Mem. Descr. Carta Geol. d'It.
LXXVII (2008), pp. 41 - 60
figg. 15 - tab. 1 - tavv. III

Le Rudiste come vincolo stratigrafico per il rilevamento geologico in alcune località fossilifere dell'Appennino Centrale

Rudists as stratigraphic constraint for the geological surveying in some fossiliferous sites of central Apennines

CESTARI R. (*)

RIASSUNTO - Tra i macrofossili che caratterizzano le successioni carbonatiche mesozoiche dell'area italiana, i bivalvi rudiste sono uno dei gruppi fossili con maggiore potenziale applicativo per le attività di rilevamento geologico e di cartografia. In questo lavoro vengono descritti i principali caratteri morfostrutturali quali la forma, la composizione e la struttura del guscio così come sono delineati, in maniera sintetica, la storia evolutiva delle principali famiglie e l'organizzazione delle comunità. Vengono quindi discusse le principali modalità di analisi morfostrutturale e le chiavi essenziali per il riconoscimento "in campagna" di questi macrofossili nelle successioni sedimentarie, utili sia come strumento stratigrafico sia per le prime ricostruzioni paleoambientali dei contesti di piattaforma carbonatica. Infine vengono presentati esempi applicativi discutendo le associazioni a rudiste che caratterizzano alcune successioni del Cretaceo dell'Appennino centrale, sia riprendendo precedenti lavori che presentando dati inediti.

PAROLE CHIAVE - stratigrafia, Cretaceo superiore, rudiste, rilevamento geologico, Italia centrale.

ABSTRACT - Among macrofossils that characterize the mesozoic carbonate successions of the italian area, rudist bivalves are one of the fossil groups with highest applicative potential for the geological surveying and mapping. In this work the most important morphostructural features such as shape, composition and shell structure are described as well as the evolutionary history of the main families and the organization patterns of the communities are sintetically depicted. Then, the main modalities for the morphostructural analysis and the essentials for "field identification key" of these macrofossils in the sedimentary successions, useful both as stratigraphic tool and for the first palaeoenvironmental reconstructions of the carbonate platform settings, are discussed. Some application examples are presented by discussing the rudist assemblages that characterize some cretaceous successions cropping out in central Apennines, both by reprising earlier works and presenting new data.

KEY WORD - stratigraphy, late Cretaceous, rudists, geological Surveying, central italy.

1. - INTRODUZIONE

Questo lavoro è dedicato alla memoria di mio padre Generoso Cestari, Geologo Rilevatore prima in prospezioni minerarie e poi, dal 1961, al Servizio Geologico d'Italia di cui divenne primo dirigente. Nella sua carriera professionale, durata più di quarant'anni, ha integrato osservazione minuziosa e curiosità riguardo i complessi fenomeni naturali che hanno modellato la superficie terrestre ed il sottosuolo, spaziando da temi minerari, geologico-applicativi fino al campo paleontologico, trasmettendomi il piacere e la responsabilità della conoscenza.

In questa pubblicazione vengono forniti gli elementi essenziali di osservazione ed utilizzo di un gruppo di bivalvi fossili, le Rudiste (ordine *Hippuritoidea*), che dal Giurassico superiore fino alla loro estinzione al termine del Cretacico hanno colonizzato gran parte degli ambienti marini di acque basse, diventando i principali costituenti organici delle successioni carbonatiche che oggi affiorano nell'area centro-mediterranea. Esse differiscono dagli altri bivalvi per peculiari caratteristiche strutturali e per la forma così che il loro riconoscimento nelle successioni sedimentarie fornisce un versatile strumento stratigrafico per la caratterizzazione delle rocce. Nelle successioni di piattaforma carbonatica che affiorano nell'area italiana, il riconoscimento delle rudiste e dei depositi bioclastici derivati può essere effettuato tramite osservazioni macroscopiche, oltrechè microscopiche, di facile applicazione, basate sulla forma generale del fossile e sulla struttura del

(*) Indirizzo attuale: Eni R&M Centro Ricerche, Via Via E. Ramarini 32, 00015 Monterotondo (Roma). E-mail riccardo.cestari@eni.it

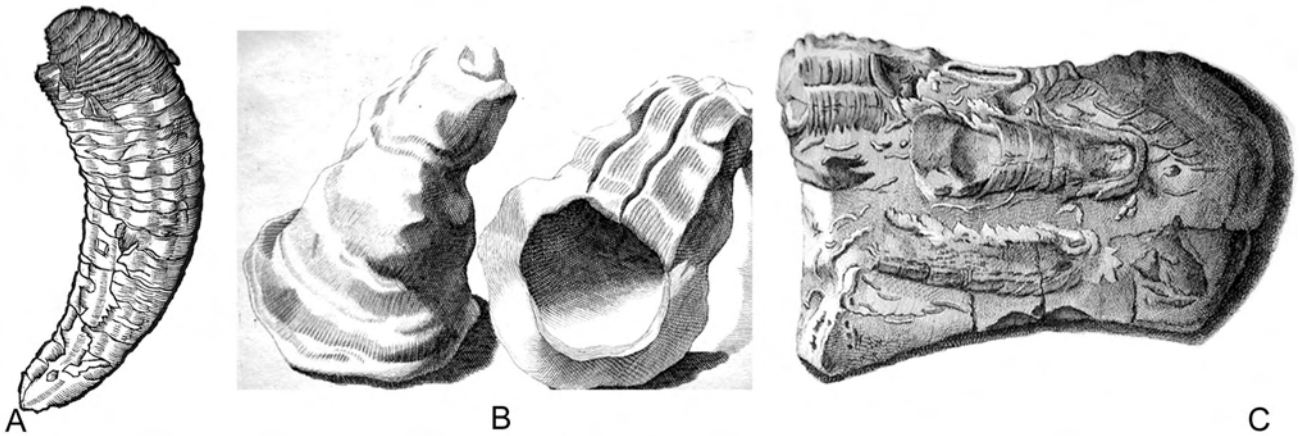

Fig. 1 - Primi riferimenti storici alle rudiste nell'area italiana. A) Disegno di "Corno di Ammone, figura di pietra causata da forma precedente" tratto da FERRANTE IMPERATO (1599), probabilmente si tratta del calco interno di un radiolitide completo di entrambe le valve con l'impronta dei cicli di accrescimento. B) Disegni di radiolitidi provenienti dalla Scaglia del Sudalpino tratti da SPADA (1744). C) Disegno di radiolitidi delle isole Coronate (Croazia) tratto da FORTIS (1774).

- Early historical sources on rudists from the Italian area. A) Drawing of "Corno di Ammone, petrified image caused by earlier form" from FERRANTE IMPERATO (1599), probably it is the internal mould of a radiolitid shell with both the valves and with imprinted growth cycles. B) Drawings of radiolitids collected in the scaglia deposits of northern Italy after SPADA (1744). C) Drawing of radiolitids, Kornate islands (Croatia) after FORTIS (1774).

guscio, al fine del loro immediato utilizzo pratico nelle attività di rilevamento e per la cartografia geologica.

Sin dal XVI° secolo la loro forma attrasse l'attenzione dei primi studiosi e fu illustrata da FERRANTE IMPERATO (1599) come "Corno di Ammone". Questa rappresenta oggi il primo riferimento storico a questi macrofossili quantomeno dell'area italiana, seguito dagli altri riportati in SPADA (1744) e FORTIS (1774) (fig. 1, A - C).

Il fine di questo lavoro è di fornire una chiave di riconoscimento di questi molluschi bivalvi che caratterizzano le successioni carbonatiche del Cretacico per il loro immediato utilizzo nelle attività di rilevamento geologico. Come esempio applicativo, vengono prese in considerazione alcune successioni sedimentarie caratterizzate dalla presenza di associazioni a rudiste riesaminando dati già pubblicati nell'Appennino centrale (fig. 2) (MARIOTTI, 1982; ACCORDI & CARBONE, 1988; SIRNA & CESTARI, 1989; CESTARI *et alii*, 1992; PONS & SIRNA, 1992; DAMIANI *et alii*, 1992; CESTARI, 2005; ed i lavori di C.F. PARONA raccolti nella monografia a lui dedicata in Cestari *et alii*, 1990) e presentandone di inediti.

Contemporaneamente, l'analisi speditiva della loro forma, della struttura del guscio e del riempimento delle cavità intrascheletriche forniscono importanti informazioni anche per le ricostruzioni paleoambientali e per la storia diagenetica dei sedimenti che le contengono. L'elevata complessità morfologica che caratterizza questi bivalvi, simili alle attuali ostree, ha da sempre sollevato e reso vivo il dibattito sulla loro sistematica che, volutamente, viene tralasciata in questo lavoro così come l'inquadramento cronostratigrafico e l'associazione micropaleontologica delle successioni in esame vengono ricavate dai dati già pubblicati (CHIOCCHINI & MANCINELLI, 1977; COMPAGNONI *et alii*, 1992; CHIOCCHINI *et alii*, 1994).

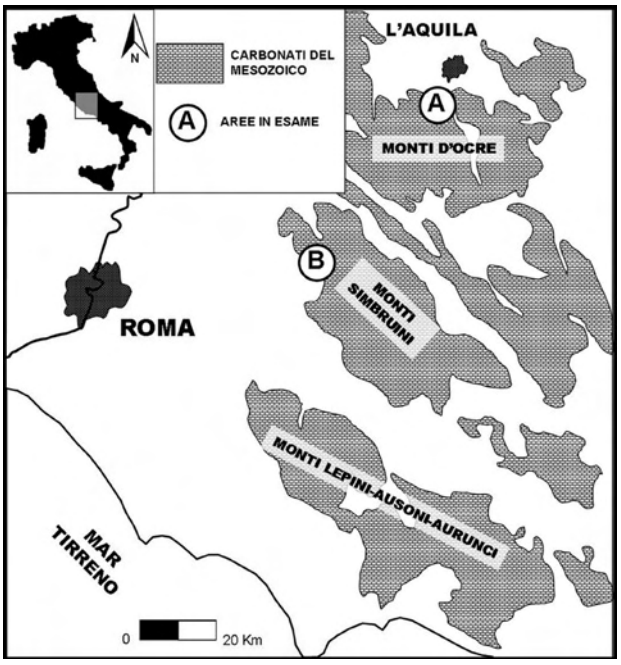

Fig. 2 - Ubicazione delle successioni carbonatiche del Cretaceo studiate nell'Appennino centrale. A) Forchetta Moretti, Monte Orsello, Monte Rotondo (Monti d'Ocre); B) S. Maria dei Bisognosi, Subiaco (Monti Simbruini-Monti Affilani).

- Location of the studied cretaceous carbonate successions in the central Apennines. A) Forchetta Moretti, Orsello Mt., Rotondo Mt. (Ocre Mountains); B) S. Maria dei Bisognosi, Subiaco (Simbruini-Affilani Mountains).

2. - COMPOSIZIONE E STRUTTURA DEL GUSCIO

Il guscio è composto da due valve con apparato cardinale di tipo eterodonte modificato (o pachiodonte) che, nel corso della storia evolutiva, ha subìto profonde modificazioni pur mantenendo un *bauplan* definito (DECHASEAUX *et alii*, 1969). Nelle forme cosiddette "normali" o "sinistrodonti" (fig. 3, A), cioè con la valva sinistra attaccata al substrato, la valva sinistra è caratterizzata da due fossette e da un dente inseriti nei rispettivi alloggiamenti della valva destra (valva superiore) ove sono presenti due denti ed una fossetta. Al contrario, nelle forme "inverse" o "destrodonti" (fig. 3, B), la valva sinistra è la valva superiore ed è caratterizzata da due ben sviluppati denti (anteriore e posteriore) e da una fossetta, mentre la valva destra è fissa al substrato, ad eccezione delle diceratidi che potevano aderire al substrato indifferentemente con l'una o l'altra valva. Le Rudiste hanno un guscio composto da più strati, solitamente spesso, caratterizzato da uno strato interno e da uno strato mediano aragonitici e da uno strato calcitico esterno a basso contenuto in Mg. Sia gli elementi cardinali che la parte interna del guscio sono formati da strati aragonitici. Data la natura chimicamente instabile dell'aragonite, essa viene solitamente lisciviata dai fluidi di formazione favorendo la creazione di pori che, a loro volta, possono essere successivamente riempiti in parte o totalmente da calcite spatica. In questa maniera, di solito, si osserva un unico strato calcitico biancastro che, specialmente nelle forme in origine a prevalente guscio aragonitico, risalta nella roccia.

Nella gran parte delle Rudiste lo strato esterno consiste di prismi di calcite colonnare organizzati in fitti microritmi di accrescimento del guscio a formare una struttura calcitica compatta. Questo strato, di colore da grigio a marrone, costituisce anche l'ornamentazione del guscio. In molti diceratidi, nei caprinidi ed in molti caprotinidi lo strato interno, aragonitico, è più spesso, mentre in altre famiglie è lo strato calcitico esterno ad essere quello maggiormente sviluppato.

Così come altri bivalvi attuali, il guscio di gran parte delle Rudiste era costruito dalla sovrapposizione di ritmi di crescita che si formavano in cicli giornalieri, bisettimanali e stagionali creando strie di accrescimento (AMICO, 1978), meglio conservati nelle forme a struttura prevalentemente calcitica. Nel guscio si possono distinguere:

a - microritmi, corrispondono alla coppia di *laminae* (o *lamellae*), verosimilmente legate al ciclo giorno/notte;

b - ritmi, caratterizzati da una successione di microritmi compresi tra una coppia di *laminae* maggiormente accentuate, legati al ciclo bisettimanale e/o mareale;

c - megaritmi, caratterizzati da importanti stadi di crescita, di solito corrispondono a maggiori variazioni nell'ornamentazione del guscio e a una coppia di *tabulae* all'interno del guscio, legati all'alternanza delle stagioni (megaciclo stagionale).

Le radiolitidi hanno adottato peculiari strategie di costruzione del guscio per formare la caratteristica struttura cellulare (PONS & VICENS, 2005).

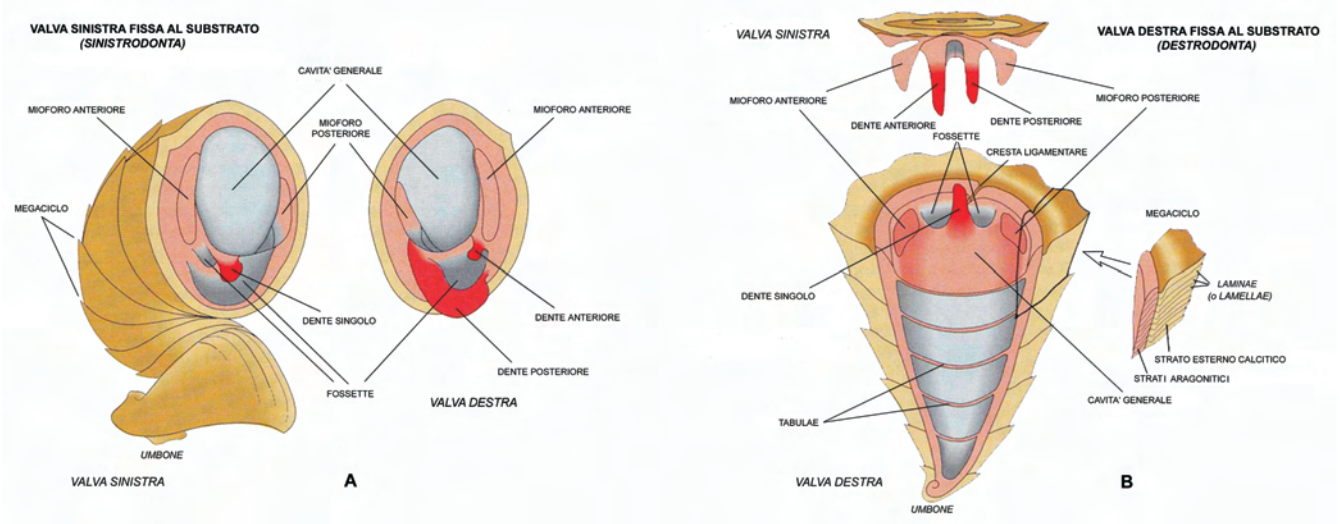

Fig. 3 - Forma e caratteri interni delle rudiste. A) in un requienide fisso al substrato tramite la valva sinistra; B) in un radiolitide fisso tramite la valva destra (modificato da CESTARI & SARTORIO, 1995).

- Shell and internal features of rudists. A) in a requienid fixed to the substrate by the left valve; B) in a radiolitid fixed by the right valve (modified after CESTARI & SARTORIO, *1995).*

All'interno della cavità generale del guscio delle rudiste, oltre alle *tabulae*, possono essere riconosciuti dissepimenti, normalmente generati dal rapido accrescimento dell'organismo. I ritmi di crescita sono fortemente influenzati da fattori paleoclimatici, fisico-chimici e paleobiologici che modificavano i processi secretivi del mantello. Ciò permette di stimare i tassi di crescita e di sedimentazione (fino a molti cm per stagione; CESTARI & PONS, 2007) e la durata della vita di singoli individui di Rudiste (fino a poche dozzine di anni). Come altri bivalvi, ad esempio le attuali ostree, le Rudiste adottarono una particolare strategia di crescita del guscio che, sotto l'influenza di fattori biologici e paleoambientali, causava diffuso polimorfismo e provocava la realizzazione di differenti ecomorfotipi. Questi sono stati spesso interpretati come differenti generi e specie.

3. - ORGANIZZAZIONE DELLA COMUNITÀ

Le Rudiste erano organismi bentonici gregari che crescevano sia come singoli individui che in dense associazioni con gusci spesso a contatto. Esse potevano vivere sia adagiate sul substrato se questo era soggetto a bassi tassi di sedimentazione, come le requienie, sia infossate nel sedimento per 2/3 della loro altezza, come le radiolitidi e le ippuriti, con tassi di crescita tali da superare anche elevati tassi di sedimentazione ma sempre con la parte commissurale abbastanza lontana dall'interfaccia acqua-sedimento per consentire le attività metaboliche. In ambienti soggetti a correnti moderate esse potevano appoggiarsi direttamente sul fondo o, come altri bivalvi quali le Ostree, potevano incrostare fondali duri.

Le rudiste si possono ritrovare in (SKELTON & GILI, 1991; GILI *et alii*, 1995):
a - individui isolati (fig. 4, A);
b - *bouquet*, composti da gruppi di pochi individui (fig. 4, B);
c - *cluster*, composti da gruppi di poche dozzine di individui (fig. 4, C);
d - *thicket*, composti da numerose dozzine a molte centinaia di individui, normalmente con guscio svolto e allungato, raggruppati insieme in diverse generazioni (fig. 4, D).

Esse colonizzavano sia i settori più protetti delle piattaforme a sedimentazione carbonatica e/o mista terrigena che gli ambienti di margine e di rampa di collegamento al bacino. In alcuni casi, individui isolati o piccoli *bouquet* potevano colonizzare le porzioni più profonde delle rampe e, eccezionalmente, altofondi pelagici in zona fotica (CESTARI & TREVISANI, 2005).

4. - EVOLUZIONE

Di seguito vengono discussi i *taxa* che più spesso si ritrovano nelle successioni carbonatiche dell'area italiana e viene presentata una classificazione semplificata delle rudiste al fine di un più immediato riconoscimento delle principali forme.

Vengono quindi considerati 6 gruppi principali di rudiste afferenti alle rispettive famiglie, ciascuno legato a peculiari ambienti sedimentari e a definite età geologiche (CESTARI & SARTORIO, 1995), queste, però, non ne rispecchiano la corretta organizzazione sistematica che è tutt'ora in via di consolidamento:

Diceratidae (Oxfordiano medio-?Valanginiano)
Requieniidae (Titoniano inferiore-Maastrichtiano)
Caprotinidae (Valanginiano inferiore-Maastrichtiano)
Caprinidae (Barremiano superiore-Maastrichtiano)
Radiolitidae (?Aptiano inferiore-Maastrichtiano)
Hippuritidae (Turoniano-Maastrichtiano)

Le *Diceratidae* apparvero nel Giurassico superiore probabilmente dal genere *Pterocardium* (bivalvi Megalodonti) e si diffusero in sedimenti di laguna nell'Oxfordiano-Kimmeridgiano. Queste comprendono generi in gran parte attaccati al substrato tramite la valva sinistra; solo il genere *Diceras*, probabile ancestore di tutte le Rudiste, era attaccato al substrato tramite la valva destra.

Successivamente, solo le requienie, conosciute come "forme normali" o "sinistrodonti", si originarono dai primi tramite il genere *Matheronia*.

Tutte le altre famiglie si originarono dal gruppo attaccato al substrato con la valva destra, ovvero dal genere *Valletia* e sono conosciute come "forme inverse" o "destrodonti". Per tutto il Cretacico, le requienie caratterizzeranno ambienti fangosostenuti soggetti a tassi di sedimentazione da moderati a bassi.

In queste prime due famiglie il ligamento, che permetteva l'articolazione delle valve, era esterno e causava una accentuata crescita tangenziale con conseguente forma spirogirata (fig. 5). Questo vincolo morfostrutturale venne superato tra il Giurassico superiore ed il Cretacico inferiore quando alcune forme procedettero all'invaginazione dello stesso. Questa nuova proprietà permise lo svolgimento del guscio ed il suo sollevamento dal substrato formando cavità accessorie nello strato aragonitico come nelle *Caprotinidae* e, successivamente, nelle *Caprinidae*, permettendone la diffusione in nuovi ambienti sedimentari.

A differenza delle precedenti, i caprotinidi hanno la valva inferiore principalmente svolta ed allungata e, a partire dal Valanginiano, indicano

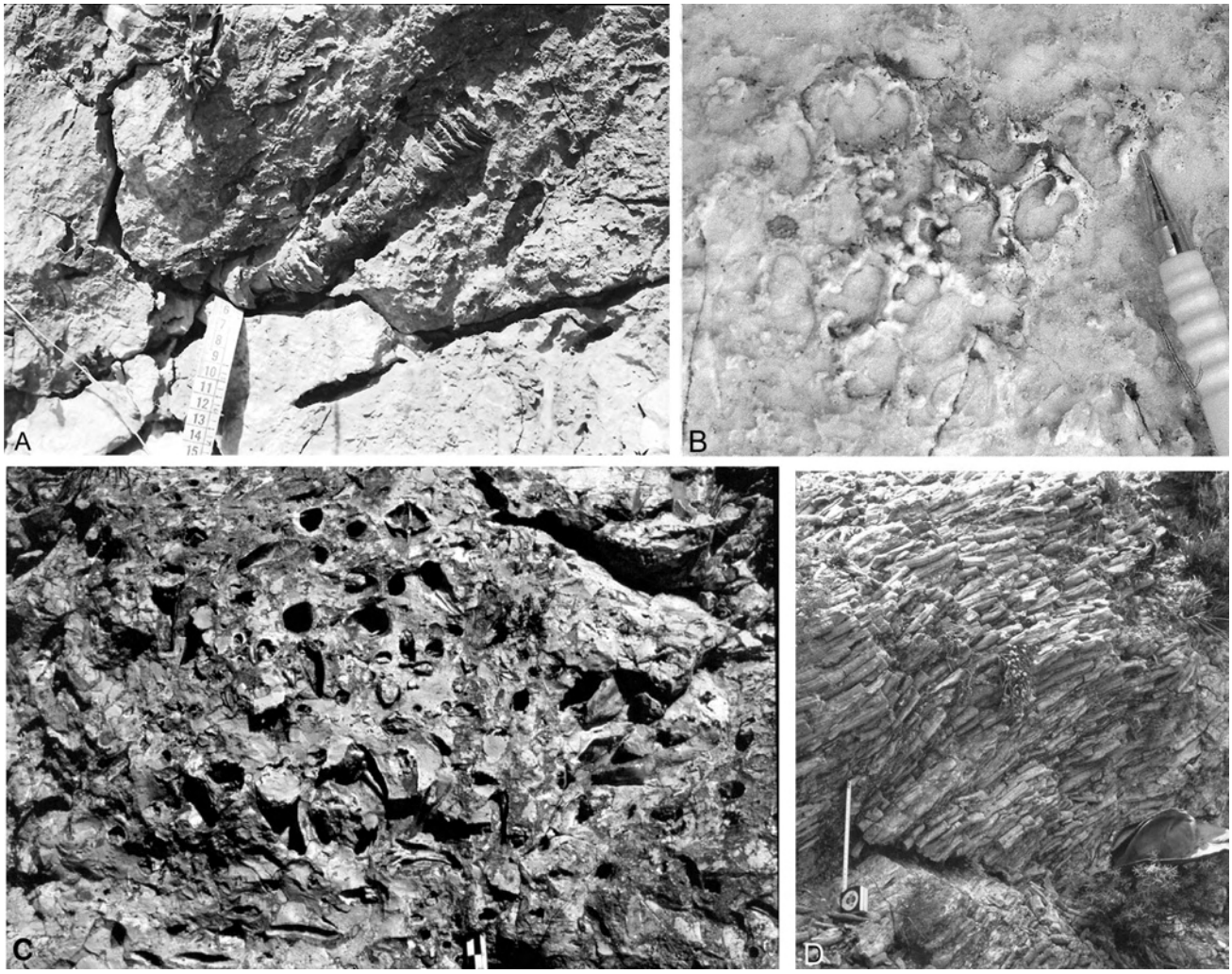

Fig. 4 - Tipi principali di aggregazione delle rudiste. A) Individuo isolato di *Radiolites sp.* in calcare ben stratificato. Serrone, Monte Scalambra (Appennino centrale). B) *Bouquet* composto da pochi individui di *Hippurites sulcatus*. Piano di Corte, Monti del Matese (Appennino meridionale). C) Cluster composto da dozzine di individui di radiolitidi. Santa Cesarea T., Salento (Puglia). D) Thicket composto da centinaia di individui allungati di *Hippurites socialis*. Collades des Basturs, Pirenei orientali (Spagna).

- Main rudist organization patterns. A) Isolate specimen of Radiolites sp. in well bedded limestone. Serrone, Scalambra Mt.(central Apennines). B) Bouquet composed of few specimens of Hippurites sulcatus. Piano di Corte, Matese Mountains (southern Apennines). C) Cluster composed of dozen radiolitid specimens. Santa Cesarea T., Salento (Apulia). D) Thicket composed of hundreds elongate specimens of Hippurites socialis. Collades des Basturs, eastern Pirenees (Spain).

Fig. 5 - Addensamento di gusci spirogirati di requienidi (*Apricardia* sp.), prevalentemente composti di calcite compatta. Cenomaniano medio-superiore vicino Amaseno, Monti Ausoni (Appennino centrale).

- Concentration of spyrogirate requienid shells (Apricardia sp.), mainly made of compact calcite. Middle-late Cenomanian near Amaseno, Ausoni Mountains (central Apennines).

l'inizio della diffusione delle rudiste in ambienti a maggior idrodinamismo e in sedimenti a tessitura da fango-sostenuta a grano-sostenuta (fig. 6). Da esse, tramite il genere *Pachytraga,* evolvono probabilmente le caprine che sviluppano un complesso sistema di cavità accessorie e di canali nello spesso strato aragonitico del guscio (fig. 7) che, migliorandone la resistenza meccanica, ne favorisce la diffusione anche in ambienti ad energia elevata in contesti di margine di piattaforma.

Nel Barremiano superiore-Aptiano basale si registra una prima grande proliferazione di queste due famiglie in tutta l'area tetisiana, dando luogo alla Facies Urgoniana nell'area mediterranea; a questo evento biosedimentario segue una prima grande estinzione.

Nell'Aptiano basale compaiono le prime

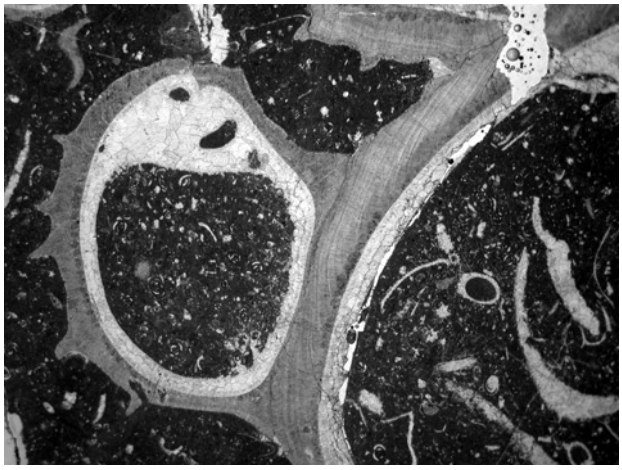

Fig. 6 - Sezione trasversale della valva destra di un individuo giovane di *Agriopleura sp. (Caprotinidae)* attaccato ad un individuo adulto. Serra Sbregavitelli, Monti del Matese (Appennino meridionale). Base della foto =1,5 cm.
- *Transverse section of the right valve of a young specimens of Agriopleura sp. (Caprotinidae) attached to an adult. Serra Sbregavitelli, Matese Mountains (southern Apennines). Base of the photo =1,5cm.*

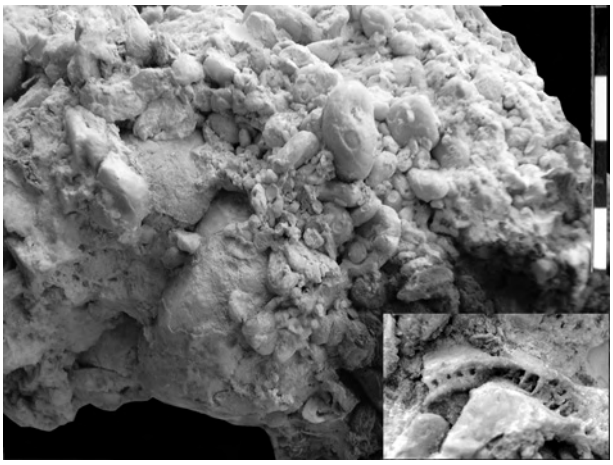

Fig. 7 - Bioclastite costituita da gusci di caprine, in origine di natura aragonitica, caratterizzati dalla presenza di canali palleali (riquadro in basso a destra). Santa Fara, Montagna della Majella (Appennino centrale).
- *Bioclastite composed of caprinid shells, originally of aragonite, marked by pallial canals (lower right corner). Santa Fara, Majella Mountain (central Apennines).*

Radiolitidae, dal genere *Agriopleura* dei caprotinidi, con valva destra allungata. Queste hanno forma da conica a cilindrica e guscio prevalentemente calcitico dotato di struttura cellulare (fig. 8).

Ebbero una straordinaria espansione a partire dall'Albiano e per tutto il Cretacico, modificando alcuni caratteri come, ad esempio, la saldatura quasi completa delle le due valve (fig. 9) o l'acquisizione di un complesso sistema di canali nella valva superiore. Questa capacità di modificare la propria struttura permise la colonizzazione di gran parte degli ambienti sedimentari di piattaforma carbonatica e di rampa fino alle aree di altofondo bacinale.

Nell'Albiano superiore e per quasi tutto il Cenomaniano, si registra una secondo picco di

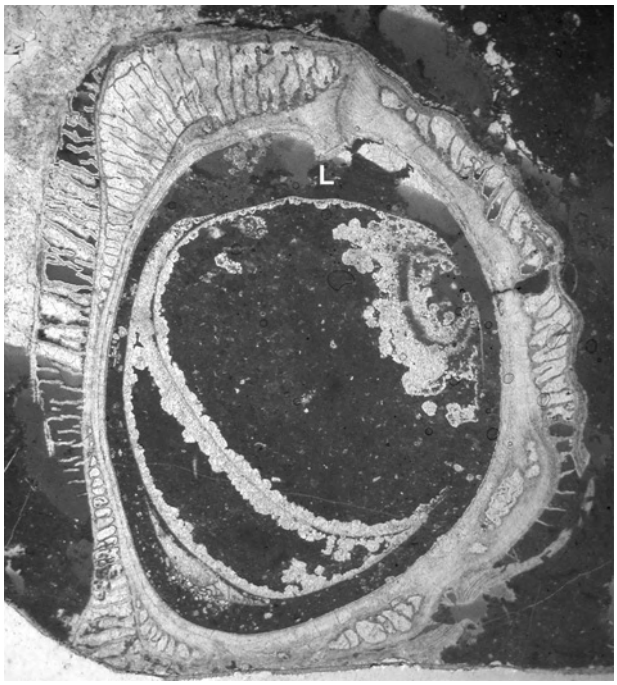

Fig. 8 - Sezione trasversale della valva destra di *Eoradiolites plicatus* con struttura cellulare a creste radiali e cresta ligamentare (L). Livello Coratonei Calcari di Bari. Corato (Puglia).
- *Transverse section of the right valve of Eoradiolites plicatus with cellular structure made of radial ridges and ligament ridge (L). Corato beds, Bari Limestone, Corato (Apulia).*

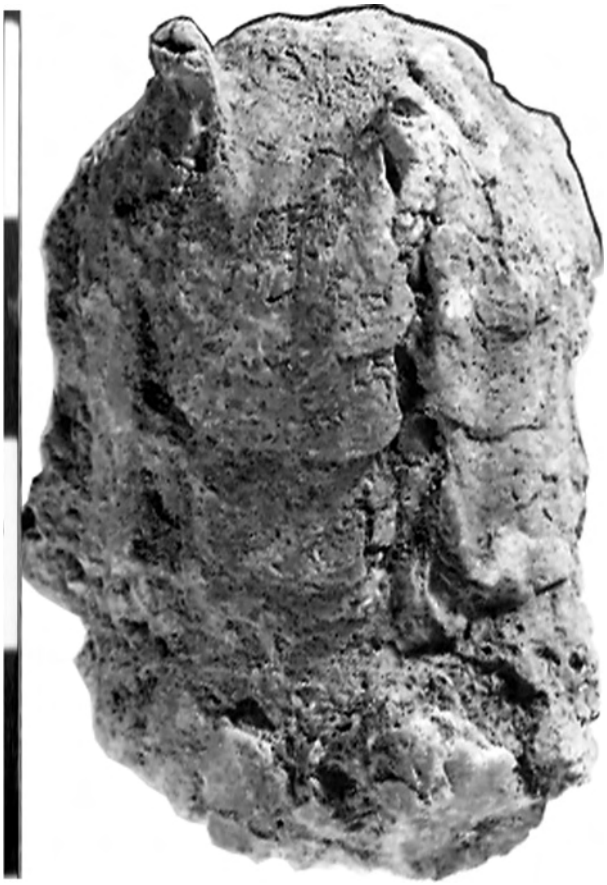

Fig. 9 - Vista laterale di *Medeella zignana* con le due valve quasi saldate tra di loro e le due strutture radiali ("sifonali") proiettate verso l'alto. Salento, Puglia.
- *Side view of Medeella zignana with the two valves intimately joined and the two radial structures ("siphonal") upward projected. Salento, (Puglia).*

diffusione delle Rudiste, di nuovo con le caprine e con le radiolitidi cui segue, al limite Cenomaniano-Turoniano, un secondo grande evento di estinzione caratterizzato dalla scomparsa di molte radiolitidi e, in particolare, di gran parte delle caprine.

L'ultimo grande gruppo di rudiste, le *Hippuritidae*, compare nel Turoniano inferiore dai caprotinidi, ed è caratterizzato da una valva inferiore estremamente allungata con pilastri interni, e struttura calcitica compatta, e da una valva superiore opercolare percorsa da un complesso sistema di pori e canali (fig. 10) che diventa uno straordinario sistema di filtraggio dell'acqua marina. Questa innovazione strutturale ne permise la diffusione in gran parte degli ambienti sedimentari di acque basse. Questi bivalvi a forma di tubo, insieme alle radiolitidi, caratterizzano la terza maggiore diffusione delle Rudiste al termine del Cretacico, in particolare nel Santoniano e nel Campaniano superiore. Quest'ultima grande diffusione viene considerata come "l'età barocca" delle rudiste, avvenuta poco prima della grande estinzione del Maastrichtiano quando tutte le rudiste scomparsero così come molti altri organismi.

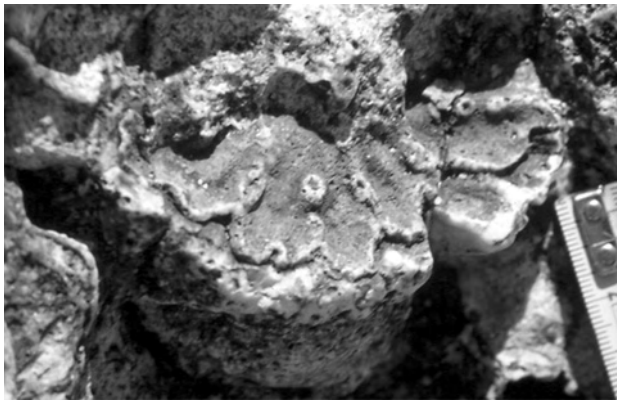

Fig. 10 - Vista laterale della valva superiore di *Vaccinites ultimus*, percorsa da un complesso sistema i pori e di canali. Pachino (Sicilia).
- *Side view of the upper valve of Vaccinites ultimus with the complex system of pores plus canals. Pachino (Sicily).*

5. - RICONOSCIMENTO MACROSCOPICO

Nelle attività di rilevamento geologico, il riconoscimento speditivo in affioramento dei caratteri morfostrutturali principali del guscio quali la forma, i caratteri interni e la struttura permettono una prima attribuzione di carattere sopragenerico e, contestualmente, l'attribuzione cronostratigrafica (tab. 1). Dal Giurassico superiore e per tutto il Cretaceo, una successione di eventi biologici e geologici ebbe luogo provocando la diffusione di definite facies a rudiste in differenti settori dell'area italiana. Molti di questi eventi sono in relazione ai cambiamenti di carattere globale che interessarono il paleo-oceano tetide, ma molti di essi sono legati all'evoluzione geologica regionale dell'area centro-mediterranea. Ciascuno di questi

Tab. 1 - *Schema dei caratteri morfostrutturali essenziali per il riconoscimento speditivo di campagna delle principali famiglie di rudiste. Valan.=Valanginiano; Maas.=Maastrichtiano; acc.=accessorie; prev.=prevalentemente; comp.=compatta; cellul.=cellulare.*
- Sketch of the main morphostructural features suitable for the field quick look of the main rudist families Valan.=Valanginian; Maas.=Maastrichtian.

	Familia	***Diceratidae***		***Requieniidae***		***Caprotinidae***		***Caprinidae***		***Radiolitidae***		***Hippuritidae***	
	Età	Oxfordiano-Valan.		Titoniano-Maas.		Titoniano-Maas.		Barremiano-Maas.		Aptiano-Maas.		Turoniano-Maas.	
		VS	**VD**	**VS**	**VD**	**VS**	**VD**	**VS**	**VD**	**VS**	**VD**	**VS**	**VD**
forma	spirogirata	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ				
	conica						ϒ		ϒ		ϒ		ϒ
	cilindrica						ϒ				ϒ		ϒ
	opercolare				ϒ	ϒ				ϒ		ϒ	
caratteri interni	cavità acc.					ϒ	ϒ	ϒ	ϒ				
	canali						ϒ			ϒ		ϒ	
	canali pall.							ϒ	ϒ				
	pori											ϒ	
	pilastri												ϒ
	tubuli										ϒ		
struttura	prev. aragonitica	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ	ϒ				
	calcitica comp.			ϒ	ϒ					ϒ		ϒ	ϒ
	calcitica cellul.										ϒ		
	calcitica mista										ϒ		

eventi include una serie di facies che mostra peculiari caratteristiche e sorprendenti analogie anche in aree molto distanti tra loro. Nel corso del tempo, le biofacies a rudiste mostrano caratteri di complessità sempre maggiore, parallelamente all'evoluzione biologica di questi organismi che colonizzarono ambienti progressivamente sempre più differenziati. Il riconoscimento macroscopico di questi macrofossili nelle attività di rilevamento geologico avviene a occhio nudo per quanto riguarda la forma ed i caratteri generali del guscio (fig. 11) mentre, per accertare la struttura del guscio, è utile l'ausilio di una lente ottica a 10X ingrandimenti. Al fine di sottolineare l'utilità di questi macrofossili nelle ricostruzioni stratigrafiche, vengono di seguito ripresi alcuni dati già pubblicati da vari Autori e vengono presentate osservazioni inedite inerenti alcune associazioni a rudiste che caratterizzano le successioni carbonatiche del Cretacico dell'Appennino centrale e di altre aree.

6. - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'Appennino centrale è parte del tratto dell'Arco Appenninico meridionale compreso tra il Mar Tirreno e l'Adriatico e delimitato dal lineamento strutturale con direzione nord-sud costituito dalla "linea Olevano-Antrodoco-Sibillini", mentre ad est è delimitato dal lineamento che dal versante orientale della Majella si dirige verso sud fino la parte nord-occidentale dei Monti del Matese (PAROTTO & PRATURLON, 2004; e riferimenti bibliografici ivi contenuti). L'ossatura della catena è caratterizzata da una spessa successione di rocce carbonatiche, sedimentate dal Triassico al Miocene lungo il margine passivo Adriatico-Apulo, che testimoniano l'esistenza di un vasto arcipelago costituito da banchi carbonatici, con scarso o nullo apporto silicoclastico, oggetto di numerosi lavori a carattere geologico e stratigrafico (ACCORDI & CARBONE, 1988; BOSELLINI, 2004; e riferimenti bibliografici ivi contenuti). A partire dal Miocene la progressiva costruzione della catena appenninica è testimoniata dall'instaurarsi di sedimentazione prevalentemente torbiditica silicoclastica che diventa progressivamente più giovane da ovest verso est.

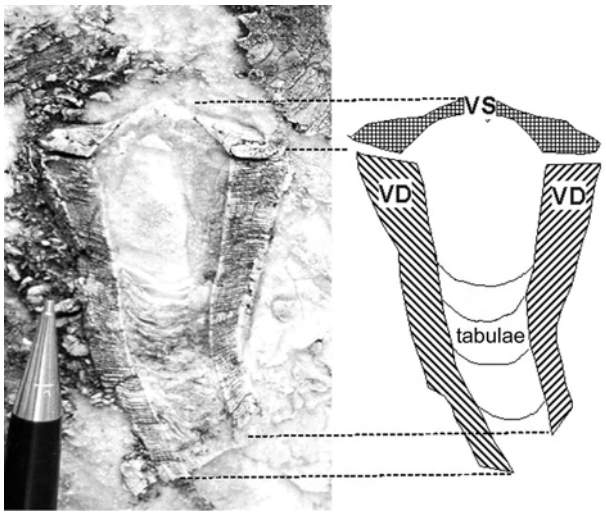

Fig. 11 - A destra, disegno di un radiolitide con entrambe le valve, tagliato in calcare bioclastico (a sinistra). (VD=valva destra, VS=valva sinistra).
- *On the left hand, drawing of a radiolitid with both the valves cut in bioclastic limestone (on the right). (VD=right valve, VS=left valve).*

Nel corso del Cretacico superiore, l'evoluzione dei complessi di piattaforma è ben documentata dallo sviluppo e distribuzione delle comunità a rudiste. Questi macrofossili possono essere facilmente riconosciuti in molti affioramenti dell'area, tra essi ne vengono presi in considerazione alcuni:

- nei Monti d'Ocre, ove testimoniano l'evoluzione delle biofacies in contesto di piattaforma da interna fino al margine, dall'Aptiano inferiore al Campaniano;
- nei Monti Affilani e nel settore NW dei Monti Simbruini, ove affiorano biofaces di margine di piattaforma, del Campaniano sup.-Maastrichtiano.

6.1. - MONTI D'OCRE

Nei Monti d'Ocre affiora una successione carbonatica condensata del Cretacico superiore, già studiata per gli aspetti micropaleontologici e biostratigrafici da DAMIANI *et alii* (1992) e da CHIOCCHINI & MANCINELLI (1994) in cui il riconoscimento delle frequenti associazioni a rudiste risulta essere un valido strumento per le attività di rilevamento geologico (ad esempio in CESTARI, 2005). Tre maggiori eventi di emersione caratterizzano l'evoluzione di questo settore della piattaforma, ciascuno corrispondente ad un *datum plane*: il primo è costituito da livelli argillosi verdastri al *top* dei calcari di età Barremiano-Aptiano, il secondo è caratterizzato da livelli e lenti di bauxite rossa al tetto dei calcari dell'Albiano-Cenomaniano inferiore (I° orizzonte bauxitico Auctt., fig. 12), il terzo è caratterizzato da brecce a clasti anche nerastri e matrice arrossata e verdastra e poggia su calcari del Cenomaniano medio-superiore.

Quest'ultimo è in relazione alla generalizzata emersione di molte aree delle piattaforme carbonatiche centro-mediterranee al termine del Cenomaniano (II° orizzonte bauxitico Auctt., fig. 13). La successione cretacica si chiude infine con calcareniti a bivalvi pectinidi del Miocene inf.

Fig. 12 - Depositi di emersione caratterizzati da bauxite (secondo *datum plane*) sulle quali trasgrediscono calcari a gasteropodi potamidi dulcicoli. Monte Orsello, Monti d'Ocre (Appennino centrale).
- Emersion deposits marked by bauxite (second datum plane) overlied by limestones bearing fresh-water potamid gastropods. Orsello Mt., Ocre Mountains (central Apennines).

Compresi tra questi *datum planes* sono presenti numerose associazioni a rudiste. In quest'area sono state prese in considerazione tre località fossilifere.

6.1.1. - *Forchetta Moretti*

In località Forchetta Moretti, circa 4 km a sud-est del casello autostradale di Tornimparte (fig. 14a), affiorano calcari bioclastici ben stratificati a tessitura grano-sostenuta, talora con laminazioni incrociate, con clasti centimetrici arrotondati (tav. I, fig. 1) che indicano ambienti ad alta energia in contesti di margine di piattaforma. I bioclasti sono formati in gran parte dalla frammentazione di spessi gusci di caprotinidi a forma conica tra cui *Himeraelites* sp. (tav. I, fig. 2, 3) simile agli esemplari riconosciuti da PARONA (1899 e 1909) nel versante settentrionale dei Monti d'Ocre (*Himeraelites meghistoconchus*, tav. I, fig. 4). Sovente

Fig. 13 - Superficie di emersione caratterizzata da breccia a clasti neri e matrice argillosa verdastra (terzo *datum plane*) sulla quale trasgrediscono calcari ben stratificati e laminati a radiolitidi. Monte Rotondo, Monti d'Ocre (Appennino centrale).
- Emersion surface marked by breccia with black pebbles and greenish clay matrix (third datum plane), above well bedded limestone with radiolitids overlie. Rotondo Mountain, Ocre Mountains (central Apennines).

sono anche presenti gusci con forma spirogirata e percorsi da canali palleali tipici delle caprine (*Offneria italica*, tav. I, fig. 5, specie istituita da MASSE (1992) su campioni provenienti dal versante orientale dei Monti d'Ocre, in località Terra Nera). In origine, la struttura del guscio di queste rudiste era prevalentemente aragonitica ed è stata successivamente lisciviata nel corso della storia diagenetica, generando una porosità secondaria con pori in parte o totalmente riempiti da calcite spatica. La biofacies è caratterizzata da *Himeraelites meghistochonchus*, *Offneria italica,* nerinee ed altri gasteropodi (anch'essi con guscio di natura aragonitica), idrozoi, coralli, tipica della cosiddetta Facies Urgoniana del Barremiano superiore-Aptiano basale. La successione carbonatica viene interrotta da livelli di argille verdastre di probabile origine residuale (primo *datum plane*).

6.1.2. - *Monte Orsello*

Nel versante meridionale del Monte Orsello, in corrispondenza della località Casale, lungo la mulattiera a quota 1540 m che conduce alla miniera abbandonata di bauxite presso l'Inghiottitoio (fig. 14b), è esposta una successione carbonatica che comprende termini sedimentati dall'Albiano al Turoniano con due eventi emersivi maggiori (CHIOCCHINI *et alii*, 1994): uno, caratterizzato da bauxite (secondo *datum plane*) in *unconformity* sopra i calcari albiani e l'altro al tetto dei calcari del cenomaniano (terzo *datum plane*) (tav. I, fig. 6). Al di sopra è stata esaminata una successione carbonatica a carattere trasgressivo sovrastante calcari laminati e stromatolitici, caratterizzata da sporadici livelli a rudiste compresi in facies di piattaforma interna del Turoniano superiore. Questi depositi sono tagliati in maniera paraconforme da calcari biodetritici a pectinidi del Miocene inferiore tramite una *unconformity*. Nell'intervallo tra i due sono interposti calcari ben stratificati, brecciati alla base, con associazioni oligotipiche a prevalenti gusci calcitici di radiolitidi (tav. I, fig. 7) tra cui limitati *clusters* di *Biradiolites angulosus* (tav. I, fig. 8) e con rare requienidi e piccole ippuriti (*Hippurites* cf. *requieni*, tav. I, fig. 8).

6.1.3. - *Monte Rotondo*

Lungo il taglio dell'acquedotto che dal paese di Casamaina si dirige verso NE in località le Quartora-M. Rotondo (fig. 14c), affiora una successione sedimentaria (CHIOCCHINI *et alii*, 1994) (tav. II, fig. 1) che, nella parte inferiore, è caratterizzata da calcari a tessitura prevalentemente fango-sostenuta con strutture di disseccamento e

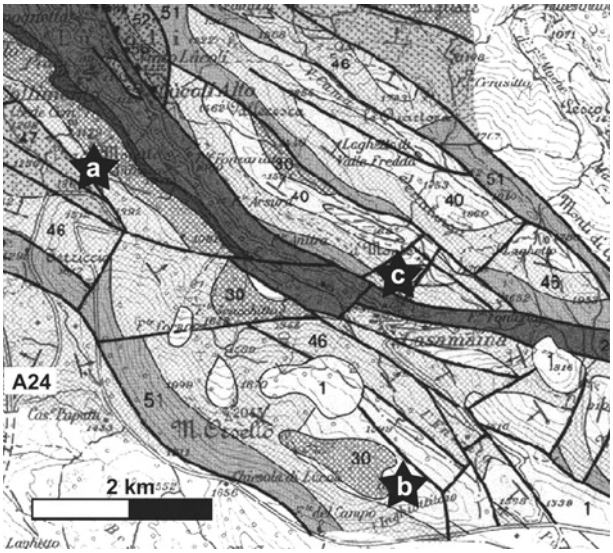

Fig. 14 - Ubicazione delle successioni carbonatiche studiate nei Monti d'Ocre. a) Facies Urgoniana del Barremiano superiore-Aptiano basale a Forchetta Moretti; b) associazioni a rudiste dell'Albiano-Coniaciano a Monte Orsello; c) carbonati del Barremiano superiore-Campaniano inferiore a Monte Rotondo, presso Casamaina. A24: casello autostradale di Tornimparte. (mappa da CENTAMORE *et alii*, 1992)
- Location of the carbonate successions studied in the Ocre Mountains. a) Urgonian facies, late Barremian-earliest Aptian age, at Forchetta Moretti. b) Albian-Coniacian rudist assemblages at Orsello Mountain. c) Upper Barremian-Lower Campanian carbonates at Rotondo Mountain, nearby Casamaina. A24: Tornimparte motorway junction. (map from CENTAMORE et alii, 1992).

con frequenti livelli di gasteropodi (nerinee), sovente in livelli di accumuli meccanici anche con cementi vadosi. Questi evolvono repentinamente a calcari bioclastici con gusci interi e in frammenti da centimetrici a decimetrici di caprine (*Offneria italica*, tav. II, fig. 2), sostituiti da calcite spatica, della Facies Urgoniana. Una breccia con litoclasti calcarei a matrice verde corrisponde al primo *datum plane* e chiude un primo ciclo di sedimentazione della successione. Superiormente prevalgono calcari di facies più interne, parzialmente dolomitizzati, con alcuni livelli caratterizzati da *bouquet* e piccoli *clusters* di *Caprotinidae* (*Agriopleura* sp., tav. II, fig. 3) seguiti da calcari a tessitura fango-sostenuta con radiolitidi (*Eoradiolites* cf. *plicatus*, tav. II, fig. 4) e requienidi.

Questi livelli sono interrotti da livelli di bauxite (secondo *datum plane*) su cui trasgrediscono calcari a tessitura fango-sostenuta con Gasteropodi anche dulcicoli (Potamidi, Terebralia, Acteonidi, Acteonella) che passano a calcari marini con *Sauvagesia sharpei*, requienidi, *Chondrodonta* e nerinee (tav. II, fig. 5) intercalati a livelli biodetritici ad ooidi; questi sono interrotti da una breccia di emersione a clasti neri e cavità carsiche (terzo *datum plane*). La parte terminale della successione, fino in prossimità del casotto di presa dell'acqua, è caratterizzata da calcari a tessitura fango-sostenuta con frequenti laminazioni, interessata da livelli finemente bioclastici e biointraclastici (tav. II, fig. 6) con associazioni a radiolitidi isolate o in piccoli *bouquets* riferibili a *Distefanella douvillei*, *Biradiolites angulosus*, *Radiolites sp.*, *Sauvagesia tenuicostata* (tav. II, fig. 7), *Lapeirousella* sp. (tav. II, fig. 8). Queste associazioni sono sovrastate da calcare bioclastico a tessitura granosostenuta con rudiste sia intere che in frammenti tra cui ippuriti isolate quali *Vaccinites* cf. *vesiculosus* e idrozoi del Campaniano inferiore.

6.2. - MONTI AFFILANI

Nel settore nord-occidentale dei Monti Simbruini e nei Monti Affilani affiora una successione carbonatica riferita a contesti di piattaforma aperta e di margine del Campaniano che evolve a piattaforma ristretta nel Maastrichtiano (SIRNA & CESTARI, 1989; DAMIANI *et alii*, 1990, 1992; COMPAGNONI *et alii*, 1992). Nella parte inferiore della successione, che può essere osservata lungo la strada che porta al Santuario di Santa Maria dei Bisognosi (fig. 15a), l'associazione a rudiste è caratterizzata dalla presenza di ippuriti isolate di grandi dimensioni quali *Vaccinites vesiculosus* e da densi *clusters* composti da individui di piccole dimensioni quali *Hippurites colliciatus* e *Hippurites* cf. *sulcatus*. Ad esse sono associate radiolitidi con tipici caratteri morfostrutturali quali la valva superiore percorsa da un sistema di canali ("*Kuehnia* sp.") (tav. III, fig. 1) o il guscio esterno della valva inferiore dotato di caratteristiche escrescenze tubulari, atte alla maggiore stabilizzazione dell'organismo nel sedimento (*Pseudopolyconites* sp.) (tav. III, fig. 2). Nella parte superiore della successione sono frequenti livelli biointraclastici con clasti anche arrotondati di *Sabinia* sp. in "Calcare Saccaroide" auctt. del Campaniano superiore-Maastrichtiano.

I livelli biointraclastici a *Sabinia* affiorano anche in località Cave di Pietra, 3 km a sud di Subiaco (fig. 15b) (serie Affilani Nord in DAMIANI *et alii*, 1990), da cui proviene il materiale su cui PARONA (1908) istituì il genere e le specie *S. aniensis, S. sinuata* e *S. sublacensis* (tav. III, fig. 3-5). Oltre che da queste forme, la comunità fossile è composta da *Colveraia sp.*, *Radiolites sp.*, *Sauvagesia sp.*, gasteropodi (acteonidi), frammenti di coralli massivi ed orbitoidi. Il genere Sabinia è caratterizzato da guscio prevalentemente aragonitico percorso da un complesso sistema di canali a diversa sezione trasversale: essa varia da triangolare a poligonale a piriforme (tav. III, fig. 6, 7). Questo genere è ben riconoscibile anche in affioramento nelle successioni carbonatiche coeve del Friuli, del Gargano, del Cilento ed in Sicilia. La litobiofacies

è costituita da calcare a tessitura grano-sostenuta, fortemente ricristallizzato di caratteristico aspetto saccaroide o "cristallino". I gusci stessi dei molluschi hanno subìto intensi processi diagenetici, rendendo problematico il riconoscimento delle specie anche per gli individui interi; i bioclasti presentano una media elaborazione e testimoniano un limitato trasporto. Superiormente ad una superficie di probabile emersione, la successione continua con carbonati a tessitura fango-sostenuta di piattaforma interna a bassa energia con associazioni microfossilifere del Maastrichtiano superiore.

7. - CONCLUSIONI

Nel corso delle attività di Rilevamento Geologico, l'osservazione ed il riconoscimento speditivo dei macrofossili risulta essere di valido ausilio per la caratterizzazione stratigrafica delle rocce sedimentarie. I bivalvi rudiste si ritrovano in gran parte delle successioni carbonatiche del Cretaceo che affiorano nell'Appennino centrale ed il loro utilizzo come strumento stratigrafico "di campagna" ne facilita il corretto inquadramento crono-stratigrafico. Le informazioni dedotte dall'analisi dei principali caratteri morfo-strutturali del guscio ed il loro rapporto con il sedimento, effettuati in alcune località fossilifere dell'Appennino centrale, forniscono anche utili indicazioni circa i caratteri deposizionali, le ricostruzioni paleo-ambientali e la storia diagenetica dei carbonati che le contengono. In questo modo il Geologo Rilevatore, effettuando rapide osservazioni di carattere paleontologico, può ottenere in maniera immediata ed efficace dati stratigrafici fondamentali, utilizzabili nell'attività di rilevamento e di cartografia, permettendo così di verificare in tempo reale il modello geologico con notevole risparmio di tempo sulle analisi.

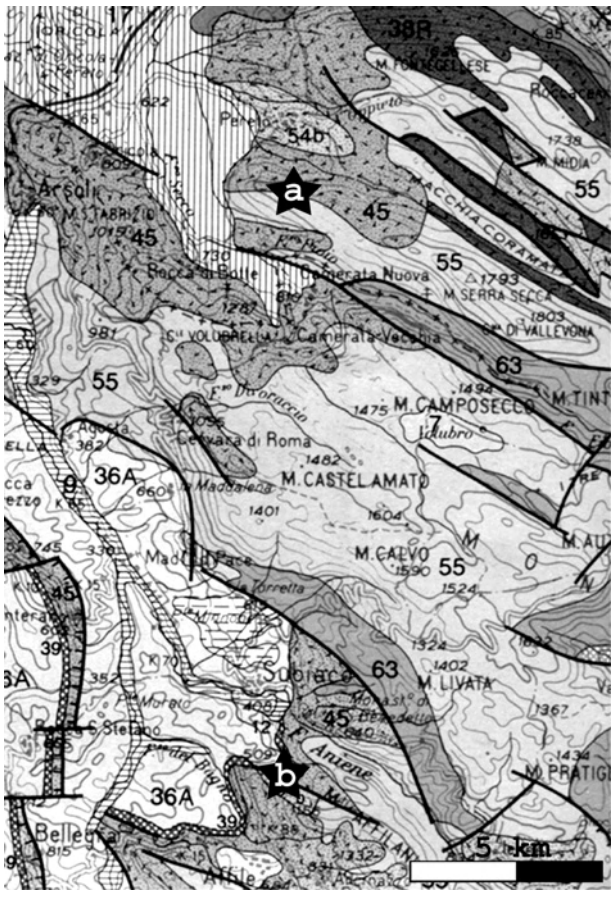

Fig. 15 - Ubicazione delle successioni carbonatiche del Campaniano-Maastrichtiano studiate nei Monti Affilani. a) Santa Maria dei Bisognosi; b) Cave di Pietra presso Subiaco. Nell'angolo nord-occidentale c'è l'Autostrada A24. (mappa da ACCORDI *et alii*, 1988).

- Location of the Campanian-Maastrichtian carbonate successions studied in the Affilani Mountains. a) Santa Maria dei Bisognosi; b) Cave di Pietra, nearby Subiaco. On the NW corner is the A24 motorway. (map from ACCORDI et alii, 1988).

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio l'anonimo Revisore scientifico per gli utili suggerimenti ed il Prof. N. Mariotti dell'Università "La Sapienza" di Roma per il supporto dato nella ricerca storica. Ringraziamenti vanno anche alla Dott.ssa A.R. SCALISE di APAT e al Dott. M. VALLETTA per il sostegno e per l'aiuto tecnico.

Questo lavoro è stato svolto durante l'attività di ricerca nel programma di Doctorado en Geologia presso l'Universitat Autònoma de Barcelona (Spagna).

BIBLIOGRAFIA

ACCORDI G. & CARBONE F. (1988) - *Sequenze carbonatiche meso-cenozoiche.* In: G. ACCORDI, F. CARBONE, G. CIVITELLI, L. CORDA, D. DE RITA, D. ESU, R. FUNICIELLO, T., KOTSAKIS, G. MARIOTTI & A. SPOSATO (Eds.): *"Note illustrative alla carta delle Litofacies del Lazio-Abruzzo e aree limitrofe"*. C.N.R. Quad. Ricerca Scientifica, 114 (5): 11-92, Roma.

AMICO S. (1978) - *Recherches sur la structure du test du* Radiolitidae: Travaux du Laboratoire de Géol. Hist. et de Paléont., Université de Provence., 8: 1-136, Marseille.

BOSELLINI A. (2004) - *The western passive margin of Adria and its carbonate platforms.* In: *Geology of Italy*. Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence. (V. CRESCENTI S., D'OFFIZI S., MERLINI & SACCHI L., (Eds.), pp. 79-92, Roma.

CENTAMORE E., ADAMOLI L., BERTI D., BIGI G., BIGI S., CASNEDI R., CANTALAMESSA G., FUMANTI F., MORELLI C., MICARELLI A., RIDOLFI M., SALVUCCI R., CHIOCCHINI M., MANCINELLI A., MICARELLI A. & POTETTI M. (1992) - *Carta geologica dei bacini della Laga e del Cellino e dei rilievi carbonatici circostanti (Marche meridionali, Lazio nordorientale, Abruzzo settentrionale).* S.EL.CA., Firenze.

CESTARI R. & PONS J.M. (2007) - *Upper Cretaceous radiolitids indicate sediment accumulation rates and hydrodynamic regimes in carbonate platforms, Central Apennines, Italy.* In: *Cretaceous Rudists and Carbonate Platforms: Environmental feedback.* SEPM Special Publication n.87 (R. W. SCOTT ED.), pp. 27-36, Tulsa.

CESTARI R., REALI S. & SIRNA G. (1990) - *Volume dedicato alla raccolta degli scritti più significativi di C.F. Parona sulle Rudiste.* Serv. Geol. d'Italia, Miscellanea, 3: 1-450, Roma.

CESTARI R., REALI S. & SIRNA M. (1992) - *Biostratigraphical characteristics of the Turonian-?Maastrichtian p.p. (Upper Cretaceous) deposits in the Simbruini-Ernici Mts. (Central Apennines, Italy)*: Geol. Romana, 28: 359-372, Roma.

CESTARI R. & SARTORIO D. (1995) - *Rudists and facies of the periadriatic domain*: Agip S.p.A., spec. publ., 1- 207, San Donato Milanese.

CESTARI R. & TREVISANI E. (2005) - *Rudist bivalves in the Scaglia Rossa Fm. (Late Cretaceous, Venetian Prealps, Northern Italy).* (abstract), FIST-Geoitalia September 2005: Epitome n° 1: 275.

CESTARI R. (2005) - *New data on the relationship between shape and palaeoenvironment in Late Cretaceous Rudists from Central Italy: Radiolites and Distefanella:* Boll. Soc. Paleont. It., 44: 185-192, Modena.

CHIOCCHINI M. & MANCINELLI A. (1977) - *Microbiostratigrafia del Mesozoico in facies di piattaforma carbonatica dei Monti Aurunci (Lazio meridionale).* Studi Geol. Camerti, 3: 109-152, Camerino.

CHIOCCHINI M., FARINACCI A., MANCINELLI A., MOLINARI V. & POTETTI M. (1994) - *Biostratigrafia a foraminiferi, dasicladali e calpionelle delle successioni carbonatiche mesozoiche dell'Appennino centrale (Italia).* In: A. MANCINELLI (Eds.): "Biostratigrafia dell'Italia centrale": Studi Geol. Camerti, spec. publ., 9-129, Camerino.

COMPAGNONI B., D'ANDREA M., GALLUZZO F., GIOVAGNOLI M.C., MOLINARI V., PICHEZZI R.M. & SANTANTONIO M. (1992) - *Lito-biostratigrafia e sedimentologia delle successioni carbonatiche di piattaforma comprese nel F° 367 "Tagliacozzo" alla scala 1 :50.000.* Studi Geol. Camerti, spec. publ. CROP11, 167-171, Camerino.

DAMIANI A.V., MOLINARI V., PICHEZZI R.M., PANSERI C. & GIOVAGNOLI M.C. (1990) - *Il passaggio cretacico-terziario nei sedimenti carbonatici di piattaforma dei Monti Affilani (Lazio).* Mem. Descr. Carta Geol. d'It. 38: 21-38, Roma.

DAMIANI A.V., CHIOCCHINI M., MARIOTTI G., PAROTTO M., PASSERI L. & PRATURLON A. (1992) - *Elementi litostratigrafici per una sintesi delle facies carbonatiche meso-cenozoiche dell'Appennino centrale:* Studi Geol. Camerti, spec. publ. CROP11, 187-213, Camerino.

DECHASEAUX C., COOGAN A.H., COX L.R. & PERKINS B.F. (1969) - *Mollusca (Bivalvia).* In: R.C. MOORE (Eds.): *"Treatise on invertebrate paleontology".* Geological Society of America and University of Kansas, part N, (6), n° 2: 776-817, Lawrence.

FERRANTE IMPERATO (1599) - *Dell'Historia naturale.* In: C. VITALE (Eds.), Napoli. (2ª edizione del 1672 - COMBI & LA NOÙ (Eds.).

FORTIS A. (1774) - *Viaggio in Dalmazia.* In: A. MILOCCO (Eds.): 1-57, Venezia.

GILI E., MASSE J.P. & SKELTON P.W. (1995) - *Rudists as gregarious sediment-dwellers, not reef-builders, on Cretaceous carbonate platform.* Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 118: 245-267.

MARIOTTI G. (1982) - *Alcune facies a rudiste dei Monti Carseolani: descrizione e correlazione dal bordo occidentale all'interno della Piattaforma laziale-abruzzese.* Geol. Romana, 21: 885-902, Roma.

MASSE J.P. (1992) - *Les rudistes de l'Aptien inferieur d'Italie continentale: aspects systematiques, stratigraphiques et paleobiogeographiques*. Geol. Romana, 28: 243-260, Roma.

PARONA C.F. (1899) - *Osservazioni sulla fauna e sull'età del calcare di scogliera presso Colle Pagliare nell'Abruzzo aquilano.* Atti della Reale Acc. Sci. Torino, 34: 378-387, Torino.

PARONA C.F. (1909) - *La fauna coralligena del Cretaceo dei Monti d'Ocre nell'Abruzzo aquilano.* Mem. per servire alla Descr. Carta geol. It., 5: 1-233.

PAROTTO M. & PRATURLON A. (2004) - *The southern Apennine arc.* In: *Geology of Italy.* Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence. (V. CRESCENTI, S. D'OFFIZI, S. MERLINI & L. SACCHI (Eds.), pp. 53-58, Roma.

PONS J.M. & VICENS E. (2005) - *The structure of the outer shell layer in the Radiolitdae: use and misuse in Phylogeny and Taxonomy.* In: H.F. FILKORN, C.C. JOHNSON, A. MOLINEUX & R.W. SCOTT (Eds.): *Abstracts and post-Congress-field guide of the 7th International Conference on Rudists at Austin (Texas) 2005.* SEPM Miscellaneous Publication, 6: 70.

PONS J.M. & SIRNA G. (1992) - *Upper Cretaceous rudists distribution in the Mediterranean Tethys: comparison between platforms from Spain and south-central Italy.* Geol. Romana, 28: 341-350, Roma.

SKELTON P.W. & GILI, E. (1991) - *Palaeoecologic classification of rudist morphotypes.* In: M. SLADIC-TRIFUNOVIC (Eds.): *First International Conference on Rudists, October 1988*. Proceedings Serbian Geological Society, Special Publication 2, 71-86, Beograd.

SIRNA M. & CESTARI R. (1989) - *Il Senoniano a rudiste (Hippuritacea) del settore sud-occidentale della piattaforma carbonatica laziale abruzzese (Appennino centrale).* Boll. Soc. Geol. It., 108: 711-719, Roma.

SPADA G.G. (1744) - *Corporum lapidefactorum agri veronensis catalogus.* In: RAMANZINI (Eds.): 1-80. Verona.