

## EVOLUZIONE GEOLOGICA DEL SETTORE SETTENTRIONALE DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (ITALIA MERIDIONALE) NEL PLEISTOCENE MEDIO E SUPERIORE

**Massimo Moretti, Salvatore Gallicchio, Luigi Spalluto, Neri Ciaranfi & Piero Pieri.**

Dipartimento di Geologia e Geofisica - Università degli Studi, Bari  
Corresponding author: S. Gallicchio <s.gallicchio@geo.uniba.it>

**RIASSUNTO:** Moretti M. et al., *Evoluzione geologica del settore settentrionale del Tavoliere di Puglia (Italia meridionale) nel Pleistocene medio e superiore.* (IT ISSN 0394-3356, 2010).

Vengono presentati i risultati emersi essenzialmente dal rilevamento delle aree di due fogli (F°407 "S. Bartolomeo in Galdo" e F°396 "S. Severo") della nuova Carta Geologica d'Italia (1:50.000) nelle quali è compreso il settore settentrionale del Tavoliere di Puglia, che geograficamente è posto fra l'Appennino dauno ad ovest, e il Promontorio del Gargano ad est. Sotto il profilo geologico, il Tavoliere corrisponde al settore nord-occidentale della Fossa bradanica ed è caratterizzato da estesi affioramenti di depositi del Quaternario. Viene qui illustrato il complesso dei depositi marini e continentali del Pleistocene medio e superiore. Il quadro stratigrafico proposto è sostanzialmente nuovo e diverso rispetto a quanto noto in letteratura, sia sulla base dei dati desumibili dalla Cartografia ufficiale dei Fogli 1:100.000 che da lavori più recenti; in questi depositi sono state distinte 7 unità stratigrafiche a limiti inconformi (sintemi), parte delle quali costituita da subsintemi sia marini che continentali; nell'insieme, tali unità sintemiche sono state raggruppate in una unità di rango superiore denominata supersintema del Tavoliere di Puglia. Sia le unità marine che quelle continentali, in entrambi i casi si tratta di depositi terrazzati, costituiscono sottili coperture disconformi sul substrato siltoso-argilloso rappresentato generalmente dall'unità delle argille subappennine localmente riferita al Pliocene superiore-Pleistocene inferiore. I subsintemi costituiti da depositi marini, che affiorano solo nel settore orientale dell'area investigata nelle aree di San Severo e di Apricena, sono rappresentati da facies di transizione - soprattutto delta e spiagge - e da facies marine di mare sottile in ambienti di baia protetta. I sintemi ed i subsintemi con facies continentali affiorano, dal più antico al più recente, a quote variabili fra i 500 m s.l.m. del settore pedemontano del Tavoliere fino ai 20-30 m s.l.m. nelle porzioni più orientali dell'area; corrispondono nel settore pedemontano ad ambienti di conoide da prossimale a distale, che, verso est, passano a depositi di piana *braided* e di piana alluvionale via via di minore energia e che, nella parte orientale dell'area considerata, sono costituiti anche da depositi di palude e laguna costiera. L'insieme dei dati raccolti mostra che i depositi quaternari del settore settentrionale del Tavoliere di Puglia costituiscono un complesso insieme di depositi marini e continentali che rappresentano il prodotto dell'interazione fra il sollevamento regionale che ha caratterizzato l'intera Fossa bradanica dalla fine del Pleistocene inferiore e le variazioni eustatiche del livello marino. Il lavoro infine propone uno schema di evoluzione paleogeografica per l'intero settore settentrionale del Tavoliere di Puglia nel Pleistocene medio e superiore.

**ABSTRACT:** Moretti M. et al., *Evoluzione geologica del settore settentrionale del Tavoliere di Puglia (Italia meridionale) nel Pleistocene medio e superiore.* (IT ISSN 0394-3356, 2010).

*The Tavoliere di Puglia is the third largest plain in Italy (surface area is about 3.500 Km<sup>2</sup>) and is located between the southern Apenninic Chain (Subappennino dauno) and the Apulian foreland (Gargano promontory). From a geological point of view, the Tavoliere di Puglia plain represents the northern sector of the southern Apenninic Plio-Pleistocene foredeep known as Bradanic trough. In the lower Pleistocene, the area was subjected to a phase of subsidence (with a rate in the order of 1 mm/ly), while, from middle Pleistocene to present-day, a moderate uplift phase occurred.*

*Data field from the survey for the new Geological Map of Italy (C.A.R.G. Project) and analyses carried out on well logs allowed the detailed study of the latest phases of sedimentation during the regional uplift of the northern sector of the Bradanic trough. The geological survey was carried out in an area (408 "San Bartolomeo" and 396 "San Severo" Sheets of the new Geological Map of Italy - 1:50.000 scale) that covers the entire Plio-Pleistocene foredeep extending from the external thrust sheets of the Subappennino dauno to the western Gargano highs. This paper presents only the data collected during the survey of the middle upper Pleistocene deposits: they are marine, transitional and continental deposits and are clearly terraced at different elevations above present sea level. They lie on unconformity surfaces above older units represented mainly by Miocene Apenninic units in the western sectors, Plio-Pleistocene argillite subappennine unit in the foredeep area and carbonatic Mesozoic-Cenozoic units in the western Gargano area.*

*The recognition of unconformity surfaces of great lateral extent allowed us to distinguish 7 different synthems grouped in the Tavoliere di Puglia supersystem. Some synthems contain a lower marine and/or transitional subsystem and an upper alluvial subsystem separated by an unconformity surface. Marine and transitional subsynthems crop out in the eastern part of the study area (close to San Severo and Apricena area) and are represented mainly by coarsening-upward successions deposited in deltaic, proximal marine and low-energy protected embayment settings.*

*In the western and higher sectors, alluvial subsynthems occur; they contain coarsening-upward successions of (proximal to distal) alluvial fan environments passing eastward to braided and coastal alluvial plain environments. Lateral facies changes can be followed gradually from areas next to the chain toward the eastern foreland areas. Facies changes can be observed also comparing synthems of different ages: for example, alluvial facies observed at the same distance from the chain are coarser-grained in the older synthems and finer-grained in the younger ones; the basal unconformity of different alluvial synthems show similar features: it is very inclined to the East in older synthems and becomes gradually less steep for the younger ones.*

*Our data show that the Tavoliere di Puglia supersystem represents a complex assemblage of marine and alluvial terraced deposits that records the interaction between regional uplift and sea-level changes. We propose a new set of detailed paleogeographic evolutionary stages for the northern sector of the Bradanic trough during middle and upper Pleistocene. In addition, these data allow us to compare the Tavoliere di Puglia plain and southern Bradanic trough evolutions.*

**Parole chiave:** depositi alluvionali, di transizione e marini terrazzati; Fossa Bradanica; Pleistocene medio-superiore; Tavoliere di Puglia; Italia meridionale.

**Keywords:** alluvial, transitional and marine terraced deposit; early-late Pleistocene; Bradanic trough; Tavoliere di Puglia; Southern Italy.

## 1. INTRODUZIONE

Il Tavoliere di Puglia (Fig. 1) rappresenta un'estesa pianura alluvionale che, con i suoi 3500 kmq d'estensione areale, è la terza d'Italia dopo le pianure padana e veneta; questa regione è limitata a N dalla valle del Fortore e a S da quella dell'Ofanto (Fig. 1.C) ed è solcata da numerosi corsi d'acqua a carattere torrentizio che, a dispetto del loro limitato bacino imbrifero, hanno prodotto e producono estese esondazioni che, quasi annualmente, danneggiano in modo rilevante sia l'agricoltura che la viabilità. Dal punto di vista morfologico, il Tavoliere è caratterizzato da strette ed allungate colline a tetto piatto cui si interpongono larghe valli solcate da numerosi corsi d'acqua (T. Cervaro, T. Carapelle, T. Vulgano, T. Salsola, T. Cacciafumo, Canale di Motta-Montecorvino, T. Triolo - Fig. 1.C) che scorrono da O verso E, con tracciati paralleli fra loro. Anche la forma dei bacini imbriferi è stretta ed allungata, con linee di spartiacque anch'esse subparallele, isorientate rispetto agli assi dei corsi d'acqua. Gli spartiacque nelle porzioni più orientali delle valli risultano poco definiti tanto

che, in occasione di eventi di piena, i corsi d'acqua principali esondano l'intera piana alluvionale.

Dal punto di vista geologico, il Tavoliere di Puglia rappresenta il settore settentrionale della Fossa bradanica, limitato ad O dal Subappennino dauno e ad E dal Promontorio del Gargano (Fig. 1.A e B).

La Fossa bradanica è caratterizzata nel corso del Pliocene e del Quaternario da due distinte fasi evolutive: 1) una marcata subsidenza - stimata attorno a 1 mm/anno nel Pliocene e nel Pleistocene inferiore - connessa alla subsidenza del margine interno della Piattaforma apula e 2) un sollevamento, valutato in circa 0.3-0,5 mm/anno, che comincia alla fine del Pleistocene inferiore e si esplica nel Pleistocene medio-superiore). Quest'ultimo fenomeno geodinamico è stato interpretato in due differenti modi in letteratura: come aggiustamento isostatico postorogénico (RICCHETTI et al., 1988), oppure come *buckling* dell'avampaese per resistenza alla subduzione (DOGLIONI et al., 1994). Dal punto di vista regionale, la subsidenza plio-pleistocenica è segnata dalla sedimentazione della Formazione della Calcarenita di Gravina che passa verso l'alto - e

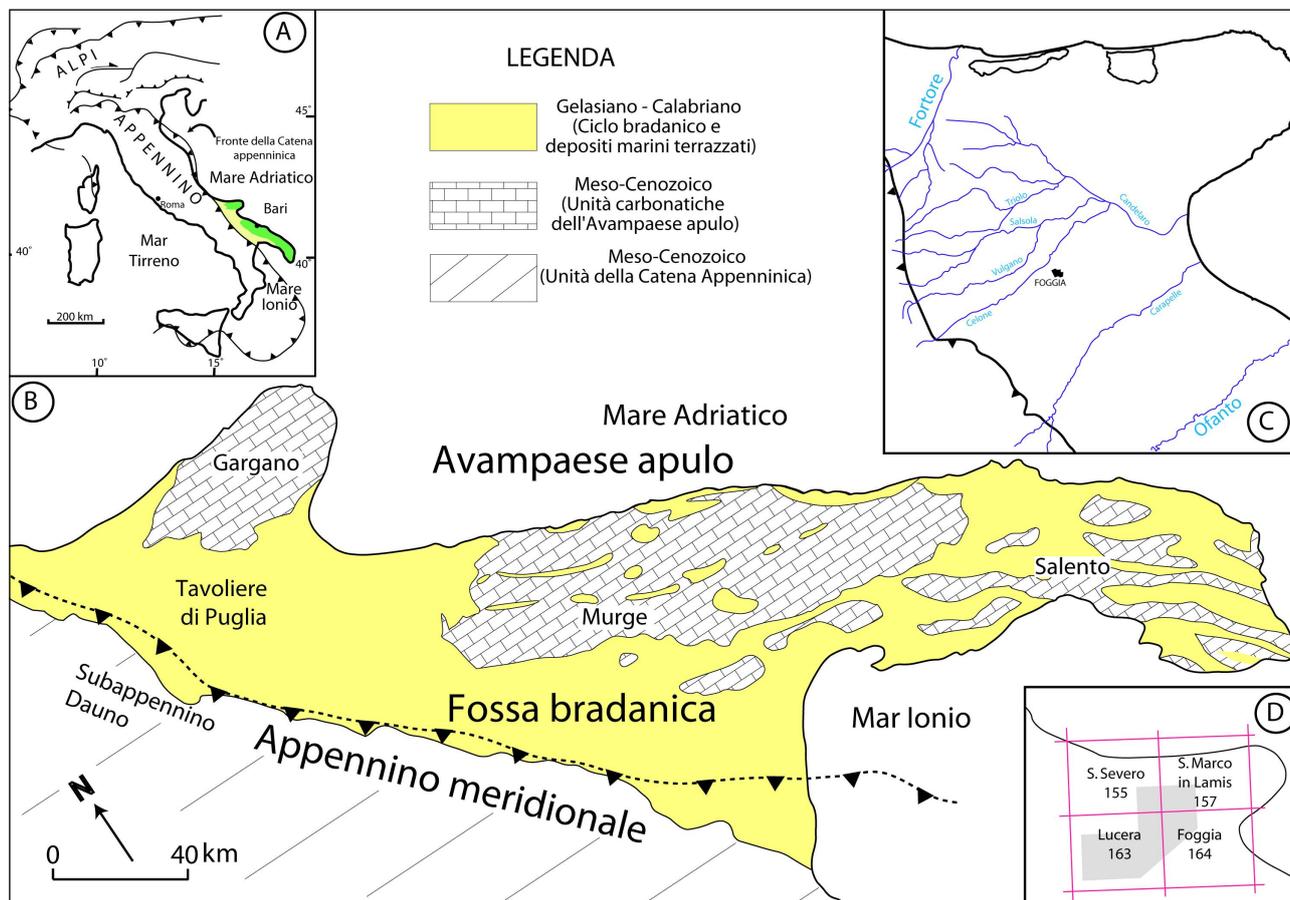


Fig. 1 - A. Localizzazione del sistema catena-avanfossa-avampaese dell'Appennino meridionale. B. Carta geologica schematica del sistema catena-avanfossa-avampaese dell'Appennino meridionale e localizzazione del Tavoliere di Puglia: esso rappresenta il settore settentrionale della Fossa bradanica. C. Il Tavoliere di Puglia è limitato a nord dalla valle del Fiume Fortore e a sud da quella dell'Ofanto. D. Schema di localizzazione dei Fogli della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 che ricoprono il Tavoliere di Puglia; in grigio il settore di Tavoliere analizzato in questo lavoro.

A. Location of the chain-foredeep-foreland system of the southern Apennines. B. Schematic geologic map of the chain-foredeep-foreland system of the southern Apennines and location of the Tavoliere di Puglia plain: note that it represents the northern sector of the Bradanic trough. C. The Tavoliere di Puglia plain is limited, toward North, by the Fortore valley and, toward South, by the Ofanto valley. D. Location of the official Sheets of the Geological Map of Italy (at 1:100.000 scale) in the Tavoliere di Puglia plain; note in grey, the part of the Tavoliere di Puglia analysed in this paper.

lateralmente - ad una spessa successione siltoso-argilloso-sabbiosa (argille subappennine); il sollevamento del Pleistocene medio e superiore è invece segnato sia da depositi regressivi che da depositi terrazzati (e.g. TROPEANO *et al.*, 2002).

L'area che viene qui analizzata in dettaglio (Fig. 1.D e Tav. 1) rientra in quella dei Fogli 407 "San Bartolomeo in Galdo" e 396 "San Severo" della nuova Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (Progetto C.A.R.G.): rappresenta un'estesa porzione del Tavoliere di Puglia nella quale affiorano tutte le unità stratigrafiche quaternarie che caratterizzano il settore settentrionale della Fossa bradanica. I risultati dei lavori di rilevamento e le analisi condotte sulle stratigrafie dei pozzi a carotaggio continuo perforati appositamente per il Progetto C.A.R.G. hanno consentito di elaborare un quadro stratigrafico sostanzialmente differente da quello desumibile dai dati di letteratura. In questo lavoro vengono in particolare illustrati i principali caratteri stratigrafici e di facies del complesso dei depositi marini, di transizione e continentali del Pleistocene medio e superiore relativi cioè alla sola fase di sollevamento regionale nel settore settentrionale della Fossa bradanica.

Infine va ricordato che nel presente lavoro, in seguito alla ridefinizione del limite Neogene - Quaternario (GIBBARD *et al.*, 2010), il Pleistocene inferiore deve intendersi come comprensivo del Gelasiano (RIO *et al.*, 1998) e del Calabriano (CITA *et al.*, 2006; CITA *et al.*, 2008).

## 2. STUDI PRECEDENTI

La cartografia ufficiale alla scala 1:100.000 dell'area in studio (Fig. 1.D) è compresa in quattro differenti Fogli (F°155 S. Severo - BONI *et al.*, 1969; F°156 S. Marco in Lamis - CREMONINI *et al.*, 1971; F°163 Lucera - JACOBACCI *et al.*, 1967; F° 164 Foggia - MERLA *et al.*, 1969). Il substrato dei depositi del Pleistocene medio e superiore è rappresentato dalle argille subappennine ("Formazione dell'Ofanto" di CROSTELLA & VEZZANI, 1964; Argille di Montesecco di BONI *et al.*, 1969). Dati di profondità rinvenuti da studi per ricerche petrolifere e indagini su ampie sezioni stratigrafiche delle argille subappennine affioranti nel Tavoliere sono analizzati rispettivamente in BALDUZZI *et al.* (1982) e D'ALESSANDRO & LA PERNA (2004).

Sulle argille subappennine, localmente di età compresa fra il Piacenziano ed il Calabriano, si rinviene un complesso di depositi che viene interpretato in maniera differente nei vari fogli geologici alla scala 1:100.000: BONI *et al.* (1969) e CREMONINI *et al.* (1971) riconoscono depositi marini del Pleistocene inferiore (Sabbie di Serra Capriola e Conglomerati di Campo Marino) in continuità sulle sottostanti argille plio-pleistoceniche, delineando un quadro stratigrafico simile a quello desumibile per il settore meridionale della Fossa bradanica a sud dell'Ofanto, cioè il cosiddetto ciclo bradanico con argille subappennine, Sabbie di Monte Marano e Conglomerato di Irsina (RICCHETTI, 1965). JACOBACCI *et al.* (1967) e MERLA *et al.* (1969) interpretano invece gli stessi depositi, indicati con denominazioni differenti ma affioranti in aree lateralmente continue alle precedenti e con identiche quote di affioramento, sostanzialmente come depositi marini terrazzati, riconoscendo quindi la loro natura trasgressiva, al di sopra del

substrato argilloso plio-pleistocenico.

DELANO SMITH (1978), CIARANFI & RAPISARDI (1979), CALDARA & PENNETTA (1991; 1993), BOENZI *et al.* (1992) individuano la successione regressiva del ciclo bradanico nel settore pedemontano del Tavoliere e, verso est, a partire dall'area di Lucera, una serie di depositi marini terrazzati. La sintesi regionale del Tavoliere di Puglia in BONARDI *et al.* (1988) riprende tale suddivisione fra depositi regressivi della Fossa bradanica e depositi marini terrazzati; questi ultimi caratterizzerebbero solo le sommità delle colline con quote inferiori ai 350 m. PAREA (1986) sostiene, al contrario, che l'area del Tavoliere sia coperta prevalentemente da depositi alluvionali che coprono superfici inclinate verso mare; tali superfici proseguirebbero secondo l'Autore al di sotto dei sedimenti della piana alluvionale recente-attuale; i relativi depositi marini, cioè le varie paleospagge, non affiorerebbero perché sepolte sotto i sedimenti olocenici della piana costiera a causa del mancato sollevamento dell'avampaese garganico durante il Pleistocene. MOCCIA (1993) nella stessa area segnala la presenza di depositi continentali in corrispondenza dei terrazzi più elevati, e di depositi marini per quelli posti a quote inferiori ai 240 m. Più recentemente, CAPUANO *et al.* (1996) e AUCELLI *et al.* (1997), nei loro lavori nei dintorni di Torremaggiore riutilizzano le denominazioni formazionali di BONI *et al.* (1969) attribuendo di fatto i depositi quaternari analizzati alla successione regressiva bradanica. Infine GALLICCHIO *et al.* (2002) riconoscono unicamente depositi continentali terrazzati del Pleistocene medio e superiore nel settore occidentale e pedemontano del Tavoliere e SPALLUTO & MORETTI (2006) segnalano la presenza di coevi depositi marini e continentali terrazzati in aree poste a ridosso del Gargano (Apricena, San Severo).

## 3. IL SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA

Come già accennato, il settore settentrionale del Tavoliere di Puglia è caratterizzato, sotto il profilo morfologico, da una serie di basse colline a tetto piatto, le cui superfici sommitali, poste a differenti quote sul livello del mare, sono spesso leggermente inclinate da monte verso valle (Fig. 2). Si tratta, soprattutto nell'area pedemontana (Foglio 407 "San Bartolomeo"), solo di lembi residui di paleosuperfici coperte da modesti spessori di depositi del Pleistocene medio e superiore la cui correlazione è stata effettuata sulla base delle quote, della distanza dal fronte e dei caratteri sedimentologici; in tale settore, le paleosuperfici sono coperte unicamente da depositi continentali terrazzati. Il substrato di questi depositi è rappresentato quasi ovunque dalle argille subappennine (Figg. 2 e 3 - Tav. 1); solo alcuni dei lembi più elevati e prossimi al bordo della catena poggiano su unità appenniniche (Tav. 1). Verso valle invece alcuni depositi continentali più recenti si rinvengono su superfici d'erosione incise parzialmente anche nei depositi continentali più antichi (Fig. 2). La superficie di base di ogni singolo terrazzo è inclinata verso E, con angoli compresi tra circa 2.5° e 0.5° i cui valori decrescono da monte verso valle; inoltre, a parità di distanza dal margine della catena, i depositi più antichi - quindi più alti in quota - presentano valori angolari maggiori rispetto a quelli dei depositi più recenti (Fig. 4): questo aspetto si osserva con grande regolarità su

tutta l'area investigata.

Nell'area del Foglio 396 "San Severo" prossima al Gargano, i depositi continentali poggiano su superfici d'erosione intagliate anche in depositi terrazzati marini

e/o di transizione che, a loro volta, poggiano in erosione sia sulle argille subappennine che su unità mesozoico-cenozoiche del margine sudoccidentale del rilievo del Gargano.

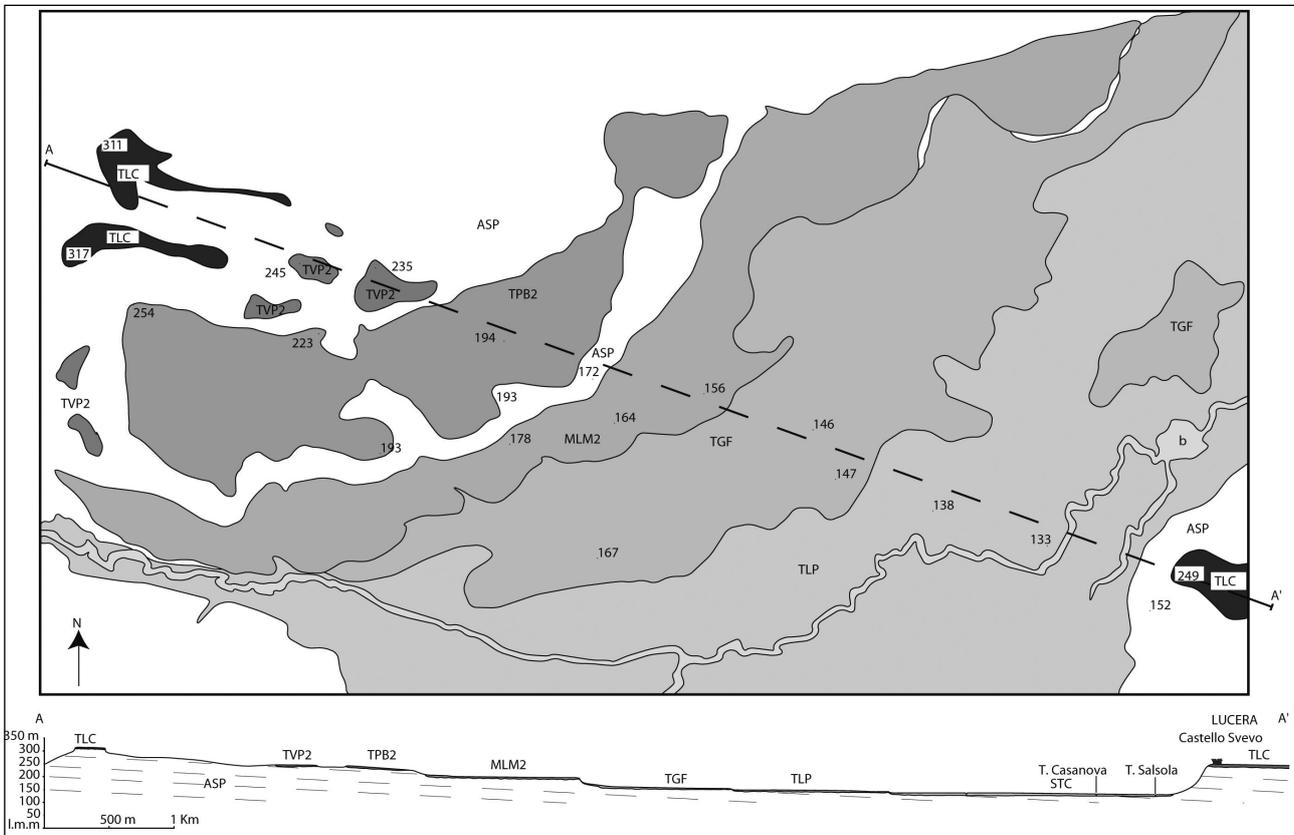


Fig. 2 - Carta geologica schematica e sezione geologica nel settore pedemontano dell'area analizzata (posta ad ovest di Lucera). Si noti che le unità sintemiche continentali poggiano in erosione sulle argille subappennine e/o unità sintemiche più antiche. Inoltre la morfologia degli affioramenti suggerisce una graduale migrazione verso est dei sistemi terrazzati di conoide alluvionale via via più recenti e meno elevati.

*Geological map and geological section across the higher sector of the analysed area (located West of Lucera). Continental synthem and subsynthem lies on erosional surfaces mainly on the argille subappennine unit and, locally, on older alluvial synthem and subsynthem. Furthermore, the general morphology of outcrops clearly suggests a gradual estaward-oriented migration of younger terraced alluvial fan systems.*



Fig. 3 - Contatto erosivo fra le argille subappennine (ASP) ed il sovrastante sintema di Lucera (TLC) rispettivamente a Torre Montecorvino (A) e in località Il Seggio (B). Si noti l'inclinazione della superficie erosiva verso est.

*Erosional contact between the argille subappennine unit (ASP) and the overlying Lucera synthem (TLC) at Torre Montecorvino locality (A) and at Il Seggio locality (B). Note that the erosional surface is gently inclined toward East*

Il riconoscimento di tali superfici e la loro estesa continuità laterale hanno permesso di definire differenti unità a limiti inconformi (sintemi): nel settore pedemontano, queste unità sono composte soltanto da depositi continentali mentre, nel settore perigarganico, in ogni unità sintemica, è stato riconosciuto un subsistema inferiore marino e/o di transizione sul quale poggia in erosione un subsistema continentale. Dal più antico al più recente sono rappresentati da (TAV. 1):

*sintema di Lucera* (Pleistocene medio),

*sintema di Cava Petrilli* (Pleistocene medio)

suddiviso in subsistema di Colle degli Ulivi e subsistema di Masseria Casillo,

*sintema di Vigna Bocola* (Pleistocene medio)

costituito dal subsistema di San Severo e dal subsistema di Mass. Pallante,

*sintema di Masseria la Motticella* (Pleistocene medio - superiore?)

costituito dal subsistema di Amendola e dal subsistema di Mass. de Grossi,

*sintema di Foggia* (Pleistocene medio? - superiore),

*sintema di Motta del Lupo* (Pleistocene superiore) e

*sintema di Mass. Finamondo* (Pleistocene superiore).

L'insieme di queste unità, che si estendono a differenti quote per l'intera area studiata, nella nuova cartografia geologica è stato inserito in una unità di rango maggiore (supersintema del Tavoliere di Puglia).

Il principale problema che riguarda le differenti unità inserite in questo supersintema concerne la loro attribuzione cronologica: le unità continentali non hanno offerto la possibilità di condurre analisi né dirette - datazioni radiometriche - né indirette - biocronologiche e/o tefracronologiche; quelle marine, per il loro contenuto faunistico e floristico sempre in facies di mare sottile, hanno fornito soltanto generiche indicazioni di età

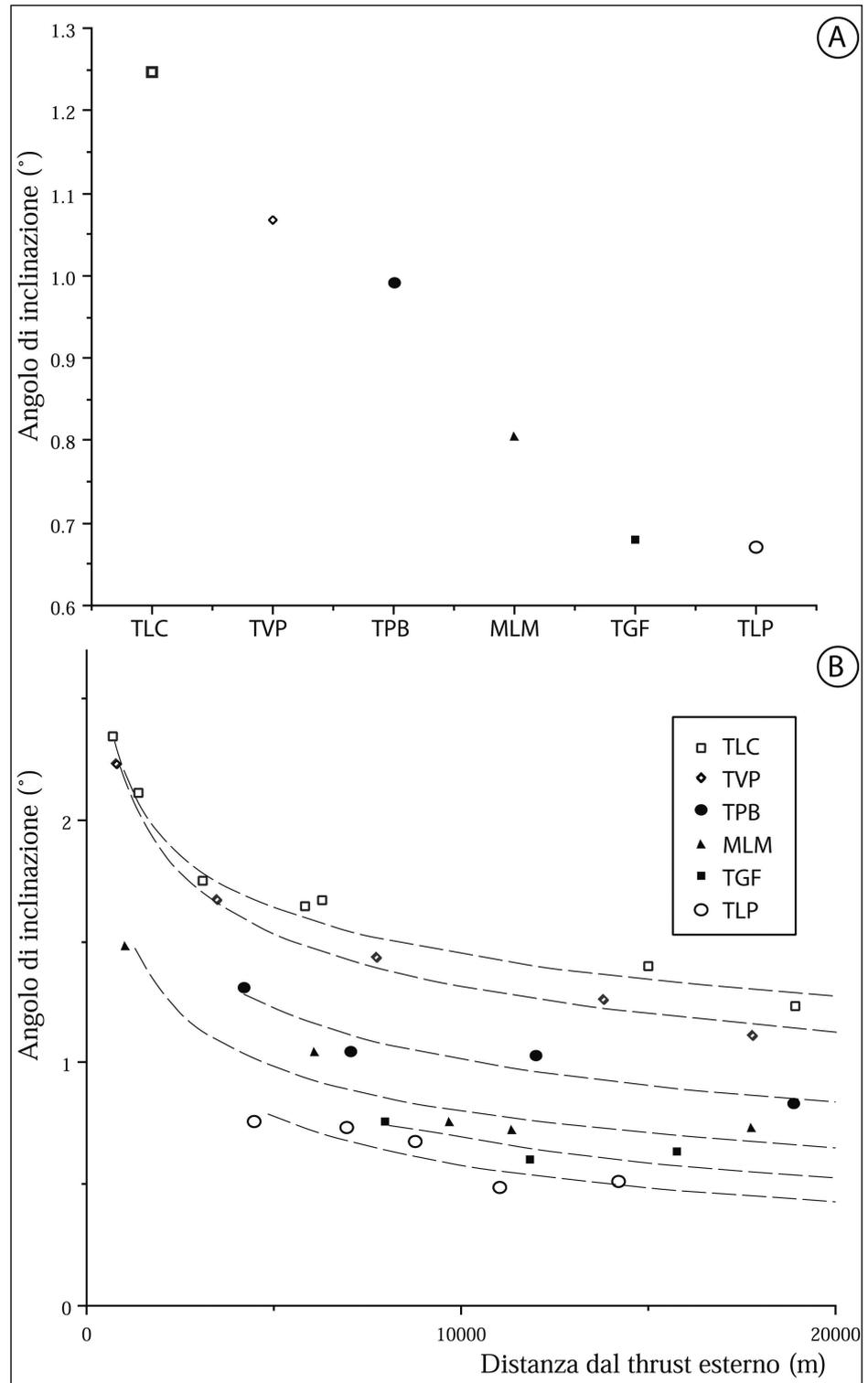


Fig. 4 - Grafici dell'inclinazione della superficie basale dei sintemi in facies alluvionale. A. A parità di distanza dalla catena, i sintemi alluvionali più antichi poggiano su superfici più inclinate rispetto a quelli più recenti. 2. L'inclinazione delle superfici basali dei sintemi alluvionali misurate lungo il Torrente Motta Montecorvino. Tale regolare variazione dell'inclinazione delle superfici basali ha permesso la correlazione di affioramenti non continui.

Graphs showing main geometrical features of the basal surfaces of different alluvial synthemms. A. Basal surfaces measured at the same distance from the more external thrust is more inclined in the older synthemms and gradually decreases in the younger ones. B. Basal surfaces inclination measured along the Motta Montecorvino River. Regular variations of the basal surface inclination allowed reliable correlations between not laterally continuous outcrops.

pleistocenica.

Malgrado queste limitazioni, la cronologia dei differenti depositi è stata dedotta sia da considerazioni di carattere regionale (CIARANFI & RAPISARDI, 1979; CIARANFI et al., 1979; CIARANFI et al., 1983; TROPEANO et al., 2002) che da considerazioni, anch'esse di tipo generale, sulle interazioni fra il generalizzato sollevamento dell'area e le marcate e cicliche oscillazioni del livello marino. Tali oscillazioni, con ciclicità di circa 100 ka, a partire dall'inizio della cosiddetta *Mid-Pleistocene Revolution* (MAASCH & SALTZMANN, 1990; BERGER & JANSSEN, 1994; MUELSE & STATTEGGER, 1997), tra 900 e 650 ka, si sono ripetute nell'intervallo di tempo che si estende da parte del Pleistocene medio fino all'Olocene.

Vengono di seguito descritti i principali caratteri sedimentologici dei depositi appartenenti alle singole unità sintemiche e subsintemiche del Tavoliere di Puglia, a partire da quella più antica, e ne viene indicata per ciascuna l'interpretazione paleoambientale. L'analisi di facies è stata condotta su un gran numero di affioramenti ben distribuiti fra settore pedemontano e di pianura; nelle aree di pianura, inoltre sono stati eseguiti diversi sondaggi a carotaggio continuo per integrare i dati di superficie disponibili.

### 3.1 Sintema di Lucera (TLC) – Pleistocene medio

Affiora solo nel settore pedemontano del Tavoliere (dal *thrust* appenninico più esterno fino all'area di Lucera). Poggia in erosione sulle argille subappennine (Figg. 3.A e 3.B) e, localmente (Serra la Guardia) sulle unità appenniniche più esterne. Affiora in lembi residui allungati nel senso dei corsi fluviali attuali sulle alte colline situate ai piedi del fronte esterno della catena attorno ai 450 m (Monte Stillo, Torre di Montecorvino – Fig. 3.A) e si rinviene gradualmente a quote decrescenti verso E (350 m - Il Seggio; 310 m - nei pressi di Masseria Venti Versure; 245 m - nell'alto di Lucera). Il sintema di Lucera è costituito dai depositi alluvionali terrazzati più antichi rilevati nell'area in esame. Verso monte, localmente, può essere rappresentato solo da blocchi metrici (con diametri fino a 5-6 m) a spigoli vivi o poco arrotondati che si rinvencono isolati. Più spesso è rappresentato da ghiaie massive e blocchi (con diametri fino a 3-4 m) a prevalente componente carbonatica con abbondante matrice sabbiosa grossolana. Le ghiaie sono prive di gradazione, poco selezionate (loc. Monte Stillo e Torre di Montecorvino) e le tessiture sono prevalentemente fango-sostenute e subordinatamente granulo-sostenute; verso valle, il sintema è caratterizzato da ghiaie meglio selezionate, con rare intercalazioni sabbiose (Castello di Lucera). Localmente si osservano ciottoli di natura calcarenitica (costituiti da abbondante frazione bioclastica) non appartenenti ad unità appenniniche e che provengono dallo smantellamento di unità marine regressive o terrazzate più antiche non più presenti in affioramento. Lo spessore è di circa 8-10 m.

*Interpretazione:* si tratta di unità continentali costituite da depositi di frana (nel settore più elevato) e da conoidi da prossimali a distali con prevalenti depositi tipo *debris-flow*.

### 3.2 Sintema di Cava Petrilli (TVP) - Pleistocene medio

Affiora in tutta l'area d'interesse e poggia in ero-

sione sulle argille subappennine, sulle unità appenniniche del *thrust* esterno affiorante (appena a NE di Castelnuovo della Daunia) e sulle unità carbonatiche mesozoico-cenozoiche del Gargano. E' costituito nel settore pedemontano unicamente da depositi alluvionali, mentre, nel settore pedegarganico sono state distinte due unità di rango inferiore (subsintemi), una inferiore marina ed una superiore continentale, separate da una chiara superficie erosiva.

#### Subsintema di Colle degli Ulivi (TVP1)

Affiora nel settore nord-occidentale dell'area investigata. Le sezioni stratigrafiche più estese sono state osservate in località Colle degli Ulivi in corrispondenza di tagli stradali e ferroviari ed in alcune cave: si tratta di sezioni molto estese lateralmente (fino a qualche Km) e relative prevalentemente alla porzione inferiore e media dell'unità.

Questa unità poggia in discordanza sulle argille subappennine e sulle unità mesozoico-plioceniche del Gargano (la base è posta a circa 105 m s.l.m.). I depositi di questo subsintema si rinvencono indisturbati, in discordanza e con un chiaro rapporto di pinch-out verso E, al di sopra di faglie distensive che interessano le unità post-cretaciche del bordo occidentale del Gargano. In affioramento quest'unità è costituita da sabbie e conglomerati poligenici in corpi canalizzati, lentiformi e/o progradanti, che mostrano rapide variazioni litologiche laterali.

Il limite superiore dell'unità è rappresentato da una superficie di erosione su cui poggia il sovrastante subsintema di Masseria Casillo; nell'area nord-occidentale, al di sopra di una superficie d'erosione, poggiano i depositi di unità più recenti (sintemi di Vigna Bocola e di Motta del Lupo).

Come accennato, questa unità mostra grande variabilità laterale dei caratteri di facies. L'affioramento più rappresentativo (ex Stazione di Poggio Imperiale) consente l'osservazione di circa 30 m di successione (sui 35 m di spessore totale); esso è costituito dal basso verso l'alto da:

- 6 m di alternanze argilloso-sabbiose con rari livelli ghiaiosi; le argille mostrano laminazione piano-parallela, mentre le sabbie mostrano laminazione incrociata. I livelli ghiaiosi, con dimensioni massime dei ciottoli di circa 10 cm presentano sempre base erosiva con letti di *clay-chip* provenienti dal substrato argilloso;
- 8 m di sabbie ed arenarie con lenti ghiaiose. Le sabbie presentano stratificazione incrociata a grande scala. Localmente si osservano sia foreset sabbiosi con chiare direzioni di progradazione verso NE che strette forme erosive canalizzate riempite da sabbie a stratificazione incrociata (Fig. 5.A);
- 15 m di alternanze fra ghiaie (e/o conglomerati) e sabbie. I corpi di ghiaie e di conglomerati aumentano in spessore e frequenza verso l'alto, come pure si osserva un aumento della dimensione dei ciottoli (diametro massimo fino ai 30 cm) nel medesimo verso. Nella porzione inferiore i corpi ghiaiosi sono lentiformi (Fig. 5.B) con base erosiva su sabbie a laminazione incrociata; verso l'alto dominano invece le forme canalizzate (Fig. 5.B). Lungo le nuove trincee ferroviarie (tracciato Bari-Bologna) inoltre è possibile osservare le variazioni laterali di questa unità.

Verso SE il corpo sabbioso-conglomeratico

descritto diviene gradualmente solo sabbioso (e/o arenaceo) con numerosi interstrati argillosi e livelli sabbiosi a *clay-chip*. Proseguendo nella stessa direzione, lo spessore diminuisce gradualmente e si arriva a sabbie finissime e molto selezionate, a laminazione incrociata,

con abbondante contenuto in frammenti di pectinidi e di ostreidi (Masseria Zingari). Verso NO, in affioramenti situati al di fuori dell'area qui analizzata (località Coppa di Franceschiello - affioramenti descritti da AUCELLI *et alii*, 1997), lo spessore dell'unità aumenta e si osserva-

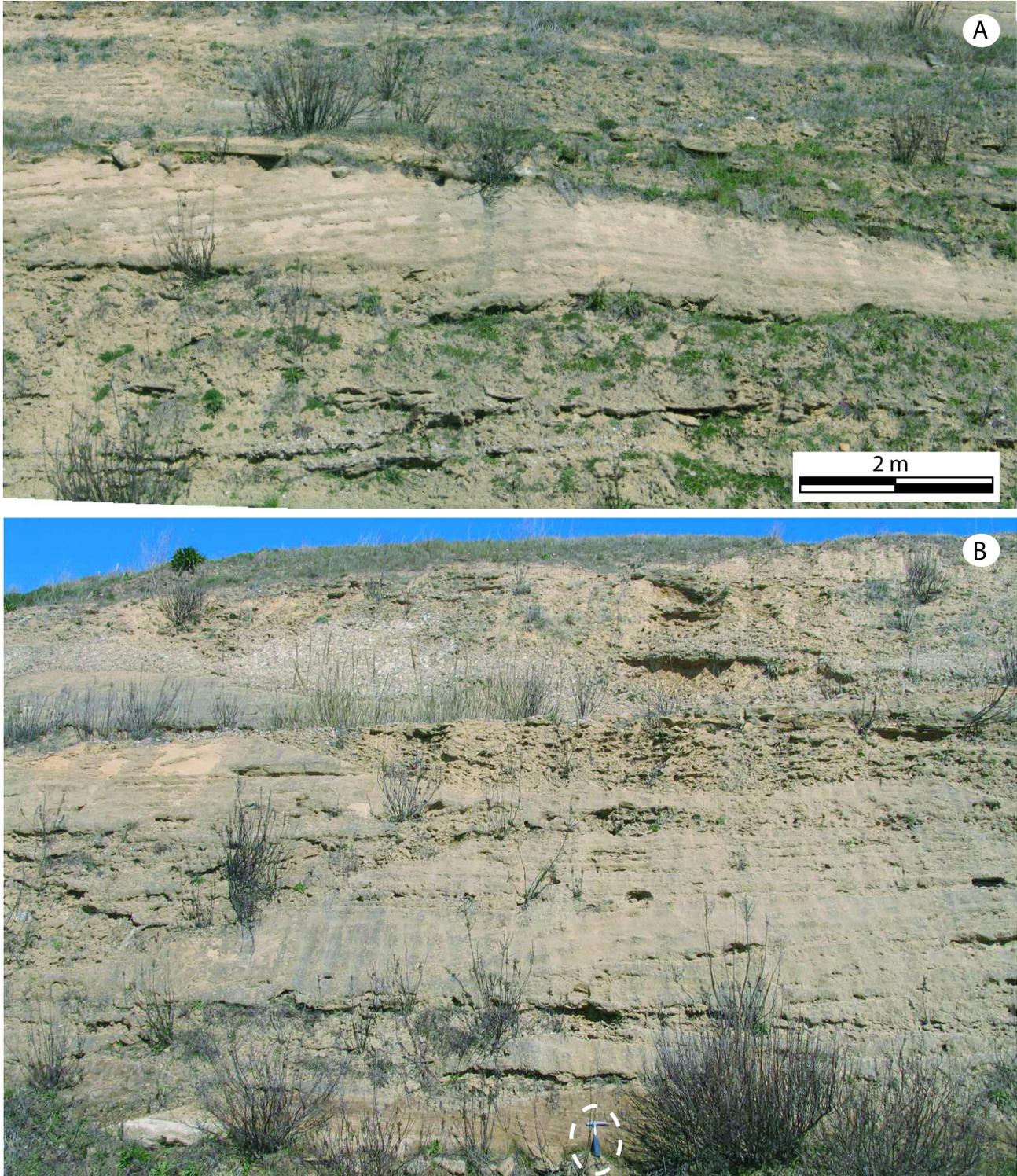


Fig. 5 - A. Subsistema di Colle degli Ulivi (TVP<sub>1</sub>). Porzione sabbiosa intermedia: forma di fondo tipo duna con direzioni delle correnti trattive verso NE. B. Porzione superiore: si noti l'aumento verso l'alto sia della dimensione dei ciottoli che della frequenza delle forme erosive canalizzate.

Colle degli Ulivi subsystem (TVP<sub>1</sub>): A. Intermediate sandy portion: dune with traction currents toward NE. B. Upper gravelly portion: both gravel dimension and frequency of channelised erosional surfaces increase upward.

no dapprima corpi sabbioso-arenacei organizzati in regolari *foreset*, passanti lateralmente ad un corpo prevalentemente ghiaioso-conglomeratico con caratteri simili a quelli descritti per la ex Stazione di Poggio Imperiale. Lo spessore massimo è di 35 m.

**Interpretazione:** l'insieme dei caratteri descritti indica che il subsistema di Colle degli Ulivi si è depositato in un ambiente marino transizionale di delta passante lateralmente ad ambienti di mare sottile. I corpi ghiaiosi caratterizzavano i canali attivi del delta e passavano lateralmente e distalmente a corpi sabbiosi progradanti verso NE sui depositi prevalentemente argillosi di pro-delta. Nelle aree contigue al deposito deltizio si aveva la formazione di spiagge sabbiose che si attestavano su alti morfologici costituiti dalle unità carbonatiche garganiche, formando cordoni litorali e insenature più o meno protette.

#### Subsistema di Masseria Casillo (TVP2)

Affiora in lembi residui nei pressi del margine della catena ad oltre i 400 m di quota, e più estesamente verso E, dai 350 m (Casone San Paolo), a quote progressivamente decrescenti (240 m - Masseria Iuvara; 190 m - Cava Petrilli e a S di Lucera) sino a quote intorno ai 130-135 m nella trincea ferroviaria nei pressi della Stazione di Poggio Imperiale.

Verso monte, è costituito da blocchi (fino ad 1m di diametro) e da ghiaie di prevalente natura carbonatica con abbondante matrice sabbioso-argillosa, massive, non selezionate (Fig. 6.A); verso valle è rappresentato da ghiaie e sabbie in strati e lenti, discretamente organizzate, laminate, con canalizzazioni, chiare embriature (Figg. 6.B, C), che passano verso l'alto a depositi meno selezionati massivi e leggermente più grossolani (loc. Cava Petrilli). Localmente sono stati osservati blocchi di conglomerati poligenici ben selezionati e finemente cementati da calcite, probabilmente provenienti dallo smantellamento di depositi marini regressivi o terrazzati più antichi (Fig. 6.D) e non più osservabili in affioramento. Verso est (Stazione di Poggio Imperiale) è rappresentata da circa 5 m di conglomerati poligenici con abbondante matrice sabbiosa rossastra. I ciottoli presentano una selezione granulometrica pressoché nulla ed il diametro massimo è prossimo a 30 cm. Si presentano mal stratificati e, solo a luoghi, è possibile riconoscere superfici erosive canalizzate. Lo spessore massimo è attorno ai 15 m.

**Interpretazione:** l'ambiente di sedimentazione è attribuibile ad un sistema di conoidi coalescenti (con facies da prossimali a distali) passanti gradualmente nel settore più orientale ad un sistema *braided* con barre ghiaiose. Ogni volta che è possibile osservare le variazioni verticali di facies si osserva una chiara tendenza *coarsening-upward* che testimonia la migrazione di facies di conoide su facies *braided* ed in generale di facies più prossimali su facies distali.

#### 3.3 Sintema di Vigna Boccola (TPB) – Pleistocene medio

Caratterizza ampie aree del settore pedemontano analizzato e poggia su una superficie di erosione sulle argille subappennine e, localmente, sul sintema di Cava Petrilli. Nel settore occidentale affiora in lembi residui a quote variabili dai 375 m ai 270 m lungo gli alti morfo-

gici adiacenti ai corsi d'acqua principali (Canale di Motta Montecorvino, T. Salsola) e, più ad E, caratterizzata ampi settori di alto morfologico (Masseria Quaranta Versure, Casone Schiavone). In tutte queste aree è caratterizzato unicamente da depositi alluvionali. Nel settore più orientale, è formato da due subsistemi (subsistema di San Severo con depositi marini e subsistema di Masseria Pallante con depositi alluvionali) separati da limite inconforme.

#### Subsistema di San Severo (TPB<sub>1</sub>)

Caratterizza un esteso settore nella porzione occidentale dell'area investigata (Tav. 1): superiormente è limitato da una spianata morfologica che raggiunge quote variabili fra i 100 e i 110 m s.l.m. Le sezioni più spesse - massimo 7 m - ed estese - massimo 50-70 m - di questa unità sono ubicate nei dintorni di San Severo (Stazione di San Severo, località Tiro a Segno, C. Stilla, C. Masselli e San Antonino da Capo): sono relative unicamente alla porzione superiore dell'unità. La base del subsistema, posta a circa 55-60 m s.l.m., si rinvia al di sopra di una superficie d'erosione sia sulle argille subappennine che sul sintema di Cava Petrilli; a tetto il subsistema è coperto, al di sopra di una superficie inconforme, sia dai depositi del subsistema di Masseria Pallante che da quelli di sintemi più recenti (sintema di Masseria la Motticella, sintema di Motta del Lupo).

In affioramento quest'unità è composta (Stazione di San Severo, località Tiro a Segno, C. Stilla e C. Masselli) a luoghi da alternanze siltoso-sabbiose, da arenarie con letti di concentrazioni macrofossilifere (principalmente *Ostrea* sp. e *Pecten* sp. - Fig. 7) e da argille siltose brunastre (San Antonino da Capo). La successione litostratigrafica dell'intera unità è stata attraversata da un sondaggio a carotaggio continuo (SS1) perforato *ad hoc* poco ad ovest della città di San Severo (per l'ubicazione vedi Foglio Geologico 1:50.000, 396 "San Severo", S.G.I., in stampa).

La stratigrafia del sondaggio SS1, perforato per circa 40 m, ha consentito di descriverne in dettaglio, dal basso, i caratteri litologici, sulla base dei quali sono state effettuate correlazioni con le sezioni osservate in affioramento:

- in contatto erosivo sulle argille subappennine si rinvengono circa 5 m di alternanze argilloso-sabbiose laminate di colore verde e giallastro, fortemente bioturbate e con abbondante contenuto in materia organica; la laminazione, quando non obliterata da bioturbazione, è piano-parallela. I sedimenti sabbioso-siltosi ed i fossili si mostrano spesso fortemente ossidati;
- seguono circa 15 m di sabbie giallastre ben selezionate con interstrati siltoso-argillosi. La granulometria diminuisce verso l'alto da sabbie medie e grossolane a sabbie fini mentre aumenta lo spessore e la frequenza degli interstrati argillosi; la bioturbazione è molto diffusa e si mostra anch'essa più spinta verso l'alto. Questo intervallo stratigrafico corrisponde in affioramento alla sezione della Stazione di San Severo posta a circa 73-75 m s.l.m.
- verso l'alto seguono circa 5 m di argille brune e verdi con rare lamine siltoso-sabbiose ed elevato contenuto in materia organica: una diffusa bioturbazione ha obliterato ogni struttura sedimentaria primaria. In questo intervallo stratigrafico, analisi micropalontologiche su campioni raccolti dagli interstrati argillosi o siltoso-

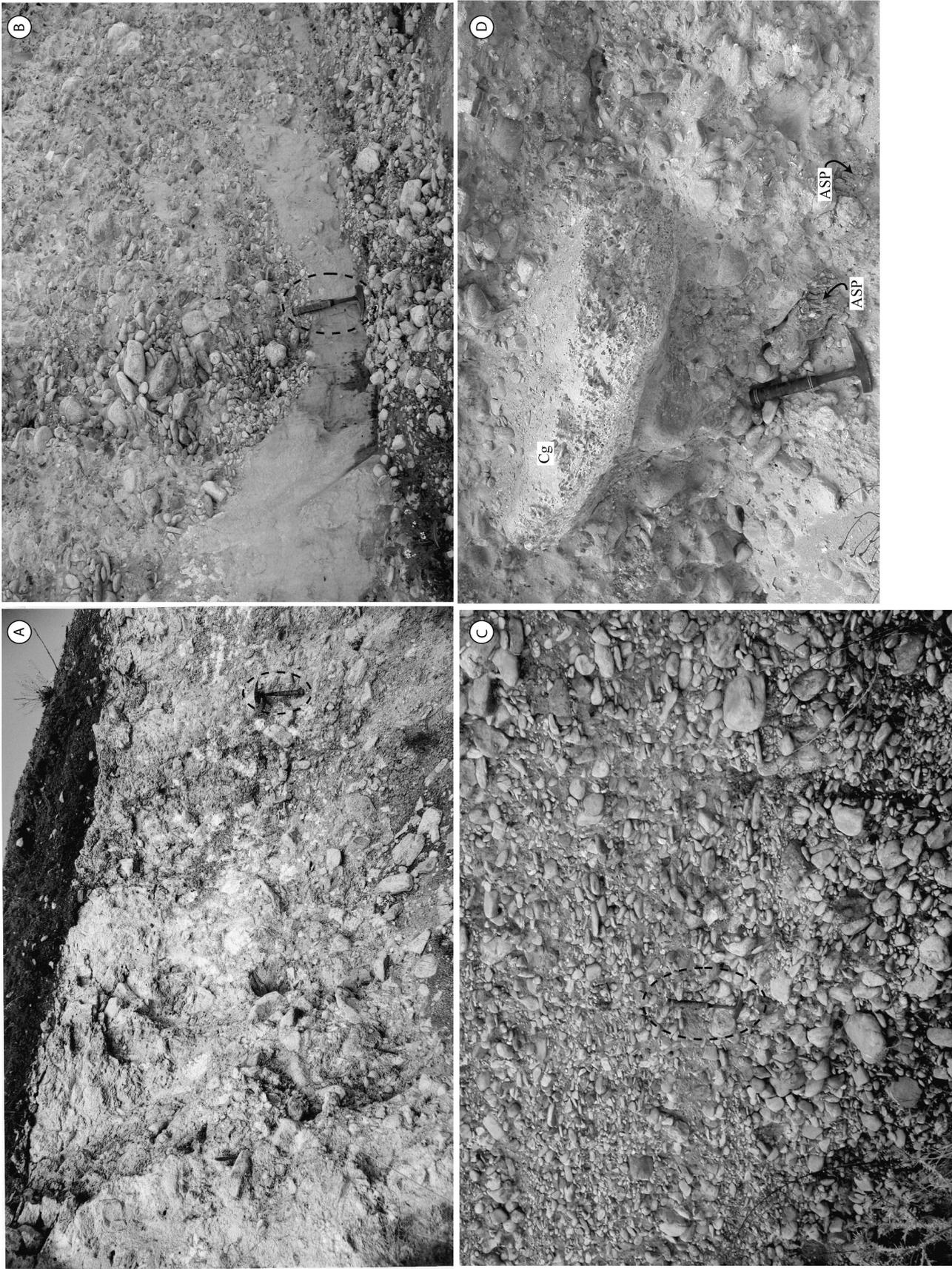


Fig. 6 - Subinterna di Masseria Casillo (TVP<sub>2</sub>): A. Settore pedemontano: ghiaie con abbondante matrice sabbioso-argillosa (conoide prossimale). B. Settore centrale: ghiaie e sabbie in strati e lenti con frequenti canalizzazioni. C. Settore centrale: ghiaie a diversa granulometria con chiare embriciature che indicano provenienze da O. D. Settore centrale: localmente si osservano blocchi metrici di conglomerati marini (Cg) e ciasti argillosi provenienti dalle argille subappennine (ASP).  
 Masseria Casillo subsynthem (TVP<sub>2</sub>): A. Piedmont sector: gravels with abundant sandy-clayey matrix (proximal alluvial fan). B. Central sector: gravel and sand in beds and lenses with abundant channelised features. C. Central sector: interbedded gravels with different grain-size, note they are imbricated (indicating a W provenance). D. Central sector: locally, metric blocks of marine conglomerates (C) and large clay chips (A - argille subappennine) occur.

argillosi, mostrano un contenuto poco abbondante e scarsamente diversificato in foraminiferi; l'associazione è composta principalmente da bentonici, tra cui *Ammonia beccarii* LINNÉ, *Bolivina elongata* D'ORBIGNY, *Cibicides lobatulus* WALKER & JACOBS, *Elphidium crispum* LINNÉ, *Elphidium granosum* (D'ORBIGNY) e *Valvulineria bradyana* (FORNASINI); sono inoltre presenti rari globigerinidi e valve di ostracodi. Il contenuto micropaleontologico si riduce ulteriormente verso l'alto dove è rappresentato da *Ammonia beccarii*, *Cibicides lobatulus* ed *Elphidium crispum*. Le associazioni a nannofossili calcarei sono mal preservate in tutta l'unità e non risultano indicative dal punto di vista biostratigrafico; sono infatti rappresentate principalmente da small *Gephyrocapsa* (*sensu* Rio et al., 1990), *Pseudoemiliania lacunosa* (KEMPTNER), *Reticulofenestra* spp. e da comuni discoasteridi pliocenici rimaneggiati, oltre che da frequente rimaneggiamento di specie pre-plioceniche. Le sezioni di Case Stilla e Case Giuliani, poste a circa 83 m s.l.m., sono riferibili a questo intervallo stratigrafico.

- la parte sommitale della successione perforata consta di un intervallo di circa 10 m costituito in basso da argille verdastre con abbondante presenza di concrezioni calcaree di origine diagenetica (caliche), di sabbie da medie a fini ben selezionate a laminazione incrociata passanti in alto ad argille brunastre a laminazione piano-parallela. Queste ultime affiorano anche nella sezione di località San Antonino da Capo (circa 102 m s.l.m.). Il contenuto micropaleontologico in questo intervallo è assente.

Lo spessore totale dell'unità è di circa 35 m.

**Interpretazione:** tutti i caratteri di facies indicano che il subsistema di San Severo si è prodotto in un contesto marino di baia più o meno protetta. Si tratta di una successione marina e di transizione con un generale trend regressivo. La base trasgressiva è rappresentata da circa 5 m di alternanze argilloso-siltoso-sabbiose deposte in ambienti di bassa energia e di transizione (laguna costiera?). Verso l'alto si passa repentinamente a sabbie da grossolane a fini di ambienti marini relativamente già profondi (*shoreface* inferiore) in un contesto di baia protetta. Verso l'alto si torna a condizioni di baia ristretta e ad ambienti via via più prossimi fino alle sabbie a laminazione incrociata ed alle argille brunastre superiori che probabilmente rappresentano nuovamente ambienti di transizione al continentale.

#### Subsistema di Masseria Pallante (TPB2)

Verso monte (a quote variabili fra 375 e 270 m), è costituito da ghiaie con blocchi anche metrici, con abbondante matrice sabbiosa giallastra, a luoghi granuloso-sostenute; verso valle è caratterizzato da ghiaie più sottili sufficientemente organizzate, con livelli sabbiosi. Nei settori orientali affiora sempre al di sopra dei 100 m di quota. La sezione stratigrafica meglio esposta è situata nei pressi di Masseria Ciamponetto (non lontano dall'abitato di Lucera). Lo spessore osservabile è nell'ordine dei 10 m, ma non è visibile il contatto con le sottostanti argille subappennine affioranti nei campi coltivati limitrofi. La porzione basale affiorante, spessa circa 3,50 m, è costituita da sabbie ed arenarie giallastre silicoclastiche con granulometria da fine a media con rare intercalazioni argillose. Presentano tessitura



Fig. 7 - Subsistema di San Severo (TPB<sub>1</sub>). Sabbie e silt a laminazione piano-parallela. Si nota la presenza di livelli a pectinidi (P in basso) e ad ostree (O in alto).

*San Severo subsystem. Sand and silt with parallel lamination. Note the presence of beds with concentration of pectinids (P - in the lower part) and oysters (O - upper part).*

generalmente massiva e solo a luoghi è visibile la laminazione piano-parallela. Verso l'alto si passa a circa 2.5 m di sabbie ed arenarie con granulometria da media a grossolana con rare lenti argillose e livelli di ghiaie. Sabbie ed arenarie si rinvengono in strati decimetrici a base erosiva e sono caratterizzati da alternanze di strati a laminazione piana e strati a laminazione incrociata. Chiude la successione una porzione ghiaioso-conglomeratica di circa 4 m di spessore. Si tratta di fitte alternanze sabbioso-ghiaiose con un graduale aumento dello spessore e della frequenza degli strati ghiaiosi verso l'alto. Gli strati decimetrici sono gradati con base spesso erosiva sulla quale si rinvengono ghiaie ben selezionate, sabbie grossolane a laminazione piana ed incrociata ed infine sabbie fini con *ripples* asimmetrici spesso rampicanti. Nella porzione superiore dominano invece ghiaie poco selezionate (ciottoli con diametro variabile fra pochi cm e 20 cm) con abbondante matrice siltoso-sabbiosa che si rinvengono spesso all'interno di forme canalizzate. I lavati ottenuti dai campioni presi sia nelle lenti argillose che nei silt e nelle sabbie fini sono risultati sterili.

Lo spessore massimo è nell'ordine dei 15 m.

**Interpretazione:** l'ambiente di sedimentazione è riferibile nei settori occidentali a conoidi coalescenti passanti nei settori orientali ad una piana *braided* con barre ghiaiose. Nei settori orientali (all'altezza di Lucera), si osservano anche variazioni verticali di tipo *coarsening-upward*. Si passa infatti via via dalle sabbie fini ed argille probabilmente ascrivibili ad ambienti alluvionali di bassa energia (aree marginali di esondazione) ad ambienti alluvionali più prossimi e di alta energia rappresentati dalle sequenze gradate (depositi di piena) e dalle ghiaie superiori con caratteri tessiturali simili a quelli descritti per i sistemi più antichi (transizione conoide distale - piana *braided*).

#### 3.4 Sintema di Masseria la Motticella (MLM) - Pleistocene medio - superiore?

Poggia in erosione sulle argille subappennine e,

localmente, sul sintema di Vigna Bocola. Caratterizza ampie porzioni dell'area analizzata: affiora in lembi residui allungati all'incirca E-O nel settore più occidentale (a quote comprese fra 400-350 m s.l.m.) e, verso valle, su ampie spianate debolmente inclinate verso est (da 250 m a 130 m s.l.m.). Nell'area orientale sono state distinte due unità - subsintema di Amendola in facies marina e subsintema di Masseria de Grossi in facies continentale - che, contrariamente ai sintemi più antichi (TVP e TPB), non appaiono chiaramente separate da un limite inconforme ed il rapporto tra le due unità non è visibile e può essere solo dedotto in base alle quote di affioramento ed ai rapporti con le altre unità. Nei sintemi più antichi invece le facies continentali poggiano in erosione sulle sottostanti facies marine (TVP<sub>2</sub> in erosione su TVP<sub>1</sub> e TPB<sub>2</sub> in erosione su TPB<sub>1</sub>).

#### Subsintema di Amendola (MLM<sub>1</sub>)

Affiora in un'estesa area nella metà centro-occidentale della zona studiata. La base dell'unità è posta a circa 23-25 m s.l.m. Poggia con contatto erosivo sulle argille subappennine e, localmente, sui depositi marini del subsintema di San Severo; il limite superiore del subsintema è rappresentato da una spianata morfologica che raggiunge quote fra i 55 e i 65 m s.l.m. La migliore sezione di questa unità affiora per circa 5 m nei pressi di Masseria Il Casone. Si tratta di una sezione estesa lateralmente per circa 30 m e relativa alla porzione superiore dell'unità: è costituita in basso da sabbie prevalentemente calcaree fini (1 m circa) fortemente bioturbate e con abbondanti frammenti di gusci di bivalvi - in particolare *Pinna nobilis* LINNÉ - dispersi nel sedimento; verso l'alto si passa ad uno strato lenticolare (spessore variabile da pochi cm fino a 1 m) ben cementato costituito da calciruditi con abbondanti resti di bivalvi e gasteropodi sia in frammenti che interi; chiudono la successione sabbie ed arenarie da fini a grossolane a stratificazione incrociata concava.

Anche il subsintema di Amendola è stato caratterizzato attraverso l'esecuzione di un sondaggio diretto a carotaggio continuo (SS3) perforato *ad hoc* a sud est della città di San Severo (per l'ubicazione vedi il Foglio Geologico 396 "San Severo", S.G.I., in stampa). Al di sopra delle argille subappennine che si rinvenivano a fondo pozzo, in brusco contatto erosivo, si osservano:

- 3 m di sabbie fini giallastre con rare intercalazioni silteose ed argillose. Presentano laminazione piano parallela in basso mentre verso l'alto la bioturbazione ha obliterato ogni struttura sedimentaria primaria;
- seguono circa 10 m di silt grigiastri e subordinatamente sabbie giallastre entrambi molto bioturbati con abbondante presenza di materia organica. Solo raramente si osservano lamine piano-parallele. In questa porzione dell'unità il contenuto in foraminiferi è generalmente prevalente rispetto alla frazione inorganica. L'associazione è rappresentata principalmente da foraminiferi bentonici tra cui *Ammonia beccarii* LINNÉ, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium crispum*, rarissimi esemplari di *Hyalinea baltica* (SCHROËTER), *Quinqueloculina padana* PERCONIG, *Textularia agglutinans*, *Valvulinaria bradyana* FORNASINI, oltre che più rari esemplari di *Brizalina alata* SEQUENZA, *Bulimina marginata*, *B. elongata*, *Fursenkoina tenuis* SEQUENZA; fra i planctonici invece sono presenti *Globigerinoides*

*ruber* (D'ORBIGNY), *Globorotalia inflata* (D'ORBIGNY), *Orbulina universa* e *Globigerina* spp. L'associazione a nannofossili calcarei contiene fra i taxa più significativi *Pseudoemiliania lacunosa*, small *Gephyrocapsa* (*sensu* RIO *et al.*, 1990) e *medium Gephyrocapsa* (*sensu* RIO *et al.*, 1990), che consentono di indicare solo una generica età pleistocenica;

- chiudono la successione sabbie giallastre (15 m circa) che mostrano un chiaro aumento di granulometria verso l'alto: sono costituite in basso da una alternanza ordinata di strati di sabbie medie poco bioturbate e strati di sabbie fini bioturbate, con interstrati di silt ed argille con bioturbazioni di piccole dimensioni; verso l'alto diminuisce la bioturbazione e la presenza di interstrati silteosi, e sono ben visibili laminazione piana ed inclinata a basso ed alto angolo in sabbie da medie a grossolane ben selezionate e con presenza, a luoghi, di probabili superfici erosive in corrispondenza di brusche variazioni granulometriche. Quest'intervallo corrisponde in parte alla porzione affiorante nella sezione di "il Casone". In questa porzione sommitale il contenuto micropaleontologico è relativamente scarso e rappresentato principalmente da *Ammonia beccarii*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium crispum* e rarissimi foraminiferi planctonici. Lo spessore massimo è nell'ordine dei 35 m.

*Interpretazione:* si tratta di una successione marina deposta in una baia protetta con un chiaro *trend* generale di tipo regressivo rappresentata da un complesso sabbioso depositatosi quasi interamente in una *shoreface* inferiore al passaggio all'*offshore* dominata solo episodicamente dall'azione delle onde di tempesta. Solo la base probabilmente può riferirsi ad ambienti di transizione. La porzione superiore (circa 10 m) invece possiede caratteri di maggiore prossimalità (*shoreface* media e superiore) espressi dall'azione di intensa rielaborazione ad opera delle onde di tempesta.

#### Subsintema di Masseria de Grossi (MLM<sub>2</sub>)

Si rinviene in discordanza erosiva sulle argille subappennine, sul subsintema di San Severo e sui sintemi più antichi. Il limite superiore è rappresentato da una superficie di erosione al di sopra della quale si rinvenivano i sintemi più recenti (sintema di Foggia e sintema di Motta del Lupo).

Verso monte è costituito da ghiaie disorganizzate, in abbondante matrice sabbiosa grossolana, con clasti essenzialmente di natura carbonatica, e blocchi fino a 0.7 m di diametro. Verso valle, a quote inferiori ai 100 m s.l.m., invece l'unità è caratterizzata da ghiaie discretamente organizzate, alternate a sabbie e limi sabbiosi giallastri. La sezione più rappresentativa è situata nei pressi di Masseria De Grossi, sulla Strada Statale 160 "San Severo-Lucera" ed è costituita da 4 m di alternanze sabbioso-conglomeratiche. I conglomerati - a luoghi ghiaie - formano lenti metriche e sono costituiti da ciottoli poligenici centimetrici abbastanza ben selezionati; a luoghi le embriciature indicano provenienze da ovest. Le sabbie, a granulometria media, presentano laminazione piana ed incrociata.

Lo spessore massimo è nell'ordine dei 10 m.

*Interpretazione:* verso monte è rappresentato da facies di conoide da prossimale a distale passanti gradual-

mente verso est ad un ambiente di sedimentazione riferibile ad una piana *braided* prevalentemente ghiaiosa.

### 3.5 Sintema di Foggia (TGF) – Pleistocene superiore

Nell'area occidentale, a quote tra 75 m e 55 m, l'unità poggia, tramite una superficie di erosione, sulle argille subappennine, mentre nell'area orientale giace anche sui depositi del sintema di Masseria La Motticella. Il limite superiore è inconforme ed è rappresentato da una superficie di erosione su cui poggia localmente il sintema di Motta del Lupo.

A monte è caratterizzato da depositi ciottolosi granulo sostenuti, con scarso grado di organizzazione, verso valle, è costituito da un'alternanza di livelli sabbiosi e siltoso-argillosi grigio scuri e di sottili orizzonti (spessi fino a 50 cm) di ghiaie discretamente organizzate ed embriate. Nei settori occidentali (quote comprese fra 75 m e 55 m), questo sintema presenta cattive condizioni di affioramento. Solo nei pressi di Masseria Sterparone e Masseria Casarsa sono stati osservati circa 30 cm di sabbie medie e grossolane con rari ciottoli al di sotto di un suolo antropizzato in due trincee di modesta profondità.

Lo spessore massimo è nell'ordine dei 10 m.

*Interpretazione:* nei settori occidentali si riconoscono depositi di ambiente di conoide alluvionale passanti rapidamente verso est ad ambienti *braided* anche con barre di sabbie grossolane. Verso valle si osservano probabilmente depositi riferibili ad una piana alluvionale via via di minor gradiente topografico.

### 3.6 Sintema di Motta del Lupo (TLP) - Pleistocene superiore

E' l'unità a maggiore estensione areale; affiora in un ampio settore pianeggiante compreso fra quote prossime ai 125 m (area occidentale) fino a circa 30 m s.l.m. (area sud-orientale). I depositi di questo sintema giacciono in discordanza su tutte le unità più antiche. Il limite superiore, di tipo inconforme, è rappresentato da una superficie di erosione al di sopra della quale poggia il sintema di Masseria Finamondo.

Nel settore occidentale è costituito da depositi sabbioso-limosi di colore marrone chiaro con lenti ghiaiose aventi spessore variabile dal decimetro al metro discretamente organizzate. A luoghi si rinvencono livelli centimetrici di limi nerastri carboniosi con gasteropodi polmonati in pessimo stato di conservazione. L'unica sezione osservata in affioramento nel settore orientale è situata in località Motta del Lupo: si tratta di circa 2 m di fitte alternanze argilloso-siltose. I silt sono brunastri mentre le argille di colore verdastro, la laminazione è sottile (lamine sempre al di sotto del cm di spessore) e sempre piano-parallela.

Trattandosi dell'unità continentale più estesa arealmente ed essendo così scarsi gli affioramenti, una più esauriente descrizione di questo sintema è stata effettuata attraverso l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo in un'area prossima al Torrente Candelaro (in località Mass. Mezzanagrande - SS4) (per l'ubicazione vedi Foglio Geologico 396 "San Severo", S.G.I., in stampa). In quest'area, il sintema di Motta del Lupo poggia in erosione su una unità marina non presente in affioramento. Con ogni probabilità quest'ultima

unità potrebbe costituire un subsintema marino appartenente al sintema di Motta del Lupo (in analogia con quanto osservato nei sintemi più antichi); la mancanza di dati sulla base di tale unità e la sua assenza in affioramento non hanno permesso l'istituzione di un subsintema marino. Il sintema di Motta del Lupo è costituito quindi essenzialmente da depositi continentali: si tratta di depositi argillosi e subordinatamente sabbiosi e siltosi; i principali caratteri stratigrafici e sedimentologici desunti dall'osservazione delle carote possono essere così riassunti:

- 8 m di argille e silt di colore verdastro a laminazione pianoparallela, che poggiano in erosione su sabbie ed arenarie marine; molto abbondanti croste calcaree (caliche) di origine diagenetica e lamine siltose rossastre. Il contenuto micropaleontologico è poco abbondante e rappresentato da rari individui di *Ammonia beccarii* ed *Elphidium crispum*, spesso rotti ed abrasati, da frustoli vegetali e da rari ostracodi. Verso l'alto si rinvencono livelli sabbiosi a laminazione incrociata ed un livello di ghiaie poligeniche con abbondante matrice sabbiosa arrossata.
- Verso l'alto, per circa 22 m di spessore, argille brune e verdi con laminazione piano-parallela ed abbondante materia organica diffusa, nonché bioturbazioni a scala centimetrica e millimetrica; a varie altezze rare lamine siltose. Il contenuto micropaleontologico è rappresentato da comuni o abbondanti ostracodi, da frammenti di gasteropodi e, in alcuni campioni, da rarissimi esemplari di *Ammonia beccarii*. Verso l'alto si osservano inoltre ologoni di Carofite. Alla profondità di 36,3 m si osserva un livello di circa 10 cm di silt nerastri con una concentrazione di minerali femici.

Lo spessore aumenta da ovest verso est, passando da pochi metri nel settore occidentale (5-6 m) fino ad un massimo di 30 m nel settore prossimo al T. Candelaro.

*Interpretazione:* il sintema di Motta del Lupo, sulla base dei caratteri desunti dal sondaggio a carotaggio continuo, è interpretabile come un deposito di piana alluvionale; nella porzione inferiore dominano argille, sabbie e subordinatamente ghiaie di ambiente alluvionale con condizioni idrodinamiche anche di moderata energia; verso l'alto si rinvencono argille brune e verdi di ambienti alluvionali associati ad aree marginali di esondazione o paludose con acqua stagnante. Solo i depositi canalizzati nel settore occidentale mostrano a luoghi facies di una piana *braided* con barre prevalentemente sabbiose.

### 3.7 Sintema di Masseria Finamondo (TPF) - Pleistocene superiore

Questi depositi affiorano diffusamente solo nell'area orientale della piana alluvionale. Sono elevati di pochi metri - 6-9 m al massimo - al di sopra dei depositi alluvionali attuali e subattuali e formano estese aree subpianeggianti, che sono comprese fra 45 e 35 m di quota s.l.m.. Formano dei terrazzi, limitati da modesti orli verso l'ampio alveo del T. Candelaro e dei suoi affluenti, lungo il quale si sviluppa la piana alluvionale attuale. Questa unità giace su una superficie d'erosione sul sintema di Motta del Lupo e, a luoghi, anche su depositi più antichi. In affioramento non sono state

osservate sezioni stratigrafiche di riferimento; la ricostruzione stratigrafica di questo sintema è stata ricavata da osservazioni condotte su carote di un sondaggio perforato *ad hoc* (SS4), già utilizzato per caratterizzare il sintema di Motta del Lupo. Il sondaggio ha attraversato 27 m di argille con rari intervalli siltosi. Dal basso si ricostruisce la seguente successione:

- 2 m di fitte alternanze argilloso-sabbiose a laminazione piano parallela ed incrociata a basso angolo, di colore giallastro. Le sabbie sono ben selezionate e non contengono matrice. Il contenuto micropaleontologico dei campioni argillosi è relativamente abbondante ed è rappresentato da un'associazione a foraminiferi in buono stato di preservazione: sono stati riconosciuti *Ammonia beccarii*, *Bulimina marginata*, *Globobulimina affinis* D'ORBIGNY, *Globigerinoides ruber* e *Orbulina universa*.
- 3 m di alternanze ghiaioso-sabbiose: le ghiaie sono poligeniche ed il diametro massimo dei ciottoli non supera il centimetro; le sabbie sono fortemente arrossate e prive di strutture sedimentarie. L'associazione a foraminiferi raccolta nelle sabbie è in discreto stato di preservazione; sono presenti *Ammonia beccarii*, *Bulimina marginata*, *Globobulimina affinis* e rari individui di *Globigerinoides ruber*, e di *Orbulina universa*.
- verso l'alto circa 8 m di argille brune ben laminate, con rarissime lamine siltose e sabbiose, con abbondante terra rossa; in basso la laminazione è piano-parallela e verso l'alto diviene incrociata a basso angolo. Rari sono i frammenti di macrofossili, le valve di ostracodi e rarissimi i foraminiferi, spesso rotti ed abrasati.
- chiudono la successione circa 13 m di argille brune con più frequenti livelli sabbiosi e siltosi; le argille mostrano laminazione piano-parallela, mentre le sabbie ed i silt grossolani presentano a luoghi *ripples* asimmetrici e laminazioni incrociate a basso angolo; abbondante è la presenza di materia organica; in alto argille nerastre prive di strutture sedimentarie e suoli siltosi con abbondanti concrezioni calcaree (*caliche*) di origine diagenetica. Rari frammenti di macrofossili, di ostracodi e rarissimi foraminiferi rotti o abrasati.

Spessore massimo di circa 27 m.

**Interpretazione:** per quanto riguarda i caratteri paleoambientali, il sintema di Masseria Finamondo è costituito in basso da sabbie ed argille di ambiente marino o transazionale (tipo baia). Non si è scelto di istituire un subsintema marino in quanto questa parte della successione non è presente in affioramento (si rinviene all'incirca al livello del mare attuale, -25 m in SS4). In erosione su questa porzione marina di transizione si rinvencono bruscamente sabbie e ghiaie già di ambiente alluvionale che passano via via verso l'alto prima ad argille nerastre di palude con abbondante contenuto in materia organica ed infine ad argille e silt di ambiente alluvionale (probabilmente connessi ad aree marginali di esondazione).

#### 4. EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA E SEDIMENTARIA DEL SETTORE SETTENTRIONALE DEL TAVOLIERE DI PUGLIA

L'insieme dei dati esposti, che riguarda principal-

mente il riconoscimento di superfici di *unconformity* a grande estensione areale, i caratteri di facies dei diversi depositi ed i rapporti stratigrafici fra depositi marini e sedimenti continentali, rappresenta un *set* di capisaldi ai quali collegare la ricostruzione paleogeografica e l'evoluzione sedimentaria di questa porzione del Tavoliere di Puglia nel Pleistocene medio e superiore. Occorre sottolineare che il quadro paleogeografico che viene presentato è da intendersi ovviamente al netto delle oscillazioni eustatiche.

##### *Pleistocene medio – sintema di Lucera* (Fig. 8.A).

Per questa fase, la posizione della paleolinea di costa può essere solo supposta in quanto manca la registrazione sedimentaria di depositi marini. Il sistema di conoidi coalescenti occupava una larga fascia di questo settore del Tavoliere e si sviluppava già in valli incise nelle quali sedimentavano essenzialmente depositi tipo *debris flow*. Erano già attive cannibalizzazioni a scapito di unità terrazzate più antiche (sia marine che continentali). Il sistema di conoidi mostrava i caratteri tipici delle conoidi di clima arido (ORI, 1988): nel settore più occidentale si sviluppavano frane e conoidi alluvionali da prossimali a distali, con scarsa selezione granulometrica. Tale sistema raggiungeva aree molto prossime alla paleolinea di costa. L'area di alimentazione era limitata al settore esterno dell'Appennino (ad eccezione delle conoidi del Fortore con area di alimentazione più grande ed interna – Fig. 8.A) giacché si riconoscono unicamente clasti provenienti dalle unità carbonatiche che caratterizzano tale settore del subappennino dauno.

##### *Pleistocene medio – sintema di Cava Petrilli* (Fig. 8.B)

A causa del sollevamento regionale, il sistema di conoidi con caratteri simili alle precedenti si sviluppava in valli ancor più incise, spostandosi gradualmente verso una posizione della linea di costa posta più ad est. Questo sistema, alimentato unicamente dal settore esterno dell'Appennino, passava lateralmente ad una stretta piana *braided* che si sviluppava nei pressi della paleolinea di costa. La posizione della paleolinea di costa è registrata dai depositi di transizione (deltizi e marini) affioranti a nord di Apricena. In quest'area però giungevano anche gli apporti dalle unità più interne appenniniche: questo è indicato dalla posizione nella quale è localizzato il paleodelta del T. Fortore, come sostenuto da SPALLUTO & MORETTI, 2006 (in parziale accordo anche con le ricostruzioni paleogeografiche di AUCELLI *et al.*, 1997).

##### *Pleistocene medio – sintema di Vigna Bocola* (Fig. 8.C)

Il sollevamento regionale e, probabilmente, l'attività di un importante lineamento strutturale posto a nord di Apricena (AUCELLI *et al.* CIARANFI, 1997; SPALLUTO & MORETTI 2006) modificavano sostanzialmente il quadro paleogeografico. Il Fortore migrava verso nord-ovest e la posizione del suo delta si trasferiva verso nord, mentre il settore meridionale diventava un'estesa area di baia protetta, interessata da sedimentazione marina e di transizione di bassa energia (subsintema di San Severo) con basso idrodinamismo. I depositi marini venivano unicamente alimentati dai sistemi alluvionali che si sviluppavano in profonde valli incise (e con limitate aree di alimentazione) - conoidi passanti lateralmente a piane *braided* del subsintema di Masseria Pallante.

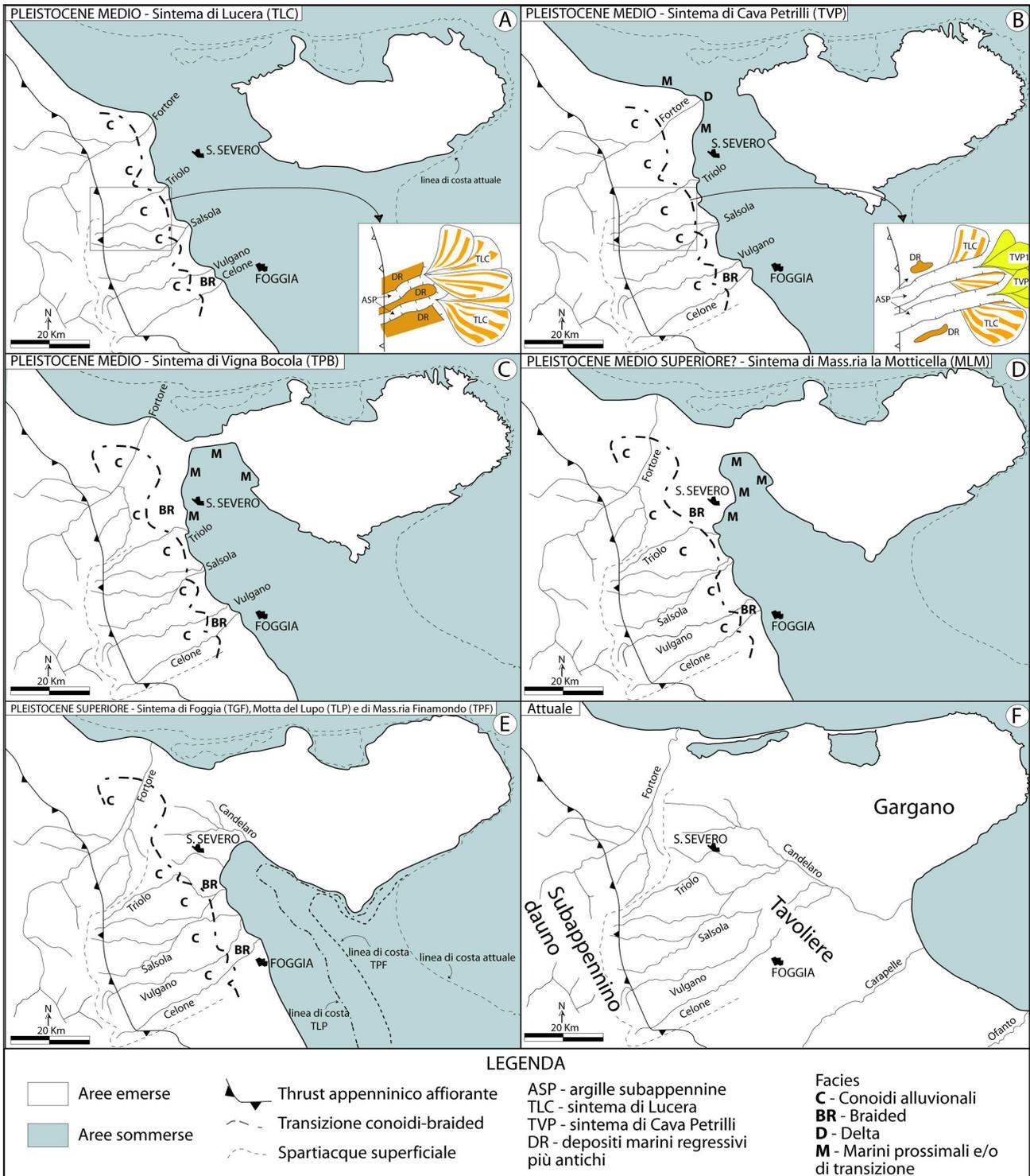


Fig. 8 - Schema di evoluzione paleogeografica del Tavoliere di Puglia nel Pleistocene medio-superiore. A. All'inizio del Pleistocene medio, si sviluppano sistemi di conoidi alluvionale coalescenti (C) e brevissimi corsi d'acqua braided (BR). I depositi marini regressivi più antichi (DR) e le argille subappennine (ASP) sono già in erosione. B. In seguito, a causa del sollevamento regionale, la linea di costa si sposta verso est. Quest'ultima è registrata dai depositi deltizi (D) e marini prossimali (M) del subsistema di Colle degli Ulivi (TVP1). Anche il subsistema alluvionale TVP2 (conoidi C e braided BR) si sposta verso est e continua l'erosione delle argille subappennine (ASP) e dei depositi marini regressivi (DR). C. L'attività di una faglia E-W in un'area posta a nord di San Severo (si veda SPALLUTO & MORETTI, 2006) determina la formazione di uno stretto golfo con depositi marini e/o di transizione (M) del subsistema di San Severo (TPB1). Il corso del Fortore si sposta verso NW e l'area di interesse diviene alimentata unicamente dai corsi d'acqua con piccoli bacini di alimentazione e ristretti al settore esterno del Subappennino dauno. D. Alla fine del Pleistocene medio, il golfo diviene più stretto e con scarso idrodinamismo; sedimentano depositi marini prossimali e di transizione (M) del subsistema di Amendola (MLM1). Tale golfo viene alimentato dai sistemi alluvionali del subsistema di Masseria De Grossi (MLM2). E. Nel Pleistocene superiore i sistemi alluvionali (TGF, TLP e TPF) continuano a spostarsi verso est seguendo la linea di costa verso l'attuale Golfo di Manfredonia. F. Quadro geografico attuale.

*Pleistocene medio-superiore? – sintema di Masseria la Motticella* (Fig. 8.D)

I depositi di mare protetto (simili a quelli del sintema di Vigna Bocola precedente) si riproponevano con una paleolinea di costa posta a quote inferiori; sedimentavano depositi marini e di transizione ancora in condizioni di basso idrodinamismo (subsintema di Amendola). Il sistema di conoidi alluvionali e piane *braided* caratterizzava le valli sempre più incise, poste via via più ad est (subsintema di Masseria de Grossi).

*Pleistocene superiore - sintema di Foggia, sintema di Motta del Lupo, sintema di Masseria Finamondo* (Fig. 8.E)

Nel Pleistocene superiore, la paleolinea di costa migrava gradualmente verso l'attuale Golfo di Manfredonia, come è testimoniato dai depositi marini non presenti in affioramento ma riconosciuti nella perforazione SS4. I sistemi alluvionali si sviluppavano su aree vaste e mostravano una repentina perdita nella capacità di trasporto. Nel sintema di Foggia si formavano ancora ristrette aree di coalescenza delle conoidi, che passavano lateralmente a piane *braided* prevalentemente sabbiose, mentre nei sintemi più recenti le facies erano rappresentate principalmente da depositi di piana costiera (e/o aree marginali di esondazione).

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I rilevamenti di dettaglio e l'analisi di facies effettuati nel settore settentrionale del Tavoliere di Puglia sui depositi del Pleistocene medio e superiore hanno fornito nuovi dati sull'evoluzione sedimentaria di questo settore dell'avanfossa dell'Appennino meridionale. I depositi registrano l'interazione fra sollevamento regionale e fluttuazioni del livello del mare; il quadro geologico evolutivo che ne risulta è innovativo non solo se confrontato con la cartografia ufficiale alla scala 1:100.000, ma anche rispetto ai dati della letteratura più recente sull'area.

I Fogli alla scala 1:50.000 (Progetto C.A.R.G. – 407 “San Bartolomeo”, 396 “San Severo” ed il settore nord-occidentale del 408 “Foggia”) occupano un'area che si estende dalla Catena fino all'Avampaese, per l'intero settore settentrionale del Tavoliere di Puglia; l'estensione areale dell'area investigata ha permesso di valutare con buon dettaglio le variazioni laterali di facies in ogni unità terrazzata. Nelle aree di pianura caratterizzate da un minor numero di affioramenti, l'analisi di facies è stata condotta su carotaggi, predisponendo sondaggi *ad hoc* in aree chiave. Gli ambienti deposizio-

nali riconosciuti variano da pianura alluvionale, caratterizzata da depositi di conoidi, da prossimale a distale, di piana *braided* e di area di esondazione, che passano lateralmente a depositi di transizione e/o marini prossimi. I passaggi laterali avvengono repentinamente in quanto le massime distanze fra i depositi alluvionali più prossimi e quelli marini più distali non sono mai maggiori di 20 Km.

Dal punto di vista delle ricostruzioni paleogeografiche, il dettaglio dei dati raccolti permette una migliore definizione delle tappe evolutive sia rispetto ai lavori a scala regionale (CIARANFI *et al.*, 1979; CIARANFI *et al.*, 1983; TROPEANO *et al.*, 2002) che quelli effettuati in queste aree (CIARANFI & RAPISARDI, 1977; AUCELLI *et al.*, 1997). Tutte le differenze riscontrate in letteratura fra il Tavoliere di Puglia e la Fossa bradanica meridionale vengono confermate, con un cospicuo incremento nel dettaglio. Durante il sollevamento regionale del Pleistocene medio e superiore, nel Tavoliere di Puglia la sedimentazione è essenzialmente continentale; al contrario nello stesso intervallo di tempo nei settori meridionali dell'avanfossa appenninica (Bacino lucano di BALDUZZI *et al.*, 1982) domina la sedimentazione silico-clastica marina. Nel Tavoliere di Puglia (Bacino pugliese di BALDUZZI *et al.*, 1982) inoltre le unità terrazzate continentali e quelle marine poggiano sempre in erosione su unità marine più antiche, generalmente rappresentate dalle argille subappennine; nella Fossa bradanica meridionale è invece stata riconosciuta l'esistenza di depositi marini regressivi in continuità sulle argille subappennine. Tali differenze sono da mettere in relazione alla sostanziale diversità nel volume degli apporti in questi due settori di avanfossa, con il Tavoliere – perlomeno la porzione qui indagata – che risulta sottoalimentato durante il Pleistocene medio e superiore a causa della ridotta estensione dei bacini di alimentazione dei sistemi alluvionali. Tale carattere, connesso a cause di tipo tettonico nella strutturazione del settore più esterno del Subappennino dauno, si manifesta con maggiore evidenza quando nel Pleistocene medio l'attività di un sistema di faglie situato a nord di Apricena (AUCELLI *et al.*, 1997; SPALLUTO & MORETTI, 2006) provoca la migrazione verso nord-ovest del corso del F. Fortore e del suo apparato deltizio (l'unico corso d'acqua con un grande bacino di alimentazione).

Le scelte cartografiche che sono state operate nel corso dei nuovi rilevamenti CARG al 50.000 sono state dettate dal riconoscimento di superfici di inconformità di valenza regionale: i differenti sintemi poggiano su superfici erosive osservabili con grande continuità laterale, seppur poste a differenti quote; anche subsintemi marini e continentali appartenenti ad uno stesso sintema sono separati da superfici di inconformità con

*Paleogeographic evolution of the Tavoliere di Puglia Plain during the middle-late Pleistocene. A. In the first part of the Middle Pleistocene, alluvial fan and braided systems develop already in valleys incised in the argille subappennine unit – ASP (and eroding the older regressive marine units too – DR). B. Uplift induces a shifting toward East of the coastline (recorded by the deltaic – D - and proximal marine - M - deposits of the Colle degli Ulivi subsynthem – TVP1). Alluvial systems (TVP2) move eastward and erosion continues on the DR and ASP units. C. A W-E oriented active fault (located north of the San Severo town) causes the formation of a narrow gulf in which proximal marine units (M) deposited (San Severo subsynthem TPB1). Fortore River is forced to move toward NW. D. At the end of the middle Pleistocene, the gulf becomes narrower and proximal marine units (M) sedimented (Amendola subsynthem). E. In the late Pleistocene, alluvial systems moves eastward following the coastline toward the present day Manfredonia Gulf. F. Present-day geographic picture.*

caratteri simili. Altra osservazione riguarda l'inclinazione delle superfici basali delle unità a limiti inconformi; la variazione graduale nel tempo della pendenza delle superfici basali - da angoli maggiori ad angoli via via minori - può essere connessa, più che a motivi tettonici, a variazioni nei profili di equilibrio dei corsi d'acqua (modificazioni graduali nel rapporto fra differenza di quota dell'area di alimentazione e livello di base e l'aumento nel tempo della lunghezza dei corsi d'acqua causato dalla regressione). La progressiva formazione delle superfici di inconformità - con la contemporanea migrazione laterale delle facies - indica che tali superfici sono diacrone.

Ulteriori analisi saranno richieste per interpretare il significato di queste superfici (e le variazioni registrate nelle successioni sedimentarie) in termini sequenziali. Le geometrie (e la successione verticale delle facies) dei depositi marini e quelle delle loro superfici di base nonché i rapporti laterali e verticali con gli associati depositi continentali richiamano il modello di riempimento di valli incise (*incised valley infill*) proposto da DARLYMPLE et al. (1994); dati inediti raccolti recentemente (e tuttora in fase di elaborazione) sulle successioni che si rinvergono nelle valli incise mostrano tuttavia sostanziali differenze rispetto ai modelli noti in letteratura; tali differenze andranno giustificate sulla base della peculiare situazione locale (moderato sollevamento, mancanza di ingenti volumi di apporti sedimentari, ecc.) al fine di associare ogni fase sedimentaria osservata ad uno specifico tratto della curva eustatica. La carenza di datazioni per i depositi descritti, impone infine di attribuire l'evoluzione di questo tratto di Fossa bradanica genericamente ad un Pleistocene medio e superiore in base a considerazioni di carattere regionale: ciò non consente al momento di associare ogni deposito a specifiche variazioni della curva eustatica.

## RINGRAZIAMENTI

*Gli autori desiderano ringraziare sentitamente P. MAIORANO per le analisi sulle associazioni a foraminiferi e quelle a nannoplankton calcareo e M. TROPEANO per la lettura della prima bozza del lavoro e le proficue discussioni sul tema. La prima versione del manoscritto è stata sensibilmente migliorata dalla lettura critica di due referree anonimi.*

## BIBLIOGRAFIA

- AUCELLI P.P.C., CINQUE A. & ROBUSTELLI G. (1997) - *Evoluzione quaternaria del tratto di avanfossa appenninica compreso tra Larino (Campobasso) e Apricena (Foggia). Dati preliminari.* Il Quaternario, **10**, 453-460.
- BERGER W.H. & JANSSEN E. (1994) - *Mid-Pleistocene climate shift: the Nansen connection.* In Johannesen et alii eds. *The polar oceans and their role in the shaping the global environment.* AGU Geophys. Monogr., **85**, 295-311
- BALDUZZI A., CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982) - *Il Plio-Pleistocene del sottosuolo del bacino pugliese (Avanfossa appenninica).* Geologica Romana, **21**, 1-28.
- BOENZI F., CALDARA M. & PENNETTA L. (1992) - *Osservazioni stratigrafiche e geomorfologiche nel tratto meridionale della piana costiera del Tavoliere di Puglia.* Geogr. Fis. Dinam. Quat., **14**, 23-31.
- BONARDI G., D'ARGENIO B. & PERRONE V. (EDS.) (1988) - *Carta geologica dell'Appennino meridionale. Scala 1:250.000.* CNR/Cartografi a SELCA. Roma/Firenze.
- BONI A., CASNEDI R., CENTAMORE E., COLANTONI P., CREMONINI G., ELMI C., MONESI A., SELLI R. & VALLETTA M. (1969) - *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia. F° 155 "San Severo".* Serv. Geol. d'It. Roma.
- CALDARA M. & PENNETTA L. (1991) - *Pleistocene buried abrasion platforms in southeastern "Tavoliere" (Apulia, southern Italy).* Giornate di studio sul tema "Terrazzi marini e linee di costa pleistoceniche". Il Quaternario, **4** (2), 303-309.
- CALDARA M. & PENNETTA L. (1993) - *Nuovi dati per la conoscenza geologica e morfologica del Tavoliere di Puglia.* Bonifica, **8**, 25-42.
- CAPUANO N., PAPPAFICO G. & AUGELLI G. (1996) - *Ricostruzione dei sistemi deposizionali plio-pleistocenici del margine settentrionale dell'avanfossa pugliese.* Mem. Soc. Geol. It., **51** (1), 273-293.
- CIARANFI N., MAGGIORE M., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G. & WALSH N. (1979) - *Considerazioni sulla neotettonica della Fossa bradanica.* Contr. Prel. Realiz. Carta Neotettonica d'Italia. Pubbl. n° 251 del P.F., 73-95, Napoli.
- CIARANFI N. & RAPISARDI L. (1979) - *Osservazioni preliminari sulla neotettonica dei Fogli 155 "San Severo", 163 "Lucera".* Contr. Prel. Realiz. Carta Neotettonica d'Italia. Pubbl. n° 251 del P.F., 39-45, Napoli.
- CIARANFI N., GHISSETTI F., GUIDA G., IACCARINO S., LAMBIASE S., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G., TORRE M., TORTORICI L. & VEZZANI L. (1983) - *Carta neotettonica dell'Italia meridionale.* Pubbl. 515 del P.F. Geodinamica.
- CITA M.B., CAPRARO L., CIARANFI N., DI STEFANO E., LIRER F., MAIORANO P., MARINO M., RAFFI I., RIO D., SPROVIERI R., STEFANELLI S. & VAI G.B. (2008) - *The Calabrian Stage.* Episodes, **31**, 4, 408-419.
- CITA M.B., CAPRARO L., CIARANFI N., DI STEFANO E., MARINO M., RIO D., SPROVIERI R. & VAI G.B. (2006) - *Calabrian and Ionian: A proposal for the definition of Mediterranean stages for the Lower and Middle Pleistocene.* Episodes, **29**, 2, 107-114.
- CREMONINI G., ELMI C. & SELLI R. (1971) - *Note illustrative della C.G. d'It., Foglio 156 "S. Marco in Lamis".* Serv. Geol. d'It., Roma.
- CROSTELLA A. & VEZZANI L. (1964) - *La Geologia dell'Appennino Foggiano.* Boll. Soc. Geol. It., **83** (1), 121-141.
- D'ALESSANDRO A. & LA PERNA R. (2004) - *The "cocooned" mytilid Amygdalum (Bivalvia), palaeontological observations from the Upper Pliocene.* Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, **110** (3), 725-731.
- DARLYMPLE R.W., BOYD R. & ZAITLIN B.A. (1994) - *History of research, types and internal organization of incised-valley systems: introduction to the volume.* In: R.W. Dalrymple, R. Boyd and B.A. Zaitlin,

- Editors, *Incised-Valley Systems: Origin and Sedimentary Sequences*, *SEPM Spec. Publ.* vol. **51** (1994), pp. 3-10.
- DELANO SMITH C. (1978) - *Daunia vetus. Terra, vita e mutamenti sulle coste del Tavoliere*. Amm. Prov. di Capitanata, 249, Foggia.
- DOGLIONI C., MONGELLI F. & PIERI P. (1994) - *The Puglia uplift (SE Italy). An anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere*. *Tectonics*, **13**, 1309-1321.
- GALLICCHIO S., PIERI P., FESTA E., MORETTI M. & TROPEANO M. (2002) - *Caratteri geologici del Foglio 407 "San Bartolomeo in Galdo"*. *Cartografia Geologica*. Bologna, Febbraio 2002, **3**, 136-139.
- GIBBARD P. L., HEAD M. J., WALKER M. J. C. & S. S. (2010) - *Formal ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma*. *Journal of Quaternary Science*, **25** (2) 96-102.
- JACOBACCI A., MALATESTA A., MARTELLI G. & STAMPANONI G. (1967) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 Foglio 163 Lucera*. 48 pp.
- MAASCH K.A. & SALTZMANN B. (1990) - *A low-order dynamical model of global climate variability over the full Pleistocene*. *Jour. of Geoph. Res.*, **95**, 1955-1963
- MERLA G., ERCOLI A. & TORRE D. (1969) - *Note illustrative della C.G. d'It.: Foglio 164 "Foggia"*. *Serv. Geol. d'It.*, Roma.
- MOCCIA F. (1993) - *Caratteri geomorfologici di particolare interesse per l'area occidentale del Tavoliere*. *Bonifica*, **8**, 89-94.
- MUDELSEE W. & STATTEGER K (1997) - *Exploring the structure of the mid-Pleistocene revolution with advance methods of time-series analysis*. *Geol. Rundschau*. **86**, 499-511
- ORI G.G. (1988) - *Facies e geometrie deposizionali dei sedimenti fluviali* - *Giornale di Geologia*, ser.3a, **50/1-2**, 39-67.
- PAREA G. C. (1986) - *I terrazzi marini tardo-pleistocenici del fronte della Catena appenninica in relazione alla geologia dell'Avanfossa adriatica*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**, 913-936.
- RICCHETTI G. (1965) - *Alcune osservazioni sulla serie della Fossa Bradanica. Le «Calcareniti di M. Castiglione»*. «*Boll. Soc. Natur. Napoli*», **74**, 243-251, Napoli.
- 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., SPROVIERI R., CASTRADORI D. & DI STEFANO E. (1998) - *The Gelasian Stage (Upper Pliocene): A new unit of the global standard chronostratigraphic scale. Episodes*, **91**, 82-87.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (in stampa) - Foglio 396 "San Severo" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.
- SPALLUTO L. & MORETTI M. (2006) - *Evidenze di neotettonica (Pliocene medio-Pleistocene superiore) nel settore occidentale del Promontorio del Gargano (Italia meridionale)*. *Il Quaternario*, **19**(1), 143-154.
- TROPEANO M., SABATO L. & PIERI P. (2002) - *Filling and cannibalization of a foredeep: the Bradanic Trough (Southern Italy)*. In *"Sediment Flux to Basins: Causes, Controls and Consequences"* (S.J. Jones and L.E. Frostick, Eds.), pp. 55-79. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* **191**, London.

Ms. ricevuto il 17 settembre 2009  
 Testo definitivo ricevuto il 6 ottobre 2010

Ms. received: September 17, 2009  
 Final text received: October 6, 2010