

INTERPRETAZIONE PALEOAMBIENTALE DI MICROFAUNE A FORAMINIFERI NEL PLEISTOCENE INFERIORE DI CAPO MILAZZO (SICILIA)

D. Saccà - D. Violanti

Istituto di Scienze della Terra, Università di Messina

RIASSUNTO - Interpretazione paleoambientale di microfaune a foraminiferi nel Pleistocene inferiore di Capo Milazzo - Il Quaternario, 2, n.1, 1989, p. 65-78 - Le associazioni a Foraminiferi planctonici e bentonici delle marne argilloso-sabbiose di Punta Mazza (Capo Milazzo), con spessore di circa 6,5-7 m, attribuite al Pleistocene inferiore, sono state studiate in modo quantitativo. Una curva costruita sommando le percentuali degli indicatori caldi (*Globigerinoides ruber*, *G. sacculifer*, *G. trilobus*, *Globorotalia truncatulinoides excelsa*, *Hastigerina siphonifera*, *Orbulina universa*), con valore positivo, e le percentuali degli indicatori freddi (*Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina pachyderma*), con valore negativo, indica oscillazioni climatiche.

I Foraminiferi bentonici indicano una deposizione nell'ambiente epibatiale superiore. In base alle percentuali delle specie bentoniche sono stati calcolati la densità faunistica (*Benthic Foraminiferal Number = BFN*), la diversità specifica ed il grado di specializzazione. Le percentuali sono state elaborate con la *Cluster Analysis* per evidenziare le affinità tra i taxa bentonici e tra i campioni delle marne, rappresentate in due dendrogrammi.

E' stato possibile differenziare la parte inferiore della sezione, con residui più sabbiosi e faune trasportate dalla piattaforma, da quella superiore, con sedimenti più fini e faune più profonde e/o fredde. Le marne di Punta Mazza sono confrontabili per condizioni paleoambientali con altri affioramenti limitrofi: esse sono parzialmente correlabili con le marne argillose di Rometta (Messina) (Pleistocene inferiore), mentre risultano più antiche di quelle di Lazzaro (Reggio Calabria) (Pleistocene inferiore e medio).

ABSTRACT - Palaeoenvironmental interpretation of Foraminifera microfauna of Early Pleistocene age from Capo Milazzo (Sicily) - Il Quaternario, 2, n.1, 1989, p. 65-78 - The present study deals with planktonic and benthonic Foraminifera of Early Pleistocene age from 6.5-7 m thick clayey-sandy marls outcropping at Punta Mazza (Capo Milazzo, Sicily). A climatic curve constructed by summing the percentages of warm water indicators (*Globigerinoides ruber*, *G. sacculifer*, *G. trilobus*, *Globorotalia truncatulinoides excelsa*, *Hastigerina siphonifera*, *Orbulina universa*), with positive values, and the percentages of cold water indicators (*Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina pachyderma*), with negative values, shows two short warm intervals separated by a longer cold interval; the upper part of the section seems to be deposited in a period characterized by climatic instability.

Benthic Foraminifera suggest deposition in the upper epibathyal zone. The percentages of all benthic species (in a total of about 300 specimens in each sample) were used to calculate the faunal diversity (*Benthic Foraminiferal Number = BFN*), expressed as number of benthic specimens/gram of sediment, the faunal diversity expressed as number of specimens/number of species and the specialization degree, expressed as cumulative percentages of the five most abundant taxa.

The 50 most frequent benthonic species were elaborated with *Cluster Analysis* and reduced to dendrograms showing similarity between the taxa and between the samples.

The lower part of Punta Mazza section is characterized by sandy marls and by the presence of inner-outer neritic species; the upper part shows silty-clayey sediments, with deeper and/or cold taxa.

The Punta Mazza marls can be compared with upper epibathyal marls of the surrounding area; they can partially be correlated to the lower part of the Rometta (Messina, Sicily) marls (Early Pleistocene), but are older than Lazzaro (Reggio Calabria, Calabria) ones (Early to Middle Pleistocene).

Parole-chiave: Pleistocene inferiore, Foraminiferi, Sicilia
Key words: Early Pleistocene, Foraminifera, Sicily

1. INTRODUZIONE

L'analisi qualitativa delle microfaune a Foraminiferi conservate nelle marne argilloso-sabbiose del Pleistocene inferiore, affioranti nella parte settentrionale di Capo Milazzo (Punta Mazza), ha fatto ipotizzare modificazioni di alcuni fattori paleoambientali (Violanti, 1988/b).

Infatti l'abbondanza relativa delle specie planctoniche indicative di acque calde (*Orbulina universa*, *Globigerinoides ruber* ecc.) e di acque fredde (*Globigerina bulloides*, *Neogloboquadrina pachyderma* ecc) varia nello spessore delle marne e sembra indicare una serie di oscillazioni climatiche. Anche alcune specie bentoniche, presenti solo in intervalli con fauna planctonica fredda o

temperato-fredda (*Bolivina pygmaea*, Violanti, in stampa), sembrano confortare questa ipotesi. La composizione delle microfaune bentoniche, d'ambiente epibatiale superiore, sembra inoltre suggerire modificazioni del regime sedimentario e/o della batimetria.

Il presente studio intende verificare le ipotesi precedenti, basate su stime visuali, con uno studio quantitativo delle microfaune planctoniche e bentoniche. Una metodologia simile è già stata proposta per affioramenti pleistocenici limitrofi della Sicilia (Rometta, Violanti, Bonfiglio e Saccà, 1987) e della Calabria (Lazzaro, Violanti, 1988a).

L'analisi quantitativa dei Foraminiferi è limitata alle marne argilloso-sabbiose di Punta Mazza (Fig. 1); altri affioramenti pleistocenici di Capo Milazzo sono più re-

centi delle marne e sono dati da sedimenti grossolani (sabbie, ghiaie) d'ambiente infra-circalitorale (Ruggieri e Greco, 1965; Hearty et al., 1986), in cui lo studio statistico delle microfaune è meno indicativo. Anche le sabbie gialle plioceniche sottostanti, affioranti in più località (Violanti, 1988b; Fois, 1989a) non sono qui prese in considerazione: sono infatti fortemente interessate da rimaneggiamento e trasporto delle microfaune.

Domenica Saccà ha condotto lo studio quantitativo dei Foraminiferi, Donata Violanti ha curato l'elaborazione statistica e la stesura del testo.



Fig. 1 - Localizzazione geografica della sezione pleistocenica di Punta Mazza.

Sketch map of the location of the Pleistocene Punta Mazza section.

2. STUDI PRECEDENTI

L'area di Capo Milazzo è stata studiata in numerosi lavori riguardanti sia la geologia del basamento metamorfico (Ogniben, 1960; Atzori, 1970, D'Amico et al., 1972) che l'evoluzione neogenica del capo (Fois, 1989b). La successione sedimentaria plio-pleistocenica, costituita a partire dal basso da marne calcaree gialle con abbondante macrofauna, marne argillose grigie, sabbie e conglomerati con abbondanti Bivalvi e tuffiti alterate, è stata descritta da Seguenza (1873-1877), Cortese (1882), Baldacci (1886), De Stefano (1901), Gignoux (1913) e Deperet (1918), che vi definì il piano Milazziano. Tongiorgi e Trevisan (1953) attribuiscono le sabbie sommitali ad un intervallo non precisabile compreso tra Siciliano e Tirreniano, tutti i sedimenti sottostanti al Calabrianico; Ottmann e Picard (1954) riferiscono invece le sabbie al Tirreniano II e le marne al Pliocene. L'età dei sedimenti è stata oggetto di diverse attribuzioni anche da parte degli autori successivi: le sabbie sono

state correlate al Milazziano da Ruggieri e Greco (1965), al Pleistocene, in cui gli autori non ritengono di poter distinguere Siciliano o Tirreniano, da Lipparini et al. (1955), all'Eutirreniano (Stadio isotopico 5e) da Hearty et al. (1986). Le marne gialle vengono riferite al Pliocene inferiore da Lipparini et al., (1955) e da Ruggieri e Greco (1965), al Pliocene superiore da Barrier (1984).

Le microfaune a Foraminiferi sono state descritte da Lipparini et al., (1955) e Blanc (1958); in base ai Foraminiferi planctonici Violanti (1988b) attribuisce la parte inferiore delle marne gialle, più terrigene, al Pliocene inferiore (Zona MPI 2, a *Globorotalia margaritae*) (Cita, 1975), la parte restante, con abbondante macrofauna (Gaetani e Saccà, 1984; Gaetani, 1986) al Pliocene superiore (Zona MPI 5, a *Globigerinoides elongatus* e Zona MPI 6, a *Globorotalia inflata*). Le marne gialle passano gradualmente a marne argillose, con livelli siltosi, riferibili al Pleistocene inferiore (Zona a *Globigerina cariacensis* e Zona a *Globorotalia truncatulinoides-excelsa*). Il rimaneggiamento di microfaune più antiche è presente in tutto lo spessore delle marne gialle, ma è più intenso nell'intervallo correlabile alla Zona MPI 5. Le microfaune bentoniche plioceniche e pleistoceniche sono indicative di ambiente epibatiale superiore. Nelle marne argillose del Pleistocene sembra ipotizzabile un limitato aumento di profondità, nell'ambito della stessa zona epibatiale superiore, e un maggiore apporto di faune tipiche dei fondali pelitici della piattaforma (*Bolivina* spp., *Cassidulina* spp.).

3. LITOLOGIA

I sedimenti plio-pleistocenici di Punta Mazza poggiano su brecce a blocchi di calcare a *Porites* di età miocenica (Fois, 1989a, b) e sono dati da: circa 10 m di marne gialle passanti verso l'alto a marne grigie, con macrofauna (*Keratois*, Bivalvi, Brachiopodi, Echinoidi ecc.) più abbondante nei livelli superiori; livello vulcanico (vetro, pomici, cristalli di orneblenda) di 0,5±0,10 cm di spessore; circa 6 m di marne argillose grigio chiaro con intercalazioni siltose più frequenti verso l'alto; circa 1 m di conglomerati fini e sabbie con abbondanti Bivalvi. Al tetto sono conservate tuffiti brune molto alterate, con spessore variabile tra 0,7 e 4 m. Lo spessore complessivo dei sedimenti pleistocenici è di circa 6,5-7 m.

4. MATERIALI E METODI

Le percentuali delle frazioni granulometriche >270 µm, tra 270 e 151 µm e tra 151 e 61 µm, ricavate dal lavaggio con acqua e H₂O₂ a 130 vol. circa, e le percentuali del carbonato di calcio di ciascun campione sono tratte da Violanti (1988b). L'intero residuo >61 µm è stato utilizzato per l'analisi micropaleontologica

quantitativa, come per le marne argillose di Rometta (Violanti, Bonfiglio e Saccà, 1987). Le percentuali delle specie planctoniche significative per l'interpretazione paleoclimatica sono state calcolate su un totale di circa 300 gusci planctonici per campione. In base ai dati di Parker (1958), Todd (1958), Cita et al. (1973), Thunell (1979), Cita et al. (1982), Moncharmont Zei et al. (1984), relativi al Quaternario del Mediterraneo, sono state scelte come specie indicative di acque calde: *Globigerinoides ruber*, *G. sacculifer*, *G. trilobus*,

Globorotalia truncatulinoides excelsa, *Hastigerina siphonifera*, *Orbulina universa*; come indicative di acque fredde: *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina pachyderma*. La curva climatica è stata ottenuta sommando per ogni campione le percentuali degli indicatori di clima caldo, con segno positivo, e le percentuali degli indicatori di clima freddo, con segno negativo.

Sono state calcolate le percentuali di *Globorotalia inflata*, specie mesopelagica di acque temperate

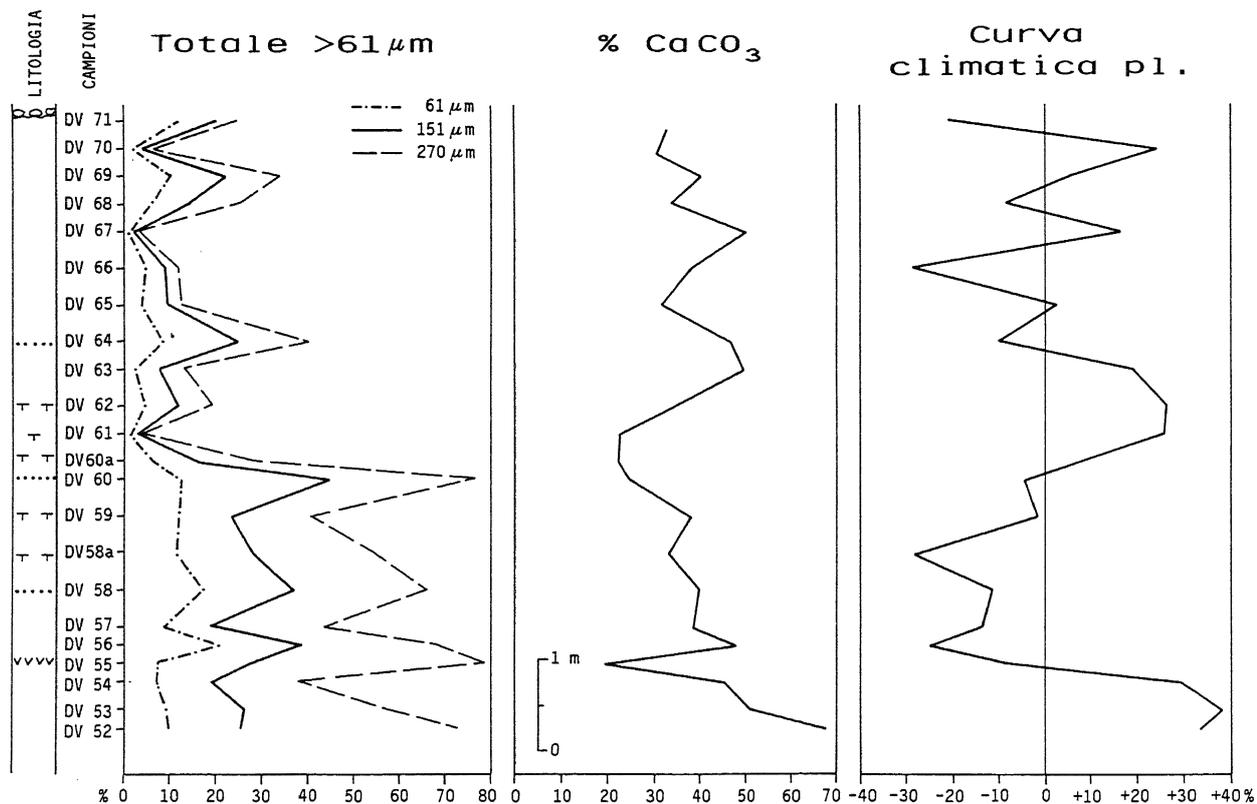


Fig. 2 - Percentuali delle frazioni granulometriche (tra 61+151 μm , tra 151+270 μm e >270 μm), percentuali del carbonato di calcio (modificate da Violanti, 1988b) e curva climatica planctonica relative alle marne argillose pleistoceniche di Punta Mazza. Percentages of grain size fractions (61+151 μm , 151+270 μm , >270 μm), of the CaCO_3 (modified from Violanti, 1988b) and climatic planktonic curve of the Pleistocene clayey marls from Punta Mazza.

(Thunell, 1978, Blanc-Vernet e Pastouret, 1969) e di *Neogloboquadrina eggeri* specie più diffusa in acque a salinità ridotta secondo Cita et al. (1982), legata alla presenza di correnti di risalita e abbondanti nutrienti secondo Srinivasan e Kennett (1976).

Il conteggio delle specie bentoniche è stato condotto su 300 gusci per campione; le percentuali delle cinquanta specie più frequenti sono riportate in Tab. 1. In ogni campione sono stati calcolati il rapporto P/P+B, la densità faunistica, espressa come numero di esemplari bentonici per grammo di sedimento (*Benthic Foraminiferal Number* = *BFN*, Cita e Zocchi, 1978), la diversità faunistica, calcolata come Indice di Diversità (Van Straaten,

1960) ed il grado di specializzazione (Massiotta et al., 1976). Questi parametri sono indicativi della produttività bentonica, in relazione a circolazione delle masse d'acqua, apporto di nutrienti e disponibilità di ossigeno in sedimenti quaternari profondi del Mediterraneo (Parisi, 1982; Vismara Schilling, 1984; Alavi, 1988). Essi sono stati applicati anche allo studio di marne e/o argille pleistoceniche di ambiente epibatiale (Violanti, Bonfiglio e Saccà, 1987; Violanti, 1988a).

Le percentuali delle 50 specie più frequenti sono state utilizzate per lo studio delle affinità tra le specie e tra i campioni, con la *Cluster Analysis* (Davis, 1986, programma modificato da Corselli, dati non pubblicati). I

TABELLA 1 - Distribuzione delle 50 specie bentoniche più frequenti nelle marni argillose di Punta Mazza. Distribuzione of the 50 most frequent benthic species in Punta Mazza clayey marls

CAMPIONI SPECIE BENTONICHE	DV52	DV53	DV54	DV55	DV56	DV57	DV58	DV58a	DV59	DV60	DV60a	DV61	DV62	DV63	DV64	DV65	DV66	DV67	DV68	DV69	DV70	DV71
<i>Anomalinoidea ornatus</i>	1,31	1,92	x	x	x	x	x	x	1,3	x	x	1,55	x	2,57	x	1,59	x	x	3,20	2,96	-	-
<i>Bigenarinanodosaria</i>	1,24	1,28	1,96	-	x	x	x	-	-	-	-	-	1,33	4,8	2x	3,18	x	3,02	1,28	3,88	x	-
<i>Bolivina albatrossi</i>	-	-	-	-	-	1,33	1,26	1,89	x	-	-	x	x	x	x	-	x	x	-	-	x	-
<i>Brizalina spathulata</i>	1,63	-	-	-	-	x	1,89	x	x	4,33	4,33	7,78	2,66	2,89	x	2,22	x	12,08	x	x	2,53	-
<i>Bullimina costata</i>	1,86	x	x	x	x	3,00	-	-	x	1,33	1,33	-	-	-	x	-	1,20	-	-	-	-	-
<i>Bullimina striata mexicana</i>	-	-	-	-	-	x	x	x	1,90	3,33	3,42	-	-	-	x	4,72	x	1,92	4,85	1,58	6,30	-
<i>Cassidulina carinata</i>	x	x	x	x	4,30	1,33	7,49	8,83	7,84	-	x	-	1,92	1,92	4,36	3,82	8,19	6,04	7,37	1,61	2,22	11,04
<i>Cassidulina crassa</i>	x	x	1,63	5,33	11,00	4,66	2,93	6,94	3,41	12,06	0,22	5,60	10,00	x	3,34	3,18	2,95	-	x	1,61	1,26	x
<i>Cibicides lobatulus</i>	x	1,92	6,22	6,00	1,66	2,00	1,95	-	2,36	-	2,66	-	2,18	1,66	1,32	-	1,27	-	-	3,23	1,90	-
<i>Cibicides relugens</i>	7,21	2,28	6,52	2,00	2,66	7,33	3,58	4,10	3,41	4,44	1,66	1,80	x	x	5,03	3,18	1,63	x	2,56	5,28	x	
<i>Cibicides kullenbergi</i>	2,29	3,20	2,62	-	x	4,00	x	-	-	3,80	7,00	-	7,00	-	1,67	7,79	1,63	1,51	2,56	5,82	-	4,73
<i>Cibicides</i>																						
<i>pseudoungerianus</i>	4,26	12,17	3,60	3,33	4,00	2,00	4,88	4,73	4,39	12,38	5,00	10,59	5,68	9,64	5,70	3,60	3,27	4,48	4,80	5,82	9,84	6,62
<i>Cibicides ungerianus</i>	2,62	7,37	3,27	7,00	8,00	-	4,56	5,67	13,56	7,93	6,66	-	-	11,25	5,03	7,96	1,63	-	3,84	6,14	-	1,26
<i>Cribrogoesella robusta</i>	3,93	1,60	-	-	x	1,33	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyandroclavulina rudis</i>	11,80	x	1,31	2,33	x	1,33	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Discanomalina coronata</i>	1,63	0,52	2,62	4,00	x	x	x	x	2,70	x	-	-	x	-	-	1,27	x	-	2,24	x	-	x
<i>Discanomalina</i>																						
<i>semipunctata</i>	2,24	x	3,60	x	6,00	2,00	2,93	7,25	x	1,26	-	x	1,66	-	x	x	x	-	x	x	-	-
<i>Eponides lurgidus</i>	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	1,6	x	-	1,59	1,50	x	1,50	x	x	1,40	-
<i>Fissurina marginata</i>	x	x	x	-	1,33	-	x	1,57	1,35	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-
<i>Gavelinopsis praegeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7,09	2,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	-	-	x	1,66	4,33	4,30	8,14	10,41	7,87	15,55	1,66	3,73	7,66	1,60	11,07	1,59	4,59	1,20	1,28	x	x	x
<i>Gyrogonoides laevigatus</i>	x	x	2,00	2,00	x	1,66	2,93	1,26	4,72	5,07	3,00	1,55	-	x	1,67	-	1,31	1,28	x	x	2,20	x
<i>Gyrogonoides neosoldanii</i>	x	x	1,63	2,00	4,00	1,66	2,93	1,26	4,05	3,00	x	3,11	-	x	2,01	1,91	2,62	1,20	3,52	x	1,26	2,52
<i>Hoeglundina elegans</i>	-	x	x	x	x	1,33	1,33	1,26	4,05	3,00	3,66	2,66	x	x	5,36	4,80	2,25	2,88	4,11	1,80	x	x
<i>Hyalineae bathica</i>	-	-	-	-	1,33	-	1,93	1,26	-	-	-	3,42	3,33	x	-	2,86	8,52	3,62	6,73	2,58	6,34	3,15
<i>Karrerella bradyi</i>	-	-	2,96	2,00	-	x	2,28	1,26	-	-	-	3,42	-	-	2,68	1,58	1,63	1,20	-	x	1,57	-
<i>Lagena gibbera</i>	-	x	x	x	-	x	x	x	1,35	-	1,66	-	-	-	-	1,59	-	1,51	x	-	-	-
<i>Lenticulina cultrata</i>	1,29	x	1,29	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	1,92	-	x	-	-	-	1,29	-	-
<i>Lenticulina orbicularis</i>	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	1,33	-	-	2,52	x	1,27	x	-	-	-	-	-
<i>Lenticulina rotulata</i>	x	x	x	-	2,00	-	x	x	-	-	-	x	-	1,92	-	x	-	1,20	-	x	-	-
<i>Martiniella communis</i>	4,91	2,88	x	-	x	2,33	x	x	x	x	x	-	x	x	4,02	2,20	2,62	2,11	3,20	4,53	5,07	2,52
<i>Melonis barleanum</i>	1,63	x	1,98	3,00	3,30	2,60	3,25	1,57	6,41	3,80	4,00	1,55	3,66	1,31	4,02	2,20	2,62	2,11	3,20	4,53	5,07	2,52
<i>Planulina ariminensis</i>	2,95	4,48	5,57	6,00	5,33	5,66	7,17	3,57	3,04	6,88	4,00	7,16	12,00	15,43	3,35	3,50	3,27	2,11	3,52	2,88	1,26	x
<i>Pleurostomella alternans</i>	x	x	x	x	x	x	-	1,57	x	x	1,66	1,24	1,33	x	-	x	-	2,41	-	x	-	-
<i>Pullenia bulboides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	x	1,26	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,20
<i>Pullenia quadriloba</i>	-	-	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,60	-	-	2,52
<i>Pullenia quinqueloba</i>	-	-	x	x	x	x	x	1,57	2,01	-	x	x	x	x	-	-	-	-	1,29	x	-	2,20
<i>Rosalina globularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,92	x	-	-
<i>Sigmollinita tenuis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,96	2,22	5,04	-
<i>Siphonina reticulata</i>	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaeroidina bulboides</i>	x	-	1,63	7,00	2,66	1,66	8,14	2,52	7,50	3,17	7,66	-	2,66	1,92	13,75	3,18	3,93	x	7,07	6,47	x	-
<i>Trifarina angulosa</i>	7,54	9,93	18,36	13,00	8,33	17,60	3,90	x	2,36	3,39	3,66	1,86	3,00	2,25	4,02	3,82	1,63	x	6,08	-	-	-
<i>Trifarina gibba</i>	x	x	1,63	2,66	x	-	1,62	1,26	1,68	x	x	-	1,33	x	-	-	-	-	-	-	-	x
<i>Triloculina gibba</i>	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,22	4,26	6,64	x	-	-	1,57
<i>Uvigerina bradyana</i>	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,33	x	-	x	2,95	3,92	1,92	3,88	-	1,26
<i>Uvigerina canariensis</i>	2,30	3,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	5,74	-	2,20	4,76	-
<i>Uvigerina flintii</i>	-	-	x	-	-	1,33	x	x	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Uvigerina mediterranea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Uvigerina peregrina</i>	1,96	1,60	1,63	1,66	1,33	2,33	3,34	1,57	2,36	x	3,33	4,67	1,66	2,89	5,03	3,50	6,65	1,51	2,88	5,50	3,49	10,09
<i>Uvigerina proboscidea</i>	-	1,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,34	x	-	7,30	1,14
<i>Uvigerina pygmaea</i>	1,63	x	3,27	-	-	x	1,93	-	-	-	1,33	8,72	2,00	3,21	5,03	5,09	1,31	7,85	6,08	4,83	8,25	10,09

gruppi di specie e di campioni evidenziati in dendrogrammi sono correlabili con la granulometria dei sedimenti e con modificazioni paleoambientali (trasporto, circolazione delle acque, clima).

5. DISCUSSIONE DEI DATI

5.1 Descrizione dei residui, granulometrie e carbonato di calcio

I residui contengono comune materiale inorganico (quarzo, mica), molto abbondante nel livello cineritico (vetro vulcanico, cristalli di olivina, pomici, ecc.). Scarso materiale vulcanico è presente in numerosi altri campioni, probabilmente per rimaneggiamento e/o bioturbazioni. Il materiale biogenico (in prevalenza Foraminiferi planctonici) è dominante in tutti i residui, ad eccezione del campione DV55, (livello cineritico). In alcuni campioni (DV52-57, DV59, DV67) la macrofauna è più comune (Brachiopodi, Molluschi, Cirripedi (*Verruca*), Echinoidi, spesso fortemente abrasati). Gli Ostracodi sono scarsi.

Le percentuali granulometriche (Fig. 2) sono elevate nella porzione inferiore della sezione; le frazioni 151+270 μm e >270 μm superano rispettivamente il 15% ed il 25% nella maggior parte dei campioni. Dal campione DV60/a verso l'alto le percentuali sono inferiori, con alcuni picchi in livelli siltosi.

Il carbonato di calcio (Fig. 2) ha il massimo assoluto nel campione basale (DV52, 67,32%); in seguito le percentuali non superano il 50% circa. I valori minimi si osservano nel livello cineritico (DV55) e nell'intervallo compreso tra DV60-DV61.

5.2 Biostratigrafia

Nel campione DV52, sottostante al livello vulcanico, *Globigerina cariacensis* e *G. calabra*, indicano il Pleistocene inferiore (Rio e Sprovieri, 1986). *Globorotalia truncatulinoides* compare in DV58; *G. truncatulinoides excelsa*, indicativa della parte alta del Pleistocene inferiore, è presente nei campioni sommitali. Il nannoplancton calcareo (E. Erba, com. pers.) permette di riferire la parte inferiore delle marne argillose alla sottozona a *Calcidiscus macintyreii* della Zona a *Pseudoemiliana lacunosa* (1,62+1,50 M.a.) (Parisi et al. 1987), la sommità della sezione alla sottozona a "piccole *Gephyrocapsae*" (1,22+0,92 M.a.) (Parisi et al., 1987) della stessa zona a *P. lacunosa*.

5.3 Curva climatica planctonica

La curva climatica planctonica, costruita sommando le percentuali degli indicatori caldi (con segno positivo) e le percentuali degli indicatori freddi (con segno negativo), mostra oscillazioni tra valori positivi e negativi interpretabili come episodi rispettivamente di clima caldo e di clima freddo. A partire dalla base della sezione, la curva presenta un breve intervallo caldo, con il massimo

positivo (circa +38%). Segue un episodio temperato-freddo abbastanza esteso (DV55-DV60), con due picchi negativi, freddi, più marcati (massimo negativo = -28%, DV58/a). La curva indica clima caldo o temperato-caldo nella parte centrale della sezione: l'intervallo (DV60-DV63) è continuo, con valori abbastanza uniformi. La parte superiore della curva climatica è caratterizzata invece da rapide oscillazioni tra valori positivi e negativi, che potrebbero indicare condizioni climatiche instabili.

5.4 Indicatori climatici planctonici

Globigerinoides ruber e *Orbulina universa*, specie di acque calde, sono presenti in tutti i campioni (Fig. 3); l'andamento delle due curve è ben correlabile. *Globigerinoides ruber* ha spesso percentuali intorno al 40%, con massimo assoluto quasi alla base della successione pleistocenica (campione DV53, 58% circa) e con brevi oscillazioni verso valori inferiori (minimo assoluto DV66, 14% circa).

Le percentuali di *O. universa* superano il 10% del totale alla base delle marne (DV52, DV53, 16-17%) e nei campioni DV62 e DV63 (circa 11%). I valori inferiori si hanno nei campioni intermedi.

Globigerinoides sacculifer, *G. trilobus*, *Globorotalia truncatulinoides excelsa*, *Hastigerina siphonifera* sono spesso assenti o scarse; i valori non sono riportati in grafico.

Le curve percentuali di *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Neogloboquadrina pachyderma*, specie di acque fredde, hanno andamenti abbastanza simili. Tuttavia *N. pachyderma* ha i valori massimi (massimo assoluto = 30%, DV56) nella parte inferiore della sezione; *G. quinqueloba* ha un picco accentuato nella parte alta (massimo assoluto = 40%, DV66). *G. bulloides* mostra oscillazioni minori ed un calo meno netto nella parte centrale della sezione (DV59-DV62), in cui *G. quinqueloba* e *N. pachyderma* hanno percentuali molto basse.

Globorotalia scitula è presente nella maggior parte dei campioni con valori molto bassi (1-2%), non riportati in grafico.

Globorotalia inflata, abbondante in acque temperate (Be' e Tonderlund, 1971), ha percentuali comprese tra circa il 14% (DV62) e il 28% (DV52); il suo andamento è simile a quello di *G. bulloides* nella maggior parte dei campioni. *Neogloboquadrina eggeri* è presente solo nel 50% circa dei campioni con percentuali molto basse, non riportate in grafico. Non sembrano quindi verificarsi modificazioni nella salinità o nel contenuto in nutrienti delle acque.

5.5 Rapporto P/P+B

Il rapporto P/P+B (Fig. 4) ha un valore medio di circa 96% e non è mai inferiore al 92% (DV54) (Fig. 2); è indicativo di ambiente di mare aperto, in cui le micro-

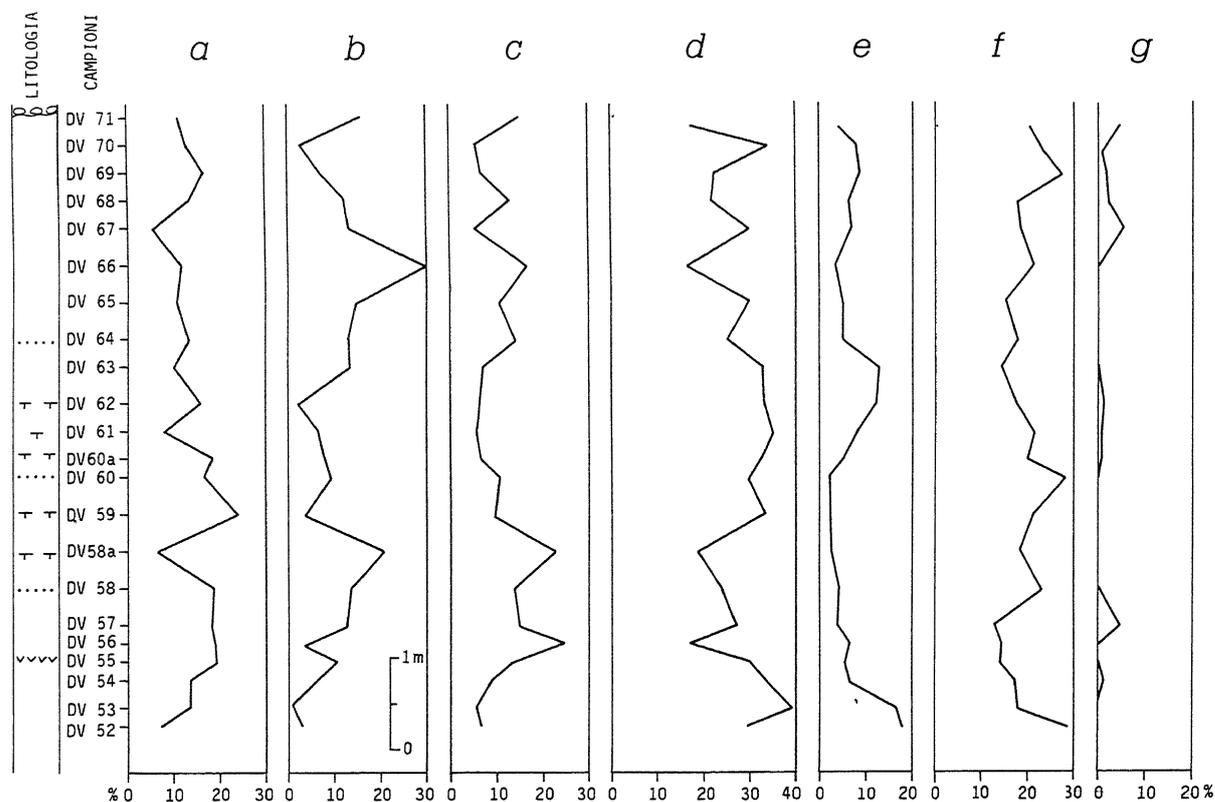


Fig.3 - Percentuali delle specie planctoniche indicative di clima freddo (a = *Globigerina bulloides*, b = *G. quinqueloba*, c = *Neogloboquadrina pachyderma*), di clima caldo (d = *Globigerinoides ruber*, e = *Orbulina universa*), di acque temperate (f = *Globorotalia inflata*) e di ridotta salinità e/o maggiore concentrazione di nutrienti (g = *Neogloboquadrina eggeri*) nelle marne argillose di Punta Mazza. Percentages of planktonic cold water indicators (a = *Globigerina bulloides*, b = *G. quinqueloba*, c = *Neogloboquadrina pachyderma*), of warm water indicators (d = *Globigerinoides ruber*, e = *Orbulina universa*), of temperate waters (f = *Globorotalia inflata*), of low salinity and/or high concentration of nutrients (g = *Neogloboquadrina eggeri*) in Punta Mazza clayey marls.

faune planctoniche possono dominare nettamente su quelle bentoniche (Wright, 1978b). Queste condizioni non sembrano modificarsi durante la sedimentazione delle marne argilloso-sabbiose. Il rapporto non ha evidenti correlazioni con la granulometria, il contenuto in carbonato di calcio o la curva climatica.

5.6 Densità faunistica, diversità specifica, grado di specializzazione

La densità faunistica (*Benthic Foraminiferal Number* = *BFN*), (Fig. 4) ottenuta calcolando il rapporto tra il numero degli esemplari bentonici ed il peso di sedimento esaminato per ogni campione (Cita e Zocchi, 1978), è compresa tra 31,9 (DV55) e 2675 (DV61). Ha i valori massimi nella parte superiore della sezione, in residui argillosi, privi di frammenti di macrofauna e i valori inferiori nei campioni con abbondante materiale inorganico (quarzo, vetro vulcanico). Fa eccezione il campione DV61, argilloso, in cui la densità faunistica è molto bassa. L'andamento della curva è confrontabile con quello del carbonato di calcio (Fig. 2); infatti quest'ultimo è quasi totalmente di origine organica (Foraminiferi). I

valori della densità faunistica (*BFN*) e del carbonato di calcio sono quindi direttamente correlati.

La diversità specifica (Fig. 4), calcolata in base al rapporto tra il numero di esemplari bentonici ed il numero di specie per campione (Indice di Diversità, Van Straaten, 1960), oscilla tra 8,75 (DV60) e 4,83 (DV57); i valori più elevati si riscontrano in alcuni campioni con alte percentuali di frazione grossolana (DV60, DV55 e DV64) (Fig. 2). La curva non sembra confrontabile con quella della densità faunistica.

Il grado di specializzazione (Fig. 4) è stato calcolato (Massiotta et al., 1976), sommando le percentuali delle cinque specie più abbondanti. Si considera: grado di specializzazione <50% = fauna non specializzata; >50% = fauna poco specializzata; >80% = fauna molto specializzata. La fauna in esame risulta per lo più non specializzata; solo in due campioni è poco specializzata (grado di specializzazione = 52,06% in DV52; = 54,90% in DV60). L'andamento della curva è spesso simile a quello della diversità specifica (Fig. 4); nella parte inferiore della sezione i valori più alti coincidono con picchi delle curve granulometriche (Fig. 2). Le specie più frequenti nel

gruppo delle cinque specie dominanti sono: *Cassidulina crassa*, *C. carinata*, *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*, *Cibicoides pseudoungerianus*, *Globocassidulina subglobosa*, *Planulina ariminensis*, *Sphaeroidina bulloides*, *Trifarina angulosa*, *Uvigerina peregrina*.

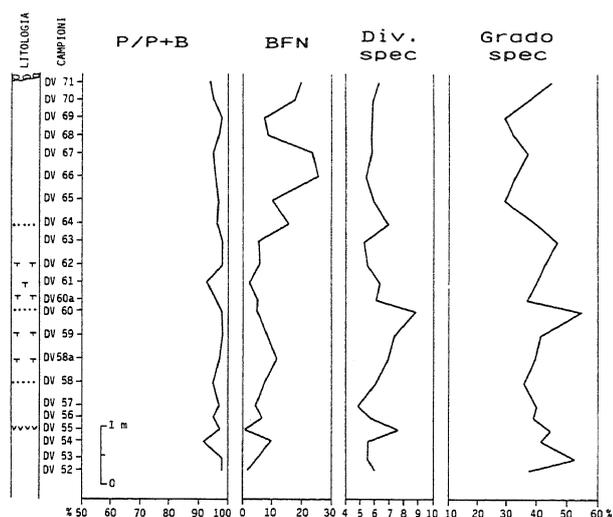


Fig. 4 - Rapporto P/P+B (in percentuale), densità faunistica (Benthic Foraminiferal Number = BFN) espressa come numero di gusci bentonici per grammo di sedimento, diversità specifica calcolata come rapporto tra il numero di esemplari bentonici ed il numero di specie per campione, grado di specializzazione espresso come somma delle percentuali delle cinque specie più abbondanti per campione nelle marne argillose di Punta Mazza. P/P+B ratio, faunistic density (Benthic Foraminiferal Number = BFN) expressed as number of benthic specimens/gram of sediment, diversity index expressed as number of benthic specimens/number of species, specialization degree expressed as cumulative percentage of five most frequent benthic species in the Punta Mazza clayey marls.

5.7 Composizione delle associazioni bentoniche

Nei sedimenti pleistocenici di Punta Mazza (Capo Milazzo) le specie tipiche dell'ambiente infralitorale (*Ammonia beccarii*, *Elphidium* spp.) sono assenti o rare; le specie caratteristiche di biocenosi circalitorali (*Hanzawaia boueana*, *Nonionella turgida*, *Valvulineria bradyana* ecc.) (Blanc-Vernet, 1969; 1974; Violanti et al., 1988) sono rare. I Foraminiferi sessili e/o epifiti, (Fig. 5) (*Asterigerinata mamilla*, *Cibicides* spp., *Neoconorbina terquemi*, *Rosalina* spp. ecc.) (Colom, 1974) sono comuni solo nella parte basale della sezione (massimo assoluto = 16%, DV53) ed in un campione della parte alta (6%, DV69). Gli agglutinanti sono abbondanti (circa 28% dell'associazione bentonica) alla base della sezione (Fig. 5); nei residui grossolani da DV52 a DV57 essi sono rappresentati da *Cylindroclavulina rudis* (12% circa), *Cribragoesella robusta* (4% circa) e da varie specie di *Textularia* (*T. candeiana*, *T. conica*) (4% circa in totale). In seguito questi taxa sono sostituiti da scarsi *Karreriella bradyi*, *Eggerella bradyi*, *Bigenerina nodosaria*,

Martinottiella communis, *Siphotextularia concava*, specie diffuse dal circalitorale profondo al batiale (Murray, 1972, Wright, 1978a).

I Miliolidi sono rari, poco più comuni nella parte alta della sezione (massimo assoluto = DV71, 6% circa) (Fig. 5). Essi sono rappresentati quasi esclusivamente da *Triloculina gibba* nei campioni inferiori, al di sopra di DV60/a compaiono o diventano più comuni *Miliolinella oblonga*, *Sigmoilinita tenuis*, *Sigmoilopsis schlumbergeri*, *Spiroloculina excavata*, *S. tenuiseptata*, specie dei sedimenti fini dal circalitorale al batiale (Blanc-Vernet, 1969).

La curva relativa alla somma dei generi *Brizalina* e *Bolivina*, diffusi nei sedimenti fini circalitorali e batiali (Phleger, 1960) ha un andamento ben confrontabile con quello del genere *Bulimina*, prevalentemente circalitorale profondo e batiale (Murray, 1973; Jorissen 1987) (Fig. 5). Questi taxa sono poco rappresentati alla base della sezione (DV52-DV60); sono più frequenti nella porzione medio-alta (DV60a, DV61, DV67, DV70, DV71). In essa è aumentata soprattutto *Uvigerina* spp. (Fig. 5), che costituisce fino al 32% dell'associazione (DV67) con numerose specie (*U. bradyana*, *U. canariensis*, *U. flintii*, *U. peregrina*, *U. proboscidea*, *U. pygmaea*), diffuse in acque profonde e/o fredde (Parker, 1958; Lutze, 1979; Boersma, 1983).

I generi *Cassidulina*, *Globocassidulina* (Fig. 5), frequenti nei sedimenti pelitici del Mediterraneo (Blanc-Vernet, 1969; Cita e Zocchi, 1978; Parisi, 1983) sono scarsi dalla base della sezione fino a DV54; aumentano fortemente nell'intervallo DV56-DV60 (valori massimi intorno a 25-30%). In seguito i valori diminuiscono progressivamente. Le curve di *C. crassa* e *G. subglobosa* presentano le maggiori analogie; *C. carinata* ha un andamento abbastanza differente, con percentuali più alte in corrispondenza degli intervalli freddi della curva climatica. La specie sembra quindi preferire acque fredde, come già segnalato nel Golfo di Napoli (Moncharmont Zei, 1962).

Il genere *Cibicoides* (Fig. 5) (*C. pseudoungerianus*, *C. ungerianus*, specie circalitorali ed epibatiali, e *C. kullenbergi*, specie più profonda delle precedenti) (Wright, 1978a) è spesso frequente (massimo assoluto = 25%, DV60); la sua curva ha un andamento approssimativamente correlabile con quello della curva climatica. Il genere *Trifarina* (Fig. 5) è abbastanza comune, rappresentato da *T. fornasinii*, *T. bradyi* e soprattutto *T. angulosa*, specie circalitorale ed epibatiale (Blanc-Vernet, 1969); quest'ultima sembra aumentare in corrispondenza dei residui più grossolani (DV54, DV57, DV68).

Planulina ariminensis, diffusa nei fanghi epibatiali (Colom, 1974; Wright, 1978b), è comune in tutti i campioni; è abbondante nella parte inferiore (DV54-DV56, 5-6%, DV58, DV60, circa 7%) e media della sezione (valore massimo = 15,40%, DV63). Il suo andamento sembra simile a quelli di *Cassidulina crassa* e *Globocassidulina*

subglobosa.

Le specie dei sedimenti profondi (*Articulina tubulosa*, *Bulimina striata mexicana*, *Cibicoides kullenbergi*,

Eggerella bradyi, *Hoeglundina elegans*, *Planulina wuellerstorfi*) (Parker, 1968; Wright, 1978b; Parisi 1981) sono rare; sono assenti o scarse alla base della sezione.

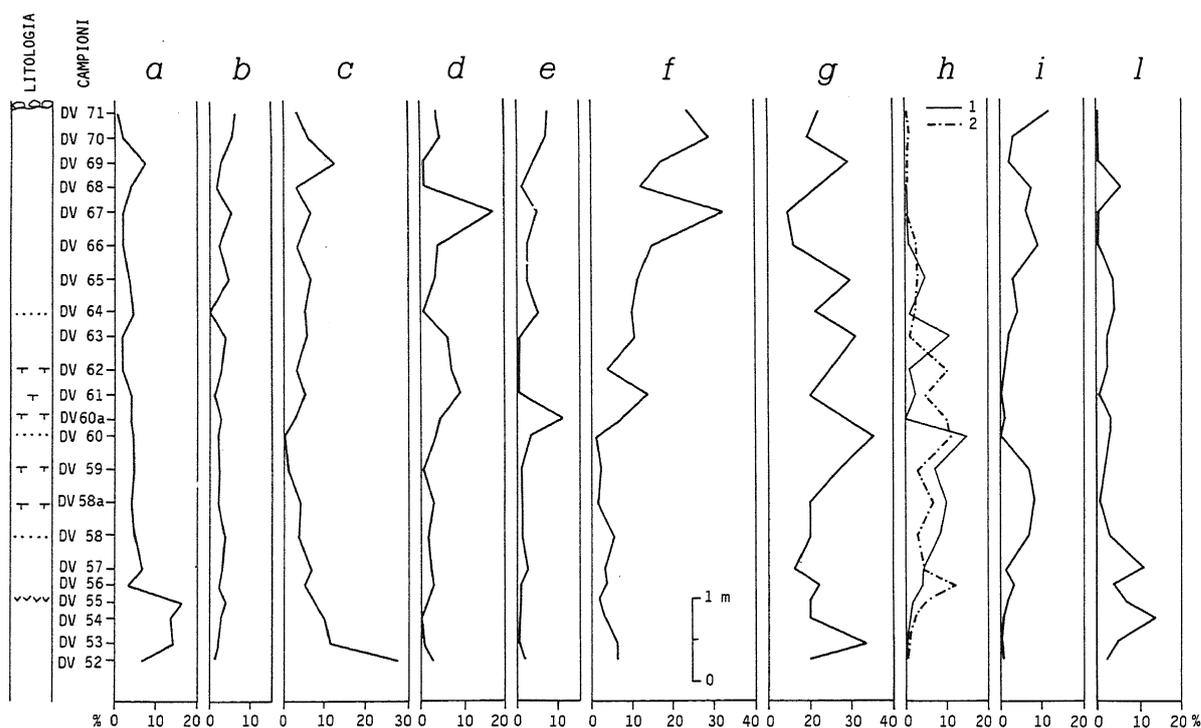


Fig.5 - Percentuali di alcune delle specie più frequenti nelle marne argillose di Punta Mazza: a = forme sessili (*Cibicides* spp., *Rosalina globularis* ecc.), b = Miliolidi, c = agglutinanti, d = *Bolivina* spp. + *Brizalina* spp., e = *Bulimina* spp., f = *Uvigerina* spp., g = *Cibicoides* spp., h1 = *Globocassidulina subglobosa*, h2 = *Cassidulina crassa*, i = *Cassidulina carinata*, l = *Trifarina angulosa*.
Percentages of some frequent species in Punta Mazza clayey marls: a = sessile forms (*Cibicides* spp., *Rosalina* etc.), b = Miliolids, c = Agglutinated forms, d = *Bolivina* spp. + *Brizalina* spp., e = *Bulimina* spp., f = *Uvigerina* spp., g = *Cibicoides* spp., h1 = *Globocassidulina subglobosa*, h2 = *Cassidulina crassa*, i = *Cassidulina carinata*, l = *Trifarina angulosa*.

6. "CLUSTER ANALYSIS"

6.1 Affinità tra le specie bentoniche

Il dendrogramma relativo alla *R-mode analysis* condotta sulle 50 specie bentoniche più abbondanti nei 22 campioni delle marne pleistoceniche di Punta Mazza mostra le affinità tra le specie (Fig. 6); esse sono riferibili a percentuali e distribuzione simili e possono essere correlate a vari fattori (granulometria, batimetria ecc.). Si individuano alcuni gruppi di specie:

Gruppo 1 - E' formato da specie diffuse in tutta la sezione, in genere comuni o abbondanti (*Cassidulina crassa*, *Globocassidulina subglobosa*, *Hoeglundina elegans*, *Melonis barleanum*, *Sphaeroidina bulloides*); *Eponides turgidus* e *Siphonina reticulata* sono rare e/o sporadiche. Le specie sono tipiche di fondali fangosi dal circalitorale al batiale (Blanc-Vernet, 1969; Boltovskoy, 1978; Violanti, in stampa) e le loro percentuali aumentano nel circalitorale profondo/epibatiale superiore (Parker, 1958); alcune, come *H. elegans* compaiono in-

torno a -150 m e diventano più abbondanti tra -400/700 m (Wright, 1978b). Nei campioni di P. Mazza esse sono frequenti in campioni con residuo >61 μ m mediamente abbondante ed in corrispondenza a fasi temperate della curva climatica (DV58, DV59, DV60, DV64, DV68-DV70).

Gruppo 2 - *Cassidulina carinata* e *Discanomalina semipunctata* sono abbondanti nella sezione, con valori maggiori tra DV56-DV59 e sopra DV63; sembrano correlabili con i picchi freddi della curva climatica (Fig. 2). Le altre specie del gruppo (*Bolivina albatrossi*, *Fissurina marginata*, *Gavelinopsis praegeri*, *Pullenia quinqueloba*), comuni nei sedimenti fini della piattaforma e/o della scarpata (Murray, 1973; Wright, 1978b) sono rare.

Gruppo 3 - E' formato da poche specie, con gusci di dimensioni abbastanza grandi, comuni nell'ambiente circalitorale profondo e nell'epibatiale superiore (Colom, 1974; Wright, 1978): *Anomalinoidea ornatus* e *Bigenerina nodosaria* sono presenti, ma poco abbondanti, nella maggior parte dei campioni (valori massimi rispettiva-

mente 3,20%, DV68 e 4,82%, DV63). *Lenticulina cultrata*, *L. orbicularis*, *L. rotulata* sono scarse e sporadi-

che. Queste specie sono relativamente più comuni nei campioni con abbondante residuo sabbioso.

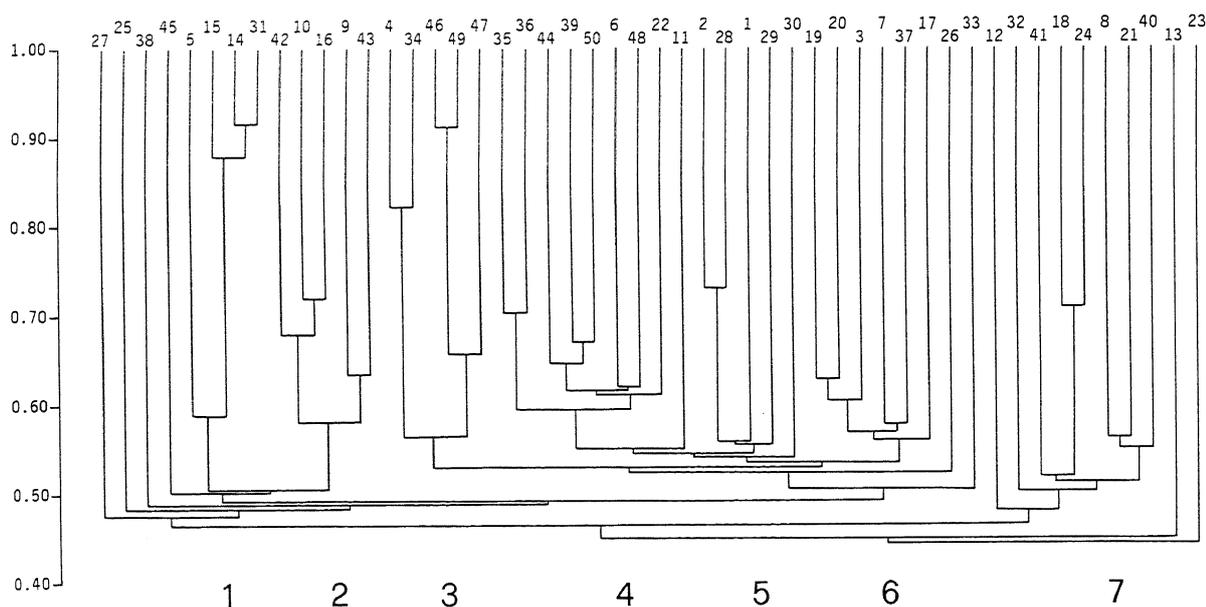


Fig. 6 - Dendrogramma che esprime le affinità tra le specie bentoniche identificate nelle marne argillose pleistoceniche di Punta Mazza. Le specie corrispondenti ai numeri sono indicate in Tab. 1.

Dendrogram showing affinities between benthic species from Punta Mazza clayey marls. Species numbers are listed in Table 1.

Gruppo 4 - E' dato da specie scarse o assenti nella parte inferiore della sezione, abbondanti o comuni nella parte superiore. In genere sembrano aumentare a partire dal campione DV60/a; molte hanno il valore massimo nel campione sommitale (DV71). *Bulimina striata mexicana*, *Uvigerina peregrina* e *U. pygmaea* sono le specie dominanti; *Uvigerina bradyana* e *Sigmoillinita tenuis* sono limitate ai campioni superiori; *Pullenia bulloides*, *P. quadriloba*, *Gyroidinoides laevigatus* sono sporadiche. *Cibicides kullenbergi*, che ha un'affinità minore con le specie precedenti (Fig. 6) è comune anche alla base della sezione. Le specie sono segnalate in sedimenti pelitici e sono frequenti (*B. striata mexicana*, *C. kullenbergi*, *S. tenuis*, *U. peregrina*, *U. pygmaea*) nell'ambiente batiale (Cita et al., 1974; Murray, 1973). *U. peregrina* è stata correlata ad acque fredde (Blanc-Vernet, 1975; Lutze, 1979); *C. kullenbergi* è stato considerato indicativo di acque calde nei sedimenti profondi dell'Atlantico centrale (Lutze, 1979). Probabilmente la distribuzione di *C. kullenbergi* è influenzata dalla temperatura delle acque in modo diverso da quello delle altre specie; tuttavia le affinità sedimentologiche e batimetriche tra i taxa precedenti sembrano più importanti dei fattori climatici nelle marne d'ambiente epibatiale superiore di Punta Mazza.

Gruppo 5 - Comprende specie poco abbondanti, presenti nella parte medio-alta della sezione. *Brizalina spathulata* è la specie più frequente, *Pleurostomella*

alternans, *Uvigerina flintii*, *U. proboscidea*, *U. mediterranea* sono rare. *B. spathulata* è una specie dei sedimenti fini circalitorali ed epibatiali superiori (Blanc-Vernet, 1969; Wright, 1978b); *U. mediterranea* è diffusa dal circalitorale profondo in sedimenti del Pleistocene superiore e del Recente (Blanc-Vernet, 1969; Moncharmont Zei et al., 1984; Ross e Kennett, 1985; Violanti, 1989, in corso di stampa) e raggiunge le percentuali più elevate tra -400 e -1000 m (Murray, 1973).

Gruppo 6 - Comprende specie diffuse in tutta la sezione con percentuali medie o elevate; *Cibicides lobatulus*, *C. refulgens*, *Trifarina angulosa* sono le specie più abbondanti, accompagnate da *Discanomalina coronata* e *Triloculina gibba*. Hanno i valori massimi nei campioni inferiori (DV54-DV57), ma sono comuni anche in altri livelli (DV60-DV60/a, DV68-DV69) con abbondante residuo sabbioso. *C. lobatulus*, *C. refulgens* sono specie infra-circalitorali, *Trifarina angulosa* è circalitorale-batiale (Blanc-Vernet, 1969); *D. coronata* è abbastanza profonda (-200/-600 m) (Medioli e Scott, 1978) ed è una specie di acque atlantiche fresche, assente nei sedimenti mediterranei più recenti dell'ultimo Glaciale (Blanc-Vernet et al, 1983). La sua correlazione con le altre specie del gruppo, trasportate dalla piattaforma, non è molto chiara.

Gruppo 7 - Comprende specie abbondanti alla base

della sezione, con valore massimo in DV52, assenti o sporadiche nei campioni successivi. E' dato da agglutinanti di grandi dimensioni (*Cylindroclavulina rudis*, *Cribrogoesella robusta*, *Martinottiella communis*) e da più rara *Bulimina costata*. *C. rudis* si estingue nel Pliocene superiore (Sprovieri, 1978); tutte le specie sono frequenti nelle marne plioceniche sottostanti. Il gruppo sembra quindi raccogliere specie trasportate e/o rimaneggiate.

I gruppi 2, 3, 4 presentano un buon grado di affinità: essi sono formati da specie più frequenti nella parte medio-alta della sezione, abbastanza profonde e/o comuni in acque fredde (*Cassidulina carinata*, *Uvigerina peregrina*). Il gruppo 5 è correlabile con i precedenti: *Brizalina spathulata*, *Uvigerina mediterranea* ecc. sono presenti nello stesso intervallo; si differenziano per le minori percentuali e per la diffusione anche a batimetrie inferiori.

I gruppi 6 e 7, correlati tra di loro, comprendono i taxa trasportati dall'ambiente infra-circalitorale (*Cibicides* spp.) e di sedimenti grossolani (*Martinottiella communis*) o rimaneggiati dal Pliocene, limitati alla base della sezione (*Cylindroclavulina rudis*).

Il gruppo 1 mette in evidenza le specie comuni o abbondanti in tutto lo spessore delle marne, tipiche dei sedimenti pelitici circalitorali profondi e batiali (*Melonis barleanum*, *Globocassidulina subglobosa*, *Hoeglundina elegans* ecc.).

6.2 Affinità tra campioni

Il dendrogramma in Fig. 7, mostra le affinità tra campioni, dedotte con la *R-mode analysis* e basate sulla distribuzione e le percentuali delle specie bentoniche.

Il gruppo a) comprende i campioni DV65, DV69 con abbondanti *Bulimina* spp., *Cibicoides* spp., *Sphaeroidina bulloides*, *Uvigerina* spp.; il residuo è più siltoso in

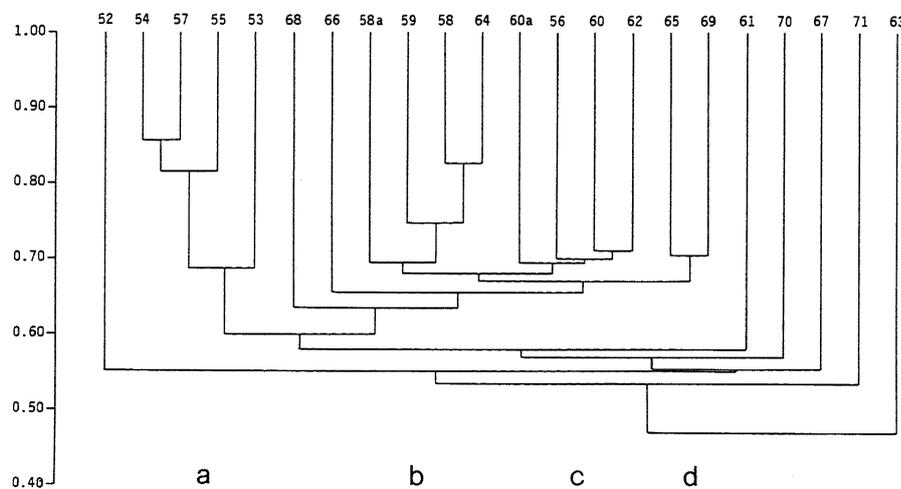


Fig. 7 - Dendrogramma che esprime le affinità tra i campioni delle marne argillose pleistoceniche di Punta Mazza; le affinità sono basate su distribuzione e percentuali delle specie bentoniche.

Dendrogram showing affinities between samples of Punta Mazza clayey marls, as based on distribution and percentages of benthic species.

DV69 ma entrambi sono correlabili a intervalli temperati della curva climatica.

Il gruppo b) comprende campioni (DV56, DV60, DV60/a, DV62) con comuni *Cassidulina crassa*, *Globocassidulina subglobosa*, *Cibicoides* spp., *Planulina ariminensis*, *Brizalina spathulata* e *Trifarina angulosa*. Non sembrano correlabili a evidenti modificazioni sedimentologiche o climatiche.

Il gruppo c) è formato dai campioni DV58, DV58a, DV59, DV64 con comuni *Cassidulina carinata*, *Globocassidulina subglobosa*, *Hyalinea balthica*, *Hoeglundina elegans*. I campioni sono abbastanza sabbiosi e corrispondono a episodi temperato-freddi della curva clima-

tica.

Il gruppo d) comprende i campioni della parte inferiore della sezione, con frequenti *Cibicides* spp., *Trifarina angulosa*, *Discanomalina coronata*; in essi il trasporto dalla piattaforma sembra ben evidenziabile.

Il campione DV52 ha scarse affinità con le altre microfauze: sono infatti più abbondanti gli agglutinanti (Fig. 5), spesso rimaneggiati; anche litologicamente esso ha affinità con le marne plioceniche.

I campioni più pelitici e quello sommitale hanno correlazioni piuttosto basse con gli altri campioni: in essi sono dominanti i taxa dei sedimenti fini profondi (*Melonis barleanum*, *Uvigerina* spp. ecc.).

7. CONCLUSIONI

Lo studio quantitativo dei Foraminiferi planctonici e bentonici conservati nelle marne pleistoceniche di Punta Mazza (Capo Milazzo) ha confermato l'interpretazione biostratigrafica e paleoambientale precedentemente proposta (Violanti, 1988b).

Le microfaune planctoniche, riferibili al Pleistocene inferiore, mostrano oscillazioni percentuali dipendenti dalla temperatura delle acque, evidenziate nella curva climatica; in essa, a partire dal basso, si osservano due intervalli caldi, separati da un più esteso intervallo freddo, e un periodo di instabilità climatica nella sua parte superiore.

Le associazioni bentoniche dell'intera sezione sono indicative dell'ambiente epibatiale superiore, probabilmente abbastanza profondo. Esse sono dominate da specie caratteristiche dei sedimenti fini, diffuse dal circolatore profondo al batiale; sono però rare le specie più profonde (*Articulina tubulosa*, *Planulina wuellerstorfi* ecc.). Le variazioni percentuali dei taxa, della densità faunistica (BFM) e della diversità specifica, correlate con i gruppi di affinità ricavati dalla *Cluster Analysis* e con le percentuali delle frazioni granulometriche e del carbonato di calcio permettono di precisare meglio l'evoluzione paleoambientale dell'area.

Alcune specie, con limiti batimetrici compresi tra il circolatore profondo e l'epibatiale, sono comuni o abbondanti in tutti i campioni (*Globocassidulina subglobosa*, *Hoeglundina elegans*, *Melonis padanum*, *Planulina ariminensis*) e sono riunite nel gruppo 1 (Fig. 6).

Le granulometrie e le associazioni bentoniche della parte inferiore della sezione si differenziano da quelle successive: il campione basale delle marne pleistoceniche ha forti affinità litologiche e microfaunistiche con le marne gialle plioceniche (Violanti, 1988b): ha alte percentuali di carbonato di calcio e di foraminiferi agglutinanti, anche rimaneggiati.

In seguito le condizioni paleoambientali sembrano cambiare gradualmente, con una riduzione delle faune trasportate dall'ambiente infra-circolatore, deducibile dalla diminuzione percentuale dei Foraminiferi sessili, degli agglutinanti, di *Trifarina angulosa* ecc. [gruppi di specie 6 e 7, Fig. 6; gruppo di campioni d), Fig. 7].

Le microfaune mostrano un cambiamento più marcato a partire dal campione DV60/a, in correlazione con la diminuzione delle percentuali granulometriche, del carbonato di calcio e della densità faunistica (BFN). Le specie bentoniche dei gruppi 2,3,4,5, (Fig. 6) compaiono o diventano più abbondanti nella porzione superiore delle marne argillose; i gruppi si differenziano per la presenza di specie poco frequenti con distribuzione dal margine della piattaforma e della scarpata (gruppo 3 - *Bigenerina nodosaria*, *Anomalinoidea ornatus*, *Lenticulina* spp.; gruppo 5 - *Brizalina spathulata*, *Uvigerina mediterranea*) o per l'abbondanza di specie batiali (gruppo 4 - *Uvigerina*

peregrina, *U. pygmaea*, *Bulimina striata mexicana*, *Cibicides kullenbergi*). Le specie del gruppo 2 (*Cassidulina carinata*, *Discanomalina semipunctata*, rare *Bolivina albatrossi*, *Gavelinopsis praegeri*) sono tipiche di sedimenti fangosi della piattaforma (*G. praegeri*) e del batiale (*B. albatrossi*). L'affinità con *C. carinata*, più frequente negli intervalli freddi della curva climatica, potrebbe forse indicare una loro preferenza per acque fresche.

Il raggruppamento tra campioni (Fig. 7) differenzia i campioni della parte inferiore, con faune trasportate dalla piattaforma (gruppo d) e quelli più pelitici (a basse affinità con gli altri campioni). I campioni restanti sono abbastanza simili (gruppi a, b, c); le differenze sono limitate, correlate alla maggior frequenza di specie profonde (gruppo a), alla granulometria del sedimento e/o all'andamento della curva climatica (gruppo c).

Le microfaune di P. Mazza presentano condizioni paleoambientali confrontabili con quelle delle marne pleistoceniche di Rometta (Violanti et al., 1987) e di Lazzaro (Violanti, 1988a), indicative di ambiente epibatiale superiore ed analizzate con metodologie simili.

Mentre a P. Mazza le marne giacciono in continuità sulle marne gialle del Pliocene superiore (MPI 6), nelle altre due sezioni le marne ricoprono sedimenti pleistocenici più antichi: biocalcarenti (circa 30 m di spessore) infra-circolatori a Rometta, una successione (circa 58 m) di breccie calcaree, biocalcarenti e alternanze di silts e sabbie del Detritico Costiero troncate da una superficie di erosione a Lazzaro (Barrier, 1987).

In base alle nannoflore calcaree (E. Erba, com. pers.) le marne di P. Mazza si estendono dalla sottozona a *Calcidiscus macintyrei* (1,62+1,55 M.a.) (Parisi et al., 1987), fino alla sottozona a "piccole *Gephyrocapsae*". Le marne di Rometta sono comprese nella sottozona a "piccole *Gephyrocapsae*" e raggiungono la sottozona a *Syracosphaera pulchra* nel campione più alto. La base delle marne di Lazzaro è stata datata con metodi paleomagnetici ed è successiva all'episodio di Jaramillo (0,98+0,91 M.a.); la sua parte sommitale è stata correlata alla sottozona a *Gephyrocapsa oceanica* (0,47 M.a.) (Barrier, 1987).

Le marne di P. Mazza risultano quindi l'affioramento più antico; la loro sommità si correla solo in parte alla sezione di Rometta (sottozona a "piccole *Gephyrocapsae*"), mentre le marne di Lazzaro sono più recenti e potrebbero correlarsi con la parte sommitale di quelle di Rometta.

La zona di Capo Milazzo sembra essere rimasta a profondità abbastanza elevata (epibatiale superiore) per buona parte del Pleistocene inferiore; non sembra essere stata interessata dal sollevamento documentato dai depositi infra-circolatori dell'area circostante lo Stretto di Messina, in cui la sedimentazione pelitica epibatiale riprende solo successivamente e potrebbe anche essere parzialmente diacrona.

RINGRAZIAMENTI

Le autrici desiderano ringraziare la Prof. L. Bonfiglio, la Prof. M. B. Cita ed il Prof. M. Gaetani per gli utili suggerimenti e la Dott. E. Erba per l'osservazione del nannoplancton. Ringraziano inoltre Magda Minoli per l'assistenza tecnica.

Il manoscritto è stato rivisto criticamente dai Proff. M.B. Cita e M. Gaetani.

La ricerca è stata finanziata con fondi M.P.I. 40%, Resp. L. Bonfiglio.

BIBLIOGRAFIA

- Alavi S.N. (1988) - *Late Holocene Deep-Sea benthic foraminifera from the Sea of Marmara*. Marine Micropaleont., **13**, 213-237.
- Atzori P. (1970) - *Contributo alla conoscenza degli scisti epizonali dei Monti Peloritani*. Riv. Miner. Sicil., **21**, n. 124-126), 3-21.
- Baldacci L. (1886) - *Descrizione geologica dell'isola di Sicilia*. 404 pp.
- Barrier P. (1984) - *Evolution tectono-sédimentaire pliocène et pleistocène du Déroit de Messine (Italie)*. Thèse Univ. Marseille-Luminy, 270 pp.
- Barrier P. (1987) - *Stratigraphie des dépôts pliocènes et quaternaires du Déroit de Messine*. Doc. et Trav. IGAL, **11**, 59-81.
- Be' A.W.H. e Tolderlund D.S. (1971) - *Distribution and ecology of living planktonic Foraminifera in surface water of the Atlantic and Indian Oceans*. In: Funnel B.M. e Riedel W.R. (Eds.)- *The Micropaleontology of Oceans*, 105-149.
- Blanc J.J. (1958) - *Observations sur la microfaune du Pliocène et du Quaternaire de Milazzo (Sicilie)*. Bull. Musée Hist. Nat. Marseille, **18**, 21-31.
- Blanc-Vernet L. (1969) - *Contribution à l'étude des foraminifères de Méditerranée*. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, **64**, n. 48, 315 pp.
- Blanc-Vernet L. (1974) - *Microfaunes de quelques dragages et carottages effectués devant les cotes de Tunisie (Golfe de Gabès) et de Libye (Tripolitaine)*. Geol. Médit., **1**, n. 1, 9-26.
- Blanc-Vernet L., Froget C. & Sgarrella F. (1983) - *Paléoclimatologie d'une carotte de la Mer Tyrrhénienne*. Géol. Méditerran., **10**, n. 2, 93-104.
- Blanc-Vernet L. & Pastouret L. (1969) - *Précision sur la valeur du Foraminifère Globorotalia inflata (d'Orb.) comme critère climatique en Méditerranée*. Tethys, **1**, n. 2, 535-538.
- Boersma A. (1983) - *Handbook of common Tertiary Uvigerina*. Microclimate Press, 1-207.
- Boltovskoy E. (1978) - *La distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos*. Ameghiniana, **15**, n. 3-4, 409-421.
- Colom G. (1974) - *Foraminíferos ibéricos. Introducción al estudio de las especies bentónicas recientes*. Investigación Pesquera, **38**, n. 1, 1-245.
- Cita M.B. (1975) - *Studi sul Pliocene e sugli strati di passaggio dal Miocene al Pliocene. VIII. Planktonic foraminiferal biozonation of the Mediterranean Pliocene deep sea record. A revision*. Riv. It. Paleont. Strat., **81**, n. 4, 527-544.
- Cita M.B., Broglia C., Malinverno A., Spezzi Bottiani G., Tomadin L. & Violanti D. (1982) - *Late Quaternary pelagic sedimentation on the Southern Calabrian Ridge and Western Mediterranean Ridge, Eastern Mediterranean*. Marine Micropaleont., **7**, 135-162.
- Cita M.B., Chierici M.A., Ciampo G., Moncharmont Zei M., D'Onofrio S., Ryan W.B.F. & Scorziello R. (1973) - *The Quaternary record in the Tyrrhenian and Ionian basins of the Mediterranean Sea*. In: Ryan W.B.F., Hsu K.J. et al. - *Init. Repts. DSDP*, **13**, 1263-1339.
- Cita M.B., Ciampo G., Ferrone E., Moncharmont Zei M., Scorziello R. & Taddei Ruggiero E. (1974) - *Il Quaternario del Tirreno abissale. Interpretazione stratigrafica e paleoclimatica del Pozzo DSDP 132*. Rev. Esp. Micropaleont., **1**, n. 4, 257-326.
- Cita M.B. & Zocchi M. (1978) - *Distribution patterns of benthic foraminifera on the floor of Mediterranean Sea*. Ocean. Acta, **1**, n. 4, 445-462.
- Cortese E. (1882) - *Brevi cenni sulla geologia della parte N-E della Sicilia*. Bol. R. Comit. Geol. It., **2**, n. 3, 105-137, 161-189, 308-357.
- D'Amico C., Gurrieri S. & Maccarrone E. (1972) - *Le metamorfiti di Milazzo (Messina)*. Per. Min., **41**, n. 1, 35-151.
- Davis J.C. (1986) - *Statistic and data analysis in geology*. 2 ed., John Wiley & Sons, 646 pp.
- Depéret C. (1918) - *Essai de coordination chronologique des temps quaternaires*. C.R. Acad. Sc. Paris, **166**, n. 12, 480-486.
- De Stefano G. (1901) - *I fossili e la geologia di Capo Milazzo in Sicilia*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, **4**, n. 14, 1-23.
- Fois E. (1989) - *Stratigraphy and paleogeography of the Capo Milazzo area (NE Sicily, Italy): clues to the evolution of the southern margin of the Tyrrhenian Basin during the Neogene*. Paleogeog., Paleoclim., Paleocol. (in corso di stampa).
- Fois E., (1989a) - *La successione neogenica di Capo Milazzo (Sicilia NE)*. Riv. It. Paleont. Strat. (in corso di stampa).
- Gaetani M. (1986) - *Brachiopod paleocommunities from the Plio/Pleistocene of Calabria and Sicilia (Italy)*. In: Racheboeuf P.R. e Emig C.C. (Eds.) *Les Brachiopodes fossiles et actuels*. Biostratigraphie du Paléozoïque, **4**, 281-288.
- Gaetani M. & Saccà D. (1984) - *Brachiopodi batiali nel Pliocene e Pleistocene di Sicilia e Calabria*. Riv.

- it. Paleont. Strat., **90**, n. 3, 407-458.
- Gignoux M. (1913) - *Les formations marines pliocènes et quaternaires de l'Italie du Sud et de la Sicilie*. Ann. Univ. Lyon, **36**, 1-693.
- Hearty P.J., Bonfiglio L., Violanti D. & Szabo B.J. (1986) - *Age of Late Quaternary marine deposits of southern Italy determined by aminostratigraphy, faunal correlation, and uranium-series dating*. Riv. It. Paleont. Strat., **92**, n. 1, 149-164.
- Jorissen F. J. (1987) - *The distribution of benthic foraminifera in the Adriatic Sea*. Marine Micropaleont., **12**, 21-48.
- Lipparini T., Malatesta A., Nicosia M.L. & Valdinucci A. (1955) - *Pliocene e Quaternario del Capo Milazzo in Sicilia*. Boll. Serv. Geol. It., **77**, n. 4/5, 579-604.
- Lutze G. (1979) - *Benthic Foraminifera at Site 397: faunal fluctuations and ranges in the Quaternary*. In: Von Rad U., Ryan W.B.F. et al., Init. Repts. DSDP, **47A**, 419-432.
- Massiotto P., Cita M.B. & Mancuso M. (1976) - *Benthic Foraminifera from bathyal depths in the Eastern Mediterranean*. Marine Sediments, Spec. Publ. **1**, 251-262.
- Medioli F.S. & Scott D.B. (1978) - *Emendation of the genus Discanomalina Asano and its implications on the taxonomy of some of the attached foraminiferal forms*. Micropaleont., **24**, n. 3, 291-301.
- Moncharmont Zei M. (1962) - *I Foraminiferi del Banco delle Vedove*. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, **32**, 442-482.
- Moncharmont Zei M., Russo B., Sgarrella F., Bonaduce G. & Mascellaro P. (1985) - *Paleoclimatic record from 4 cores (Gulf of Taranto, Ionian Sea). Evidence from Foraminifera and Ostracoda*. Boll. Soc. Paleont. It., **23**, n. 1, 21-51.
- Murray J.W. (1973) - *Distribution and ecology of living benthic Foraminiferids*. Heinemann Educational Books, 1-274.
- Ogniben L. (1970) - *Paleotectonic history of Sicily*. In: *Geology and History of Sicily*, Petrol. Expl. Soc. Libya, 133-143.
- Ottmann F. & Picard J. (1954) - *Contributions à l'étude du Quaternaire des régions de Palermo et de Milazzo (Sicile)*. Bull. Soc. Geol. France, **6**, n. 4, 395-407.
- Parisi E. (1981) - *Distribuzione dei Foraminiferi bentonici nelle zone batiali del Tirreno e del Canale di Sicilia*. Riv. It. Paleont. Strat., **87**, n. 2, 293-328.
- Parisi E. (1983) - *Distribuzione dei Foraminiferi bentonici in una carota della Dorsale Mediterranea (Pleistocene medio e superiore)*. Riv. It. Paleont. Strat., **88**, n. 4, 641-677.
- Parisi E., Erba E. & Cita M.B. (1987) - *Stratigraphy and sedimentation in the anoxic Bannock Basin (Eastern Mediterranean)*. Marine Geol., **75**, 93-117.
- Parker F.L. (1958) - *Eastern Mediterranean Foraminifera*. Rep. Swedish. Deep-Sea Exped. 1947-1948, **8**, n. 4, 217-283.
- Phleger F.B. (1960) - *Sedimentary patterns of microfaunas in northern Gulf of Mexico*. In: Shepard F.P., Phleger F.B. & Van Andel T.H. (Eds.) - *Recent sediments northwest Gulf of Mexico*. Am. Ass. Petr. Geol., 267-302.
- Rio D. & Sprovieri R. (1986) - *Biostratigrafia integrata del Pliocene - Pleistocene inferiore mediterraneo in un'ottica di Stratigrafia Sistemica*. Boll. Soc. Paleont. It., **25**, n. 1, 65-85.
- Ross C.R. & Kennett J.P. (1984) - *Late Quaternary paleoceanography as recorded by benthic Foraminifera in Strait of Sicily sediments sequences*. Marine Micropaleont., **8**, 315-336.
- Ruggieri G. & Greco A. (1965) - *Studi geologici e paleontologici su Capo Milazzo con particolare riguardo al Milazziano*. Geol. Romana, **4**, 41-88.
- Seguenza G. (1873-1877) - *Studi stratigrafici sulla formazione pliocenica dell'Italia meridionale*. Boll. R. Comit. Geol. It., **4**, n. 8, 1-299.
- Sprovieri R. (1978) - *I Foraminiferi bentonici della sezione plio-pleistocenica di Capo Rossello (Agrigento, Sicilia)*. Boll. Soc. Paleont. It., **17**, n. 1, 68-97.
- Sprovieri R. (1986) - *Paleotemperature changes and speciation among benthic Foraminifera in the Mediterranean Pliocene*. Boll. Soc. Paleont. It., **24**, n. 1, 13-21.
- Srinivasan M.S. & Kennett J.P. (1976) - *Evolution and phenotypic variation in the Late Cenozoic Neogloboquadrina dutertrei plexus*. In: Takayanagi Y. & Saito T. (Eds.) - *Progress in Micropaleontology*, 329-355.
- Tongiorgi E. & Trevisan L. (1953) - *Excursion en Sicilie. Livret Guide, IV Congr. Int. INQUA*, 1-36.
- Thunell R.C. (1978) - *Distribution of Recent Planktonic Foraminifera in surface sediments of the Mediterranean Sea*. Marine Micropaleont., **3**, n. 2, 147-173.
- Todd R. (1958) - *Foraminifera from Western Mediterranean deep-sea cores*. Rep. Swedish Deep-Sea Exped., 1947-1948, **8**, 106-215.
- Van Straaten L.M.J.U. (1960) - *Marine Mollusk shell assemblages of the Rhone delta*. Geol. Mijnbouwkd, **39**, 105-129.
- Violanti D. (1988a) - *Benthic Foraminifera from Lazzaro section (Southern Italy): an attempt of quantitative paleoenvironmental analysis*. Rev. Paleobiol., Spec. Vol., **2**, 909-919.
- Violanti D. (1988b) - *I Foraminiferi plio-pleistocenici di Capo Milazzo*. Boll. Mus. Region. Sc. Nat. Torino.
- Violanti D. (1989) - *Eponides turgidus e Bolivina*

- pygmaea*: Foraminiferi bentonici e modificazioni paleoambientali in sedimenti pleistocenici dell'Italia meridionale (Sicilia, Calabria). Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania (in corso di stampa).
- Violanti D., Bonfiglio L. & Saccà D. (1987) - *Foraminiferi pleistocenici ed interpretazioni paleoambientali in un affioramento della Sicilia nord-orientale (Rometta, Messina)*. Riv. It. Paleont. Strat., **93**, n. 2, 251-286.
- Violanti D., Di Geronimo I. & Saccà D. (1988) - *Foraminiferal thanatocoenoses from the Gulf of Noto (South Eastern Sicily)*. IV Simp. Ecol. Paleoecol. Com. Bent., Abstracts, 47.
- Vismara Schilling A. (1984) - *Holocene stagnation event in the Eastern Mediterranean. Evidence from deep-sea benthic foraminifera in the Calabrian and Western Mediterranean Ridges*. Benthos '83, 585-596.
- Vismara Schilling A. & Coulburn W. (1988) - *Benthic Foraminifera thanatofacies associated with Quaternary stagnations of the Eastern Mediterranean*. IV Simp. Ecol. Paleoecol. Com. Bent., Abstracts, 48.
- Wright R. (1978a) - *Neogene benthic Foraminifers from DSDP Leg 42A Mediterranean Sea*. In: Hsu K.J., Montadert L. et al., Init. Repts. DSDP, **42A**, 709-726.
- Wright R. (1978b) - *Neogene paleobathymetry of the Mediterranean based on benthic foraminifers from DSDP Leg 42A*. In: Hsu K.J., Montadert L. et al., Init. Repts. DSDP, **42A**, 837-844.

Accettato per la stampa il 4.4.1989