

GORTANIA - Atti Museo Friul. Storia Nat.	10('88)	35-64	Udine, 31.VII.1989	ISSN: 0391-5859
--	---------	-------	--------------------	-----------------

G. FONTOLAN, G. TUNIS

SEQUENZE CALCICLASTICHE GROSSOLANE  
IN AMBIENTE DI APRON - MARGINE DI BACINO  
("FLYSCH DEL MATAIUR", FRIULI ORIENTALE)\*

*COARSE CALCICLASTIC SEQUENCES  
DEPOSITED IN AN APRON - BORDER OF BASIN PALEOENVIRONMENT  
("FLYSCH DEL MATAIUR", EASTERN FRIULI)*

**Riassunto breve** — Vengono descritte le caratteristiche sedimentologiche di una spessa sequenza calciclastica grossolana di età maastrichtiana inferiore affiorante presso il M. Mataiur (Friuli orientale). Il contesto paleoambientale è probabilmente di scarpata inferiore (apron) - margine di bacino, fortemente influenzato dalla tettonica che ha condizionato le facies presenti e la loro distribuzione. La particolarità di alcuni depositi ci ha indotti ad affrontare una ricerca bibliografica sulla nomenclatura di base dei calcari risedimentati.

**Parole chiave:** Sedimentologia, Risedimenti carbonatici grossolani, Paleoambiente deposizionale, M. Mataiur, Friuli orientale.

**Abstract** — *This paper deals with the sedimentological characteristics of a thick coarse calciclastic sequence of Early Maastrichtian age outcropping on the southern flanks of the Mt. Mataiur (Eastern Friuli). Probably the paleoenvironmental setting is of lower slope (apron) - border of the basin which was strongly influenced by the tectonics, which conditioned the facies and their distribution. Lastly the sedimentological peculiarities of some deposits gave rise to a bibliographic research of the nomenclature on the resedimented carbonate.*

**Key words:** *Sedimentology, Coarse carbonate resedimented deposits, Paleoenvironment, Mt. Mataiur, Eastern Friuli.*

## Introduzione

In questo lavoro viene presentato uno studio sedimentologico petrografico di

---

(\*) Lavoro eseguito con il contributo M.P.I. 40% "Flysch" (resp. G. Catani).

una sequenza calciclastica di età maastrichtiana inferiore affiorante presso il Monte Mataiur (Friuli orientale, Italia).

Mediante cartografia di dettaglio è stata evidenziata la posizione stratigrafica e la distribuzione areale dei principali corpi sedimentari.

Il rilevamento sedimentologico-stratimetrico di un certo numero di sezioni stratigrafiche ha portato alla individuazione di successioni emblematiche. Queste ultime hanno permesso di ipotizzare l'ambiente di sedimentazione e i processi che hanno governato la dinamica e l'evoluzione sedimentaria.

Nell'analizzare in dettaglio i risedimenti carbonatici grossolani, in considerazione della loro estrema varietà tipologica, è emersa la necessità di organizzare le osservazioni secondo una nomenclatura di base.

Sotto questo punto di vista, si sono riscontrate grosse carenze in merito alla descrizione delle caratteristiche sedimentologiche dei depositi calciclastici. Nella corrente letteratura straniera esiste infatti una notevole varietà di classificazioni, con molteplici sinonimi e spesso con utilizzo di termini non corretti e talvolta controversi.

La molteplicità tipologica dei depositi affioranti sul M. Mataiur si presta ottimamente per affrontare una attenta revisione delle terminologie più ricorrenti, fornendo inoltre elementi di confronto sulle modalità e sui meccanismi deposizionali.

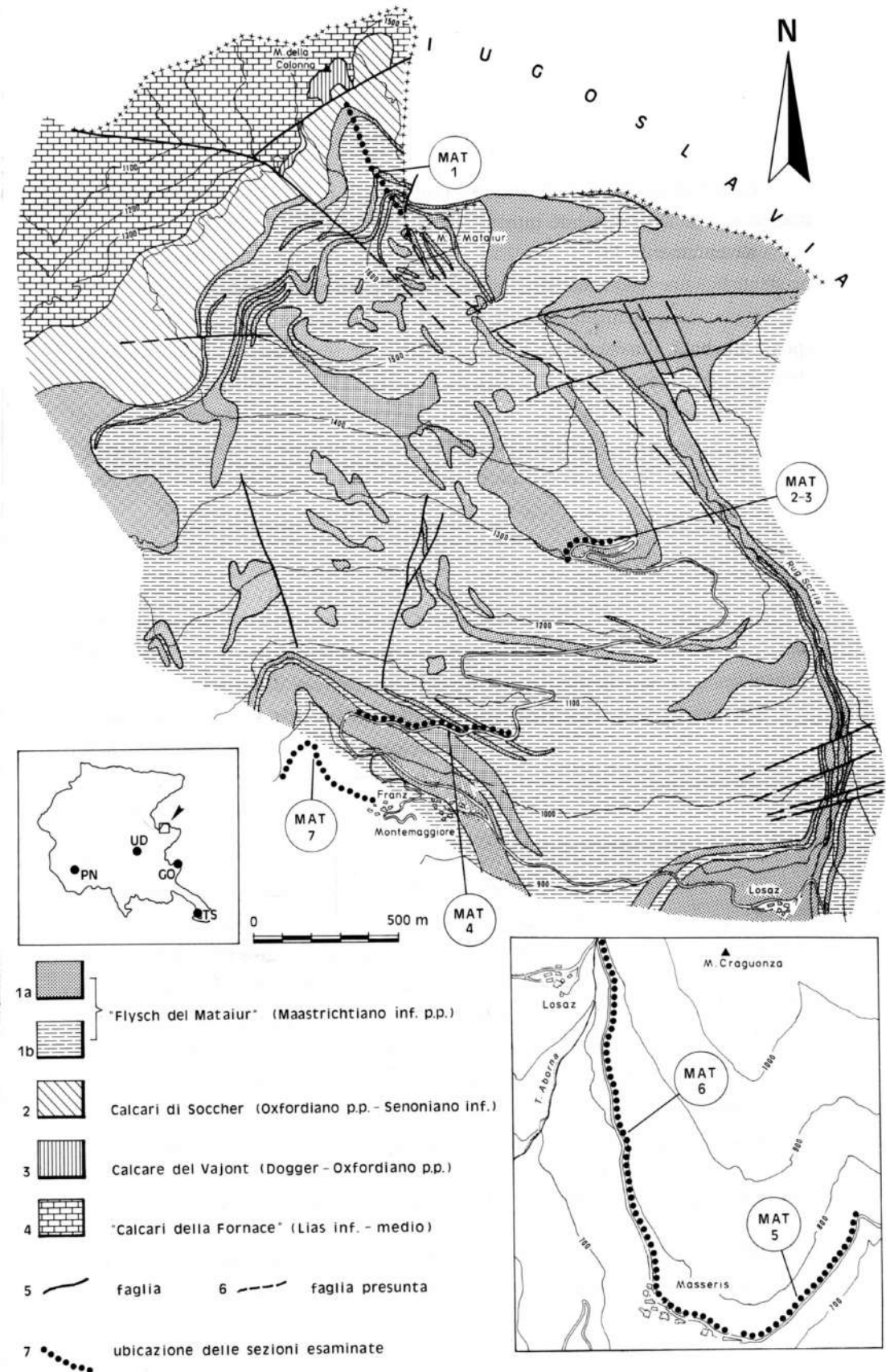
Uno degli obiettivi di questo lavoro è rivolto appunto all'analisi di questi aspetti.

### Cenni geologici

Le scarse notizie in merito alla geologia ed alla stratigrafia della zona esaminata hanno reso necessario un preliminare lavoro di rilevamento, realizzato su base di dettaglio alla scala 1:5000 (fig. 1), in cui sono stati evidenziati i litosomi principali della successione calciclastica oggetto dello studio.

Fig. 1 - Carta geologica dell'area "tipo" di affioramento del "Flysch del Mataiur". Il rilevamento originale è stato eseguito alla scala 1:5000. 1a. Breccie. 1b. Flysch, calcareniti massive, calcitorbiditi, marne. 2. Calcareniti, calcareniti selcifere, calcilutiti. 3. Calcari oolitici, brecciole, calcilutiti. 4. Calcari. 5. Faglie. 6. Faglia presunta o sepolta. 7. Ubicazione delle sezioni esaminate.

- Geological map of typical area where the "Flysch del Mataiur" unit crops out. The original geological survey is carried out at scale 1:5000. 1a. Breccias. 1b. Flysch, massive calcarenites, calciturbidites, marls. 2. Calcarenites, cherty calcarenites, calcilutites. 3. Oolitic limestones, fine breccias, calcilutites. 4. Limestones. 5. Fault. 6. Fault concealed or buried. 7. Ubication of the examined sequences.



Il Foglio Geologico "Tolmino" (FABIANI et al., 1937), unico dato di rilevamento precedente, riprende integralmente i dati di WINKLER (1920).

Recentemente TUNIS & VENTURINI (1986) hanno meglio definito la successione stratigrafica pre-Maastrichtiana affiorante nella zona del M. Mataiur. Nello stesso lavoro è stata istituita, informalmente e limitatamente a poche decine di metri poste alla base, l'unità maastrichtiana del "Flysch del Mataiur". In questa nota, per brevità di esposizione, questa unità verrà richiamata come FDM.

La successione stratigrafica esaminata riguarda le unità comprese dal Lias al Cretacico superiore. Inferiormente sono presenti, in zona, delle formazioni triassico superiori (Dolomia Principale e Calcari del Dachstein) caratteristiche di ambiente di piattaforma carbonatica. Progressivamente, dal basso, si rinvengono:

*"Calcari della Fornace" - Lias inf. - medio (PIRINI et al., 1986)*

Nella zona sono presenti i termini superiori dell'unità litologicamente costituita da calcari fini ben stratificati e rare intercalazioni di breccie. Sono frequenti livelli stromatolitici ed orizzonti con strutture paleocarsiche e di disseccamento.

I "Calcari della Fornace" indicano una situazione di piattaforma relativamente interna, con porzioni parzialmente emerse, perdurante nel Lias.

*Calcare del Vajont - Dogger - Oxfordiano p.p. (MARTINIS & FONTANA, 1968)*

Questa formazione è costituita da calcari oolitici e brecciole con orizzonti calcilitici e materiale oolitico in cui sono presenti strutture interne di tipo torbido. Queste litofacies testimoniano una grossa modificazione paleoambientale verificata nel Dogger. In questo periodo, nel settore esaminato si instaura un dominio marino più profondo, rappresentato dalla scarpata della piattaforma friulano-carsica, arretrata verso SW. In questo ambiente di raccordo tra il margine di piattaforma ed il bacino di Tolmino giungono materiali carbonatici sotto forma di flussi gravitativi ai quali si intercalano prodotti di normale sedimentazione pelagica. I calcari del Vajont si rinvengono soltanto nei pressi del M. della Colonna; a Sud dello stesso, a causa di un disturbo tettonico, non sono stati ritrovati (TUNIS & VENTURINI, 1986).

*Calcari di Soccher - Oxfordiano p.p. - Senoniano inf. (GNACCOLINI, 1968)*

I calcari di Soccher sono costituiti da calcareniti, subordinate calciliti, e calcareniti selciferi. La formazione presenta nella zona notevoli lacune a livello di Cre-

tacico inferiore e superiore. Significative sono, inoltre, le eteropie: nello stesso intervallo cronostratigrafico, ad esempio, in zona Monte della Colonna, affiorano calcari a stratificazione malvisibile con *Aptycus* ed embrioni di Ammoniti, molto simili ai calcari nodulari in facies di Rosso Ammonitico affioranti presso il vicino Monte Stol (Iugoslavia). Nei pressi della cima del M. della Colonna si rinvengono facies prettamente calcarenitico-calcilitiche di tipo massivo ("Calcareniti di Linder", segnalate localmente da PIRINI et al., 1986); nelle immediate vicinanze è presente un limitato orizzonte calcilitico selcifero rosso e grigio del Senoniano inferiore. Quest'ultimo giace in discordanza su calcari liassici e rappresenta verosimilmente il riempimento di una nicchia di distacco in zona di scarpata (TUNIS & VENTURINI, 1986).

*"Flysch del Mataiur" - Maastrichtiano inf. p.p. (TUNIS & VENTURINI, 1986)*

Nei pochi metri di successione basale esaminata gli Autori sopra citati hanno messo in evidenza la disomogeneità litologica dell'unità.

Sul versante occidentale del M. Mataiur, l'unità inizia con un corpo di breccia a matrice calcilitica limonitizzata; in territorio iugoslavo, sul versante orientale (base M. Grande) compaiono marne rossastre con scarse intercalazioni di arenarie glauconitiche a diretto contatto con i Calcari di Soccher.

In fig. 1 viene presentata la carta geologica dell'area tipo dove affiora l'unità.

In questa nota il limite settentrionale dell'area di affioramento è dato dal confine di stato italo-iugoslavo, dove riaffiora la parte basale della successione (TUNIS & VENTURINI, 1986). Va precisato che il FDM affiora tanto ad oriente che a meridione dei limiti geografici della carta.

Il limite superiore stratigrafico viene posto presso il bivio tra la strada comunale Cepletischis-Montemaggiore e la strada che conduce a Tercimonte, a SE di Masseris, dove la successione inizia a diversificarsi per la progressiva predominanza di strati e banchi calcarenitici con intercalazioni marnose. Nelle immediate vicinanze è presente un'importante dislocazione (che ha comportato il sollevamento del blocco del Mataiur durante le fasi orogenetiche alpine neogeniche) che separa i terreni in esame da quelli meridionali, di età più recente (Maastrichtiano medio p.p. - superiore). Questi ultimi presentano una successione stratigrafica e litologica sostanzialmente diversa da quella del "Flysch del Mataiur" (zona di Ieronizza, Dus e Ielina).

Anche ad occidente (Barza, Monte Glevizza) affiorano depositi non inseribili nel contesto geologico del FDM, per la presenza di fitte alternanze arenaceo-

calcarenitico-marnose e per il costante rinvenimento di calcilutiti emipelagiche.

Verso oriente, in territorio iugoslavo, si segnala la presenza di termini basali del FDM tra Golobi e Livek (Luicco).

Nell'inquadramento geologico regionale, inoltre, va ricordato che sono state istituite numerose unità informali, con significato strettamente locale, nelle quali vengono compresi i depositi preflyschoidi del Maastrichtiano inferiore. Limitatamente alla parte basale del FDM si riscontrano alcune affinità di carattere litologico-sedimentologico con il "Flysch di Drenchia" e il "Flysch di Ucea" (per la loro descrizione cfr. TUNIS & VENTURINI, 1984). Queste due unità mantengono tuttavia caratteristiche di ambiente bacinale profondo per tutto lo sviluppo della sequenza stratigrafica e quindi si discostano nettamente dalla parte restante della successione del FDM per l'abbondanza di calcilutiti di color rosso-verdastro alternate a calciruditi più o meno grossolane. Dal punto di vista litostratigrafico e sedimentologico maggiori analogie si sono riscontrate con una sequenza affiorante nei pressi di Kanalški Kal - Levpa (Cal di Canale - Leupa), in sinistra idrografica del fiume Isonzo, nelle vicinanze di Doblari (Iugoslavia).

Caratteristica peculiare del FDM, ad eccezione della parte basale, come si vedrà più in dettaglio nei paragrafi successivi, è il netto predominio di facies calciclastiche grossolane e la relativa rarità di materiale silicoclastico arenaceo e/o siltoso. Tali caratteristiche sono già un significativo indizio di un ambiente deposizionale in zona di scarpata inferiore, in cui sono confluiti i materiali grossolani smantellati dal margine della piattaforma friulana in arretramento. Dalla fig. 1 si nota che la distribuzione laterale delle facies e generalmente gli spessori dei litosomi ruditici principali sono estremamente discontinui. Soltanto alcuni banchi molto potenti (numerati in fig. 2 - log. MAT 1) si mantengono inalterati e possono essere seguiti per ampio tratto.

Lo spessore rilevato dell'unità si aggira intorno ai m 300, ma è probabile che raggiunga i m 400-500 con il proseguimento della successione nella zona del monte Craguonza - Val Polaga, dove il FDM affiora raramente e presenta quindi maggiori problemi di cartografabilità.

#### **Sedimentologia ed analisi di facies**

Come si è visto, caratteristica distintiva del FDM è la presenza costante, e volumetricamente importante, di materiale carbonatico clastico grossolano. Nell'ambito

dei sedimenti calciclastici, oltre alle calciruditi si rinvencono calcareniti, da grossolane a fini, e localmente calcilutiti. In essi possono essere presenti in misura subordinata prodotti silicoclastici e marne (emipelagiti). Tra i litotipi carbonatici si distinguono numerose facies ed associazioni di facies: breccie e calcareniti massive oppure gradate, calcitorbiditi prevalentemente grossolane e calcilutiti con strutture interne di fluidificazione costituite da materiale marnoso. Si rinvencono pure dei tipi litologici misti calciclastici-silicoclastici in couplets calcarenitico-arenitici. Le breccie a propria volta possono essere distinte in base ai caratteri tessiturali, granulometrici, di struttura interna e di geometria di strato. A questo ultimo riguardo si osservano delle forme più propriamente tabulari o addirittura piatte ma anche chiusure laterali (pinch out) su breve o brevissima distanza.

Cercando di precisare i tipi di meccanismo deposizionale in base ai caratteri sedimentologici, può essere richiamata gran parte della gamma di flussi e processi gravitativi descritti in letteratura. Molto spesso però non è possibile ricondursi ad un unico tipo di processo ma è più logico ipotizzare l'interazione e la sovrapposizione di più meccanismi distinti.

#### *Caratteristiche sedimentologiche macroscopiche e terminologia*

L'estrema varietà di caratteristiche macroscopiche riscontrate nell'ambito dei sedimenti clastici grossolani del FDM ha reso necessario un preliminare lavoro di raccolta e di selezione dei termini più ricorrenti in letteratura straniera. Il risultato ottenuto, al di là di una specifica esigenza del presente lavoro, potrà contribuire ad una maggiore univocità e chiarezza nella descrizione dei depositi carbonatici grossolani.

Sono stati finora utilizzati i termini della classificazione granulometrica di GRABAU (1904) per le rocce carbonatiche clastiche (calcirudite, calcarenite e calcilutite).

Con il termine breccia ci si riferisce, in genere, a litofacies calciruditiche in cui i clasti hanno dimensione superiore a mm 2 e forma spigolosa. Si è preferito comunque distinguere, nell'ambito delle calciruditi, le breccie dai grits. Quest'ultimo termine è stato introdotto da WOODFORD (1925) e sta ad indicare un litotipo a granulometria intermedia tra le arenite e le breccie con clasti di dimensioni comprese tra mm 2 e 4 (cfr. l'intervallo "granule" di WENTWORTH, 1922). Non sono state fatte altre distinzioni granulometriche nell'ambito dei litotipi più grossolani, in quanto

le breccie sono quasi sempre costituite da clasti di dimensioni variabili tra le classi "pebble" e "cobble" con elementi "boulder" (secondo la terminologia di WENTWORTH, 1922) di diametro massimo di cm 40-50 circa.

Non sono state riscontrate differenze significative per quanto riguarda la classificazione dei depositi: si tratta di sedimenti mal classificati o molto mal classificati.

Sempre nell'ambito tessiturale, in genere, le calciruditi possono essere sostenute da clasti (clast-supported) oppure l'impalcatura può essere sostenuta da fango calcareo (mud-supported) o ancora da matrice (matrix-supported). Nella zona in esame il caso più ricorrente è la tessitura clast-supported con presenza in percentuale variabile di matrice intergranulare. Il termine matrix-supported contiene delle ambiguità di fondo in quanto non indica, in maniera univoca, i limiti dimensionali delle classi appartenenti alla matrice, né precisa volumetricamente il rapporto percentuale tra questa e la componente clasti. Ad esempio, matrix-supported può essere applicato tanto per una matrice costituita da una miscela di sabbia e grit, caso ricorrente in alcuni risedimenti grossolani del FDM, oppure da una miscela di materiali più fini, composta da sabbia e pelite (cfr. HENDRY, 1972). Questa osservazione è legata sia ad una questione semantica che genetica. Una precisazione più approfondita su quanto sopra esposto consentirebbe una miglior interpretazione dei processi di trasporto e di sedimentazione. Si ricorda che nella zona esaminata prevale la tessitura clast-supported. La tessitura matrix-supported (con matrice composta da grit e sand) si rinviene localmente ed è più o meno ben individuabile in una prevalente tessitura clast-supported. Nel caso specifico si propone di anteporre la composizione della matrice al termine matrix-supported, indicando la percentuale della stessa in rapporto ai clasti (es. grit matrix-supported con 40% di matrice).

Le calciruditi e le calcareniti del FDM sono prevalentemente massive, senza strutture interne. Molto raramente si rinvencono livelli sottili di breccia con clasti pseudorientati, oppure gradazioni e cenni di stratificazione (livelli a diversa granulometria nell'ambito dello stesso banco). Gradazione e stratificazione vengono associate in molte classificazioni, spesso per poter evidenziare differenti modelli deposizionali. WALKER (1975) distingue tre modelli nell'ambito dei depositi clastici grossolani (conglomerati e breccie): 1) con gradazione inversa e normale; 2) gradato e stratificato; 3) disorganizzato. La stratificazione può essere rozza ("crude") o sviluppata, a seconda che le differenze granulometriche all'interno del banco siano poco o molto accentuate. HENDRY (1973) distingue invece banchi semplici dai banchi "compound", in cui possono essere presenti livelli anche discontinui di diversa granulometria. Il

termine "compound bed" (banco composto) è stato introdotto da HENDRY (1973) per inserire in un unico contesto i depositi grossolani prodotti dalla sovrapposizione di più eventi deposizionali; comprende quindi le facies composta e multipla (composite bed e multiple bed) introdotte da WOOD & SMITH (1958) e i banchi amalgamati nell'accezione di WALKER (1967). Queste tre diverse facies sono caratterizzate da almeno una coppia di elementi litologici distinti nello stesso banco. Composite bed indica la presenza di due o più depositi geneticamente connessi tra loro (ad es. uno strato basale gradato con un deposito più grossolano, sempre gradato, al top). Un flusso gravitativo in questo caso ne innesca un secondo per risalite e fughe d'acqua dal fronte in movimento. Quando all'interno dello stesso banco è presente una intercalazione discontinua di materiale diverso, più fine, che crea un contrasto nettissimo, si parla di multiple bed. È il caso, ad esempio, di alcuni livelli marnosi discontinui osservati tra due banchi massivi calcarenitici nella parte più meridionale della zona esaminata. Si tratta evidentemente di due episodi deposizionali distinti nel tempo. Banchi amalgamati (sensu WALKER, 1967) indicano la presenza di intervalli torbiditici rinsaldati tra loro per sovrapposizione erosiva di un deposito su un altro già sedimentato. Pur riferendosi originariamente a sole torbiditi, questo termine può indicare sinteticamente la caratteristica giustapposizione dei banchi calcarenitici massivi di maggior potenza del FDM.

Nell'ambito di questa unità l'associazione litologica più ricorrente è costituita da breccie e calcareniti. Questi livelli posseggono alla base un intervallo grossolano disorganizzato con al top un intervallo fine (calcarenite o grit) separati da una superficie limite netta, talvolta erosiva. La calcarenite presenta molto spesso strutture di tipo torbiditico (laminazione piano parallela e raramente livelli convoluti). Questo tipo di depositi è stato definito "two layers system" da KRAUSE & OLDERSHAW (1979), i quali hanno distinto in essi 3 tipi a seconda della organizzazione dell'intervallo clastico grossolano e della presenza o meno dell'intervallo torbiditico. Pur differenziandosi in parte dai modelli descritti dagli autori citati, i depositi two layers osservati nella zona presentano caratteristiche riconducibili ai banchi tipo 1 (solo calcirudite disorganizzata) e tipo 2 (breccia disorganizzata con top calcarenitico in cui sono presenti gli intervalli Ta-b-c di Bouma). Non sono comuni invece banchi di tipo 3 (breccia gradata e calcitorbidite). Le breccie di tipo 1 corrispondono ai banchi semplici (HENDRY, 1973) e alla facies disorganizzata di WALKER (1975). Viene utilizzato inoltre il termine megatorbidite per depositi grossolani con potenza fino a 4 metri circa in cui si può osservare la sequenza completa di Bouma con un intervallo Ta

calciruditico. Depositi di questo tipo corrispondono alle "mega graded units" osservate da KELLING & HOLROYD (1978), o, in alternativa, ai banchi di tipo 1 di KRAUSE & OLDERSHAW (1979).

Geometricamente sono stati osservati banchi ruditici canalizzati, con tipiche forme lenticolari, e non canalizzati, ad ampia estensione laterale, con spessore più o meno costante. Nell'ambito di associazioni di facies prossimali di conoide sottomarina, KELLING & HOLROYD (1978) hanno distinto 4 tipi di ruditi, in base alle caratteristiche geometriche e al grado di organizzazione. Ruditi canalizzate (tipo 1) e non canalizzate (tipo 2) presentano fabric disorganizzata (A) oppure organizzata (B). In zona si segnalano calciruditi di tipo 1A e 2A, con caratteristiche analoghe a quelle descritte da KELLING & HOLROYD (1978). La fabric disorganizzata di tipo clast-supported, presenta infatti un elevato contatto tra i clasti con basso contenuto di matrice di classe "granule" e sand e può sfumare lateralmente e localmente in matrix-supported. Le ruditi disorganizzate presentano inoltre carattere "bipartite", con rudite basale e arenite non gradata o poco gradata al top (cfr. KELLING & HOLROYD, 1978 - fig. 11-3.A). Questa caratteristica può essere ricondotta al sistema two layers con la differenza che non vengono segnalate strutture interne nell'ambito dell'intervallo più fine.

Molte calcareniti (e calcisiltiti) che presentano le tipiche caratteristiche torbidi-tiche (buon sviluppo della gradazione, delle strutture interne e presenza di base erosiva) sono chiamate calcitorbiditi, e rappresentano una parte importante della sequenza del FDM<sup>(1)</sup>.

Le sequenze interne delle calcitorbiditi si accordano abbastanza bene alle suddivisioni di BOUMA (1962) e al modello di MUTTI & RICCI LUCCHI (1972) proposto per le torbiditi silicoclastiche, secondo il quale possono essere assegnate alle facies C e D. Questi litotipi mostrano raramente una distinta laminazione superiore, come pure è degna di nota anche la rarità dell'intervallo Tc; inoltre non sono state osservate impronte di origine organica. Va infine precisato che nell'ambito dei depositi flyschoidi di tipo misto calciclastico-silicoclastico (calcilutiti, marne e subordinate calcareniti sottili e arenarie) viene utilizzato il termine "couplet" introdotto da

(1) La prima descrizione e l'analisi di torbiditi carbonatiche è stata data da MEISCHNER (1964). Successivamente il significato e le caratteristiche petrografiche, le condizioni deposizionali ed i meccanismi di trasporto delle calcitorbiditi sono stati discussi da vari autori, tra i quali THOMPSON & THOMASSON (1969), BERNOULLI & JENKYN (1970), ROBERTSON (1976), DAVIES (1977), PRICE (1977), RUIZ ORTIZ (1983), WRIGHT & WILSON (1984), GOKTEN (1986), EBERLI (1987), WATTS (1988).

KELLING & MULLIN (1975) per descrivere l'associazione o amalgamazione di due unità arenitiche sovrapposte che differiscono in composizione e comunemente anche in granulometria. Tipici, in questo senso, sono i couplets calcarenitico-arenacei riscontrati in quasi tutti gli intervalli flyschoidi del FDM.

A seguito delle precisazioni fin qui riportate, in tab. I vengono presentati i termini utilizzati, nelle accezioni offerte dagli autori citati ed eventualmente con le modifiche da noi introdotte. Le sigle riportate compaiono nei logs sedimentologico-stratigrafici delle figure 2, 3 e 4.

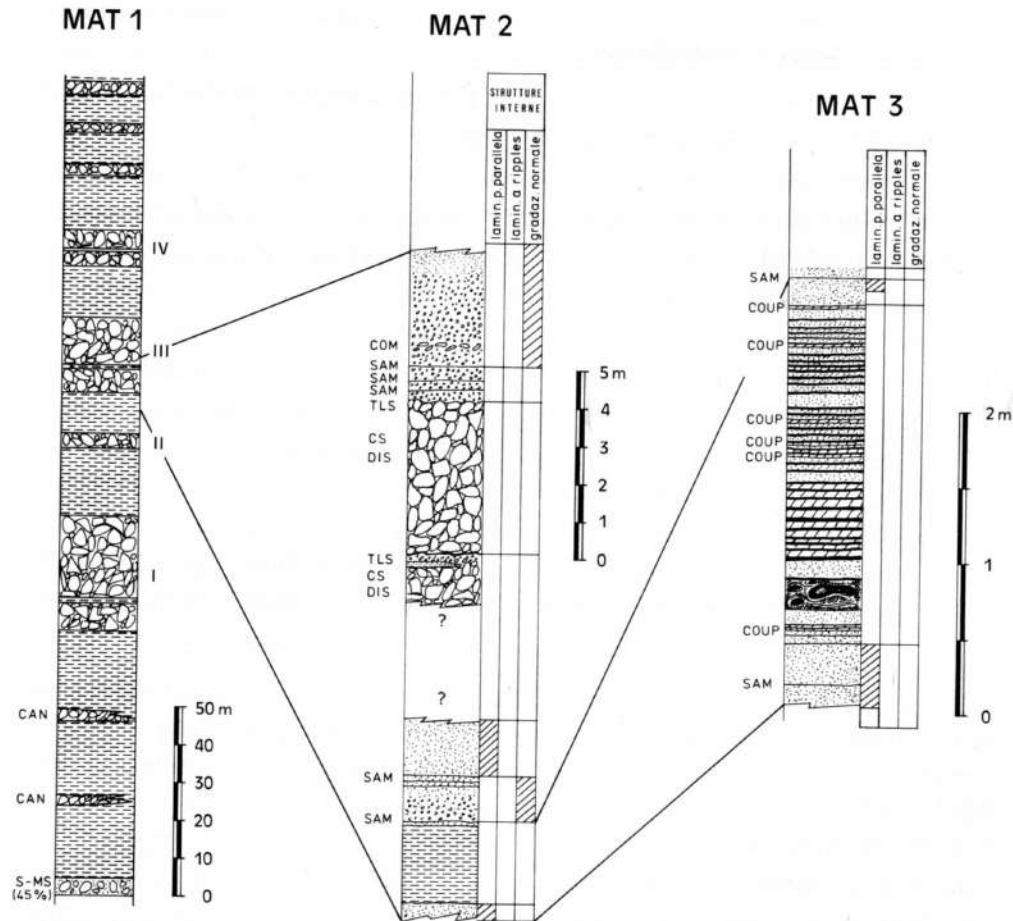
### Litofacies

#### Facies calciruditica

Alla scala dell'affioramento i corpi calciruditici presentano spesso geometrie canalizzate anche con bruschi pinch-out laterali (perlopiù desunti e talora osservati

Terminologia	Sigle
Clast Supported	CS
Grit Matrix Supported (% matrice)	G-MS (30%)
Sand Matrix Supported (% matrice)	S-MS (25%)
Grit-Sand Matrix Supported (% matrice)	GS-MS (20%)
Facies Disorganizzata	DIS
Compound Bed - eventuale distinzione in:	
"composite"	COM (co)
"multiple"	COM (mu)
Superficie di amalgamazione	SAM
Two Layer System	TLS
Megatorbidite	MTORB
Canalizzato	CAN
Couplets Calcarenitico-Arenacei	COUP

Tab. I - Termini e sigle utilizzate nelle sezioni di figg. 2, 3, e 4.  
- Terms and symbols used in figs. 2, 3, 4 sequences.



### Legenda

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | Flysch  |  | Brecce "clast supported"   |
|  | a: calcitorbidite<br>b: marne e calcilutiti<br>c: areniti |  | Brecce "grit-sand matrix supported"  |
|  | Calcareniti   |  | Brecce "grit-matrix supported"   |
|  | Grits   |  | Brecce "sand-matrix supported"   |
|  |   |  | Brecce "sand-matrix supported" con alta % di matrice e strutture di fluidificazione. |

direttamente - figg. 5 e 6) e in misura subordinata si rinvengono litosomi non canalizzati.

Per quanto riguarda la natura dei clasti, le brecce possono essere definite polimitiche in quanto si osservano vari litotipi provenienti dalla piattaforma carbonatica friulana e soprattutto dal margine, costituiti da prevalenti calcari a Rudiste attribuibili soprattutto al Cretacico superiore. I clasti presentano forme variabili da spigolosi a subarrotondati in facies prevalentemente disorganizzata, talora organizzata (gradazioni e pseudogradazioni).

I banchi hanno spessore variabile da circa 1 metro ad un massimo di 20-25 metri; quelli di minor spessore presentano talora una tessitura di tipo grit-sand matrix supported con matrice fino al 50% circa, mentre i più spessi sono sempre clast-supported. Normalmente il contatto inferiore dei banchi è netto, talora erosivo, mentre quello superiore è più spesso irregolare, con la sovrapposizione di calcarenite (fig. 7); subordinatamente, al passaggio breccia - calcarenite, si possono osservare dei sottili livelli gradati (grit - calcarenite) o eccezionalmente dei contatti ondulati (fig. 8).

Come riportato in precedenza, la tessitura clast-supported è largamente prevalente. In alcuni casi sono presenti tasche di tipo grit-sand matrix supported con matrice fino al 40-50%. Eccezionalmente, in pochi banchi di spessore non superiore a 1.5 metri, si osserva una tessitura generalizzata sand-matrix supported con matrice superiore al 50% e clasti esotici di dimensione decimetrica (fig. 9) (cfr. HISCOTT & JAMES, 1984 - fig. 2.C).

Banchi e livelli di grits sono costantemente distribuiti lungo le successioni esaminate; si ritrovano più frequentemente nei logs MAT 2 e MAT 5 - MAT 6 (figg. 2 e 3). Nella prima successione si rinvengono in strati amalgamati, con un banco più spesso gradato, con calcarenite al top. In alcuni casi i grits rappresentano stratificazioni ben definite, con spessori fino ad 1 metro, comprese tra un banco calcirudítico sottostante e calcarenitico laminato, raramente massivo, soprastante. In altri, si sono notati tipici "compound beds" (composite?) caratterizzati da passate calci-

Fig. 2 - Sezioni MAT 1 (cima M. Mataiur), MAT 2 (Rifugio Pelizzo), MAT 3 (dettaglio). Per le sigle accanto alle colonne vedasi tab. I nel testo. Nel log MAT 1 viene riportata la numerazione dei banchi calcirudíticos principali, di maggior estensione (I, II, ...). - MAT 1 (Mt. Mataiur top), MAT 2 (Pelizzo Shelter), MAT 3 (close up of MAT 2) sequences.

See tab. I within the text for the symbols near to the columns. In log MAT 1 the numbering of the main and more wide calciruditic beds is reported.

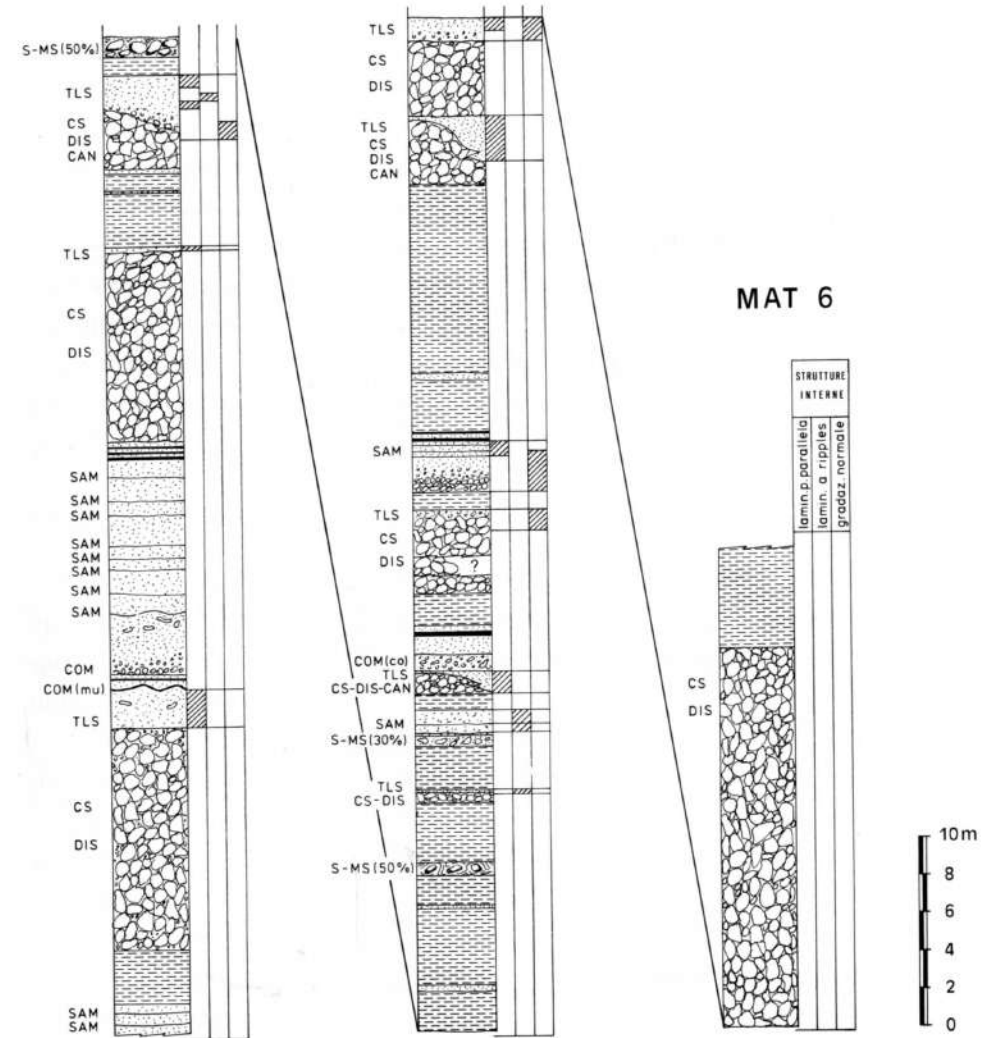
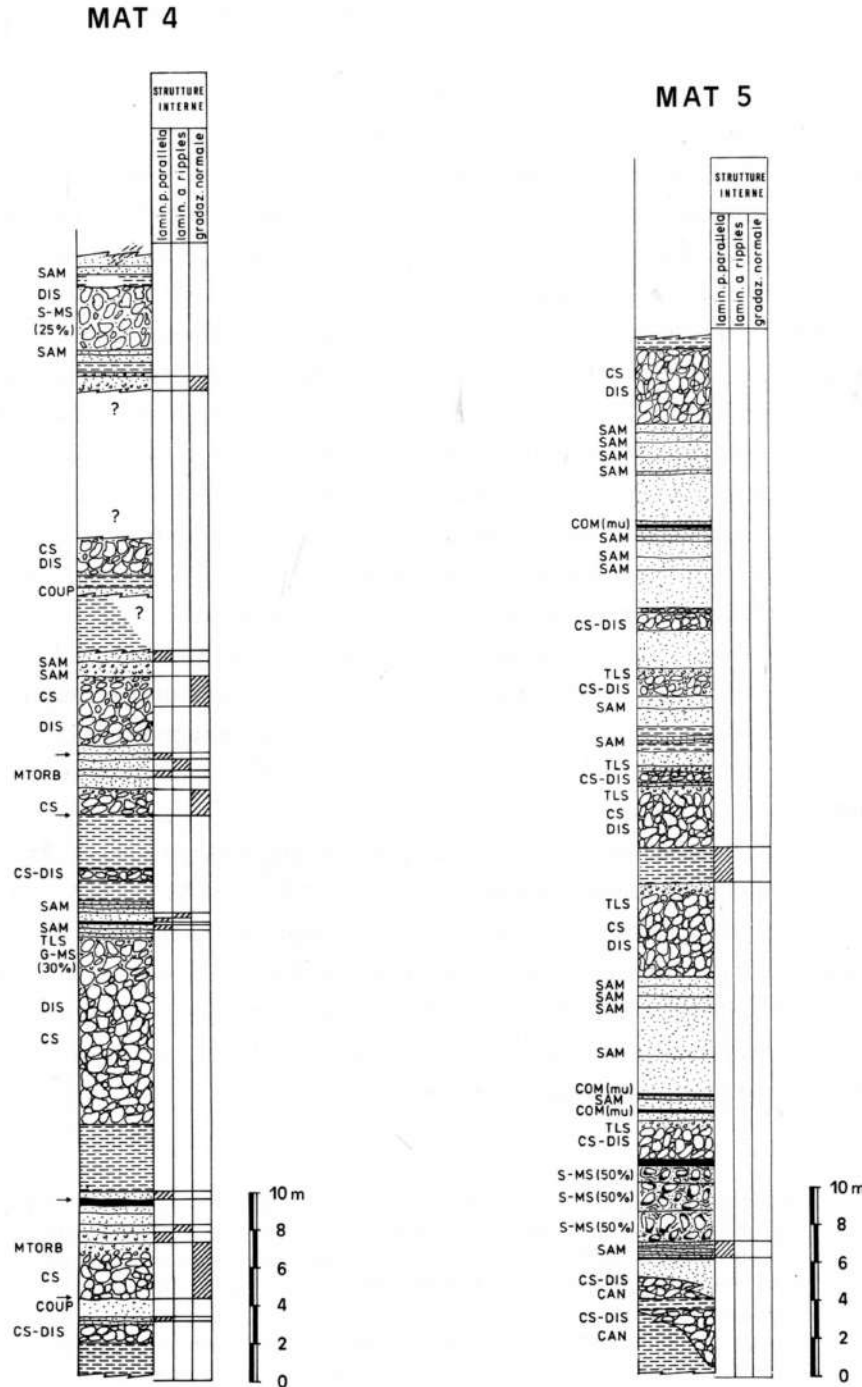


Fig. 3 - Sezioni MAT 4 (strada Rifugio Pelizzo-Montemaggiore), MAT 5 e MAT 6 (strada Losaz-Masseris).  
 Legenda come da fig. 2. Per le sigle accanto alle colonne vedasi tabella I nel testo.  
 - MAT 4 (cartway Pelizzo shelter-Montemaggiore village), MAT 5 and MAT 6 (cartway Losaz-Masseris) sequences.  
 See fig. 2 and tab. I for the symbols.

ruditiche più grossolane (classe "pebble") in cui i clasti mostrano orientazioni preferenziali (fig. 10). Infine, alcuni strati gradati più grossolani sfumano in un tratto di breve spessore (massimo 30-40 cm) a grit e calcarenite, quasi sempre con laminazione piano parallela.

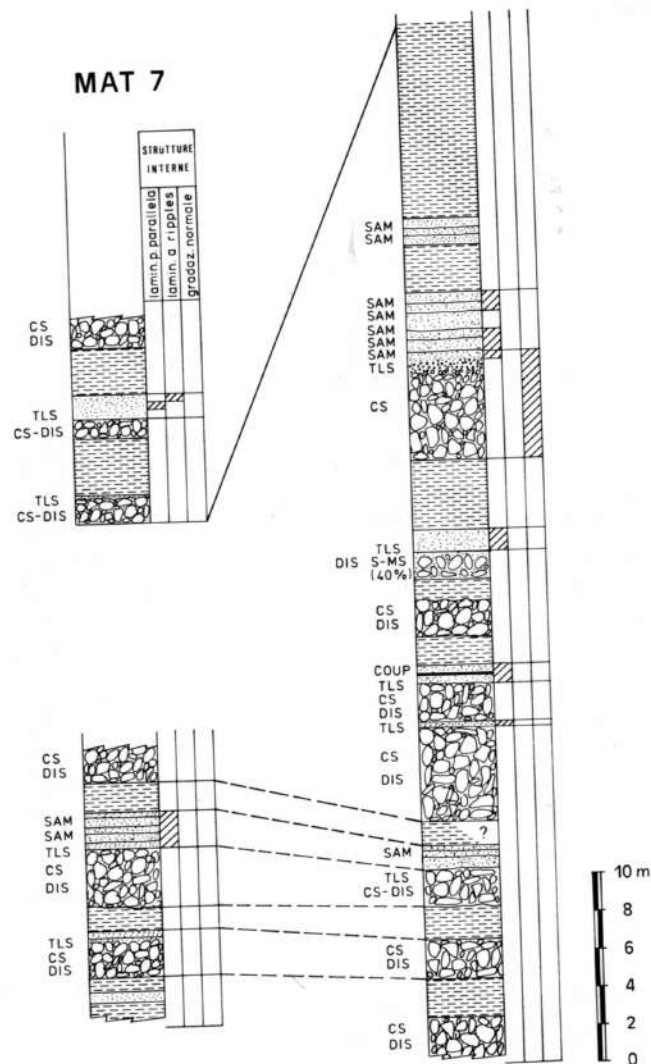


Fig. 4 - Sezione MAT 7 (inizio pista Franz-Mersino). Legenda come da fig. 2. Per le sigle accanto alle colonne vedasi tabella I nel testo.  
 - MAT 7 (beginning of the cartway Franz-Mersino) sequence. See fig. 2 and tab. I for the symbols.

Nell'ambito del "two layer system" proposto da KRAUSE & OLDERSHAW (1979) prevalgono banchi del tipo 2 (base calciruditica con soprastante intervallo torbiditico) e del tipo 1, che prevede il solo intervallo ruditico disorganizzato. In fig. 11 viene messo in evidenza il brusco contatto tra le due litologie, in cui si osservano intervalli torbiditici del tipo Tb e Tc. In qualche caso l'intervallo gradato Ta può essere rappresentato da grit con passaggio al Tb calcarenitico. In un unico caso si assiste al passaggio graduale breccia basale - calcirudite fine (grit) che funge da intervallo Ta, agli intervalli superiori della sequenza di Bouma (Tb→e). Questo episodio eccezionale viene definito megatorbidite, in quanto si differenzia notevolmente rispetto alle altre calcitorbiditi per lo spessore (circa 4 metri) e per le dimensioni dei clasti (decimetrici) alla base.

#### Facies calcarenitica

Questa facies, geometricamente, presenta molto raramente delle canalizzazioni. Nella maggior parte dei casi si tratta di corpi contraddistinti da forma piana. Gli spessori sono dell'ordine massimo di qualche metro, mentre nelle alternanze flyschoidi non superano normalmente i 10-15 cm.

Si possono contraddistinguere calcareniti di tipo massivo, molto povere di strutture interne e prive di dish, da quelle contenenti strutture interne (calcitorbiditi).

Banchi e strati massivi sono caratterizzati da superfici di amalgamazione (cfr. sezioni MAT 5 - MAT 6 di fig. 3). A questo proposito si segnala qualche sporadico esempio di strato multiplo dato da un sottile, ondulato e discontinuo livello marnoso centimetrico compreso tra due strati calcarenitici. Talora si rinvennero delle limitate bande centimetriche con presenza di clasti della classe "pebble" e "granule" dispersi nella sabbia carbonatica (composite beds?).

Nell'ambito delle calcitorbiditi, in strati sottili e medio sottili (con spessore massimo di circa cm 25), si distinguono degli strati privi di evidenti strutture interne, ma sostanzialmente caratterizzati da una complessiva gradazione normale, nel campo dimensionale delle sabbie fini e medio fini. Calcitorbiditi con evidenti strutture interne sono più frequenti e si rinvennero nelle successioni flyschoidi in spessori molto esigui, che non superano i cm 20; prevalgono spessori dell'ordine di cm 5. Sono sempre incomplete e le sequenze più comuni in ordine di frequenza sono Tb-e e Tb-d-e. Nel flysch compaiono anche dei corpi torbiditici isolati, di maggior spessore, fino a cm 40-50, con ben sviluppati gli intervalli interni della sequenza di Bouma (sequenza Tb→e più tipicamente ma anche qualche esempio completo). Si pone in risalto

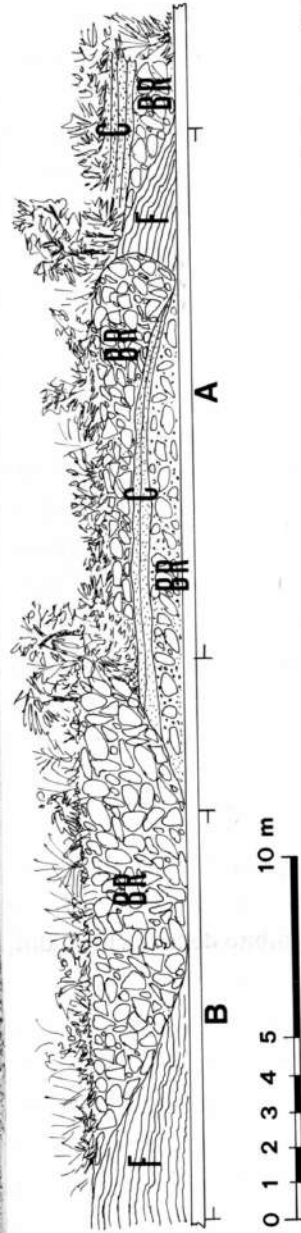
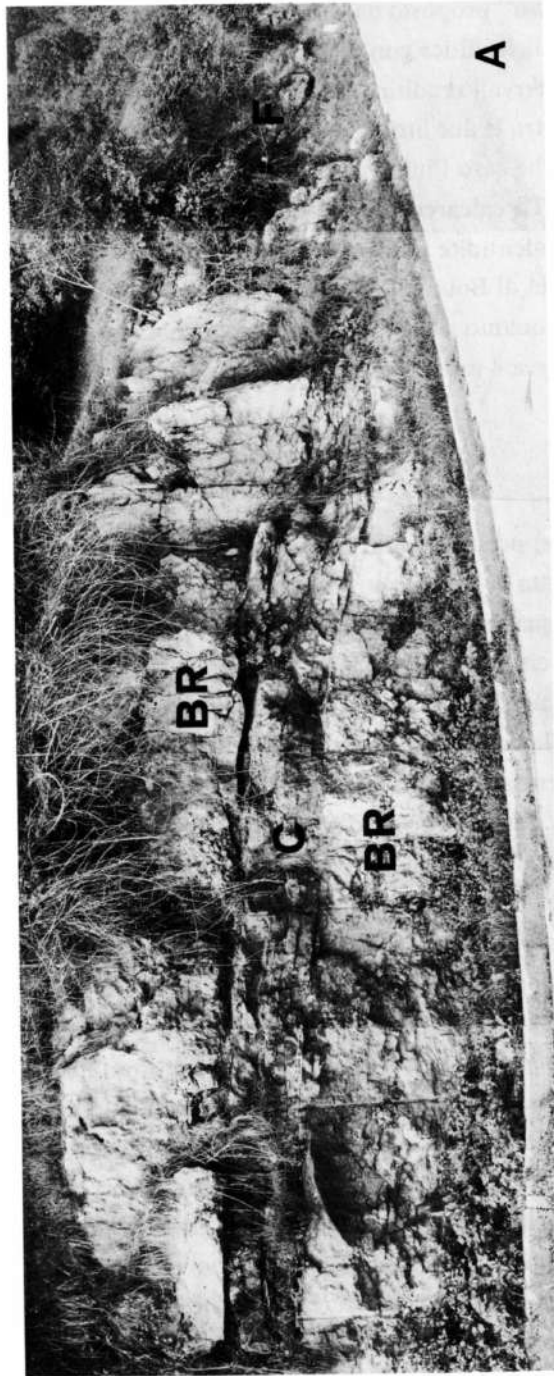


Fig. 5 - Relazioni geometriche tra corpi di breccia (BR), calcareniti (C) e flysch (F) (sopra). Variazioni verticali e laterali di facies entro breve distanza (sotto). Schema complessivo riferito alle figure 5 e 6.  
 - Geometric correlations between breccia beds (BR), calcarenites (C) and flysch (F) (above). Short distance, vertical and lateral facies changes (below). Inclusive sketch of figs. 5 and 6.

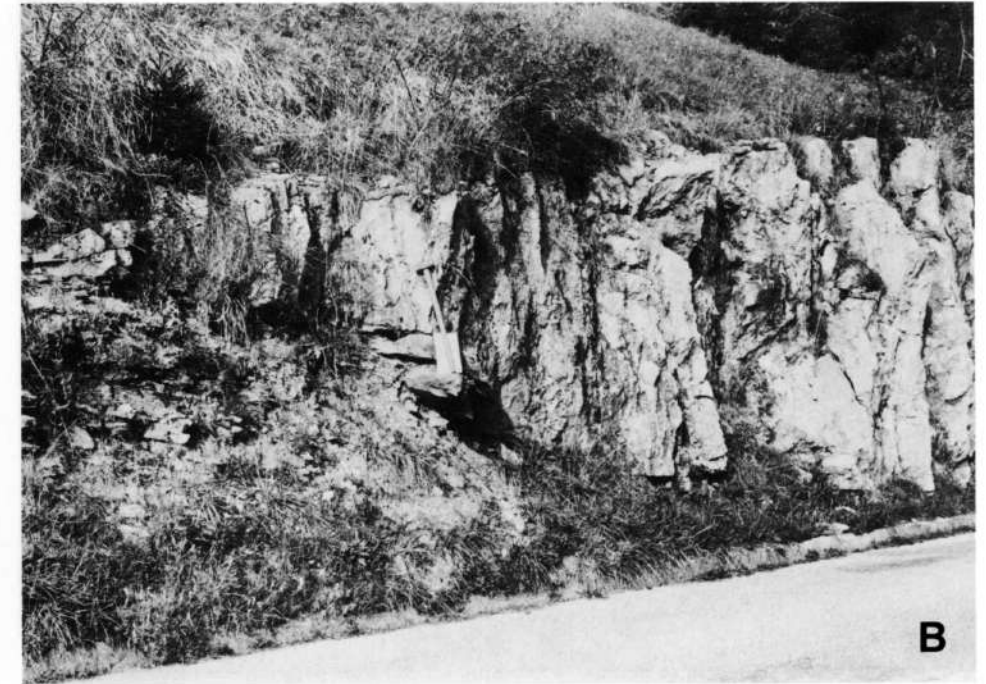


Fig. 6 - Particolare di fig. 5: corpo canalizzato di breccia con chiusura a pinch out.  
 - Close up of fig. 5: channelized breccia bed with fast pinch out.

la presenza dell'intervallo Tc, inesistente nelle successioni sottili del flysch. Nell'ambito di tutte le calcitorbiditi qui trattate non si è mai riscontrata la presenza di impronte di fondo. Si ricorda inoltre che la porzione calcarenitica dei sistemi "two layers" va classificata come una vera e propria calcitorbidite.

#### Facies miste silicoclastiche-calciclastiche

Il flysch presente nella successione del FDM è caratterizzato prevalentemente da calcitorbiditi sottili a granulometria fine. Le calcitorbiditi sono costituite da areniti ibride e marne più o meno siltose. Nelle areniti predomina la componente carbonatica con valori superiori all'85-90%. La componente silicoclastica raggiunge eccezionalmente il 20%. Sempre all'interno delle sequenze flyschoidi è comune il rinvenimento di couplets calcarenitico-arenacei in cui la porzione inferiore è data quasi sempre da calcarenite fine con tenori in quarzo non maggiori del 2%. In un unico caso è stata osservata la fusione di due couplets, con sequenza CAAC (calcarenite-



Fig. 7 - Contatto irregolare, di tipo erosivo, tra la breccia clast supported e calcarenite, debolmente laminata. Al top sono presenti dei sottili livelli marnosi.

- *Erosive, irregular boundary surface between clast supported breccia and faintly laminated calcarenite. At top very thin marly layers are visible.*



Fig. 8 - Particolare di un contatto erosivo tra la breccia e calcarenite. Le due litologie sono separate da una superficie limite netta, di tipo ondulato.

- *Close up of an erosive boundary surface between breccia and calcarenite. The two lithotypes are divided by a wavy sharp boundary surface.*

arenaria-arenaria-calcarenite), mentre non è insolita la presenza di strati tripli di tipo CAC (cfr. log MAT 3, fig. 2).

Nell'ambito di questo tipo di associazione, probabilmente i materiali di diversa densità in qualche caso possono subire una fluidificazione a seguito di sollecitazioni meccaniche o di carico, dando luogo a strutture del tipo indicato in fig. 12. I livelli marnosi e calcilitici sono generalmente molto sottili. In pochi casi si ritrovano con spessori maggiori (fino a circa cm 20) interstratificati alle calcareniti (log MAT 3, fig. 2). In fig. 13 si può osservare un esempio significativo di calcilitite prodotta da una sorta di slumping intrastratale.

#### *Meccanismi deposizionali*

Come premesso, le calciruditi sono essenzialmente intraformazionali, costitui-



Fig. 9 - Breccia di tipo grit-sand matrix supported. Spesso la presenza di grossi clasti immersi in una abbondante matrice sabbiosa grossolana è inserita in un contesto generale di tipo clast supported.

- *Grit-sand matrix supported breccia. The presence of coarse clasts in an abundant coarse sandy matrix is often referred to a clast supported framework.*

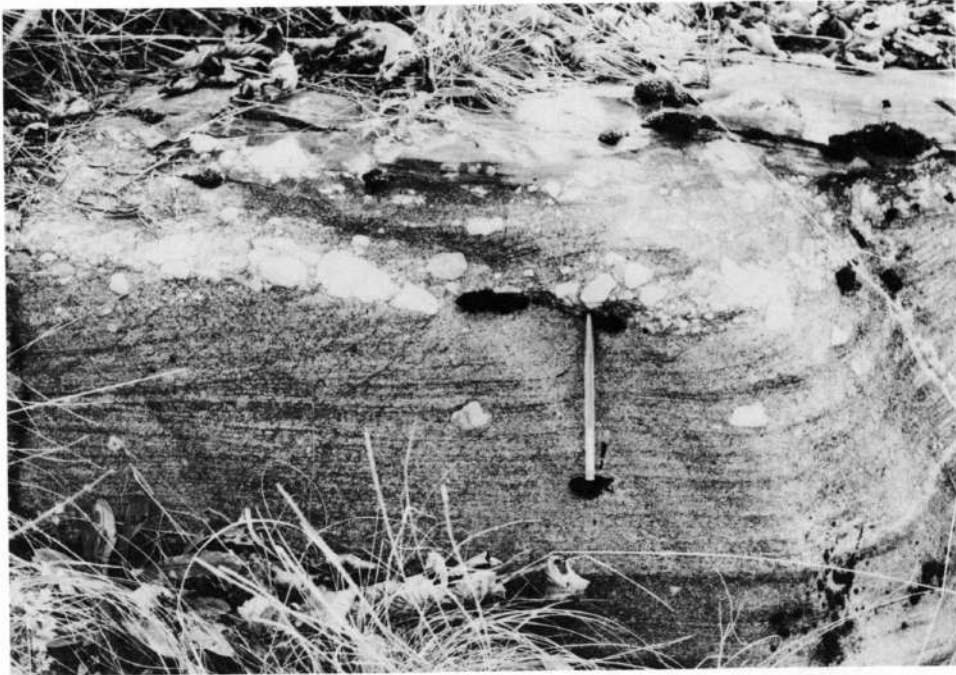


Fig. 10- Esempio di "compound bed", rappresentato da un livello centimetrico di clasti di dimensioni pebble, isorientati, all'interno di un piccolo banco di calcarenite grossolana-grit fine, laminato.

- *Compound bed given by a layer, few centimeters thick, with isorientated pebble clasts. This is inserted within not a very thick coarse calcarenitic-fine grit laminated bed.*

te da clasti derivati dall'adiacente piattaforma carbonatica friulana. Si rinvencono sia in corpi canalizzati che in corpi contraddistinti da una notevole continuità laterale. In entrambi i casi si ritiene che essi siano i prodotti di movimenti in massa di materiale proveniente dalle parti inferiori della scarpata. Nel caso dei canali, la natura e la tessitura dei clasti presuppongono processi gravitativi localizzati del tipo mass flow. Questo processo non sembra produrre dei cospicui rimaneggiamenti del materiale in situ, probabilmente a causa dell'elevata densità e di una bassa velocità di avanzamento dei risedimenti (cfr. STAUFFER, 1967; HENDRY, 1972 e HOPKINS, 1977). In qualche caso la presenza significativa di matrice sabbiosa può essere spiegata come prodotto di attriti intergranulari e/o di rimaneggiamento di materiali non litificati.

Le caratteristiche tessiturali delle calciruditi indicano strutture prevalenti di tipo clast supported con subordinate quelle di tipo grit-sand matrix supported, che testimoniano processi del tipo grain flow<sup>(2)</sup>.



Fig. 11 - "Two layer system". Sono chiaramente visibili le strutture interne nell'ambito della porzione calcarenitica (intervalli Tb e Tc di Bouma).

- *Two layer system. Within calcarenitic portion internal structures (Tb and Tc Bouma intervals) are clearly shown.*

Nella zona esaminata i banchi di breccia presentano contatto inferiore netto, di forma planare, a conferma del meccanismo genetico sopra citato. Le facies calcirudite più fini sono costituite da grits, i quali si rinvencono talora in strati singoli o amalgamati oppure rappresentano la porzione sommitale, in sequenza gradata per qualche decina di centimetri, dei banchi di breccia. Nel log MAT 2 (fig. 2) si nota la successione di 4 eventi amalgamati (l'ultimo gradato con passaggio a calcarenite) soprastanti ad un grosso orizzonte di breccia. Ogni singolo evento è legato geneticamente a flussi gravitativi del tipo granulare, talvolta con indizi di maggiore mobilità dei clasti durante il flusso, dati dalla presenza di organizzazione interna. Ci sembra interessante rilevare che questa ripetizione di eventi amalgamati è associata ad un

(2) Depositi di parabreccia originati da tipici debris flows non sono mai stati osservati in zona, ad esclusione del corpo basale del FDM. Si ricorda che nella zona posta immediatamente ad oriente, dove affiora la parte inferiore del "Flysch di Drenchia", depositi di questo tipo sono estremamente diffusi.

grosso fenomeno di risedimentazione grossolana, che probabilmente rappresenta un evento catastrofico che ha causato condizioni di instabilità dei sedimenti in zona di scarpata inferiore. La breccia rappresenta l'immediata rideposizione in seguito all'evento mentre, in un secondo tempo, i materiali più fini avrebbero potuto depositarsi in più strati e secondo differenti modalità di flusso. Un esempio analogo è visibile nei logs MAT 5 - MAT 6 (fig. 4) e riguarda invece una decina di strati calcarenitici amalgamati, in cui è presente qualche compound bed.

In tutte le sequenze esaminate sono stati osservati i caratteristici "two layers system". L'origine di questi depositi viene riferita da KRAUSE & OLDERSHAW (1979) agli esperimenti condotti da HAMPTON (1972). Egli ha dimostrato l'esistenza di una nube di materiale in sospensione turbolenta (corrente di torbidità) che si forma alla sommità di un debris flow tramite deformazione ed erosione della parte frontale del-

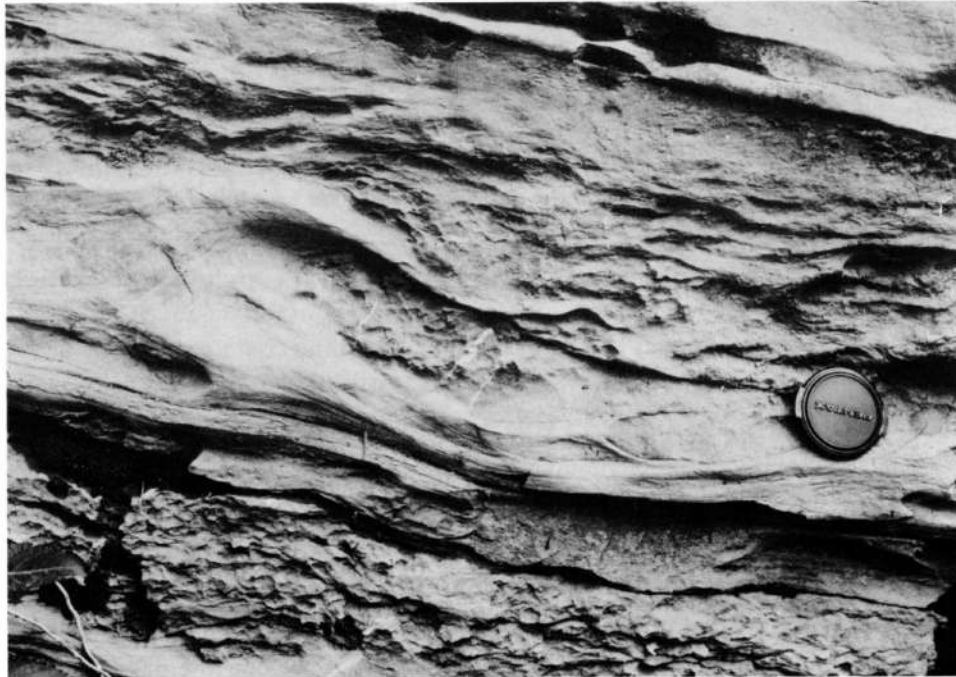


Fig. 12- Facies miste silicoclastico-calciclastiche. Nell'ambito di couplets calcarenitico-arenitici si ritrovano strutture di fluidificazione, probabilmente occorse in seguito a variazioni di carico che hanno comportato deformazioni di due materiali a densità diversa.  
- *Mixed siliciclastic-calciclastic facies. Within calcarenitic-arenitic couplets fluidization structures are found. They probably are due to loading changes which caused deformation of matters characterized by different densities.*

lo stesso, con dispersione dei materiali verso l'alto, in senso contrario al debris flow. Il risultato finale prevede un deposito grossolano basale organizzato o non, separato nettamente da materiale più fine di tipo torbiditico sovrastante.

In un unico caso è stata riscontrata la presenza di una megatorbidite calcarea. Solamente l'enorme volume la pone in risalto rispetto agli altri analoghi depositi di tipo gravitativo, in quanto geneticamente può essere interpretata come il prodotto di un mass flow basale associato ad una grossa torbida in regime turbolento (tra l'altro l'intervallo fine, sottostante a sottili strati di flysch, è estremamente ridotto).

Geneticamente le calcareniti possono essere distinte in calcitorbiditi e in prodotti calciclastici generati presumibilmente da flussi granulari. Tralasciando gli aspetti genetici delle prime, ci sembra più interessante fare alcune considerazioni riguardo le seconde. In letteratura sono noti molti esempi di sequenze calcarenitiche caratterizzate da scarsità o assenza di strutture sedimentarie, in strati da mediamente spessi



Fig. 13- Strutture di fluidificazione in un livello calcilititico prodotte probabilmente da una sorta di slumping intrastratale.  
- *Fluidization structures within a thin calcilititic layer. They are probably originated by a "kind" of intrastratal slumping.*

a molto spessi, talvolta amalgamati (PRICE, 1977; JORDAN, 1981; RUIZ-ORTIZ, 1983; EBERLI, 1987). PRICE (1977) non offre una esauriente spiegazione circa i processi genetici legati a questa particolare facies; riconduce la loro origine a processi di grain flow, o meglio alla combinazione di grain flow, sand avalaching e creeping lungo la scarpata. JORDAN (1981), esaminando una successione di arenarie ibride, mette in luce il significato enigmatico di questi depositi di elevata profondità, privi di strutture torbiditiche. A questo proposito l'autrice dà alcune spiegazioni circa i fattori che avrebbero influenzato lo sviluppo delle tipiche strutture sedimentarie nell'ambito dei processi gravitativi: 1) uniformità granulometrica originaria; 2) presenza di frammenti di fango calcareo nella tessitura; 3) inusuali proprietà (densità o stratificazioni di densità) nella colonna d'acqua. Nel nostro specifico caso i clasti sono moderatamente ben classati, con scarsità di materiale fine. È quindi plausibile richiamare almeno due delle ipotesi sopra descritte.

Un modello attuale di deposito di grain flow modificato nel contesto di scarpata delle Bahamas viene presentato da MULLINS & VAN BUREN (1979). La particolarità dello stesso risiede nel fatto che viene individuato nel suo preciso contesto fisiografico, presentando in parte le caratteristiche interne e di spessore dei sedimenti fossili del FDM.

Infine, le facies miste silicoclastiche-calciclastiche sono sempre riconducibili a meccanismi di tipo torbiditico; talvolta si associano torbide ad alta densità con torbide più diluite.

## Conclusioni

Nel rilevamento geologico del FDM è stato affrontato uno studio stratigrafico-sedimentologico di dettaglio su alcune sequenze particolarmente continue e ben esposte. Questo ha consentito di avanzare delle ipotesi sui meccanismi deposizionali dei risedimenti carbonatici, nonché sul paleoambiente deposizionale.

Il FDM è caratterizzato da depositi prevalentemente grossolani (calciruditi) associati a calcareniti, prevalentemente massive, ed a flysch calcarenitico-arenitico-marnoso. L'associazione di facies sopra menzionata è riscontrabile con una notevole frequenza nella zona in esame.

Dal punto di vista interpretativo, non è semplice dare una spiegazione precisa sui fattori che hanno governato la dinamica deposizionale e causato questa "sorta di ciclicità".

Nel FDM le calciruditi e le calcareniti presentano strutture sedimentarie che indicano una vasta gamma di meccanismi di trasporto, talora associati tra di loro, di tipo mass flow, grain flow, intercalati a flussi torbiditici di alta a bassa densità. I banchi di maggior potenza ed estensione, essenzialmente di forma planare, per le loro caratteristiche sedimentologiche e geometriche, potrebbero assumere un significato di tectofacies. Essi si distinguono dai corpi di minore dimensione e più discontinui (ricollegabili a situazioni locali) e si ipotizza che siano stati generati lungo "line sources" forse prossime a linee di dislocazione in zona di scarpata inferiore. Si presume che si siano depositati e distribuiti in settori caratterizzati da non elevata ripidità (localmente potevano esserci delle morfologie abrupte), che hanno limitato la mobilità del flusso e non hanno consentito cospicui rimaneggiamenti in situ. Probabilmente la fisiografia di questo settore posto nella zona di transizione tra la scarpata ed il bacino non presentava forti pendenze, in quanto non si osservano depositi prodotti da meccanismi del tipo "rock fall" o "rock fall avalanches". La "Breccia di Montefosca", che si estende per 6-7 km verso Montefosca, immediatamente a SW della zona in esame (PIRINI et al., 1986), costituisce un esempio di megabreccia polifase che per le sue caratteristiche è invece ascrivibile ad un contesto di scarpata inferiore con morfologia molto accidentata.

Come premesso, ai litosomi grossolani, nella sequenza stratigrafica, succedono generalmente depositi calcarenitici ed infine flysch calciclastico (predominante) - silicoclastico.

Le calcareniti sono prevalentemente massive, molto spesso amalgamate e prive di strutture interne. Le caratteristiche enigmatiche di questi depositi di elevata profondità sono state segnalate sporadicamente in letteratura e non risultano chiari la loro genesi ed il loro significato. Un possibile confronto con un modello attualistico viene offerto da MULLINS & VAN BUREN (1979), che hanno rinvenuto analoghe litofacies in una carota prelevata in zona di scarpata delle Bahamas.

Le calcareniti massive chiudono la sedimentazione carbonatica grossolana e superiormente ha inizio la deposizione del flysch. Quest'ultimo è caratterizzato da successioni sottili, medio sottili, monotone, che non denotano ciclicità.

I materiali del flysch derivano essenzialmente da due aree sorgenti opposte e, precisamente, la porzione carbonatica dalla piattaforma carbonatica, posta a meridione, mentre i sedimenti terrigeni da zone emerse settentrionali (PIRINI et al., 1986).

Una particolarità della successione del FDM è rappresentata dalla scarsità di materiale fine nell'ambito dei depositi grossolani; le marne sono invece presenti nel-

le facies flyschoidi, dove prevalgono volumetricamente. A questo proposito va precisato che un modello di scarpata deposizionale prevede una preponderanza della componente fangosa (MULLINS et al., 1984).

I risedimenti carbonatici grossolani del FDM rappresentano la fase di brusca ripresa della sedimentazione nel bacino di Tolmino, accompagnata da una riattivazione delle faglie che interessavano il margine della piattaforma friulana, in arretramento verso SW (TUNIS & VENTURINI, 1986).

La sequenza calciclastica del FDM non sembra quindi ricondursi a modelli di conoide sottomarina, o comunque di semplice scarpata deposizionale, ma piuttosto ad un contesto di tipo apron-margine di bacino fortemente influenzato da una attiva tettonica sindeposizionale. L'elevato tettonismo ha intensamente influenzato tanto le facies che la loro distribuzione creando una sequenza deposizionale atipica che ha pochi riscontri in letteratura, sia per quanto riguarda modelli attuali che fossili.

*Manoscritto pervenuto il 12.I.1989.*

#### Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il dott. Sandro Venturini dell'AGIP per i consigli e l'aiuto offerto nell'esame delle sezioni sottili.

#### Bibliografia

- BERNOULLI D. & JENKYN H.C., 1970 - A Jurassic basin. The Glaserbach Gorge, Salzburg, Austria. *Verh. Geol. Bundesanst.*, Wien, 1970: 504-531.
- BOUMA A.H., 1962 - Sedimentology of some flysch deposits. A graphic approach to facies interpretation. *Elsevier*, Amsterdam, pp. 167.
- DAVIES G.R., 1977 - Turbidites, debris sheet and truncation structures of the Sverdrup basin, Arctic Archipelago. In: H.E. COOK & P. ENOS (a cura di) - "Deep-water carbonate environments". *Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Spec. Publ.*, 25: 221-247.
- EBERLI G.P., 1987 - Carbonate turbidite sequences deposited in rift-basins of the Jurassic Tethys Ocean (eastern Alps, Switzerland). *Sedimentology*, 34: 363-388.
- FABIANI R., LEONARDI P., KOSSMAT F. & WINKLER A., 1937 - Carta geologica delle Tre Venezie, Foglio Tolmino. *Uff. Idrog. Mag. Acque Venezia*, Firenze.
- GNACCOLINI M., 1968 - Sedimentologia del Calcare di Soccher nella regione compresa tra la valle del T. Vajont (Pordenone) e l'Alpago (Belluno). *Riv. It. Pal. Strat.*, 74 (3): 829-864, Milano.
- GOKTEN Y.E., 1986 - Paleocene carbonate turbidites of the Sarkisla region, Turkey. Their significance in a orogenic basin. *Sed. Geology*, 49: 143-165.
- GRABAU A.W., 1904 - On the classification of sedimentary rocks. *Am. Geol.*, 33: 228-247.
- HAMPTON M.A., 1972 - The role of subaqueous debris flow in generating turbidity currents. *Jour. Sed. Petr.*, 42: 775-793.
- HENDRY A.E., 1972 - Breccias deposited by mass flow in the Breccia Nappe of the French pre-Alps. *Sedimentology*, 18: 277-292.
- HENDRY A.E., 1973 - Sedimentation of deep water conglomerates in lower ordovician rocks of Quebec. Composite bedding produced by progressive liquefaction of sediments? *Jour. Sed. Petr.*, 43 (1): 125-136.
- HISCOTT R.N. & JAMES N.P., 1984 - Carbonate debris flow, Cow Head Group, western Newfoundland. *Jour. Sed. Petr.*, 55: 735-745.
- HOPKINS J.C., 1977 - Production of foreslope breccia by differential submarine cementation and downslope displacement of carbonate sands, Miette and ancient wall buildup, Devonian, Canada. *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ.*, 25: 155-170.
- JORDAN T.E., 1981 - Enigmatic deep-water depositional mechanisms, upper part of the Oquirrh Group, Utah. *Jour. Sed. Petr.*, 51: 879-894.
- KELLING G. & HOLROYD J., 1978 - Clast size, shape, and composition in some ancient and modern fan gravels. In: D.J. STANLEY & G. KELLING (a cura di) - "Sedimentation in submarine canyons, fans, and trenches". *Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg (USA)*: 138-159.
- KELLING G. & MULLIN P.R., 1975 - Graded limestone and limestone-quartzite couplets: possible storm deposits from the Moroccan Carboniferous. *Sed. Geol.*, 13: 161-190.
- KRAUSE F.F. & OLDERSHAW A.E., 1979 - Submarine carbonate breccia beds - a depositional model for two layer, sediment gravity flows from the Sekwi Formation (Lower Cambrian), Mackenzie Mountains, Northwest Territories, Canada. *Can. J. Earth Sc.*, 16: 189-199.
- MARTINIS B. & FONTANA M., 1968 - Ricerche sui calcari oolitici giurassici del Bellunese. *Riv. It. Pal. Strat.*, 74 (4): 1177-1230, Milano.
- MEISCHNER K.D., 1964 - Allodapische Kalke Turbidite in riff-nahen Sedimentation Becken. In: A.H. Bouma & A. Brouwer (a cura di) - "Turbidites". *Elsevier*, Amsterdam: 156-191.
- MULLINS H.T., HEATH K.C., VAN BUREN H.M. & NEWTON C.R., 1984 - Anatomy of a modern open-ocean carbonate slope: northern Little Bahama Bank. *Sedimentology*, 31: 141-168.
- MULLINS H.T. & VAN BUREN H.M., 1979 - Modern modified carbonate grain flow deposit. *Jour. Sed. Petr.*, 49: 747-752.
- MUTTI E. & RICCI LUCCHI F., 1972 - Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 11: 161-199.
- PIRINI C., TUNIS G. & VENTURINI S., 1986 - Geologia e biostratigrafia dell'area sudoccidentale dell'anticlinale M. Mia - M. Mataiur (Prealpi Giulie). *Riv. It. Pal. Strat.*, 92 (3): 327-382 Milano.
- PRICE I., 1977 - Deposition and derivation of clastic carbonates on a Mesozoic continental margin, Othris, Greece. *Sedimentology*, 24: 529-546.
- ROBERTSON A.H.F., 1976 - Pelagic chalks and calciturbidites from the Lower Tertiary of the Trodos massif, Cyprus. *Jour. Sed. Petr.*, 46: 1007-1016.
- RUIZ-ORTIZ P.A., 1983 - A carbonate submarine fan in a fault-controlled basin of the Upper Jurassic, Betic Cordillera, southern Spain. *Sedimentology*, 30: 33-48.
- STAUFFER P.H., 1967 - Grain-flow deposits and their implications, Santa Ynez Mountains, California. *Jour. Sed. Petr.*, 37: 487-508.
- THOMSON A. & THOMASSON M.R., 1969 - Shallow to deep water facies development in the Dimple limestone (Lower Pennsylvanian), Marathon region, Texas. In: G. Friedman

- (a cura di) "Depositional environment in carbonate rocks". *Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ.*, 14: 57-77.
- TUNIS G. & VENTURINI S., 1984 - Stratigrafia e sedimentologia del flysch maastrichtiano-paleoceno del Friuli orientale. *Gortania*, 6: 5-58, Udine.
- TUNIS G. & VENTURINI S., 1986 - Nuove osservazioni stratigrafiche sul Mesozoico delle Valli del Natisone (Friuli orientale). *Gortania*, 8: 17-67, Udine.
- WALKER R.G., 1967 - Turbidite sedimentary structures and their relationship to proximal and distal depositional environments. *Jour. Sed. Petr.*, 37: 25-43.
- WALKER R.G., 1975 - Generalized facies models for resedimented conglomerates of turbidite association. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 86: 737-748.
- WATTS K.F., 1988 - Triassic carbonate submarine fans along the Arabian platform margin, Sumeini Group, Oman. *Sedimentology*, 35: 43-71.
- WENTWORTH C.K., 1922 - A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Jour. Geology*, 30: 377-392.
- WINKLER A., 1920 - Das mittlere Isonzogebiet. *Jb. geol. Staatsamst.*, 68: 11-124, Wien.
- WOOD A. & SMITH A., 1958 - The sedimentation and sedimentary history of the Aberystwyth Grits (Upper Llandoveryan). *Geol. Soc. London, Quart. Jour.*, 114: 163-195.
- WOODFORD A.O., 1922 - The San Onofre Breccia; its nature and origin. *Univ. of California, Department of Geological Sciences., Bull.*, 15 (7): 159-280.
- WRIGHT V.P. & WILSON R.C.L., 1984 - A carbonate submarine-fan sequence from the Jurassic of Portugal. *Jour. Sed. Petr.*, 54: 394-412.

---

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- dr. Giorgio FONTOLAN  
— dr. Giorgio TUNIS  
Istituto di Geologia e Paleontologia  
dell'Università degli Studi  
P.le Europa 1, I-34127 TRIESTE

