

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A
VOL. LXXIX - ANNO 1972

PROCESSI VERBALI 1972

I N D I C E

DALLAN NARDI L., NARDI R. - Particolari strutture sedimentarie da «slumping» nel macigno della Val di Lima (Appennino pistoiese)	Pag. 1
FRANZINI M., LEONI L. - A full matrix correction in X-ray fluorescence analysis of rock samples	» 7
GALLI E. - La pumpellyite di Tiso-Theis (Bolzano)	» 23
GALLI E. - Nuovi dati sulla pumpellyite di Hicks Ranch (California)	» 29
MENESINI E. - Balani (cirripedia) miocenici dell'Ungheria	» 36
GIANNELLI L., SALVATORINI G. - I Foraminiferi planctonici dei sedimenti terziari dell'Arcipelago maltese. I. Biostratigrafia del «Globigerina Limestone»	» 49
MENESINI E. - Resti di vertebrati raccolti in sedimenti miocenici dell'Arcipelago maltese	» 77
BOSSIO A. - Alcune specie di <i>Aturia</i> (Nautiloidea) della Puglia e dell'Arcipelago di Malta	» 87
ORLANDI P. - Note di mineralogia toscana - 1. I minerali dei Monti Livornesi	» 95
ROSSI R. - Ring-opening reactions of strained alicyclic molecules by transition metal compounds of group VIII	» 101
VITTORINI S. - Il bilancio idrico secondo Thornthwaite in alcuni bacini della Toscana	» 138
RAPETTI F., VITTORINI S. - I venti piovosi a Legoli (Toscana) in relazione ai processi di erosione del suolo	» 150
GIANNINI E., LAZZAROTTO A. - Significato paleotettonico e paleoambientale della Formazione di Lanciaia (Toscana meridionale) nel quadro dei corrugamenti verificatisi nelle aree di sedimentazione dei complessi liguri nel Cretaceo superiore e all'inizio del Terziario	» 176
RADI G. - Tracce di un insediamento neolitico nell'isola di Lampedusa	» 197
FANCELLI GALLETTI M. L. - I carboni della grotta delle Arene Candide e l'evoluzione forestale in Liguria dopo l'ultima glaciazione	» 206
CAPEDRI S., RIVALENTI G. - First results of an investigation on plastic deformations in the Ivrea-Verbanò zone in an area between Val Sesera and Val Sesia (Vercelli)	» 213
CORADOSSI N. - Nuovi ritrovamenti di composti di ammonio in zone geotermiche	» 223
GRASSSELLINI TROYSI M., ORLANDI P. - Sulla melanoflogite del Fortullino (Livorno)	» 245

LAZZAROTTO A. - Caratteri strutturali dei nuclei mesozoici di Montalceto, Trequanda e Piazza di Siena (Prov. di Siena)	»	251
RICCI C. A. - Geo-petrological features of the metamorphic formations of Tuscany	»	267
FRANZINI M., RICCI C. A., SABATINI G. - Note di mineralogia toscana: ritrovamento di chapmanite alla miniera del Tafone (Manciano, Grosseto)	»	280
CAPEDRI S. - On the presence of graphite and its bearing on the migmatitic environmental conditions of the dioritic gneisses («diorites»), basic formation Ivrea-Verbanò (Italy)	»	286

PROCESSI VERBALI

Adunanza del 10 Febbraio 1972	Pag.	295
Adunanza dell'8 Giugno 1972	»	296
Adunanza straordinaria del 24 luglio 1972	»	296
Assemblea straordinaria del 14 Settembre 1972.	»	297
Assemblea ordinaria del 14 Dicembre 1972	»	298
<i>Elenco dei soci per l'anno 1972</i>	»	301
<i>Norme per la stampa di note e memorie sugli Atti della Società Toscana di Scienze Naturali</i>	»	307

GIANNELLI L. (*), SALVATORINI G. (*)

I FORAMINIFERI PLANCTONICI DEI SEDIMENTI TERZIARI
DELL'ARCIPELAGO MALTESE. I. BIOSTRATIGRAFIA DEL «GLOBIGERINA
LIMESTONE» (**)

Riassunto — In questo primo lavoro, che rientra in un più vasto programma di ricerche sulla stratigrafia delle formazioni terziarie dell'Arcipelago maltese, vengono riportati i risultati essenziali di uno studio biostratigrafico del «Globigerina Limestone» condotto su alcune sezioni nelle Isole di Gozo e di Malta.

Sono stati riconosciuti 5 intervalli, ai quali corrispondono distinte associazioni a Foraminiferi planctonici, come risulta dalla schematizzazione seguente:

«GLOBIGERINA LIMESTONE»	«UPPER»	Intervallo 5 - associazione a <i>Orbulina</i>
		Intervallo 4 - associazione a <i>Praeorbulina</i>
	«MIDDLE»	Intervallo 3 - associazione a <i>Globigerinoides quadrilobatus alti-</i> <i>aperturus</i>
		Intervallo 2 - associazione a <i>Globigerinoides quadrilobatus pri-</i> <i>mordius</i>
	«LOWER»	Intervallo 1 - associazione non definita.

La loro correlazione con lo schema zonale di Blow [1969] ha permesso di attribuire l'intervallo 2 all'Aquitaniense inoltrato, l'intervallo 3 al Burdigaliano superiore, gli intervalli 4 e 5 al Langhiano. Per il momento mancano i dati per un esatto riferimento dell'intervallo 1.

Tre lacune di considerevole entità, corrispondenti ad altrettanti livelli a noduli fosfatici, sono state accertate all'interno della formazione del «Globigerina Limestone».

(*) Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Pisa.

(**) Lavoro eseguito con il contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Abstract — This paper is the first of a series on the stratigraphy of the Tertiary formations in the Maltese Archipelago. The results of a biostratigraphic study on the «Globigerina Limestone» formation are referred.

The study of microfaunas, carried on some sections of the West coast of Malta and Northern Gozo, has allowed to distinguish in the «Globigerina Limestone» 5 intervals characterized by different associations of Planktonic Foraminifera.

«GLOBIGERINA LIMESTONE»	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">«UPPER»</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 5 - <i>Orbulina</i> association</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 4 - <i>Praeorbulina</i> association</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">«MIDDLE»</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 3 - <i>Globigerinoides quadrilobatus altiapertura</i> association</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 2 - <i>Globigerinoides quadrilobatus primordius</i> association</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">«LOWER»</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 1 - Non defined association</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	«UPPER»	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 5 - <i>Orbulina</i> association</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 4 - <i>Praeorbulina</i> association</td> </tr> </table>	Interval 5 - <i>Orbulina</i> association	Interval 4 - <i>Praeorbulina</i> association	«MIDDLE»	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 3 - <i>Globigerinoides quadrilobatus altiapertura</i> association</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 2 - <i>Globigerinoides quadrilobatus primordius</i> association</td> </tr> </table>	Interval 3 - <i>Globigerinoides quadrilobatus altiapertura</i> association	Interval 2 - <i>Globigerinoides quadrilobatus primordius</i> association	«LOWER»	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 1 - Non defined association</td> </tr> </table>	Interval 1 - Non defined association
«UPPER»	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 5 - <i>Orbulina</i> association</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 4 - <i>Praeorbulina</i> association</td> </tr> </table>	Interval 5 - <i>Orbulina</i> association	Interval 4 - <i>Praeorbulina</i> association									
Interval 5 - <i>Orbulina</i> association												
Interval 4 - <i>Praeorbulina</i> association												
«MIDDLE»	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 3 - <i>Globigerinoides quadrilobatus altiapertura</i> association</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 2 - <i>Globigerinoides quadrilobatus primordius</i> association</td> </tr> </table>	Interval 3 - <i>Globigerinoides quadrilobatus altiapertura</i> association	Interval 2 - <i>Globigerinoides quadrilobatus primordius</i> association									
Interval 3 - <i>Globigerinoides quadrilobatus altiapertura</i> association												
Interval 2 - <i>Globigerinoides quadrilobatus primordius</i> association												
«LOWER»	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Interval 1 - Non defined association</td> </tr> </table>	Interval 1 - Non defined association										
Interval 1 - Non defined association												

A comparison between these associations and BLOW's [1969] zonal scheme, together with the utilization of the more recent literature on the Miocene stratotypes, allow the following conclusions:

- 1) The *Globigerinoides quadrilobatus primordius* association corresponds to Zone N 4 of BLOW and, more specifically, to its upper half. Interval 2 is so to be referred to the Aquitanian.
- 2) The *Globigerinoides quadrilobatus altiapertura* association is to be placed between the lower part of Zone N 6 and the lower part of Zone N 7; interval 3 belongs to the Upper Burdigalian.
- 3) The *Praeorbulina* association can be correlated with part of Zone N 8; interval 4 falls within the lower part of the Langhian.
- 4) The *Orbulina* association corresponds to the lower half of Zone N 9; interval 5 is to be referred to the middle upper part of the Langhian.
- 5) A number of considerable hiatus exists inside the «Globigerina Limestone», in correspondence with the phosphatic nodule beds. These hiatus have been ascertained on the basis of biostratigraphical evidences, and their existence is confirmed by the correlation with BLOW's zonal scheme.
- 6) In the Gozo sections, the whole interval 2 is lacking. Therefore, hiatus between «Lower» and «Middle Globigerina Limestone» is considerably greater than the corresponding one in the Malta sections.

INTRODUZIONE

Sulla geologia dell'Arcipelago maltese esiste una vasta letteratura. I principali risultati acquisiti sono compendati in due lavori relativamente recenti (H. P. T. HYDE [1955]; M. R. HOUSE *et Al.*

[1962]), nei quali è riportata anche un'ampia ed esauriente bibliografia sull'argomento.

I sedimenti maltesi sono ben noti anche dal punto di vista del loro contenuto paleontologico; esistono numerosi lavori generali e vaste monografie su argomenti specifici; si tratta, comunque, di lavori in gran parte superati dalle moderne concezioni bio- e cronostratigrafiche e i risultati relativi alla datazione dei singoli termini della successione maltese sono spesso contrastanti. Per quanto riguarda in particolare la micropaleontologia, i dati disponibili sono ridotti a semplici elenchi di Foraminiferi e non esistono neppure tentativi di studi biostratigrafici, fatta eccezione per alcune notizie frammentarie contenute in lavori più generali (W. H. BLOW [1957, 1969]; F. E. EAMES *et Al.* [1962]; J. E. MEULENKAMP [1969]; T. FREUDENTHAL [1970]).

E' per questo motivo che abbiamo intrapreso, su alcune sezioni fondamentali della successione maltese, uno studio biostratigrafico di dettaglio basato sulle microfaune a Foraminiferi planctonici, che meglio si prestano a questo tipo di ricerca ⁽¹⁾.

Le isole dell'Arcipelago maltese sono interamente costituite, fatta eccezione per alcuni depositi continentali quaternari superficiali, da sedimenti marini terziari quasi unanimemente attribuiti al Miocene.

L'intera successione è costituita da termini perfettamente concordanti e suborizzontali che conservano, nonostante le variazioni di spessore talvolta considerevoli, la loro individualità per tutta l'estensione degli affioramenti con lievi variazioni laterali.

Gli autori sono concordi nell'operare all'interno di questa successione cinque maggiori suddivisioni, distinguendo dal basso verso l'alto i seguenti termini:

- 1) Lower Coralline Limestone
- 2) Globigerina Limestone (a sua volta distinto in Lower, Middle e Upper)
- 3) Blue Clay
- 4) Greensand (comprendente anche calcareniti a *Heterostegina*)
- 5) Upper Coralline Limestone.

(1) Questo studio si inserisce nel più vasto programma di ricerche sull'Arcipelago maltese avviate dal Gruppo di Paleontologia dell'Università di Pisa diretto dal Prof. Guido Tavani.

Queste unità sono tutte facilmente riconoscibili sul terreno. In attesa di procedere alla loro formalizzazione allorché avremo esteso le ricerche ad un'area più vasta, in questo lavoro adottiamo provvisoriamente la terminologia degli autori inglesi, ormai consacrata dall'uso.

Per la loro descrizione dettagliata rimandiamo alla parte dedicata alla litostratigrafia delle sezioni campionate.

Le nostre osservazioni sono state limitate, per il momento, alla fascia costiera occidentale di Malta e alla parte settentrionale di Gozo, dove esistono le migliori esposizioni dell'intera successione. Sono stati accuratamente campionati e studiati tutti i termini, escluso il «Lower Coralline Limestone», un calcare compatto ad Alghe, poco adatto ad uno studio biostratigrafico basato sui Foraminiferi planctonici.

L'esposizione dei risultati conseguiti è stata programmata in tre parti: la prima, comprendente la litostratigrafia delle sezioni campionate e la biostratigrafia del «Globigerina Limestone», costituisce l'oggetto della presente nota; la seconda e la terza, che comprendono rispettivamente la biostratigrafia delle unità superiori e la sistematica delle forme determinate, verranno pubblicate in due note successive.

CONSIDERAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE

Le osservazioni sulla litologia delle singole sezioni sono limitate all'essenziale, dato il carattere prevalentemente micropaleontologico di questo lavoro.

Solo due sezioni più favorevoli (Sez. 6 e Sez. 5), molto vicine e che nel loro insieme rappresentano l'intera successione, vengono descritte più dettagliatamente; delle altre sono dati solo brevi cenni per puntualizzare le analogie e le differenze essenziali.

Nella tav. I ne è riportata schematicamente la litostratigrafia; l'ubicazione è indicata nella fig. 1.

MALTA

SEZIONE 6

E' ubicata nella zona di Fomm ir-Rih, 1 km circa a S di Ras ir Raheb.

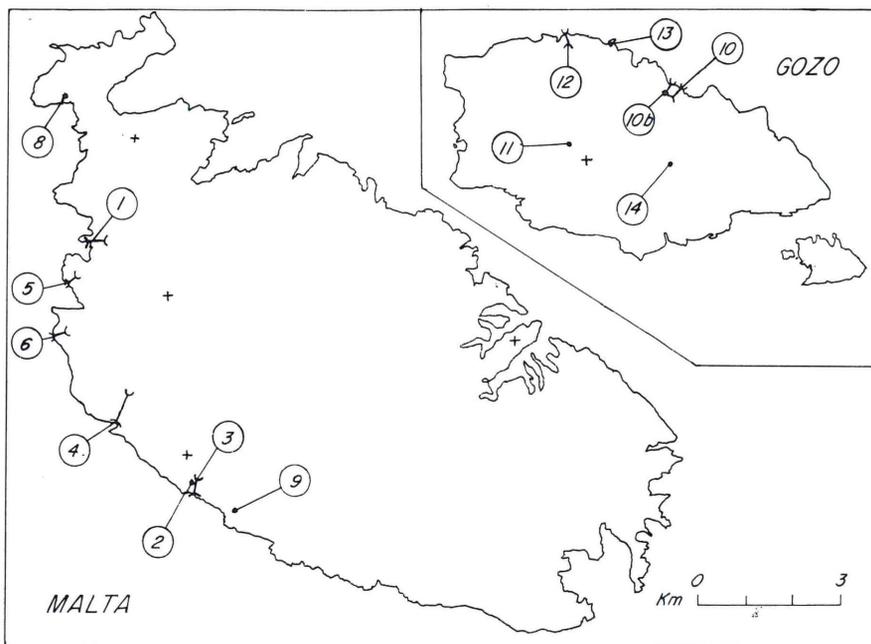


Fig. 1 - Ubicazione delle sezioni.

- Dal basso verso l'alto si possono distinguere i seguenti termini:
- 1) «Lower Coralline Limestone». Calcari compatti ad Alghe coralline.
 - 2) «*Scutella* bed» (spesso indicato come «transition bed»). Calcarenite più o meno grossolana giallo-rossastra, ricca di Scutelle e altri Echinidi. Questo livello, di spessore molto limitato, segna la separazione fra il «Lower Coralline Limestone» e il sovrastante «Globigerina Limestone».
 - 3) «Lower Globigerina Limestone». E' rappresentato da una calcarenite a grana media, di colore giallastro, ricca di fossili, in particolare Briozoi, Echinidi e Pettinidi, questi ultimi concentrati essenzialmente nella parte bassa e alta. L'esame petrografico di alcune sezioni sottili di campioni rappresentativi consente di definire la roccia come una biomicrosparite a Briozoi, Foraminiferi e detrito organico vario. Spessore complessivo m 2,80.
 - 4) «Middle Globigerina Limestone». Si tratta di una calcarenite a grana fine o finissima, stratificata in grossi banchi, di colore grigio che passa al giallo chiaro (specialmente nella parte inferiore).

re) o al bianco sulle superfici esposte. L'esame petrografico permette di definirla come biomicrite, talvolta arenacea o debolmente argillosa, a Foraminiferi prevalentemente planctonici. Lo spessore complessivo è di 41-42 m.

La separazione dal «Lower Globigerina Limestone» è segnata da un banco di circa 1 m di spessore, a noduli fosfatici e matrice calcarenitica con frequente glauconite. La parte bassa del banco, la cui superficie inferiore presenta evidenti ondulazioni, è caratterizzata da noduli fosfatici minuti e diffusi e da concentrazioni di Pettinidi; quella superiore da noduli di dimensioni rilevanti e molto concentrati e da frequenti denti di Pesci, modelli di fossili, ecc.

Altri due livelli a noduli fosfatici, di spessore molto variabile da punto a punto, sono visibili a m 6,50 e m 11 dalla base. Quello inferiore è costituito da piccoli noduli diffusi; quello superiore da noduli di dimensioni maggiori e più concentrati e forma una marcata cornice in rilievo. In entrambi si rinvencono numerosi fossili tra i quali, molto abbondanti, denti di Selaci.

Nella parte media del «Middle Globigerina Limestone», per uno spessore di 6-7 m, sono diffuse concentrazioni nodulari e liste di selce, visibili in rilievo sulla parete.

- 5) «Upper Globigerina Limestone». Nella Sez. 6 esistono buoni affioramenti solo della parte basale. Questa è costituita da una calcarenite gialla, a grana più grossolana della precedente, ricchissima di Foraminiferi planctonici. La separazione dal «Middle Globigerina Limestone» è marcata da un livello di circa 25 cm a noduli fosfatici piccoli molto concentrati. Un livello analogo esiste circa 2 m sopra la base.

SEZIONE 5

E' ubicata sul lato Nord della Baia di Fomm ir-Rih, 2 km a N della Sez. 6.

Dal basso all'alto si possono distinguere:

- 1) «Middle Globigerina Limestone». Affiora solo la parte superiore per circa 6 m a partire dal livello del mare. Litologicamente non presenta apprezzabili differenze rispetto alla corrispondente suddivisione della Sez. 6.

- 2) «Upper Globigerina Limestone». La base è costituita, per un paio di metri di spessore, da una calcarenite gialla, a grana più grossolana della precedente. E' limitata inferiormente e superiormente da due livelletti a noduli fosfatici, dei quali il superiore forma una marcata cornice; minuti noduli fosfatici sono diffusi per tutto il suo spessore. Questa porzione basale è sotto ogni aspetto identica a quella osservata nel tratto terminale della Sez. 6.

Segue, per uno spessore di 20 m, una calcarenite fine, costituita quasi esclusivamente da Foraminiferi planctonici. Nelle porzioni inferiore e superiore è di colore giallastro e contiene noduli limonitici disseminati; nella parte media è di colore grigio, più argillosa e priva di concentrazioni limonitiche. Petrograficamente questi tipi litologici sono classificabili come biomicrospariti e biomicriti argillose, debolmente arenacee, a Foraminiferi.

Il passaggio alle «Blue Clays» è graduale ma rapido; avviene in circa 1 m di spessore con un progressivo arricchimento in contenuto argilloso; per comodità abbiamo incluso anche questa fascia nell'«Upper Globigerina Limestone».

- 3) «Blue Clay». Questa formazione, di circa 50 m di spessore in corrispondenza della sezione, è costituita da marne ora più ora meno argillose, ricchissime di Foraminiferi. Bande di colore diverso, dal grigio chiaro al grigio blu in relazione al diverso contenuto in argilla, indicano chiaramente l'andamento della stratificazione. Grossi cristalli di gesso sono diffusi essenzialmente nella parte medio-alta. Circa 6 m sotto il contatto con le «Greensands» è presente un livello di un paio di metri di spessore di una sabbia argillosa fortemente glauconitica, ricca di fossili e in particolare di *Flabellipecten* e *Amussium*.
- 4) «Greensand». In corrispondenza della sezione non è stato possibile rinvenire buone esposizioni di questa unità; i minuscoli affioramenti lungo la fascia detritica che la maschera, indicano spessori di poche decine di centimetri. Si tratta di una sabbia scarsamente cementata, di colore verde scuro per la presenza di abbondantissimi granuli di glauconite.
- 5) «Upper Coralline Limestone». In corrispondenza della sezione questa formazione è conservata per uno spessore di una ventina di metri. I primi 6-7 m sono costituiti da calcari detritico-orga-

nogeni più o meno marnosi, friabili, biancastri, con numerosi letti di Alghe coralline; questa è la porzione più riccamente fossilifera.

Seguono, con passaggio graduale, calcari compatti, mal stratificati, a Corallinacee. Questi mal si prestano a uno studio del tipo che ci siamo proposti per la quasi totale assenza di Foraminiferi planctonici.

Campioni rappresentativi della porzione inferiore sono definibili, da un punto di vista petrografico, come biomicruditi a Foraminiferi, frammenti di Echinidi, Alghe e Lamellibranchi; i calcari della porzione superiore sono invece classificabili come biosparruditi ad Alghe e Foraminiferi bentonici.

SEZIONE 4

E' ubicata nella zona di Mtahleb, 3,5 km a SSE della Sez. 6.

Vi sono rappresentati tutti i termini della successione maltese dal «Lower» all'«Upper Coralline Limestone».

Il passaggio «Lower Coralline Limestone» - «Globigerina Limestone», particolarmente ben esposto, è brusco mancando qui l'orizzonte a Scutelle.

Il «Lower Globigerina Limestone» è ridotto a meno di 2 m di spessore, ma presenta caratteristiche litologiche e paleontologiche analoghe a quelle viste per la Sez. 6.

Anche per il «Middle» e l'«Upper Globigerina Limestone», a parte leggere variazioni di spessore, vi è un'ottima corrispondenza con le Sez. 5 e 6, come risulta evidente dal confronto delle relative colonne stratigrafiche.

Le «Blue Clays» sono in parte mascherate dal detrito e dalla copertura vegetale: per questo motivo non è stato possibile effettuare una campionatura di dettaglio, né individuare il livello sabioso glauconitico a *Flabellipecten* e *Amussium*.

Le «Greensands», anche qui parzialmente mascherate dalla copertura detritica, presentano caratteristiche litologiche, contenuto paleontologico e spessore (60-70 cm) identici a quelle della Sez. 5.

Nell'«Upper Coralline Limestone», che qui è conservato per uno spessore maggiore, sono facilmente riconoscibili i due tipi litologici descritti per la Sez. 6; qui però il passaggio tra i calcari marnosi friabili con letti di Alghe coralline e i calcari compatti è ancora più graduale e si realizza per alternanze dei due tipi litologici.

SEZIONE 3 e SEZIONE 2

Le due sezioni, molto vicine fra loro, sono ubicate in corrispondenza delle scogliere di Dingli, poco più di 1 km a S dell'omonimo centro abitato e circa 3,5 km a SE della Sez. 4.

La Sez. 3 comprende l'intera successione, la Sez. 2 è limitata ai termini più alti.

Per la prima parte della serie, comprendente il «Globigerina Limestone» e le «Blue Clays», l'identità con la sezione precedentemente descritta, salvo una riduzione generale degli spessori, è tale che ci sembra superfluo aggiungere altre considerazioni. Le maggiori differenze riguardano invece la porzione superiore della successione.

Il termine compreso tra le «Blue Clays» e l'«Upper Coralline Limestone» è costituito qui da una calcarenite grossolana fortemente cementata, di colore bruno arancio, stratificata in grossi banchi. La roccia è ricchissima di Heterostegine, tanto che alcuni livelli ne sono interamente costituiti, e contiene granuli di glauconite concentrati specialmente nella porzione basale. Vi si rinvencono anche numerosi Echinidi, Pettinidi e altri fossili. Petrograficamente è classificabile come biosparite a Heterostegine, con glauconite. In corrispondenza della Sez. 3 lo spessore è di circa 7 m; uno spessore considerevolmente superiore (12-13 m) si riscontra nella Sez. 2.

Il passaggio alle sottostanti argille e ai sovrastanti calcari è ben definito.

Nell'«Upper Coralline Limestone» è anche qui distinguibile una porzione basale calcareo-marnosa con letti di Alghe e una porzione superiore a calcari compatti.

SEZIONE 9

E' localizzata al limite meridionale della fascia costiera occidentale di Malta, entro la quale sono state effettuate le nostre osservazioni.

La sezione è limitata ai due ultimi termini della successione.

Le «Greensands» si presentano con l'aspetto tipico di sabbie fortemente glauconitiche, scarsamente cementate; il loro spessore è di poche decine di centimetri.

Nell'«Upper Coralline Limestone» si può distinguere una por-

zione basale, di circa 1 m di spessore, costituita da una marna tenera bianca, cui seguono calcari marnosi friabili con letti di Alghe, che fanno passaggio ai calcari compatti.

SEZIONE 1

E' localizzata nell'angolo NE della Baia di Gnejna, 1,5 km a NE della Sez. 5.

Comprende la parte superiore della serie a partire dal tetto dell'«Upper Globigerina Limestone».

Le «Blue Clays» si presentano con le stesse caratteristiche viste precedentemente. Il livello a *Flabellipecten* e *Amussium* è chiaramente individualizzato 4-5 m sotto l'inizio dell'«Upper Coralline Limestone» ed ha uno spessore di m 1,5.

Mancano invece completamente le «Greensands», ma ciò è forse imputabile a fenomeni di laminazione al limite «Blue Clay-Upper Coralline Limestone».

La serie termina con l'«Upper Coralline Limestone», in cui è sempre riconoscibile un intervallo calcareo-marnoso basale e un intervallo calcareo.

SEZIONE 8

E' la sezione più settentrionale di Malta tra quelle studiate.

E' stata limitata alle «Greensands» e all'«Upper Coralline Limestone». Entrambe le formazioni si presentano nei loro aspetti tipici più volte descritti, salvo un maggiore spessore delle «Greensands», qui di poco superiore ad 1 m.

GOZO

SEZIONE 12

E' ubicata sulla costa settentrionale di Gozo, in corrispondenza di Reqqa Point.

Vi sono ben esposti i termini inferiori della successione fino alla base dell'«Upper Globigerina Limestone». Dal basso verso l'alto la successione è così costituita:

- 1) «*Scutella* bed».
- 2) «Lower Globigerina Limestone». La parte basale di questa suddivisione, per uno spessore di 3 m, è costituita da una calcarenite a grana media, di colore bruno giallastro, priva di fossili, attraversata da concentrazioni più chiare che si intersecano variamente.

Segue un livelletto analogo di 50 cm di spessore nel quale è concentrata una notevole quantità di Pettinidi con un netta prevalenza di *Flabellipecten*.

Segue ancora, per 5 m di spessore, una calcarenite giallastra, più tenera e a grana più fine; a circa 2/3 della sua altezza, e per uno spessore di 80 cm, vi è di nuovo una notevole concentrazione di *Flabellipecten*, mentre nella parte più alta predominano gli Spatangidi.

Chiude il «Lower Globigerina Limestone» una calcarenite fortemente cementata, di colore nocciola chiaro, di spessore in costante mai superiore ai 50 cm.

- 3) «Middle Globigerina Limestone». E' rappresentato da una calcarenite a grana molto fine, costituita quasi interamente da Foraminiferi planctonici, di colore bianco sulle superfici esposte. In corrispondenza della sezione è assolutamente priva di macrofossili. Lo spessore complessivo è di m 8,50.

Segna la separazione fra «Lower» e «Middle Globigerina Limestone» un livello a grossi noduli fosfatici molto concentrati, analogo a quello che si ritrova nella stessa posizione nelle sezioni di Malta. Il suo spessore, in media di 40 cm, è molto variabile poiché la sua superficie inferiore forma tasche più o meno accentuate nei sedimenti sottostanti.

Contrariamente a quanto si verifica nelle sezioni di Malta, non vi è traccia di livelli fosforitici, né di selci, all'interno di questa suddivisione.

- 4) «Upper Globigerina Limestone». Nella sezione è ben esposta solo la porzione basale. Essa è costituita da una calcarenite giallastra, ricca di Foraminiferi, con piccoli noduli fosfatici disseminati e concentrazioni glauconitiche. E' compresa tra due livelli fosforitici: quello inferiore, che segna la separazione dal sottostante «Middle Globigerina Limestone», è costituito da noduli minuti concentrati in uno spessore di pochi centimetri; quello superiore ha uno spessore di una ventina di centimetri ed è

formato dalla concentrazione di noduli fosfatici più grandi. Lo spessore complessivo, compresi i due livelli fosforitici, è di m 1,40.

Non è stato possibile effettuare osservazioni di dettaglio sulla porzione superiore dell'«Upper Globigerina Limestone» nè valutarne lo spessore, a causa della copertura detritica e vegetale; vi sono stati raccolti solo due campioni rispettivamente a m 9 e a m 13 sopra la base.

SEZIONE 13

E' ubicata circa 1 km a E della Sez. 12, sul lato orientale della piccola Baia di Xwieni, in corrispondenza della collinetta a tronco di cono.

Comprende tutto il «Middle» e buona parte dell'«Upper Globigerina Limestone».

Fino alla porzione basale dell'«Upper Globigerina Limestone» vi è una perfetta corrispondenza di termini con la Sez. 12, salvo una lieve riduzione degli spessori.

Al di sopra del livello a grossi ciottoli fosfatici l'«Upper Globigerina Limestone» è costituito da una calcarenite fine ricchissima di Foraminiferi planctonici, di colore giallo e con concentrazioni limonitiche nei primi 4-5 metri, grigio-chiara e più argillosa negli ultimi 11-12 m dell'esposizione.

SEZIONE 10

E' situata al limite occidentale della Baia di Ir-Ramla.

A partire dal livello del mare sono riconoscibili i seguenti termini:

- 1) «Upper Globigerina Limestone». Affiora per uno spessore di 12 m. I primi 50 cm sono costituiti da una calcarenite giallastra; segue una calcarenite fine, di colore grigio chiaro, più argillosa nei primi 4-5 m. Il passaggio alle «Blue Clays» è qui piuttosto rapido e avviene in uno spessore di una ventina di centimetri.
- 2) «Blue Clay». L'aspetto è quello solito visto nelle sezioni di Malta. Lo spessore complessivo è di circa 45 m. Nella parte alta delle argille, 6-7 m sotto il limite con l'unità soprastante, è presen-

te una bancata, di 1,5 m di spessore, di una sabbia argillosa glauconitica a *Flabellipecten*, *Amussium* e altri fossili.

- 3) Calcarenite a *Heterostegina*. Ha uno spessore di circa 4 m. E' una calcarenite grossolana, bruno-rossastra, in tutto simile a quella osservata nelle Sez. 3 e 2 della zona di Dingli. In corrispondenza della sezione le *Heterostegine*, che normalmente caratterizzano questa unità, sono piuttosto rare e disperse nella massa.
- 4) «Upper Coralline Limestone». Vi è ancora distinguibile una porzione basale calcareo-marnosa a letti di Alghe, di spessore limitato, da una sovrastante a calcari compatti.

SEZIONE 10 bis

Comprende il tratto terminale della serie, campionato 500 m a W della Sez. 10, dove è meglio esposta la porzione superiore delle argille. I dati che si sono potuti raccogliere confermano sostanzialmente le osservazioni fatte sulla Sez. 10; in più è stata rilevata la presenza di due piccole intercalazioni sabbiose glauconitiche nell'intervallo compreso fra il livello a *Flabellipecten* e *Amussium* e la calcarenite a *Heterostegina*.

SEZIONE 14

La sezione è situata nell'entroterra, circa 3 km a E di Victoria, in corrispondenza del lato orientale della collinetta di Nuffara.

Le osservazioni sono state limitate alla porzione terminale della successione, dalla parte alta delle «Blue Clays» all'«Upper Globigerina Limestone».

Le argille immediatamente sottostanti il livello a *Flabellipecten* e *Amussium* hanno il consueto colore grigio azzurro e sono più o meno ricche di cristalli di gesso che si rinvengono in gran copia isolati in superficie. Il livello a *Flabellipecten* e *Amussium* è costituito da una sabbia fortemente glauconitica, pochissimo argillosa, chiara sulle superfici esposte, verde scuro sulle superfici fresche. Oltre ai soliti *Flabellipecten* e *Amussium*, concentrati in grande quantità in pochi centimetri di spessore, contiene modelli di vari

Lamellibranchi e Gasteropodi, denti e vertebre di Pesci, ecc. Lo spessore è di circa 1 m; il tetto di questo banco è posto a m 4 dalla base della calcarenite a *Heterostegina*.

Seguono argille grigio-bluastre analoghe alle precedenti, leggermente glauconitiche, talvolta con cristalli di gesso e sottili letti limonitici; in alto passano gradualmente ad una marna dura grigio-chiara o verdolina che negli ultimi centimetri è sottilmente stratificata. Segue ancora, con passaggio brusco, un livello di una quindicina di centimetri di spessore di una sabbia verde-scuro, ricchissima di glauconite, in tutto simile alle tipiche «Greensands». Esso sfuma in alto, con graduale ma rapido cambiamento di colore dal verde cupo al giallo rossastro, nella tipica calcarenite a *Heterostegina*, che ha uno spessore di circa m 2,50.

Chiude la serie l'«Upper Coralline Limestone», esposto per uno spessore limitatissimo, qui rappresentato fin dalla base da un calcare compatto.

SEZIONE 11

E' ubicata immediatamente a NE di Victoria, sul fianco meridionale della collinetta di Gelmus. Comprende buona parte delle «Blue Clays» e arriva fino all'«Upper Coralline Limestone», di cui è esposto un piccolo spessore.

Le argille sono per buona parte mascherate dal terreno agrario e non è stato possibile rintracciare il livello a *Flabellipecten* e *Amusium*.

Al tetto delle «Blue Clays» è presente, anche se mal esposto, un livelletto di poche decine di centimetri di una sabbia glauconitica verde, ricca di fossili, identica alle tipiche «Greensands».

Segue un'alternanza di sabbie leggermente argillose e calcareniti grossolane più o meno glauconitiche; frequentissime le *Heterostegine*, particolarmente concentrate nei banchi calcarenitici. Il colore passa dal verde scuro, nella parte bassa, al giallastro nei livelli più alti; verso l'alto aumenta anche il grado di cementazione. Lo spessore complessivo è di 9-10 m.

L'«Upper Coralline Limestone» è rappresentato da due grosse bancate, di un paio di metri ciascuna, di un calcare compatto, semicristallino, rossastro, con zone di alterazione ocracee che gli conferiscono un aspetto nodulare, e da una bancata terminale di un calcare brecciato giallastro, di aspetto cavernoso.

I^a P A R T E

BIOSTRATIGRAFIA DEL «GLOBIGERINA LIMESTONE»

Nella formazione del «Globigerina Limestone» vengono usualmente distinte tre unità litostratigrafiche: «Lower», «Middle» e «Upper Globigerina Limestone».

Le nostre ricerche hanno permesso di accertare che queste suddivisioni, nelle sezioni esaminate, sono caratterizzate anche da un punto di vista micropaleontologico, oltreché litologico, poiché ad esse corrispondono associazioni a Foraminiferi planctonici con caratteristiche diverse.

L'esistenza di lacune di considerevole entità all'interno della formazione, evidenziata dall'andamento delle distribuzioni delle microfaune, sconsiglia dall'istituire una biozonatura rigidamente formale. Per ciascuna di queste suddivisioni preferiamo pertanto esprimerci in termini di intervalli biostratigrafici, indicandone, col nome di uno dei taxa più significativi, le associazioni a Foraminiferi planctonici che li caratterizzano.

MALTA (Sez. 1, 3, 4, 5, 6)

«LOWER GLOBIGERINA LIMESTONE»

Nei campioni esaminati i Foraminiferi planctonici sono estremamente rari e lo stato di conservazione è tale da impedirne una determinazione sicura. Non abbiamo quindi, per il momento, dati sufficienti per poter definire un'associazione planctonica; tuttavia i pochissimi elementi raccolti, pur nella loro frammentarietà, ci consentono di rilevare che le microfaune di questo intervallo sono fondamentalmente diverse da quelle dell'unità soprastante.

Ci riserviamo di ritornare sull'argomento in una nota aggiuntiva, quando avremo infittito le campionature e le avremo estese anche alla parte orientale di Malta, dove il «Lower Globigerina Limestone» raggiunge spessori maggiori. Per questo motivo nella tavola di distribuzione dei Foraminiferi planctonici (tav. II) è stata lasciata intenzionalmente in bianco la parte corrispondente a questa suddivisione.

«MIDDLE GLOBIGERINA LIMESTONE»

In questa unità, fatta eccezione per la parte basale in cui le associazioni sono molto povere, i Foraminiferi planctonici sono estremamente diffusi, tanto che in alcuni punti la roccia ne è interamente costituita. In generale però le faune sono monotone e caratterizzate soprattutto da specie di piccole dimensioni, in particolare *Cassigerinella chipolensis* e *Globigerina angustiumbilitata*; ad esse si accompagnano rari individui, spesso nani, di poche altre forme. Si tratta quindi di microfaune particolari che hanno risentito dell'influenza di anormali condizioni ambientali. Non mancano, comunque, livelli a microfaune più varie con individui a sviluppo normale, anche se le associazioni sono sempre dominate dalle forme di piccole dimensioni.

La presenza all'interno di questa unità di un livello a noduli fosfatici, riconoscibile in tutte le sezioni di Malta, permette di distinguere due intervalli, uno inferiore e uno superiore, ai quali corrispondono anche associazioni distinte, rispettivamente a *Globigerinoides quadrilobatus primordius* e a *G. quadrilobatus altiaperturus*.

Intervallo inferiore (associazione a *Globigerinoides quadrilobatus primordius*).

G. quadrilobatus primordius, anche se relativamente raro, è presente sin dalla base e scompare alla sommità. Rari esemplari di *G. quadrilobatus quadrilobatus*, *G. quadrilobatus sacculifer* (rappresentato da individui piccoli e con camera a sacco appena accennata) e *G. aff. subquadratus* (con camera terminale munita di una sola apertura supplementare) si rinvencono con sicurezza a partire da qualche metro sopra la base; non è stato possibile accertare la presenza di questi taxa nei livelli basali, poiché i pochi *Globigerinoides* rinvenuti sono spesso incompleti o mal conservati e quindi di incerta determinazione.

Tra le forme più frequenti generalmente associate a *G. quadrilobatus primordius* ricordiamo: *Globigerina praebulloides* s.l., *G. angustiumbilitata* e *Cassigerinella chipolensis*. Tra le altre forme più significative citiamo: *Globoquadrina dehiscens dehiscens*, *Globigerina woodi woodi*, *G. ouachitaensis ciperoensis*, *Globorotalia kugleri* (limitata a questo intervallo), *G. siakensis* e *G. mayeri* (non tipica), tutte rare o sporadiche.

Intervallo superiore (associazione a *Globigerinoides quadrilobatus altiapertura*).

G. quadrilobatus altiapertura è peculiare di questa associazione. Lo accompagnano, oltre a *G. quadrilobatus quadrilobatus* (ora più frequente), *G. quadrilobatus sacculifer* (ancora rappresentato da individui non tipici) e *G. aff. subquadratus*, anche *G. quadrilobatus trilobus*, *G. obliquus obliquus* e *G. subquadratus* che compaiono alla base e si mantengono più o meno rari per tutto l'intervallo.

Altre forme che fanno la loro comparsa alla base sono: *Globoquadrina larmeui larmeui*, *G. larmeui langhiana*, *G. gr. altispira*.

Segnaliamo infine la particolare frequenza di *Cassigerinella chipolensis*, *Globigerina angustiumbilitata*, *G. praebulloides* s.l., *G. ouachitaensis ciperensis*. Piuttosto comune anche *Globoquadrina dehiscens dehiscens*.

Altre forme significative presenti: *Globigerina woodi woodi*, *Globorotalia siakensis* e *G. mayeri* (tipica).

«UPPER GLOBIGERINA LIMESTONE»

Tutta l'unità è caratterizzata da faune a Foraminiferi planctonici estremamente ricche e varie. All'interno di essa si verificano numerosi eventi biostratigrafici significativi; senza dubbio il più importante è rappresentato dalla comparsa evolutiva delle Orbuline ed è sulla base di questo «datum» fondamentale che abbiamo distinto due intervalli cui corrispondono associazioni diverse.

Intervallo inferiore (associazione a *Praeorbulina*).

E' caratterizzato dalla frequenza delle Praeorbuline. Alla base dell'intervallo compaiono *Praeorbulina transitoria*, *P. glomerata curva*, *Globorotalia peripheroronda*, *G. birnageae*, *G. scitula praescitula*, *Globigerinoides diminutus*, *G. sicanus*, *G. bulloideus*, *Globigerinatella insueta*, *Globigerina falconensis*, *G. druryi* e *G. parabulloides*. Di queste, *Globorotalia birnageae*, *Globigerinoides diminutus* e *Globigerinatella insueta* (molto rara) hanno una distribuzione limitata alla prima parte, mentre *Praeorbulina glomerata curva* scompare poco prima della fine dell'intervallo.

Poco sopra la base compaiono *Globorotalia praemenardii archeomenardii* (limitata all'intervallo), *Praeorbulina glomerata glomerata* e, poco dopo, *P. glomerata circularis*.

Particolarmente frequenti *Globoquadrina* gr. *altispira*, *Globorotalia mayeri*, *G. siakensis*, *G. scitula praescitula*, *Globigerinoides quadrilobatus quadrilobatus*, *G. quadrilobatus trilobus*, *G. quadrilobatus sacculifer* (con individui ben sviluppati e tipici) e *Globigerina praebulloides* s.l.. Più o meno comuni anche *Globigerinoides obliquus obliquus*, *Globoquadrina larmeui langhiana* e *Globorotalia obesa*.

Cassigerinella chipolensis, estremamente frequente nel «Middle Globigerina Limestone», diventa ora piuttosto rara.

Intervallo superiore (associazione a *Orbulina*).

Alla base compaiono *Orbulina suturalis* e *Biorbulina bilobata*, che diventano più frequenti verso la sommità, dove avviene la differenziazione di *Orbulina universa*.

Scompaiono nella prima parte dell'intervallo *Globorotalia mayeri*, *G. siakensis* e *Cassigerinella chipolensis*; nella parte sommitale *Praeorbulina transitoria*, *P. glomerata glomerata*, *P. glomerata circularis*, *Globigerinoides sicanus* e *Globoquadrina larmeui langhiana* nella sua forma tipica.

Tra le forme più significative che presentano una frequenza elevata in tutto l'intervallo ricordiamo *Globigerinoides* gr. *quadrilobatus* e *Globoquadrina* gr. *altispira*. *Globorotalia peripheroronda*, *Globigerina druryi*, *G. parabulloides* e *G. woodi woodi* raggiungono una considerevole frequenza essenzialmente nella parte più alta. Comuni anche *Globigerina praebulloides* s.l., *Globorotalia obesa* e *Globoquadrina dehiscens dehiscens*.

Gozo (Sez. 10, 12, 13)

Nonostante il numero limitato e la frammentarietà delle sezioni studiate, è stato possibile riconoscere anche a Gozo le stesse associazioni e gli stessi eventi biostratigrafici descritti per le sezioni di Malta.

L'unico fatto di rilievo da sottolineare è che nel «Middle Globigerina Limestone» è presente la sola associazione a *Globigerinoides*

quadrilobatus altiapertura che caratterizza, a Malta, l'intervallo superiore.

L'assenza dell'associazione a *Globigerinoides quadrilobatus primordius* ha riscontro anche nelle evidenze litostratigrafiche. Infatti, il «Middle Globigerina Limestone» di Gozo, tra l'altro di spessore considerevolmente ridotto, presenta spiccate analogie litologiche con quello dell'intervallo superiore di Malta; inoltre non vi è traccia di quei livelli fosforitici intermedi che si rinvencono nelle sezioni maltesi.

CONSIDERAZIONI CRONOSTRATIGRAFICHE

Nel «Globigerina Limestone» sono stati distinti 5 intervalli biostratigrafici. In questo capitolo ci proponiamo di definirli anche dal punto di vista cronostatigrafico.

A questo scopo abbiamo cercato di inquadrare le nostre associazioni nello schema zonale di BLOW [1969] per poter meglio definire la loro posizione nella successione degli stratotipi. Questo schema, il più completo fra quelli finora proposti, è corredato dalle distribuzioni totali di quasi tutti i taxa conosciuti ed offre il vantaggio fondamentale di essere stato correlato in lavori recentissimi (M. B. CITA, W. H. BLOW [1969]; M. R. ANGLADA [1971a, 1971b]) con gli stratotipi del Miocene da studiosi che ne hanno una esperienza diretta.

Nella tav. II, nella quale sono riportate le distribuzioni virtuali dei Foraminiferi planctonici rinvenuti nel «Globigerina Limestone», è visualizzato il tentativo di correlazione delle nostre associazioni con le «zone-standard» di BLOW e il loro riferimento agli stratotipi. La correlazione è stata possibile anche se le distribuzioni di molti taxa sono limitate da lacune sedimentarie o influenzate dalle condizioni ambientali locali, e anche quando mancano alcune forme significative che normalmente caratterizzano sedimenti coevi⁽²⁾.

Intervallo 1 (associazione non definita). Per il momento non abbiamo a disposizione elementi biostratigrafici sufficienti per inqua-

(²) Alcune discordanze tra le distribuzioni riportate da BLOW e quelle della tav. II (es. *Globorotalia mayeri*, *Globigerina druryi*, *G. parabulloides*) derivano da un nostro concetto tassonomico più ampio, che verrà chiarito nella prossima nota di sistematica.

drare questo intervallo nella zonazione di BLOW, e tanto meno per una sua attribuzione cronologica.

Intervallo 2 (associazione a *Globigerinoides quadrilobatus primordius*). La concomitanza di *Globigerinoides quadrilobatus primordius* e *Globorotalia kugleri* in tutto l'intervallo, assicura la sua appartenenza alla zona N 4 di BLOW; più precisamente la loro costante associazione con *Globoquadrina dehiscens dehiscens* indica la parte medio-alta di questa zona. La presenza di *Globigerinoides quadrilobatus quadrilobatus*⁽³⁾ e di forme primitive di *Globigerinoides quadrilobatus sacculifer*, corrispondenti probabilmente a *G. irregularis*, anche non considerando le assenze di forme che ne caratterizzano la parte bassa, dà un'ulteriore indicazione della metà superiore della zona.

In termini cronostratigrafici, tenendo conto delle considerazioni di ANGLADA [1971a, 1971b], la nostra associazione corrisponde a una parte inoltrata dell'Aquitano tipo.

Intervallo 3 (associazione a *Globigerinoides quadrilobatus altiapertura*). La presenza di *G. quadrilobatus altiapertura*, costantemente associato a *G. quadrilobatus trilobus* e *G. obliquus obliquus*, permette di riferire la nostra associazione a un intervallo compreso tra la parte basale della Zona N 6 e la parte basale della Zona N 7. Ciò trova conferma anche nella presenza di *Globoquadrina larmei larmei* e nell'assenza di *Globigerinoides diminutus*.

Dal lavoro di ANGLADA [1971b], che tiene conto anche dei dati di JENKINS [1966], si deduce che questo intervallo cade interamente nel Burdigaliano superiore.

Intervallo 4 (associazione a *Praeorbulina*). L'associazione rientra sicuramente nella Zona N 8 di BLOW: infatti *Globigerinoides sicanus*, la cui comparsa marca il limite inferiore di quella zona, è presente fin dalla base; *Orbulina suturalis*, che con la sua comparsa limita superiormente il nostro intervallo, è anche il «marker» che segna il limite tra la Zona N 8 e la Zona N 9.

L'appartenenza alla Zona N 8 è confermata dalla presenza di taxa normalmente citati per essa, quali *Globorotalia praemenardii*

(³) In *G. quadrilobatus quadrilobatus* abbiamo compreso anche *G. quadrilobatus immaturus*.

archeomenardii, *G. birnageae*, *Globigerinoides sicanus*, *G. diminutus*, *Globigerinatella insueta*, *Praeorbulina glomerata circularis*, *P. glomerata glomerata*, *P. transitoria*, *P. glomerata curva*, quest'ultima esclusiva della zona.

L'intervallo 4, tuttavia, non corrisponde all'intera Zona N 8; la presenza contemporanea di *Praeorbulina transitoria* e *P. glomerata curva* sin dalla base consente di escluderne almeno il tratto iniziale.

Tenuta valida la correlazione di CITA e BLOW [1969], questo è riferibile alla parte inferiore del Langhiano tipo.

Intervallo 5 (associazione a *Orbulina*). La coesistenza di *Praeorbulina* e *Orbulina* indica l'appartenenza alla Zona N 9 di BLOW. Più precisamente la base dell'intervallo coincide con quella della Zona N 9, mentre il limite superiore dovrebbe corrispondere all'incirca alla parte media della stessa; infatti in prossimità di questo limite avvengono le scomparse di *Globigerinoides sicanus*, della tipica *Globorotalia scitula praescitula*, di *Praeorbulina glomerata glomerata* e *P. glomerata transitoria* e la comparsa di *Orbulina universa*.

L'intervallo 5 dovrebbe essere interamente compreso nella parte superiore del Langhiano tipo in base alle considerazioni svolte da CITA e BLOW [1969]. L'unico dato contrastante nelle loro conclusioni sembra costituito dalla comparsa di *Orbulina universa*. Infatti CITA e PREMOLI SILVA [1968] ritengono che questo taxon faccia la sua comparsa evolutiva un po' sopra la base della loro Zona a *Globorotalia mayeri* e quindi al di sopra del Langhiano tipo, mentre BLOW [1969] lo fa iniziare all'interno della sua Zona N 9, per intero riferita al Langhiano nel lavoro di CITA e BLOW [1969].

* * *

Gli elementi emersi dalle discussioni che precedono ci offrono l'opportunità di meglio definire le lacune esistenti all'interno del «Globigerina Limestone», alle quali abbiamo accennato nella parte introduttiva del capitolo dedicato alla biostratigrafia.

L'esistenza di livelli a noduli fosfatici ce ne aveva fatto sospettare l'esistenza, poi confermata dall'osservazione di numerosi fatti biostratigrafici⁽⁴⁾.

(4) I depositi fosfatici, di solito accompagnati da glauconite, indicano spesso lacune sottomarine o comunque periodi di sedimentazione estremamente ridotta.

E' sufficiente uno sguardo alla tavola di distribuzione per individuare uno hiatus in corrispondenza del livello fosforitico che segna il limite tra il «Middle» e l'«Upper Globigerina Limestone». Infatti alla base dell'intervallo 4 si osserva la comparsa contemporanea di numerose forme, quali ad es. *Globorotalia scitula praescitula*, *Globigerinatella insueta*, *Globorotalia peripheroronda*, *G. birnageae*, *Globigerina falconensis*, *Globigerinoides diminutus*, *G. sicanus*, *Praeorbulina glomerata curva* e *P. transitoria*, che dovrebbero invece comparire successivamente nel tempo. A ciò si accompagna anche un cambiamento netto nei caratteri generali delle associazioni (aumento esplosivo dei *Globigerinoides* e delle *Globoquadrine*, comparsa improvvisa di faune a sviluppo normale ecc.).

La correlazione dei nostri intervalli 3 e 4 con le zone di BLOW, consente di valutare in termini biostratigrafici l'entità della lacuna, che dovrebbe corrispondere almeno a buona parte della Zona N 7 e al tratto iniziale della Zona N 8.

E' probabile che uno hiatus corrisponda anche al livello fosforitico che si rinviene circa 2 m sopra il precedente, all'interno dell'intervallo 4; tuttavia non esistono apprezzabili evidenze biostratigrafiche che lo confermino.

Un'altra lacuna considerevole può essere invece localizzata in corrispondenza del livello a noduli fosfatici che separa l'intervallo 2 dall'intervallo 3. Infatti alla base dell'intervallo 3, oltre all'assenza di *Globigerinoides quadrilobatus primordius* e *Globorotalia kugleri* che avevano caratterizzato tutto l'intervallo sottostante, si rileva l'inizio contemporaneo di forme le cui comparse dovrebbero essere differenziate, quali ad es. *Globoquadrina gr. altispira*, *G. larmeui larmeui*, *G. larmeui langhiana*, *Globigerinoides quadrilobatus altiapertura*, *G. subquadratus*, *G. obliquus obliquus* e *G. quadrilobatus trilobus*. Questo hiatus dovrebbe corrispondere almeno a tutta la Zona N 5 di BLOW.

Per analogia con quanto osservato precedentemente, riteniamo che anche il livello fosforitico che separa il «Lower» dal «Middle Globigerina Limestone» indichi una stasi nella sedimentazione, anche se i dati micropaleontologici in nostro possesso sono insufficienti a valutarne la durata. Siamo comunque in grado di affermare che a Gozo la lacuna fra il «Lower» e il «Middle Globigerina Limestone» ha un'ampiezza maggiore che a Malta, poiché là manca anche tutto l'intervallo 2.

CONCLUSIONI

Lo studio delle microfaune di alcune sezioni della fascia costiera occidentale di Malta e della parte settentrionale di Gozo permette di riconoscere all'interno della formazione del «Globigerina Limestone» 5 intervalli caratterizzati da altrettante distinte associazioni a Foraminiferi planctonici, come riportato nella seguente schematizzazione:

«GLOBIGERINA LIMESTONE»	«UPPER»	Intervallo 5 - associazione a <i>Orbulina</i>
		Intervallo 4 - associazione a <i>Praeorbulina</i>
	«MIDDLE»	Intervallo 3 - associazione a <i>Globigerinoides quadrilobatus altiapertura</i>
		Intervallo 2 - associazione a <i>G. quadrilobatus primordius</i>
	«LOWER»	Intervallo 1 - associazione non definita.

Un confronto delle nostre associazioni con lo schema zonale di BLOW [1969] e l'utilizzazione dei dati della letteratura più recente sugli stratotipi del Miocene consentono di pervenire alle seguenti conclusioni:

- 1) L'associazione a *Globigerinoides quadrilobatus primordius* corrisponde alla Zona N 4 di BLOW e più precisamente alla metà superiore di essa; l'intervallo 2 è pertanto riferibile all'Aquitano inoltrato.
- 2) L'associazione a *Globigerinoides quadrilobatus altiapertura* rientra in un intervallo compreso fra la parte basale della Zona N 6 e la parte basale della Zona N 7; l'intervallo 3 corrisponde quindi al Burdigaliano superiore.
- 3) L'associazione a *Praeorbulina* è correlabile con la Zona N 8 e il relativo intervallo 4 è riferibile alla parte inferiore del Langhiano tipo.
- 4) L'associazione a *Orbulina* corrisponde alla metà inferiore della Zona N 9 e quindi l'intervallo 5 può essere riferito alla parte medio-alta del Langhiano.

- 5) All'interno del «Globigerina Limestone», e precisamente in corrispondenza dei livelli fosforitici, esistono considerevoli hiatus, accertati sulla base dei dati biostratigrafici e confermati dalla correlazione con lo schema zonale di BLOW [1969].
- 6) A Gozo, almeno nella zona studiata, manca l'intero intervallo 2 e pertanto lo hiatus tra «Lower» e «Middle Globigerina Limestone» ha un'entità superiore a quello in posizione analoga nelle sezioni di Malta.

POST SCRIPTUM

Questo lavoro era in corso di stampa, quando ci sono pervenuti i risultati dello studio dei Macroforaminiferi contenuti in alcuni campioni (704, 705, 706, 707, 708) della parte alta del «Lower Coralline Limestone» affiorante alla base della Sez. 6⁽⁵⁾. Anche se lo studio di questa unità esula dal programma delle nostre ricerche, riteniamo opportuno segnalare questi dati, anche per limitare le incertezze relative all'età del soprastante «Lower Globigerina Limestone».

Nei campioni esaminati sono stati riconosciuti i generi *Operculina*, *Spiroclypeus*, *Eulepidina*, *Nephrolepidina*, *Cycloclypeus*, *Amphistegina*, ? *Miogypsina*. Tra le forme presenti, le Lepidocycline, e particolarmente quelle del campione 704, si sono prestate ad un'accurata analisi biometrica e si sono rivelate piuttosto interessanti; in particolare, i valori ottenuti su *Nephrolepidina morgani*, confrontati con quelli corrispondenti forniti dallo studio di Nephrolepidine di sedimenti oligo-miocenici di classiche località europee, hanno permesso di attribuire i campioni studiati all'Oligocene superiore, e precisamente al Cattiano.

Da ciò si deduce, tenendo presente anche l'età attribuita al «Middle Globigerina Limestone», che il «Lower Globigerina Limestone» ha un'età compresa fra l'Oligocene superiore e l'Aquitano. L'ipotesi di un'età interamente oligocenica ci sembra la più verosimile, anche in considerazione della lacuna esistente fra «Lower» e «Middle Globigerina Limestone». Ritorniamo sull'argomento

(5) Lo studio è stato eseguito presso l'Istituto di Geologia di Utrecht (Olanda) dal Dott. V. AMATO di Verona, che ringraziamo per i dati fornitici.

quando avremo acquisito sufficienti dati diretti per confermare o meno questa opinione.

Cogliamo infine l'occasione, anche se ciò esula dall'argomento specifico di questa nota, per anticipare i risultati delle misure radiometriche realizzate su alcuni campioni della parte alta della successione maltese, sull'età della quale esistono i maggiori contrasti di opinione fra gli autori.

Le misure⁽⁶⁾ sono state eseguite con il metodo K-Ar sulla glauconite di un campione del livello sabbioso a *Flabellipecten* e *Amussium* della Sez. 14 e su quella di alcuni campioni delle «Greensands» (697, Sez. 5; 728, Sez. 8; 771, Sez. 11; 1372, Sez. 14). Da tali misure risulta un valore di 12,5 milioni di anni per il livello a *Flabellipecten* e *Amussium*, mentre per le «Greensands» sono stati ottenuti valori oscillanti tra 8,2 e 10,4 m.a.; in base ai dati della Phanerozoic Time-scale (W. R. HARLAND, A. G. SMITH, B. WILCOCK [1964]) e a quelli di R. SELLI [1970], il primo sarebbe riferibile al Tortoniano alto e le seconde al Messiniano.

La documentazione micropaleontologica relativa a questi livelli sarà resa nota in un prossimo lavoro; possiamo tuttavia anticipare che le datazioni radiometriche non contrastano con i risultati finora ottenuti dallo studio delle faune a Foraminiferi planctonici e permettono di precisarne il significato.

OPERE CITATE

- ANGLADA M. R. (1971a) - Sur la position du datum à Globigerinoides (Foraminiferida) la zone N 4 (Blow 1967) et la limite Oligo-Miocène en Méditerranée. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **272**, 1067-1070, Paris.
- ANGLADA M. R. (1971b) - Sur la limite Aquitanien-Burdigalien, sa place dans l'échelle des Foraminifères planctoniques et sa signification dans le Sud-Est de la France, *C. R. Acad. Sc. Paris*, **272**, 1948-1951, Paris.
- BLOW W. H. (1957) - Transatlantic correlation of Miocene sediments. *Micropaleontology*, **3** (1), 77-79, New York.
- BLOW W. H. (1969) - Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. *Proc. 1st International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, 1967*, **1**, 199-422, E. J. Brill, Leiden.
- CITA M. B., BLOW W. H. (1969) - The biostratigraphy of the Langhian, Serravallian

(6) Ringraziamo per le misure il Sig. O. GIULIANI del Laboratorio del CNR per le ricerche radiometriche applicate alla Geocronologia e alla Paleocologia, diretto dal Prof. G. FERRARA.

- and Tortonian stages in the type-sections in Italy. *Riv. Ital. Paleont.*, **75** (3), 549-603, Milano.
- CITA M. B., PREMOLI SILVA I. (1968) - Evolution of the planktonic foraminiferal assemblages in the stratigraphic interval between the type-Langhian and the type-Tortonian and biozonation of the Miocene of Piedmont. *Giorn. Geol.*, ser. 2, **35** (3), 1-28, *Proc. IV Sess., Bologna, 1967, Comm. Medit. Neogene Strat.*, Bologna.
- EAMES F. E., BANNER F. T., BLOW W. H., CLARKE W. J. (1962) - Fundamentals of Mid-Tertiary Stratigraphical Correlation. 163 pp., Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- FREUDENTHAL T. (1970) - Stratigraphy of Neogene deposits in the Khania Province, Crete, with special reference to Foraminifera of the Family Planorbulinidae and the genus *Heterostegina*. *Utrecht Micropal. Bull.*, **1**, 208 pp., Utrecht.
- HARLAND W. R., SMITH A. G., WILCOCK B. (1964) - The Phanerozoic Time-scale. *Quart. Journ. Geol. Soc. London*, **120** s, 458 pp., London.
- HOUSE M. R., DUNHAM K. C., WIGGLESWORTH J. C. (1962) - Geology and Structure of the Maltese Islands. In: BOWEN-JONES H., DEWDNEY J. C., FISHER W. B. - Malta. 25-33, Newcastle upon Tyne. (*Cum bibliogr.*).
- HYDE H. P. T. (1955) - Geology of the Maltese Islands. 135 pp., Lux Press, Malta (*Cum bibliogr.*).
- JENKINS D. G. (1966) - Planktonic Foraminifera from the Type Aquitanian-Burdigalian of France. *Contr. Cush. Found. Foram. Res.*, **17** (1), 1-15, Ithaca.
- MEULENKAMP J. E. (1969) - Stratigraphy of Neogene deposits in the Rethymnon Province, Crete, with special reference to the phylogeny of uniserial *Uvigerina* from the Mediterranean region. *Utrecht Micropal. Bull.*, **2**, 168 pp., Utrecht.
- SELLI R. (1970) - Report on the absolute age. *Giorn. Geol.*, ser. 2, **35** (1), 51-59, *Proc. IV Sess., Bologna, 1967, Comm. Medit. Neogene Strat.*, Bologna.

(ms. pres. il 25 luglio 1972; ult. bozze il 29 agosto 1972)

TAVOLE