

EVIDENZE DI TETTONICA DISTENSIVA PLIO-PLEISTOCENICA AL MARGINE ORIENTALE DELLA FOSSA BRADANICA: L'HORST DI ZAGARELLA

OASI WWF DI S.GIULIANO

PARCO ARCHEOLOGICO STORICO NATURALE DELLE CHIESE RUPESTRI DEL MATERANO

M. Tropeano - M. Marino - P. Pieri

Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università di Bari

RIASSUNTO - *Evidenze di tettonica distensiva plio-pleistocenica al margine orientale della Fossa Bradanica: L'Horst di Zagarella* - Il Quaternario, 7(2), 1994, 597-606 - Viene segnalata l'attività neotettonica di alcune importanti faglie distensive e/o transtensive durante il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore al margine orientale della Fossa Bradanica; è stata anche riconosciuta una struttura ad horst e graben (in parte sepolta) immediatamente a SW dell'Horst di Matera, cioè nella fascia di transizione fra avanfossa e avampae-se. La struttura ad horst e graben, già delineatasi nel substrato cretaceo (Calcarea di Altamura), è stata successivamente trasferita nelle unità inferiori del ciclo Bradanico (Calcarenite di Gravina, Argille subappennine) durante il Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore. Nella struttura a horst e graben l'elemento più importante a livello regionale è l'Horst di Zagarella, separato dall'Horst di Matera tramite il Graben di Garramma. L'Horst di Zagarella, allungato in direzione NW-SE per circa 12 km e largo da 1 a 4 km, è definito essenzialmente da faglie orientate mediamente N40/50W, ma assume una configurazione estremamente articolata per la presenza di due sistemi di faglie trasversali alle precedenti e orientate mediamente N70/80W e N30/40E. Evidenze di natura strutturale, litostratigrafica, sedimentologica e geomorfologica permettono di distinguere un'attività tettonica presedimentaria da una sinsedimentaria e una postsedimentaria; tale distinzione è relativa all'intervallo cronologico della sedimentazione delle unità basali del ciclo Bradanico, localmente riferite al Pliocene superiore - Pleistocene inferiore sulla base dello studio delle associazioni a foraminiferi e a nannofossili calcarei. Questi ultimi, in particolare, hanno permesso di riferire il passaggio stratigrafico tra le due unità ad un intervallo compreso tra le zone a *Dictyococcites productus* - "large" *Gephyrocapsa*. L'Horst di Zagarella è importante a scala regionale per le dimensioni ed il trend tettonico, che risultano confrontabili con quelli di analoghe strutture sepolte (alto di Grottole; alto di Pomarico) finora riconosciute in aree più occidentali della Fossa Bradanica. La presenza dell'Horst di Zagarella e del Graben di Garramma a ridosso dell'horst murciano indica che questo settore della rampa regionale (definito in letteratura da una struttura a gradinata) si articola in horst e graben, per effetti di tettonica distensiva e/o transtensiva attiva fino ad almeno l'intero Pleistocene inferiore.

ABSTRACT - *Evidences of Plio-Pleistocene tensional tectonics along the eastern margin of the Bradanic trough: The Zagarella Horst* - Il Quaternario, 7(2), 1994, 597-606 - The Plio-Pleistocene activity of tensional or transtensional faults along the eastern margin of the Bradanic trough (southern part of the Apennines foredeep) is pointed out. A complex (partially buried) NW-SE strike horst-and-graben structure is also recognized. The most important structural element is the "Zagarella Horst", separated from the "Matera Horst" by the "Garramma Graben". The Zagarella Horst is located along the Bradano river and the Gravina di Picciano stream, both of which cut the Plio-Pleistocene deposits and the Cretaceous substratum of the Bradanic trough. The horst is 12 km long and up to 4 km wide and it is bounded by N40°+50°W strike faults; its shape is very complicated due to N70°+80°W and N30°+40°E strike faults. The Zagarella Horst partly developed in the Cretaceous substratum ("Calcarea di Altamura" Formation) of the foredeep, before the deposition of the lower Bradanic trough units ("Calcarenite di Gravina" and "Argille subappennine" Formations, Plio-Pleistocene in age). Structural, lithostratigraphic, sedimentologic and geomorphologic features show that tectonic activity developed also during (and probably after) the deposition of the "Calcarenite di Gravina" and "Argille subappennine" Formations. Locally the Upper Pliocene-Lower Pleistocene age of these units is defined on the basis of the Foraminifera and calcareous nannofossil analyses carried out on several samples collected just near the contact between the units; the nannofossil assemblages allow an accurate biozone-determination for this stratigraphic interval: *Dictyococcites productus* - "large" *Gephyrocapsa* zones. Finally, the recognized tectonic trend and the dimension of the Zagarella Horst are similar to those of buried structures ("Pomarico High"; "Grottole High") occurring in the axial zone of the foredeep (SW of the Zagarella Horst) on the regional monocline ramp, characterized by southwestward dipping steps.

Parole chiave: Horst e graben, tettonica distensiva sinsedimentaria, Plio-Pleistocene, biostratigrafia a foraminiferi e nannofossili calcarei, Fossa Bradanica, Italia meridionale

Key words: Horst and graben, synsedimentary tensional tectonics, Plio-Pleistocene, foraminifera and calcareous nannofossil biostratigraphy, Bradanic trough, southern Italy

1. PREMESSA E INQUADRAMENTO REGIONALE

Recentemente, lungo l'incisione del F. Bradano a sud di Matera, è stata segnalata nella Calcarenite di Gravina [formazione regionalmente riferita all'intervallo Pliocene medio (?)-Pleistocene inferiore, Ciaranfi *et al.*, 1988] la presenza di un livello con *soft-sediment deformation structures* indotte da *shock* sismico (Pieri & Tropeano, 1993; 1994) che testimoniano effetti di tettonica plio-

pleistocenica lungo il margine orientale della Fossa Bradanica. Le paleosismite si rinvengono in corrispondenza di un alto strutturale individuato all'altezza della confluenza del F. Bradano con il T. Gravina di Picciano.

Allo scopo di valutare il significato regionale della tettonica distensiva nel Plio-Pleistocene in questo settore di avanfossa, le indagini sono state estese ad un tratto del F. Bradano e del T. Gravina di Picciano, dove l'erosione raggiunge in più punti il substrato cretaceo al

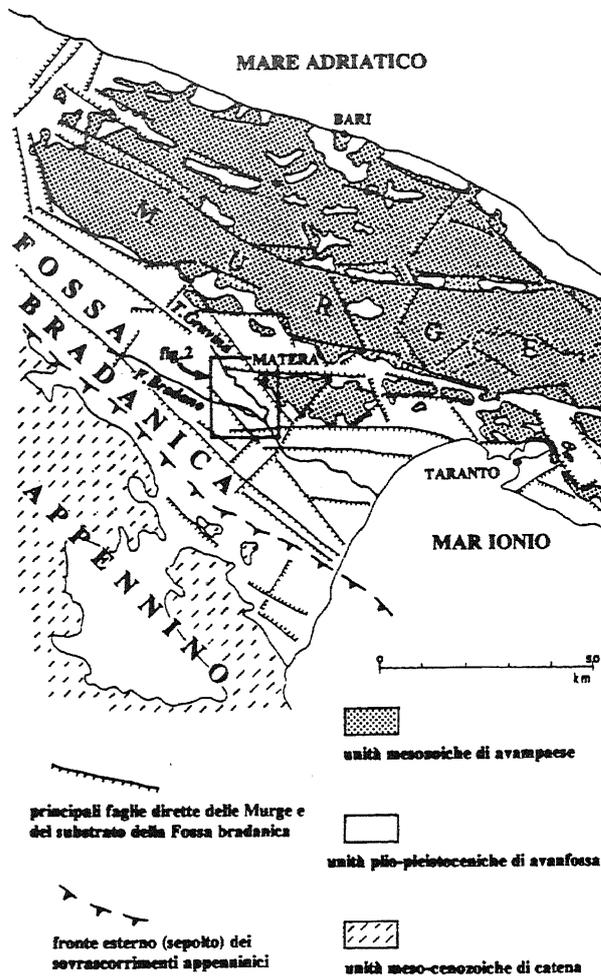


Fig. 1 - Quadro geologico-strutturale di riferimento (modificato da: *Neotectonic map of Italy* - Ambrosetti *et al.*, 1983).

*Geological and structural sketch (modified from: Neotectonic map of Italy - Ambrosetti *et al.*, 1983)*

di sotto dei sedimenti appartenenti al ciclo della Fossa Bradanica. In tal modo sono state definite l'estensione e la struttura dell'alto tettonico lungo il F. Bradano e sono stati precisati i tempi di attività neotettonica di numerose faglie. A tale proposito, visti i generici riferimenti bibliografici, è stato condotto anche uno studio biostratigrafico sulle associazioni a nanofossili calcarei e foraminiferi di alcune sezioni campionate al passaggio fra la Calcarenite di Gravina e le Argille subappennine, formazione, quest'ultima, riferita in letteratura ad un'età suprapliocenica-infrapleistocenica (Ciaranfi *et al.*, 1979).

Si sottolinea che l'intera ricerca è stata svolta in aree sottoposte a vincolo ambientale da parte della Regione Basilicata e ricadenti nell'Oasi WWF di S. Giuliano e nel Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano; queste due zone protette si arricchiscono così di altri motivi di interesse scientifico e di valenza naturalistica.

L'area studiata (Figg. 1 e 2) ricade lungo il margine esterno della Fossa Bradanica ("margine C" *sensu* Pieri *et al.*, 1994), cioè nella fascia di transizione all'avampae-

se apulo-garganico (localmente rappresentato dall'Horst di Matera), costituito da una potente successione mesozoica di piattaforma carbonatica (D'Argenio, 1974; Ricchetti, 1975). Nel Pliocene i calcari mesozoici, ribassati a gradinata verso W-SW, costituirono il substrato della Fossa Bradanica, colmata da una cospicua sedimentazione di tipo prevalentemente argilloso (Migliorini, 1937; Carissimo *et al.*, 1963; Ciaranfi *et al.*, 1979; Ricchetti, 1980; Balduzzi *et al.*, 1982; Casnedi *et al.*, 1982; Casnedi, 1988); sul bordo orientale del bacino Bradanico la successione plio-pleistocenica di avanfossa inizia con la Calcarenite di Gravina (Azzaroli, 1968), rappresentata da successioni di limitato spessore (da 20 a 70 m), che "rapidamente" passa in alto alle Argille subappennine.

Per quanto riguarda l'evoluzione neotettonica, dai dati del "C.N.R. - Progetto Finalizzato Geodinamica - Sottoprogetto Neotettonica" (riferendosi alla tabella cronologica in Ciaranfi *et al.*, 1983) è risultato che l'area studiata era emersa e sostanzialmente stabile negli intervalli II e IIIa (*p.p.*), cioè fino a tutto il Pliocene medio; subiva un marcato abbassamento durante la parte alta dell'intervallo IIIa e per quasi tutto l'intervallo IIIb, cioè dal Pliocene superiore al Pleistocene inferiore; infine, dal Pleistocene medio (intervalli IV-V) è soggetta a sollevamento (Baldassarre *et al.*, 1978; Ciaranfi *et al.*, 1979; 1983; Iannone & Pieri, 1979a). Negli stessi lavori di Neotettonica i principali elementi lineari riconosciuti (che nella realtà spesso corrispondono ad un fascio di faglie - Ciaranfi *et al.*, 1983) sono rappresentati da faglie distensive, con prevalente direzione NW-SE, che interessano il substrato carbonatico ribassandolo verso SW; vengono individuati anche sistemi di faglie normali, a direzione NE-SW, che intersecano gli allineamenti NW-SE. Estremamente limitati sono comunque i dati specifici sugli elementi lineari con attività neotettonica riferibili all'area qui studiata, come si evince dalle indicazioni riportate nei Fogli 189 "Altamura" e 201 "Matera" della Carta Geologica d'Italia (Azzaroli *et al.*, 1968; Boenzi *et al.*, 1971) e riprese nei citati studi di Neotettonica. Si ricorda invece che in aree più settentrionali del settore esterno della Fossa Bradanica, ricadenti sul bordo orientale delle Murge, nell'ambito degli studi di Neotettonica sono stati segnalati esempi di tettonica sinsedimentaria relativa all'intervallo III (Iannone & Pieri, 1980), successivamente ripresi da Gissi (1989) e da Caldara & Gissi (1993).

Per quanto riguarda le indicazioni bio-cronostratigrafiche relative alle unità Bradaniche nell'area a S di Matera, i dati di letteratura sono relativamente scarsi. Infatti gli unici dati, derivanti da determinazioni sulle macrofaune e sui foraminiferi, sono quelli riportati nelle note illustrative dei Fogli 189 "Altamura" e 201 "Matera" della Carta Geologica d'Italia. Nel Foglio "Altamura", anche in base a precedenti lavori di Cantelli (1960) e D'Onofrio (1960), sia la Calcarenite di Gravina che le Argille subappennine vengono riferite al Calabrian per la presenza di *Hyalinea balthica* (Azzaroli *et al.*, 1968); nel Foglio "Matera" non viene esclusa la possibilità che la Calcarenite di Gravina possa essere riferita anche al Pliocene superiore per

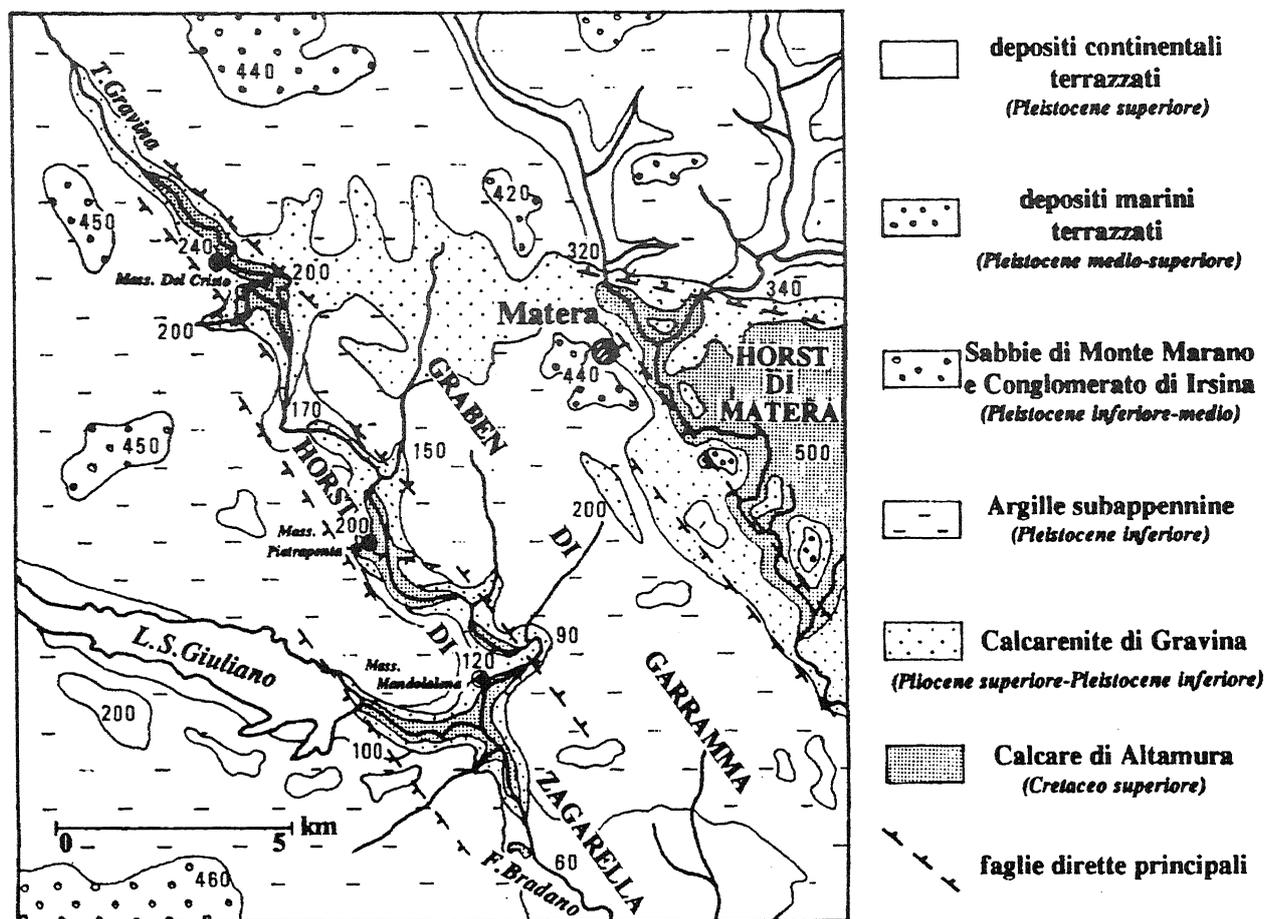


Fig. 2 - Carta geologica dell'area studiata dalla quale risultano le dimensioni e l'orientazione dell'Horst di Zagarella e del Graben di Garramma. Geological map of the studied area. Strike and dimension of the Zagarella Horst and the Garramma Graben are shown.

l'assenza di *H. balthica* e la presenza di "specie ad affinità pliocenica" (Boenzi *et al.*, 1971).

2. STRATIGRAFIA DEI DEPOSITI PLIO-PLEISTOCENICI

Nell'area considerata è ben osservabile la successione stratigrafica basale del margine orientale della Fossa bradanica; infatti il F. Bradano e il T. Gravina di Picciano, dopo avere eroso i teneri terreni plio-pleistocenici dell'avanfossa per tutto il loro spessore, hanno inciso in diversi tratti, per una profondità massima di 60÷70 m (Mass. Pietrapenta, Fig. 2), anche il substrato mesozoico, riferibile localmente alla parte alta, di età senoniana, del Calcare di Altamura (Boenzi *et al.*, 1971). Ciò permette non solo di osservare i depositi plio-pleistocenici a partire dalla base, ma anche i caratteri del substrato stesso.

La prima unità della successione bradanica, trasgressiva sui calcari cretacei, è la Calcarenite di Gravina, che localmente affiora per il suo spessore completo, variabile in quest'area da 15 a 30 m. Le facies sono riferibili ad ambienti marini a sedimentazione carbonatica di alta energia (piattaforma isolata interessata da eventi di tempesta) (Tropeano, 1994). La Calcarenite di Gravina, per l'approfondimento del bacino ed il concomitante arri-

vo di sedimenti silicoclastici, passa stratigraficamente ad una unità siltoso-argillosa in facies di piattaforma esterna (Argille subappennine). Nell'area a S di Matera lo spessore di questa unità può raggiungere oltre 300 m, anche se lo spessore residuo affiorante nelle aree qui considerate varia da pochi metri, in prossimità del ciglio delle profonde incisioni fluviali, fino a qualche decina di metri allontanandosi da queste.

Lo studio biostratigrafico si è basato sull'analisi delle associazioni a nannofossili calcarei e foraminiferi⁽¹⁾ di campioni prelevati da alcune sezioni rappresentative del passaggio fra Calcarenite di Gravina e Argille subappennine. Per la cronostatigrafia del Pliocene si è fatto riferimento alla bipartizione (in accordo con Berggren *et al.*, 1985; Rio & Sprovieri, 1986; *inter alios*); nella precedente letteratura veniva invece utilizzata la tripartizione (*sensu* Ruggieri & Selli, 1950), recentemente riproposta, con il nuovo piano Gelasiano per il Pliocene superiore, da Rio *et al.* (1994). Per la cronostatigrafia del Pleistocene inferiore, soggetta a continue discussioni critiche e revisioni, si è fatto riferimento al Selinuntiano, comprensivo dei subpiani Santerniano, Emiliano e Siciliano (*sensu* Ruggieri *et al.*, 1984). Dalle analisi biostratigrafiche è risultato che la parte alta dell'unità calcarenitica ha un'età compresa tra il Pliocene superiore (parte alta) ed il

INTERVALLI NEOTETT.	ETA'	SCHEMI BIOZONALI		
		Foram. bent.	Foraminiferi planctonici	Nannofossili calcarei
IV+V	PLEIS.MEDIO-SUP.- OLOCENE	<i>Hyalinea balthica</i>	<i>Globorotalia truncatulinoides excelsa</i>	<i>acraea E. huxleyi</i>
				<i>Emiliania huxleyi</i>
III b	PLEISTOCENE INF.	<i>Bulim. elegans marginata</i>	<i>Globigerina cariacoensis</i>	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>
				<i>Pseudoemiliania lacunosa</i>
				small <i>Gephyrocapsa</i> large <i>Gephyrocapsa</i>
III a	PLIOCENE SUP.	<i>Bulim. elegans marginata</i>	<i>Globorotalia inflata</i>	<i>H. sellii</i>
				<i>C. macintyreii</i>
			<i>Globorotalia crassaformis</i>	<i>D. productus</i>
				<i>Discoaster brouweri</i>

Fig. 3 - Schema bio-cronostratigrafico di riferimento: biozone a nannofossili calcarei di Rio *et al.* (1990); biozone a foraminiferi planctonici e bentonici di Colalongo & Sartoni (1979); gli intervalli di neotettonica sono ripresi da Ciaranfi *et al.* (1983). Le età assolute dei limiti Pliocene/Pleistocene e Pleistocene inferiore/Pleistocene medio (intervalli la cui cronostratigrafia è oggetto di continue revisioni) sono rispettivamente 1,64 M.a. e 0,8 M.a., proposte dalla Commissione Italiana di Stratigrafia al Congresso Geologico Internazionale di Kyoto (1992).

Bio-chronostratigraphic scheme: calcareous nannofossil biozones according to Rio et al. (1990); benthic and planktonic foraminifera biozones according to Colalongo & Sartoni (1979); neotectonic intervals according to Ciaranfi et al. (1983). The absolute ages of the Pliocene/Pleistocene and early-middle Pleistocene boundaries are 1.64 Ma and 0.8 Ma respectively, (according to the proposal made by INQUA at the International Geological Congress, Kyoto 1992).

Pleistocene inferiore, mentre le Argille subappennine basali sono riferibili al Pleistocene inferiore.

In generale, la nannoflora calcarea ha permesso di ottenere datazioni più precise ed attendibili rispetto a quelle ricavabili dalle associazioni a foraminiferi. Ad esempio, la presenza di *Gephyrocapsa oceanica* s.l. (*sensu* Rio, 1982), forma che compare alla base del Pleistocene inferiore, ha permesso di riconoscere con certezza questo intervallo di tempo in campioni dove le associazioni a foraminiferi in alcuni casi sono risultate prive dei *markers* pleistocenici.

Sulla base dei nannofossili calcarei, la parte alta del Pliocene superiore è stata riconosciuta in un solo campione, proveniente dalla Calcarenite di Gravina, per la presenza di *Pseudoemiliania lacunosa* (Kamptner), *Helicosphaera sellii* Bukry & Bramlette, *Coccolithus pelagicus* (Wallich), *Calcidiscus macintyreii* (Bukry & Bramlette) e per l'assenza del genere *Discoaster* e di *G. ocea-*

nica s.l.: Zona a *Dictyococcites productus* (Fig. 3); tra i pochi esemplari di foraminiferi osservati su sezione sottile dello stesso campione, *Globorotalia crassaformis* (Galloway & Wilsser) e *Globigerinoides obliquus extremus* Bolli & Bermudez confermano questo intervallo di tempo.

Il Pleistocene inferiore è stato riconosciuto per la presenza di ricche e diversificate associazioni a nannofossili con *H. sellii*, *Calcidiscus leptoporus* (Murray & Blackman), *P. lacunosa*, *C. pelagicus*, *H. carteri* (Wallich), "small" *Gephyrocapsa* (Gartner, 1977), *G. oceanica* s.l. e "large" *Gephyrocapsa* (*sensu* Rio, 1982); in particolare sono stati distinti due intervalli biozonali: Zona a *H. sellii* (Santerniano) e Zona a "large" *Gephyrocapsa* (Emiliano) (Fig. 3). Le associazioni a foraminiferi dei campioni riferiti alla Zona a *H. sellii* sono caratterizzate dalla presenza di *Globorotalia inflata* e, in pochi casi, da *Globigerina cariacoensis* Rögl & Bolli e *Globigerina calabra* Colalongo & Sartoni (Zona a *G. cariacoensis*); i campioni riferiti alla Zona a "large" *Gephyrocapsa* presentano associazioni a foraminiferi con *Hyalinea balthica* (Zona a *H. balthica*) (Fig. 3).

Sulla base delle campionature effettuate viene documentato il Pliocene superiore nella parte alta della Calcarenite di Gravina, età solo ipotizzata nel Foglio "Matera". Inoltre, il passaggio stratigrafico tra la Calcarenite di Gravina e le Argille subappennine si colloca in questo settore della Fossa bradanica tra il top del Pliocene superiore ed il Pleistocene inferiore. In particolare, i nannofossili calcarei, indicando l'intervallo tra la Zona a *Dictyococcites productus* e la Zona a "large" *Gephyrocapsa* (Fig. 3), offrono un maggiore dettaglio cronologico di quello ricavabile dalla letteratura, che sostanzialmente utilizza la presenza di *H. balthica* per attribuire le unità in questione al Calabriano o per escludere questa età in assenza del *marker*.

3. EVIDENZE DI TETTONICA DISTENSIVA

3.1 L'Horst di Zagarella

Numerose evidenze di superficie hanno permesso di individuare un alto strutturale nel settore orientale della Fossa bradanica, pochi chilometri a SW dell'Horst di Matera. L'alto si sviluppa essenzialmente lungo il T. Gravina di Picciano per circa 12 km con un'ampiezza variabile da 1 a 4 km (Fig. 2); si tratta in realtà di più blocchi sollevati in modo differenziato, che nell'insieme costituiscono un horst, qui denominato Horst di Zagarella; fra questo e l'Horst di Matera si interpone un'area strutturalmente ribassata, qui denominata Graben di Garramma (Fig. 2).

Nel complesso l'Horst di Zagarella presenta uno sviluppo molto articolato con una configurazione (in pianta) triangolare, complicata da marcati spostamenti laterali (Figg. 2 e 4); regionalmente è limitato verso NE e verso SW da una serie di faglie dirette riconducibili sostanzialmente a due allineamenti entrambi orientati mediamente

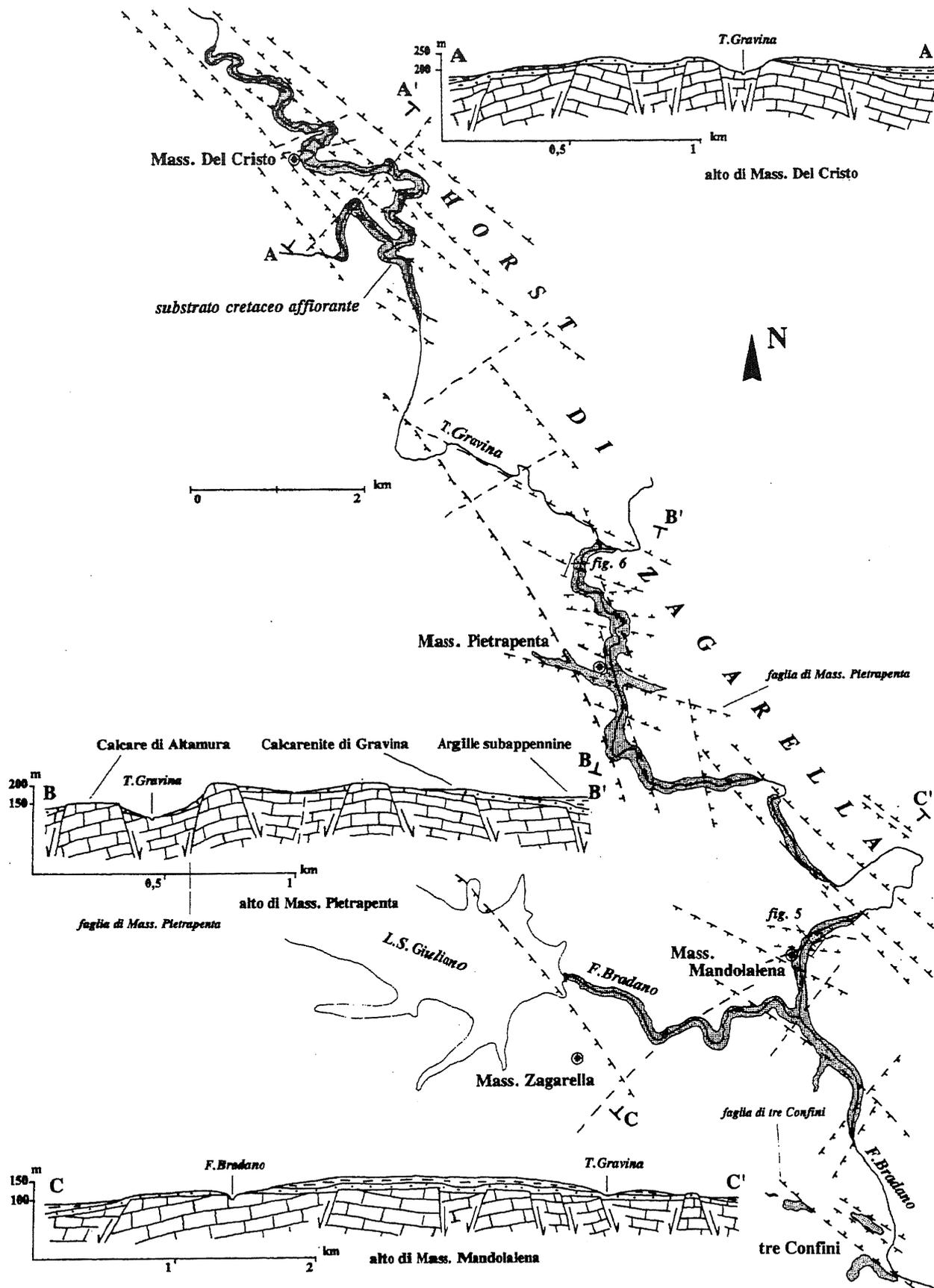


Fig. 4 - Carta dei principali lineamenti tettonici che delimitano l'Horst di Zagarella.
 Main faults map of the Zagarella Horst.

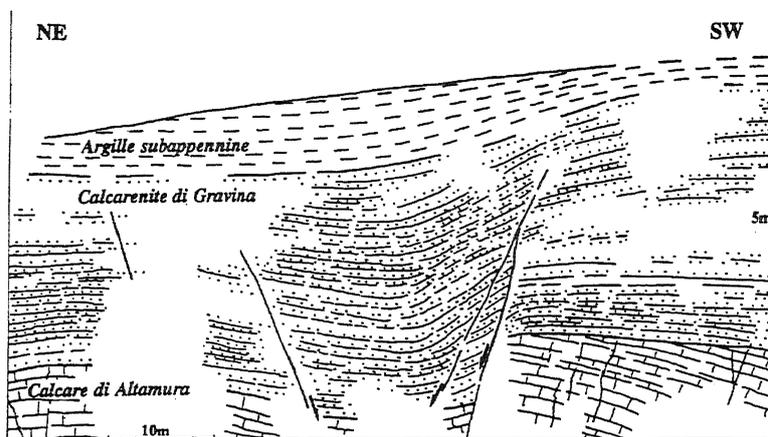
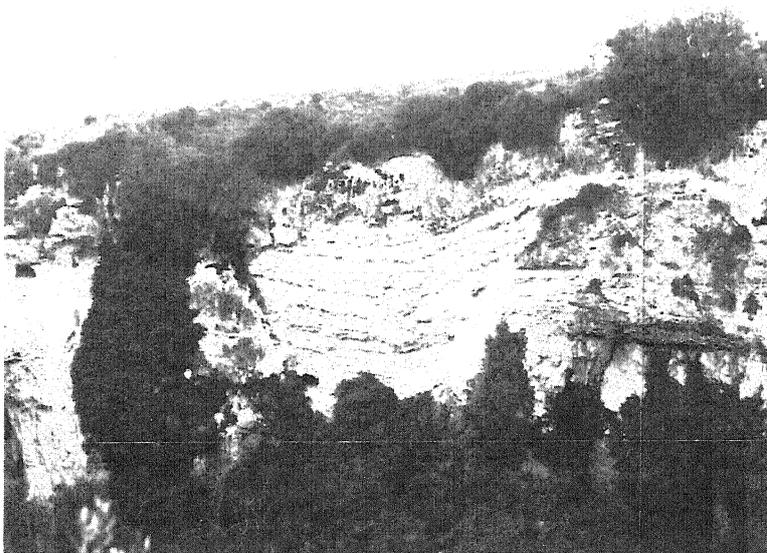


Fig. 5 - Piccolo graben trasferito dai calcari cretacei a tutto lo spessore della calcarenite e ai livelli basali delle argille.

Small graben transferred from the Cretaceous substratum to the overlying Plio-Pleistocene Bradanic units.

N40/50W; le faglie presentano piani da molto inclinati (70° - 80°) a subverticali e rigetti complessivi verso NE di almeno 40 m e verso SW superiori a 70 - 80 m.

La complessità e l'irregolarità dell'horst sono documentabili anche lungo il suo sviluppo assiale per la presenza di parti più sollevate rispetto ad altre, come si evince anche dal fatto che il T. Gravina di Picciano incide i calcari cretacei in tre distinte aree (Fig. 2) che rappresentano, da NW a SE, altrettanti alti relativi: alto di Masseria del Cristo (sez. A-A', Fig. 4), alto di Masseria Pietrapenta (sez. B-B', Fig. 4) e alto di Masseria Mandolalena (sez. C-C', Fig. 4). La complessità della struttura è evidente anche in senso trasversale per la presenza di faglie di trasferimento, appartenenti a due sistemi mediamente orientati N30/40E e N70/80W, con effetti distensivi e transtensivi che complicano ulteriormente la struttura. In conclusione si ricava che le singole zone di alto strutturale relativo (Masseria del Cristo, Masseria Pietrapenta, Masseria Mandolalena) sono caratterizzate da sistemi a pic-

coli horst e graben (sezioni in Fig. 4) di ampiezza variabile da qualche decina (Fig. 5) a poche centinaia di metri e sviluppati prevalentemente in direzione NW-SE.

Le incisioni del F. Bradano, del T. Gravina di Picciano e di diversi affluenti permettono la visione di numerose sezioni naturali che intersecano l'Horst di Zagarella in più direzioni (Figg. 4, 5 e 6). Il substrato cretaceo si presenta estremamente fratturato ed interessato da faglie suturate dalla Calcarenità di Gravina; ciò permette di affermare che l'Horst di Zagarella era già impostato prima della sedimentazione delle unità bradaniche, anche se vi sono evidenze, di seguito illustrate, che la tettonica distensiva è stata attiva sia durante la sedimentazione della calcarenite (faglie di crescita) che successivamente.

La preesistenza dell'Horst di Zagarella deriva anche indirettamente da numerose osservazioni sui caratteri di facies della Calcarenità di Gravina. Infatti sull'Horst di Zagarella questa unità, dal punto di vista litologico, è costituita esclusivamente da sedimenti intrabacinali, in sostanza da strati bioclastici di spessore variabile da 15 a 50 cm e a tessitura *packstone* tendente alternativamente a *wackestone* o a *grainstone*; quest'alternanza si è originata in ambienti di piattaforma isolata dominata da tempeste (Tropeano, 1994). In aree immediatamente a NE, sul versante sud-occidentale dell'Horst di Matera a poca distanza dagli affioramenti qui descritti, la Calcarenità di Gravina è rappresentata

da sequenze deposizionali di spiaggia - transizione alla piattaforma costituite quasi esclusivamente da microconglomerati formati da detrito calcareo proveniente dall'alto di Matera (Tropeano, 1994). Poiché, come detto, le litofacies osservate sull'Horst di Zagarella sono costituite solo da prodotti intrabacinali, questo, al momento della sedimentazione della Calcarenità di Gravina, doveva costituire un alto, sul quale non potevano giungere gli apporti terrigeni carbonatici provenienti da NE.

3.2 La tettonica plio-pleistocenica

Nelle stesse sezioni naturali visibili lungo le incisioni si possono anche osservare numerose evidenze di tettonica distensiva e transtensiva attiva nel Plio-Pleistocene; la natura anche transtensiva della tettonica è documentata nella Calcarenità di Gravina dalla presenza di strutture a fiore, sia positive che negative, e dalla presenza

sui piani di faglia di strie orizzontali.

Per quanto riguarda le evidenze dirette della tettonica plio-pleistocenica, in primo luogo è facile notare che diversi piani di faglia, impostati nel substrato, tagliano l'unità calcarenitica, in molti casi non interessandola per l'intero spessore; in queste aree la Calcarenite di Gravina presenta spessori superiori sul lato ribassato (Figg. 5 e 6). Ciò permette di valutare anche i rigetti verticali di ogni singola faglia, generalmente dell'ordine di 5-10 metri, realizzati durante la sedimentazione delle calcareniti. In alcuni casi è testimoniata l'attività delle faglie anche durante la sedimentazione della parte bassa dell'unità argillosa; infatti nell'unità calcarenitica si rinvengono mesostrutture tipo graben e horst ampi poche decine di metri con pieghe per propagazione di faglia che si trasmettono fino ai livelli basali delle argille sovrastanti (Figg. 5 e 6). Infine alcune faglie mostrano di essere state attive anche in tempi più recenti. In particolare se ne ricordano due, entrambe con piani subverticali: la faglia di Masseria Pietrapenta (Fig. 4), diretta N80W, immergente a SW e con un rigetto verticale superiore a 30 m; e la faglia di località "tre Confini" (Fig. 4), diretta N40W, immergente a NE e con un rigetto verticale di almeno 20 m. In entrambi i casi è possibile osservare che il piano di faglia taglia le calcareniti per l'intero spessore.

Altri motivi confermano indirettamente l'attività tettonica plio-pleistocenica; si tratta della presenza nella Calcarenite di Gravina di uno spesso ed esteso livello a *soft-sediment deformation structures* indotte da *shock* sismico (Pieri & Tropeano, 1993; 1994) e di evidenze di natura geomorfologica che si riferiscono alla particolare articolazione del reticolo idrografico. Quest'ultimo infatti, dove ha raggiunto il substrato cretaceo, vi si è generalmente approfondito per sovrapposizione, adattandosi ai motivi strutturali preesistenti, ma presenta anche tratti incisi per antecedenza. Lungo l'alto di Masseria del Cristo il T. Gravina di Picciano, divagando, scorre generalmente nell'ambito dei minigraben decametrici orientati NW-SE, cambiando però bruscamente asse lungo allineamenti trasversali ai precedenti (Fig. 4); il corso del torrente sembra quindi essersi essenzialmente approfondito in quest'area per sovrapposizione, pur essendo stato condizionato nella sua evoluzione da alcuni dei lineamenti tettonici (sez. A-A' di Fig. 4). In corrispondenza dell'alto di Masseria Pietrapenta inve-

ce lo stesso torrente taglia ortogonalmente le principali strutture (Fig. 4) mostrando evidenze di approfondimento anche per antecedenza; in quest'area infatti il torrente mostra i suoi massimi approfondimenti nel substrato cretaceo, assumendo una configurazione tipo *canyon* in un settore di alto non solo strutturale ma anche topografico, che contrasta con le contigue aree depresse e caratterizzate dalla presenza in affioramento dei soli depositi argillosi (sezione B-B' di Fig. 4, parallela al corso del torrente). Infine, nella zona di Masseria Mandolalena il T. Gravina di Picciano, pur impostandosi secondo l'allungamento della struttura (Fig. 4), man mano che il substrato veniva riesumato ha spostato il proprio corso verso il settore ribassato, cioè verso il Graben di Garramma, come dimostrano le ampie anse sviluppatesi nel settore orientale a monte di Masseria Mandolalena (sez. C-C' di Fig. 4).

Anche nelle aree di affioramento delle unità argillose è stato possibile osservare il condizionamento tettonico di numerose incisioni, orientate secondo le direzioni dei principali sistemi e spesso lungo l'ideale prosecuzione di alcuni dei principali lineamenti osservati in affioramento nelle unità carbonatiche. Indizi di attività tettonica in tempi molto recenti sembrano emergere anche dalla presenza di aree sovralluvionate poste a monte di alcune faglie; l'attività recente di queste ultime può infatti aver determinato fenomeni di temporaneo sbarramento del corso d'acqua.

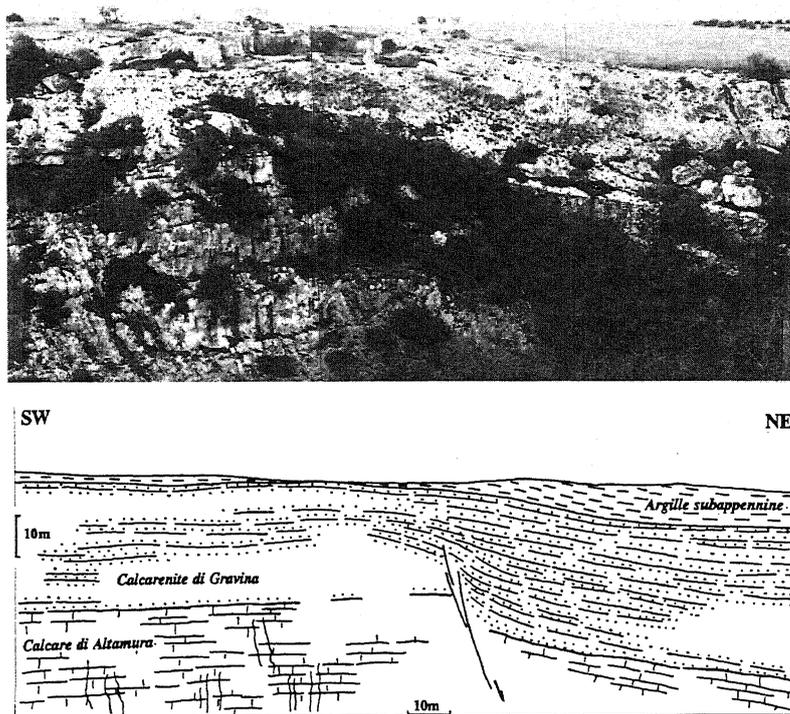


Fig. 6 - Faglia di crescita nella Calcarenite di Gravina.

Tensional growth fault in the "Calcarenite di Gravina" Formation.

4. CONCLUSIONI

Due sono i risultati più significativi di questo studio: uno è l'aver individuato nei calcari cretacei a SW dell'Horst di Matera un alto strutturale, denominato Horst di Zagarella, di interesse regionale sia per le dimensioni che per la posizione a ridosso dell'esteso horst murgiano, cioè nell'area di transizione fra avanfossa e avampaese; l'altro è l'aver dimostrato che il settore più esterno della Fossa bradanica ("margine C" *sensu* Pieri *et al.*, 1994) è stato interessato in quest'area da tettonica distensiva e/o transtensiva durante la sedimentazione delle unità basali dell'avanfossa. Queste, rappresentate dalla Calcarenite di Gravina e dalle sovrastanti Argille subappennine, in base ai nuovi dati biostratigrafici ottenuti dallo studio integrato delle associazioni a foraminiferi e nanofossili calcarei di campioni posti al passaggio tra le due unità (passaggio che nelle aree esaminate si colloca tra la Zona a *Dictyococcites productus* e la Zona a "large" *Gephyrocapsa*, Fig. 3), sono localmente riferibili ad un intervallo Pliocene superiore-Pleistocene inferiore (Marino *et al.*, in prep.).

Per quanto riguarda l'Horst di Zagarella, questo si presenta molto articolato e con una configurazione triangolare complicata da marcati spostamenti trasversali; è limitato a NE e a SW da faglie dirette che presentano rigetti complessivi da poche a diverse decine di metri, più marcati sul lato bradanico. Per la presenza di alcune faglie trasversali alle precedenti l'horst si caratterizza in realtà come una struttura costituita da più blocchi a differente tasso di sollevamento, come si evince dal fatto che il T. Gravina di Picciano, nell'ambito dell'horst, incide i calcari cretacei del substrato in tre zone differenti di alto strutturale relativo (alto di Masseria del Cristo; alto di Masseria Pietrapenta; alto di Masseria Mandolalena — Fig. 4). Il trend tettonico regionale (NW-SE) e la dimensione dell'horst sono comparabili con quelli di analoghe strutture sepolte (alto di Pomarico; alto di Grottole) finora riconosciute solo nella zona assiale della Fossa bradanica (Carissimo *et al.*, 1963; Sella *et al.*, 1988) (Fig. 7).

Il secondo risultato di questa ricerca è il riconoscimento di numerose evidenze di attività tettonica distensi-

va plio-pleistocenica che permettono di affermare che l'Horst di Zagarella e il Graben di Garramma rappresentano due strutture di crescita sviluppatasi sia precedentemente che durante la sedimentazione delle unità basali del ciclo della Fossa bradanica. L'attività presedimentaria è documentata dal fatto che il substrato cretaceo presenta blocchi dislocati da faglie suturate dalla Calcarenite di Gravina; l'attività tettonica sinsedimentaria è documentata dalla presenza di pieghe per propagazione di faglia e dal controllo degli spessori della calcarenite (Figg. 5 e 6), oltre che dal riconoscimento di *soft-sediment deformation structures* indotte da *shock* sismico. La presenza di faglie che tagliano l'intera unità calcarenitica, il fatto che la prosecuzione di alcune faglie riconosciute sull'horst possa essere individuata nelle argille, la possibilità che alcuni tratti del reticolo idrografico si siano approfonditi nel substrato per antecedenza e la presenza di aree sovralluvionate imputabili a recenti fenomeni di sbarramento per faglia, rappresentano evidenze che alcuni dei lineamenti tettonici riconosciuti nell'area sono stati attivi durante la deposizione delle Argille subappennine (Pleistocene inferiore) e probabilmente anche in tempi più recenti.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano C. Doglioni, F. Carraro e un anonimo *Referee* per gli utili suggerimenti e per la lettura critica del manoscritto; L. Sabato, L. Monopoli, B. Carrozzini e P. Maiorano per il supporto tecnico e per l'attenta lettura della versione finale del lavoro. Un particolare ringraziamento è dovuto a G. Fiore e G. Mancini per la gentilezza dimostrata nel facilitare il nostro lavoro sui versanti della Gravina di Picciano. Si ringraziano infine i responsabili del Centro Visite "Masseria Zagarella" dell'Oasi WWF di S. Giuliano e del Centro Visite Legambiente "Masseria Radogna" del Parco delle Chiese Rupestri del Materano per la piena disponibilità offerta durante lo svolgimento della nostra ricerca.

Il lavoro è stato finanziato con fondi M.U.R.S.T. 60%, Responsabile P. Pieri.

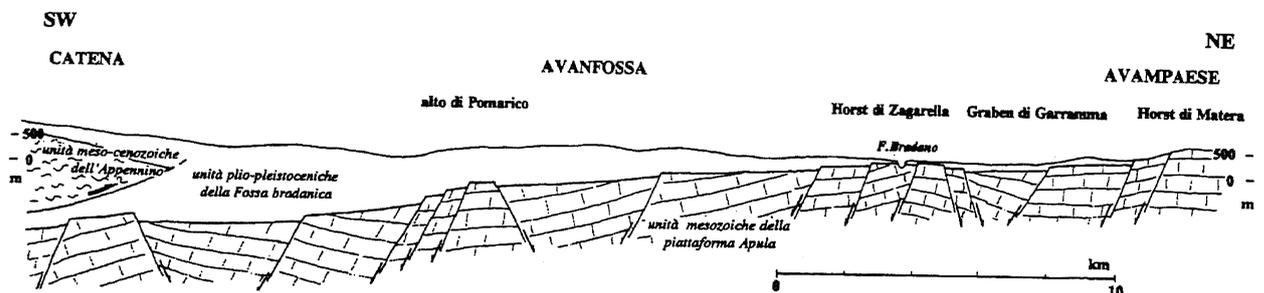


Fig. 7 - Sezione geologica attraverso la Fossa bradanica; il tratto sudoccidentale è ripreso da Sella *et al.* (1988) modificato. *Geological section across the Bradanic trough; the southwestern stretch from Sella et al. (1988) modified.*

BIBLIOGRAFIA

- Ambrosetti P., Bosi C., Carraro F., Ciaranfi N., Panizza M., Papani G., Vezzani L. & Zanferrari A., 1983 - *Neotectonic map of Italy*. Quaderni della Ricerca Scientifica n. 114, Vol. 4, C.N.R.
- Azzaroli A., 1968 - *Calcarenite di Gravina*. Studi illustrativi della Carta Geologica d'Italia - Formazioni Geologiche. Serv. Geol. d'Italia. Fasc. I, 183-185.
- Azzaroli A., Radina B., Ricchetti G. & Valduga A., 1968 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 189 "Altamura"*. Serv. Geol. d'Italia, 22 pp.
- Baldassarre G., Boenzi F., Ciaranfi N., D'Alessandro A., Dazzo L., Iannone A., Laviano A., Loiacono F., Maggiore M., Pennetta L., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Sardella A. & Walsh N., 1978 - *Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 148 "Vasto", 154 "Larino", 188 "Gravina di Puglia", 201 "Matera", 202 "Taranto" e 203 "Brindisi"*. In: *Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, C.N.R. Pubbl. n. 155 del Prog. Fin. Geodinamica, 35-67.
- Balduzzi A., Casnedi R., Crescenti U., Mostardini F. & Tonna M., 1982 - *Il Plio-Pleistocene del sottosuolo del Bacino lucano (Avanfossa appenninica)*. Geol. Rom., XXI, 89-111.
- Berggren W.A., Kent D.W., Flynn J.J. & Van Couvering A., 1985 - *Cenozoic geochronology*. Geol. Soc. Am. Bull., 96, 1407-1418.
- Boenzi F., Ciaranfi N., Iannone A., Maggiore M., Pieri P., Rapisardi L. & Walsh N., 1979 - *Dati preliminari sulla neotettonica dei Fogli 155 "S. Severo", 163 "Lucera", 189 "Altamura" e 200 "Tricarico"*. In: *Nuovi Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, C.N.R. Pubbl. n. 251 del Prog. Fin. Geodinamica, 37-71.
- Boenzi F., Palmentola G. & Valduga A., 1976 - *Caratteri geomorfologici dell'area del Foglio "Matera"*. Boll. Soc. Geol. It., 95, 527-566.
- Boenzi F., Radina B., Ricchetti G. & Valduga A., 1971 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 201 "Matera"*. Serv. Geol. d'Italia, 48 pp.
- Caldara M. & Gissi F., 1993 - *Le "Biocalcareni di Gravina" del margine ofantino delle Murge: considerazioni stratigrafiche, paleoambientali e tettoniche*. Bonifica, VIII (3), 153-171.
- Cantelli C., 1960 - *Sul Quaternario di Gravina di Puglia*. Giorn. Geol., s. 2, 28, 211-226.
- Carissimo L., D'Agostino O., Loddo C. & Pieri M., 1963 - *Petroleum exploration by Agip Mineraria and new geological information in Central and Southern Italy, from the Abruzzi to the Taranto Gulf*. IV Petr. Int. Congr. Sect. I, 267-292, Frankfurt.
- Casnedi R., 1988 - *La Fossa bradanica: origine, sedimentazione e migrazione*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 439-488.
- Casnedi R., Crescenti U. & Tonna M., 1982 - *Evoluzione della Avanfossa Adriatica meridionale nel Plio-Pleistocene, sulla base di dati di sottosuolo*. Mem. Soc. Geol. It., 24, 243-260.
- Ciaranfi N., Maggiore M., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G. & Walsh N., 1979 - *Considerazioni sulla neotettonica della Fossa bradanica*. In: *Nuovi Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, C.N.R. Pubbl. n. 251 del Prog. Fin. Geodinamica, 73-95.
- Ciaranfi N., Ghisetti F., Guida M., Iaccarino G., Lambiasi S., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Torre M., Tortorici L. & Vezzani L., 1983 - *Carta neotettonica dell'Italia meridionale*. In: C.N.R. Pubbl. n. 515 del Prog. Fin. Geodinamica, 62 pp.
- Ciaranfi N., Pieri P. & Ricchetti G., 1988 - *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centro-meridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 449-460.
- Colalongo M. L. & Sartoni S., 1979 - *Schema biostratigrafico per il Pliocene e il basso Pleistocene in Italia. Contributo per la Carta Neotettonica Italiana*. In: *Nuovi Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, C.N.R. Pubbl. n. 251 del Prog. Fin. Geodinamica, 645-654.
- D'Argenio B., 1974 - *Le piattaforme carbonatiche periadriatiche. Una rassegna di problemi nel quadro geodinamico mesozoico dell'area mediterranea*. Mem. Soc. Geol. It., 13, 137-160.
- D'Onofrio S., 1960 - *Sui foraminiferi di alcuni campioni raccolti presso Gravina in Puglia*. Giorn. Geol., s. 2, 28, 203-210.
- Gartner S., 1977 - *Calcareous nannofossil biostratigraphy and revised zonation of the Pleistocene*. Mar. Micropal., 2, 1-25.
- Gissi F., 1989 - *Caratteri stratigrafici, paleoambientali e tettonici della "Calcarenite di Gravina" fra Canosa e Minervino Murge*. Dip.to Geol. e Geof., Univ. Bari, Tesi di Laurea ined. (Relatori Pieri P. e Caldara M.), 93 pp.
- Iannone A. & Pieri P., 1979a - *Dati preliminari sulla neotettonica del Foglio 189 "Altamura"*. In: *Nuovi Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, C.N.R. Pubbl. n. 251 del Prog. Fin. Geodinamica, 45-50.
- Iannone A. & Pieri P., 1979b - *Considerazioni critiche sui tufi calcarei delle Murge. Nuovi dati litostratigrafici e paleoambientali*. Geogr. Fis. Din. Quat., 2, 173-186.
- Iannone A. & Pieri P., 1980 - *Caratteri neotettonici dei Fogli 176 "Barletta" e 177 "Bari"*. In: *Contributi alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Parte I*, C.N.R. Pubbl. n. 356 del Prog. Fin. Geodinamica, 85-100.
- Migliorini C., 1937 - *Cenno sullo studio e sulla prospezione petrolifera di una zona dell'Italia meridionale*. Comunic. 2° Congr. Mond. Petr. Paris, Agip, 10 pp.
- Pieri P. & Tropeano M., 1993 - *Problematic synsedimentary structures (seismites?) in Upper Pliocene deposits - Bradanic foredeep (Southern Italy)*. In: *Abstracts - 14th Regional Meeting of Sedimentology I.A.S., Marrakesh*.
- Pieri P. & Tropeano M., 1994 - *Tettonica distensiva e soft-sediment deformation structures nella Calcarenite*

- di Gravina (Pliocene superiore) lungo il Fiume Bradano (bordo orientale della Fossa bradanica). In: Guida alle escursioni, 77° Congresso Soc. Geol. It., Bari. Quaderni Bibl. Prov. Matera, **15**, 55-66.
- Pieri P., Sabato L. & Tropeano M., 1994 - *Evoluzione tettonico-sedimentaria della Fossa bradanica a sud dell'Ofanto nel Pleistocene*. In: Guida alle escursioni, 77° Congresso Soc. Geol. It., Bari. Quaderni Bibl. Prov. Matera, **15**, 35-54.
- Ricchetti G., 1965 - *Alcune osservazioni sulla serie della Fossa Bradanica. Le "Calcareni di M. Castiglione"*. Boll. Soc. Nat. Napoli, **74**, 1-11.
- Ricchetti G., 1967 - *Lineamenti geologici e morfologici della media valle del Fiume Bradano*. Boll. Soc. Geol. It., **86**, 607-622.
- Ricchetti G., 1975 - *Nuovi dati stratigrafici del Cretaceo delle Murge emersi da indagini nel sottosuolo*. Boll. Soc. Geol. It., **94**, 1083-1108.
- Ricchetti G., 1980 - *Contributo alla conoscenza strutturale della Fossa Bradanica e delle Murge*. Boll. Soc. Geol. It., **99**, 421-430.
- Ricchetti G., Ciaranfi N., Luperto Sinni E., Mongelli F. & Pieri P., 1988 - *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'avampaese apulo*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 57-82.
- Rio D., 1982 - *The fossil distribution of Coccolithophore Genus Gephyrocapsa Kamptner and related Plio-Pleistocene Chronostratigraphic problems*. In: Prell W.L., Gardner J.V. et al. (1982), *Initial Reports of DSDP*, **LXVIII**, 325-343.
- Rio D., Raffi I. & Villa G., 1990 - *Pliocene-Pleistocene nannofossil distribution patterns in the Western Mediterranean*. In: Kastens K. A., Mascle J. et al., (1990), *Proceedings of ODP, Scientific Results*, **107**, 513-533.
- Rio D. & Sprovieri R., 1986 - *Biostratigrafia integrata del Plio-Pleistocene inferiore mediterraneo in un'ottica di Stratigrafia Sistemica*. Boll. Soc. Paleont., **25** (1), 65-85.
- Rio D., Sprovieri R. & Di Stefano E., 1994 - *The Gelasian Stage: a proposal of a new Chronostratigraphic Unit of the Pliocene Series*. Riv. It. Pal. Strat., **100**, 103-124.
- Ruggieri G., Rio D. & Sprovieri R., 1984 - *Remarks on the chronostratigraphic classification of Lower Pleistocene*. Boll. Soc. Geol. It., **103**, 251-259.
- Ruggieri G. & Selli R., 1950 - *Il Pliocene e il Postpliocene dell'Emilia*. Giorn. Geol., **20**, 1-14.
- Sella M., Turci C. & Riva A., 1988 - *Sintesi geopetrolifera della Fossa bradanica (avanfossa della catena appenninica meridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 87-107.
- Tropeano M., 1994 - *Caratteri deposizionali della Calcareni di Gravina (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore) sul bordo orientale della Fossa bradanica nell'area di Matera*. In: Guida alle escursioni. 77° Congresso Soc. Geol. It., Bari. Quaderni Bibl. Prov. Matera, **15**, 67-86.

Manoscritto ricevuto il 26. 5. 1994
 Inviato all'Autore per la revisione il 19. 9. 1994
 Testo definitivo ricevuto il 31. 12. 1994