

MARINE MOLLUSCS AND THEIR SIGNIFICANCE IN MEDITERRANEAN PLEISTOCENE ECOBIOSTRATIGRAPHY

R. Marasti (1) - P. Monegatti (2)

(1) CNR, Research Unit for Studies on the Quaternary in the Po Valley, Parma (Dir.: F. Petrucci), part of the Research Group for Studies on the Alpine-Po Valley area - (2) Istituto di Geologia e Paleontologia, Università di Parma

The late 1960's and 1970's mark an important transition in the evaluation of the role played by marine molluscs in stratigraphic, paleoenvironmental, and climatic analyses of the Mediterranean Pleistocene. It is well known that the criterion of boreal guest migration into the Mediterranean, introduced by DE STEFANI in 1876, was considered a basic tool of climatic inference up to the late 1960's. It was affirmed in two international congresses, one held in London (1948), the other in Algiers (1952), that the arrival of the boreal guests into the Mediterranean marks the transition from the Pliocene preglacial epoch into the Pleistocene glacial epoch. Yet, once again in 1965 it was stressed that this migrational event either occurred contemporaneously with (GRICHUK & AL., 1965) or preceded (SELLI, 1967) the first glaciation in the northern hemisphere. However, only a few years later, the stratigraphic and paleoclimatic record produced evidence that the onset of the Arctic ice-sheet should be dated as Pliocene (SHACKLETON & OPDYKE, 1976; SHACKLETON & AL., 1984) and that it therefore pre-dated the migration of boreal guests into the Mediterranean. Moreover, the oxygen isotopic record did not produce any evidence of an important event at the time of the migration of the boreal guests, that is, the time span around the Olduvai event. Consequently, the paleoclimatic significance attributed to the boreal guests was rejected a priori, without further analysis of the question. Nevertheless, in concordance with Hedbergian philosophy, the arrival of the boreal guests in the Mediterranean continued to represent the only historically valid criterion for defining the boundary between the Pliocene and the Pleistocene, despite the fact that the climatic significance of this event was not taken into account (PELOSIO & AL., 1980).

In the 1970's, the hypothesis that boreal molluscs migrated into the Mediterranean in at least three successive phases, received definite confirmation, thanks to the work of Palermo school (RUGGIERI & SPROVIERI, 1977). According to RUGGIERI & AL., (1984), the three migration pulses correspond, at least in part, with the chronostratigraphic division of the Lower Pleistocene in the Santernian, Emilian, and Sicilian stages (*sensu* RUGGIERI & SPROVIERI, 1977). It should be noted that according to RUGGIERI & SPROVIERI (1977), each migration pulse was followed by the extinction of a group of warm affinity molluscs (see also RAFFI, 1986). These extinction events, following those of the Pliocene (RAFFI & AL., 1985) were clearly a consequence of the climatic cooling trend and suggest once again that the climatic significance of the boreal guests is not to be overlooked.

On the basis of the biogeographical distribution and the physiological and reproductive requirements of the boreal guests, one cannot but admit the paleoclimatic

significance of their arrival into the Mediterranean. According to RAFFI (1986), generally speaking, their arrival and the contemporaneous survival of the taxa of warm affinity, which are still characteristic of the Moroccan-Mediterranean bio-province today, were due to a setting-up of a climatic regime characterized by winter low water temperatures (mean surface water temperature in February lower than 10°C at least) and summer relatively high water temperatures (not lower than 19-20°C for at least 3 to 4 months). This hypothesis appears to concur closely with the paleoclimatic curve proposed by ZAGWIJN (1975) and by BRISKIN & BERGGREN (1975). In addition, it does not conflict with the isotopic curve proposed by SHACKLETON & AL. (1984). This conclusion could reconcile the chronostratigraphic definition of the Plio-Pleistocene boundary with its paleoclimatic significance (see HAG & AL., 1977).

In recent years researchers have assigned an increasingly important role to Pteropoda in paleoclimatic interpretations of the Pleistocene successions (see references in BUCCHERI, 1984). Quite recently BUCCHERI (1984) recorded the presence of a strong peak of *Limacina retroversa*, a subarctic species, in the pteropod assemblage curve of the Sicilian stratotype section outcropping at Cava Puleo (Ficarazzi, Palermo) (RUGGIERI & AL., 1975). This peak at the top of the Sicilian stratotype section has been interpreted as a drastic cold event, and it may possibly be correlated with the top of the glacial stage 22 on the basis of the biostratigraphic data collected by DI STEFANO & RIO (1981). According to SHACKLETON & OPDYKE (1976), the top corresponds to the preglacial-glacial Pleistocene boundary.

We would like to note here that the peak of the *Limacina retroversa* in the calcarenitic bed at the top of the Sicilian stratotype corresponds to the higher taxonomic diversity of benthic boreal molluscs recorded in the Mediterranean Lower Pleistocene (see RUGGIERI & SPROVIERI, 1977).

With its introduction in the 1970's, the concept of synecology in the study of Plio-Pleistocene mollusc fauna triggered a substantial improvement in paleoenvironmental analyses. Thanks to the high percentage of survival of Pleistocene mollusc fauna (Lyellian percentages), which is estimated as higher than 70%, paleoecological research has been taking direct advantage of the copious data furnished on the present Mediterranean biocenoses. The benthic bionomic framework developed by the French school, particularly the Endoume school, has been playing a leading part in the development of Plio-Pleistocene paleoecologic studies in Italy (see DI GERONIMO, 1985).

The Authors would like to express their gratitude to Sergio Raffi for his helpful suggestions and critical review

of the manuscript.

REFERENCES

- AMORE C., CASALE V., COSTA B., DI GERONIMO I., GIUFFRIDA E. & ZANINI A. - 1984 - *Evoluzione sedimentologica e faunistica dei sedimenti pleistocenici di Poggio Spica (Mineo, Catania)*. Boll. Soc. Geol. It., 103, 755-786, Roma.
- ANFOSSI G. & BRAMBILLA G. - 1980 - *La fauna pleistocenica del Colle di San Colombano al Lambro (Lombardia). I - Lamellibranchi*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 29, 49-68, Pavia.
- ANNOVI A., CREMASCHI M., FREGNI P. & GASPERI G. - 1979 - *La successione pleistocenica marina e continentale del T. Tiepido (Appennino Modenese)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1, 1-22, Torino.
- ARUTA L., BUCCHERI G., GRECO A. & SPROVIERI R. - 1973 - *Il Siciliano della foce del Belice (Sicilia meridionale)*. Riv. Min. Sic., 136-138, 234-239, Palermo.
- BARSOZZI G., FEDERICI P.R., GIANNELLI L., MAZZANTI R. & SALVATORINI G. - 1974 - *Studio del Quaternario livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale*. Mem. Soc. Geol. It., 13, 425-495, Roma.
- BARTOLINI C. & BOSI C. - 1983 - *The Tyrrhenian trasgression in the Tarquinia area (Northern Latium, Italy)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6, 131-136, Torino.
- BERTOLANI MARCHETTI D., ACCORSI A.C., PELOSIO G. & RAFFI S. - 1979 - *Palynology and stratigraphy of the Plio-Pleistocene sequence of the Stirone river (Northern Italy)*. Pollen Spores, 21, 150-167, Parigi.
- BONFIGLIO L. - 1972 - *Il Tirreniano di Bovetto e Ravagnese presso Reggio Calabria*. Quaternaria, 16, 137-148, Roma.
- BONFIGLIO L. & VIOLANTI D. - 1983 - *Prima segnalazione di Tirreniano ed evoluzione pleistocenica del Capo Peloro (Sicilia nord-orientale)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 6, 3-15, Torino.
- BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., MENESINI E., NENCINI C., SALVATORINI G. & UGHI R. - 1981 - *Nuove osservazioni sulla stratigrafia delle formazioni plioceniche e pleistoceniche di Casciana Terme*. IX Conv. Soc. Pal. It., Pisa, 91-120, Pisa.
- BUCCHERI G. - 1970 - *Malacofauna calabriana del territorio di Sciacca (Sicilia)*. Geol. Romana, 9, 239-274, Roma.
- BUCCHERI G. - 1979 - *Pteropoda ed Heteropoda (Mollusca, Gastropoda) del Pleistocene inferiore (Siciliano) della Sicilia*. Ist. Geol. Univ. Palermo, 30 pp., Palermo.
- BUCCHERI G. - 1983 - *Osservazioni paleoclimatiche sul Siciliano della Sicilia occidentale. La sezione della località tipo di Ficarazzi (Palermo)*. Rend. Soc. Geol. It., 5, 51-54, Roma.
- BUCCHERI G. - 1984 - *Pteropods as climatic indicators in Quaternary sequences: a Lower-Middle Pleistocene Sequence outcropping in Cava Puleo (Ficarazzi, Palermo, Italy)*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 45, 75-86, Amsterdam.
- BUCCHERI G. - 1985 - *Osservazioni paleoclimatiche al limite Pleistocene inferiore-Pleistocene medio della foce del Belice (Sicilia Sud-Occidentale) mediante l'uso degli Pteropodi*. Boll. Soc. Geol. It., 104, 115-122, Roma.
- BUCCHERI G. & GRECO A. - 1971 - *Segnalazione di una ricca malacofauna calabriana nel territorio di Menfi (Sicilia sud-occidentale)*. Riv. Min. Sic., 130-132, 195-197, Palermo.
- BUCCHERI G. & GRECO A. - 1981 - *Sulla presenza del genere Xylophaga nel Pleistocene inferiore della Sicilia*. Boll. Malac., 17, 181-190, Milano.
- BUCCHERI G. & TORELLI L. - 1981 - *Stratigraphy and paleoclimatic evaluations of the cores BS77-15 and BS77-33 (Sardinia Basin, western Tyrrhenian Sea) by means of pteropod assemblages*. Ateneo Parmense, Acta Nat., 17, 73-94, Parma.
- CALDARA M., COLELLA A. & D'ALESSANDRO A. - 1979 - *Studio sedimentologico e paleoecologico di alcune sezioni pleistoceniche affioranti presso Cerignola (FG)*. Riv. It. Pal., 85, 173-242, Milano.
- CALDARA M., D'ALESSANDRO A. & DI GERONIMO I. - 1981 - *Paleocomunità circalitoriali del Pleistocene di Gallipoli (Lecce)*. Boll. Malac., 17, 125-164, Milano.
- CALDARA M. & LAVIANO A. - 1979 - *Osservazioni paleontologiche e paleoecologiche su un deposito quaternario affiorante a Punta della Penna (Mar Piccolo-Taranto)*. Ann. Univ. Ferrara, N.S., sez. 9 - Sc. Geol. Pal., suppl. 6, 57-72, Ferrara.
- CAMPOBASSO V. & D'ALESSANDRO A. - 1973 - *Malacofauna calabriana dei dintorni di Francavilla Fontana (Brindisi)*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 82, 327-349, Napoli.
- CARBONI M.G. & CONTI M. A. - 1977 - *Le associazioni faunistiche tardo-cenozoiche di Valle Ricca (Monterotondo, Roma) e loro implicazioni biostratigrafiche*. Geol. Romana, 16, 1-19, Roma.
- CIPOLLA P. - 1978 - *Macrofauna del Pleistocene inferiore di Cinisi (Sicilia)*. Natural. sicil., 2, 55-67, Palermo.
- COLALONGO M. L., PASINI G., PELOSIO G., RAFFI S., RIO D., RUGGIERI G., SARTONI S., SELLI R. & SPROVIERI R. - 1982 - *The Neogene/Quaternary boundary definition: a review and proposal*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 59-68, Torino.
- COLANTONI P., PADOVANI A. & TAMPIERI R. - 1970 - *Ricerche geologiche preliminari nel Mar Tirreno, Crociera CST 68 del Laboratorio di Geologia Marina del C.N.R.-Bologna XI. Molluschi*. Giorn. Geol., 37, 163-188, Bologna.
- CONATO V. & DAI PRA G. - 1980 - *Livelli marini pleistocenici e neotettonica fra Civitavecchia e Tarquinia (Italia centrale)*. Geol. Romana, 181-194, Roma.
- CONATO V., ESU D., MALATESTA A. & ZARLENGA F. - 1980 - *New data on the Pleistocene of Rome*. Quaternaria, 22, 131-176, Roma.
- CONTI M. A., DI GERONIMO I., ESU D. & GRASSO M. - 1979 - *Il Pleistocene in facies limnica di Vittoria (Sicilia meridionale)*. Geol. Romana, 18, 93-104, Roma.
- CROVATO P. & TAVIANI M. - 1985 - *Nystiella atlantis CLENCH & TURNER, 1952, from the Pleistocene of Archi (Reggio Calabria: Southern Italy): first fossil record of the subfamily Nystiellinae (Gastropoda, Epitoniidae)*. Boll. Malac., 21, 289-294, Milano.
- D'ALESSANDRO A. & IANNONE A. - 1982 - *Pleistocene carbonate deposits in the area of Monopoli (Bari province) sedimentology and palaeoecology*. Geol. Romana, 21, 603-653, Roma.
- D'ALESSANDRO A. & LAVIANO A. - 1976 - *Una malacofauna post-tirreniana dei dintorni di Taranto*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 84, 119-137, Napoli.
- D'ALESSANDRO A. & PALMENTOLA G. - 1978 - *Sabbie a Brachiopodi, una nuova unità del Salento leccese (aspetti litostratigrafici e paleoambientali)*. Riv. It. Pal. Strat., 84, 1083-1120, Milano.
- DE CASTRO-COPPA M.G. - 1971 - *Segnalazione e osservazioni su Acteocina knockeri (SMITH) e Parastrophia garganica MONCHARMONT-ZEI, nel Tirreniano di Taranto*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 79, 1-35, Napoli.

- DE CASTRO-COPPA M.G. - 1972 - *Osservazioni su Pycnodonta hyotis (LINNEO) del Tirreniano di Taranto*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 81, 207-224, Napoli.
- DE CASTRO-COPPA M.G. - 1983 - *Osservazioni biostratigrafiche e paleoecologiche su depositi argillosi emiliani e siciliani di Gallipoli (Puglia)*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 92, 159-225, Napoli.
- DI GERONIMO I. - 1974 - *Significato paleoecologico di Cylichna albanuovo "ospite nordico" del Pleistocene della Sicilia*. Mem. Mus. Civ. St. Nat. Verona, 20, 569-572, Verona.
- DI GERONIMO I. - 1975 - *La malacofauna siciliana del Ciaramitaio (Grammichele, Catania)*. Conchiglie, 11, 101-137, Milano.
- DI GERONIMO I. - 1979a - *Paleocomunità di molluschi e profondità di sedimentazione nel Quaternario della Sicilia*. Oceanis, 5, 283-299, Parigi.
- DI GERONIMO I. - 1979b - *La malacofauna di Punta Penne (Brindisi)*. Boll. Malac., 15, 41-56, Milano.
- DI GERONIMO I. - 1979c - *Il Pleistocene in facies batiale di Valle Palione (Grammichele, Catania)*. Boll. Malac., 15, 85-156, Milano.
- DI GERONIMO I. - 1985 - *Livelli a Posidonia nel Pleistocene inferiore della Sicilia*. Int. Workshop Posidonia oceanica Beds, BOUDOURESQUE C.F., JEUDY DE GRISSAC A. & OLIVER J. (Eds.), GIS Posidonia Pubbl., Marseille, 1984, 15-21, Marseille.
- DI GERONIMO I. & COSTA B. - 1978 - *Il Pleistocene di Monte dell'Apa (Gela)*. Riv. It. Pal., 84, 1121-1158, Milano.
- DI GERONIMO I. & COSTA B. - 1980 - *La malacofauna pleistocenica di Santo Pietro, presso Caltagirone (Catania)*. Ann. Univ. Ferrara, N. S., sez.9 - Sc. Geol. Pal., suppl. 6, 123-151, Ferrara.
- DI GERONIMO I. & LI GIOI R. - 1979 - *Sur un gisement würmien sous-marin à Arctica islandica du Golfe de Catalogne*. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 25-26, 105-107, Monaco.
- DI GERONIMO I. & LI GIOI R. - 1980 - *La malacofauna würmiana della Staz. BS 77/4 al largo di Capo Coda Cavallo (Sardegna, Nordorient)*. Ann. Univ. Ferrara, N.S., sez. 9 - Sc. Geol. Pal., suppl.6, 123-151, Ferrara.
- DI GERONIMO I., LI GIOI R. & SCIACCA V. - 1982 - *La fauna pleistocenica dell'abbeveratoio Conzo (Grammichele, Catania)*. Geol. Romana, 21, 577-601, Roma.
- GIAMMARINARO A. & GUCCIARDO A.M. - 1981 - *Indagini ecologiche su una malacofauna del Siciliano*. Natural. sicil., 5, 27-34, Palermo.
- GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R. & SALVATORINI G. - 1981 - *I sedimenti del Pliocene e del Pleistocene inferiore della zona compresa fra Riparbella e Bibbona (province di Pisa e Livorno)*. Boll. Soc. Geol. It., 100, 41-56, Roma.
- GRECCHI G. - 1984 - *Molluschi planctonici e bentonici in sedimenti sapropelitici del Quaternario della Dorsale Mediterranea*. Boll. Malac., 20, 1-34, Milano.
- GRECO A., RUGGIERI G., & SPROVIERI R. - 1974 - *La sezione calabriana di Monasterace (Calabria)*. Boll. Soc. Geol. It., 93, 151-179, Roma.
- LENTINI F. - 1971 - *La Sezione plio-pleistocenica di Pisticci sul bordo appenninico della Fossa Bradanica*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., 3, 109-192, Catania.
- MALATESTA A. - 1981 - *Le Quaternaire marin en Italie. Essai d'une synthèse*. Géol. Médit., 8, Marseille.
- MALATESTA A. & ZARLENGA F. - 1982 - *Nuovo giacimento del Pleistocene con fauna ad Arcticanai dintorni di Roma*. Pal. Strat. Evol., quad. 2, 127-128, Roma.
- MARASTI R. & RAFFI S. - 1980 - *Extinction of polysyringian bivalves in the Mediterranean Pliocene*. In: "Volume dedicato a Sergio Venzo", Ist. Geol. Univ. Parma, Grafiche STEP, 107-115, Parma.
- MENESINI E. & UGHI R. - 1982 - *I molluschi del giacimento di Valle Biaia: I parte - Lamellibranchi*. Geol. Romana, 21, 733-747, Roma.
- MORONI M.A. & RUGGIERI G. - 1981 - *Cadulus (Sulcogadila n. subgen.) caprottii n. sp., nuovo scafopode del Siciliano (Pleistocene inf.) di Palermo*. Boll. Malac., 17, 27-31, Milano.
- PADOVANI A. & TAMPIERI R. - 1970 - *Ricerche sui molluschi plio-pleistocenici della valle del Santerno (Appennino romagnolo)*. Giorn. Geol., 35, 301-309, Bologna.
- PELOSIO G. & RAFFI S. - 1973 - *Considerazioni sul limite Plio-Pleistocene nella serie del T. Crostolo (Preappennino Reggiano)*. Ateneo Parmense, Acta Nat., 9, 39-64, Parma.
- PELOSIO G. & RAFFI S. - 1974 - *Osservazioni su Arctica islandica ed altri lamellibranchi del Calabriano dell'Emilia occidentale*. Ateneo Parmense, Acta Nat., 10, 347-367, Parma.
- PELOSIO G. & RAFFI S. - 1977 - *Preliminary remarks on mollusc assemblages of the Stirone river Pleistocene series (Parma Province, Northern Italy)*. Ist. Geol. Univ. Parma, 19 pp, Parma.
- PERRI M.C. - 1975 - *Portlandia (Portlandia) impressa n. sp. del Calabriano del T. Stirone (Parma)*. Natura, Soc. It. Sc. Nat., 66, 174-182, Milano.
- RAFFI S. - 1970 - *I Pettinidi del Pliocene e Calabriano dell'Emilia occidentale (Piacentino e Parmense)*. Boll. Soc. Pal. It., 9, 97-135, Modena.
- RAFFI S. - 1982 - *Stato delle conoscenze sulla sezione pleistocenica del T. Stirone (Parma)*. In: "Guida alla Geologia del Margine Appenninico-Padano. Guida Geol. Reg. S.G.I.", G. CREMONINI & F. RICCI-LUCCHI (Ed.), Pitagora Tecnoprint, 141-144, Bologna.
- RAFFI S. - 1986 - *The significance of marine boreal molluscs in the Early Pleistocene faunas of the Mediterranean area*. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 52, 267-289, Amsterdam.
- RAFFI S. & MARASTI R. - 1982 - *The Mediterranean bioprovince from the Pliocene to the Recent: observations and hypotheses based on the evolution of the taxonomic diversity of molluscs*. In: "Paleontology, Essential of Historical Geology", E. MONTANARO GALLITELLI (Ed.), Proc. Int. Meet. Venice, 1981, 151-177, Modena.
- RAFFI S., STANLEY S.M. & MARASTI R. - 1985 - *Biogeographic patterns and Plio-Pleistocene extinction of bivalvia in the Mediterranean and Southern North Sea*. Paleobiology, 11, 368-388, Chicago.
- RICCHETTI G. - 1970 - *Nuove osservazioni sui depositi Plio-Pleistocenici dei dintorni di Taranto. I "tuffi" calcarei con "Arctica islandica"*. Boll. Soc. Geol. It., 89, 3-10, Roma.
- RICCHETTI G. & D'ALESSANDRO A. - 1972 - *Malacofauna delle argille subappennine affioranti nei dintorni di Palagianello (Taranto)*. Boll. Soc. Nat. Napoli, 81, 117-148, Napoli.
- RUGGIERI G. - 1971 - *Calabriano e Siciliano nei dintorni di Palermo*. Riv. Min. Sic., 130-132, 160-171, Palermo.
- RUGGIERI G. - 1973a - *La malacofauna del Pleistocene inferiore di Casa Schifo presso Gela (Sicilia)*. Boll. Soc. Pal. It., 12, 148-165, Modena.
- RUGGIERI G. - 1973b - *Segnalazione di Tirreniano a 50 metri di quota presso Palermo*. Boll. Soc. Geol. It., 91, 647-654, Roma.
- RUGGIERI G. - 1975 - *Sull'ordine di comparsa degli "ospiti nordici" nella sezione pleistocenica del Santerno*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1603-1611, Roma.

- RUGGIERI G. - 1976 - *Individuazione del Pleistocene basale nella sezione di Castrocaro (Forlì)*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 881-890, Roma.
- RUGGIERI G. - 1978 - *Rettifiche a due brevi note su malacofaune quaternarie*. Boll. Soc. Pal. It., 16, 271-272, Modena.
- RUGGIERI G. - 1982 - *Quando compare nel Mediterraneo Columbella rustica?* Boll. Malac., 18, 301-306, Milano.
- RUGGIERI G. - 1985 - *Segnalazione di Rissoa porifera (LOVEN, 1746) nel Pleistocene di Palermo*. Boll. Malac., 21, 203-204, Milano.
- RUGGIERI G., BUCCHERI G., GRECO A. & SPROVIERI R. - 1975 - *Un affioramento di Siciliano nel quadro della revisione della stratigrafia del Pleistocene inferiore*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 889-914, Roma.
- RUGGIERI G., CHIAPPETTA G. & CORTE O. - 1982 - *Gastropodi della famiglia Terebridae nel Pleistocene siciliano*. Natural. sicil., 6, 49-58, Palermo.
- RUGGIERI G. & MILONE G. - 1973 - *La macrofauna del Tirreniano di Tommaso Natale (Palermo)*. Boll. Soc. Pal. It., 80, 217-222, Modena.
- RUGGIERI G., & ROMEO L. - 1971 - *Il presunto Siciliano di Balestrate è Calabriano*. Boll. Soc. Geol. It., 90, 395-400, Roma.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. - 1977a - *Ricerche sul Siciliano di Palermo: le argille del fiume Oreto*. Boll. Soc. Geol. It., 96, 1613-1622, Roma.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. - 1977b - *A revision of Italian Pleistocene stratigraphy*. Geol. Romana, 16, 131-139, Roma.
- RUGGIERI G. & SPROVIERI R. - 1979 - *Selinuntiano, nuovo superpiano per il Pleistocene inferiore*. Boll. Soc. Geol. It., 98, 797-802, Roma.
- RUGGIERI G., SPROVIERI R., UNTI M. & MORONI M.A. - 1979 - *Indagini batimetriche sulle argille pleistoceniche (Siciliano) di Primosole (Siracusa)*. Natural. sicil., 3, 119-129, Palermo.
- RUGGIERI G., UNTI A., UNTI M. & MORONI M.A. - 1975 - *La calcarenite di Marsala (Pleistocene inferiore) e i terreni contermini*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 1623-1657, Roma.
- RUGGIERI G. & UNTI M. - 1974 - *Pliocene e Pleistocene nell'entroterra di Marsala*. Boll. Soc. Geol. It., 93, 723-733, Roma.
- RUGGIERI G. & UNTI M. - 1977 - *Il Quaternario del Pianoro di S. Margherita di Belice (Sicilia)*. Boll. Soc. Geol. It., 96, 803-812, Roma.
- RUGGIERI G. & UNTI M. - 1978 - *Malacofaune del Siciliano della Sicilia Meridionale*. Natural. sicil., 2, 1-53, Palermo.
- SELLI R. - 1971 - *Calabriano*. Giorn. Geol., ser. 2, 37, 55-64, Bologna.
- SELLI R., ACCORSI C.A., BANDINI MAZZANTI M., BERTOLANI MARCHETTI D., BIGAZZI G., BONADONNA F.P., BORSETTI A.M., CATI F., COLALONGO M.L., D'ONOFRIO S., LANDINI W., MENESINI E., MEZZETTI R., PASINI G., SAVELLI C. & TAMPPIERI R. - 1977 - *The Vrica section (Calabria, Italy). A potential Neogene/Quaternary boundary stratotype*. Giorn. Geol., ser. 2, 42, 181-204, Bologna.
- TABANELLI C. - 1981 - *Il genere Ringicula DESHAYES, 1838 nei depositi profondi del Pleistocene basale in Romagna*. Boll. Malacol., 17, 211-222, Milano.
- TAVIANI M. - 1978 - *Associazioni a molluschi pleistoceniche attuali dragate nel Basso Adriatico*. Boll. Zool., 45, 297-306, Padova.
- TAVIANI M. & COLANTONI P. - 1979 - *Thanatocoénoses würmiennes associées aux coraux blancs*. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 25-26, Monaco.
- TORELLI L. & BUCCHERI G. - 1981 - *Late Quaternary stratigraphy of the Sardinia Basin sediments*. In: "Sedimentary basins of Mediterranean Margins", WEZEL F. (Ed.), 173-186, Urbino.
- TORELLI L. & BUCCHERI G. - 1983 - *Le associazioni a Pteropodi del Pleistocene del Mediterraneo*. In: "analisi paleoclimatica della carota n. 1 del pozzo DSDP 125 (Leg 13)". Geol. Romana, 22, 157-175, Roma.