

## LE UNITA' TORBIDITICHE DELLA MARNOSO-ARENACEA NELL'ALTA VALLE TIBERINA(\*\*\*)

## INDICE

RIASSUNTO	pag.	37
ABSTRACT	"	37
INTRODUZIONE	"	37
CARATTERI SEDIMENTOLOGICI DELLE SUCCESIONI LITOSTRATIGRAFICHE	"	38
CONFRONTO CON INTERPRETAZIONI PRECEDENTI E OSSERVAZIONI NELLE AREE LIMITROFE	"	53
RICOSTRUZIONE PALEOGEOGRAFICA	"	55
BIBLIOGRAFIA	"	57

## RIASSUNTO

Le unità torbiditiche mioceniche dell'alta Valle Tiberina, nell'area compresa tra Monte S. Maria Tiberina ed il crinale appenninico, interpretate in letteratura come unità tettoniche (*Unità di M. Nero; Unità del Castellaccio*, ecc.; TEN HAAF & VAN WAMEL, 1979), formano due successioni della *Marnoso-arenacea*. Una è composta da torbiditi calcareo organogene-silicatiche (membro A) → arcose torbiditiche (membro B) → torbiditi silicoclastiche con lo Strato Contessa (membro C) ed affiora da Sansepolcro fino al Passo della Calla. L'altra, situata in destra del Tevere, è rappresentata da torbiditi calcareo organogene-silicatiche → torbiditi di tipo arcosico (*Arenarie di Celle*) → torbiditi silicoclastiche della *Marnoso-arenacea*.

Le torbiditi miste calcareo organogene-silicatiche e quelle arcosiche rappresentano, durante il Burdigaliano-Langhiano, due apporti secondari da SW nel bacino umbro-romagnolo, con successiva deflessione prevalentemente verso NW e scorrimento opposto a quello delle torbiditi silicoclastiche di provenienza alpina NW che alimentavano il bacino stesso. Tali apporti hanno formato due piccole conoidi sul bordo occidentale del bacino all'altezza di Monte S. Maria Tiberina. La conoide connessa agli apporti arcosici riforniva una stretta depressione con direzione appenninica lunga 55 Km e larga 4 Km che fungeva da canale erosivo-deposizionale il cui riempimento è costituito da un cuneo clastico assottigliato verso NW.

Il detrito calcareo-organogeno proverrebbe da una dorsale (altofondo) intermedia tra il dominio umbro e quello toscano, mentre gli apporti arcosici deriverebbero da rocce granitiche appartenenti ad un frammento di catena alpina ubicato nell'area tirrenica.

## ABSTRACT

The Miocene turbidite units outcropping in the Upper valley of the Tiber River in the area between Monte S. Maria

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università "La Sapienza" di Roma.

(\*\*) Facoltà di Agraria - Università della Tuscia di Viterbo

(\*\*\*) Lavoro eseguito con i fondi ministeriali per la Ricerca Scientifica (Ripartizione 60% - Responsabili E. CENTAMORE e U. CHIOCCHINI)

Tiberina and the Apennines divide, interpreted in the literature as tectonic units (*M. Nero Unit; Castellaccio Unit*, etc.; TEN HAAF & VAN WAMEL, 1979), constitute on the contrary two successions of the *Marnoso-arenacea*. The former consists of calcareous skeletal-siliciclastic turbidites (member A) → turbidite arkose (member B) → siliciclastic turbidites with the Contessa Layer (member C); it outcrops from Sansepolcro to the Passo della Calla. The latter, outcropping on the right of the Tiber River, consists of calcareous skeletal-siliciclastic turbidites → arkose-type turbidites (*Celle Sandstone*) → siliciclastic turbidites of the *Marnoso-arenacea*.

Both the mixed calcareous skeletal-siliciclastic turbidites and the arkose turbidites represent during the Burdigalian-Langhian two secondary supplies from SW the umbro-romagnolo basin, with subsequent deflection mainly toward NW into just opposite to the flowing direction of the siliciclastic turbidites with NW alpine provenance that fed the basin itself. Such supplies formed two small fans on the western edge of the basin in the area corresponding to Monte S. Maria Tiberina. The fan connected to the arkose supply fed a narrow depression stretching the Apenninic trend about 55 Km and 4 Km in width, that acted as an erosional-depositional deep-sea channel, whose filling consists of a clastic wedge thinning out towards NW.

The calcareous skeletal detritus is likely to be derived from a ridge that separated the Umbria domain from the Tuscan domain, whereas the arkose supply is likely to be derived from a granitic source pertaining to an Alpine Chain fragment located in the Tyrrhenian area.

PAROLE CHIAVE: Torbiditi calcareo-organogene silicatiche, Torbiditi arcosiche, Marnoso-arenacea, Burdigaliano-Langhiano, Umbria-Toscana.

KEY WORDS: Calcareous Skeletal Siliciclastic Turbidites, Arkosic Turbidites, Marnoso-arenacea, Burdigalian-Langhian, Umbria-Toscana.

## INTRODUZIONE

Il bacino umbro-romagnolo, allungato in senso appenninico per circa 200 Km e largo da 25 a 30 Km, è stato colmato quasi interamente dalla successione torbiditica dalla *Marnoso-arenacea*, dello spessore di oltre 3000 m, durante il Miocene inferiore-medio: questa formazione è stata oggetto di moltissimi studi, i più moderni e completi dei quali sono quelli di RICCI LUCCHI (1975 a, b, c; 1978; 1981; 1984 a, b; 1985), RICCI LUCCHI & PIGNONE (1979), RICCI LUCCHI & VALMORI (1980), PAREA & RICCI LUCCHI (1975), STATERA & RICCI LUCCHI (1981), GANDOLFI *et al.* (1983), ai quali si rimanda per ulteriori dettagli.

In questa sede è utile ricordare che il bacino della *Marnoso-arenacea* viene indicato come un'avanfossa che migrava all'interno di un margine continentale attivo. La sua complessa evoluzione si è verificata attraverso uno stato iniziale, caratterizzato da una piana sot-

tomarina, ed un successivo stadio durante il quale si sviluppava una stretta fossa. Tale evoluzione è stata controllata sia dalla tettonica sinsedimentaria, sia da quella compressiva del margine appenninico (RICCI LUCCHI, 1984 a, b, 1985; BOCCALETTI *et al.* 1986). L'alimentazione principale dell'avanfossa avveniva ad opera di flussi gravitativi connessi allo smantellamento del settore orientale della catena alpina (apporti alpino I e II; GANDOLFI *et al.*, 1983) con subordinati apporti trasversali (appenninico I, II e III; GANDOLFI *et al.*, 1983) la cui provenienza, però, è ancora oggetto di discussione (CHIOCCHINI *et al.*, 1981; ARDANESE *et al.*, 1983; CHIOCCHINI & CIPRIANI, 1984; 1986; CHIOCCHINI *et al.*, 1986).

Nella porzione occidentale del bacino umbro-romagnolo, dove i sedimenti della Serie toscana sono sovrascorsi al di sopra di quelli della Serie umbromarchigiana, le successioni litostratigrafiche e l'assetto strutturale sono particolarmente complessi.

Scopo del presente lavoro è di illustrare i risultati degli studi di dettaglio relativi alle unità torbiditiche della *Marnoso-arenacea* della alta Valle Tiberina, nell'area compresa tra Sansepolcro e Monte S. Maria Tiberina, correlati con osservazioni effettuate nelle aree limitrofe (parte interna del bacino umbro-romagnolo) (Tav. I).

Per una corretta definizione delle varie unità terribitiche è stato determinante l'apporto dello studio petrografico di CHIOCCHINI *et al.* (1986). I riferimenti cronostatigrafici delle stesse unità torbiditiche sono ricavati da MICARELLI & POTETTI (1985) e da BOCCALETTI *et al.* (1986).

#### CARATTERI SEDIMENTOLOGICI DELLE SUCCESSIONI LITOSTRATIGRAFICHE

L'area in esame, compresa quasi completamente nel Foglio 115 "Città di Castello", è caratterizzata da due successioni che, pur appartenendo allo stesso bacino, mostrano caratteri litologici diversi.

**Successione 1.** Affiora da Sansepolcro fino alla dorsale dell'Alpe della Luna, con belle esposizioni nella valle del T. Afra e lungo la strada di Bocca Trabaria. Tale successione è costituita, dal basso, da (Fig. 1): *Schlier*; *Marnoso-arenacea* con intercalazioni di torbiditi calcareo organogene-silicatiche (= torbiditi miste; membro A); arcose torbiditiche (membro B); *Marnoso-arenacea* con lo Strato Contessa (membro C); *Marne di Verghereto*.

Lo *Schlier* è composto dai depositi pelitici emipelagici della facies G di MUTTI & RICCI LUCCHI (1975) con spessore di circa 70-80 m. La sua età è Burdigaliano p.p. (MICARELLI & POTETTI, 1985).

Al di sopra dei suddetti depositi affiorano i tre membri della *Marnoso-arenacea*, i cui caratteri sedimentologici sono stati rilevati misurando le tre sezioni di Case Spertaglia, T. Afra e Poggio della Rocca. La figura 2 illustra la successione completa per uno spessore complessivo di 1170 m, nella quale la sola parte superiore è stata riportata con i caratteri generali della facies prevalente.

La porzione inferiore della *Marnoso-arenacea* (membro A), osservata lungo la sezione misurata di Case Spertaglia in destra del T. Vertola (Fig. 3) per uno spessore di 515 m, è costituita in netta prevalenza dalla facies pelitico-arenacea D<sub>2</sub> (Fig. 4) i cui strati rappresentano circa l'85% dell'intera successione (Fig. 5).

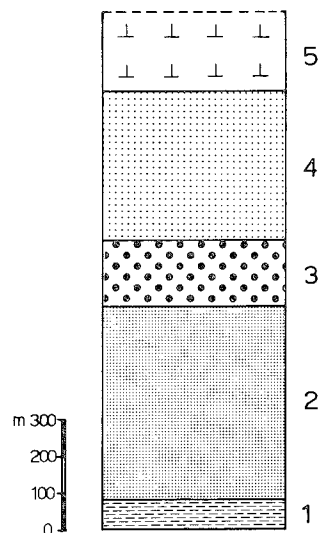


Fig. 1 - Successione litostratigrafica dell'area tra Sansepolcro e l'Alpe della Luna (Successione 1): 1 = *Schlier*; 2 = membro A della *Marnoso-arenacea*; 3 = membro B della *Marnoso-arenacea*; 4 = membro C della *Marnoso-arenacea*; 5 = *Marne di Verghereto*.

La facies in oggetto è composta da torbiditi silicoclastiche con spessore maggiore di 40 cm, assunto come limite superiore delle TBT (= *thin bedded turbidites*; MUTTI, 1977) della *Marnoso-arenacea* (RICCI LUCCHI, 1981). Le intercalazioni di strati spessi e molto spessi di facies C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> D<sub>1</sub> sono nettamente subordinate (Fig. 6).

Nella parte medio-superiore della sezione si intercalano 25 strati di torbiditi miste a granulometria grossolana, talora fino a conglomeratica, in strati da spessi a molto spessi (Figg. 7 e 8) costituiti per lo più da facies C<sub>1</sub>, subordinatamente dalle C<sub>2</sub> e D<sub>1</sub>. L'intervallo "e" di BOUMA è rappresentato talvolta da una marna calcarea chiara simile ai litotipi della *Formazione di Monte Morello* (Alberese Auct.).

Le controimpronte basali (*flute casts*, *groove casts*, *prod casts*) (Fig. 9) indicano scorrimento da NW per le torbiditi silicoclastiche, da SE per quelle miste.

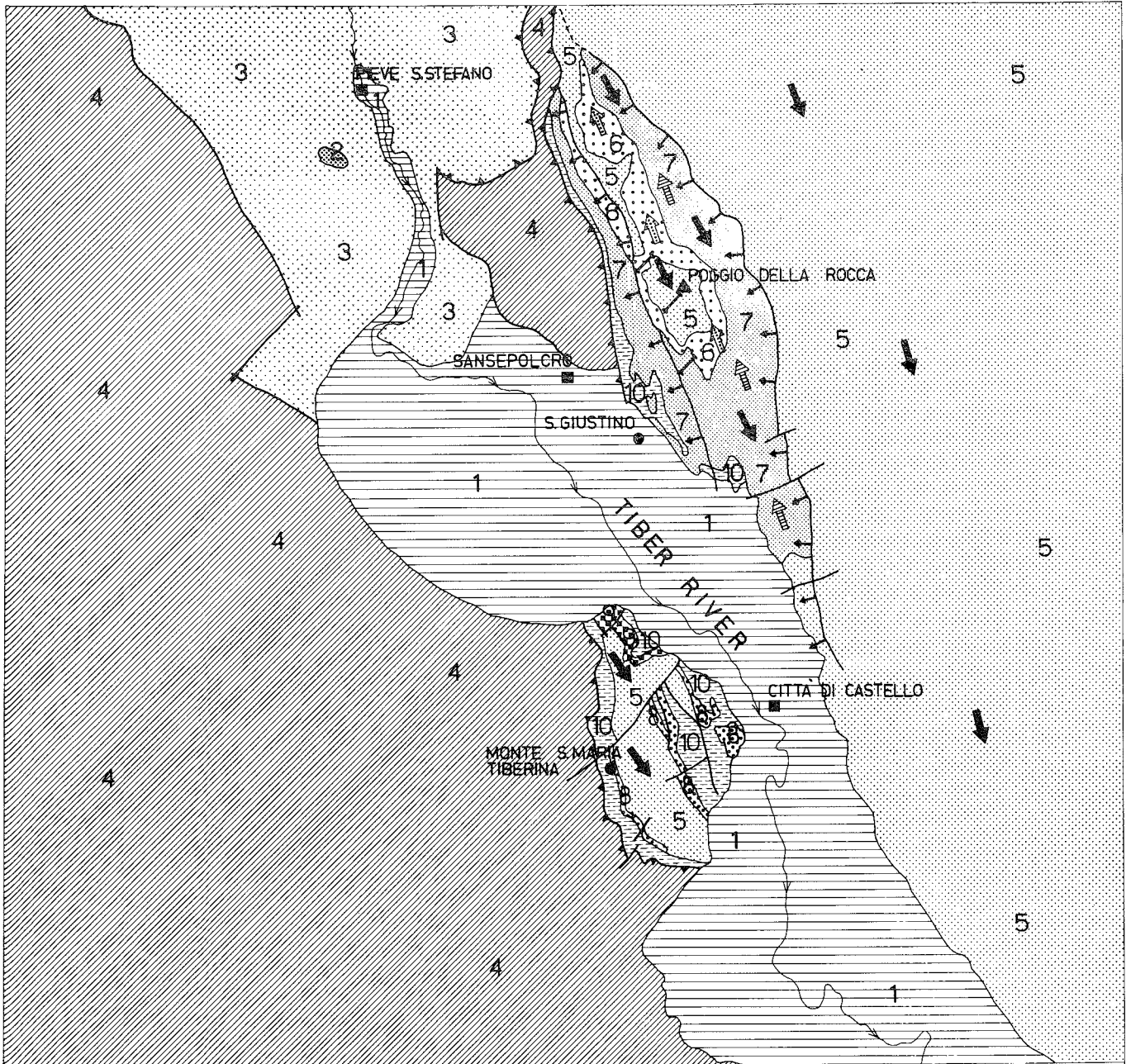
Le associazioni di facies sopra descritte consentono di attribuire la successione a depositi di piana sottomarina caratterizzata da apporti trasversali da W che, una volta immessi nel bacino, deviavano verso NW.

Lo spessore del membro in oggetto è di circa 600 m e si assottiglia verso E dove gli strati di torbiditi miste diventano meno frequenti e più sottili. L'età è compresa tra il Burdigaliano superiore ed il Langhiano basale.

Al di sopra di esso segue un pacco di arenarie torbiditiche attribuite dai rilevatori della seconda edizione del Foglio 115 "Città di Castello" al *Macigno B* di SIGNORINI (1945), equivalente alle *Arenarie del Cervarola* o alle *Arenarie del Falterona-Trasimeno Auct.*, in base sia ad osservazioni macroscopiche (DAINELLI & MIGLIORINI in MERLA, 1951; CENTAMORE & JACOBACCI, 1969; JACOBACCI *et al.*, 1970), sia ad analisi mineralogiche (CIPRIANI & MALESANI, 1963 a, b; 1964).

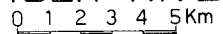
In realtà lo studio petrografico di CHIOCCHINI *et al.* (1986) ha consentito di accertare per la prima volta che le suddette arenarie sono rappresentate da arcose torbiditiche.

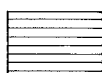
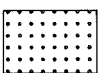




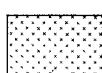










Dalla sezione misurata lungo la valle del T. Afra



GEOLOGICAL MAP OF THE UPPER VALLEY OF THE TIBER RIVER

LEGEND



- |  |   |   |  |  |  |
|--|---|---|--|--|--|
|  | 1 Alluvial and lacustrine deposits. Pleistocene                                 |  | 6 Arkosic turbidites; channelized deposits. Langhian p.p.  |  | Normal fault   |
|  | 2 San Marino Formation, Langhian-Serravallian                                   |  | 7 Marnoso-Arenacea with interbedded mixed calcareous skeletal-siliciclastic turbidites: basin plain turbidites. Burdigalian-Early Langhian |  | Reverse fault  |
|  | 3 Liguridi allochthonous sheet  |  | 8 Coarse grained mixed calcareous skeletal-siliciclastic turbidites: basin plain edge proximal turbidites. Burdigalian-Early Langhian      |  | Overthrust   |
|  | 4 Macigno Formation, Cervarola Sandstone, Vicchio Marls. Oligocene-Serravallian |  | 9 Celle Sandstone. Langhian p.p.   |  | Measured section   |
|  | 5 Marnoso Arenacea: basin plain turbidites. Langhian p.p.-Serravallian          |  | 10 Bisciaro and Schlier: hemipelagic deposits. Aquitanian Burdigalian  |  | Paleocurrent direction of the NW alpine derived siliciclastic turbidites (Marnoso-Arenacea s.s.)                       |
|  |   |   |  |  | Paleocurrent direction of the arkosic turbidites with western provenance   |
|  |   |   |  |  | Paleocurrent direction of the mixed calcareous skeletal-siliciclastic shelf derived turbidites with western provenance |



CASE SPERTAGLIA - AFRA CREEK - FOGGIO DELLA ROCCA SECTION

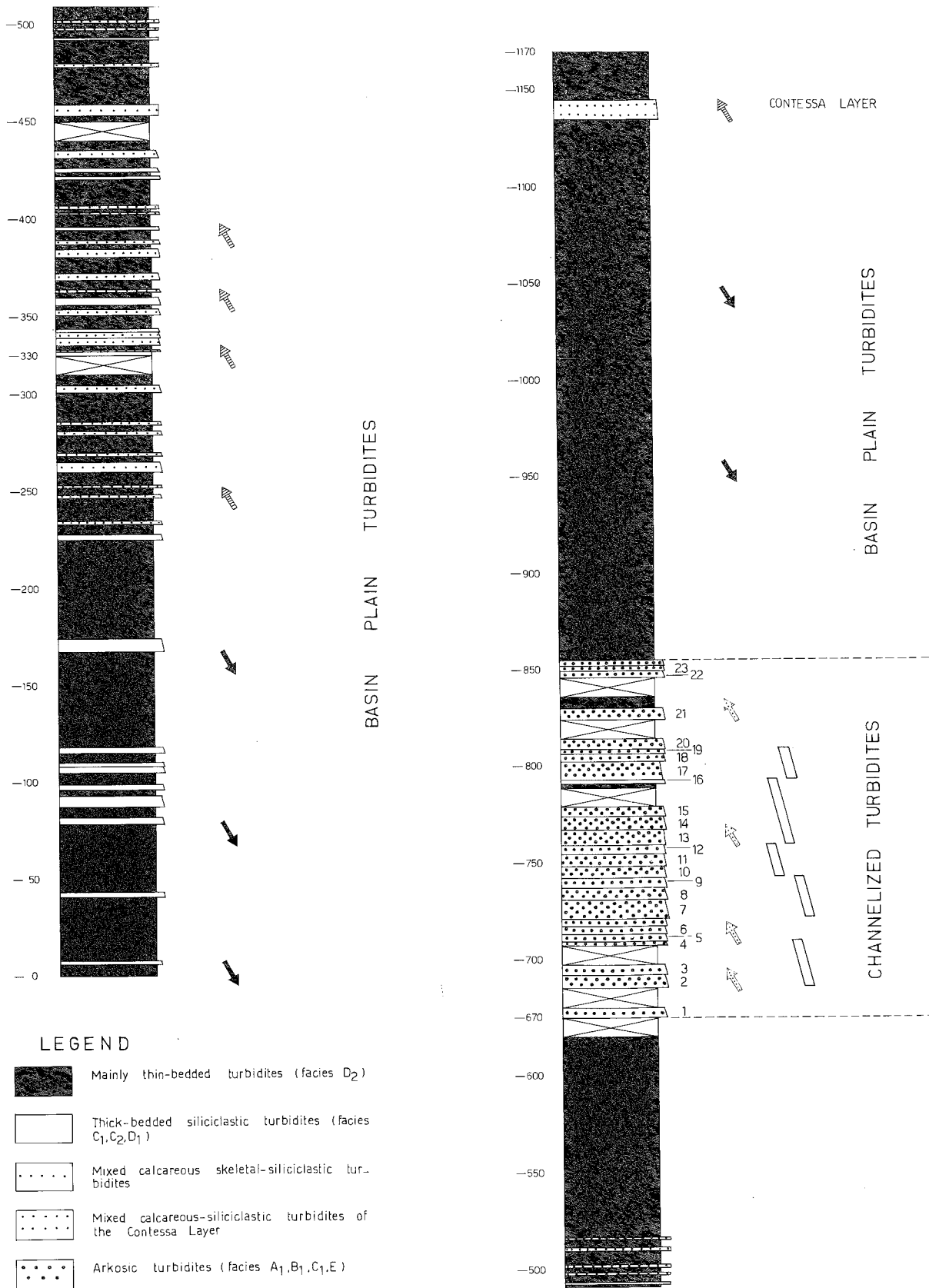


Fig. 2 - La sezione Case Spertaglia - T. Afra - Poggio della Rocca mostra la *Marnoso-arenacea* costituita da turbiditi di piana sottomarina con intercalazioni di: turbiditi miste nella parte inferiore; arcose turbiditiche nella parte intermedia; dello strato Contessa nella parte superiore. I numeri vicino ai corpi arenacei della parte intermedia indicano i cicli base riportati in tabella 1.

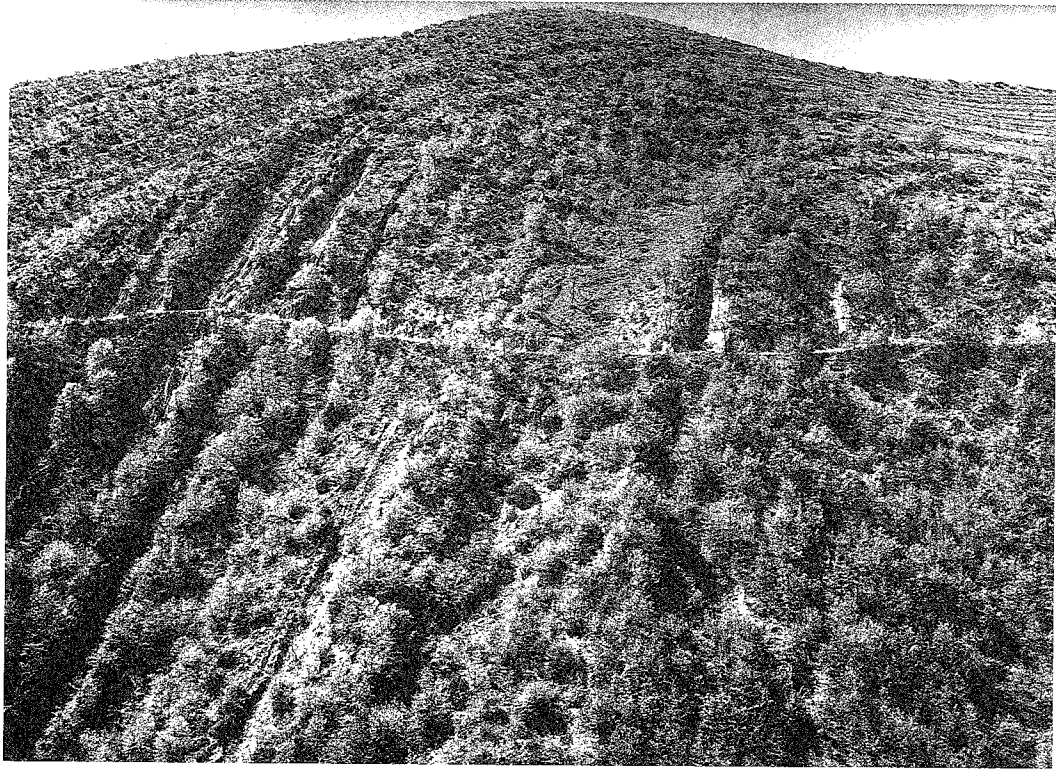


Fig. 3 - Porzione inferiore della *Marnoso-arenacea* nella sezione di Case Spertaglia con strati verticali.

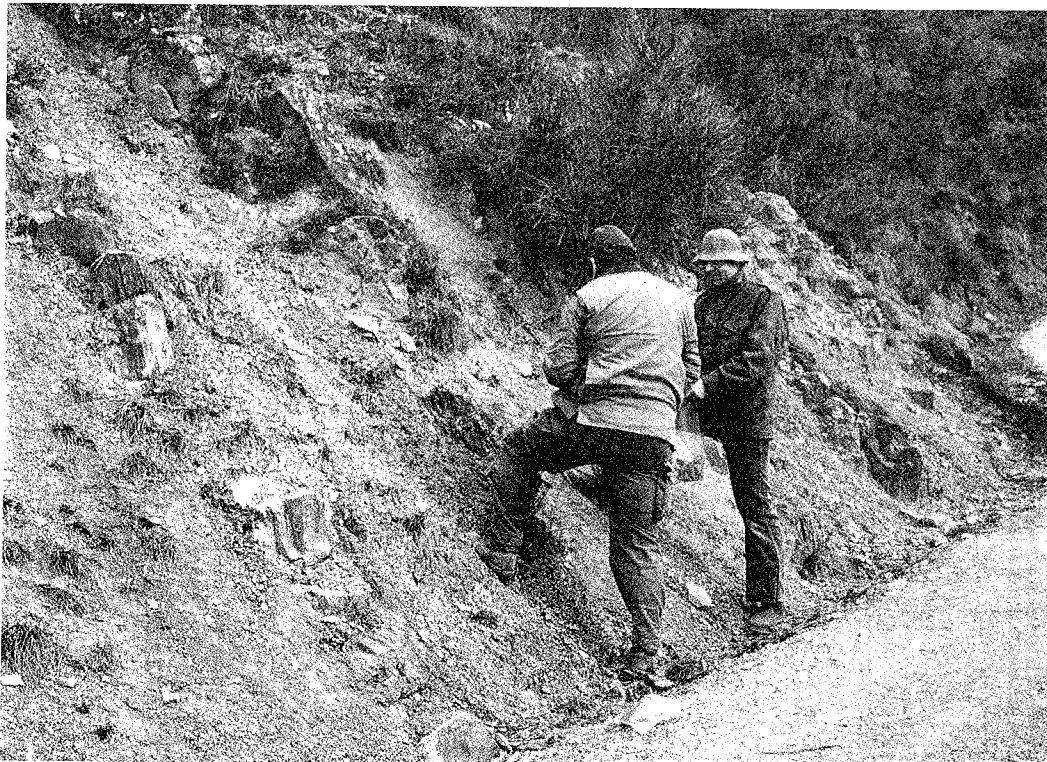


Fig. 4 - Strati di torbiditi pelitico-arenacee (facies D<sub>2</sub>) della *Marnoso-arenacea*. Sezione Case Spertaglia.



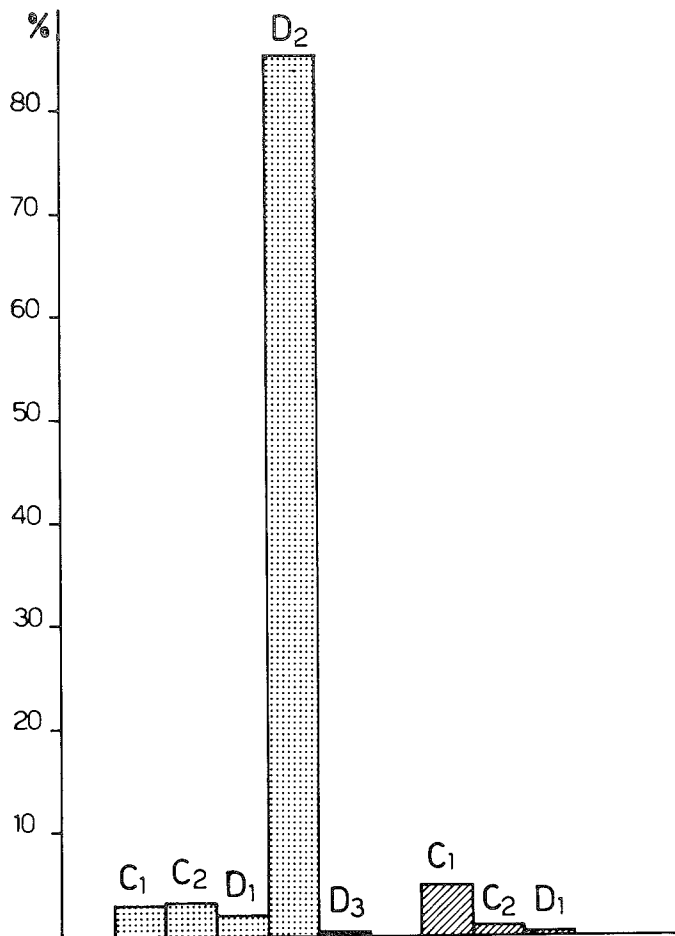


Fig. 5 - Distribuzione di frequenza delle facies di MUTTI & RICCI LUCCHI nella sezione di Case Spertaglia. La facies D<sub>2</sub> è chiaramente la più frequente. Le torbiditi miste sono indicate con il rigato, quelle silicoclastiche con il puntinato.

(Fig. 2) risulta chiaramente che tali torbiditi, dello spessore di 185 m, sono intercalate nella *Marnoso-arenacea*, costituendone il membro B. Come verrà specificato più avanti, questo fatto è nettamente contrastante con la ricostruzione di TEN HAAF & VAN WAMEL (1979).

Le arcose torbiditiche hanno in genere una granulometria medio-grossolana ed affiorano in strati di solito da spessi a massicci (Fig. 10), raramente medi. Più frequenti risultano gli strati molto sottili e sottili. Gli strati, descrivibili con le facies di MUTTI & RICCI LUCCHI (1975), sono rappresentati, in ordine decrescente di abbondanza, dalle facies D<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, A<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, E, B<sub>1</sub> con strutture *dish* (Fig. 11), F (Figg. 12, 13, 14). La distribuzione di frequenza delle facies è riportata in figura 15. I pacchi di strati della facies D<sub>2</sub>, formati per lo più da TBT, hanno uno spessore sempre inferiore a 2 m (Fig. 16). Talvolta nelle TBT si intercalano strati sottili di emipelagiti (facies G). Nella successione delle torbiditi arcose si intercalano 18 strati medio-sottili, in facies D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>, di torbiditi silicoclastiche con direzioni di scorrimento da NW.

L'analisi sequenziale ha evidenziato la presenza di 23 cicli base di tipo positivo (Tab. 1), il cui spessore è generalmente inferiore a 7 m. Gli eventi ciclici mostrano un'evoluzione verticale di tipo multiplo, essendo ripetuti consecutivamente. Abbastanza diffusi sono i fenomeni erosivi e gli esempi di amalgamazione, di canalizzazione a piccola scala (Fig. 17) e di terminazioni laterali cuneiformi (Fig. 18). Mediante i cicli base sono stati individuati altrettanti corpi arenacei organizzati a loro volta in una sequenza composta da 5 cicli positivi, mentre nella parte superiore il trend evolutivo non è ben definito.

Le paleocorrenti misurate in base a non frequenti *flute casts* (Fig. 19), *prod casts* e *groove casts* indicano direzioni di scorrimento da SE verso NW, all'opposto di quelle delle torbiditi silicoclastiche di provenienza NW.



Fig. 6 - Strato spesso in facies C<sub>2</sub> con *flute casts*. Sezione Case Spertaglia.



Fig. 7 - Strati spessi di torbiditi miste intercalati nelle torbiditi pelitico-arenacee silicoclastiche. Sezione Case Spertaglia.



Fig. 8 - Strato molto spesso di una torbidite mista. Al di sopra si osservano strati di TBT silicoclastiche. Sezione Case Spertaglia.



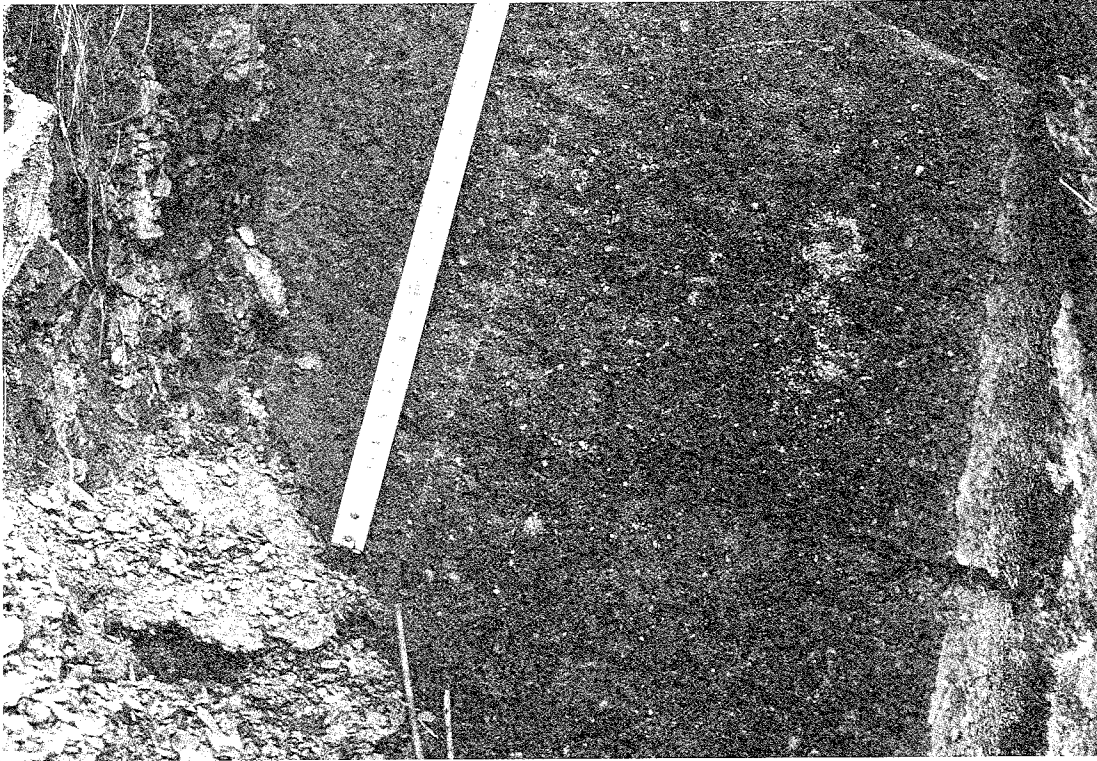


Fig. 9 - Base di uno strato di una torbidite mista con controimpronte di tipo *prod casts*.



Fig. 10 - Parte inferiore della sezione del T. Afra composta da strati molto spessi di torbiditi arcoseiche.

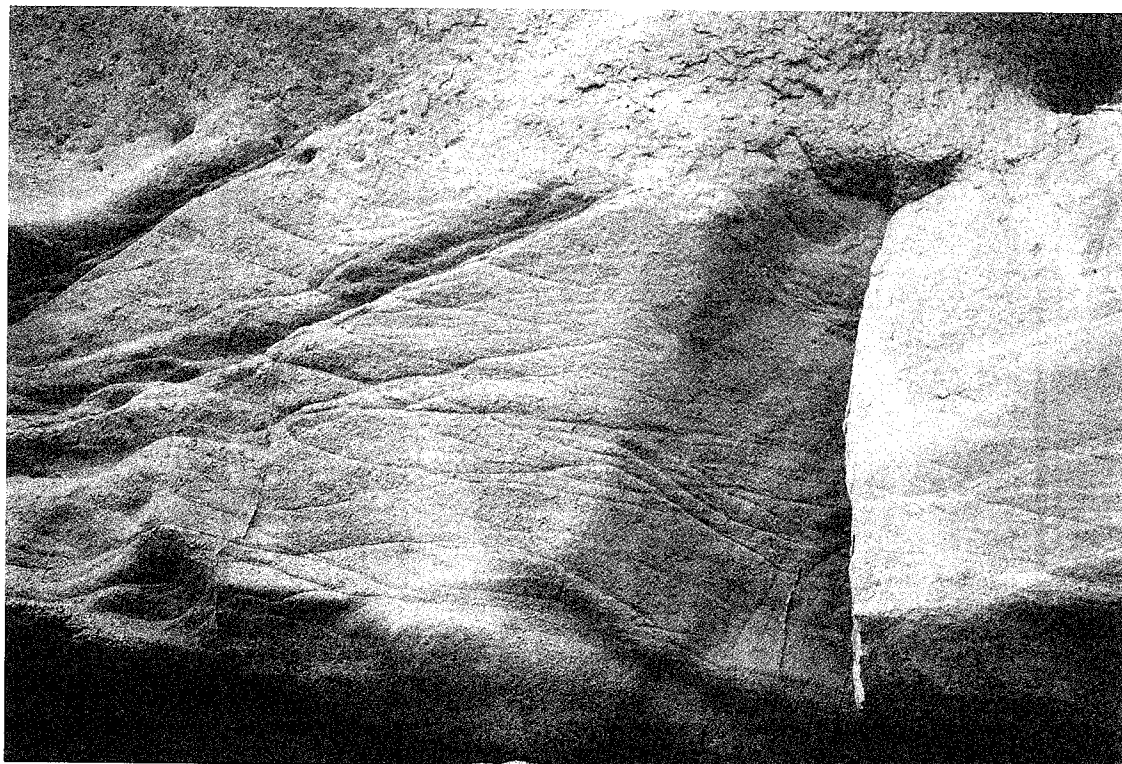


Fig. 11 - Strutture *dish* nella parte inferiore di uno strato arcosico in facies  $A_1$ . Sezione T. Afra.



Fig. 12 - Particolare di uno strato arcosico spesso in facies  $C_2$ . Sezione T. Afra.





Fig. 13 - Particolare di uno strato arcosico in facies  $B_1$  con lamine spesse ondulate. Sezione T. Afra.

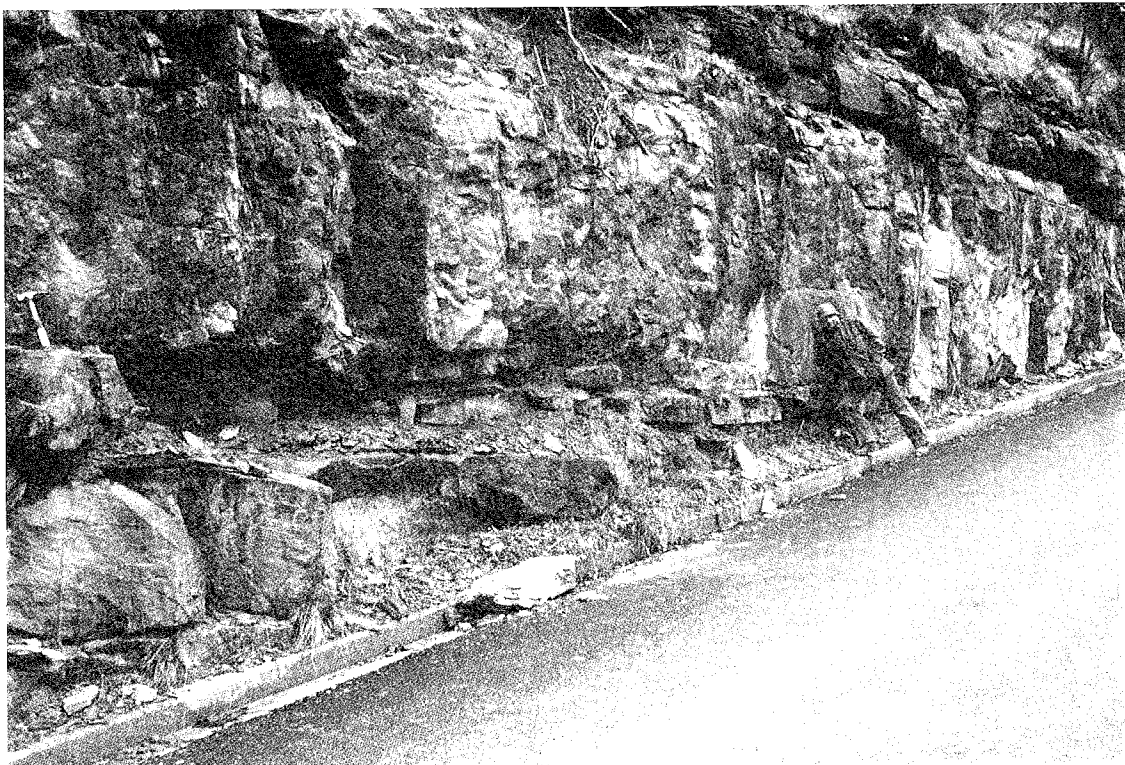


Fig. 14 - Strati arcosici molto spessi amalgamati delle facies  $A_1$  e  $C_1$ , separati da un pacco di strati medio-spessi. Sezione T. Afra.

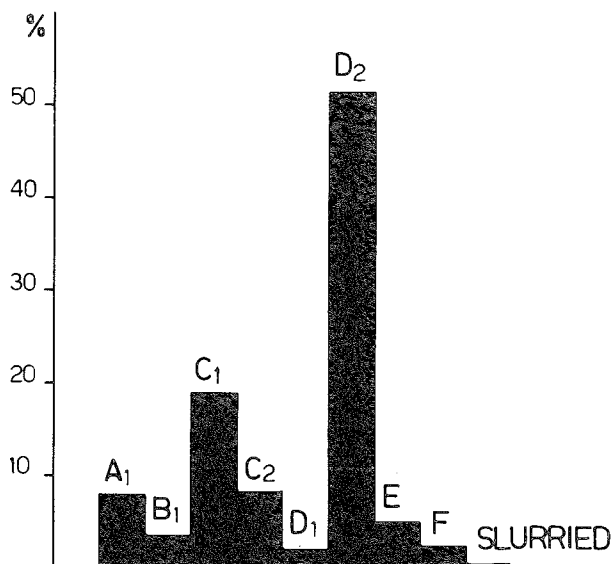


Fig. 15 - Distribuzione di frequenza delle facies di MUTTI & RICCI LUCCHI nelle torbiditi arcose della sezione del T. Afra. Le facies C<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> sono le più frequenti.

L'interpretazione dei cicli e delle associazioni di facies indica che le arcose torbiditiche formano una successione di corpi canalizzati. Lo spessore di tali sedimenti si assottiglia sia in senso trasversale che longitudinale sottocorrente. Infatti lungo la strada che scende dal Passo della Calla verso Campigna, cioè 50 km circa sottocorrente, le torbiditi arcose sono rappresentate da due soli strati con uno spessore totale di circa 2 m (Fig. 20) intercalati negli strati spessi e molto spessi in facies C<sub>1</sub> di provenienza NW.

Pertanto l'intero corpo arenaceo delle arcose torbiditiche forma un tipico cuneo clastico, intercalato nella *Marnoso-arenacea*, che si assottiglia verso NW. Esso rappresenta il riempimento di una depressione con forma geometrica stretta e allungata, larga in media circa 3,5-4 km e lunga circa 55 km, individuata in prossimità del bordo occidentale del bacino della *Marnoso-arenacea* durante la sua fase iniziale o *inner stage* (RICCI LUCCHI, 1975 a, b; 1978; 1981; 1984 a, b; 1985). Il riempimento avveniva ad opera di flussi gravitativi molto carichi di sabbia con provenienza da W. In queste circostanze la depressione ha causato un effetto di confinamento, impedendo il libero espandimento dei flussi. Di conseguenza in simili casi non sempre è possibile riconoscere con certezza la presenza di un sistema deposizionale del tipo conoide sottomarina deformata o "conoide affogata" (RICCI LUCCHI, 1975 a) riconosciuta in altri bacini minori dell'Appennino centrale (BERGOMI *et al.*, 1974; RICCI LUCCHI, 1975 a; CENTAMORE *et al.*, 1976, 1977, 1978; BELLOTTI *et al.*, 1981, 1984; BELLOTTI & VALERI, 1982). Nel caso in esame i caratteri sedimentologici sopra illustrati indicano il riempimento di una depressione situata sul lato occidentale della piana sottomarina della *Marnoso-arenacea*, controllata dalla tettonica sinsedimentaria, anziché una conoide minore deformata (RICCI LUCCHI, 1984 a). Inoltre la continuità laterale degli strati (Fig. 21), che sembrano troncati in prossimità dei bordi della depressione, la presenza di un gradiente elevato nel

Tab. 1 - Cicli base nelle arcose torbiditiche della sezione T. Afra.

Ciclo	Trend	Carattere	SP	NS	Facies
1	+	Semp	5.20	7	C <sub>1</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , E
2	+	Semp	6.70	9	A <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>1</sub>
3	+	Semp	6.60	13	C <sub>1</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>
4	+	Semp	2	4	B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub>
5	+	Semp	4.70	5	A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> , F
6	+	Semp	4.80	3	A <sub>1</sub> , D <sub>1</sub> , E
7	+	Semp	9.90	5	B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>
8	+	Semp	6.50	11	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>
9	+	Semp	5.50	12	C <sub>1</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>
10	+	Semp	5.70	12	A <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>
11	+	Semp	5.40	10	C <sub>1</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>
12	+	Semp	5	3	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , E
13	+	Semp	7.80	6	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , D <sub>1</sub> , E, slur.
14	+	Semp	7.60	12	A <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , F
15	+	Semp	5.20	10	B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , D <sub>2</sub>
16	+	Semp	2	6	C <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , E
17	+	Semp	8.50	12	A <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , D <sub>2</sub> , E
18	+	Comp	3.50	6	C <sub>2</sub> , D <sub>2</sub> , E
19	—		3.20	3	C <sub>2</sub> , E
20	+	Semp	4.60	9	A <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , E, F
21	+	Semp	6	6	A <sub>1</sub> , B <sub>1</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>
22	+	Semp	3.20	6	A <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , D <sub>2</sub> , F
23	+	Semp	3	3	C <sub>2</sub> , F

SP = spessore del ciclo; NS = numero degli strati che formano il ciclo.

canale ed i contatti erosivi sui sottostanti depositi di piana sottomarina sono elementi che avvalorano l'ipotesi di un canale di mare profondo di tipo erosivo-deposizionale (NELSON & KULM, 1973). L'età delle arcose torbiditiche è Langhiano p.p. (MICARELLI & POTETTI, 1985).

La parte superiore della successione torbiditica è rappresentata dal membro C della *Marnoso-arenacea*, affiorante lungo la sezione Poggio della Rocca spessa 300 m. Esso è formato ancora dalla facies pelitico-arenacea D<sub>2</sub> (Fig. 22) contenente intercalazioni di torbiditi miste tra le quali spicca, a 10 m dal tetto della sezione, lo Strato Contessa di RICCI LUCCHI (1975 a) con spessore di circa 10 m (Fig. 22). Anche questa successione è attribuibile a depositi di piana sottomarina. L'età del membro C della *Marnoso-arenacea* è Langhiano p.p. - Serravalliano.

Nell'area di Badia Tedalda, poco a N di quella in esame, la *Marnoso-arenacea* passa superiormente ai depositi emipelagici delle *Marne di Verghereto*, con spessore di circa 200 m, la cui età si estende dal Serravalliano superiore al Tortonianiano. Questi depositi rappresentano, secondo RICCI LUCCHI (1975 a), facies di scarpata che sigillano la sedimentazione torbiditica della *Marnoso-arenacea*.

*Successione 2.* Affiora in destra del Tevere tra Monte S. Maria Tiberina e Città di Castello ed è costi-



Fig. 16 - Pacchi di strati arcocici di TBT che separano strati spessi e molto spessi. Sezione T. Afra.

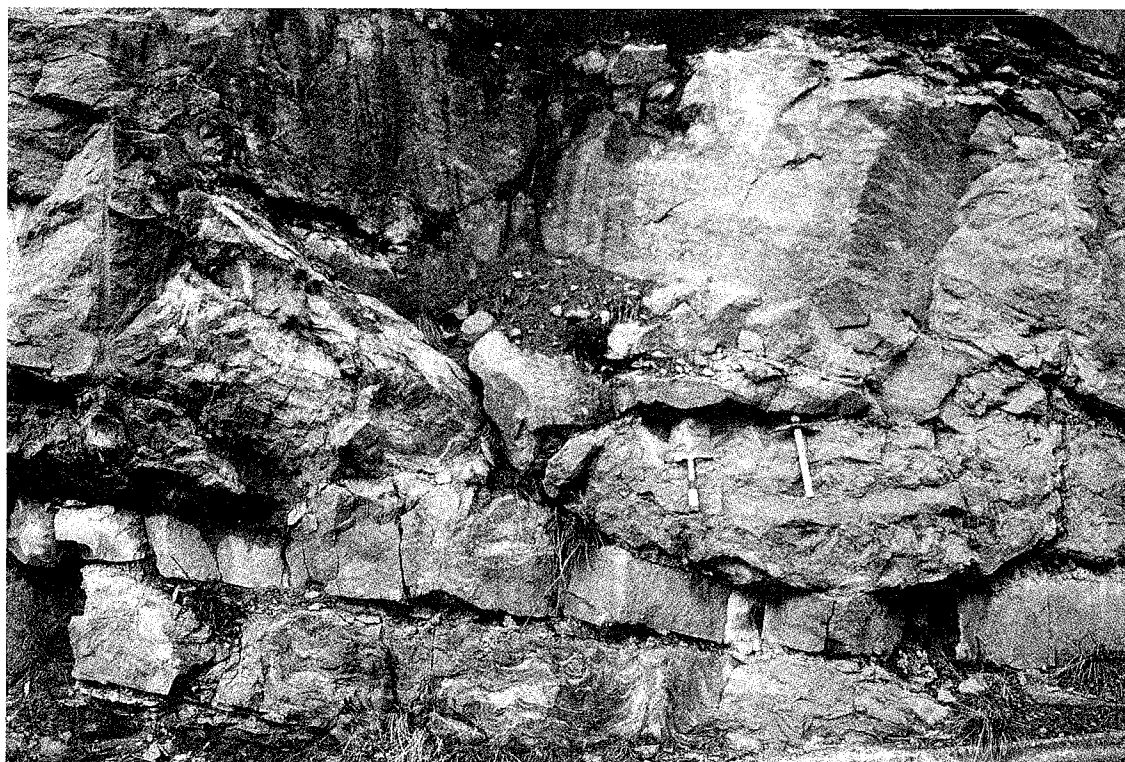


Fig. 17 - Canale d'erosione a piccola scala inciso da uno strato arcocico  $C_1$ . Sono presenti grossi inclusi pelitici. Sezione T. Afra.



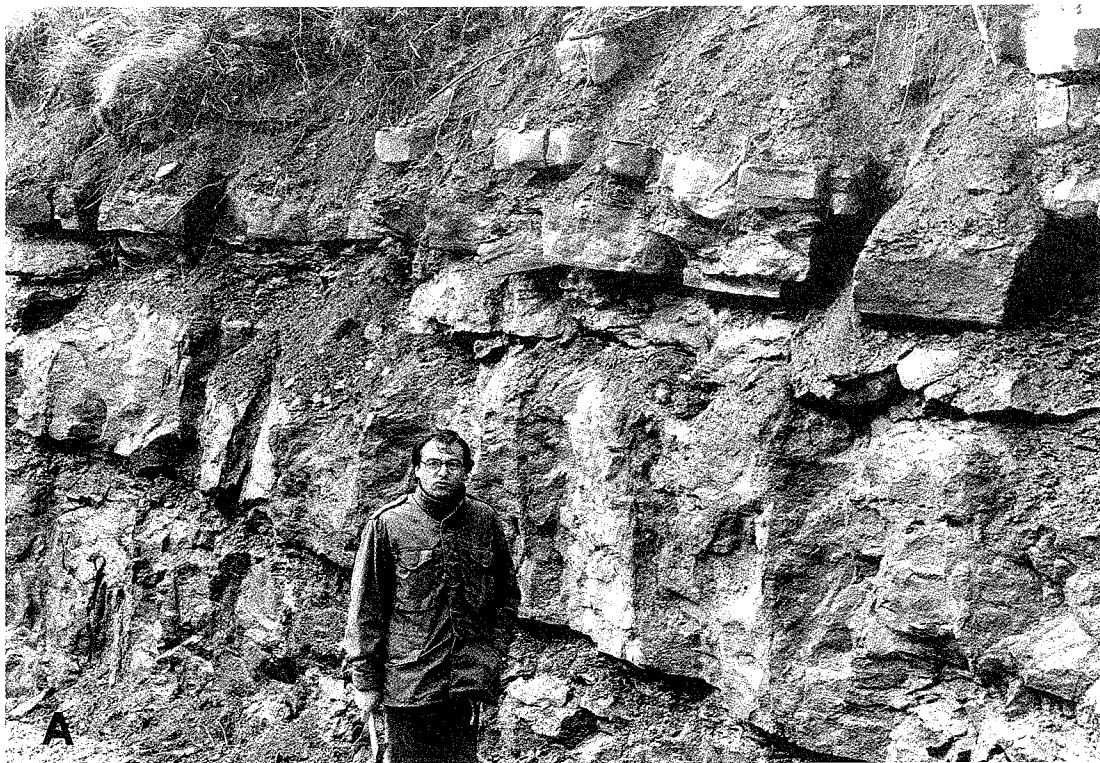


Fig. 18a - Strato arcoscico molto spesso con terminazione laterale cuneiforme. Sezione T. Afra.



Fig. 18b - Terminazione laterale cuneiforme e amalgamazione di uno strato arcoscico spesso. Sezione T. Afra.



Fig. 19 - Grossi *flute casts* e strutture *dish* alla base di uno strato arcuato molto spesso. Sezione T. Afra.



Fig. 20 - Nei pressi del Passo della Calla le turbiditi arcuote (ta) sono rappresentate da due strati intercalati nelle turbiditi siliciclastiche in facies  $C_1$  di provenienza alpina NW.



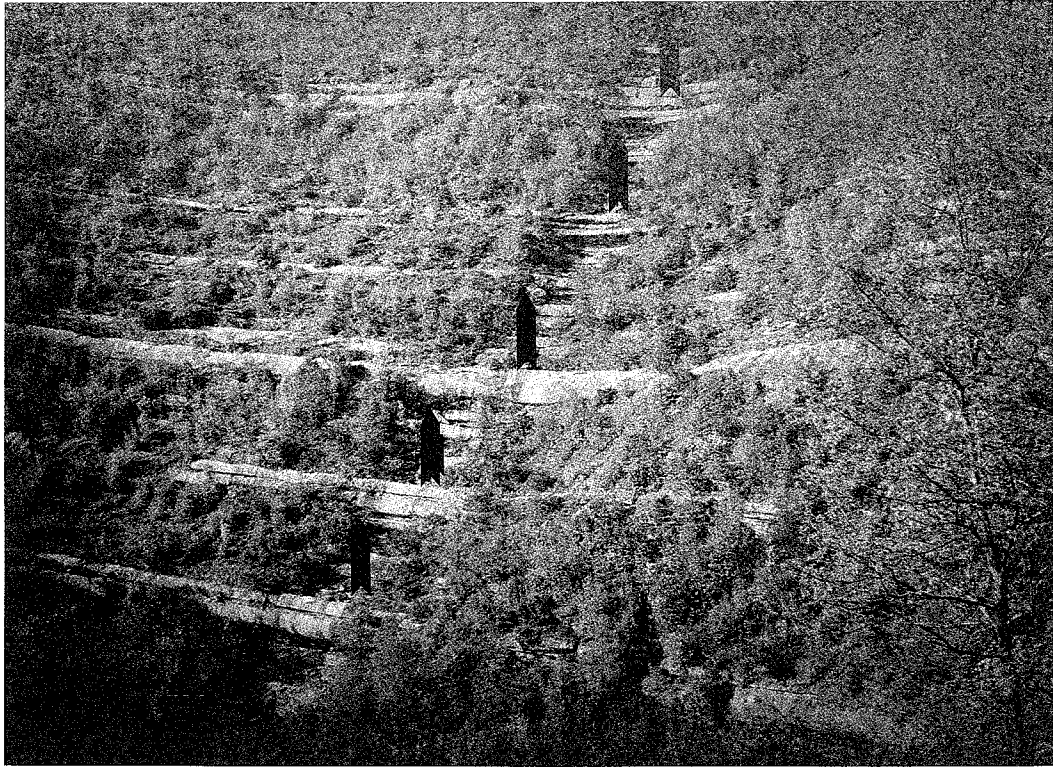


Fig. 21 - Strati da spessi a molto spessi di arcose torbiditiche organizzati in cicli positivi con spessore minore di 7 m indicati dalle frecce. Versante di M. Casale in sinistra del T. Afra.

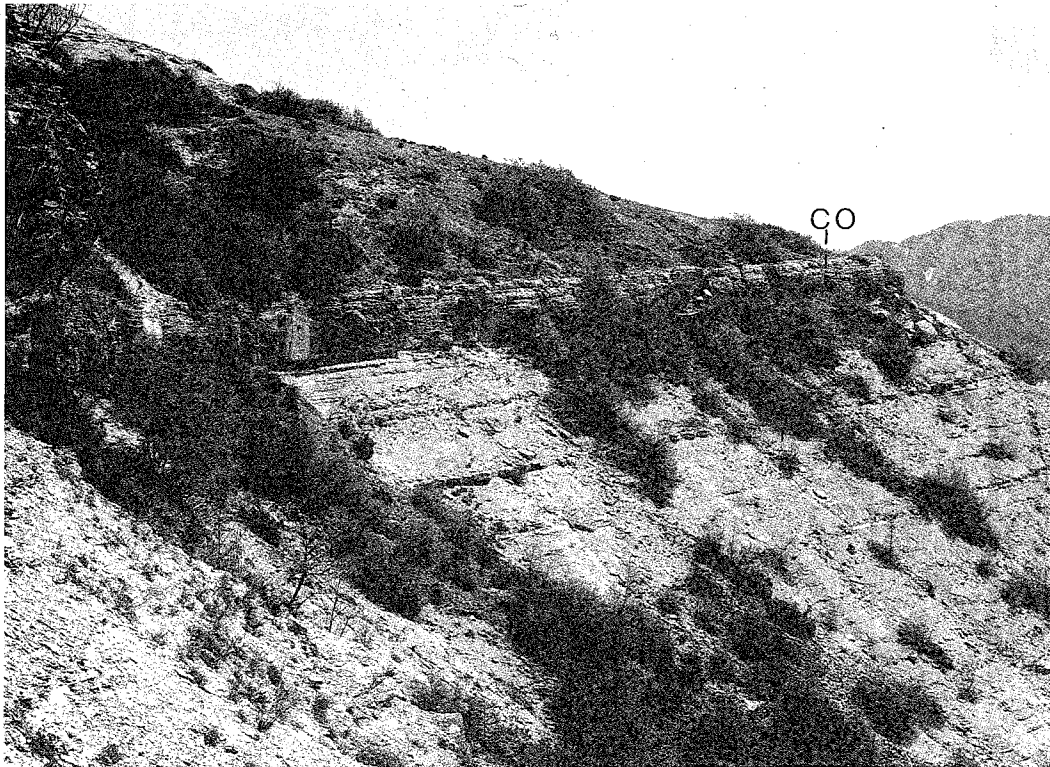


Fig. 22 - Torbiditi pelitico-arenacee (facies D<sub>2</sub>) di provenienza NW con l'intercalazione dello Strato Contessa (CO). Parte sommitale della sezione Poggio della Rocca.

tuita, dal basso, da: *Bisciario*; *Schlier*; torbiditi calcareo organogene-silicatiche (= torbiditi miste); *Arenarie di Celle*; *Marnoso-Arenacea* (Fig. 23).

Il *Bisciario* mostra caratteri litologici diversi da quelli tipici di altre aree umbro-marchigiane, come appare nella seconda edizione del Foglio 115 "Città di Castello". Esso è composto da strati medi di diaspri di colore scuro o giallo arancio con intercalazioni di marne calcaree talora selcifere. Lo spessore è di 20 - 30 m; l'età è Aquitaniano-Burdigaliano p.p. (MICARELLI & POTETTI, 1985).

Lo *Schlier* è rappresentato da depositi fini emipelagici, con elevata frazione siltosa contenenti rare intercalazioni di torbiditi pelitico-arenacee in strati sottili nella parte superiore. L'età è Burdigaliano p.p. (MICARELLI & POTETTI, 1985); lo spessore circa 100 m.

Nell'area di Monte S. Maria Tiberina affiorano strati da molto spessi a massicci amalgamati di torbiditi miste a granulometria molto grossolana, formanti un corpo lenticolare dello spessore massimo di 80 - 100 m nei pressi di M. Cedrone. Queste torbiditi rappresentano la parte prossimale degli identici sedimenti intercalati nel membro A della *Marnoso-arenacea* della successione precedentemente descritta.

In un'area molto ristretta tra Celle e Lerchi affiora un corpo lenticolare dello spessore massimo di circa 40 m. Nei pressi di Celle si riconoscono quattro strati massicci amalgamati, o separati da un sottile livello pelitico (Fig. 24), di arenarie medio-grossolane con caratteristici sferoidi diagenetici e frequenti inclusi pelitici. Lo strato più basso in figura 24 è gradato, mentre gli altri mostrano strutture tipo *dish* o lamine spesse (Fig. 25). Tali strati possono essere attribuiti alle facies C e B. Sono presenti grossi *flute casts* con direzione di scorrimento da SW (Fig. 25).

Le arenarie, che sembrano laterali alle torbiditi miste precedentemente descritte, hanno un'età Langhiana inferiore e sono state considerate eteropiche ad esse nel Foglio 115 "Città di Castello".

Le analisi petrografiche (CHIOCCHINI *et al.*, 1986) hanno permesso di evidenziare la natura arcossica anche di queste arenarie. La geometria marcatamente lenticolare ed i caratteri delle facies sembrano indicare il riempimento di un probabile canale di conoide interna largo circa 3 Km. Questa ultima rappresenterebbe il sistema deposizionale prossimale che avrebbe alimentato il canale precedentemente descritto nella successione 1.

Al di sopra delle due unità sopra menzionate, la successione 2 si chiude con le torbiditi silicatiche della *Marnoso-arenacea*, con spessore di circa 200 m, com-

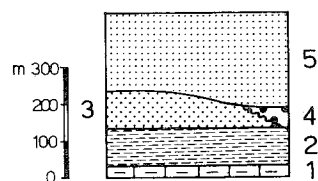


Fig. 23 - Successione litostratigrafica in destra del Tevere tra Monte S. Maria Tiberina e Città di Castello (Successione 2): 1 = Bisciario; 2 = Schlier; 3 = torbiditi miste; 4 = Arenarie di Celle; 5 = *Marnoso-arenacea*.

posta dalla facies D<sub>2</sub> in strati di solito sottili, con intercalazioni di *sturred beds*. L'età è Langhiano p.p. - Serravalliano (MICARELLI & POTETTI, 1985).

#### CONFRONTO CON INTERPRETAZIONI PRECEDENTI E OSSERVAZIONI NELLE AREE LIMITROFE

L'area compresa tra Monte S. Maria Tiberina e l'Alpe della Luna rappresenta un nodo cruciale per la valutazione dei rapporti tra le diverse unità torbiditiche affioranti nella fascia interna del bacino umbro-romagnolo. I non sempre evidenti rapporti stratigrafici, gli eventi tettonici che ne hanno, talora profondamente, alterato i rapporti e la pressochè totale mancanza di studi petrografici hanno indotto alcuni autori (FREY, 1969; GROOSSCURTH, 1971; DE JAGER, 1979; TEN HAAF & VAN WAMEL, 1979; DE FEYTER, 1982; BOSCHERINI *et al.*, 1982; DAMIANI *et al.*, 1983) a conclusioni che rendono il quadro evolutivo generale molto complesso.

Gli studi di dettaglio effettuati nell'area in oggetto, completati da osservazioni nelle aree limitrofe verso NW e SE ed in quelle più ad oriente e - quel che più conta - dall'insostituibile ausilio della petrografia, permettono di formulare un'interpretazione alquanto diversa da quelle fornite dagli autori sopra citati.

TEN HAAF & VAN WAMEL (1979) considerano la successione San Sepolcro-Alpe della Luna come un'unità tettonica distinta (*Unità di M. Nero*) che, insieme ad un'altra unità più orientale (*Unità del Castellaccio*), costituisce la "falda ultra-romagnola" ampiamente sovrascorsa sulla *Marnoso-arenacea*, nella quale tali autori riconoscono un'unità parautoctona con calcareniti associate alle torbiditi pelitico-arenacee ed un'unità autoctona più esterna priva di intercalazioni calcarenitiche (= torbiditi miste del presente lavoro). Secondo detti autori l'*Unità di M. Nero* e l'*Unità del Castellaccio* si fonderebbero verso NW all'altezza del M. Falterona e ancora più a NW l'*Unità di Castel Guerrino-Castiglione* di DE JAGER (1979) sostituirebbe quella di *M. Nero*. E' interessante rilevare che TEN HAAF & VAN WAMEL (1979) definiscono le arenarie torbiditiche della varie unità tettoniche come "quarzareniti" senza indagini petrografiche, utilizzando un termine litologico fuorviante. Inoltre i dati del suddetto lavoro sono stati ripresi acriticamente sia da BRUNI & PANDELI (1981), sia da RICCI LUCCHI & ORI (1985).

Secondo DE FEYTER (1982) le successioni affioranti tra Monte S. Maria Tiberina e Lerchi apparterebbero in parte all'*Unità di M. Nero* ed in parte (*Bisciario-Schlier*, denominati dall'autore "*Tiberina cherts and marls*") alla Falda Toscana.

Più a SW, nei pressi di Umbertide in destra del Tevere, BOSCHERINI *et al.* (1982) e DAMIANI *et al.* (1983) riconoscono unità tiberino-etrusche con litofacies ed età diverse dalla restante *Marnoso-arenacea* in sinistra del Tevere e ritengono che esse possono essersi depositate in un bacino diverso e più interno di quello della *Marnoso-arenacea*. Anche questi lavori sono privi di indicazioni petrografiche.

Vengono ora esaminati i dati relativi alle osservazioni nelle zone limitrofe a quelle dell'area in oggetto.

(1) Alcune delle lunghe dislocazioni compressive, che mettono in contatto blocchi diversi, spesso si trasformano in pieghe-faglie e/o in strette pieghe talora



Fig. 24 - Strati massicci prevalentemente amalgamati delle arenarie arcosiche di Celle. Lo strato piú basso (n. 1) mostra un sottile livello pelitico al tetto.

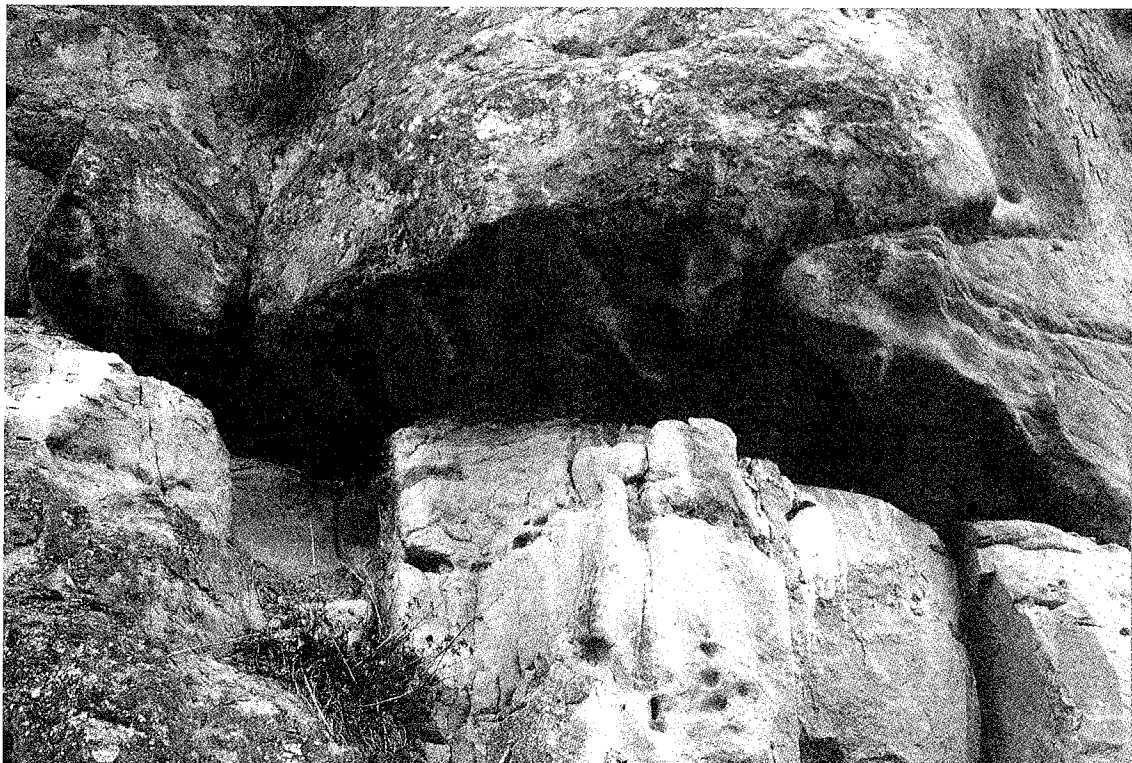


Fig. 25 - Particolare della foto precedente, relativo all'intercalazione pelitica al tetto dello strato 1. Si notano anche: inclusi pelitici allineati lungo una superficie ondulata; *flute casts* alla base dello strato 2.



rovesciate con vergenza a NE (CENTAMORE & JACOBACCI, 1969; JACOBACCI *et al.*, 1970; DE JAGER, 1979; TEN HAAF & VAN WAMEL, 1979; DE FEYTER, 1982). Di conseguenza quelle che localmente possono sembrare due distinte unità tettoniche appartengono in realtà ad un'unica successione, spesso caratterizzata da notevoli variazioni laterali e verticali di facies.

(2) Nell'area compresa tra Badia Prataglia, il Passo dei Mandrioli e M. Nero, dove TEN HAAF & VAN WAMEL (1979) hanno istituito l'*Unità di M. Nero*, il membro A della successione San Sepolcro-Alpe delle Luna è composto in prevalenza da torbiditi silicoclastiche di provenienza alpina NW in strati spessi e molto spessi, mentre le torbiditi miste sono molto rare e più fini, in strati più sottili. Il membro B della stessa successione è rappresentato dalle facies canalizzate delle arcose torbiditiche che si alternano con le torbiditi silicoclastiche di provenienza alpina NW all'incirca in uguale misura.

(3) Nei dintorni del Passo della Calla, ancora più a NW, come già accennato, le arcose torbiditiche sono ridotte a due soli strati intercalati nelle torbiditi silicoclastiche di provenienza NW.

(4) A Monte Corona, nei pressi di Umbertide, a SE di Città di Castello, le arenarie della successione di Castiglione (DAMIANI *et al.*, 1983) sono costituite da arcose torbiditiche (CHIOCCHINI & CIPRIANI, dati inediti) con facies ancora più arenacee e grossolane in strati massicci e amalgamati mentre sembrano mancare le intercalazioni di torbiditi di provenienza NW.

Nel livello inferiore corrispondente al membro A della successione I le torbiditi silicoclastiche di provenienza NW sono rare ed in strati sottili e medi. Le torbiditi miste appaiono in ambedue i livelli ma sono molto rare, a granulometria fine ed in strati medi e sottili.

(5) Nella parte superiore della sequenza dell'Alpe della Luna sono presenti sia lo Strato Contessa della *Marnoso-arenacea*, sia le emipelagiti delle *Marne di Verghereto*. Questi due elementi si ritrovano anche nelle successioni della zona più orientale ed in quella tra Badia Tedalda, Pratighi, Passo di Verghereto e gli Scallacci. Pertanto, anche in base a quanto riportato nel punto (1), le tre unità di *M. Nero*, del *Castellaccio* e romagnola parautoctona di TEN HAAF & VAN WAMEL (1979) formano in realtà un'unica successione con variazioni di facies in senso verticale e laterale che si sviluppano sia in direzione assiale che trasversale. Questa situazione è in relazione alla morfologia del bacino in continua evoluzione e all'apporto, oltre a quello principale di tipo alpino da NW, di altri sedimenti torbiditici da sorgenti minori localizzate in prossimità del bordo occidentale del bacino umbro-romagnolo. Di conseguenza l'intercalazione di torbiditi a diversa composizione si riflette nelle successioni con associazioni di facies molto variabili da luogo a luogo. La tettonica compressiva, che successivamente ha interessato tutta l'area, ha deformato le successioni in modo tale che localmente esse possono sembrare singole unità tettoniche accavallate le une sulle altre. Tuttavia, anche per le considerazioni illustrate al punto (1), questa interpretazione può essere esclusa.

## RICOSTRUZIONE PALEOGEOGRAFICA

In base a quanto esposto precedentemente è possibile sintetizzare l'evoluzione tettonico-sedimentaria

della parte più interna del bacino umbro-romagnolo come appresso riportato.

Nel Burdigaliano superiore la parte più occidentale del bacino in esame, sostituita da una porzione della piana sottomarina della *Marnoso-arenacea*, è interessata da un'attiva subsidenza. Si forma così una depressione piuttosto stretta ed allungata, che viene invasa dalle torbiditi di provenienza alpina NW, con facies canalizzate nelle zone nordoccidentali e sempre più fini sia sotto corrente (SE) che sui bordi della depressione. Le sottili intercalazioni di torbiditi fini al tetto dello *Schlier* a Monte S. Maria Tiberina rappresentano i depositi marginali delle torbiditi più spesse depositatesi nella depressione. Pressoché contemporaneamente vengono immesse nel bacino, all'altezza di Monte S. Maria Tiberina, torbiditi miste provenienti da un altotondo carbonatico, che costituisce una dorsale intermedia su un substrato anche sialico localizzato tra il dominio umbro e quello toscano (BOCCALETTI *et al.*, 1984; 1986) (Fig. 26).

Infatti queste non potevano provenire da zone più occidentali poiché nello stesso periodo, nella parte più esterna del bacino toscano, si stavano ancora depositando le facies pelitiche e pelitico-arenacee delle *Arenarie del Cervarola* in ambiente relativamente profondo. Il suddetto altotondo aveva fornito, tra l'Eocene ed il Burdigaliano, detriti al bacino toscano, rappresentati da torbiditi miste di provenienza orientale intercalate nelle *Argilliti Varicolori* (= *Scaglia Toscana Auct.*) e nelle *Arenarie del Cervarola* (BRUNI & PANDELI, 1981; DE FEYTER, 1982; BOCCALETTI *et al.*, 1984; 1986).

Le torbiditi miste formano una conoide di piccole dimensioni, larga 5 Km e lunga non meno di 7 - 8 Km, con la parte apicale localizzata tra Monte S. Maria Tiberina e Città di Castello in una parte più rialzata della depressione dove arrivavano solo le parti più fini delle torbiditi di provenienza alpina NW. Le torbiditi miste venivano successivamente incanalate nella depressione, con deflessione principale verso NW, subordinatamente verso SE (Fig. 26).

Durante il Langhiano inferiore-medio le arcose torbiditiche vengono immesse nella depressione in corrispondenza della zona di Celle-Lerchi e probabilmente di quella di Monte Corona formando due piccole conoidi che smistano i depositi arcoscici nella depressione. Questa funge da canale di tipo erosivo-deposizionale controllato dalla tettonica sinsedimentaria e della lunghezza complessiva di circa 55 Km. Il riempimento forma un tipico cuneo clastico che si assottiglia verso NW, interdigitandosi con le torbiditi di provenienza NW, fino a chiudersi nei pressi del Passo della Calla.

La presenza di torbiditi a composizione arcoscica nel bacino umbro-romagnolo, indicativa del rapido smantellamento di rocce di tipo granitico, è molto importante dal punto di vista geodinamico. Essi segnano infatti la prima connessione diretta tra bacino umbro-romagnolo ed area tirrenica dove era ubicata la zona di alimentazione. La genesi delle arcose torbiditiche può essere spiegata in due modi (CHIOCCHINI *et al.*, 1986).

La prima ipotesi prevede la risedimentazione di analoghi depositi, per fenomeni di "cannibalismo", eventualmente derivanti da un'area di parcheggio costituita da un bacino minore compreso nella catena appenninica a falde (RICCI LUCCHI, 1984 a, b; 1985 RICCI LUCCHI & ORI, 1985).

Depositi arcoscici di ambiente neritico o torbiditici

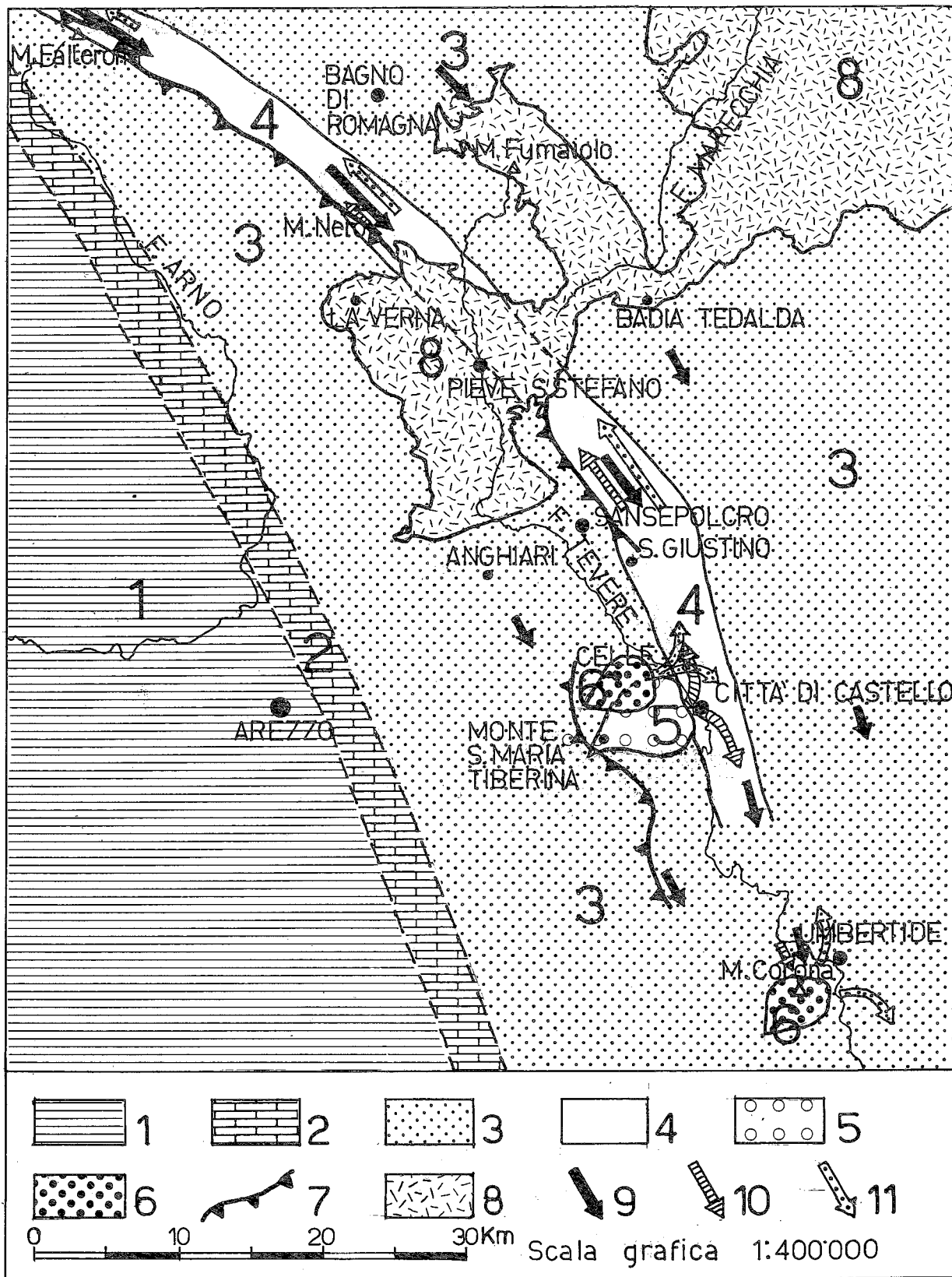


Fig. 26 - Tentativo di ricostruzione paleogeografica dei domini toscano e umbro-romagnolo nel Burdigaliano-Langhiano. 1 = Bacino toscano; 2 = Dorsale intermedia (altofondo) a sedimentazione carbonatica neritica; 3 = Bacino umbro-romagnolo (Marnoso-Arenacea); 4 = Depressione-canale (depocentro di 3 durante il Burdigaliano-Langhiano); 5 = Conoide minore con apporto misto calcareo organogeno-silicatico di Monte S. Maria Tiberina; 6 = conoidi minori ad apporto arcoscico di Celle e di Monte Corona; 7 = Fronte di accavallamento delle Arenarie del Cervarola; 7 = Fronte di accavallamento delle Arenarie del Cervarola; 8 = Colata della Val Marecchia; 9 = apporti silicoclastici alpini nordoccidentali (*Marnoso-arenacea s.s.*); 10 = apporti misti; 11 = apporti arcoscici. La lunghezza delle frecce è proporzionale alla quantità dei singoli tipi di apporto.

sono segnalati nel dominio tosco-emiliano: le *Arenarie di Monghidoro* del Cretacico superiore-Paleocene (SIGNORINI, 1938; CIPRIANI *et al.*, 1964; GAZZI, 1966; ABBATE, 1969; ABBATE & SAGRI, 1970) appartenenti al Gruppo del Sambro; le *Arenarie di Loiano* dell'Oligocene (MERLA, 1951; AZZAROLI, 1955; GAZZI, 1963; GAZZI & ZUFFA, 1970; SESTINI, 1970); le *Arenarie di Manciano* del Burdigaliano (DESSAU, 1951; DESSAU *et al.*, 1972; PELLEGRINI, 1967; SESTINI, 1970; FONTANA, 1980; 1981); le *Arenarie di Ponsano* del Serravalliano (GIANNINI & TONGIORGI, 1959; TAVANI & TONGIORGI, 1963; BARTOLINI, 1966; MALESANI & MANETTI, 1967; SESTINI, 1970; PASINI & SANDRELLI, 1977; MAZZEI *et al.*, 1980). Le ultime tre unità sono di ambiente neritico e si sono depositate sulla coltre delle unità liguridi in movimento verso E. Per tutte quelle arenarie gli autori citati ipotizzano una provenienza da rocce di tipo granitico e gneissiche situate in posizione interna rispetto alle liguridi.

Circa la composizione delle arcose torbiditiche intercalate nella *Marnoso-arenacea* nell'alta Valle Tiberina, dallo studio di CHIOCCHINI *et al.* (1986) risultano analogie, anche delle percentuali dei feldspati con le *Arenarie di Loiano*, mentre nelle *Arenarie di Manciano* ed in quelle di *Ponsano*, che sono di età più recente delle arcose torbiditiche in oggetto, il contenuto in feldspati è in media meno della metà. L'elevato contenuto in feldspati di queste ultime, tuttavia, non sembra in accordo con fenomeni di risedimentazione a spese di preesistenti sedimenti arenacei. Questa eventualità, del resto, era stata scartata da GAZZI & ZUFFA (1970) per le stesse *Arenarie di Loiano* nella ipotesi di un riciclaggio delle *Arenarie di Monghidoro*.

La seconda ipotesi, ritenuta più verosimile, prevede invece che le arcose torbiditiche in oggetto derivino da rocce di tipo granitico appartenenti ad un frammento di catena alpina localizzato nella parte retrostante tirrenica della catena appenninica, tettonicamente associato alle *Liguridi* (CHIOCCHINI *et al.*, 1986). Le torbiditi venivano incanalate nel bacino umbro-romagnolo attraverso vie di scorrimento trasversali connesse a linee tettoniche (CENTAMORE *et al.*, 1979 a). Il suddetto frammento di catena alpina avrebbe contribuito successivamente, ed in quantità ancora più considerevole, ad alimentare, insieme a vari tipi di rocce sedimentarie, le sabbie torbiditiche che hanno colmato anche i bacini laziali-abruzzesi durante il Tortoniano e il bacino della Laga tra il Messiniano ed il Pliocene inferiore.

La suddetta ipotesi comporta, in definitiva, un apporto secondario anch'esso di tipo alpino, come quello principale da NW, ma con peculiare carattere arcosico che, tra la fine del Burdigaliano ed il Langhiano inferiore, circoscrive l'area alimentatrice a prevalenti litotipi granitici. E' da ritenere che l'intenso smantellamento del frammento alpino avvenuto prima del Messiniano-Pliocene inferiore abbia interessato anche le associate rocce metamorfiche.

Durante il Serravalliano la subsidenza interessa tutto il bacino umbro-romagnolo il cui depocentro si sposta verso E (BOCCALETTI *et al.*, 1984; 1986). Le torbiditi si depositano fino sui bordi della dorsale umbro-marchigiana che con il suo prolungamento settentrionale separa il bacino in due parti. Ai lati della dorsale si depositano facies fini pelitico-arenacee, mentre nel resto del bacino si osservano associazioni di piana sottomarina, nelle quali si intercalano, solo ad occidente della dorsale (RICCI LUCCHI & PIALLI, 1973; CENTAMO-

RE *et al.*, 1977; 1979 a, b), sedimenti alloctoni, torbiditi arenacee di conoide minore e torbiditi calcareo organogene-silicatiche tra cui spicca lo Strato Contessa (ARDANESE *et al.*, 1983). Nelle parti più depresse del bacino si registrano anche scivolamenti gravitativi di pacchi di strati torbiditici provenienti dal margine occidentale del bacino tettonicamente attivo (CENTAMORE *et al.*, 1988).

## BIBLIOGRAFIA

ABBATE E. (1969) - *Il Gruppo della Val di Sambro (Serie di Monghidoro Auct.) ed i terreni sovrastanti (Appennino modenese e bolo-gnese) Dati preliminari*. Boll. Soc. Geol. It., **88**, 637-644.

ABBATE E. & SAGRI M. (1970) - *The eugeosynclinal sequences*. In: *Development of the Northern Apennines geosyncline*. (Sestini G. editor). Sedim. Geol., **4**, 251-340.

ARDANESE L.R., CAPUANO N., CHIOCCHINI U., CIPRIANI N., DINI A., MARTELLI G., TONELLI G. & VENERI F. (1983) - *Petrografia delle torbiditi carbonatiche della Marnoso-Arenacea tra Mercatello sul Metauro (Pesaro) e Gubbio (Perugia)*. Giornale di Geologia (2), **45**, 101-126.

AZZAROLI A. (1955) - *La struttura della valle del Serchio nei dintorni di Castelnuovo Garfagnana*. Boll. Soc. Geol. It., **74**, 73-78.

BARTOLINI C. (1966) - *I Foraminiferi dell'Arenaria di Ponsano*. Paleont. It., **61**, 17-64.

BELLOTTI P., CHIOCCHINI U. & VALERI P. (1981) - *Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei "bacini minori" torbiditici del Miocene medio-superiore dell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 6) Il bacino del Liri*. Boll. Soc. Geol. It., **100**, 309-337.

BELLOTTI P., LANDINI B. & VALERI P. (1984) - *Associazioni di facies e lineamenti evolutivi generali del "complesso torbiditico altomiocenico laziale-abruzzese"*. Boll. Soc. Geol. It., **103**, 311-326.

BELLOTTI P. & VALERI P. (1982) - *Il bacino minore di Tagliacozzo (Appennino centrale): analisi delle facies torbiditiche*. Boll. Soc. Geol. It., **101**, 57-68.

BERGOMI C., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., MOLINARI V., SALVATI L. & TILLA A. (1974) - *Le torbiditi tortoniane della media valle del F. Sacco (Lazio centro-meridionale) nel quadro dell'evoluzione strutturale della zona*. Boll. Serv. Geol. d'It., **95**, 26-98.

BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MICARELLI A., MORATTI G. & POTETTI M. (1984) - *Neogene paleogeographic and tectonic evolution of the Tuscany - Umbria-Marche sector (Northern Apennines): time and space relationships between tensional and compressional events*. Paleogeography and Geodynamics of the Perityrrhenian Area. Interim Colloquium 11-13 October 1984 Firenze. Abstracts.

BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MICARELLI A., MORATTI G. & POTETTI M. (1986) - *Evoluzione dell'Appennino tosco-umbro-marchigiano durante il Neogene*. Giornale di Geologia, ser. 3<sup>a</sup>, **48** (1-2), pag. 227-233.

BOSCHERINI A., NOCCHI LUCARELLI M. & PIALLI G. (1982) - *Geologia della riva etrusca del Tevere tra le confluenze del T. Niccone e del T. Nese*. Rend. Acc. Sc. Fis. e Nat., Soc. Naz. di Scienze e Lettere in Napoli, (4), **48**, 409-438.

BRUNI P. & PANDELI E. (1981) - *Torbiditi calcaree nel Macigno e nelle Arenarie del Cervarola nell'area del Pratomagno e del Falterona (Appennino sett.)*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 217-230.

CENTAMORE E., CHIOCCHINI M., CHIOCCHINI U., DRAMIS F., GIARDINI G., JACOBACCI A., MARTELLI G., MICARELLI A. & POTETTI M. (1979 a) - *Note illustrative del Foglio 301 "Fabiano" alla scala 1:50.000*. Serv. Geol. d'It.

- CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., CIPRIANI N., DEIANA G. & MICARELLI A. (1978) - *Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei "bacini minori" torbiditici del Miocene medio-superiore dell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 5) Risultati degli studi in corso*. Mem. Soc. Geol. It., **18**, 135-170.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., CIPRIANI N., DEIANA G. & MICARELLI A. (1979 b) - *The minor basins in the context of the umbro-marchean region tectonic-sedimentary evolution during Middle-Upper Miocene*. Ann. Geol. Pays Hellen., Tome Horse Serie, **1**, 247-251. VII Int. Congr. on Mediterranean Neogene, Athens, 1979.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI U. & MICARELLI A. (1977) - *Analisi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dei "bacini minori" torbiditici del Miocene medio-superiore dell'Appennino umbro-marchigiano e laziale-abruzzese: 3) Le Arenarie di Monte Vicino, un modello di conoide sottomarina affogata (Marche settentrionali)*. Studi Geol. Camerti, **3**, 7-56.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., RICCI LUCCHI F. & SALVATI L. (1976) - *La sedimentazione clastica del Miocene medio-superiore nel bacino marchigiano interno tra il T. Tarugo ed Arcevia*. Studi Geol. Camerti, **2**, 73-104.
- CENTAMORE E., MICARELLI A., PESARESI A., PONTONI F., POTETTI M. & TADDEI L. (1988) - *Fenomeni di scendimento gravitativo nella Formazione Marnoso-Arenacea dell'Eugubino*. Studi Geol. Camerti, **10**.
- CENTAMORE E. & JACOBACCI A. (1969) - *Osservazioni stratigrafiche e tettoniche nei sedimenti miocenici ad oriente del F. Tevere nel F° 115 "Città di Castello"*. Boll. Serv. Geol. d'It., **89**, 37-51.
- CHIOCCHINI U. & CIPRIANI N. (1984) - *Petrografia delle arenarie torbiditiche del bacino di Monte Vicino (Marche settentrionali)*. Boll. Soc. Geol. It., **103**, 579-589.
- CHIOCCHINI U. & CIPRIANI N. (1986) - *Turbidite arkose: a secondary supply in the Marnoso-Arenacea Basin*. 7th Reg. Meet. on Sedimentology. IAS, Cracovia 1986.
- CHIOCCHINI U., CHIOCCHINI M., CIPRIANI N. & TORRICINI F. (1986) - *Petrografia delle unità torbiditiche della Marnoso-Arenacea nell'alta Valle Tiberina*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 57-73.
- CHIOCCHINI U., CIPRIANI N. & GIARDINI G. (1981) - *Petrologia delle arenarie dei bacini minori torbiditici di Camerino e di San Donato-Cantia (Marche)*. Boll. Soc. Geol. It., **100**, 213-223.
- CIPRIANI C. & MALESANI P. (1963 a) - *Ricerche sulle arenarie: VII) la composizione mineralogica di una serie di rocce della formazione Marnoso-Arenacea*. Period. di Min., **2-3**, 303-342.
- CIPRIANI C. & MALESANI P. (1963 b) - *Ricerche sulle arenarie: VIII) determinazioni microscopiche sulle arenarie delle formazioni del Magigno e della Marnoso-Arenacea*. Period. di Min., **2-3**, 343-385.
- CIPRIANI C. & MALESANI P. (1964) - *Ricerche sulle arenarie: IX) caratterizzazione e distribuzione geografica delle arenarie appenniniche oligoceniche e mioceniche*. Mem. Soc. Geol. It., **4**, 395-474.
- CIPRIANI C., MALESANI P. & MANETTI P. (1964) - *Ricerche sulle arenarie: XI) Le arenarie di Monghidoro*. Acc. Tosc. di Scienze e Lettere "La Colombaria", 39 pp.
- DAMIANI A.V., PANNUZI L. & PIALLI G. (1983) - *Osservazioni geologiche nelle aree comprese fra i massicci perugini ed i rilievi di Gubbio*. Giorn. di Geologia, (2), **45**, 127-150.
- DE FEYTER A.J. (1982) - *The structure of the northern umbrian Apennines, Italy*. Geologie en Mijnbouw, **61**, 183-189.
- DE JAGER J. (1979) - *The relation between tectonics and sedimentation along the "Sillaro Line" (Northern Apennines, Italy)*. Geol. Ultraiectina, **19**, 1-98.
- DESSAU G. (1951) - *Geologia e depositi di antimonio e d'altri metalli del Gruppo dei Monti Romani (Comune di Manciano, Maremma Toscana)*. Boll. Soc. Geol. It., **70**, 1-64.
- DESSAU G., DUCHI G. & STEA B. (1972) - *Geologia e depositi minerali della zona Monti Romani-Monteti (Comuni di Manciano, Capalbio e Ischia di Castro)*. Mem. Soc. Geol. It., **11**, 217-260.
- FONTANA D. (1980) - *Caratteri petrografici e sedimentologici delle Arenarie di Manciano nella Toscana meridionale*. Min. Petrog. Acta, **24**, 77-94.
- FONTANA D. (1981) - *Confronti fra arenarie mioceniche nella Toscana meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **21** (1980). Atti del 70° Congresso della Soc. Geol. It. Siena 6-11 ottobre 1980, 85-88.
- FREY W. (1969) - *Zur Geologie des Greuzgebietes Alta Romagna-Casentino SE des Passo dei Mandrioli*. Diss. Freie Univ. Berlin., 182 pp.
- GANDOLFI G., PAGANELLI L. & ZUFFA G.G. (1983) - *Petrology and dispersal pattern in the Marnoso-Arenacea Formation (Miocene, Northern Apennines)*. Journ. Sed. Petr., **53**, 493-507.
- GAZZI P. (1963) - *Ordine di apparizione dei minerali pesanti nella formazione di Monghidoro e nella serie di Loiano (Appennino Bolognese)*. Min. Petr. Acta, **9**, 79-95.
- GAZZI P. (1966) - *Le arenarie del flysch sopracretaceo dell'Appennino modenese: correlazioni con il flysch di Monghidoro*. Min. Petr. Acta, **12**, 69-97.
- GAZZI P. & ZUFFA G.G. (1970) - *Le arenarie paleogeniche dell'Appennino emiliano*. Min. Petr. Acta, **16**, 97-137.
- GIANNINI E. & TONGIORGI M. (1959) - *Stratigrafia neogenica toscana. I. L'arenaria elveziana di Ponsano (Volterra)*. Boll. Soc. Geol. It., **78**, 83-100.
- GROSSCURTH J. (1971) - *Zur Geologie der Randgebiete des W- Teils des Mugello-Beckens ostlich der Prato-Sillaro "Linie"*. Diss. Freie Univ. Berlin, 215 pp.
- JACOBACCI A., BERGOMI C., CENTAMORE E., MALATESTA A., MALFERRARI N., MARTELLI G., PANNUZI L. & ZATTINI N. (1970) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - Fogli 115 "Città di Castello" - 122 "Perugia" - 130 "Orvieto"*. Serv. Geol. d'It., 151 pp.
- MALESANI P. & MANETTI P. (1967) - *Ricerche sulle arenarie: XVII) Osservazioni su alcune formazioni mioceniche della Toscana e della Romagna*. Boll. Soc. Geol. It., **86**, 213-231.
- MAZZEI R., PASINI M., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1980) - *L'età dell' "Arenaria di Ponsano" della zona di Castellina scalo (Siena)*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 63-72.
- MERLA G. (1951) - *Geologia dell'Appennino Settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 151 pp.
- MICARELLI A. & POTETTI M. (1985) - *Biostratigraphic correlations of the Miocene sediments in the Umbria-Marche area (Central-Northern Apennines)*. VIII th Congress of the R.C.M.N.S. 15-22 Sept. 1985-Budapest. Abstracts, 389-391.
- MUTTI E. (1977) - *Distinctive thin-bedded turbidite facies and related depositional environments in the Eocene Hecho Group (South-central Pyrenees, Spain)*. Sedimentology, **24**, 107-131.
- MUTTI E. & RICCI LUCCHI F. (1975) - *Turbidite facies and facies associations*. In: *Examples of turbidite facies and facies associations from selected formations of the Northern Apennines*. Field Trip Guidebook A-11. Int. Sedim. Congr., IX, Nice, 21-36.
- NELSON C.H. & KULM L.D. (1973) - *Submarine fans and deep-sea channels*. In: SEPM Pacific Section Short Course: *Turbidites and deep water sedimentation*, 39-78.
- PAREA G.C. & RICCI LUCCHI F. (1975) - *Turbidite key-beds as indicators of ancient deep-sea plains*. IX Int. Congr. Sedim., Theme 1, 235-242.
- PASINI M. & SANDRELLI F. (1977) - *L'Arenaria di Ponsano nell'area a sud-est di Castellina Scalo (Siena)*. Riv. Ital. Paleont., **83**, 641-664.

- PELLEGRINI M. (1967) - *Osservazioni geologiche sull'arenaria di Manciano*. Mem. Soc. Geol. It., 6, 329-342.
- RICCI LUCCHI F. (1975 a) - *Depositional cycles in two turbidite formations of Northern Apennines*. Journ. Sed. Petr., 45, 1-43.
- RICCI LUCCHI F. (1975 b) - *Miocene paleogeography and basin analysis in the Periadriatic Apennines*. In: *Geology of Italy* (ed. by C. Squyres). PESL, 2, 129-236.
- RICCI LUCCHI F. (1975 c) - *Sediment dispersal in turbidite basins: examples from the Miocene of Northern Apennines*. IX Int. Congr. Sedim., Theme 5, 347-352.
- RICCI LUCCHI F. (1978) - *Turbidite dispersal in a Miocene deep-sea plain*. Geologie en Mijnbouw, 57, 559-576.
- RICCI LUCCHI (1981) - *The Marnoso-Arenacea turbidites. Romagna and Umbria Apennines*. In: *Excursion guidebook* (RICCI LUCCHI F. ed.). 2nd IAS Eur. Meeting, 229-303.
- RICCI LUCCHI F. (1984 a) - *Deep-sea fan deposits in the Marnoso-Arenacea Formation, Northern Apennines*. Geo-Marine Letters, 3 (2-4), 203-210.
- RICCI LUCCHI F. (1984 b) - *Flysch, molassa, cunei clastici: tradizione e nuovi approcci nell'analisi dei bacini orogenici dell'Appennino Settentrionale*. In: *Cento anni di Geologia Italiana*. Vol. Giub. I Cent. Soc. Geol. It., 279-295.
- RICCI LUCCHI F. (1985) - *Influences of transport processes and basin geometry on sand composition*. In: *Provenance of Arenites* (ed. by G.G. ZUFFA), 19-46.
- RICCI LUCCHI F. & ORI G.G. (1985) - *Field excursion D: syn-orogenic deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic foreland: examples from Emilia-Romagna region, Northern Apennines*. Int. Symp. on Foreland Basins. Excursion Guidebook (ed. by PH. ALLEN & HOMEWOOD), 137-176.
- RICCI LUCCHI F. & PIALI G. (1973) - *Apporti secondari nella Marnoso-Arenacea: 1. Torbiditi di conoide e di pianura sottomarina a ENE di Perugia*. Boll. Soc. Geol. It., 92, 669-712.
- RICCI LUCCHI F. & PIGNONE R. (1979) - *Ricostruzione geometrica parziale di un lobo di conoide sottomarina*. Mem. Soc. Geol. It., 18, 125-133.
- RICCI LUCCHI F. & VALMORI E. (1980) - *Basin-wide turbidites in a Miocene oversupplied deep-sea plain: a geometrical analysis*. Sedimentology, 27, 241-270.
- SESTINI G. (1970) - *Postgeosynclinal sedimentation*. In: *Development of the Northern Apennines geosyncline* (SESTINI G. editor). Sedim. Geol., 4, 481-520.
- SIGNORINI R. (1938) - *Una vasta zona a strati rovesciati tra l'Idice e il Setta nell'Appennino Bolognese*. Boll. Soc. Geol. It., 57, 139-154.
- SIGNORINI R. (1945) - *Sull'inizio della sedimentazione arenacea nell'Appennino Centrale e Settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 64, 27-30.
- STATERA I. & RICCI LUCCHI F. (1981) - *Caratteri sedimentologici e dispersione di alcune torbiditi di estensione bacinale nella Formazione Marnoso-Arenacea (Appennino romagnolo-umbro)*. Min. Petr. Acta, 25, 57-77.
- TAVANI G. & TONGIORGI M. (1963) - *La fauna miocenica delle "Arenarie di Ponsano" (Volterra, Provincia di Pisa)*. Paleont. Ital., 58, 1-41.
- TEN HAAFF E. & VAN WAMEL W.A. (1979) - *Nappes of the Alta Romagna*. Geologie en Mijnbouw, 58, 145-152.

(Manoscritto ricevuto nel novembre 1985).



Centro Interdipartimentale Audiovisivi e Stampa  
Università degli Studi di Camerino  
maggio 1989

Autorizzazione Tribunale di Camerino n. 4/82 del 17.12.1982  
Direttore responsabile Prof. ERNESTO CENTAMORE