

A. BOSSIO (*), A. COSTANTINI (**), L.M. FORESI (**), A. GANDIN (**),
R. MAZZANTI (***), R. MAZZEI (**), G. SALVATORINI (**)

SU ALCUNI AFFIORAMENTI MIOCENICI DELLA VAL DI CORNIA (PROVINCE DI GROSSETO E PISA)

Riassunto - Sono stati esaminati dal punto di vista litologico, sedimentologico e micropaleontologico i piccoli affioramenti di Fornacelle, di Casetta Rossi, di Casa S. Zoe e di Casa S. Marco nella media Val di Cornia, ritenuti pliocenici nella precedente letteratura. Nel primo sono state distinte quattro unità litostratigrafiche concordanti e in continuità di sedimentazione; in ordine dal basso stratigrafico esse sono:

- Argille lignitifere di Ribolla, a contatto per faglia con le Argille a Palombini; esse contengono elementi faunistici e floristici indicativi di un ambiente lacustre di debole profondità per la parte inferiore, lagunare con acque leggermente salmastre e poco profonde per quella superiore;

- Marne sabbiose di Casetta Rossi, ancora di ambiente lagunare a salinità molto bassa;
- Calcareniti di Fornacelle, con significato ambientale identico a quello dell'unità precedente, salvo che per un esiguo intervallo sommitale contenente macro e microfossili marini.

- Calcari di Castelnuovo (membro della Formazione del Calcare di Rosignano), che esprimono ripetuti tentativi di costruzione di scogliere da parte di Coralli e Alghe in un contesto marino alquanto prossimale.

Nell'affioramento di Casa S. Zoe, limitato da faglie, sono presenti solo le due ultime unità, mentre a Casetta Rossi e a Casa S. Marco si rinvenivano rispettivamente l'unità salmastra e quella marina ambedue direttamente trasgressive sul substrato pre-neogenico.

Tutti gli affioramenti studiati sono stati attribuiti con sicurezza al Miocene superiore in quanto gli ambienti deposizionali che rappresentano e l'evoluzione di questi ultimi sono in piena assonanza con quanto registrato dal dominio deposizionale a ovest della Dorsale Medio Toscana durante questo intervallo. Comunque le facies marine contengono anche alcuni elementi probanti per una loro diretta attribuzione al Messiniano inferiore.

Abstract - *New stratigraphic data on Miocene outcrops on the Val di Cornia (Grosseto and Pisa).* Lithological, sedimentological and micropaleontological analysis of small outcrops of middle Cornia Valley (Fornacelle, Casetta Rossi, Casa S. Zoe and Casa S. Marco), Pliocene in age of previous literature, have been carried out.

(*) - Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pisa.

(**) - Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Siena.

(***) - C.N.R. - Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino Settentrionale - Pisa.

- Lavoro eseguito con contributo MURST-60% (titolari Bossio, Costantini, Mazzei, Salvatorini).

Four lithostratigraphic units, characterized by conformable boundaries are present in the Fornacelle outcrop; in stratigraphic order:

- Argille lignitifere di Ribolla; a fault put this unit in contact with the Argille a Palombini formation, therefore the basis of the unit does not outcrop. Micropaleontological data point out a shallow water lacustrine environment for the lower part of the unit and a brackish lagoonal for the upper.

- Marne sabbiose di Casetta Rossi, like the former unit, is characterized by brackish lagoonal environment with a very low salinity of the water.

- Calcareniti di Fornacelle; the sedimentary environment is the same of Marne sabbiose di Casetta Rossi; just at the top of the unit marine macro and microfossils have been recorded.

- Calcarei di Castelnuovo (member of Calcere di Rosignano Formation), correspond to repeated attempts of reef buildings made up by Corals and Algae in marine environment not far from the coast.

The Casa S. Zoe outcrop is entirely bordered by faults. Therefore, only the last two lithological units are present, while at Casetta Rossi and Casa S. Marco crop out brackish and marine units respectively, both transgressive on pre-Neogene formations.

All the studied outcrops are Upper Miocene in age. The peculiar environmental characters and their development are usually recorded in the whole depositional domain to the west of "Dorsale Medio Toscana" and mark this time interval. However, some typical elements of early Messinian age are recorded within marine facies.

Key words - Stratigraphy, Paleoenvironment, Neogene, Southern Tuscany.

INTRODUZIONE

In questi ultimi anni si sono intensificate le ricerche, sia di campagna che di laboratorio, sui sedimenti neogenici della Toscana a sud del F. Arno da parte di ricercatori del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Siena, di quello di Pisa e del CNR. Ciò ha prodotto nuovi e interessanti dati, focalizzati nella rassegna delle conoscenze sul neoautoctono toscano eseguita da BOSSIO *et al.* (1993); le ricerche sono tuttora attivamente in corso anche nell'ambito del programma per la nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del Servizio Geologico Nazionale. È proprio in quest'ultimo contesto che le osservazioni e le campionature sono state estese anche ad alcuni esigui affioramenti della media Val di Cornia, nei comuni di Massa Marittima e di Monteverdi Marittimo. Sebbene di limitate dimensioni questi affioramenti rivestono non poca importanza dal punto di vista paleogeografico in quanto costituirebbero, come appare dalla II edizione del F° 119-Massa Marittima della Carta Geologica d'Italia e dalla Carta Geologica della Provincia di Livorno di COSTANTINI *et al.* (1990), le uniche testimonianze della presenza dei sedimenti pliocenici nell'ampia area che si estende tra i rilievi di Monteverdi, Frassine, Montioni e Campiglia. La precisazione del significato paleoambientale e crono-

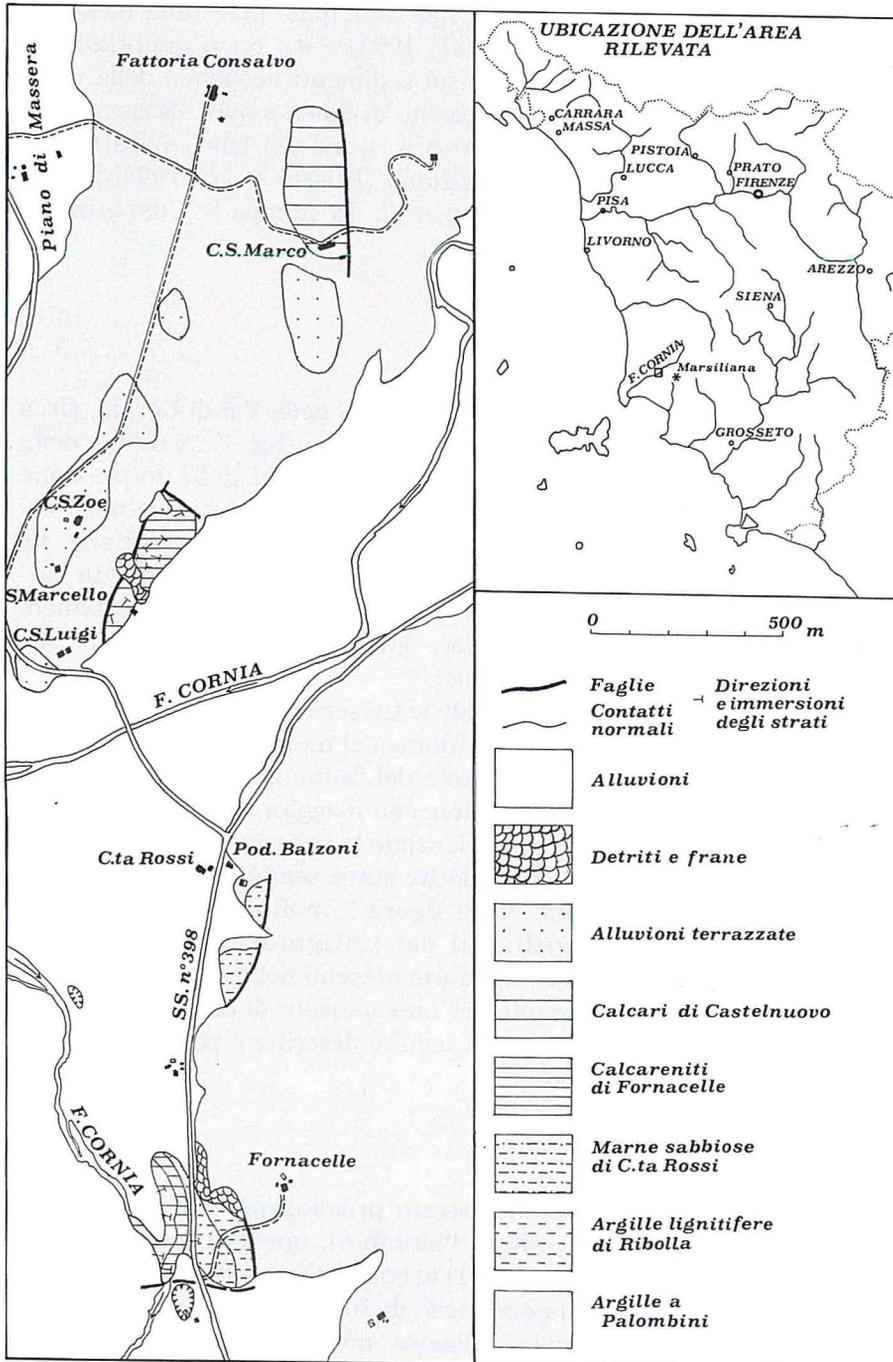


Fig. 1 - Carta geologica. Schematica degli affioramenti del Miocene superiore studiati.

stratigrafico di questi affioramenti (già anticipata preliminarmente in CENSINI *et al.*, 1992 e in BOSSIO *et al.*, 1993) è del resto imposta dalle conoscenze che stanno emergendo sui sedimenti neogenici della vasta area circostante, comprendente il bacino di Sassa a nord (BOSSIO *et al.*, 1994a), di Serrazzano-Lustignano a nord-est (dati inediti), di Montebamboli (dati inediti)-Marsiliana (BOSSIO *et al.*, 1994b) e di Perolla (dati inediti)-Ribolla (BOSSIO *et al.*, in stampa b; COSTANTINI & TERZUOLI, 1994) a est e sud-est.

AFFIORAMENTO DI FORNACELLE

Il lembo è ubicato lungo la Statale N° 398 della Val di Cornia, circa 5 km a NE di Suvereto nei pressi di Fornacelle (fig. 1). A monte della statale questo è parzialmente ingombro di detriti della formazione delle Argille a Palombini (unità liguri interne) che la sovrasta morfologicamente lungo una faglia diretta a direzione circa meridiana. Le esposizioni migliori si rinvencono tra la statale e il F. Cornia, e in particolare nel greto di quest'ultimo dove gli strati si presentano fortemente inclinati (fino a 45°); ciò può essere dovuto all'azione delle faglie che delimitano gli affioramenti miocenici.

Sono state misurate e campionate le tre sezioni riportate in fig. 2 (la II delle quali rappresenta quanto affiorava al momento del sopralluogo tra il ciottolame alluvionale del greto del fiume in una fase di magra dello stesso). Esse sono rappresentate con maggior dettaglio nelle figg. 3, 4 e 5, nelle quali sono anche evidenziate le ripartizioni dei resti organici incontrati nei lavati (con le relative stime semiquantitative) e nelle sezioni sottili dei campioni. Nella figura 5 inoltre viene riportato il significato dei simboli utilizzati per raffigurare il contenuto in macrofossili e le strutture sedimentarie presenti nelle successioni.

Nella successione, affiorante per uno spessore di circa 115 m, sono state riconosciute quattro unità di seguito descritte a partire da quella stratigraficamente più bassa.

Argille lignitifere di Ribolla

A contatto per faglia col substrato preneogenico, rappresentato dalla formazione delle Argille a Palombini, questa unità utilizzata informalmente da COSTANTINI & TERZUOLI (1994) nell'area di Ribolla affiora per uno spessore di poco meno di 30 m. Si tratta di argille marnose di colore grigio o grigio-giallastro mostranti talvolta una chiara

fissilità o una evidente suddivisione in lamine. A questo litotipo si intercalano sporadici strati sottili (4-6 cm) di calcari detritici grigio-beige del tutto simili a quelli che nella vicina area della Marsiliana si rinvennero nella formazione delle Marne e siltiti con opercoli di *Bithynia* (Bossio *et al.*, 1994b).

L'unità si è deposta in parte in ambiente lacustre e in parte in un contesto lagunare con acque debolmente salmastre. Infatti i campioni della sua porzione inferiore sono caratterizzati (fig. 3) da organismi dulciacquicoli, con quantità variabili di Ostracodi (frequenti *Cyprideis* spp., comune *Candona* sp., rare *Candona* aff. *labiata*, *Cyprideis* *belfortensis* e *Cyprideis* sp.), di oogoni di *Charophytae* (da rari ad abbondanti), di opercoli di *Bithynia* (da scarsi a frequenti). Ad essi si associano abbondanti frammenti di vegetali e concrezioni carbonatiche di origine algale. Una parte di questi elementi scompare nella porzione superiore, dove è sostituita da organismi di acque salmastre. Tra gli Ostracodi compare *Amnicythere* sp. i cui rari esemplari si associano ad abbondanti rappresentanti di *Cyprideis*; compaiono inoltre Foraminiferi costituenti un'associazione oligotipica a frequenti *Ammonia beccarii tepida* e piccole Bolivine, Bulimine e Cassiduline. La profondità delle due tipologie ambientali doveva essere contenuta entro valori alquanto modesti.

Marne sabbiose di Casetta Rossi

Concordanti sopra le Argille lignitifere di Ribolla affiorano per uno spessore di circa 25 m (fig. 3). Il litotipo prevalente è rappresentato da marne sabbiose alternativamente gialle e grigie, chiaramente laminari. Le analisi micropaleontologiche hanno rivelato la presenza di Ostracodi (con rare *Amnicythere* sp., *Candona* sp., *Chartocythere* sp. e *Potamocypris* sp., comune *Loxoconcha elliptica* e frequente *Cyprideis* sp.), Foraminiferi (con abbondante *Cassidulinita prima*, comuni *Miliammina fusca* e *Ammonia beccarii tepida*, rare Bolivine di piccole dimensioni), ricorrenti oogoni di *Charophytae*, abbondanti frammenti di vegetali e concrezioni carbonatiche algali. L'associazione di questi resti indica la persistenza di un ambiente lagunare con acque di debole salinità e profondità.

Calcareniti di Fornacelle

Giacciono in concordanza sulle Marne sabbiose di Casetta Rossi e affiorano per uno spessore di una quindicina di metri. Questa unità è più varia delle precedenti e si compone, in ordine di frequenza decre-

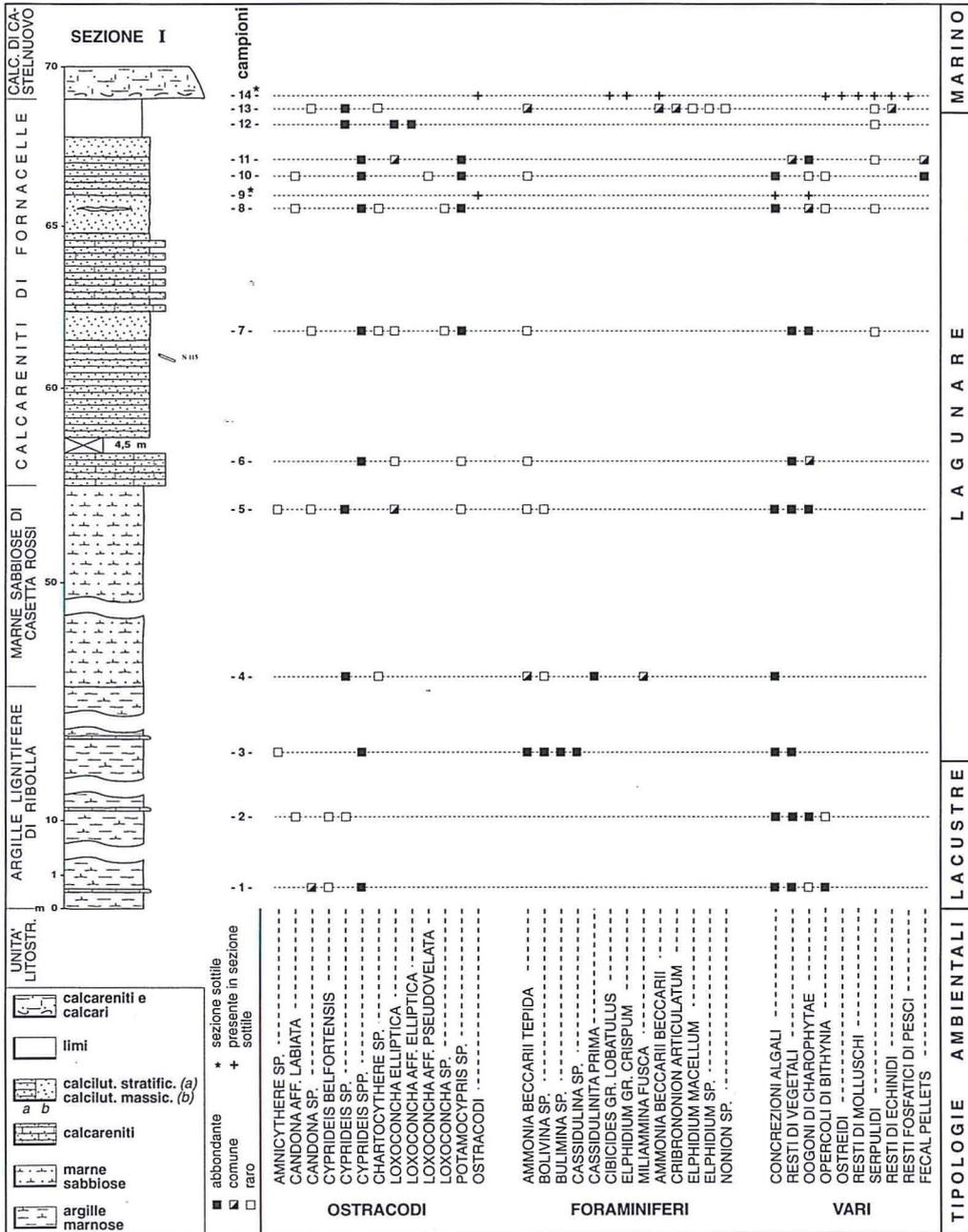


Fig. 3 - Litologie, ripartizione dei resti organici nella sezione I e tipologie ambientali. Per i simboli relativi alla colonna stratigrafica si veda la Fig. 5.

scente, di calcareniti fini giallastre, calcilutiti di colore giallo o nocciola e limi calcarei di colore grigio-giallo (Figg. 3, 4 e 5).

Le calcareniti fini si presentano in genere in strati di esiguo spessore (2-4 cm) separati da veli di argilla; talvolta si presentano in lamine incrociate o ondulate.

Le calcilutiti si presentano in strati di spessore superiore ai 70 cm o in straterelli centimetrici; in quest'ultimo caso possono susseguirsi per spessori superiori al metro o rinvenirsi come intercalazioni all'interno delle calcareniti fini.

I limi, decisamente subordinati, manifestano una tessitura massiccia e si rinvengono per lo più in prossimità della base della soprastante litofacies calcarea, dove raggiungono spessori superiori al metro.

Se si escludono alcune decine di centimetri della sua parte sommitale, questa unità presenta contenuti micropaleontologici assai simili a quelli incontrati in quella sottostante. Gli Ostracodi, anche se rappresentati da un numero molto limitato di forme, sono frequenti. Si presentano spesso abbondanti *Cyprideis* spp. e *Potamocypris* sp.; frequenza elevata viene comunque raggiunta in qualche caso anche da *Candona* sp., *Loxococoncha elliptica* e *L. aff. elliptica*; sono invece sempre rare ed anche saltuarie *Amnicythere* sp., *Candonopsis* ? sp., *Chartocythere* sp., *Loxococoncha aff. pseudovelata* e *L. sp.* Una rappresentanza molto scarsa è quella dei Foraminiferi, limitata a qualche esemplare di *Ammonia beccarii tepida* e di *Cassidulinita prima*. I residui di lavaggio sono inoltre caratterizzati da abbondanti frustoli di vegetali o da frequenti concrezioni carbonatiche di origine algale; ad essi si associano spesso rari o frequenti oogoni di *Charophytae* e rari o comuni Serpulidi, più saltuariamente qualche opercolo di *Bithynia* e quantità variabili (anche abbondanti) di fecal pellets. Questi elementi concorrono ad evidenziare la persistenza di un dominio lagunare di debole profondità e con salinità variabili ma sempre contenute entro valori molto bassi, talora assai prossimi a quelli delle acque dolci. Questi sedimenti, normalmente aggradanti, sono stati saltuariamente interessati da rimodellamenti provocati da correnti di marea (sand waves) o da tempeste (hummocks); in occasione di queste ultime sono stati parzialmente erosi e la successiva deposizione ha provocato fenomeni di amalgamazione. In alcuni casi le correnti hanno inoltre chiaramente isorientato (secondo la direzione N 115°) i frustoli vegetali frequenti al fondo.

I pochi decimetri sommitali dell'unità contengono la testimonianza della sostituzione del dominio lagunare da parte di quello marino pur sempre in un contesto di acque di modesta profondità. Nelle associa-

zioni a Foraminiferi compaiono infatti dapprima, se pur con rari esemplari, *Ammonia beccarii beccarii*, *Elphidium macellum*, *E. sp.*, *Nonion sp.* e *Protelphidium granosum*. Ben presto il primo taxon aumenta sensibilmente di abbondanza e ai precedenti si aggiungono *Asterigerinata planorbis*, *Buccella frigida granulata*, *Elphidium crispum*, *Globulina sp.*, *Quinqueloculina sp.*, *Triloculina sp.*, alcuni con frequenze non indifferenti. Parallelamente nelle ostracofaune si presentano frequenti *Aurila* aff. *cicatricosa*, *A. philippii*, *A. gr. philippii*, *Loxococoncha* aff. *hastata* e rare *Aurila cicatricosa*, *Carinocythereis antiquata*, *Cytheretta semiornata*, *Xestoleberis spp.*

Tra gli organismi marini vanno inoltre annoverati comuni resti di Echinidi e di Briozoi, nonché alcuni Gasteropodi. A questi elementi se ne associano però altri tipici di salinità ben più basse e che caratterizzavano pressoché totalmente la precedente laguna salmastra; tra essi si ricordano da rara a frequente *Ammonia beccarii tepida*, da scarso a comune *Cribrononion articulatum*, abbondanti *Cyprideis sp.* e *Loxococoncha elliptica*, rare *Candona sp.* e *Chartocythere sp.*, nonché frequenti oogoni di *Charophytae*. Se per questi ultimi è senza dubbio da invocarsi un rimaneggiamento dai sedimenti sottostanti (del resto anche il loro pessimo stato di conservazione depone in tal senso), ciò non è del tutto sicuro per gli altri; la presenza di essi (o di una loro parte) potrebbe infatti conciliarsi con una salinità del dominio marino al di sotto dei valori medi.

Calcari di Castelnuovo

Questa unità, di colore grigio e avana chiaro, giace sopra la precedente ed il passaggio fra le due avviene per alternanze. Gli affioramenti migliori sono ubicati in riva sinistra del F. Cornia (dove sono visibili i primi due strati calcarei della sezione II, oltreché la sottostante unità già descritta) e lungo il talweg dello stesso (in cui sono osservabili solo le testate degli altri strati calcarei riportati nella fig.4), dove danno luogo a una successione sedimentaria di circa 45 m di potenza.

Alla base dei Calcari di Castelnuovo si rileva una sequenza ciclica dello spessore di 5 m (Fig. 4). Nella sua metà inferiore essa inizia con biocalciruditi che passano a calcareniti finissime e prosegue con strati calcarenitici sempre più sottili verso l'alto (thinning up); nella metà superiore i litotipi si succedono con un ordine inverso rispetto al precedente. Le biocalciruditi basali e sommitali materializzano un ambiente marino di modesta profondità; evidenze in tal senso sono manifestate dagli abbondanti fossili, rappresentati soprattutto da *Ostrea*

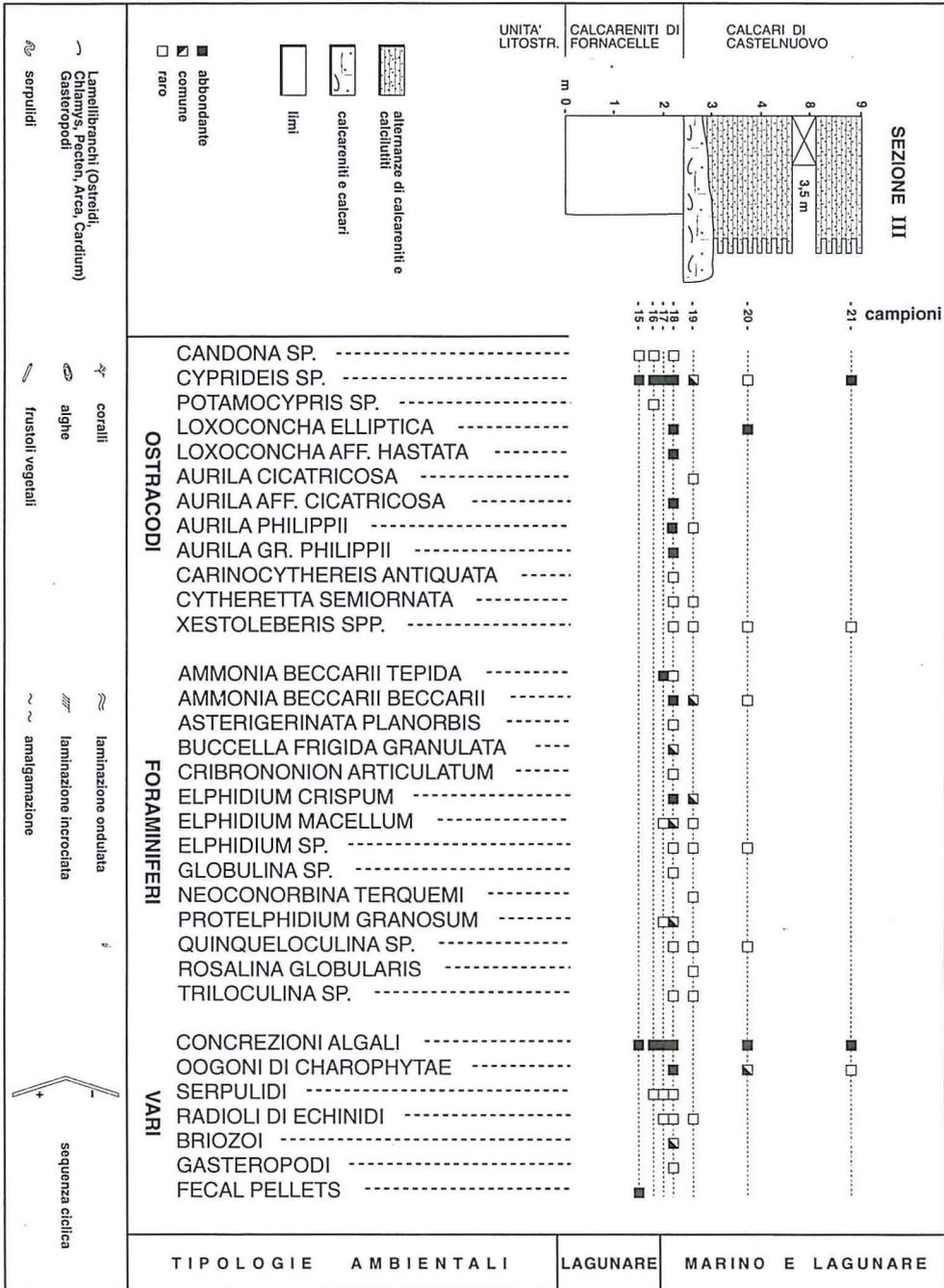


Fig. 5 - Litologie, ripartizione dei resti organici nella sezione III e tipologie ambientali. Il contenuto in macrofossili e le strutture sedimentarie presenti nelle successioni di Figg. 3,4e5 sono evidenziati con i simboli riportati in fondo a questa figura.

e subordinatamente da *Pecten* (tra cui *P. vigolenensis*), *Chlamys*, *Arca*, *Cardium*, *Anomia*, Gasteropodi vari. Una ulteriore testimonianza è ricavabile dalla microfauna incontrata in un lavato dei calcari di base della sezione III (fig. 5): essa è costituita, per i Foraminiferi, da comuni *Ammonia beccarii beccarii* ed *Elphidium crispum* e da rari *E. macellum*, *E. sp.*, *Neoconorbina terquemi*, *Quinqueloculina sp.*, *Rosalina globularis* e *Triloculina sp.*, nonché, per gli Ostracodi, da comuni *Cyprideis sp.* (forse rimaneggiate) e rare *Aurila cicatricosa*, *A. philippii*, *Cytheretta semiornata* e *Xestoleberis spp.*. Associazioni simili a Foraminiferi sono emerse anche dalle sezioni sottili di due campioni prelevati alla base del primo livello calcareo delle sezioni I e II; esse sono risultate costituite da un packstone ad *Ammonia beccarii beccarii*, *Elphidium gr. crispum*, *Cibicides gr. lobatulus* e Miliolidi (*Quinqueloculina*) cui si aggiungono Ostreidi e frammenti di altri Molluschi, resti fosfatici di Pesci, Serpulidi e frammenti di Echinidi. I litotipi compresi tra i due livelli calcarei sono risultati invece, all'esame in sezione sottile, mudstone e wackestone a Ostracodi, oogoni di *Charophytae*, Vermetidi e altri Gasteropodi, Serpulidi e spicole di Spongiari silicei, denotanti un ambiente lagunare interno. Queste indicazioni si conciliano bene con quelle di acque debolmente salmastre e poco profonde ricavate dai campioni provenienti dalle intercalazioni calcarenitiche della sezione II e dalle calcareniti di poco soprastanti al livello calciruditico marino di base nella sezione III. Essi sono infatti caratterizzati da *Loxoconcha elliptica* (in un caso con una eccezionale abbondanza), un ostracode di acque a bassa salinità con cui ben si conciliano i rari esemplari di *Cyprideis sp.* e di *Candonopsis ? sp.*, nonché i ricorrenti oogoni di *Charophytae*. Gli sporadici elementi marini rinvenuti nelle calcareniti della sezione III (*Xestoleberis sp.*, *Ammonia beccarii beccarii*, *Elphidium sp.*, *Quinqueloculina sp.*) sono talmente mal conservati da far supporre verosimile un loro rimaneggiamento.

La sequenza ciclica rilevabile nei primi 5 m dell'unità potrebbe essere messa in relazione con una breve oscillazione del livello del mare che ha determinato un momentaneo ritiro del dominio marino e l'effimero ripristino di quello lagunare. Al di sopra della sequenza ciclica la successione affiora con discontinuità ed è rappresentata da banchi isolati di calcare marino che sporgono tra il ciottolame del greto del fiume (con spessori variabili da 1 a 2 m); non è quindi possibile stabilire se vi siano altre sequenze del tipo descritto. Una parte dei calcari manifesta i caratteri tipici di corpi biocostruiti da alghe e/o coralli (reef). Dall'esame in sezione sottile sono stati infatti riconosciuti boundstone ad Alghe rosse (Melobesie); boundstone-wackestone a

Porites, Alghe rosse e Serpulidi; packstone-boundstone con Alghe rosse, Briozoi, Serpulidi, Molluschi, spine e placche di Echinidi; wackestone a *Porites* incrostati da Alghe rosse e Serpulidi. Tra i bioclasti sono ricorrenti anche i Foraminiferi (Miliolidi, Discorbidi, ecc.); presenti granuli di quarzo, glauconite, litoclasti di rocce metamorfiche ed altri litici. In altri casi le analisi in sezione sottile suggeriscono la presenza di sedimenti depositi ai margini del reef (inter-reef); sono infatti presenti packstone bioclastici con frammenti di resti di scogliera.

Si segnala, infine, che sia nel Talweg del F.Cornia sia nel piccolo bosco della collinetta tra il fiume e la statale sono stati individuati, tra i calcari marini, piccoli affioramenti di conglomerati (con ciottoli di dimensioni da 0,5 a 30 cm) immersi in matrice calcarea) a testimonianza dell'esistenza di apparati deltizi non lontani.

AFFIORAMENTO DI CASETTA ROSSI

Si rinviene circa 500 m a Nord di quello di Fornacelle a monte della Strada Statale della Val di Cornia n° 398. In questa località la formazione delle Argille a Palombini è sormontata direttamente dalle Marne sabbiose di Casetta Rossi le quali a causa dei frequenti lavori di aratura si presentano alquanto scompaginate.

I campioni prelevati in questa località hanno confermato le indicazioni ambientali fornite da quelli presi in questa stessa unità nella zona di Fornacelle.

AFFIORAMENTO DI CASA S. ZOE

Il lembo di Casa S.Zoe è ubicato circa 1 km a Nord di quello di Fornacelle sul fianco orientale del rilievo tra il F. Cornia e il T. Massera. Esso è delimitato per buona parte della sua estensione da due faglie, con direzione appenninica l'una e antiappenninica l'altra, che ribassano i depositi neogenici rispetto alla formazione delle Argille a Palombini. Come risulta dalla carta geologica di fig. 1 in corrispondenza di questo lembo affiorano soltanto le due unità sommitali delle quattro descritte nell'affioramento di Fornacelle e precisamente: Calcari di Castelnuovo e Calcareniti di Fornacelle. I rapporti intercorrenti tra queste due unità non sono visibili in campagna in quanto obliterati da una fascia di detrito.

Per quel che riguarda i rapporti con il substrato, anche se le osser-

vazioni sono possibili solo per un piccolo tratto, sembra che a trasgredire siano i livelli salmastrici delle Calcareniti di Fornacelle.

Dal punto di vista litologico e paleontologico le due unità presentano pressoché le stesse caratteristiche riscontrate nell'affioramento di Fornacelle (confermate anche dalle analisi di alcune sezioni sottili), alla cui trattazione si può solo aggiungere che:

- in entrambe si rinvencono frequentemente paraconglomerati minuti e microconglomerati ben legati da cemento calcareo;
- il calcare marino presenta nella parte sommitale ciottolotti sparsi provenienti dalle formazioni liguri, analogamente a quanto constatato nella porzione superiore dell'affioramento del Rio Guardigiano nel più settentrionale Bacino di Lustignano (LAZZAROTTO *et al.* 1964).

AFFIORAMENTO DI CASA S. MARCO

Il lembo di C.S. Marco si rinviene circa 1 km a NNO del precedente e a poco più di mezzo chilometro a SE della Fattoria Consalvo. Vi affiorano esclusivamente i Calcari di Castelnuovo; essi giacciono direttamente sul substrato rappresentato dalla formazione delle Argille a Palombini e sono limitati ad Est da una faglia con direzione meridiana che con tutta probabilità costituisce il prolungamento verso Nord di quella che fiancheggia il lembo di Fornacelle. Le condizioni di affioramento non sono buone; si rinvencono infatti isolati, sporadici e limitati affioramenti di calcare con calcareniti e biocalciruditi, ai quali si associano molto subordinatamente porzioni di strato di calcareniti e calcilutiti giallastre. I fossili sono rappresentati soprattutto da Ostreidi e Pettinidi.

CONSIDERAZIONI CRONOLOGICHE E CONCLUSIONI

L'integrazione delle osservazioni di campagna con le analisi di laboratorio (sia petrografiche, sia paleontologiche) ha consentito di chiarire il significato ambientale delle litofacies costituenti gli esigui affioramenti della media Val di Cornia segnalati come pliocenici. A prescindere dagli elementi paleontologici con un inequivocabile significato cronologico (in verità limitati alle facies marine e agli Ostracodi *Aurila cicatricosa* e *A.philippii* del Messiniano inferiore), la ricostruzione dei paleoambienti e della loro evoluzione consente, soprattutto alla luce delle recenti acquisizioni sulla stratigrafia e paleogeografia del

Neogene toscano, un agevole inquadramento della successione sedimentaria anche in un contesto cronostratigrafico. Quest'ultimo è risultato completamente diverso da quanto prospettato in precedenza: la successione delle tipologie ambientali riscontrata nella media Val di Cornia corrisponde infatti perfettamente a quella che ha caratterizzato i bacini toscani a Ovest della Dorsale Medio Toscana nel corso del Miocene superiore e resa nota soprattutto dai lavori di BOSSIO *et al.* (1978, 1981a-c, 1986, 1991, 1992a-b, 1993, 1994a-b, in stampa a-b), COSTANTINI *et al.* (1990, 1994); Giannelli *et al.* (1981). A titolo di esempio nella fig. 2 è visualizzata questa corrispondenza con la vicina area della Marsiliana (BOSSIO *et al.* 1994b, fig. 4).

In termini molto sintetici e nei lineamenti generali l'evoluzione paleogeografica del Miocene superiore inizia con un episodio lacustre a cui è stata attribuita un'età turoliana (corrispondente alla parte superiore del Tortoniano in termini di cronostratigrafia marina). L'area della media Val di Cornia e quella della Marsiliana fanno parte del bordo occidentale del dominio lacustre a E della Dorsale Peritirrenica, la quale separa tale dominio lacustre da quelli più occidentali compresi tra essa e la Dorsale Meloria-Vada (v. fig. 21A di BOSSIO *et al.*, 1992a). Nel settore corrispondente alla zona di Fornacelle si depositano le Argille lignitifere di Ribolla (delle quali affiora solo la parte superiore), mentre in quello della Marsiliana si succedono i Conglomerati di Collacchia, le Argille grigie con ciottoli, le Marne e siltiti con opercoli di *Bithynia* e la porzione iniziale delle Argille maculate grigie e gialle.

Questo dominio lacustre orientale si è evoluto in un'ampia laguna con acque debolmente salmastre allorché, nel Messiniano iniziale, si è aperta una limitata comunicazione con il settore occidentale, interessato nel frattempo da una trasgressione marina le cui uniche testimonianze rimangono i Conglomerati delle Cantine e, soprattutto, i Calcari dell'Acquabona (due membri della Formazione del Calcare di Rosignano) nei Monti Livornesi.

Nell'area della media Val di Cornia nel dominio salmastro continuano a depositarsi le Argille lignitifere di Ribolla, sostituite dapprima dalle Marne sabbiose di Casetta Rossi e successivamente dalle Calcareniti di Fornacelle. In un regime di subsidenza senza soluzione di continuità nell'area in esame, come del resto in altri settori del bordo della laguna, le acque salmastre debordano dai limiti del precedente dominio lacustre, tant'è che le Marne sabbiose di Casetta Rossi prima e le Calcareniti di Fornacelle poi trasgrediscono sul substrato pre-neogenico anche in zone vicine. Nel settore della Marsiliana durante la fase salmastra continuano a deporsi le Argille maculate grigie e

gialle le quali, pur tuttavia, con le loro molteplici intercalazioni di gessi (membro delle Argille e gessi) manifestano ripetute e sensibili oscillazioni della salinità, almeno a partire da un certo momento. La precipitazione di evaporiti è un fenomeno alquanto generalizzato nella laguna e risparmia solo alcune sue zone marginali (come quella della media Val di Cornia), probabilmente in conseguenza di apporti di acque dolci continentali. Esso comunque precede la generale precipitazione dei gessi nel Mediterraneo ed è messo in relazione ad un abbassamento eustatico del livello del mare che, nell'area dei Monti Livornesi causa l'emersione, la "morte", la parziale erosione e la dolomitizzazione del complesso di scogliera dell'Acquabona. Un successivo innalzamento del livello marino determina una nuova ma effimera trasgressione marginale nel settore costiero (al momento unica testimonianza ne è un intervallo carbonatico lagunare giacente sui Calcari dell'Acquabona ma separato da essi mediante una superficie di erosione; BOSSIO *et al.*, 1978, 1981a, 1991⁽¹⁾), mentre a Est della Dorsale Peritirrenica persiste il dominio lagunare in regime di acque a salinità molto bassa.

È verosimile (non vi sono elementi diretti per corroborarlo) che gli episodi sedimentari "post-lacustri" sinora ricordati si siano realizzati in un intervallo del Messiniano inferiore corrispondente alla Zona a *Globorotalia conomiozea* dello schema zonale a Foraminiferi planctonici (IACCARINO e SALVATORINI, 1982) e alla parte superiore della Zona ad *Amaurolithus primus* - *A. amplificus* della zonazione a Nannoplancton calcareo (BOSSIO *et al.*, 1991). Certo è che ancora nell'ambito di quest'ultima biozona e nel corrispondente intervallo della "Non distinctive Zone" dei Foraminiferi, e quindi sempre nel Messiniano inferiore, si realizza una ulteriore trasgressione marina che si estende rapidamente e ampiamente nel settore occidentale (al momento di nuovo emerso) e in quello orientale alla Dorsale Peritirrenica, oltrepassando i limiti dei precedenti bacini lagunari fino a lambire, a Est, la Dorsale Medio Toscana. Tipica espressione di questo generalizzato dominio marino sono, nel settore occidentale, i Calcari di Castelnuovo

(1) Il lavoro presentato al workshop di Pisa organizzato nel 1991 dall'ENEL è la versione sintetica tratta dal lavoro di BOSSIO *et al.* (in stampa). Quest'ultimo fu approntato nel 1989 per essere pubblicato da Springer-Verlag (London) in un volume dedicato alle scogliere reefali mioceniche. Per vari motivi tale volume non è stato mai stampato; di conseguenza l'articolo farà parte del volume "Models for carbonate stratigraphy from the Miocene of the Mediterranean regions" curato da FRANSEEN E.K., ESTEBAN M., WARD W.C. & ROUCHY J.M e che sarà pubblicato dalla S.E.P.M. (Society of Economic Paleontologists and Mineralogists).

che esprimono le varie tipologie ambientali di un complesso di scogliera e che caratterizzano le zone marginali sovrapponendosi ai calcari dei precedenti episodi recifali o trasgredendo direttamente sul substrato pre-neogenico. Patch-reef a Coralli e/o ad Alghe si impiantano anche in varie località della fascia marginale del settore orientale, sia sui sedimenti lagunari precedenti (nel nostro caso specifico i Calcari di Castelnuovo ne rappresentano un esempio), sia su quelli alloctoni (a Casa S. Marco la stessa unità giace direttamente sul substrato pre-neogenico). Nelle zone meno prossimali dei due settori lateralmente alle facies recifali si depositano in prevalenza argille (Argille a *Pycnodonte* Auct.), come ad esempio nell'area della Marsiliana (Argille maculate grigie e gialle della parte superiore della sezione di fig. 2).

Con i ripetuti tentativi di costruzioni coralline si esauriscono le testimonianze sedimentarie dell'evoluzione paleogeografica che ha interessato la media Val di Cornia nel corso del Tortoniano superiore - Messiniano inferiore. Quelle esaminate sono comunque le uniche reperibili in tutta la media e bassa Val di Cornia; nella sua area più a monte (bacino di Lustignano-Serrazzano, tuttora in studio) esistono altri affioramenti di questa età. Per contro nella media e bassa Val di Cornia sono presenti solo estese plaghe del Conglomerato di Montebamboli (LAZZAROTTO *et al.*, 1969), una unità fluviale in alcune località e lacustre in altre, attribuibile alla parte superiore del Turoliano (o del Messiniano per la cronostratigrafia standard). È comunque verosimile che la media Val di Cornia abbia avuto, per il resto del Miocene, una evoluzione simile a quella registrata nella vicinissima area della Marsiliana:

- si conclude l'episodio marino con la precipitazione di evaporiti (come altrove ciò è preannunciato dalle particolari composizioni microfaunistiche e nannofloristiche, denotanti una ipersalinità delle acque oltreché una loro scarsa ossigenazione al fondo, localmente inibita dall'arrivo di ingenti depositi clastici da vicine aree in sollevamento);

- si instaura un contesto ambientale di acque dolci o leggermente salmastre (il ben noto "lago-mare" Auct.) in cui si esaurisce la deposizione delle Argille maculate grigie e gialle;

- segue un temporaneo sollevamento dell'area con conseguente emersione e, nuovamente in regime di subsidenza, con l'impostazione di una rete fluviale i cui depositi ciottolosi (Conglomerato di Montebamboli), caratterizzati anche da elementi di eurite e porfido granitico, indicano una provenienza dall'area elbana (MARINELLI, 1955; v. anche la rassegna di BOSSIO *et al.*, 1993).

LAVORI CITATI

- BOSSIO A., BRADLEY F., ESTEBAN M., GIANNELLI L., LANDINI W., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (1981a) - Alcuni aspetti del Miocene superiore del Bacino del Fine. IX Convegno della Società Paleontologica Italiana (3-8 ottobre 1981), 21-54, Pacini, Pisa.
- BOSSIO A., CERRI R., COSTANTINI A., GANDIN A., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANDRELLI F. (1992a) - Il Bacino di Volterra - Descrizione degli stop. Soc. Geol. It., 76^a Riunione Estiva, L'Appennino Settentrionale; Guida alle Escursioni post-Congresso, 244-278, Firenze.
- BOSSIO A., CERRI R., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANDRELLI F. (in stampa a) - The neoautochthonous succession of the Spicchiaiola-Pignano area, East of Volterra (Southern Tuscany, Italy). *Mem. Soc. Geol. It.*
- BOSSIO A., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANDRELLI F. (1992b) - Aggiornamento bio- e cronostratigrafico del Neogene toscano. Soc. Geol. It., 76^a Riunione Estiva, L'Appennino Settentrionale, Riassunti, 150-152, Firenze.
- BOSSIO A., COSTANTINI A., FORESI L.M., MAZZANTI R., MAZZEI R., MONTEFORTI B., SALVATORINI G., SANDRELLI F., TESTA G. (1994a) - Note preliminari sul Neautoctono dell'area di Sassa (settore SW del Bacino di Volterra) Province di Pisa e Livorno. *Studi Geologici Camerti*, Vol. spec. 1994/1, 33-43, Città di Castello.
- BOSSIO A., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANDRELLI F. (1993) - Rassegna delle conoscenze sulla stratigrafia del Neautoctono toscano. *Mem. Soc. Geol. It.*, **49**, 17-98, Pisa.
- BOSSIO A., COSTANTINI A., MAZZEI R., SALVATORINI G., TERZUOLI A. (1994b) - Il Neogene dell'area della Marsiliana (Grosseto). *Studi Geologici Camerti*, Vol. spec. 1994/1, 45-56, Città di Castello.
- BOSSIO A., COSTANTINI A., SALVATORINI G., TERZUOLI A. (1992) - Il Neogene del Bacino di Ribolla. In: L'Appennino settentrionale. 76^a Riunione estiva S.G.I.; Riassunti, 169.
- BOSSIO A., COSTANTINI A., SALVATORINI G., TERZUOLI A. (in stampa b) - The Neogene of the Ribolla area (Grosseto): preliminary results. *Mem. Soc. Geol. It.*
- BOSSIO A., ESTEBAN M., GIANNELLI L., LONGINELLI A., MAZZANTI R., MAZZEI R., RICCI LUCCHI F., SALVATORINI G. (1978) - Some aspects of the Upper Miocene in Tuscany. Messinian Seminar N. 4 (Rome, October 9-14, 1978); field trip guidebook, 1-88, Pacini, Pisa.
- BOSSIO A., ESTEBAN M., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (1991) - Ipotesi di correlazione tra facies sedimentarie del Miocene superiore dei bacini compresi tra il Valdarno Inferiore e la Val di Cecina. Riassunti del workshop "Evoluzione dei bacini neogenici e loro rapporti con il magmatismo Plio-Quaternario nell'area Tosco-Laziale", (Pisa, 12-13 giugno 1991), 70-72, Pisa.
- BOSSIO A., ESTEBAN M., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (in stampa) - Rosignano Reef Complex (Messinian), Livornese Mountains, Tuscany, Central Italy. In FRANSEEN E.K. *et al.*: Models for carbonate stratigraphy from the Miocene of the Mediterranean Regions. *S.E.P.M.*
- BOSSIO A., GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (1981b) - Gli strati alti del Messiniano, il passaggio Miocene-Pliocene e la sezione plio-pleistocenica di Nugola nelle colline a NE dei Monti Livornesi. IX Convegno della Società Paleontologica Italiana (3-8 ottobre 1981), 55-90, Pacini, Pisa.
- BOSSIO A., GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (1981c) - Il passaggio

- dalla facies lacustre alla evaporitica e le "Argille a *Pycnodonta*" presso Radicondoli (Siena). IX Convegno della Società Paleontologica Italiana (3-8 ottobre 1981), 161-174, Pacini, Pisa.
- BOSSIO A., GUELFI F., MAZZEI R., MONTEFORTI B., SALVATORINI G. (1991) - Note geologiche e stratigrafiche sull'area di Palmariggi (Lecce, Puglia). *Riv. It. Paleont. Strat.*, **97**, 2, 175-234, Milano.
- BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (1986) - Analisi micropaleontologiche delle formazioni mioceniche, plioceniche e pleistoceniche dell'area del Comune di Rosignano M°. In "La Scienza della Terra, nuovo strumento per lettura e pianificazione del territorio di Rosignano Marittimo". *Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno*, suppl. 1, **6**, 129-170, Livorno.
- CENSINI G., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., MACCANTELLI M., MAZZANTI R., SANDRELLI F., TAVARNELLI E. (1992) - Evoluzione geomorfologica della Pianura di Piombino (Toscana Marittima). *Geogr. Fis. e Dinam. Quat.*, **14**(1), 45-62, ..
- COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., MACCANTELLI M., MAZZANTI R., SANDRELLI F., TAVARNELLI E. (1990) - Carta Geologica della Provincia di Livorno a Sud del F. Cecina. S.E.L.C.A., Firenze.
- COSTANTINI A., TERZUOLI A. (1994) - Carta Geologica dell'area di Ribolla. Siena.
- GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. (1981) - Breve quadro stratigrafico e paleogeografico del Neogene e del Quaternario del Valdarno Inferiore, della Val di Fine e della Val di Cecina. IX Convegno della Società Paleontologica Italiana (3-8 ottobre 1981), 9-20, Pacini, Pisa.
- IACCARINO S., SALVATORINI G. (1982) - A framework of planktonic foraminiferal biostratigraphy for Early Miocene to Late Pliocene Mediterranean area. *Paleont. Stratigr. ed evoluz.*, *Quad.* **2**, 115-125, Roma.
- LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., SALVATORINI G. (1964) - Stratigrafia neogenica toscana: esame geologico e micropaleontologico di alcune sezioni del complesso neoautoctono delle valli di Cornia e di Milia (province di Pisa e Grosseto). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, **83** (4), 401-460, Pisa.
- LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., SALVATORINI G. (1969) - Conglomerato di Montebamboli. *Studi Illustr. Carta Geol. d'Ital.*, **2**, 15 pp., Roma.
- MARINELLI G. (1955) - Le rocce porfiriche dell'Isola d'Elba. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, Ser. A, **62**, 269-418, Pisa.

(ms. pres. il 22 febbraio 1995; ult. bozze il 14 giugno 1995)