

## LIVELLI CALCAREI CLASTICI DEL MIOCENE SUPERIORE E PLIOCENE NEL SOTTOSUOLO MOLISANO-PUGLIESE

R. CASNEDI\* & A. BALDUZZI\*\*

*Key-words:* Molise, Apulia, Mass flows, Shelf, Miocene, Pliocene.

*Abstract.* The Molise and Apulia subsurface exploration has found clastic calcareous layers at the top of the Mesozoic-Miocene carbonate sequence and within the Middle Pliocene turbidites. The first are the result of Karst-fissures and crushing on the structural highs and mass flows at the base of fault slopes. Within the turbidites a biocalcarenic horizon is an electric good marker which proves an event of a shelf build up. It corresponds to the Middle Pliocene gap widely developed in the Apennines.

### Introduzione.

L'esplorazione del sottosuolo molisano e pugliese (Fig. 1) effettuata per ricerche di idrocarburi ha individuato, fra i principali obiettivi minerari, livelli sabbiosi nella successione plio-pleistocenica e livelli calcarei clastici nel Miocene superiore e nel Pliocene. Mentre i primi sono stati descritti da Casnedi et al. (1981) e da Balduzzi et al. (1982), i livelli calcarei formano oggetto del presente lavoro. In essi sono state prelevate carote di fondo che, insieme ai campioni di circolazione, costituiscono abbondante materiale di studio, in gran parte giacente nei laboratori dell'AGIP S.p.A. Essi sono inoltre facilmente individuabili e correlabili coi carotaggi elettrici per la loro alta resistività.

Buona parte di questi livelli poggia sulla successione carbonatica del Miocene medio, o direttamente sul substrato mesozoico, ed è prevalentemente costituita da calciruditi (brecce calcaree). Altri sono invece intercalati entro le torbiditi plioceniche e sono a granulometria più fine.

### Le calciruditi alla sommità della successione carbonatica.

Sono il prodotto di processi sedimentari che si sono svolti nel Miocene superiore e nel Pliocene basale (eccezionalmente anche nel Miocene medio) e

\* Casnedi R., Dipartimento di Scienze della Terra, Strada Nuova 65, Pavia, ha redatto il lavoro, valendosi per la parte paleontologica della collaborazione di A. Balduzzi.

\*\* AGIP S.p.A., S. Donato Milanese.

Lavoro eseguito con i fondi del C.N.R., contributo n. 82.02457.05, responsabile R. Casnedi.

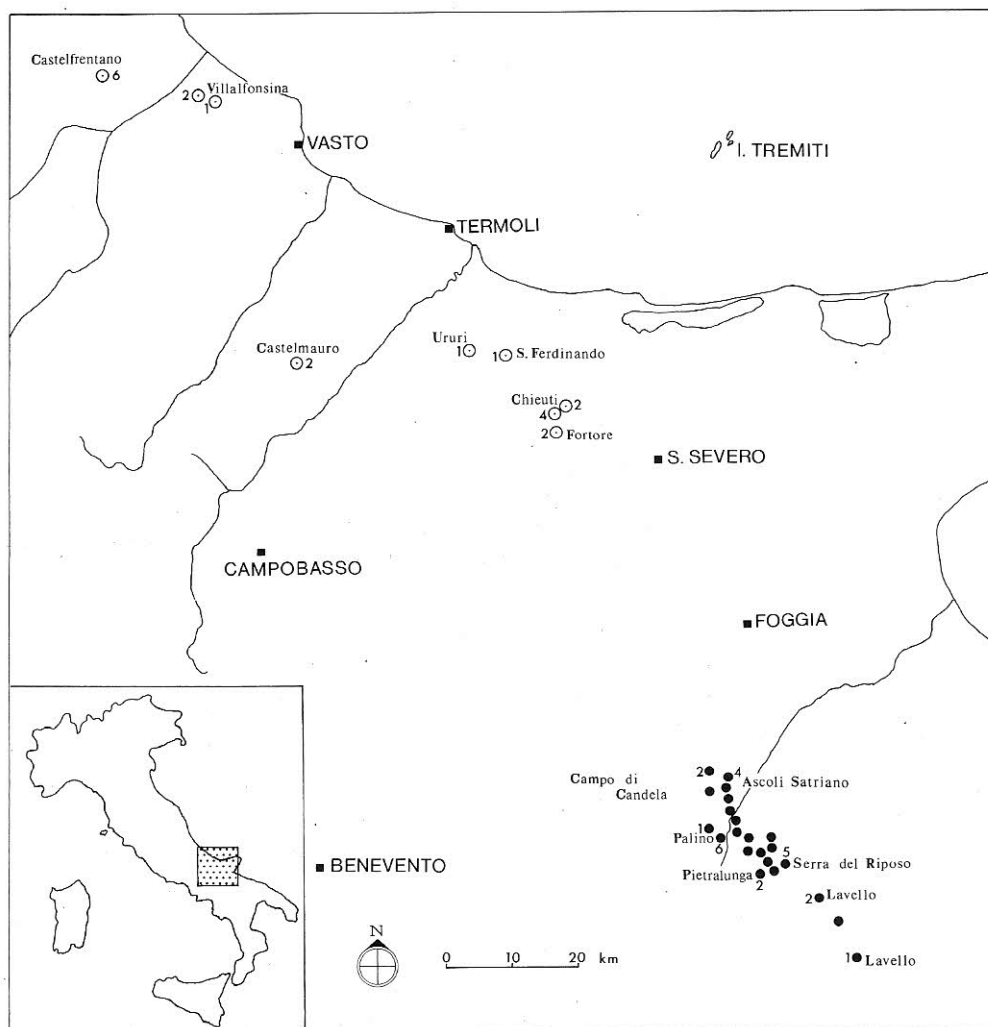


Fig. 1 – Carta di ubicazione. Cerchietti vuoti: pozzi con le calciruditi alla sommità della successione carbonatica – sono riportati solo i pozzi descritti nel testo. Cerchietti pieni: pozzi che hanno attraversato le calcareniti medio-pleoceniche.

che comprendono fenomeni di soluzione di rocce preesistenti con successivo riempimento di materiale clastico, fratturazione o più frequentemente deposizione per rimaneggiamento. Lo spessore supera raramente i 20 m. Il tetto di queste calciruditi, che sono di norma ricoperte da argille plioceniche, costituisce un ottimo «marker» sismico per individuare le strutture sepolte, sede di possibile accumulo di idrocarburi (si veda ad esempio Casnedi & Moruzzi, 1978).

a) Calciruditi dovute a fessurazione e fratturazione di rocce preesistenti.

Le calciruditi più antiche sono state riscontrate in una carota del pozzo Castelmauro 2 (3283 m – 3286 m) (Fig. 2 A). Tale carota è costituita da una roccia incassante formata prevalentemente da calcari mesozoici con strutture stromatolitiche. Un processo di dissoluzione, legato a probabile emersione, ha fessurato e carsificato intensamente il calcare, permettendo lo sviluppo nelle cavità di organismi algali di tipo *Microcodium elegans* Glück (Fig. 2 B); nel frattempo il calcare è stato fratturato ad opera del moto ondoso e di altri fattori di disgregazione meccanica con formazione di una breccia intraformazionale.

Il riempimento delle cavità avviene per opera di argille, il cui contenuto in Foraminiferi permette di riconoscere almeno due fasi distinte: la prima è riferibile al Miocene medio, documentato da *Globorotalia mayeri*, *Globoquadrinae*, *Marginulinae* ed *Orbulina universa*; la seconda avviene alla base del Pliocene, testimoniata dalla presenza di *Sphaeroidinellopsis* in argille contenute in una cavità nella parte superiore della carota (Fig. 2 C). L'ambiente dimostra che il riempimento è avvenuto dopo lo sprofondamento della piattaforma carbonatica. Nell'intervallo cronologico tra queste due fasi (Messiniano) può essersi verificato il prosciugamento ipotizzato dal modello di disseccamento del Mediterraneo.

b) Calciruditi dovute ad accumulo di materiale rimaneggiato. (Brecce di scarpata).

Sono normalmente caratterizzate dalla presenza di elementi calcarei grossolani dispersi in una matrice argillosa («pebbly mudstones»). Sono le più frequenti e sono state osservate nella maggior parte dei pozzi che hanno raggiunto il substrato carbonatico.

Nel S. Ferdinando 1 (carota da m 1227 a 1229) (Fig. 3) sono presenti frammenti carbonatici a spigoli vivi immersi in una matrice argilloso-marnosa scura, nella quale si riscontrano esemplari di *Globorotalia punctulata*. Gli elementi carbonatici sono costituiti da calcari miocenici a Litotamni e Briozoi, che presentano cavità, in alcune delle quali si trova riempimento argilloso ricco di plancton pliocenico. L'associazione di materiali di età diversa e la loro disposizione suggeriscono una messa in posto per rimaneggiamento e in particolare per «debris flow». L'impostazione di un pendio durante la deposizione di argille ha determinato il movimento cui hanno partecipato i calcari del substrato miocenico disperdendosi nell'abbondante fango argilloso. Lo studio del sottosuolo (Casnedi et al., 1981) ha rivelato la presenza di una fossa colmata da torbiditi nel Pliocene medio e superiore in diretta sovrapposizione a dette calciruditi. Pertanto si può ipotizzare, in base alla microfauna riscontrata nella matrice argillosa, che la scarpata marginale interna di questa fossa si sia attivata fra il Pliocene inferiore e il Pliocene medio.

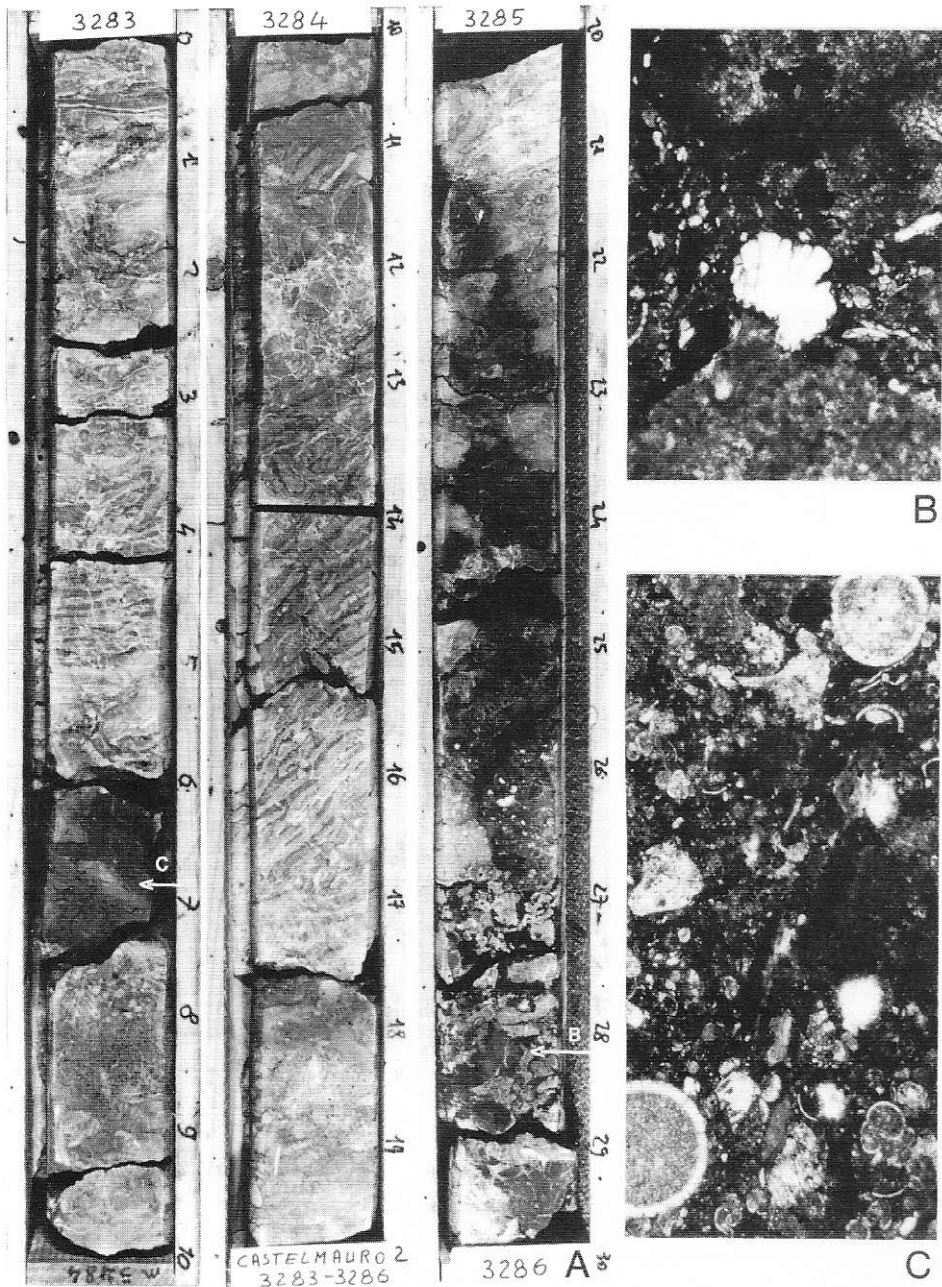


Fig. 2 A – Carota di fondo n. 3 del pozzo Castelmauro 2 prelevata da m. 3283 a 3286 (recupero totale): calcari mesozoici a strutture stromatolitiche con cavità riempite durante il Miocene e Pliocene. Con le frecce vengono indicati i punti in cui sono localizzate le foto B e C.

B – *Microcodium elegans* Glück incrostate su un elemento del substrato mesozoico; probabilmente questo organismo si trova nella posizione originaria di crescita. La fauna del Miocene medio è stata riscontrata nel residuo di lavaggio corrispondente (x 50).

C – Materiale di riempimento del Pliocene inferiore a *Sphaeroidinellopsis* (x40).



Fig. 3 — Carote di fondo dei pozzi di Villalfonsina 1, S. Ferdinando 1 e Castelfrentano 6: breccie calcaree di scarpata con variabili percentuali in matrice argillosa.

Il «debris flow» sembra la modalità di movimento anche per le calciruditi riscontrate alla base della successione pliocenica in pozzi ubicati più a nord (Villalfonsina 1, m 2042–2046, Fig. 3 e Villalfonsina 2, carote da m 1965 a 1978); ad esse si sovrappone però un intervallo più o meno potente di argille a *Globorotalia puncticulata* e pertanto si devono ritenere più antiche di quelle di S. Ferdinando a conferma che l'età delle deformazioni è progressivamente più recente verso sud (Casnedi et al. in stampa).

Le calciruditi riscontrate nel Castelfrentano 6 (m 2865–2870) (Fig. 3) all'interno di uno strato di 14 m, si presentano come un accumulo di materiale sempre di natura caotica, ma con scarsa matrice. Gli elementi calcarei tutti di forme spigolose (megabrecce), delle dimensioni medie di 2–5 cm, alcuni dei quali provenienti dal substrato mesozoico, sono a diretto contatto, spesso cementati da calcite. Il meccanismo dinamico gravitativo può essere dovuto a crollo alla base della scarpata. Lo scarso fango argilloso non ha mostrato contenuto fossilifero.

c) Breccie di mare basso con scarso rimaneggiamento.

Elementi calcarei grossolani a spigoli vivi sono presenti nelle breccie riscontrate nell'area dei pozzi Chieti, che rappresenta il paleoalto di separazione tra i bacini molisano e pugliese a profondità di 300–400 m sotto l. m. La matrice argillosa è qui molto scarsa e la parte legante i singoli elementi è rappresentata essenzialmente da calcareniti glauconitiche, in cui non sono stati riscontrati fossili significativi. Queste breccie, segnalate da Casnedi e Moruzzi (1978), sono probabili depositi di mare basso, senza marcato rimaneggiamento, ad elementi di natura analoga al locale substrato del Miocene medio–inferiore.

Breccie analoghe sono state riscontrate a maggior profondità anche nei pozzi Fortore 2 (carota da m 1154 a 1158) e nell'Ururi 1 (carota da m 1877 a 1878, sovrastante le biomicriti descritte da Dondi & Papetti, 1966); le marcate differenze di profondità sono dovute allo sprofondamento dei fianchi della struttura di Chieti e conseguente formazione del relativo paleoalto. Tale deformazione si è però verificata nel Pliocene medio e superiore (Casnedi, 1978) ed è quindi successiva alla deposizione delle breccie calcaree che non sembrano aver subito flussi per gravità.

#### **Le calcareniti intercalate nella successione torbiditica.**

Durante il Pliocene medio nel Bacino pugliese si verifica lo sprofondamento di una fossa con massima depressione in corrispondenza dei pozzi Candela (Balduzzi et al., 1982), compensata da copiosi apporti terrigeni. Il materiale risedimentato entro la fossa è di duplice natura: colate gravitative dalla scarpata interna e torbiditi di prevalente apporto longitudinale. Entro tali torbiditi si intercala un livello calcareo, di natura essenzialmente detritica, come prodotto

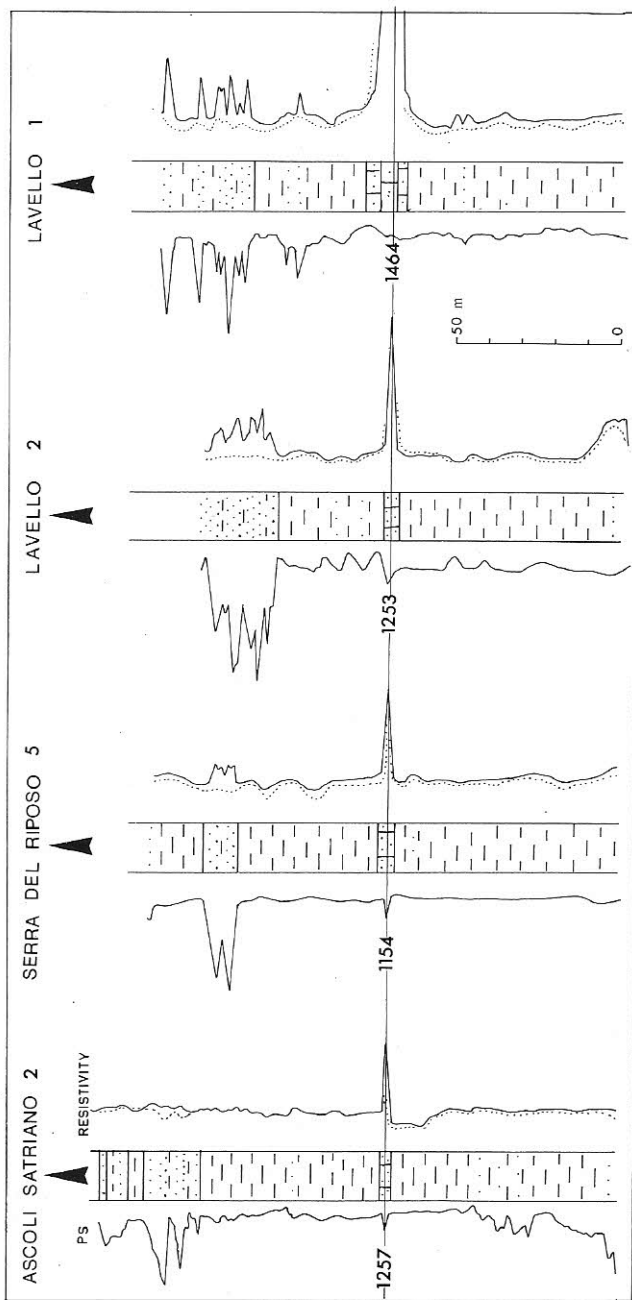


Fig. 4 — Correlazioni elettriche che mettono in evidenza la presenza e correlabilità dell'orizzonte calcarenitico. Profondità riferite al livello del mare.

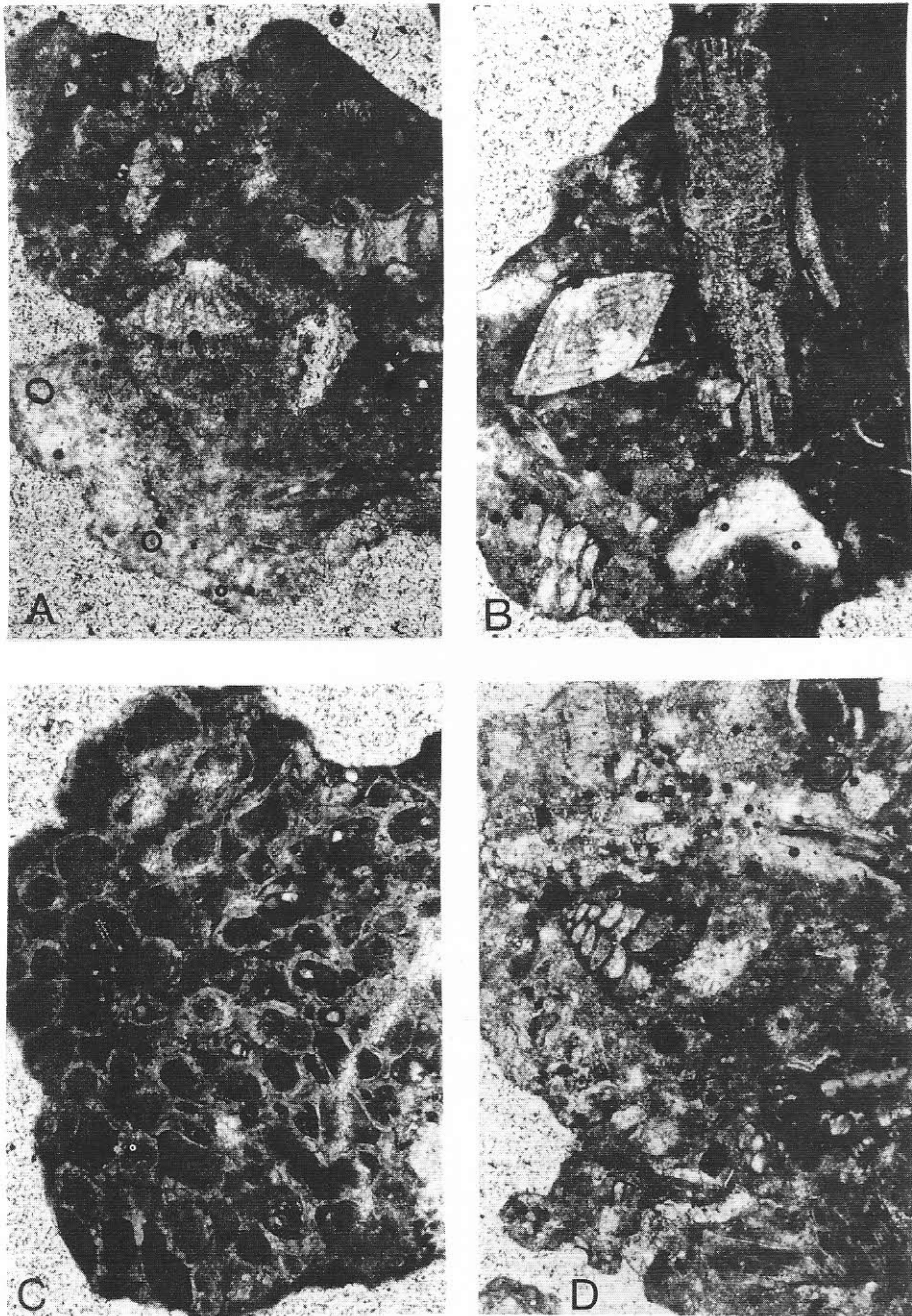


Fig. 5 – Microfacies dell'orizzonte calcarenitico tratte da campioni di circolazione del pozzo Lavello 1. A) *Elphidium crispum* (x 30). B) Packstone fossilifero a *Elphidium*, frammenti di radioli di Echinoidi, *Textulariidae* (x 30). C) Briozoi (x 15). D) Microfacies a *Textulariidae* (x 30).



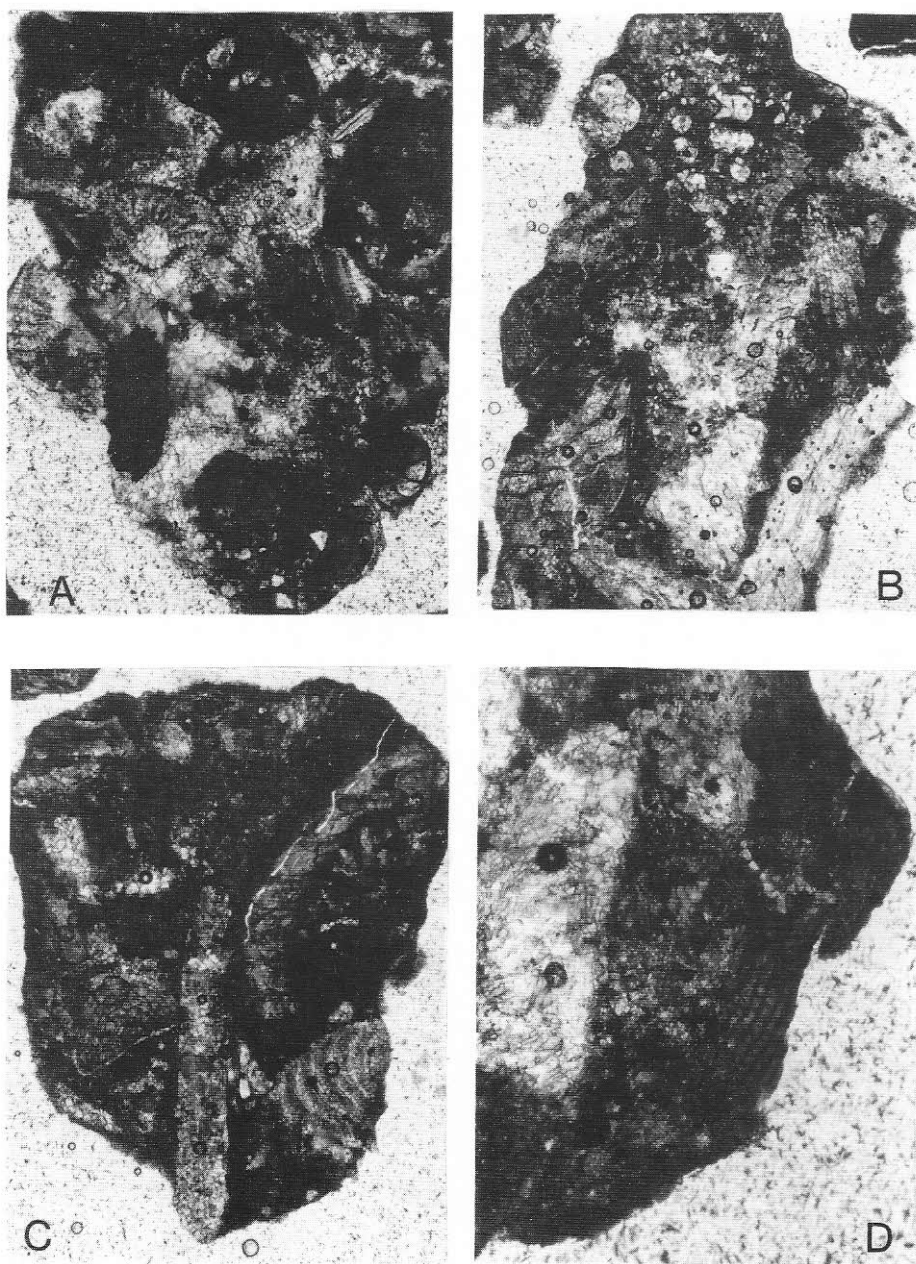


Fig. 6 – Microfacies dell'orizzonte calcarenitico tratte da campioni di circolazione del pozzo Lavello 1.

A) *Rotaliidae* e *Elphidium crispum* (x 30).

B) Briozoi, *Gypsina*, *Textulariidae*, *Globigerinae* e frammenti di Molluschi (x 15).

C) *Balanus*, *Elphidium crispum*, frammenti di *Gypsina* e di Echinoidi (x 45).

D) *Melobesiae* (x 15).

di debole rimaneggiamento locale di una sedimentazione autoctona. Questo livello biocalcarenitico è stato riscontrato in una fascia allungata in senso longitudinale dall'area dei pozzi Ascoli Satriano a quella dei pozzi Lavello. Malgrado il suo limitato spessore, la sua costante presenza è messa in evidenza nei carotaggi elettrici, in quanto è caratterizzato da un tipico picco di resistività, isolato entro formazioni argilloso-sabbiose conduttive (Fig. 4). Esso rappresenta quindi un buon orizzonte-guida di sottosuolo, continuo e correlabile. Lo spessore, ricavato dalla curva di resistività, si mantiene fra i 2 e i 5 m salvo nel pozzo Lavello 1 ove raggiunge i 13 m.

Pur non essendo state prelevate carote in corrispondenza di detto orizzonte, esso è osservabile nei campioni di circolazione che contengono frammenti calcarei chiari fossiliferi. Il contenuto organico è costituito da Foraminiferi con *Elphidium crispum*, *Rotaliidae*, *Textulariidae* e inoltre da Echinoidi, Balanidi

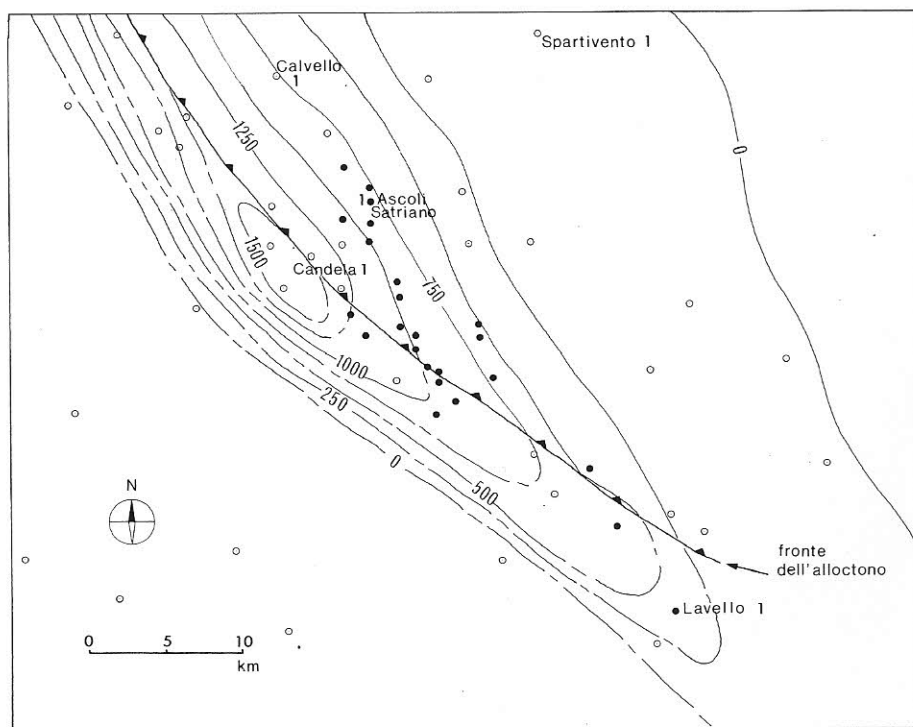


Fig. 7 — Carta delle isopache del Pliocene medio nel Bacino pugliese (parte meridionale) in sedimenti in gran parte di origine torbiditica e fronte dell'alloctono. In cerchio pieno sono indicati i pozzi in cui è stato attraversato l'orizzonte calcarenitico; la piattaforma era sviluppata nella fascia della fossa situata a nord est dell'asse di massimo spessore. Le curve isopache relative alla fascia interna (sud ovest), indicate in tratteggio, non tengono conto degli spessori relativi alla coltre alloctona, parzialmente traslata nel Pliocene medio.

e Melobesie che indicano una sedimentazione in acque basse (Fig. 5, 6).

L'orizzonte è sicuramente riferibile al Pliocene medio per la presenza, nei livelli argillosi in cui tale orizzonte è intercalato, di *Globorotalia gr. crassaformis*.

Si tratta quindi di un episodio di impostazione di una piattaforma carbonatica in una fossa in subsidenza di riempimento torbiditico. L'orizzonte calcarenitico è intercalato in un livello argilloso a sua volta compreso fra potenti sequenze prevalentemente sabbiose. Si notano cioè in successione (Balduzzi et al., 1982): un intervallo inferiore di spesse torbiditi sabbioso-argillose del Pliocene medio, un intervallo prevalentemente argilloso intermedio che comprende, verso l'alto, l'orizzonte calcareo e un intervallo sabbioso-argilloso superiore, che prosegue nel Pliocene superiore. Dette facies sono connesse con le variazioni del rapporto fra tasso di subsidenza e tasso di sedimentazione. Ambedue i

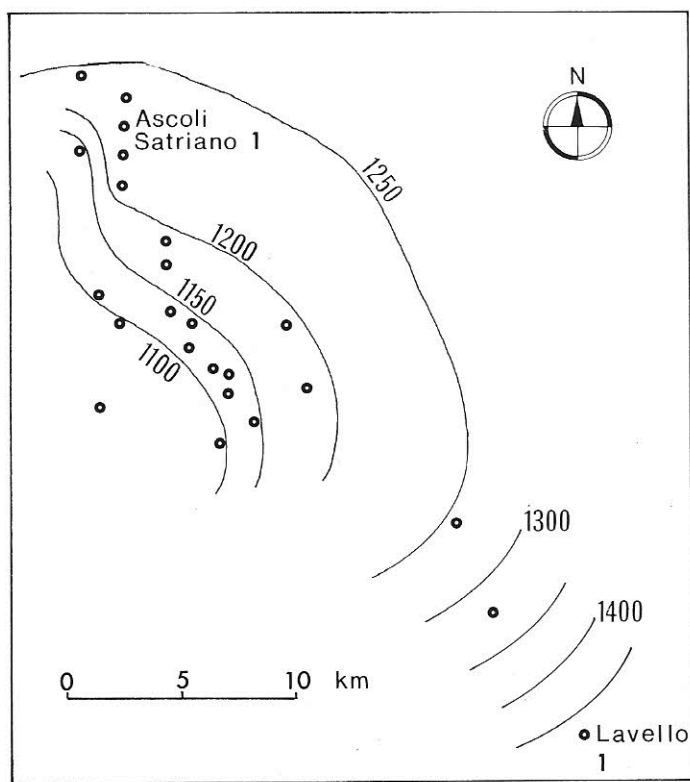


Fig. 8 - Carta strutturale dell'orizzonte calcarenitico; profondità riferite al livello del mare. Lo sprofondamento si è verificato maggiormente verso l'esterno (nord est) e soprattutto verso sud est, in connessione con la progressiva migrazione in tale direzione della subsidenza nel Pliocene superiore-Quaternario.

valori si mantengono estremamente alti durante il Pliocene medio basale, rappresentato dall'intervallo sabbioso-argilloso inferiore, con valori di 1000 m/m. a.; velocità analoghe (Crescenti, 1975) si riscontrano a nord nel Messiniano (Formazione della Laga) e nel Pliocene inferiore (Formazione di Cellino) e in epoca più recente a sud (Fossa di Salandra in Lucania). Segue una fase di deciso rallentamento della subsidenza, con tasso di sedimentazione pure decrescente sebbene in minor misura, e con più basso rapporto sabbia/argilla (fining upward) che precede la fase di colmamento. A bacino praticamente colmato sussistono, specie nelle zone marginali a minor profondità, le condizioni ambientali atte all'impostarsi di una piattaforma carbonatica, soggetta, in una zona di fossa attiva, ad una vita molto effimera. La Fig. 7 mostra l'estensione areale di detta piattaforma, in rapporto allo sviluppo della sedimentazione torbidityca entro la fossa, rappresentata dalla carta delle isopache. Essa risulta maggiormente sviluppata nella parte esterna del bacino che presenta un minor tasso di subsidenza. Nei sondaggi più esterni l'intervallo prevalentemente argilloso contenente l'orizzonte calcareo può poggiare direttamente sul substrato carbonatico senza l'interposizione degli accumuli torbidityci sabbiosi, che s'ispessiscono invece verso l'area di massima depressione.

Alla ripresa della subsidenza la piattaforma viene annegata e ricoperta da argille che precedono una nuova fase di attiva sedimentazione torbidityca che chiude il Pliocene medio e prosegue nel superiore. La deformazione della piattaforma carbonatica, rappresentata dalla carta strutturale (Fig. 8), dà informazioni sull'evoluzione della fossa nella fase successiva all'annegamento della piattaforma stessa.

Partendo dall'ovvio presupposto che la piattaforma rappresentasse all'origine una superficie orizzontale prossima alla superficie, il suo sprofondamento, pur interessando tutta l'area in oggetto, si è accentuato verso SE. Nel Lavello 1 è infatti abbassata di circa 1450 m mentre nell'area Palino-Pietralunga risulta abbassata di circa 1100 m. Si manifesta quindi in questa zona un'ulteriore migrazione verso SE dell'asse di massima subsidenza che caratterizza l'evoluzione della fossa periadriatica nel suo insieme.

### Conclusioni.

Le ricerche strutturali nel sottosuolo molisano-pugliese e in particolare la sismica a riflessione hanno messo in evidenza la morfologia del substrato carbonatico, caratterizzata da accentuati dislivelli di origine tettonica, la maggior parte dei quali impostati su superfici di faglia. Mentre nelle aree di «alto» si verificavano fratturazioni delle formazioni calcaree in un ambiente ad alta energia, con debole rimaneggiamento, erosione e carsificazione connesse a fasi di

emersione, sulle scarpate di faglia si impostavano frane e scivolamenti in massa; i prodotti di questi fenomeni gravitativi sono le calciruditi con matrice argillosa più o meno abbondante («debris flows» e megabrecce). Questi eventi si succedono in varie fasi comprese tra la fine del Miocene medio e il Pliocene inferiore. La discreta permeabilità delle calciruditi e l'ottima copertura, di norma rappresentata dalle argille plioceniche, le rende un buon obiettivo di ricerca di idrocarburi, di facile individuazione geofisica.

Le calcareniti rinvenute nel Pliocene medio sono invece il risultato della impostazione di una piattaforma calcarea dovuta ad una fase di stasi nella formazione dell'avanfossa appenninica. Questa fase è inserita fra un periodo di subsidenza, compensato da intensa sedimentazione torbidityca, e un ulteriore forte approfondimento che determina l'annegamento della piattaforma, la ripresa delle correnti di torbidity e il richiamo di imponenti masse alloctone di scivolamento gravitativo dal margine appenninico.

La piattaforma carbonatica, la cui effimera durata è testimoniata anche dall'esiguo spessore, si è impostata nella fascia esterna della fossa, di più debole subsidenza, ed ha avuto uno sviluppo areale di 5–10 km di larghezza e circa 40 di lunghezza in direzione NW–SE, parallelo all'andamento della fossa. Malgrado la sua limitata entità, essa testimonia una fase del Pliocene medio correlabile su vasta scala nell'Appennino e ben documentata in letteratura. Tale fase si manifesta nelle aree marginali della fossa periadriatica con un'ampia lacuna seguita da depositi interpretati come trasgressivi (Roda, 1966; Girotti & Parotto, 1969; Crescenti, 1971, 1975; Casnedi et al., 1976; Crescenti et al., 1980). Fenomeni analoghi si verificano anche sul versante tirrenico (Conti et al., 1983).

#### OPERE CITATE

- Balduzzi A., Casnedi R., Crescenti U. & Tonna M. (1982) - Il Plio–Pleistocene del Bacino pugliese (Avanfossa appenninica). *Geol. Romana*, v. 21, pp. 1–28, Roma.
- Casnedi R. (1978) - Sedimentazione e tettonica pliocenica nel sottosuolo della bassa valle del Fortore (Foggia). *Mem. Soc. Geol. It.*, v. 19, pp. 605–612, Roma.
- Casnedi R., Crescenti U., D'Amato C., Mostardini F. & Rossi U. (1981) - Il Plio–Pleistocene del sottosuolo molisano. *Geol. Romana*, v. 20, pp. 1–42, Roma.
- Casnedi R., Crescenti U. & Tonna M. (in stampa) - Evoluzione dell'Avanfossa adriatica meridionale nel Plio–Pleistocene sulla base di dati di sottosuolo. *Mem. Soc. Geol. It.*, Roma.
- Casnedi R., Follador U. & Moruzzi G. (1976) - Geologia del campo gassifero di Cellino. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 95, pp. 891–901, Roma.
- Casnedi R. & Moruzzi G. (1978) - Geologia del campo gassifero di Chicuti (Foggia). *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 97, pp. 189–196, Roma.
- Conti M. A., Parisi G. & Nicosia U. (1983) - Un orizzonte ad *Amphistegina* nel Pliocene di Orvieto e sue implicazioni neotettoniche. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 102, pp. 113–122, Roma.

- Crescenti U. (1971) - Osservazioni sul Pliocene negli Abruzzi settentrionali: la trasgressione del Pliocene medio e superiore. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 90, pp. 3–21, Roma.
- Crescenti U. (1975) - Sul substrato pre-pliocenico dell'Avanfossa appenninica dalle Marche allo Jonio. *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 94, pp. 583–634, Roma.
- Crescenti U., D'Amato C., Balduzzi A. & Tonna M. (1980) - Il Plio–Pleistocene del sottosuolo abruzzese–marchigiano tra Ascoli Piceno e Pescara. *Geol. Romana*, v. 19, pp. 63–84, Roma.
- Dondi L. & Papetti I. (1966) - Segnalazione di Coproliti nel Miocene dell'Italia meridionale. *Geol. Romana*, v. 5, pp. 55–68, Roma.
- Girotti O. & Parotto M. (1969) - Mio–Pliocene di Ascoli Piceno. *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, s. 2, v. 1, pp. 127–174, Catania.
- Roda C. (1966) - Nuove conoscenze sulla trasgressione mediopliocenica. *Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania*, s. 4, v. 8, pp. 705–716, Catania.