

NOTE PRELIMINARI SUL NEOAUTOCTONO DELL' AREA DI SASSA (SETTORE SW DEL BACINO DI VOLTERRA) PROVINCE DI PISA E LIVORNO

Riassunto

Abstract

1. Introduzione

2. Successione Neoautoctona

2.1 Settore centro-settentrionale (Settore A)

2.2 Settore meridionale (Settore B)

3. Discussione dei dati e considerazioni conclusive

3.1 Miocene Superiore

3.2 Pliocene

3.2.1 Intervallo 1

3.2.2 Intervallo 2

3.2.3 Intervallo 3

3.3 Pleistocene

Riferimenti bibliografici

RIASSUNTO

Vengono esposti i risultati preliminari di ricerche interdisciplinari (rilevamento geologico, analisi biostratigrafiche e paleoambientali) sui sedimenti neoautoctoni affioranti nell' Area di Sassa.

L'evoluzione sedimentaria e paleogeografica dell'area si è espletata secondo cicli sedimentari succedutisi dal Miocene superiore al Pleistocene inferiore. Nel Tortoniano (parte corrispondente al Tortonian superiore) la sedimentazione di tipo continentale (fluvio-lacustre), contraddistinta da litofacies molto variabili in cui prevalgono quelle sabbioso-conglomeratiche, si è realizzata nel settore centro-settentrionale (Settore A) in un regime di subsidenza. L'assenza di depositi fluvio-lacustri nel settore meridionale (Settore B) è da mettere in relazione con il fatto che questo settore non era in subsidenza, oppure poteva esserlo ma costituiva un alto morfologico. Sopra i depositi continentali giacciono in continuità altri prevalentemente argillosi, dapprima di ambiente lagunare e in seguito marino, riferibili alla porzione inferiore della Non distinctive Zone dei Foraminiferi, ovvero alla parte sommitale della Zona ad *Amaurolithus primus* - *A. amplificus* dei nanofossili.

La sedimentazione marina, di breve durata, viene interrotta da un episodio evaporitico (ev) il cui inizio è correlabile con quello della deposizione evaporitica nel Bacino Mediterraneo. La regressione, conseguente all'abbassamento relativo del livello del mare, comporta la sostituzione del dominio marino da parte di quello continentale ("lago-mare"), caratterizzato da litotipi argillosi cui si intercalano, localmente, gessareniti e conglomerati; tale sostituzione è evidenziabile solo nel Settore A dell'area.

* Dipartimento di Scienze della Terra - Pisa.

** Dipartimento di Scienze della Terra - Siena.

*** Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino - Pisa.

Nel Settore B i conglomerati di base del Pliocene giacciono in discordanza sui sedimenti messiniani di ambiente lagunare e marino; questa situazione è indicativa di un sollevamento realizzatosi nell'intervallo di tempo in cui si sono deposte le litofacies di "lago-mare". Il sollevamento potrebbe aver consentito l'erosione dei depositi di "lago-mare" eventualmente presenti nel Settore B.

Durante il Pliocene l'Area di Sassa è nuovamente sede di un dominio marino la cui sedimentazione è articolata in 2 cicli sedimentari separati da un breve periodo di emersione.

Nel Settore A i sedimenti prevalentemente argillosi del I Ciclo si sono depositi nel Pliocene inferiore (dalla Zona a *Sphaeroidinellopsis seminulina* s.l. fino alla Zona a *Globorotalia punctulata*; dalla Zona a *Discoaster variabilis* s.l. alla Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra* spp.) e poggiano in continuità su quelli di "lago-mare". Nel Settore B la sedimentazione del I Ciclo, l'unico presente, si è estesa fin nel Pliocene medio (base della Zona a *G. aemiliana*; porzione superiore della Sottozona a *Reticulofenestra* spp. della Zona a *D. tamalis*) e i relativi depositi sono trasgressivi e discordanti sulle precedenti unità sedimentarie. In questo settore è anche documentabile la migrazione delle facies trasgressive da N (Zona a *S. seminulina* s.l.) verso S (Zona a *G. punctulata*).

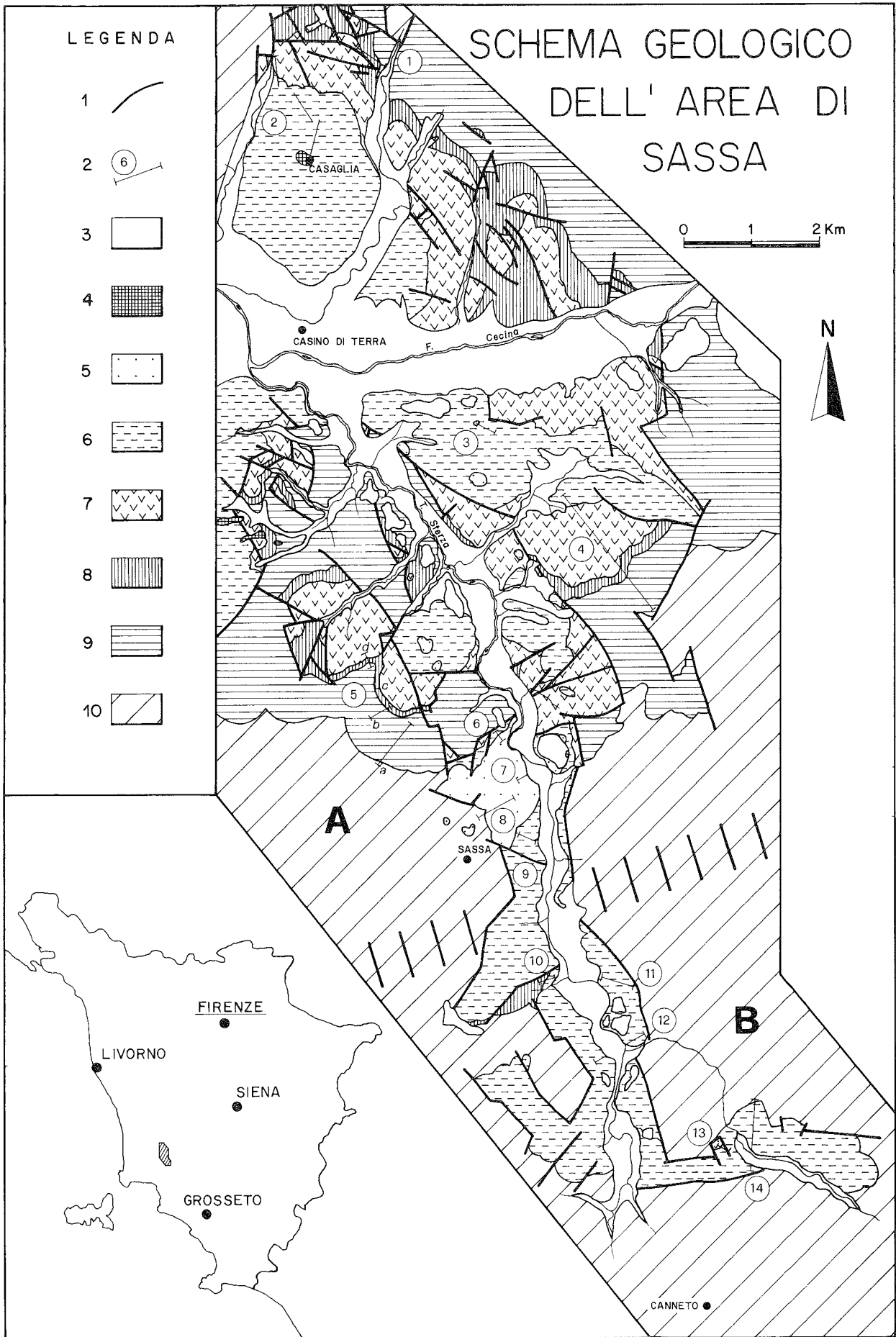
I sedimenti del II Ciclo (argille con calcareniti alla base) si sono depositi nel Pliocene medio (Zona a *G. aemiliana*; Zona a *D. tamalis*, porzione superiore della Sottozona a *Reticulofenestra* spp. e Sottozona a *Coccolithus pelagicus*), affiorano solo nel Settore A dove poggiano discordanti su quelli del ciclo precedente e sul substrato pre-neogenico.

Nel Pleistocene inferiore una ripresa della subsidenza ha consentito la deposizione di conglomerati e sabbie; questi litotipi affiorano all'estremità occidentale e settentrionale dell'area dove poggiano discordanti e trasgressivi sui sedimenti mio-pliocenici.

ABSTRACT

Preliminary results of multidisciplinary research (geological mapping, paleoecological and biostratigraphical analyses) on neoautochthon sediments exposed in the Sassa area (Tuscany, Italy) are presented.

Some sedimentary cycles are evident throughout the stratigraphic succession, which ranges from Upper Miocene to Lower Pleistocene. During the Late Tortonian the northern sector of the area (Settore A) formed part of a subsiding continental basin characterized by interfingering fluvio-lacustrine sands and conglomerates (and locally by lignite). This fluvio-lacustrine succession (the so-called "serie lignitifera") is absent from the southern part of the area (Settore B) either because no or negligible subsidence occurred, or because Settore B was a paleo-high. Conformably overlying the continental deposits is a predominantly argillaceous succession with paralic and marine microfauna respectively in the lower and upper part. Biostratigraphical analyses enable correlation of the marine portion with the lower



part of the Non-distinctive Zone (foraminiferal zonation), and with the uppermost part of the *Amaurolithus primus*-*A. amplificus* Zone (calcareous nannofossil zonation).

This brief marine episode was terminated by an evaporitic event (ev), coeval with the beginning of the Mediterranean "salinity crisis", and leading to the deposition of primary gypsum. The evaporitic drawdown rejuvenated the basin's morphology, bringing fresh water, clastic material (clay, sand gravel and reworked gypsum) in the deepest parts of the basin. The so-called "lago-mare" environment was then established in the area. In Settore A the subsidence allowed appreciable sedimentation; in Settore B the "lago-mare" sediments are lacking, either because of non-deposition or subsequent erosion due to tectonic uplift; an angular unconformity between Messinian and Lower Pliocene deposits testify to the latter hypothesis.

During the Early Pliocene a diachronous transgression restored the marine domain to the Sassa area, starting from Settore A and migrating southward in Settore B. In Settore A, mostly clayey sediments conformably overlie the uppermost Messinian "lago-mare" sediments and range from the *Sphaeroidinellops seminulina* s.l. Zone to the *Globorotalia puncticulata* Zone (foraminiferal zonation), and from the *Discoaster variabilis* s.l. Zone to the *D. tamalis* Zone, *Reticulofenestra* spp. Subzone (calcareous nannofossil zonation). The Lower Pliocene sediments are unconformably overlain by a Middle Pliocene calcarenitic-argillaceous succession (*G. aemiliana* Zone, upper part of the *Reticulofenestra* spp. Subzone and *Coccolithus pelagicus* Subzone, *D. tamalis* Zone) and are transgressive over the praeneogene. In Settore B the succession is continuous from Lower to Middle Pliocene, reaching the lower part of *G. aemiliana* Zone (*D. tamalis* Zone, *Reticulofenestra* spp. Subzone) and rests unconformably on Messinian sediments and praeneogene units. During the early Pleistocene a new subsidence episode occurred, which determined the deposition of both conglomerates and sands; these deposits, unconformably overlying the Miocene and Pliocene sediments, only outcrop in the western and northern sides of the investigated area.

PAROLE CHIAVE: Stratigrafia, Neogene, Toscana meridionale, Area di Sassa.

KEY WORDS: Stratigraphy, Neogene, Southern Tuscany, Sassa Area.

1. INTRODUZIONE

Questa nota rientra in un quadro più generale di ricerche condotte dagli Autori volta alla ricostruzione dell'evoluzione sedimentaria, paleogeografica e tettonica dei bacini neoautoctoni della Toscana meridionale. Lo studio prende in considerazione l'area di affioramento della successione neoautoctona compresa tra Canneto e Casaglia

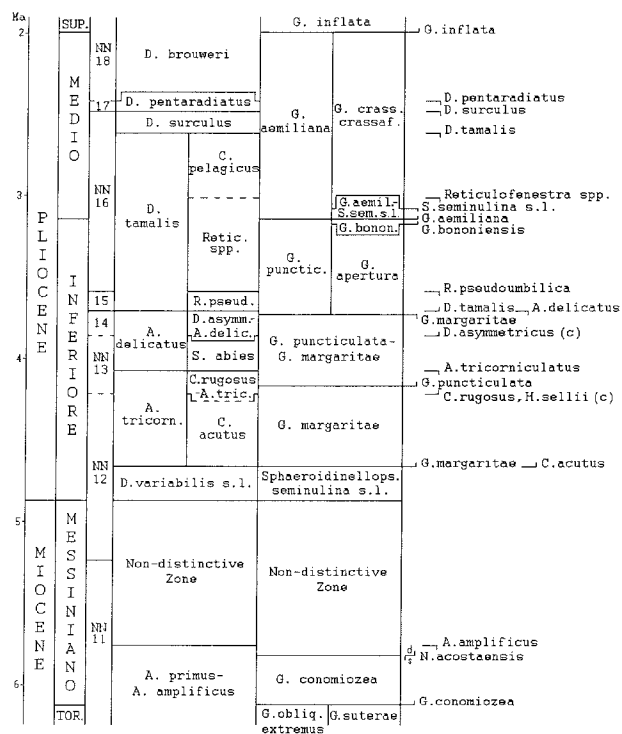


Fig. 2 - Schema biostratigrafico a Foraminiferi planctonici e a nannofossili calcarei per l'intervallo Messiniano - Pliocene medio (da Bossio *et al.*, 1991c con leggere modifiche; i riferimenti cronologici sono ripresi da Rio *et al.*, 1991).

che in gran parte coincide con la Valle del T. Sterza, affluente meridionale del F. Cecina (Fig. 1). Questa area, denominata "Area di Sassa", durante il Pliocene costituiva un settore occidentale del Bacino di Volterra.

I dati presentati sono il risultato dell'integrazione del rilevamento (effettuato alla scala 1:10.000 per la nuova Carta Geologica d'Italia) con le analisi micropaleontologiche (Foraminiferi, nannofossili e Ostracodi) eseguite su campioni raccolti lungo numerose sezioni e arealmente. Nello schema geologico di Fig.1 le unità mioceniche distinte in campagna risultano dall'accorpamento su basi paleoambientali, le unità plioceniche sono state riunite con criteri cronologici.

In Fig.2 è riportato lo schema zonale adottato in questo lavoro basato su Foraminiferi planctonici e nannofossili calcarei. In Fig. 3 sono rappresentate le successioni più significative, inquadrare nello schema bio-cronostratigrafico.

Considerato il carattere preliminare della nota non viene proposta una rassegna critica della bibliografia; ricordiamo solo i pochi lavori che trattano direttamente dell'Area di Sassa: MAZZANTI *et al.* (1963), BRANDI *et al.* (1968), PERTUSATI *et al.* (1978) e COSTANTINI *et al.* (1990).

Fig. 1 - Simboli usati: 1) faglie; 2) sezioni stratigrafiche; 3) depositi alluvionali recenti e terrazzati; 4) sabbie e conglomerati (Pleistocene inferiore); 5) argille, sabbie, calcareniti e conglomerati (Pliocene medio); 6) argille, sabbie e conglomerati (Pliocene inferiore); 7) argille, gessi e conglomerati ("lago-mare", Turoliano); 8) argille, gessi e marne fetide (Messiniano inferiore); 9) conglomerati, argille, sabbie e marne ("serie lignitifera", Turoliano); 10) substrato pre-neogenico. Con A e B sono indicati i due settori (settentrionale e meridionale) in cui è stata suddivisa l'Area di Sassa.

2. SUCCESSIONE NEOAUTOCTONA

In ragione della diversa evoluzione tettonico-sedimentaria da noi riscontrata nei settori centro settentrionale e meridionale dell'Area di Sassa, si preferisce, anche per semplicità di esposizione, presentarne separatamente i dati.

2.1 Settore Centro-Settentrionale (Settore A)

A partire dal basso si distinguono:

- una successione fluvio-lacustre di età turoliana ("serie lignitifera" degli Autori) costituita prevalentemente da sabbie e conglomerati;
- una successione lagunare e marina, in prevalenza argillosa, del Messiniano inferiore;
- una successione continentale di età Turoliano superiore rappresentata soprattutto da argille, gessi e conglomerati;
- una successione marina del Pliocene inferiore esclusivamente argillosa;
- una successione marina del Pliocene medio costituita sostanzialmente da calcareniti e argille;
- una successione marina del Pleistocene inferiore, conglomeratica e sabbiosa. Premettiamo che il lavoro è dedicato al Mio-Pliocene e che solo brevi cenni verranno dati per il Pleistocene.

La successione fluvio-lacustre, dello spessore massimo di circa 350m, è rappresentata da litologie diverse variamente interdigitate. Quasi ovunque alla base è riconoscibile un conglomerato ben litificato, di dimensioni massime di circa 20 cm, clastosostenuto e mal classato, costituito da ciottoli subarrotondati, prevalentemente calcarei a W del T. Sterza e ofiolitici ad E. Al di sopra del conglomerato si rinvengono in genere sabbie con diffusi livelli e lenti di conglomerati; nelle aree di Querceto e di Casaglia prevale invece una alternanza di argille e sabbie. Nella porzione mediana della successione di Faltona (Sez.5a-b) è presente una lente di argille grigie massive di circa 50 m di spessore, con alla base e al tetto sottili livelli di marne calcaree e calcari nocciola, molto ricchi di modelli di *Lymnocardium*; nelle argille abbondano associazioni tipicamente limniche composte da Ostracodi, oogoni di *Characeae*, opercoli di *Bithynia*. Questa lente argillosa viene interpretata come un deposito lacustre distale, mentre le sabbie ed i conglomerati ad essa laterali rappresenterebbero depositi di delta. La successione fluvio-lacustre è riferibile a quella porzione del Turoliano corrispondente al Tortoniano superiore (Bossio *et al.*, 1991b, 1992a, 1993)

La porzione sommitale delle sabbie e dei conglomerati (Sez.4-Querceto e Sez.5b-Faltona) contiene associazioni salmastre ad Ostracodi (*Loxoconcha elliptica* e *Candona* spp.) e a Foraminiferi bentonici (*Ammonia beccarii tepida*, *Cassidulinita prima*, *Miliammina fusca* e piccoli esemplari di *Bolivina* e *Bulimina*). Questo mutamento ambientale, esteso anche ai bacini più interni della Toscana

(Bossio *et al.*, 1992a, 1993) è interpretabile come il primo contatto del bacino lacustre con acque marine il cui dominio in Val di Fine è rappresentato dal deposito recifale dei Calcari dell'Acquabona (membro del Calcare di Rosignano datato al Messiniano inferiore da Bossio *et al.*, 1986).

Associazioni faunistiche salmastre contraddistinguono anche la parte inferiore delle soprastanti argille del Messiniano inferiore (Sez.1-Pod. Casalino, Sez.4-Querceto e Sez.5b,c-Faltona) note in letteratura col termine di "Argille a *Pycnodonta*", infatti *Pycnodonte navicularis* e/o altri molluschi marini caratterizzano esclusivamente la porzione superiore dell'unità (si veda anche Bossio *et al.*, 1992a e Bossio *et al.*, in stampa (a)). Nell'intervallo lagunare-salmastro sono presenti rare e sottili (massimo 2 cm) intercalazioni di arenarie calcaree ricche di Serpulidi (queste sono molto frequenti nella zona di Casaglia, Sez.1-Pod. Casalino, e più a N passano lateralmente a conglomerati rossi) più raramente vi si rinvengono intercalazioni sabbiose e solo sporadicamente conglomeratiche (con ciottoli di piccole dimensioni). Talora è presente anche un livello di gessareniti laminate che raggiunge il suo massimo spessore (10m) a N del F. Cecina. Verso l'alto le argille lagunari passano in continuità di sedimentazione ad argille marine (Argille a *Pycnodonta* s.s.); il passaggio è talvolta marcato da un sottile livello di marne (dello spessore di 50 cm nella Sez.5c-Faltona) risultate sterili all'analisi microscopica. Le argille marine sono massicce, di colore grigio ed hanno uno spessore variabile ma sempre contenuto in poche decine di metri (15m nella Sez.1-Pod. Casalino e nella Sez.5b,c,d-Faltona, 30m nella Sez.4-Querceto). Nella zona di Casaglia (Sez.1-Pod. Casalino) esse passano verso N a sedimenti più prossimali fino a facies di scogliera rappresentate da calcareniti gialle (ricche in Bivalvi), calcari biocostruiti a *Porites* e sabbie argillose (ricche in Bivalvi). La base della facies di scogliera è costituita da un livello conglomeratico (dello spessore di 10-20m) a clasti arrossati contenente bivalvi marini; questo a sua volta giace sul conglomerato rosso laterale alle argille e marne salmastre.

Le associazioni a Foraminiferi bentonici e ad Ostracodi delle argille esprimono batimetrie massime riferibili alla porzione più interna della zona neritica esterna. Le caratteristiche qualitative e quantitative di queste associazioni indicano, in genere, condizioni di scarsa ossigenazione al fondo, e di una più o meno elevata salinità della massa d'acqua. I Foraminiferi planctonici ed i nannofossili calcarei, quando presenti, consentono di riferire le Argille a *Pycnodonta* s.s. alla "Non-distinctive Zone" dei primi e alla porzione superiore della Zona ad *Amaurolithus primus* - *A. amplificus* dei secondi; queste attribuzioni individuano una porzione del Messiniano inferiore di poco precedente all'inizio della "crisi di salinità" mediterranea (si veda anche Bossio *et al.*, 1986).

Un riferimento al Messiniano inferiore è suggerito anche dalle associazioni bentoniche frequentemente oligotipiche a Foraminiferi (*Bolivina dentellata*, *B. dilatata*, *Bulimina echinata*) e ad Ostracodi (*Aurila albicans*, *Pokornyella italica*, *Ruggieria tetraptera*).

La sedimentazione terrigena marina viene interrotta dalla deposizione delle evaporiti (nella Sez.4-Querceto il passaggio è marcato da un sottile strato di argille scure sterili). Queste costituiscono un livello pressoché continuo in tutto il Settore A, con spessore che varia da pochi metri (Sez.5-Faltona) ad alcune decine di metri (a N del F. Cecina). A prevalere è il gesso microcristallino o alabastrino strutturato in banchi all'interno dei quali si rinvengono, talvolta, lamine di gesso più scuro che testimoniano l'originaria stratificazione. A questi banchi si intercalano, in genere, argille marnose laminate e fetide. La continuità del livello evaporitico in tutta l'area, unitamente alla assenza di componenti clastiche, suggerisce una deposizione primaria del gesso; questo avrebbe poi subito uno o più eventi diagenetici di disidratazione-reidratazione.

Al di sopra di questo corpo gessoso continuo giace un'alternanza di argille, sabbie, conglomerati e gesso clastico, deposti in un ambiente continentale conosciuto in letteratura con il termine di "lago-mare". La facies conglomeratica, assai eterogenea, è presente a vari livelli nella successione di "lago-mare", anche se le bancate più potenti e continue caratterizzano maggiormente la porzione inferiore. Nella zona di Querceto (600m a SW del Pod. Casalino) è presente, al di sopra di 50m di depositi di "lago-mare", un paraconglomerato, di colore rosso arancio, non classato, con ciottoli di dimensioni variabili (da 2 a 30cm) immersi in una matrice sabbioso-argillosa rossiccia. Questo affioramento del tutto peculiare è correlabile, dal punto di vista litologico, con quelli di Conglomerato di Montebamboli dell'area omonima, della Marsiliana (Bossio *et al.*, questo volume) e di Ribolla (COSTANTINI & TERZUOLI, 1994, BOSSIO *et al.*, in stampa (b)).

Questa successione, contraddistinta da tipiche e ricche associazioni dulciacquicole e salmastre è riferibile alla porzione superiore del Turoliano (Fig. 3).

Al di sopra dei depositi continentali di "lago-mare" giacciono in continuità di sedimentazione quelli esclusivamente argillosi di un primo ciclo pliocenico. Il loro contenuto in plancton calcareo ha consentito di riferirli all'intervallo Zona a *Sphaeroidinellopsis seminulina* s.l. - Zona a *Globorotalia puncticulata* p.p. (Zona a *Discoaster variabilis* s.l. - Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra pseudoumbilica*). Le microfaune della Zona a *S. seminulina* s.l. e della Zona a *Globorotalia margaritae* sono indicative della parte più distale della zona neritica esterna. A partire dalla Zona a *G. puncticulata* - *G. margaritae* le associazioni denunciano una tendenza regressiva evidenziata dalle argille sabbiose che nella Sez.2-Poggio Pozzagone - Casaglia caratterizzano la parte sommitale della biozona. Questo trend regressivo è reso ancora più manifesto dalle associazioni della Zona a *G. puncticulata* che esprimono un ambiente al limite fra la piattaforma interna e quella esterna. Si sottolinea tuttavia che anche laddove i sedimenti del Pliocene inferiore raggiungono i 250m di spessore (area immediatamente a S del F. Cecina e a E del T. Sterza) mancano le tipiche espressioni sedimentarie del regime regressivo.

I depositi del Pliocene inferiore sono seguiti da

calcareniti spesso biodetritiche (costituite da accumuli di Foraminiferi quali *Amphistegina* e *Elphidium* o di frammenti conchigliari). Alle facies basali carbonatiche seguono in continuità argille e argille sabbiose con intercalazioni di sabbie. Gli affioramenti migliori di questi litotipi si trovano in località la Gabella (1,5 Km ad E di Sassa) dove raggiungono i 130m di spessore (Sez.7-la Gabella; Sez.8-Sassa).

Il plancton calcareo permette di inquadrare la successione calcarenitico-argillosa nella Zona a *Globorotalia aemiliana* e in quella a *Discoaster tamalis* (porzione superiore della Sottozona a *Reticulofenestra* spp. e inferiore della Sottozona a *Coccolithus pelagicus*) e, quindi, nel Pliocene medio (parte inferiore). Questi sedimenti, discordanti sulle precedenti unità neoautoctone e sul substrato preneogenico, vengono così a configurarsi come l'espressione di un secondo ciclo di sedimentazione.

Le caratteristiche sedimentologiche e il contenuto microfaunistico della successione denotano un ambiente di sedimentazione inizialmente poco profondo; questo raggiunge, con le facies argillose, batimetrie relative alla porzione meno profonda della zona neritica esterna.

La successione del II Ciclo pliocenico, analogamente a quella del I, non presenta litotipi tipicamente regressivi; una tendenza alla diminuzione batimetrica è comunque testimoniata dalle microfaune contenute nei livelli argillosi sommitali.

Nella fascia più occidentale dell'area e presso Casaglia sono presenti rari affioramenti, molto fossiliferi, rispettivamente di conglomerati e di sabbie. Questi depositi sono discordanti sulle unità mio-plioceniche delle quali suturano le numerose faglie. Le caratteristiche giaciture, litologiche e le macrofaune rinvenute consentono di riferire i livelli conglomeratici occidentali ai Conglomerati di Riparbella e le sabbie di Casaglia alle Sabbie ad Artica; per queste due unità e per ulteriori approfondimenti si veda GIANNELLI *et al.* (1981b).

2.2 Settore Meridionale (Settore B)

In questo settore mancano i depositi fluvio-lacustri della "serie lignitifera", quelli di "lago-mare" e quelli di un II Ciclo pliocenico (Figg.2,3). In sintesi, dal basso verso l'alto si distinguono:

- una successione lagunare e marina del Messiniano inferiore costituita in prevalenza da conglomerati, sabbie e argille;
- una successione marina del Pliocene inferiore-medio rappresentata da conglomerati, sabbie, areniti calcaree e argille.

Una buona esposizione della successione messiniana si osserva lungo il corso di Botro la Vettrice. La sua base è caratterizzata da conglomerati discordanti e trasgressivi sul substrato preneogenico; in continuità su questi conglomerati giacciono sabbie con intercalazioni conglomeratiche decimetriche e argille contenenti un livello di gesso alabastrino di esiguo spessore. Le analisi

micropaleontologiche eseguite su questi sedimenti indicano una loro deposizione in un ambiente lagunare-salmastro. Le argille lagunari passano verso l'alto alle Argille a *Pycnodonta* s.s., limitate al tetto da un banco di gesso alabastrino correlabile con quello delle Sezioni 4-Querceto e 5b,d-Faltona.

I depositi marini del Pliocene poggiano, trasgressivi e discordanti, sopra i sedimenti messiniani e sul substrato preneogenico. Dalla base al tetto si riconoscono conglomerati (Sez.10-Botro la Vetrice), con ciottoli spesso forati da organismi litofagi, sabbie calcaree con intercalazioni di areniti ruditiche e calcareniti, argille sabbiose e argille (Sez.13a-C. Gabro); non sono infrequenti i passaggi laterali tra le varie litofacies. All'interno delle argille si rinven-gono olistostromi costituiti per lo più da blocchi di calcari provenienti dalle unità liguri.

Sulla base delle associazioni a Foraminiferi planctonici e a nanofossili questi sedimenti si ripartiscono dalla Zona a *S. seminulina* s.l. (Sez.10-Botro la Vetrice) alla porzione basale della Zona a *G. aemiliana* (Sez.13b-C. Gabro) dei primi, dalla Zona a *D. variabilis* s.l. a quella a *D. tamalis* (Sottozona a *Reticulofenestra* spp.) dei secondi; in termini cronostratigrafici il ciclo sedimentario si estende senza soluzione di continuità dal Pliocene inferiore al Pliocene medio.

Dalle osservazioni di campagna e dalle analisi micropaleontologiche si evince una migrazione spazio-temporale della trasgressione pliocenica da N verso S (Fig. 3). Infatti i sedimenti basali della successione sono riferibili alla Zona a *S. seminulina* s.l. (Zona a *D. variabilis* s.l.) nella Sezione 10-Botro la Vetrice; alla Zona a *Globorotalia puncticulata* - *G. margaritae* (Zona a *Amaurolithus delicatus*) nella Sez.11-M. delle Fontanacce; alla Zona a *G. puncticulata* (Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra pseudoumbilica*) nella Sez.12-C. Treggiano; alla Zona a *G. puncticulata* (Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra* spp.) nella Sez.13a-C. Gabro.

In tutto il settore non si rinven-gono depositi con le tipiche caratteristiche regressive.

3. DISCUSSIONE DEI DATI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'Area di Sassa la sedimentazione neoautoctona abbraccia l'intervallo Turoliano (parte riferibile al Tortoniano superiore)-Pleistocene inferiore e si sviluppa in un contesto caratterizzato in genere da tettonica distensiva. La determinazione del suo inizio deriva dal fatto che essa segue l' Arenaria di Ponsano i cui sedimenti sono stati riferiti da MAZZANTI *et al.* (1981) al Tortoniano inferiore (Zona a *Globorotalia acostaensis*, Sottozona a *G. continua* della zonazione di D'ONOFRIO *et al.*, 1975; parte superiore della Zona a *Discoaster hamatus* - parte inferiore della Zona a *D. neohamatus* dello schema zonale di BUKRY, 1973).

L'evoluzione tettonico-sedimentaria dell'area, sintetizzata in Fig. 4, è trattata separatamente per il Miocene

superiore, per il Pliocene (articolato in tre intervalli temporali) e per il Pleistocene.

3.1 Miocene Superiore

La sedimentazione inizia nel Turoliano in un contesto fluvio-lacustre che interessa solo il Settore A. Lo spessore di 300-350 m raggiunto dai vari litotipi che la caratterizza denuncia un regime subsidente che ben si inquadra nella tettonica distensiva che interessa l'area tirrenica (SARTORI, 1989).

Alle facies fluvio-lacustri seguono in continuità i depositi di ambiente lagunare del Messiniano inferiore che rappresentano il primo contatto del dominio lacustre con le acque marine. All'interno di questi depositi è presente, seppure in modo discontinuo e con spessore esiguo, un livello di gessareniti. La deposizione di questo livello è stata accertata anche in altre zone a W della Dorsale Medio Toscana (BOSSIO *et al.*, 1978, BOSSIO *et al.*, 1981b, GIANNELLI *et al.*, 1981a).

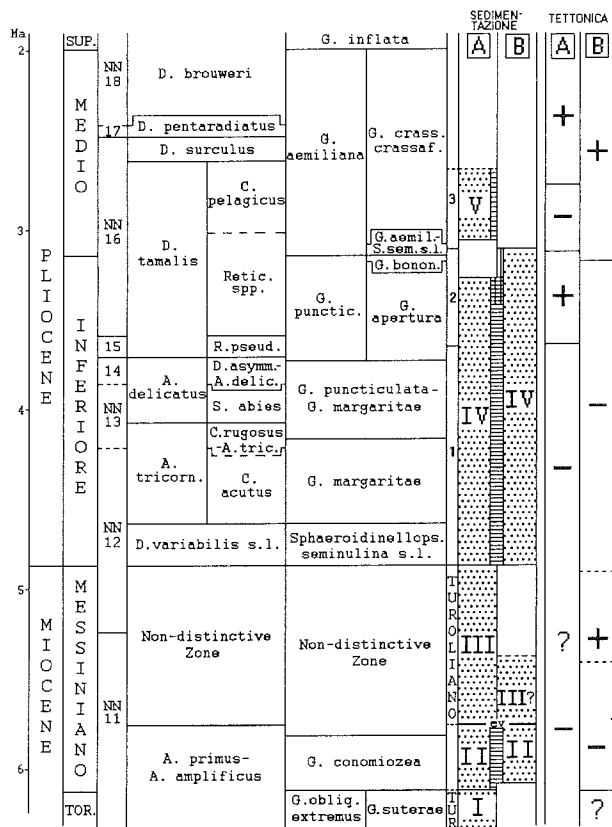


Fig. 4 - Quadro riassuntivo dei rapporti fra sedimentazione e tettonica nei due settori dell'Area di Sassa. I - Successione fluvio-lacustre turoliana; II - successione lagunare-marina messiniana; III - successione lacustre turoliana ("lago-mare"); IV - successione marina del I Ciclo sedimentario pliocenico; V - successione marina del II Ciclo sedimentario pliocenico; ev - livello evaporitico; 1,2 e 3 - intervalli temporali indicati nel testo per la successione pliocenica; le lacune sedimentarie sono riportate in bianco; i sollevamenti e gli abbassamenti relativi sono indicati rispettivamente con i simboli + e -. In rigato orizzontale e verticale sono rappresentati i periodi di comunicazione dell'Area di Sassa con il dominio marino rispettivamente a N e a S.

I depositi di ambiente lagunare segnano l'inizio della sedimentazione neautoctona nel Settore B. L'assenza di depositi fluvio-lacustri in questo settore può essere collegata al fatto che esso non era in subsidenza, oppure poteva esserlo, ma costituiva un alto morfologico. L'estendersi verso S del dominio lagunare oltre i limiti di quello fluvio-lacustre è da mettere in relazione all'estensione della subsidenza anche a questo settore dell'area.

Il progredire della subsidenza nei due settori consente al dominio marino di sostituire quello lagunare; questa sostituzione è documentata in tutti i bacini sedimentari a W della Dorsale Medio Toscana (GIANNELLI *et al.*, 1981a, BURGASSI *et al.*, 1983, PASQUARE' *et al.*, 1983).

Le facies marginali del dominio marino affiorano solamente nella zona di Casaglia (Sez.1-Pod. Casalino), per cui non è possibile definire i limiti di costa; questi, tuttavia, dovevano oltrepassare quelli espressi dalle facies salmastre.

Al tetto dei sedimenti marini si ritrova un livello di gesso microcristallino (livello ev di Fig. 4) il quale non rappresenta solo un'espressione sedimentaria diffusa in tutta l'Area di Sassa e in altri bacini toscani, bensì un episodio che coincide con quello della deposizione evaporitica che ha interessato l'intero Bacino Mediterraneo (BOSSIO *et al.*, 1978, 1986).

Nell'Area di Sassa, come in altre della Toscana meridionale, la regressione, connessa con l'abbassamento relativo del livello del mare, non comporta l'emersione ma solo la sostituzione delle acque marine da parte di quelle continentali ("lago-mare"). Il dominio di "lago-mare", che persevera fino alla fine del Miocene, è caratterizzato da litotipi argillosi con ricorrenti intercalazioni di gessareniti e conglomerati: la presenza di questi ultimi è verosimilmente legata ad un ringiovanimento morfologico dell'area.

In proposito si ricorda che nel Settore B, lungo il corso di Botro la Vetrice (Sez.-10), i conglomerati di base del Pliocene poggiano discordanti sulle Argille a *Pycnodonta* s.s.. Questa situazione è esplicativa di un sollevamento, già riconosciuto da altri Autori (AMBROSETTI *et al.*, 1978, PASQUARE' *et al.*, 1983, BOSSIO *et al.*, 1993, BOSSIO *et al.*, questo volume), che si sarebbe realizzato nell'intervallo di tempo intercorso fra la deposizione del livello ev e la deposizione dei conglomerati pliocenici. All'effetto eustatico iniziale si sarebbe quindi aggiunto quello di un sollevamento che avrebbe prodotto un ulteriore richiamo di conglomerati e consentito l'erosione dei depositi di "lago-mare" eventualmente presenti nel Settore B.

Si ricorda infine che PERTUSATI *et al.* (1978) evidenziano nel Messiniano terminale dell'area una fase tettonica di compressione, estesa da BOCCALETTI *et al.*, (1992) a gran parte della Toscana.

3.2 Pliocene

All'inizio del Pliocene il ripristino delle comunicazio-

ni con l'Oceano Atlantico consente al mare di invadere nuovamente l'area mediterranea; in quella di Sassa, come in altre della Toscana meridionale, il dominio marino viene così a sostituire quello di "lago-mare".

Gli intervalli qui di seguito descritti sono stati rappresentati anche graficamente in Fig.5.

3.2.1 Intervallo 1 (Zona a *Sphaeroidinellopsis seminulina* s.l. - Zona a *Globorotalia puncticulata*; Zona a *Discoaster variabilis* s.l. - Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra pseudoumbilica*)

Nel Settore A il dominio marino pliocenico sostituisce, in continuità di sedimentazione, quello continentale miocenico (facies di "lago-mare"). Le argille basali, riferibili alla Zona a *S. seminulina* s.l. e a quella a *D. variabilis* s.l., sono contraddistinte da associazioni bentoniche indicative di batimetrie piuttosto elevate (zona neritica esterna). Questa caratteristica denota che il bacino in cui si erano depositi i sedimenti di "lago-mare" presentava già una fisiografia tale, da ospitare, in tempi estremamente rapidi, un dominio marino caratterizzato da una lama d'acqua ben più potente di quella presente nel Messiniano.

Diversamente dal Settore A, nel B i primi sedimenti pliocenici (conglomerati), appartenenti alla Zona a *S. seminulina* s.l., risultano discordanti e trasgressivi sulle successioni messiniane e sul substrato preneogenico (Sez.10-Botro la Vetrice). La presenza di questi sedimenti lungo la fascia di confine fra i settori A e B indica che in corrispondenza di essa era situato il limite meridionale del dominio marino al momento della trasgressione pliocenica.

Nel Settore A la sedimentazione argillosa si mantiene monotona fino alla fine dell'intervallo 1. Fa eccezione la porzione settentrionale dell'Area di Sassa (Sez.2-Poggione Pozzagone - Casaglia) in cui il tratto superiore della Zona a *G. puncticulata* - *G. margaritae* è caratterizzato da argille che passano ad argille sabbiose e da microfaune che denunciano un primo segnale di regressione. Nel Settore B si osserva invece una continua espansione del dominio marino verso S, testimoniata dalla presenza di sedimenti in facies marginale di età sempre più recente (Sezz. 10,11,12 e 13a).

3.2.2 Intervallo 2 (Zona a *Globorotalia puncticulata* - Zona a *G. aemiliana*; Zona a *Discoaster tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra pseudoumbilica* - Sottozona a *Reticulofenestra* spp.)

Nella porzione inferiore della Zona a *G. puncticulata* (Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *R. pseudoumbilica*), in tutto il Settore A si avvertono sintomi palesi di un trend regressivo imputabile al sollevamento, riconosciuto anche in altre zone della Toscana meridionale (BOSSIO *et al.*, 1991 a, 1992b,c,d,e), che condurrà alla estinzione del dominio marino nell'ambito della stessa zona (parte basale della

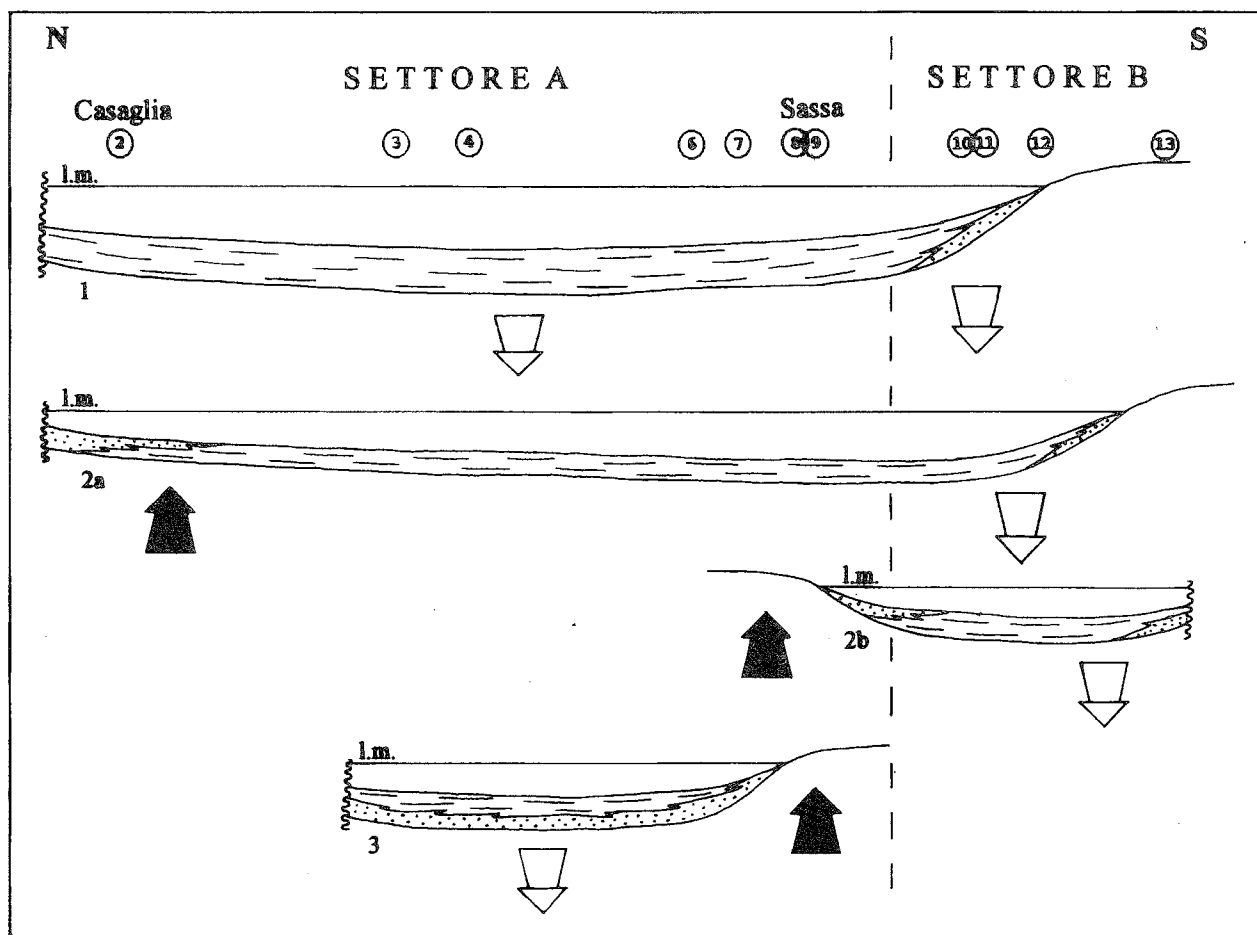


Fig. 5 - Rappresentazione schematica delle relazioni tra tettonica e sedimentazione nell'area della Sassa durante il Pliocene. Intervallo 1: Zona a *S.seminulina* s.l. - Zona a *G.punctulata* (Zona a *D. variabilis* s.l. - Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *R. pseudoumbilica*). Intervallo 2: a) Zona a *G.punctulata* (Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *R.pseudoumbilica*, porzione inferiore della Sottozona a *Reticulofenestra* spp.), b) Zona a *G. punctulata* - Zona a *G. aemiliana* (Zona a *D. tamalis*, porzione medio-superiore della Sottozona a *Reticulofenestra* spp.). Intervallo 3: Zona a *G. aemiliana* (Zona a *D. tamalis*, porzione superiore della Sottozona a *Reticulofenestra* spp. - Sottozona a *C. pelagicus*). I sedimenti riportati (con puntinato quelli sabbioso-conglomeratici, con tratteggio quelli argillosi), sono relativi all'intervallo considerato. Con un segno ondulato sono indicati i limiti di affioramento delle unità plioceniche per i singoli intervalli, con un numero cerchiato l'ubicazione delle sezioni stratigrafiche, con le frecce i sollevamenti e gli abbassamenti relativi.

Sottozona a *Reticulofenestra* spp). Diversamente nel Settore B si rilevano sedimenti appartenenti alla Zona a *G. punctulata* ancora in facies trasgressiva, con il dominio marino che perdura (Sez.13b) sin nella Zona a *G. aemiliana*, (Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra* spp.). La chiusura della sedimentazione del I Ciclo sedimentario pliocenico è quindi diacrona nei due settori.

Questo opposto comportamento tra i due settori oltre a escludere l'influenza dell'eustatismo sulla regressione del I Ciclo suggerisce la presenza di movimenti verticali differenziali che si sarebbero realizzati tramite un basculamento dell'area con "fulcro di rotazione" localizzato lungo il confine fra i due settori. Questo basculamento avrebbe procurato un sollevamento del Settore A e un contemporaneo abbassamento del Settore B.

In proposito si ricorda che mentre una chiusura del ciclo nell'ambito della Zona a *G. punctulata* (Settore A) è testimoniata in diverse zone circostanti (Bossio *et al.*, 1992c,d,e,) quella realizzata nella Zona a *G. aemiliana* (Settore B) lascia supporre che il dominio marino del

Pliocene inferiore terminale - Pliocene medio iniziale non fosse più alimentato da N (Bacino di Volterra) ma da W o SW, direttamente dall'area tirrenica. Di questo braccio di mare non esiste attualmente alcuna traccia. L'Area di Sassa risulta completamente emersa solo per un breve intervallo alla base del Pliocene medio (Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra* spp.).

3.2.3 Intervallo 3 (Zona a *Globorotalia aemiliana*; Zona a *Discoaster tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra* spp. - Sottozona a *Coccolithus pelagicus*)

Durante questo intervallo nel Settore A si depositano, per la ripresa della subsidenza, i sedimenti del II ciclo pliocenico. Dato che il Settore B risulta emerso il dominio marino è verosimilmente alimentato da N-NE per cui torna a far parte di quello del grande Bacino di Volterra.

La durata del II Ciclo è molto breve: esso, infatti, si realizza interamente nell'ambito della porzione inferiore

della Zona a *G. aemiliana* (Zona a *D. tamalis*, Sottozona a *Reticulofenestra* spp. - Sottozona a *C. pelagicus*). La sua chiusura è certamente da imputarsi al sollevamento medio-pliocenico, che ha interessato tutti i bacini neoautoctoni della Toscana meridionale (BARBERI *et al.*, 1991, BOSSIO *et al.*, 1991a, 1992b,c,d,e, IACCARINO *et al.*, 1991).

3.3 Pleistocene

I rari affioramenti non consentono una trattazione esauriente dell'intervallo pleistocenico. Tuttavia, la presenza del Conglomerato di Riparbella e delle Sabbie ad *Artica* nella fascia NW del Settore A ci consente di riconoscere, almeno in questa porzione del settore una ulteriore fase di subsidenza. Infatti i sedimenti pleistocenici in questione nella attigua zona di Bibbona-Riparbella raggiungono i 200m di spessore (GIANNELLI *et al.*, 1981b).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AMBROSETTI P., CARBONI M., CONTI M.A., COSTANTINI A., ESU D., GANDIN A., GIROTTI O., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., PARISI G. & SANDRELLI F. (1978) - *Evoluzione paleogeografica e tettonica nei bacini Tosco-umbro-laziali nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 573-580.

BARBERI F., BUONASORTE G., CAMELI G.M., CIONI R., DINI I., FIORDELISI A., FORESI L., IACCARINO S., LAURENZI M., SBRANA A., VERNIA L. & VILLA I. (1991) - *Evoluzione stratigrafico-strutturale e vulcanismo Plio-Quaternario nell'area Tosco-Laziale*. Workshop "Evoluzione dei bacini Neogenici e loro rapporti con il magmatismo Plio-Quaternario nell'area Tosco-Laziale". Pisa, 12-13 giugno 1991, Abstracts, 7-9.

BARTOLETTI E., BOSSIO A., ESTEBAN M., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANESI G. & SQUARCI P. (1986) - *Studio geologico del territorio comunale di Rosignano Marittimo in relazione alla carta geologica alla scala 1:25.000*. Quad. Stor. Nat. Livorno, **6**, suppl. n°1, 33-127.

BOCCALETTI M., CERRINA FERONI A., MARTINELLI P., MORATTI G., PLESI G. & SANI F. (1992) - *Late Miocene-Quaternary compressive events in the Tyrrhenian side of the Northern Apennines*. Annales Tectonicae, **4** (2), 214-230.

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 Fiume*. IX Conv. Soc. Paleont. It. (Pisa, Ottobre 1981), 21-54.

BOSSIO A., CERRI A., COSTANTINI A., GANDIN A., LAZZAROTTO A., MAGI M., MAZZANTI R., MAZZEI R., SAGRI M., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1992a) - *B4-Bacini distensivi neogenici e quaternari della Toscana*. 76° Riunione Estiva SGI - Convegno SIMP (Firenze 21-23 Settembre 1992). Guida all'escursione, 199-277.

BOSSIO A., CERRI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (in stampa a) - *The neoautochthonous succession of the Spicchiola-Pignano area, East of Volterra (Southern Tuscany, Italy)*. Mem. Soc. Geol. It.

BOSSIO A., COSTANTINI A., FORESI L., MAZZEI R., MONTEFORTI B., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1992b) - *Notizie preliminari sul Pliocene del Bacino del Medio Ombrone e della Zona di Roccastrada*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., serie A, **98**, 259-269.

BOSSIO A., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1993) - *Rassegna delle conoscenze sulla stratigrafia del Neoautoctono Toscano*. Mem. Soc. Geol. It., **49**, 17-98, "Scritti in onore di L. Trevisan".

BOSSIO A., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., MONTEFORTI B., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1991a) - *Evoluzione paleogeografica di alcuni bacini pliocenici toscani*. Workshop "Evoluzione dei bacini Neogenici e loro rapporti con il magmatismo Plio-Quaternario nell'area Tosco-Laziale". Pisa, 12-13 giugno 1991, Abstracts, 18-20.

BOSSIO A., COSTANTINI A., SALVATORINI G. & TERZUOLI A. (in stampa b) - *The Neogene of Ribolla area*. 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. Pacini, Pisa. 1-88.

BOSSIO A., ESTEBAN M., MAZZANTI R., MAZZEI R. & SALVATORINI G. (1991b) - *Ipotesi di correlazione tra facies sedimentarie del Miocene superiore dei bacini compresi tra il Valdarno inferiore e la Val di Cecina*. Workshop "Evoluzione dei bacini Neogenici e loro rapporti con il magmatismo Plio-Quaternario nell'area Tosco-Laziale". Pisa, 12-13 giugno 1991, Abstracts, 70-72.

BOSSIO A., GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R. & SALVATORINI G. (1981b) - *Il passaggio dalla facies lacustre alla evaporitica e le "Argille a Pycnodonta" presso Radicondoli (Siena)*. IX Conv. Soc. Paleont. It. (Pisa, Ottobre 1981), 160-174, Pisa.

BOSSIO A., GUELFI G., MAZZEI R., MONTEFORTI B. & SALVATORINI G. (1991c) - *Note geologiche e stratigrafiche sull'area di Palmarrigi (Lecce, Puglia)*. Riv. It. Paleont. Strat., **97** (2), 175-234.

BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., PASCUCCI V., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1994) - *Il Bacino di Volterra: notizie preliminari sull'evoluzione della sua area centro meridionale durante il Pliocene (questo volume)*.

BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1992c) - *Il Pliocene del Bacino di Chiusdino (Siena)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., ser. A, **98**, 193-250.

BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1992d) - *Il Pliocene dell'area di Pomarance (Pisa)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., ser. A, **98**, 1-98.

BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1992e) - *Il Pliocene di S.Dalmazio-Anqua e Radicondoli-Belforte (Siena-Pisa)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., ser. A, **98**, 99-191.

BRANDI G.P., DALLAN L., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., SQUARCI P., TAFFI L. & TREVISAN L. (1968) - *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) F° 119 Massa Marittima*. Serv. Geol. d'It.

- BUKRY D. (1973) - *Low-Latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation*. In EDGAR N.T., SOUNDERS J.B. *et al.*, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, **15**.
- BURGASSI P.D., DECANDIA F.A. & LAZZAROTTO A. (1983) - *Elementi di stratigrafia e paleogeografia nelle colline metallifere (Toscana) dal Trias al Quaternario*. Mem. Soc. Geol. It., **25**, 27-50
- COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., MACCANTELLI M., MAZZANTI R., SANDRELLI F. & TAVARNELLI E. (1990) - *Carta Geologica della provincia di Livorno a Sud del F. Cecina*. Cartografia S.E.L.C.A. Firenze.
- COSTANTINI A. & TERZUOLI A. (1994) - *Carta geologica dell'Area di Ribolla (Provincia di Grosseto)*. Centroffset, Siena.
- D'ONOFRIO S., GIANNELLI L., IACCARINO S., MORLOTTI E., ROMEO M., SALVATORINI G., SAMPO' M. & SPROVIERI R. (1975) - *Planktonic Foraminifera of the Upper Miocene from the Italian section and the problem of the lower boundary of the Messinian*. Boll. Soc. Paleont., **14** (2), 177-196.
- GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R. & SALVATORINI G. (1981a) - *Breve quadro stratigrafico e paleogeografico del Neogene e del Quaternario del Valdarno Inferiore, della Val di Fine e della Val di Cecina*. IX Conv. Soc. Paleont. It. (Pisa, Ottobre 1981), 10-19, Pisa.
- GIANNELLI L., MAZZANTI R., MAZZEI R. & SALVATORINI G. (1981b) - *I sedimenti del Pliocene inferiore della zona compresa fra Riparbella e Bibbona (province di Pisa e Livorno)*. Boll. Soc. Geol. It., **100**, 41-56.
- HSÜ K.J., MONTADERT L., BERNOULLI D., CITA M.B. ERICKSON A., GARRISON R.E., KIDD R.B., MELIERES F., MÜLLER C. & WRIGHT R. (1978) - *History of the Mediterranean salinity crisis*. In: HSÜ K.J., *et al.*, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, **42** (1).
- IACCARINO S., VERNIA L., BATTINI P. & GNAPPI G. (1991) - *Osservazioni stratigrafiche sul bordo orientale del bacino di Radicofani*. Workshop "Evoluzione dei bacini Neogenici e loro rapporti con il magmatismo Plio-Quaternario nell'area Tosco-Laziale". Pisa, 12-13 giugno 1991, Abstracts, 44-45.
- MAZZANTI R., MAZZEI R., MENESINI E. & SALVATORINI G. (1981) - *L' Arenaria di Ponsano: nuove precisazioni sopra l'età*. IX Conv. Soc. Paleont. It. (Pisa, Ottobre 1981), 135-159, Pisa.
- MAZZANTI R., SQUARCI P. & TAFFI L. (1963) - *Geologia della zona di Montecatini Val di Cecina in provincia di Pisa*. Boll. Soc. Geol. Ital., **5**, 105-138.
- PASQUARE' G., CHIESA S., VEZZOLI L., & ZANCHI A. (1983) - *Evoluzione paleogeografica e strutturale di parte della Toscana meridionale a partire dal Miocene superiore*. Mem. Soc. Geol. It., **25**, 145-157.
- PERTUSATI P.C., PLESI G. & CERRINA FERONI A. (1978) - *Utilizzazione delle strutture stilolitiche per l'interpretazione di un'anticlinale post-messiniana nella Toscana meridionale*. Boll. Soc. Geol. It., **97**, 289-296.
- RIO D., SPROVIERI R. & THUNNELL R. (1991) - *Pliocene-lower Pleistocene chronostratigraphy: a reevaluation of the Mediterranean type section*. Geol. Soc. Americ. Bull., **103**, 1049-1058.
- SARTORI R. (1989) - *Evoluzione neogenica recente del bacino tirrenico e suoi rapporti con la geologia delle aree circostanti*. Giorn. Geol., **51**, 1-39.

