico. Le strutture fondamentalmente diverse in relazione a particolari facies e l'azione esercitata dagli organismi alla costruzione delle micriti, confermano l'ipotesi postulata inizialmente, secondo la quale una matrice micritica è strettamente legata alla paleoecologia dell'ambiente di formazione.

Sono state scelte per questo studio preliminare due tipi di rocce micritiche ben conosciute da un punto di vista stratigrafico e micropaleontologico: il calcare « maiolica » (Titonico-Neocomiano) e la « scaglia » (Cenomaniano-Eocene). I campioni sono stati prelevati da alcuni affioramenti dei Monti Martani in Umbria, e su questi sono state effettuate osservazioni particolareggiate. Tuttavia una comparazione con gli stessi tipi di rocce di altre località dell'Umbria e delle Marche, ha confermato la costanza delle caratteristiche osservate nei campioni qui analizzati.

ORIGINE ORGANOGENA DELLA « MAIOLICA » E DELLA « SCAGLIA »

I moderni studi sulla sedimentazione carbonatica attuale escludono la possibilità di una diretta precipitazione chimica del carbonato di calcio in mari aperti oltre la piattaforma neritica. È ancora discusso se tale fenomeno, comune in altri ambienti, possa verificarsi sia pure limitatamente nell'ambiente neritico. In quest'ultimo gli organismi bentonici, per mezzo della loro attività biochimica, intervengono quali fissatori del carbonato di calcio in misura preponderante; se in tale ambiente la formazione di germi cristallini ed il loro accrescimento, indipendente dalla formazione di gusci, siano legati al mezzo biologico è una questione ancora oggetto di indagine.

Ben si comprende quindi come in mari aperti ed a profondità ove i maggiori fissatori bentonici di carbonato dell'ambiente neritico possono essere presenti come un fatto sporadico, la causa della deposizione di $CaCO_3$ debba essere ricercata nell'attività di organismi planctonici.

Nella « scaglia » la percentuale di Foraminiferi non giustifica l'alto contenuto carbonatico; nei campioni qui esaminati il contenuto di $CaCO_3$ oscilla fra il 78% e l'82%. Nella « maiolica » i Foraminiferi sono rarissimi e la microfauna è costituita da Radiolari e Tintinnidi, originariamente non calcarei; tuttavia il contenuto in $CaCO_3$ si aggira intorno al 93%.

In queste due rocce i fissatori del carbonato dovrebbero pertanto far parte della matrice micritica.

La « maiolica »

Si è iniziata l'indagine sul calcare « maiolica » già oggetto di studio da parte di molti autori e ampiamente diffuso nel dominio della Tetide. Le osservazioni degli autori effettuate al microscopio ottico avevano già messo in risalto la grande abbondanza di Nannoconi dando ad essi un notevole ruolo nell'accumulo del sedimento. Tuttavia Campbell (1954) dissente dagli altri considerando inverosimile la possibilità che i Nannoconi avessero contribuito sensibilmente alla formazione del sedimento e riferisce l'originario fango calcareo a precipitazione chimica.

La nostra indagine al microscopio elettronico, che segue quella di Grunau e Studer (1956) su campioni provenienti dai profili di Bellavista e Breggia nel Sud-Ticino, chiarisce la questione sedimentologica e attribuisce all'enorme accumulo di Nannoconi la formazione del calcare « maiolica ».

Si è visto infatti che la roccia è costituita, per ciò che riguarda la prevalente porzione carbonatica, quasi essenzialmente da Nannoconi; accanto ad essi sono stati trovati Coccolithophoridi in quantità molto limitata. I Nannoconi si presentano interi o spezzati fino alla disgregazione ultima di essi rappresentata dalla dispersione dei cunei componenti il guscio.

Anche Grunau e Studer avevano notato una grande abbondanza di Nannoconi, ma

le e.m.fotografie da essi pubblicate non permettevano una chiara visione di quella che può essere considerata la matrice inglobante i Nannoconi stessi. Col raggiungimento di una tecnica più raffinata, si sono potuti individuare non solo i Nannoconi spezzati, ma anche constatare la sicura appartenenza ad essi dei cristallini costituenti la matrice. Pertanto la « maiolica » può senz'altro essere considerata una roccia organogena.

La « scaglia »

In precedenza non erano stati mai condotti studi al microscopio elettronico sulla matrice micritica della « scaglia ». Le nostre osservazioni hanno messo in luce le stesse caratteristiche sedimentologiche presenti nella « maiolica », che permettono di attribuire alla « scaglia » una origine organogena per la componente carbonatica.

La micrite risulta essere costituita da una porzione argillosa sparsa in un accumulo di nannoplancton calcitico costituito da Coccolithophoridi. Accanto a piastrine intere, si trovano in grande numero frammenti di esse, facilmente identificabili per le caratteristiche strutture dei Coccoliti. Oltre a Coccolitine s. str. sono presenti varie specie di Discoasteridi.

Come è noto la classificazione di questo vasto gruppo di nannoplancton viene oggi effettuata al microscopio elettronico per mezzo di repliche effettuate su esemplari isolati. Le nostre osservazioni hanno avuto per ora il solo scopo di indagare sulla natura della micrite ed appurare la possibilità di effettuare in seguito uno studio paleontologico e stratigrafico sulla serie cretaceo-eocenica della « scaglia » per mezzo dei Coccolithophoridi.

Le nostre repliche effettuate sul taglio di roccia, e non su forme isolate, hanno avuto quindi uno scopo orientativo: osservare la presenza e l'abbondanza di nannoplancton.

Da questo punto di vista l'ipotesi di partenza, che cioè le micriti di mare alquanto profondo debbano essere attribuite all'attività di organismi planctonici, è stata verificata non solo per la « maiolica », ma anche per la « scaglia ».

OSSERVAZIONI SU NANNOCONUS

I caratteri tassonomici su cui è fondata la classificazione dei Nannoconi ed il valore stratigrafico ad essi riferito non trova d'accordo gli autori. Questo problema, che s'enz'altro è legato a quello della natura degli organismi e della loro posizione sistematica, divide gli studiosi in due parti: coloro che trovano delle differenze specifiche nell'unico genere *Nannoconus* e coloro che nel genere *Nannoconus* non riconoscono giustificata la suddivisione in ben 21 specie e 2 varietà.

De Lapparent nel 1925 scopre embrioni di *Lagena* in calcari a pasta fine al limite Giurassico-Cretaceo nel Massif de Gigondas in Provenza. Contemporaneamente Steinmann (1925) nel biancone del Veneto interpreta come Coccoliti i minuscoli organismi che in ammassi costituiscono il corpo della roccia, che chiama pertanto « Kokkokonite ».

Successivamente de Lapparent (1931) segue Colom (1931) nel rimarcare l'importanza

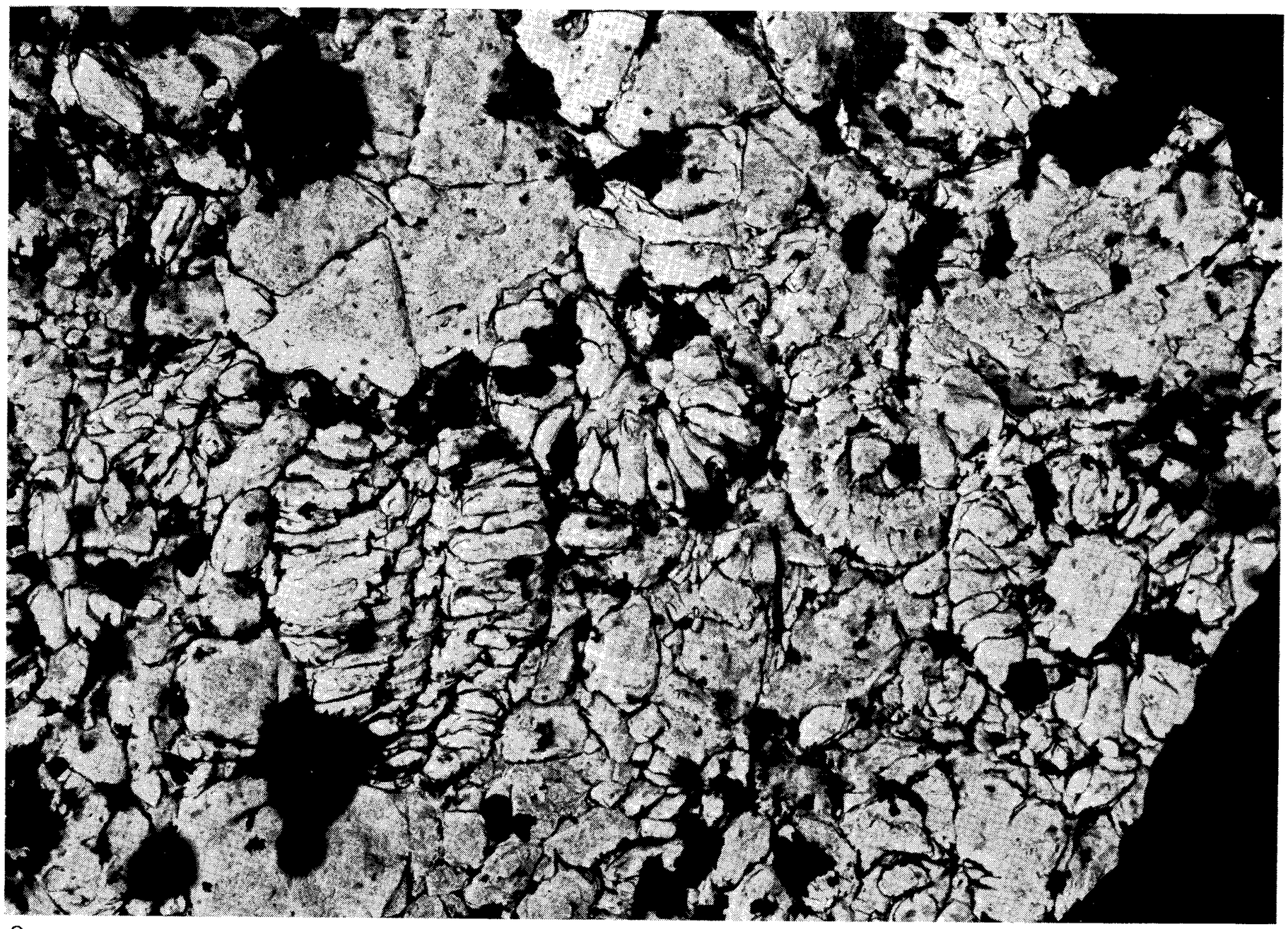
---

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 29

Fig. 1 - E. m. fotografia (P7 R4, x 7.000) della micrite « maiolica » del Neocomiano basale, con *Nannoconus colomi* (de Lapp.) in sezioni longitudinali.

2 - E. m. fotografia (P1 R2, x 4.400) della micrite « maiolica » del Barremiano. *Nannoconus colomi* (de Lapp.) è rappresentato in sezioni longitudinali e trasversali. Nella parte superiore della foto vi sono due esemplari di Discoasteridi simili alle figure 9 e 10 della Tav. 2 di Bronnimann (1955) e considerati da questo Autore come *Nannoconus colomi* (de Lapp.) e *Nannoconus steinmanni* Kamptner.

1



2

litogenetica dei presunti embrioni di *Lagena* e istituisce per essi una nuova specie di Foraminifero: *Lagena colomi.* Kamptner (1931) subito dopo, ignorando la specie di de Lapparent, istituisce il genere *Nannoconus* di incerta sede, con l'unica specie *steinmanni,* per i suoi esemplari del Cretaceo inferiore del Veneto. Egli con giuste argomentazioni non può considerare il nuovo microrganismo appartenente ai Foraminiferi; a differenza di de Lapparent non trova pori sulla parete del guscio, ma osserva che questo è formato di elementi calcarei a stretto contatto fra loro. Inoltre rimarca molto acutamente che i caratteri morfologici, come lunghezza, larghezza, ampiezza del canale centrale che sbocca in due aperture opposte, sono combinati nei molteplici esemplari in vario modo. Prendendo come estremi quattro varietà ricorrenti, trova una grande quantità di termini di passaggio, in modo che la conspecificità delle forme non lascia dubbi.

Kamptner (1938) e Colom (1945) confermano definitivamente l'identità fra *Lagena colomi* e *Nannocomus steinmanni*; vengono considerati sinonimi ed accettato il nome generico di Kamptner. Resta pertanto valido il genere *incertae sedis Nannoconus,* e alla specie *colomi* di de Lapparent viene data la priorità di istituzione.

Nel 1955 Bronnimann dà l'avvio ad una suddivisione in specie basata sulla variabilità dei caratteri morfologici di *Nannoconus,* senza apportare nuovi dati di osservazione e suggerendo altresì l'attribuzione ad oogoni di *Charophyta.* Egli istituisce 8 nuove specie e considera valide e separate le specie *colomi* e *steinmanni.* I principi di classificazione sono fondati sulla forma del canale centrale, sulla forma esterna del guscio, sulle dimensioni. Inoltre alle nuove specie viene dato un valore stratigrafico.

La sistematica e la stratigrafia di Bronnimann è accettata in un primo tempo da molti autori, pur constatando essi delle diversità nella successione di zone a Nannoconi delle località studiate. Le varie specie non risultano stratigraficamente limitate e si tenta di dare un valore cronologico alle abbondanze relative.

Cita a Pasquaré (1959), G. e M. Deflandre (1960 e 1962), Trejo (1960), Filipescu e Dragastan (1963) aggiungono complessivamente altre 11 specie e 2 varietà a quelle di Bronnimann.

Accanto agli studi degli autorevoli autori sopra citati, vengono ad aggiungersi alcune critiche sulla suddivisione in specie che si riallacciano alle opinioni di de Lapparent, Kamptner e Colom.

Noël nel 1958 muove una critica molto approfondita sui criteri utilizzati da Bronnimann per la classificazione e nega la possibilità di istituzione di specie, mancando per esse una fondata giustificazione. Già le argomentazioni di Noël sarebbero sufficienti ad ammettere una tale impossibilità, tuttavia esse vengono appoggiate sull'applicazione di metodi statistici. Gli istogrammi di frequenza dei valori dei caratteri tassonomici in popolazioni di *Nannoconus* del Portlandiano, Berriasiano e Valanginiano, seguono le leggi di Gauss trattandosi di popolazioni omogenee. Così i diagrammi di correlazione dei valori dei caratteri tassonomici nelle stesse popopolazioni mostrano nuvole di dispersione a forma ellittica. Noël conclude che gli individui delle popolazioni a *Nannoconus* appartengono tutti ad un'unica specie che viene chiamata col primo nome valido: *Nonnoconus colomi* (de Lapparent), pur ammettendo una tendenza evolutiva della specie.

Caratini nel 1960 riprende le argomentazioni di Noël per Nannoconi del Cenomaniano e Turoniano. Per questo autore lo spostamento dei massimi di frequenza conferma la tendenza evolutiva di *Nannoconus colomi* anche per le forme del Cretaceo superiore istituite da G. e M. Deflandre, ed aggiunge; « De plus, la variabilité de taille et de forme est telle qu'il n'existe pratiquement pas deux individus semblables. A quoi peut être dû ce polymorphisme? Peut-être simplement au fait que les *Nannoconus* recouvraient une cellule de Protiste planctonique actuellement inconnu en formant un

ensemble analogue à un Coccolithophoridé - et c'est pour cette raison que les deux groupes sont rapprochés. Ainsi, de même que chez les Coccolithophoridés, une même cellule pourrait porter des corpuscules calcaires différents. On comprend qu'il soit difficile dans ces conditions de proposer une diagnose suffisamment précise pour être utilisable. Anfin d'englober sous un même nom un assez grand nombre d'individus, on serait obligé de signaler des différences notables parfois avec l'holotype. En somme, il y a difficulté, sinon impossibilité de trouver des critères servant de base à une classification ».

L'osservazione di Nannoconi al microscopio elettronico ha permesso di mettere a fuoco le obiezioni sollevate da Noël e Caratini e di ricercare altri dati verso la chiarificazione del problema.

Grunau e Studer (1956 e Grunau 1959) che avevano precedentemente effettuato e.m. fotografie, non avevano preso in considerazione i Nannoconi da questo punto di vista. Le didascalie delle loro figure citano *Nannoconus steinmanni* per le sezioni longitudinali, *Nannoconus* sp. per le sezioni oblique e *Nannoconus globulus* per una sezione rotonda con una larga cavità centrale ma senza aperture, riferibile quindi a sezione trasversale. Pur citando più specie nella successione delle biozone, al microscopio elettronico essi hanno potuto fornire solamente un unico tipo di sezione longitudinale.

Le nostre ricerche hanno dato i seguenti risultati. La parete di *Nannoconus* è costituita da cunei irregolari a perfetto contatto fra loro, disposti ortogonalmente all'asse centrale e la cui successione segue un andamento elicoidale. L'irregolarità della forma dei cunei non segue una legge: l'interposizione di cunei tozzi, più o meno grandi, fra cunei sottili e depressi è casuale. Ne deriva pertanto che la struttura ha il sopravvento sulla morfologia e la caoticità strutturale, derivata dall'irregolarità dei cunei, determina una gamma vastissima di forme che giustificano la grande variabilità morfologica.

La causa del marcato polimorfismo rimasto insoluto per Caratini, dovrebbe pertanto ricercarsi nella irregolarità degli elementi strutturali.

È da tenere presente che i protisti planctonici già di per sè possiedono una considerevole variabilità morfologica derivata dalla maggiore mutevolezza dei fattori ambientali, rispetto all'habitat bentonico. Si aggiunga inoltre l'estrema piccolezza dei gusci ed i bassi rapporti fra le dimensioni di questi e l'elemento strutturale costituito dal cuneo. Questo basso rapporto conduce ad un condizionamento della morfologia rispetto alla struttura, quando appunto l'elemento strutturale elementare non segue una sua legge morfologica.

Il condizionamento della forma del Nannocono si risolve nella variabilità dei contorni esterni del guscio, nel maggiore o minore diametro del canale assiale e nelle eventuali strozzature di esso.

Così si può spiegare perchè non esistono, secondo le osservazioni di Kamptner, Colom, Noël e Caratini, due individui simili.

Si è visto inoltre che il canale assiale è riempito da una successione di elementi calcitici disposti uno sull'altro; già de Lapparent (1925) aveva notato, probabilmente per sezioni trasversali, che i suoi embrioni di *Lagena* erano occupati da un unico individuo cristallino. In sezione longitudinale, al contrario, si vede che si tratta di una successione

---

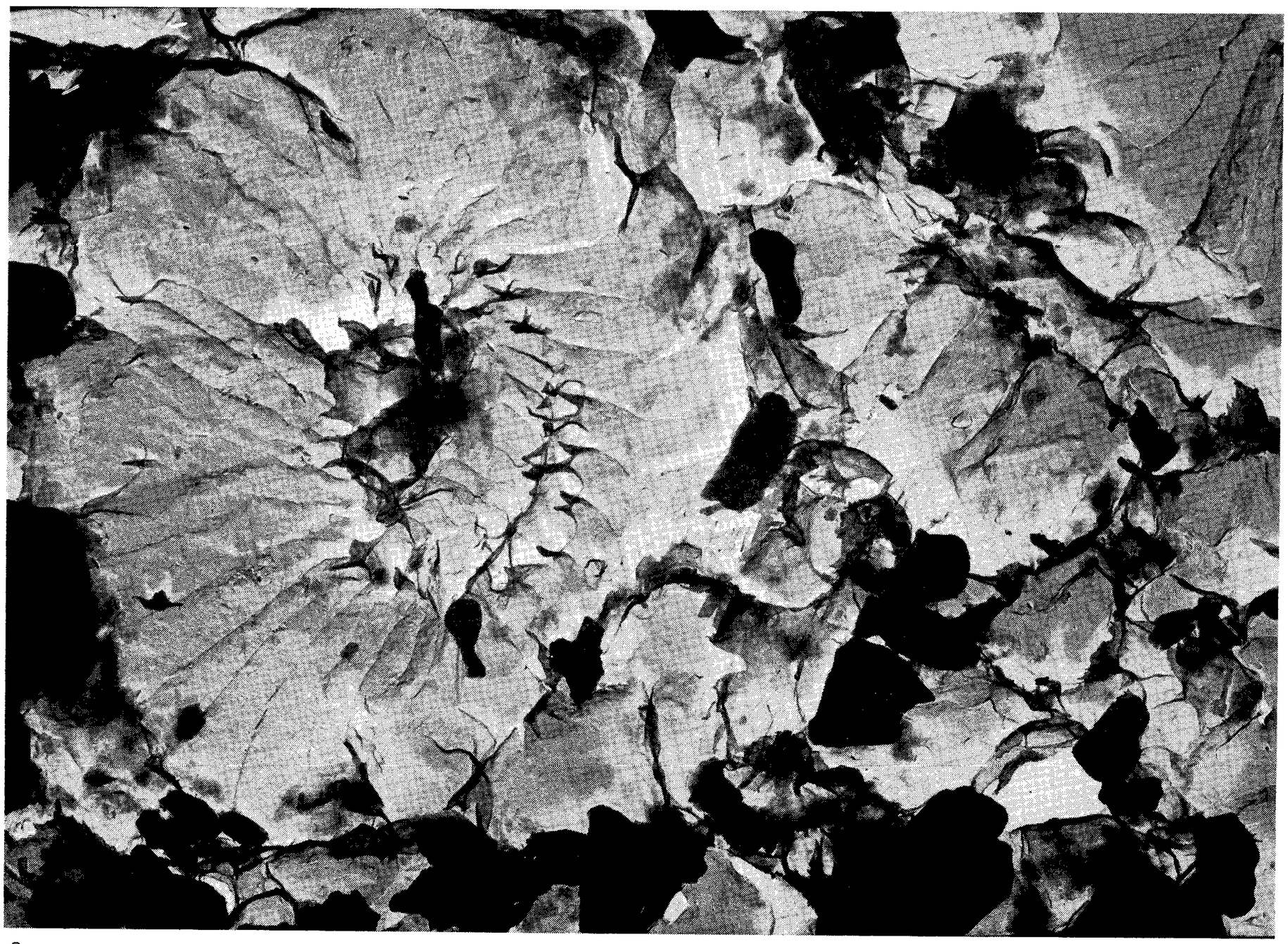
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 30

Fig. 1 - E. m. fotografia (Psca2 R5, x 6.000) della micrite « scaglia » del Cretaceo superiore, con frammenti di Coccolithophoridi.

2 - E. m. fotografia (Psca3 R10, x 12.400) di un Coccolite intero e di numerosi frammenti nella « scaglia » cretacea.

A. FARINACCI, MICRORGANISMI AL MICROSCOPIO ELETTRONICO

1



2

monoseriale disposta verticalmente lungo il canale assiale.

Osservando le e.m.fotografie qui riprodotte si può constatare un contrasto fra le sezioni longitudinali e quelle trasversali. Il canale assiale è sempre sottile nelle prime, mentre trasversalmente è sempre largo.

Il fatto in verità può sembrare strano, tanto da far presumere organismi diversi. Tuttavia dopo aver esplorato una grande quantità di preparati ed aver preso in considerazione le sezioni oblique, l'unica soluzione coerente con le osservazioni fatte può essere quella di riferire il fenomeno al meccanismo di taglio della roccia.

Quando la sega taglia un campione di maiolica per la preparazione di una sezione sottile o di una superficie lucida per replica, incontra piani di discontinuità dell'ordine di 1 - 2 micron quadrati (lo stesso per il disco rotante da levigazione): sono i piani di contatto fra cuneo e cuneo, fra cunei del guscio e i cristallini di matrice, fra i cunei del guscio e la successione monoseriale dei cristallini di riempimento del canale assiale. Si può comprendere come le superfici di discontinuità di quest'ultima situazione siano quelle che offrono una minore resistenza ad una sollecitazione meccanica.

In tal caso la sezione longitudinale assiale non presenterà la successione monoseriale dei cristallini di riempimento; è possibile che questi vengano asportati dal taglio perchè la coesione sulla parete interna del canale assiale è inferiore alla forza necessaria per tagliare diametralmente un cristallino di 1-2 micron. A favorire il distacco dei cristallini di riempimento interviene anche l'attacco della roccia con HCl per la preparazione della superficie da replicare.

Questa può essere la ragione per la quale al microscopio elettronico non si sono mai osservati Nannoconi, in sezione longitudinale, con canale centrale dello stesso diametro di quello delle sezioni trasversali.

Per sezioni longitudinali non assiali, ma passanti attraverso il canale centrale, i cristallini di riempimento, che hanno sempre sezione circolare o subcircolare, sono trattenuti dai cunei e sporgono con una porzione limitata, necessariamente inferiore al loro diametro.

Nelle sezioni oblique è possibile infatti osservare porzioni molto larghe del canale assiale che si restringe fino a scomparire con l'obliquità del taglio In questo caso il taglio obliquo permette ai cunei di trattenere i cristallini dentro il canale, come avviene nelle sezioni trasversali.

In conclusione, lo studio dei Nannoconi al microscopio elettronico convalida le osservazioni di Noël e Caratini nel senso di considerare la variabilità di queste forme nell'ambito della specie *Nannoconus colomi* (de Lapparent). Inoltre, la disposizione a incastro, lungo una spira molto alta, dei cunei costituenti il guscio si avvicina notevolmente alla struttura embriciata dei Coccoliti in cui i singoli elementi della piastrina sono sistemati su una spirale piana.

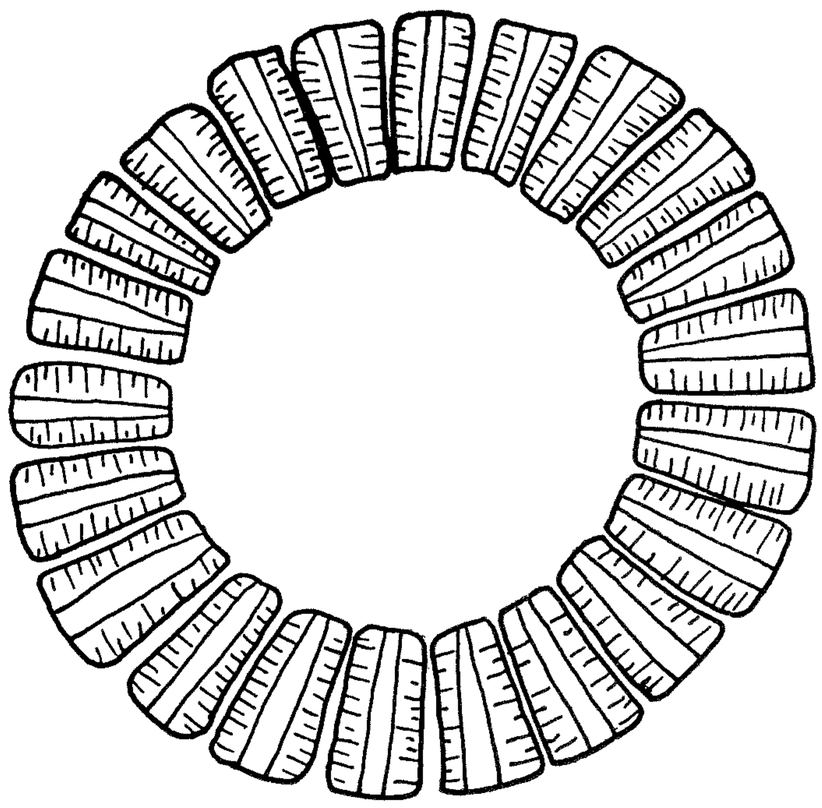


Fig. 1

Ricostruzione di un ipotetico Coccolithophoride in sezione equatoriale con Nannoconi come appendici esterne costituenti il guscio. La variante apportata alla ricostruzione di Colom è costituita dall'orientamento inverso dei Nannoconi. Questa ricostruzione risulta confermata dalla pubblicazione di G. Colom (Ecl. Geol. Helv., vol. 58, n. 1, 1965, pp. 319-334, tavv. I-II) ricevuta mentre il presente lavoro era in corso di stampa. In calcari neocomiani della regione di Tampico (Messico) sono stati trovati Nannoconi raggruppati come nella probabile ricostruzione sopra riprodotta, ma con una cavità centrale molto più piccola.

La ricostruzione ipotetica di Colom (1956) del guscio di un possibile Coccolithophoride con Nannoconi come piastrine, non dovrebbe allontanarsi molto da quella che potrebbe essere la vera organizzazione di queste forme. Infatti riducendo la disposizione a spirale alta dei cunei del Nannocono ad una spirale piana, ritroveremo un Coccolite ad elementi piatti, notevolmente depressi ed a disposizione embriciata.

La ricostruzione di Colom dovrebbe però portare una modificazione, già accennata da Noël, nell'orientamento dei Nannoconi sulla superficie dell'ipotetico protista: con la base del cono cioè rivolta verso l'esterno e quindi con la punta verso il basso, in modo che i Nannoconi costituenti il guscio del Coccolithophoride risultino uno aderente all'altro e seguano con continuità la curvatura della superficie dell'organismo intero.

APPENDICE

Tecnica di preparazione

Come è noto, le rocce non vengono direttamente osservate al microscopio elettronico attraverso sezioni sottili, ma per mezzo di impronte chiamate repliche; esse devono essere costituite di materiale trasparente al fascio elettronico e contemporaneamente presentare un contrasto tale da mettere in rilievo le caratteristiche strutturali di ciò che si vuole osservare.

A - Operazione preliminare per la costruzione di una replica è la preparazione della roccia campione che si basa a sua volta su due operazioni fondamentali: preparazione della superficie di attacco e attacco.

1) La roccia campione viene tagliata con la ruota da taglio in tasselli quadrati di 2 cm circa di lato e dello spessore di mezzo centimetro. Si sceglie il migliore, evitando accuratamente le eventuali vene di calcite secondaria e le aree alterate, si leviga alla mola con polvere di smeriglio n. 250 e poi 800, e infine a mano su di un vetro con polvere n. 1000.

Da questo momento occorre prendere tutte le precauzioni per operare con la massima pulizia ed in assenza di polvere. È importante che tutte le operazioni di lavaggio vengano effettuate con acqua distillata per evitare che con l'evaporazione rimanga una patina di deposito prevalentemente carbonatico sul tassello e sugli oggetti che vanno a contatto con esso. Si lascia quindi il tassello in acqua per un'ora, con la superficie levigata rivolta verso il basso e senza che questa aderisca al fondo del recipiente.

Si sciacqua ripetutamente con getto violento e diretto obliquamente, evitando di premere le dita sulla superficie; prima di terminare il lavaggio è opportuno favorire il distacco di particelle residue mediante un pennello semimorbido. L'operatore si renderà conto che prolungando al massimo i lavaggi, le repliche risulteranno migliori.

2) A questo punto si esegue l'attacco che ha lo scopo di mettere in rilievo l'impalcatura strutturale della roccia. Il migliore attacco su « maiolica » e « scaglia » è stato ottenuto con acido cloridrico al 37%, diluito con acqua distillata nel rapporto 1/10. Si immerge il tassello in una vaschetta a fondo piatto contenente l'acido diluito, con la superficie levigata rivolta verso l'alto. La migliore superficie attaccata si è avuta con 30 secondi di immersione.

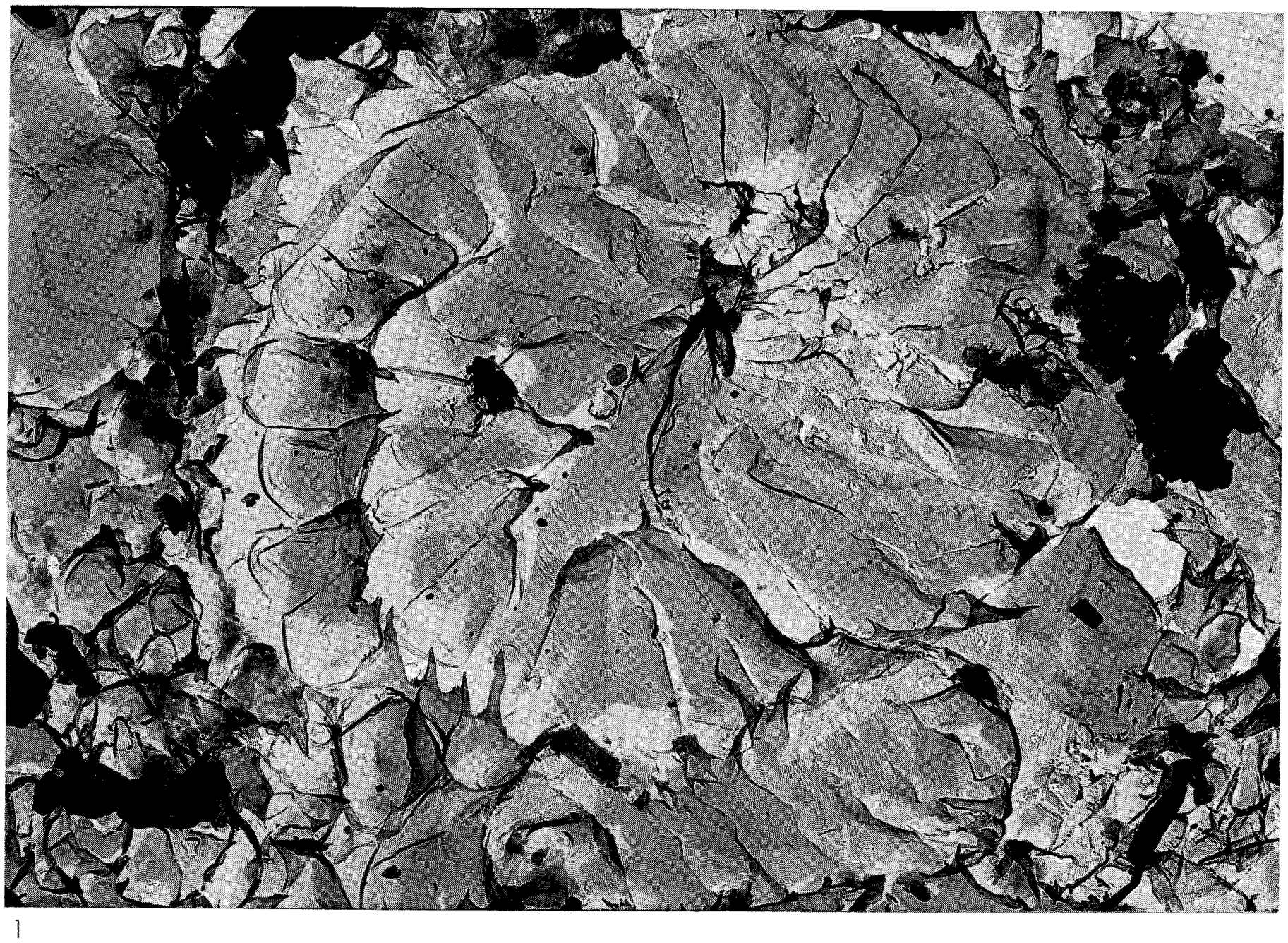
Il tassello viene poi immediatamente immerso in acqua, con la superficie levigata rivolta verso il basso. Si procede a ripetuti lavaggi per eliminare, sempre con l'aiuto del

---

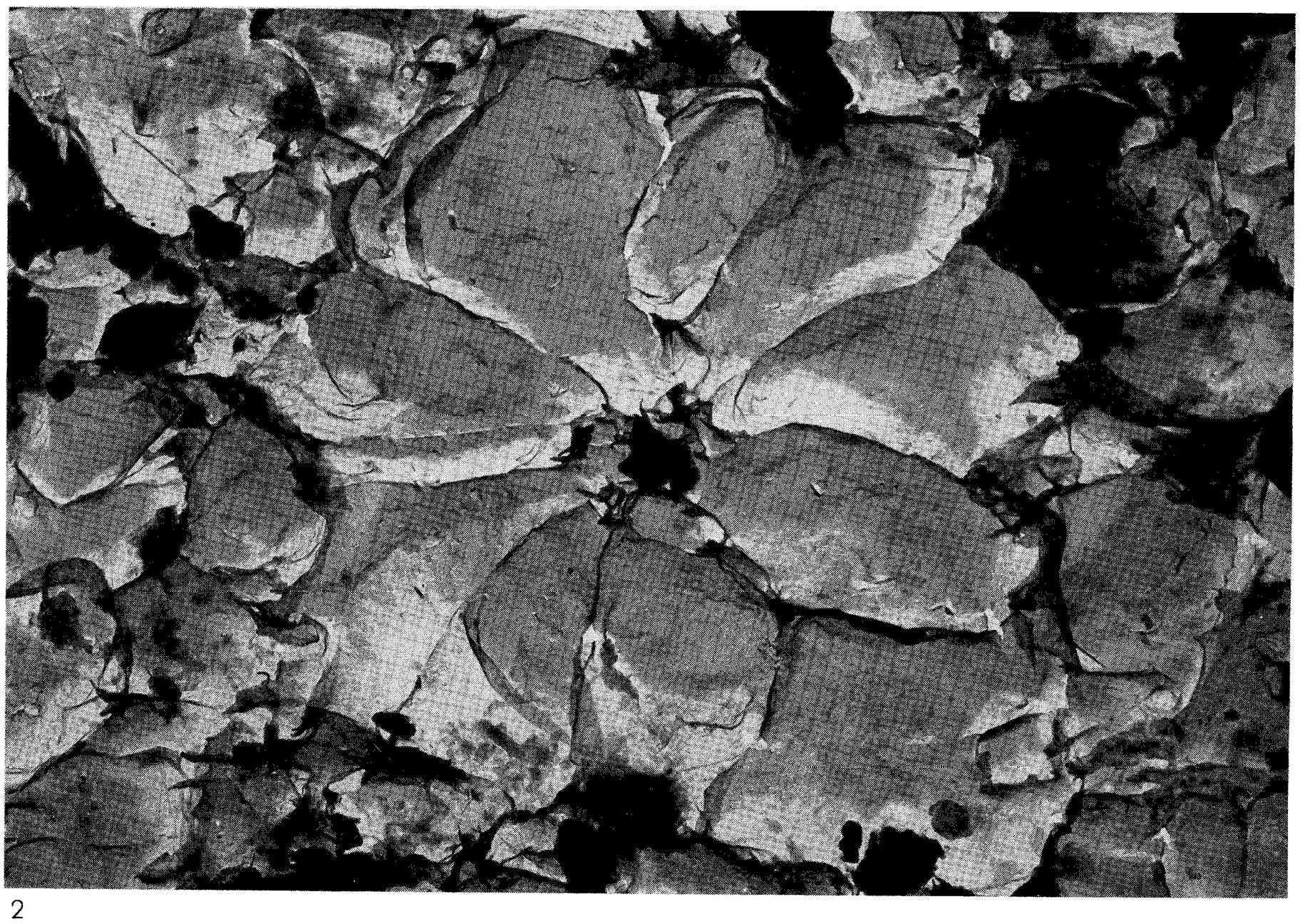
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 31

Fig. 1 - E. m. fotografia (Psca2 R4, x 13.000) di un Coccolite nella « scaglia » cretacea.
2 - E. m. fotografia (Psca3 R10, x 12.400) di un Discoasteride nella « scaglia » cretacea.

A. FARINACCI, MICRORGANISMI AL MICROSCOPIO ELETTRONICO



1



2

pennello, quei cristallini che a causa dell'attacco si sono staccati o che aderiscono debolmente. Gli ultimi tre lavaggi devono essere effettuati con alcool puro. Asciugare sotto una lampada a raggi infrarossi per evitare una lunga esposizione all'aria. Il controllo della superficie attaccata può essere fatto per mezzo del microscopio metallografico.

B - L'impronta della roccia preparata si ottiene mediante la replica negativa e la successiva replica positiva.

1) Per costruire la replica negativa è stata usata una pellicola di acetilcellulosa; questa sostanza plastica ha la proprietà di essere disciolta in acetone.

Si taglia una strisciolina di acetilcellulosa di cm 3 x 1 e si tiene pronta con le pinzette per essere posata sulla roccia. Con un contagoccie si lascia cadere sulla superficie levigata del tassello una goccia di acetone e immediatamente si fa aderire la strisciolina. Se l'operazione non viene fatta con la dovuta celerità l'acetone evapora, di conseguenza nei punti asciutti l'acetilcellulosa non si ammorbidisce e non prende l'impronta della roccia; inoltre bisogna cercare di evitare che si formino delle bolle d'aria. Si fa asciugare per cinque minuti sotto la lampada a raggi infrarossi, quindi molto delicatamente e servendosi di pinzette, si stacca la strisciolina dal tassello e la si depone con l'impronta verso l'alto sopra un vetrino, fissandola alle estremità per mezzo di nastro adesivo. La costruzione della replica negativa può considerarsi terminata.

2) Per trasformare la replica negativa in replica positiva è necessario che l'impronta negativa venga trasferita su di una superficie trasparente agli elettroni che sarà ottenuta evaporando del carbone sulla replica negativa. L'impronta deve però essere resa visibile precedentemente mediante l'ombreggiatura al cromo.

Si pone in un evaporatore sotto vuoto il vetrino con la replica negativa rivolta verso l'alto. Si fa evaporare il cromo con un angolo di incidenza di 45°, per 4 minuti, usando come crogiolo un filo di tungsteno di 0,5 mm di diametro, avvolto a spirale e arroventato con una tensione di 10 V e una intensità di 15 A.

Terminata l'ombreggiatura, si esegue la carbonizzazione nelle stesse condizioni ma con incidenza normale, per 5 minuti, in modo da ottenere una pellicola continua dello spessore di circa 400 - 500 angstrom. Si ottiene così un supporto trasparente per la replica positiva a cui aderirà il cromo, opaco agli elettroni, che riprodurrà esattamente l'impronta della roccia.

Con una lametta si taglia a quadratini di 2-3 mm di lato l'acetilcellulosa metallizzata. Si pongono in vaschette a fondo piatto dei retini di acciaio inossidabile, di 300 mesh per microscopia elettronica; sopra ad essi vengono posti i quadratini di replica con il carbone verso l'alto.

In ogni vaschetta viene versato, preferibilmente per mezzo di un contagocce, dell'acetone puro. L'acetone non deve essere direttamente versato sulla replica, ma lontano da essa, delicatamente, sul bordo della vaschetta. Infatti l'acetone non deve sommergere completamente la replica, ma arrivare solo a lambirla.

Per distruggere la pellicola di acetilcellulosa ed ottenere la replica di metallo e carbone completamente pulita, occorre prolungare il bagno di acetone per circa una settimana, cambiando l'acetone due volte al giorno, facendo asciugare il retino ogni volta. Ovviamente le vaschette dovranno essere coperte per evitare l'evaporazione dell'acetone e il depositarsi della polvere. La replica di metallo e carbone aderirà al retino allorchè sarà stata fatta definitivamente asciugare. Il preparato è così pronto per l'osservazione al microscopio elettronico.

BIBLIOGRAFIA

BÁLDINÉ BEKE, M., 1964, A Nannoconus nemsetség földtani szerepe: A M. Áll. Foldtani Intézet Évi Jelentèse, vol. 2, pp. 169-181, Budapest.

—, 1964, Methods of investigation of the calcareous nannofossils and their significance: ibidem, vol. 2, pp. 263-264, Budapest.

BÉ, A.W.H., SCHULZ, L. & MC INTYRE, A., 1964, Electron microscopic studies of planktonic Foraminifera: Bull. A. A. P. G., vol. 48, n. 4, p. 516, Tulsa.

BLACK, M., 1964, Cretaceous and Tertiary Coccoliths from Atlantic Seamounts: Palaeontology, vol. 7, n. 2, pp. 306-316, tav. L-LIII, London.

—, BARNES, B., 1959, The structure of Coccoliths from the English Chalk:: Geol. Magazine, vol. 106, n. 5, pp. 321-328, tav. VIII-XII, Hertford.

BONET, F., 1956, Zonification Microfaunistica de las calizas Cretacias del Este de Mexico: XX Congr. Geol. Int., parte 1/4, pp. 3-102, Mexico.

BRAMLETTE, M. N. & SULLIVAN, F. R., 1961, Coccolithophorids and related Nannoplankton of the early Tertiary in California: Micropaleontology, vol. 7, n. 2, pp. 129-188, tav. I-XIV, New York.

BRONNIMANN, P., 1955, Microfossils incertae sedis from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Cuba: Micropaleontology, vol. 1, n. 1, pp. 28-51, tav. I, II, New York.

CAMPBELL, A. S., 1954, *Tintinnina* in Moore, Treatise on Invertebrate Paleontology, (D) Protista 3, pp. 166-180, Lawrence.

CARATINI, C., 1960, Sur la découverte de Nannoconidés dans le Cénomanien et le Turonien du bassin de Paris: C. R. S. S. Soc. Géol. Fr., n. 5, pp. 106-107, Paris.

CITA, M. B. & PASQUARÉ, G., 1958, Studi stratigrafici sul sistema Cretaceo in Italia. Nota IV, Osservazioni micropaleontologiche sul Cretaceo delle Dolomiti: Riv. Ital. Paleont. Strat., vol. 65, n. 4, pp. 285-435, tav. XXV-XXVIII, Milano.

COLOM, G., 1928, La Calizas con embriones de *Lagena* del Cretácico inferior de Mallorca: Bol. R. Soc. Hist. Nat., vol. 28, pp. 393-404, tav. X, XI, Madrid.

—, 1928, Nota sobre el hallazgo de los embriones de Lagenas de J. de Lapparent en los sedimentos actuales del Mediterráneo, y enumeracion de los foraminiferos de varias muestras de fondos: Minist. de Fomento, Notas y Resumenes, ser. II, vol. 29, Madrid.

—, 1931. Estudios litológicos sobre el Cretácico inferior de Mallorca: Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., vol. 31, pp. 529-548, tav. V-VIII, Madrid.

—, 1945, *Nannoconus steinmanni* Kamptner, y *Lagena colomi* de Lapparent: Publ. Inst. Geol. Prov. Barcelona, Miscellanea Almera, n. 1, pp. 123-132, Madrid.

—, 1948, Estudios sobre la sedimentacion profunda de las Baleares desde el Lias superior al Cenomanense: Publ. Inst. Geol. Prov. Barcelona, Miscellanea Almera, n. 7, 147 pp., 27 tav., Madrid.

—, 1950, Sobre la estensioné importancia de las calizas con « Nannoconus » en il Appenino central (Italia): Inst. Geol. Min. Espana, Libro Jubilar, vol. 1, pp. 99-120, Madrid.

—, 1952, On the distribution and lithological importance of *Nannoconus* limestones in the bathyal facies of the Western Mediterranean: Int. Geol. Congr., 18th Sess. 1948, n. 10, pp. 83-91, London.

—, 1955, Jurassic-Cretaceous pelagic sediments of the west Mediterranean zone and the Atlantic zone: Micropaleontology, vol. 1, n. 2, pp. 109-124, tav. I-V, New York.

—, 1956, Lito-facies y micropaleontologia de las formaciones Jurassico-Neocomiensis de la Sierra de Ricote (Murcia): Bol. Inst. Geol. Min. Espana, vol. 67, pp. 13-51, tav. I-VI, Madrid.

D'ALBISSIN, M., 1963, Analyse des microstructures des roches calcaires par la microsopie électronique: Rev. Geogr. Phys. Géol. Dynam., serie 2, vol. 5, fasc. suppl., pp. 81-90, Paris.

DEFLANDRE, G., 1959, Sur les nannofossiles calcaires et leur systématique: Rev. Micropal., vol. 2, n. 3, pp. 127-152, Paris.

—, 1962, Les nannofossiles des argiles de Limans et leur signification: Les Alpes de Lumière, n. 26, 8 pp. dell'estratto.

—, DEFLANDRE-RIGAUD, M., 1959, Sur l'existence d'une association particulière de Nannoconidés dans le Crétacé supérieur du Bassin de Paris: C. R. Ac. Sc., vol. 249, pp. 2273-2274, Paris.

—, —, 1960, présence de Nannoconidés dans le Crétacé supérieur du Bassin Parisien: Tev. Micropal., vol. 2, n. 4, pp. 175-180, Paris.

—, —, 1962, Remarques sur l'évolution des Nannoconidés à propos de quelques nouveaux ty-

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 32

Fig. 1 - E. m. fotografia (P7 R4, x 4.800) di *Nannoconus colomi* (de Lapp.) in sezione longitudinale non perfettamente assiale; « maiolica » del Neocomiano basale.

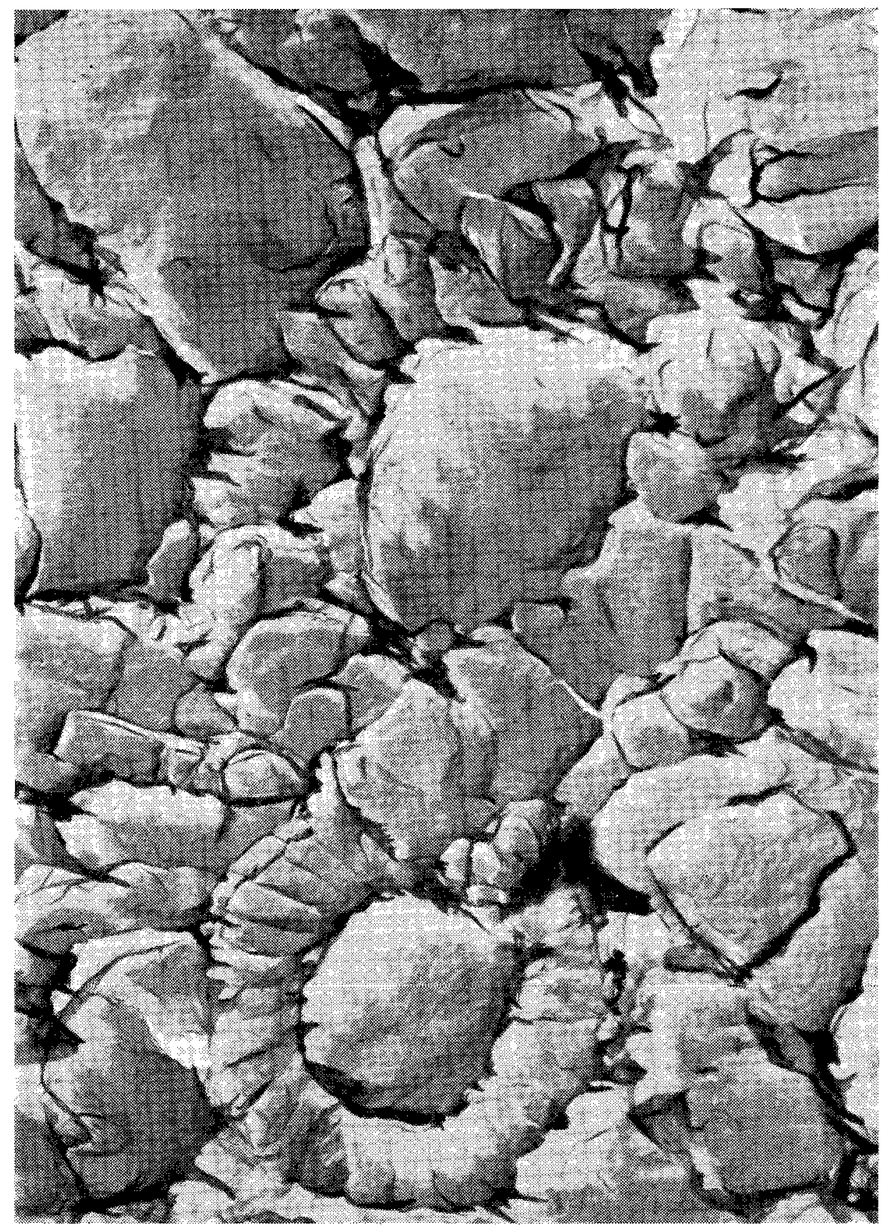
2 - E. m. fotografia (P7 R4, x 4.800) di *Nannoconus colomi* (de Lapp.) in sezione trasversale; « maiolica » del Neocomiano basale.

3 - E. m. fotografia (P7 R4, x 4.800) di *Nannoconus colomi* (de Lapp.) in sezione obliqua; « maiolica » del Neocomiano basale.

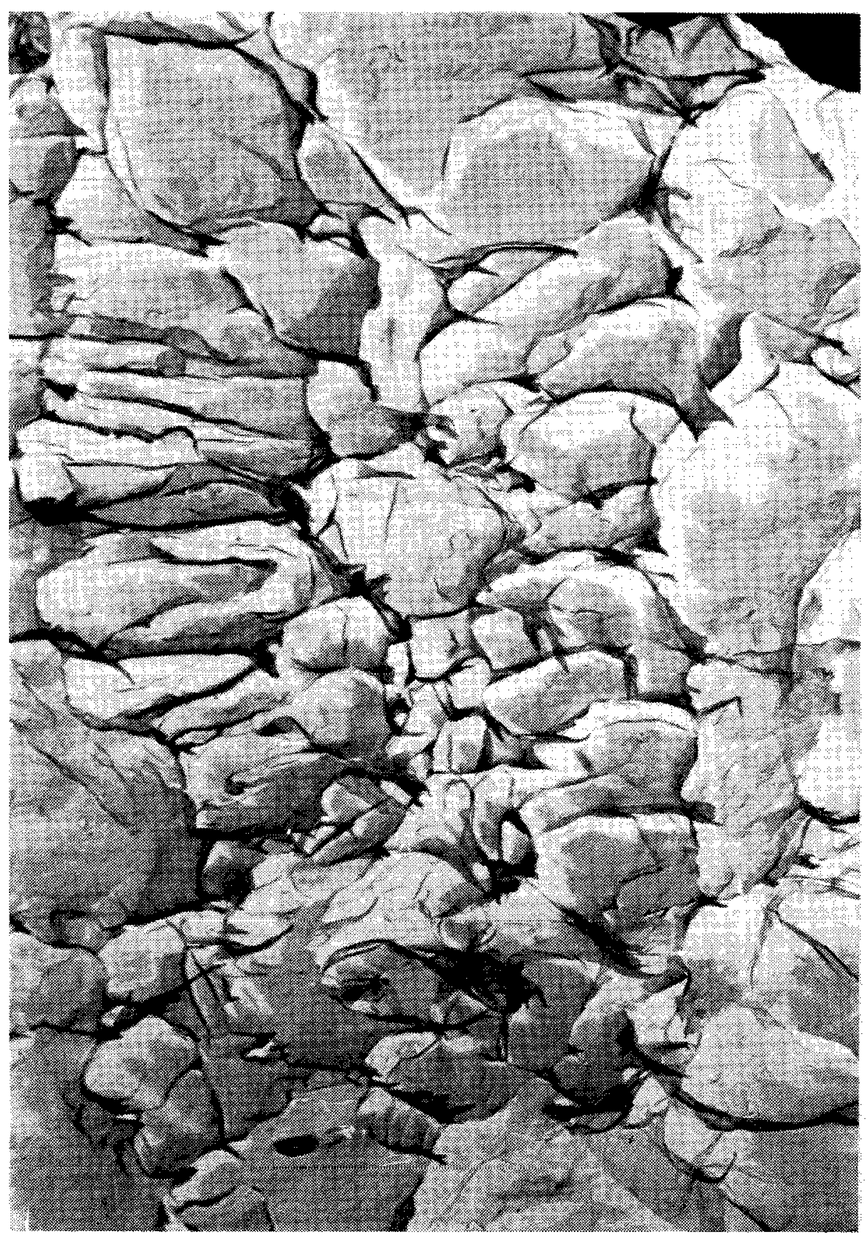
4 - E. m. fotografia (P6 R3, x 6.700) di *Nannoconus colomi* (de Lapp.) in sezione trasversale; « maiolica » del Neocomiano basale.

A. FARINACCI, MICRORGANISMI AL MICROSCOPIO ELETTRONICO

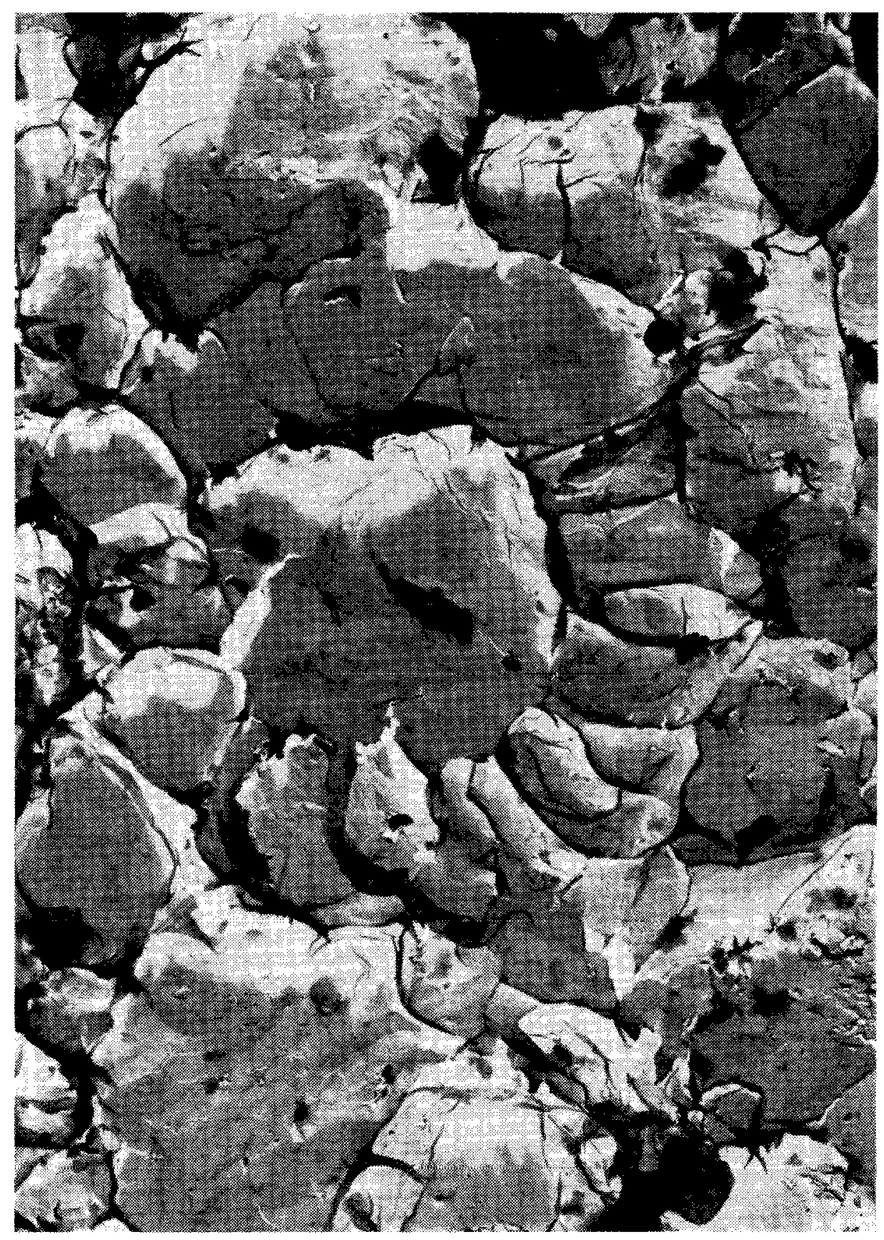
1



2



3



4

pes du Crétacé inférieur de Haute-Provence: C. R. Ac. Sc., vol. 255, pp. 2638-2640, Paris.

—, FERT, C., 1952, Sur la structure fine de quelques Coccolithes fossiles observés au microscope électronique: C. R. Ac. Sc., vol. 234, pp. 2100-2102, Paris.

—, —, 1953, Application du microscope électronique a l'étude des Coccolithophoridés: Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, pp. 301-313, Toulouse.

—, —, 1954, Observation sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique: Ann. Paléont., vol. 40, pp. 117-176, Paris.

DE LAPPARENT, P., 1925, Sur une varieté de calcaire à grain fin: C. R. S. S. Soc. Géol. Fr., n. 7, pp. 104-106, Paris

—, 1926, Sections d'embryons de *Lagena* des calcaires à Radiolaires de Majorque: Bull. S. G. Fr., serie 4, vol. 25, pp. 353, tav. X, Paris.

—, 1931, Sur les prétendus « embryons de *Lagena* »: C. R. S. S. Soc. Géol. Fr., n. 15, pp. 222-223, Paris.

—, 1935, Sur la composition lithologique du Biancone: C. R. S. S. Soc. Géol. Fr., n. 4, pp. 43-44, Paris.

FILIPESCU, M. G. & DRAGASTAN, O., 1963, Sur la présence de certains dépôts *a Nannoconus* dans les sédiments jurassico-crétacés de la République Populaire Roumaine: Rev. Geol. Géograf., vol. 7, n. 2, pp. 191-197, 1 tav., Bucarest.

GRUNAU, H. R., 1959, Mikrofazies und Schichtung ausgewählter, Jungmesozoischer, Radiolarit-Fuehrender sedimentserien der Zentral-Alpen: Int. Sedim. Petr. Series, vol. 4, 179 pp., 11 tav., Ed. E. J. Brill, Leiden.

—, STUDER, H., 1956, Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Bianconekalken des Suedtessins: Experientia, vol. 4, pp. 141-143, Basel.

KAMPTNER, E., 1931, *Nannoconus steinmanni,* nov. gen., nov. sp., ein merkwuerdiges gesteinsbildendes Mikrofossil aus dem juengeren Mesozoikum der Alpen: Palaeont. Zeit., vol. 13, n. 4, pp. 288-298, Berlin.

—, 1938, Einige Bemerkungen ueber *Nannoconus*: ibidem, vol. 20, n. 2, pp. 249-257, Berlin.

KAY, D., 1961, Techniques for electron microscopy: 331 pp., Blackwell Scientific Publications, Oxford.

KRINSLEY, D., & TAKAHASHI, T., 1962, Application of electon microscopy to geology: Trans: N. Y. Acad. Sc., serie 2, vol. 25, pp. 3-22, New York.

NOËL, D., 1956, Coccolithes des terrains jurassiques de l'Algérie: Publ. Serv. Carte Géol. Algérie, Trav. Collab., Bull. n. 8, pp. 303-345, 8 tav., Alger.

—, 1958, Etude des Coccolithes du Jurassique et du Crétacé inferieur: Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, n. 20, pp. 157-198, 61 figg., Alger.

PASQUARÉ, G., 1931, Sulla presenza di *Nannoconus* e *Saccocoma* nei livelli superiori del « Rosso ad Aptici » di Bellavista (Canton Ticino): Ecl. Geol. Helv., vol. 53, n. 2, pp. 501-504, Basel.

SHOJI, R. & FOLK, R., 1964: Surface morphology of some limestone type as revealed by electron microscope: Jour. Sed. Petr., vol. 34, n. 1, pp. 144-155, Tulsa.

STEINMANN, G., 1925, Gibt es fossile Tiefseeablagerungen von erdgeschichtlicher Bedentung?: Geo.l Rdsch., vol. 16, pp. 435-468, 1 tav. Berlin.

TREJO, M. H., 1959, Dos nuevas especias del genero *Nannoconus* (Protozoa inc. sed.): Ciencia, vol. 19, n. 6/7, pp. 130-132, Mexico.

—, La familia Nannoconidae y su alcance estratigrafico en America (Protozoa, inc. sed.): Bol. As. Mex. Geol. Petr., vol. 12, n. 9/10, pp. 259-314, Mexico.