

# Il comportamento tettonico e sedimentario del bacino d'avanfossa Bradanica durante il Pleistocene inferiore

## *Tectonic and sedimentary behaviour of the Bradanic Foredeep basin during Early Pleistocene*

LAZZARI M. (\*)

**RIASSUNTO** - L'Avanfossa Bradanica è un bacino di sedimentazione facente parte dell'avanfossa post-messiniana (Avanfossa Adriatica), migrata verso est con diverse fasi deformative tra il Pliocene ed il Pleistocene inferiore. Assieme al *peripheral bulge* delle Murge (Avampaese Apulo) costituisce l'espressione e l'effetto strutturale della subduzione litosferica della piattaforma Apula al di sotto della catena Appenninica. Il settore centrale del bacino è caratterizzato da un marcato restringimento dovuto al suo particolare assetto strutturale. A causa di ciò i due margini del bacino si trovano oggi in affioramento a soli 20 km di distanza ed in profondità a soli 1.5 km. I due domini tettonici, convergendo in corrispondenza dell'alto strutturale di Lavello-Banzi, favorirono, infatti, l'arresto della propagazione dei thrusts appenninici in profondità con una conseguente sensibile riduzione dei tassi di subsidenza e dello spazio di accomodamento nel bacino bradanico. Questo evento comportò l'inizio della fase regressiva Pleistocenica di mare basso ed il progressivo colmamento del bacino, sia verso NE (Adriatico) che verso S-SE (Ionio) con la messa in posto di depositi di provenienza appenninica. In accordo con tale dato, la fisiografia del bacino cambiò drasticamente in tempi relativamente brevi sviluppando un profilo asimmetrico sia in senso trasversale che longitudinale.

Al fine di valutare e definire, in un contesto geologico-strutturale regionale, i vincoli tettonici che hanno rappresentato l'elemento di controllo nello sviluppo della geometria del bacino dell'Avanfossa Bradanica durante il Pleistocene inferiore, in questo lavoro sono stati riesaminati criticamente i lavori ed i dati presenti in letteratura anche attraverso l'analisi e l'interpretazione di dati profondi (Pozzi e profili sismici a riflessione). In tal modo il lavoro di revisione vuol focalizzare meglio lo sviluppo delle ultime fasi evolutive del bacino bradanico attraverso un'analisi sintetica dei dati profondi, legati in parte alle evidenze di superficie, proponendo anche una ricostruzione della locale architettura del bacino.

**PAROLE CHIAVE:** geodinamica, avanfossa Bradanica, profili sismici, Pleistocene, Italia meridionale.

**ABSTRACT** - The Bradanic foredeep is a Pliocene and Pleistocene sedimentary basin portion of the post-

Messinian Apennines foredeep (Adriatic foredeep), which migrated towards east with several deformative phases during the Pliocene and early Pleistocene. Together with the Murge peripheral bulge (Apulian Foreland) the Bradanic foredeep is the shallow crustal expression of the Apulian or Adria lithosphere subduction. The central sector of the basin is characterized by a structural narrowing with the two basin margins are far 20 km in outcrop and 1.5 km in depth. The two tectonic domains converging in correspondence of the Lavello-Banzi structural high stopped the thrusts propagation with a drastic reduction of the subsidence rates and accommodation space of the foredeep basin. This event induced the beginning of a Pleistocene regressive phase with a shallow water sea phase and the progressive basin filling either toward northeast (Adriatic sea) or toward southeast (Ionian sea) for the imposing of sedimentary supplies of Apennine origin. In agreement with this datum, the physiography of the basin changed, developing either transversal or axial asymmetry and inducing the sedimentation of the outcropping Bradanic foredeep succession.

To evaluate the possible tectonic constraints in a regional structural context as a control-element of the basin architecture of the Bradanic foredeep basin during early Pleistocene, in this work several data and models existing in literature have been re-examined also through the analysis and interpretation of deep data (wells and seismic profiles). This review contribution aims to focus on a better definition of the last evolutive phases of the Bradanic basin by means of new synthetic analysis of deep data related to surface evidences and proposing a local basin-architecture reconstruction.

**KEYWORDS:** geodynamics, Bradanic foredeep, seismic profiles, Pleistocene, southern Italy.

### 1. - INTRODUZIONE

Il contesto geologico regionale nel quale va inquadrata l'area di studio è quello di un bacino di sedimentazione (Avanfossa Bradanica) di età plio-

(\*) C.N.R. - I.B.A.M., Area di ricerca Zona industriale, C/da S. Loja - 85050 Tito Scalo (PZ) m.lazzari@ibam.cnr.it

cenica e pleistocenica, compreso tra l'Appennino meridionale ad Ovest e l'Avampaese Apulo (Murge settentrionali) ad Est (fig. 1). Essa è parte dell'avanfossa appenninica post-messiniana (Avanfossa Adriatica; CRESCENTI, 1975) migrata, con diverse fasi deformative, verso Est durante il Pliocene e parte del Pleistocene (CARISSIMO *et alii*, 1962; RICCHETTI & SCANDONE, 1979; CASERO *et alii*, 1988; ROYDEN *et alii*, 1987; MARSELLA *et alii*, 1992; PATACCA & SCANDONE, 2001) ed è, assieme all'inarcamento o *peripheral bulge* (fig. 2) dell'avampaese apulo (RICCHETTI e MONGELLI, 1980; ROYDEN & KARNER, 1984; ROYDEN *et alii*, 1987; GHISETTI & VEZZANI, 1999; BILLI & SALVINI, 2003), espressione della subduzione litosferica della piattaforma Apula o Adria (MALINVERNO & RYAN, 1986; LOCARDI & NICOLICH, 1988; DOGLIONI, 1991, 1993; DOGLIONI *et alii*, 1991, 1994, 1999). Spostandosi dalle Murge verso la zona assiale della catena Appenninica sia le sezioni sismiche che i pozzi profondi (MOSTARDINI & MERLINI, 1986; PIERI & MATTAVELLI, 1986; SELLA *et alii*, 1988) mostrano una graduale immersione della piattaforma Apula e della sua copertura terrigena pliocenica al di sotto del fronte esterno dei *thrusts* alloctoni appenninici.

Un tale assetto strutturale del bacino d'avanfossa bradanica ha da sempre suscitato grande interesse nella comunità scientifica e nelle maggiori compagnie petrolifere soprattutto per quanto concerne le ricerche d'idrocarburi fossili sia per il suo assetto strutturale che per i favorevoli carat-

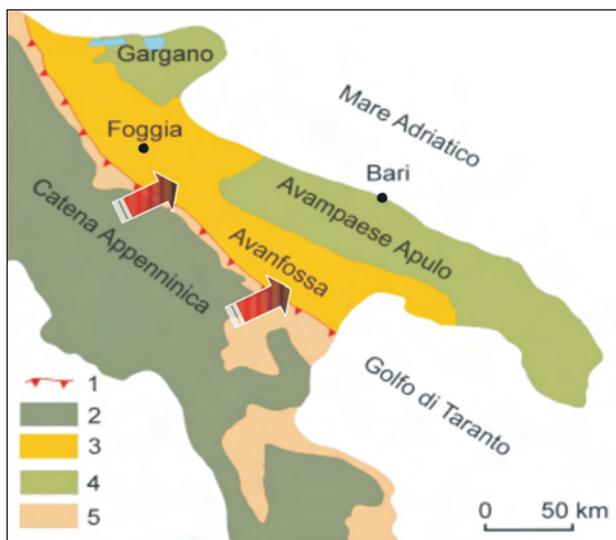


Fig. 1 - Rappresentazione semplificata dei domini strutturali in Italia meridionale. Legenda: 1) Fronte dell'alloctono affiorante; 2) Dominio di catena; 3) Depositi di avanfossa; 4) Dominio d'avampaese calcareo; 5) Fronte esterno della catena e bacini di piggy back.

- Schematic representation of the southern Italy structural domains. Legend: 1) outcropping buried thrusts front; 2) Chain domain; 3) Foredeep deposits; 4) Calcareous foreland domain; 5) outer thrust-belt front and piggy-back basins.

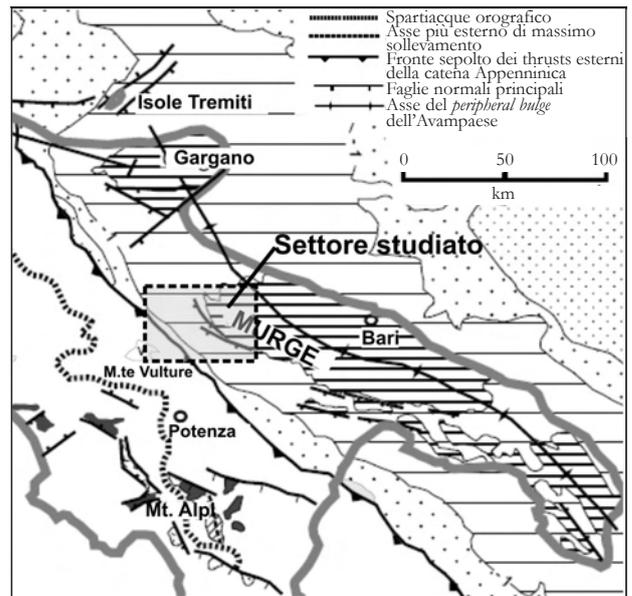


Fig. 2 - Schema morfostrutturale con indicazione dell'area di studio (mod. da GHISETTI & VEZZANI, 1999).

- Morphostructural scheme and study area (mod. by GHISETTI & VEZZANI, 1999).

teri stratigrafico-sedimentologici. Numerosi studi (CARISSIMO *et alii*, 1962; MOSTARDINI & MERLINI, 1986; PIERI & MATTAVELLI, 1986; SELLA *et alii*, 1988; MATTAVELLI & NOVELLI, 1990) sono stati, infatti, finalizzati all'individuazione di trappole strutturali e riserve d'idrocarburi.

Solo durante l'ultimo decennio una particolare attenzione è stata rivolta all'approfondimento della storia sedimentaria del bacino e dei caratteri strutturali ad essa associati, quali importanti elementi diagnostici per ricostruire le cause e le modalità che hanno favorito il colmamento del bacino stesso.

La scelta di questo settore d'avanfossa quale area di studio è, dunque, legata alle particolari condizioni strutturali che la caratterizzano. In quest'area il bacino, caratterizzato da una successione di colmamento plio-pleistocenica spessa 2-3 km, mostra, infatti, un marcato restringimento (fig. 3) con i due margini affioranti del bacino distanti poco più di 20 km (BONARDI *et alii*, 1988).

## 2. - CONOSCENZE PRECEDENTI

Il termine Fossa bradanica è stato introdotto da MIGLIORINI (1937) per indicare una depressione tettonica, che precedentemente era stata indicata come "Fossa premurgiana", come "Stretto delle Puglie" (GIGNOUX, 1913) e, infine, come "Puglia bradanica" (SACCO, 1911).

L' "Avanfossa Adriatica o Appenninica" (CRESCENTI, 1975), è un bacino asimmetrico a

sedimentazione terrigena, localizzato lungo il margine esterno della catena appenninica ed esteso dal F. Fortore allo Ionio (Golfo di Taranto). La sua formazione è stata ricondotta all'azione del carico flessurale prodotto dai processi di subduzione litosferica (ROURE *et alii*, 1991).

L'evoluzione tettonico-sedimentaria del segmento meridionale d'avanfossa appenninica preso in esame, che comprende parte dei bacini pugliese e lucano (*sensu* CRESCENTI, 1971), ha inizio nel Pliocene inferiore, quando, a causa del progressivo avanzamento del fronte appenninico, il bacino è interessato da una generale migrazione verso E degli assi di subsidenza e delle relative depressioni (CASNEDI, 1988a). Il bacino, si presenta così con un margine interno instabile, con tendenza ad un forte sollevamento, ed un margine esterno subsidente che coinvolge via via, aree d'avampaese già dislocate verso la catena.

In particolare, nell'area considerata vengono distinte due successioni, una per il margine appenninico l'altra per il margine murgiano. La prima successione è caratterizzata dalla presenza di una coltre alloctona, interpostasi alla successione argilloso-sabbiosa pliocenica e pleistocenica in seguito alla fase tettonica mediopliocenica, e da sedimenti trasgressivi sul substrato carbonatico; la seconda è rappresentata solo da depositi trasgressivi sui calcari murgiani.

L'assetto tettonico-strutturale di questo bacino è stato dedotto e studiato largamente (CRESCENTI, 1975; BALDUZZI *et alii*, 1982a; 1982b; CASNEDI *et alii*, 1982; CASNEDI, 1988a; 1991) sulla base, fondamentalmente, dei dati di profondità diretti ed indiretti (profili sismici, log elettrici e sondaggi; SELLA *et alii*, 1988). Il substrato prepliocenico del bacino è costituito da sedimenti medio-miocenici o più antichi (CRESCENTI, 1975) riconosciuti solo in pozzi profondi, quali Banzi 1 e Lavello 1.

I settori attualmente occupati da tale bacino assumono, tra l'Eocene ed il Miocene inferiore, il carattere d'avampaese instabile (SELLA *et alii*, 1988). Durante l'Eocene si depositano calcari a nummuliti e breccie calcaree con intercalazioni di livelli basaltici ("Breccie di Lavello", MIGLIORINI, 1944; SELLA *et alii*, 1988), il cui spessore complessivo, evidenziato nei pozzi Lavello e Genzano (CARISSIMO *et alii*, 1962) raggiunge i 450 m. Nello stesso periodo si ha una fase tettonica di carattere distensivo, che interessa il bacino d'avanfossa e la piattaforma apula.

Alla fine dell'Eocene si registra un'emersione generale dell'area che induce una ridotta o assente sedimentazione durante il Miocene, mancando del tutto nell'Oligocene.

Al di sopra del substrato pre-pliocenico trasgredisce, poi, la successione pliocenica con livelli via via più recenti verso sudest, dal Pliocene medio a *G. aemiliana* al Pliocene superiore a *G. inflata* (CRESCENTI, 1975).

Per tale successione (BALDUZZI *et alii*, 1982b) hanno delineato un quadro stratigrafico che contempla tre intervalli sedimentari, ovvero:

- Un intervallo argilloso-marnoso di base (pretorbiditico), trasgressivo su un substrato prepliocenico, sedimentatosi dal Pliocene inferiore al Pleistocene con un sensibile diacronismo (l'età si ringiovanisce da O verso E e da N verso S); questo intervallo precede la fase di massima subsidenza dell'avanfossa;
- Un intervallo sabbioso-argilloso intermedio (torbiditico), corrispondente alla fase di riempimento, di età compresa tra il Pliocene medio ed il Pleistocene inferiore;
- Un intervallo delle argille e sabbie sommitali (post-torbiditico), di età pleistocenica, che rappresenta il deposito di colmamento dell'avanfossa in connessione al sollevamento del bordo esterno dell'Appennino lucano.

Recenti studi (LAZZARI & PIERI, 2002) hanno dimostrato che il momento topico della storia evolutiva del bacino d'avanfossa bradanico è

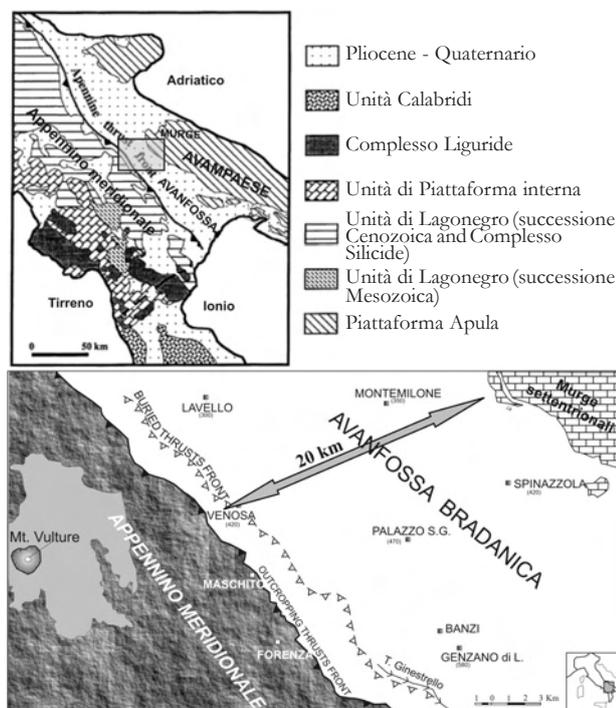


Fig. 3 - Settore d'avanfossa bradanica in cui i due margini di bacino sono distanti poco meno di 20 km.  
- Bradanic foredeep sector where the basin margins are far about 20 km.

avvenuto tra la fine del Pliocene ed il Pleistocene inferiore, quando il fronte dei thrusts appenninici sepolto veniva inibito nella sua propagazione verso est dalla rampa tettonica regionale della Piattaforma carbonatica apula ribassata verso ovest a causa della subduzione litosferica.

I due domini tettonici, ovvero il fronte della catena appenninica e l'avampaese apulo, infatti, convergendo all'altezza dell'alto strutturale di Lavello-Banzi ("dorsale mesobradanica", JABOLI & ROGER, 1954; RICCHETTI, 1980; BALDUZZI *et alii*, 1982a; 1982b; CASNEDI *et alii*, 1982; CASNEDI, 1988a; 1988b; SELLA *et alii*, 1988) inibirono la propagazione dei *thrusts* inducendo una drastica riduzione dei tassi di subsidenza del bacino d'avanfossa (DOGLIONI *et alii*, 1991; PIERI *et alii*, 1996) e l'inizio di una fase di superficializzazione del bacino.

Verso la fine dell'Emiliano e l'inizio del Siciliano, infatti, il settore settentrionale del bacino d'avanfossa (PIERI *et alii*, 1994), caratterizzato da una marcata asimmetria trasversale ed assiale, viene così ad essere interessato da una sedimentazione di mare basso che, a causa dei copiosi apporti sedimentari appenninici, segna l'inizio del colmamento del bacino con una successione regressiva continua (VALDUGA, 1973; LAZZARI, 1999; LAZZARI & PIERI, 2002).

Durante il Siciliano il settore settentrionale del bacino è ormai colmato e diviene sede di eventi erosionali ed alluvionali (PIERI *et alii*, 1994; 1996) e la sedimentazione marina avviene solo nei settori centromeridionali della Fossa bradanica.

### 3. - CARATTERI STRATIGRAFICI E DEPOSIZIONALI DELL'AVANFOSSA BRADANICA

Il riempimento di tale bacino ha inizio durante la parte alta del Pliocene inferiore-medio, su un'ampia area subsidente dell'Avampaese apulo (CIARANFI *et alii*, 1979). Lo spessore complessivo della successione bradanica supera i 2000 m; la parte sepolta della successione, infrapliocenico-infrapleistocenica, è principalmente caratterizzata da un complesso torbiditico (CASNEDI, 1988; 1991), mentre la parte affiorante quaternaria, è costituita da argille siltose emipelagitiche (VALDUGA, 1973; CIARANFI *et alii*, 1979), al di sopra delle quali si rinvencono depositi grossolani di mare basso, silicoclastici, meno diffusamente carbonatici, relativi sia alle ultime fasi di riempimento dell'avanfossa (RICCHETTI, 1967) sia al successivo sviluppo di depositi marini terrazzati (VEZZANI, 1967). La parte più interna dell'intera

successione di riempimento è caratterizzata dalla presenza del cosiddetto "alloctono", un complesso di terreni caotici di età pre-pliocenica che si interpone ai depositi di avanfossa sovrapponendosi a quelli torbiditici di età pliocenico-infrapleistocenica (CASNEDI *et alii*, 1982).

La parte alta affiorante della successione plio-pleistocenica, spesso all'incirca 600 m, è rappresentata da depositi argillosi emipelagitici passanti in alto a una serie di depositi generalmente grossolani.

La storia evolutiva del bacino, per quanto riguarda i depositi affioranti, è caratterizzata inizialmente da subsidenza parzialmente compensata da sedimentazione emipelagitica; dal Pleistocene inferiore (Emiliano), a partire dal settore centrale del bacino (area di Banzi e Genzano), si produce il colmamento a causa del sollevamento tettonico che interessa la regione (LAZZARI & PIERI, 2002 cum bibl.). Sulle emipelagiti, rappresentate dalle Argille subappennine (AZZAROLI *et alii*, 1968; VALDUGA, 1973; CIARANFI *et alii*, 1979), si accumulano quindi depositi grossolani di mare basso e/o continentali, corrispondenti allo stadio regressivo della storia evolutiva del bacino (PIERI *et alii*, 1996). Secondo la Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) questi depositi, accumulatisi per meccanismi aggradazionali, costituiscono corpi tabulari attribuibili alle seguenti formazioni: Sabbie di Monte Marano, Calcareniti di Monte Castiglione, Sabbie dello Staturo, Conglomerato di Irsina (RICCHETTI, 1965, 1967; AZZAROLI *et alii*, 1968; BOENZI *et alii*, 1971a, 1971b; VALDUGA, 1973).

Studi più recenti, sia di carattere regionale (PIERI *et alii*, 1996; TROPEANO *et alii*, 2002a, 2002b) che locale (SABATO, 1996; LAZZARI, 1999; LAZZARI & PIERI, 2002; PIERI *et alii*, 2004), mostrano però un quadro geologico-stratigrafico molto differente. Da questi lavori risulta che i depositi sabbioso-conglomeratici relativi alle fasi finali di riempimento della Fossa bradanica si rinvencono in contatto sia transizionale che erosivo sulle Argille subappennine e che alcuni corpi conglomeratici sono intercalati alle successioni sabbiose con facies variabili da marino-transizionali a continentali (MASSARI & PAREA, 1988, 1990; SABATO, 1996; LAZZARI, 1999; LAZZARI & PIERI, 2002).

LAZZARI & PIERI (2002), in particolare, hanno definito per la parte alta del ciclo bradanico 3 unità stratigrafico - deposizionali di rango superiore che dal basso verso l'alto sono così caratterizzate:

1. la Formazione delle Argille Subappennine o FAS (AZZAROLI *et alii*, 1968), che costituisce la base stratigrafica della successione regressiva ed è

caratterizzata da depositi siltoso-argillosi e sabbioso-argillosi, laminati e bioturbati, riferibili ad un ambiente di piattaforma di mare poco profondo, per i quali è stato possibile fornire localmente anche un dato cronologico per la presenza nell'associazione microfaunistica di *Hyalinea balthica*, che ha permesso di riferire tali sedimenti ad un'età non più antica dell'Emiliano. Tale datazione è stata confermata e precisata dall'analisi dei nannofossili calcarei, tramite la quale è stato possibile riferire l'unità argilloso-sabbiosa al Siciliano, per la comune presenza di small *Gephyrocapsa* (LAZZARI, 1999).

2. Unità informale dei Depositi Regressivi sabbioso-conglomeratici (DRsg), costituita da corpi sabbiosi (DRs) e/o conglomeratici (DRsg), unità stratigrafico-deposizionali informali di rango inferiore, comprendenti litofacies marine e/o continentali, riferibili a sistemi deposizionali transizionali (deltizi e costieri) ed a sistemi continentali (piane alluvionali), posti tra loro in rapporto di continuità (passaggio graduale) e/o di disconformità (contatto erosivo). Presentano spessori variabili tra i 20 ed i 130 m e costituiscono corpi progradanti verso NE, E e SE, a seconda della posizione occupata nel bacino. Alla base sono presenti facies di transizione alla piattaforma, che verso l'alto passano in continuità di sedimentazione ai succitati depositi marini e/o continentali. Sulla base di alcuni parametri, quali l'attuale posizione altimetrica, la quota del contatto con la FAS, gli spessori e la direzione di progradazione, gli Autori hanno distinto più unità diacrone. In virtù dei rapporti stratigrafici con i depositi tufitici e fluvio-lacustri, legati all'attività del Vulture (PICCARRETA & RICCHETTI, 1970), che colmano le profonde valli incise nei depositi regressivi, e che studi recenti (RAYNAL *et alii*, 1998; BONADONNA *et alii*, 1998) hanno riferito al Pleistocene medio (650 Ma), gli stessi Autori hanno riferito l'unità ad un'età compresa fra il Pleistocene inferiore (Siciliano) ed il Pleistocene medio p.p.

3. Unità informale dei Depositi alluvionali sommitali post-regressivi (DPR), non sempre presente, costituita in prevalenza da facies alluvionali conglomeratiche e più raramente sabbiose, fortemente arrossate, poste in contatto erosivo sulla sottostante unità DRsg. La loro deposizione è da riferire ad episodi di alluvionamento successivi agli eventi sedimentari caratterizzanti le fasi di colmamento del bacino e di emersione della paleosuperficie regressiva, quindi, non appartenenti alla successione regressiva. La presenza di depositi tufitici e fluvio-lacustri del Vulture al top di tali depositi, inoltre, permettono di riferire

l'unità al Pleistocene medio p.p.

I nuovi dati stratigrafici di dettaglio (LAZZARI, 1999; LAZZARI & PIERI, 2002) hanno evidenziato che tale colmamento si è realizzato con modalità di tipo progradazionale dei corpi sedimentari e non già aggradazionale come ritenuto fino a pochi anni fa, e come ancora oggi riportato nella cartografia geologica d'Italia ufficiale. Il solo dato litostratigrafico definisce, pertanto, una successione stratigrafica che, se confrontata con quelle note in letteratura (Sabbie di M.te Marano e Conglomerato d'Irsina), evidenzia la difficoltà oggettiva nel ricondurre la stessa a queste ultime, fatta eccezione per la FAS, in quanto i rapporti stratigrafici esistenti tra le varie unità regressive, nonché la loro natura ed i meccanismi deposizionali (progradazione, anziché aggradazione), che ne dettano le geometrie, appaiono ben diversi da quelli riportati nella cartografia ufficiale (VALDUGA, 1973; RICCHETTI, 1967).

Dall'analisi e correlazione delle successioni studiate da LAZZARI & PIERI (2002) è scaturito un modello stratigrafico-deposizionale (fig. 4), secondo il quale la sedimentazione dei depositi regressivi è stata controllata dal sollevamento regionale (CIARANFI *et alii*, 1983) e da altri fattori d'interferenza (variazioni relative del l.m., quantità degli apporti, condizionamenti e caratteri morfostrutturali del fondo del bacino, tettonica sin-sedimentaria). In particolare, prendendo in considerazione le direzioni di progradazione, la distribuzione altimetrica dei depositi regressivi (da quota 620 m nell'area di Genzano1 a 420 m di Spinazzola) e tenendo conto della progressiva distanza dall'area di alimentazione (margine appenninico), gli Autori hanno delineato un'ipotesi di successione temporale degli eventi sedimentari.

La deposizione della successione regressiva ha cominciato a svilupparsi nelle aree di margine appenninico, dove si ritrovano i depositi repressivi più vecchi e più alti (area di Genzano) dell'area bradanica, con versi di progradazione a NE, per poi spostarsi per momenti successivi verso aree depocentrali (Palazzo S.G.), con progradazioni verso E (margine apulo) e più orientali con progradazioni da SSO verso NNE (Montemilone) e da NO verso SE (Spinazzola). Queste ultime due direzioni contrapposte evidenziano come dal Pleistocene inferiore in poi la chiusura progressiva del bacino si vada sviluppando a nord verso il versante adriatico ed a sud verso il versante ionico (fig. 5).

Sulla base delle indicazioni paleogeografiche si può concludere che i depositi più ad ovest sono i più antichi ma anche i più alti nella originaria disposizione.

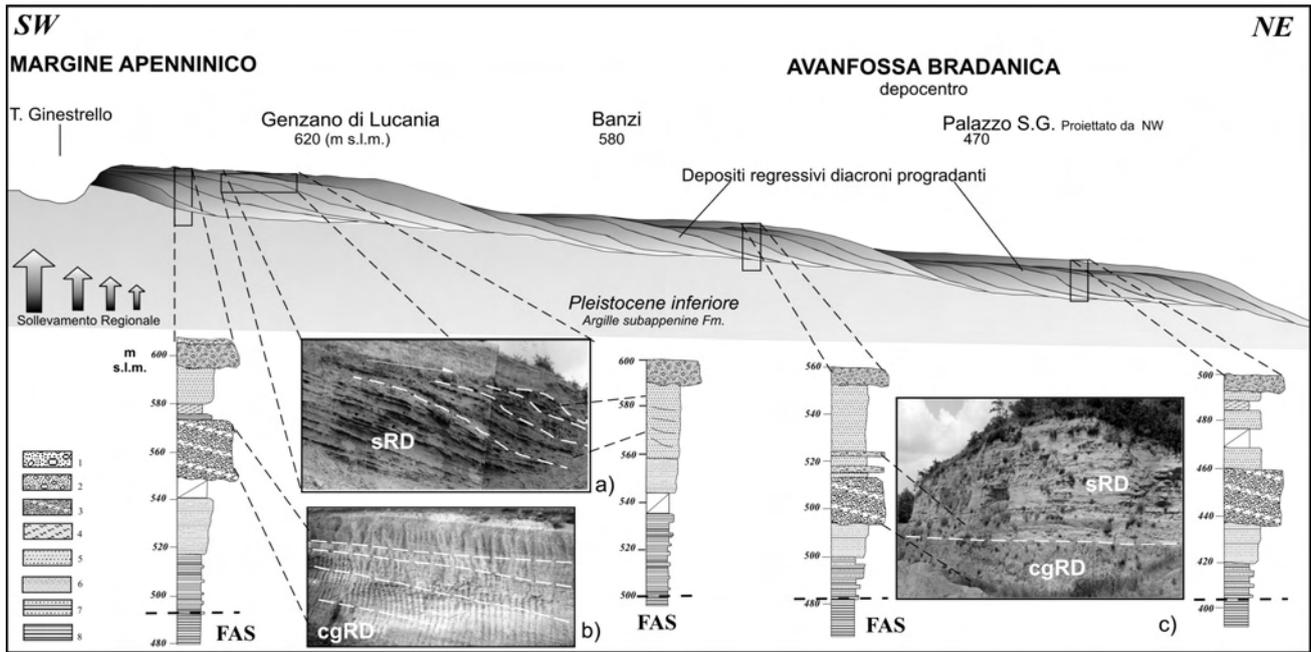


Fig. 4 - Rappresentazione schematica del modello stratigrafico-deposizionale della successione regressiva pleistocenica, sviluppato lungo un transetto SO-NE, trasversale all'asse del bacino, in un contesto di sollevamento regionale. Si evidenzia la disposizione terrazzata dei depositi sabbioso-conglomeratici (sRD e cgRD) diacroni e progradanti sulle argille di piattaforma (Formazione delle Argille subappennine), caratterizzati da successioni litostratigrafiche differenti, poste a quote via via più basse nel senso della progradazione (mod. da LAZZARI & PIERI, 2002). Le foto testimoniano le geometrie progradazionali dei corpi sedimentari (a e b) ed i rapporti stratigrafici differenti e talora invertiti (c) rispetto a quelli noti in letteratura. Legenda: 1) depositi post-regressivi; 2) conglomerati alluvionali; 3) conglomerati clinostratificati di spiaggia; 4) argille palustri; 5) depositi di piana e fronte deltizia; 6) depositi di spiaggia sommersa; 7) sabbie ed argille di transizione alla piattaforma; 8) argille di piattaforma (Formazione delle Argille subappennine).

- Schematic representation of the stratigraphic-depositional model of Pleistocene regressive succession in a context of regional uplift along a SW-NE transversal transept to the basin axis. It shows the terraced disposition of the pebbly-sandy deposits (sRD e cgRD), diachron and progradating on the offshore top, characterized from different lithostratigraphic successions, placed on lower altitudes as well the direction of progradations (mod. by LAZZARI & PIERI, 2002). Photos testify the progradational geometry of the sedimentary bodies (a and b) and the different stratigraphic relationships, often inverted (c), if compared with those known in literature. Legend: 1) post-regressive deposits; 2) alluvial conglomerates; 3) shoreface clino-conglomerate; 4) swamp clays; 5) deltaplaine and front deposits; 6) shoreface deposits; 7) offshore transition deposits; 8) offshore deposits (Formazione delle Argille subappennine).

Va tuttavia considerato che attualmente i depositi ricadenti nelle aree di Lavello, Venosa e Montemilone (fig. 5) sono disposti a quote relative s.l.m. (da 420 a 300 m) molto inferiori rispetto a quelle a cui si attestano attualmente i depositi dell'area di Genzano, Banzi, Palazzo S. Gervasio e Spinazzola-Acquatetta (da 620 a 420 m).

Una tale disposizione morfologica indurrebbe, infatti, a definire, secondo quanto detto in precedenza, un terrazzamento dei depositi di Lavello, Venosa e Montemilone in direzione SE-NO, in contraddizione con le direzioni di progradazione rilevate negli stessi depositi (da SO verso NE e da O verso E) ed in contrasto con il paleodrenaggio (da NO verso SE) dei depositi fluvio-lacustri e vulcanici rimaneggiati (fig. 5), legati all'attività del Vulture nel Pleistocene medio (PICCARRETA & RICCHETTI, 1970; RAYNAL *et alii*, 1998; BONADONNA *et alii*, 1998). Tali depositi si sono sviluppati e distribuiti, infatti, in corrispondenza di una paleovalle incisa nell'originaria superficie di regressione, ormai definitivamente emersa, che, solo successivamente agli episodi di alluvionamento (Pleistocene medio p.p.), ha subito un tilting regionale post-deposizionale, responsabile della dislocazione dei depositi regressivi e post-

regressivi. Tale basculamento ha interessato tutto il settore posto a nord di Palazzo S. Gervasio (fig. 5), inducendo una drastica variazione nello sviluppo dell'idrografia regionale (evidenza di diverse catture fluviali) attraverso la formazione di uno spartiacque superficiale, che ha diviso la paleovalle nelle due valli ad andamento opposto dei torrenti Basentello e Matinelle.

In un tale contesto i depositi regressivi di Lavello, posti in prossimità del margine appenninico, senza il controllo tettonico, avrebbero occupato una posizione altimetrica confrontabile con quella occupata attualmente dai depositi di Genzano di Lucania (625 m s.l.m.), giustificando così anche le direzioni di progradazione (verso E-NE) rilevata nei depositi regressivi.

Il modello stratigrafico-deposizionale prevede, quindi, una disposizione "terrazzata" dei depositi regressivi, la cui età è via via più recente nel senso della progradazione e della disposizione altimetrica (da Genzano a Spinazzola), sviluppatasi in un contesto di sollevamento regionale di tutta l'area e sembra essere confrontabile con quello definito dall'attuale disposizione dei Depositi marini terrazzati nell'area metapontina, caratterizzati da successioni litostratigrafiche simili ma d'età diffe-

rente (VEZZANI, 1967; BOENZI *et alii*, 1971a, 1971b; BRUCKNER, 1980; MASSARI & PAREA, 1990; MASSARI, 1997).

4. - ANALISI DEI DATI SISMO-STRATIGRAFICI PROFONDI

Uno dei settori chiave per comprendere e ricostruire le ultime fasi evolutive del settore bradánico dell'Avanfossa Adriatica è, come detto in precedenza, il settore centrale caratterizzato in affioramento da un marcato restringimento del bacino stesso e sede d'iniziodella fase di chiusura. Al fine di definire, in un contesto geologico regionale, quali potessero essere stati i possibili condizionamenti tettonici responsabili del colmamento del bacino e del suo attuale assetto strutturale asimmetrico, sono stati riesaminati i modelli stratigrafico-deposizionali esistenti in letteratura (JABOLI & ROGER 1954; MOSTARDINI & MERLINI, 1986; SELLA *et alii*, 1988; CASNEDI, 1982a, 1982b, 1988; PIERI *et alii*, 1996) e confrontati con dati di profondità (pozzi e profili sismici) più recenti inediti e/o reinterpretati.

In particolare, in questo contributo sono state studiate ed interpretate tre sezioni sismiche, chiamate rispettivamente PZ-445-81, PZ 328-78 e PZ 477-82V, fornite dall'U.N.M.I.G. (Ufficio Nazionale Minerario Idrocarburi e Geotermia, Sezione di Napoli) calibrandole con i vincoli stratigrafici forniti dai pozzi profondi Musacchio, Arcieri 1 (Long. 3°31'30" Lat. 40°53'40"), Calvino 1 (Long. 3°23'50" Lat. 40°57'51") e Forenza 2 e dal rilevamento in superficie.

4.1. - PROFILO SISMICO (POZZO MUSACCHIO)

Il profilo sismico PZ-445-81 è orientato SO-NE trasversalmente all'asse del bacino e si estende per circa 10 km dal margine appenninico (Torrente Ginestrello) verso gli abitati di Genzano di Lucania e Banzi (fig. 6). Il profilo (fig. 7), calibrato con i log dei pozzi Musacchio (profondità raggiunta di 2080 m) and Forenza 2 (profondità raggiunta di 2030 m) proiettati, rispettivamente, da 1 km a SE a 1,3 km da NO, focalizza alcuni dettagli strutturali e stratigrafici dei domini di catena ed avanfossa Appenninica, come ad esempio il sovrascorrimento del fronte sepolto

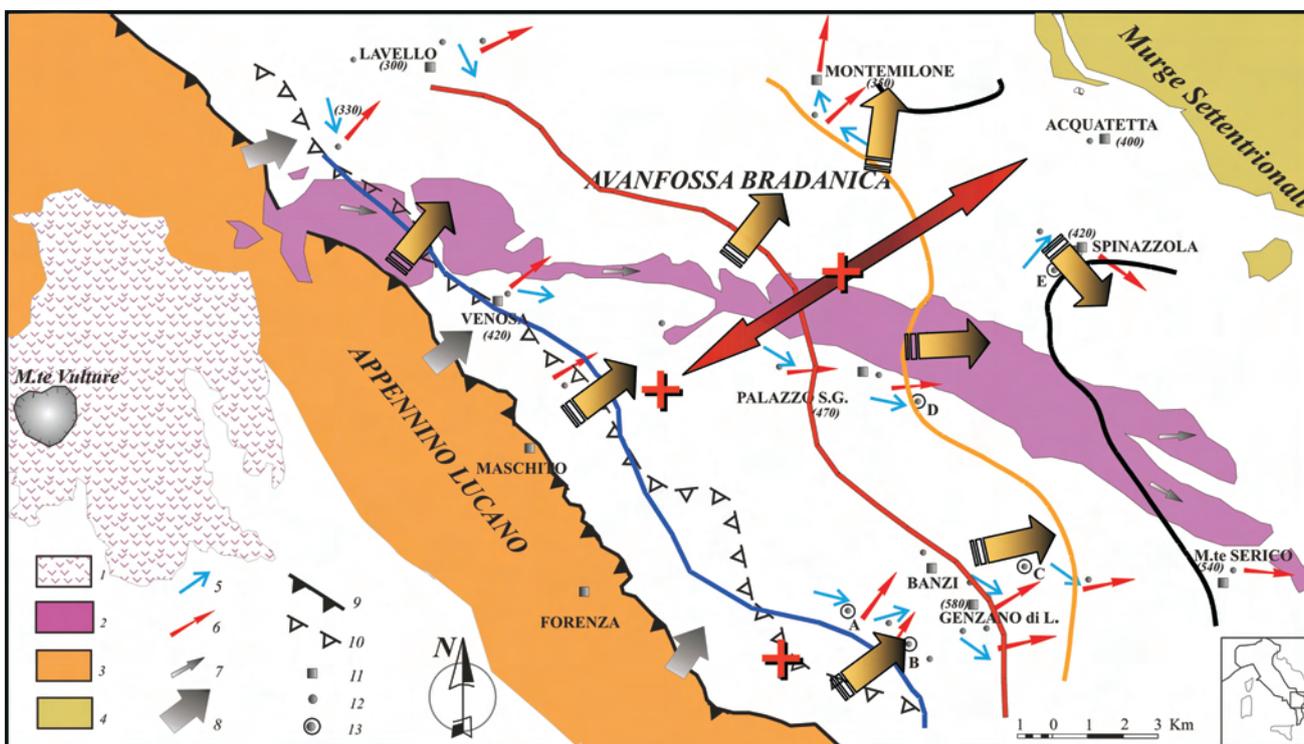


Fig. 5 - Carta delle paleocorrenti (mod. da LAZZARI & PIERI, 2002) e delle paleo linee di costa diacronale dal blu al nero con indicazione della chiusura progressiva del bacino e del settore caratterizzato dai tassi di sollevamento maggiori (+). Legenda: 1) depositi vulcanici del Monte Vulture; 2) depositi fluvio-lacustri e vulcanici rimaneggiati; 3) Unità appenniniche; 4) calcari cretacei dell'Avampaese apulo; 5) direzioni delle paleocorrenti; 6) progradazioni; 7) paleodrenaggio dei depositi fluvio-lacustri; 8) direzione degli apporti appenninici; 9) fronte appenninico affiorante; 10) fronte appenninico sepolto; 11) centri urbani; 12) sezioni stratigrafiche; 13) sezioni stratigrafiche di riferimento.

- Paleocurrents map and paleo coast-lines showing the progressive ending of the basin and of sector with higher uplift rates (+) (mod. by LAZZARI & PIERI, 2002). Legend: 1) Mt. Vulture volcanic deposits; 2) fluvial-lacustrine and reworked volcanic deposits; 3) Apennine units; 4) cretaceous limestones of the Apulia Foreland; 5) paleocurrents directions; 6) progradations; 7) fluvial-lacustrine deposits paleo-drainage; 8) sedimentary supply directions; 9) outcropping Apennine thrusts front; 10) buried Apennine thrusts front; 11) urban centres; 12) stratigraphic sections; 13) referring stratigraphic sections.

dei *thrusts* appenninici sui sedimenti d'avanfossa del Pliocene inferiore-medio, che a loro volta registrano la trasgressione terrigena sui calcari mesozoici di piattaforma. Questi ultimi sono dislocati verso SO con un sistema di faglie normali che raggiungono rigetti complessivi di 300-400 m ed una distanza dal fronte dei *thrusts* esterni di circa 3 km.

Al *top* dei calcari eocenici a Nummuliti la sequenza sismostratigrafica del Miocene inferiore-medio presenta i riflettori dei calcari marnosi progressivamente tiltati e ruotati verso NE (*grow strata*) a testimonianza dell'attività tettonica sin-sedimentaria delle faglie normali.

Una seconda sequenza è rappresentata dai riflettori piano-paralleli del Pliocene inferiore, che evidenziano la trasgressione pliocenica sui depositi del Miocene inferiore-medio. Verso l'alto gli orizzonti sismici dei depositi d'avanfossa del Pliocene superiore-medio coinvolti nella deformazione dei *thrusts* appenninici nella loro propagazione verso NE sono anch'essi tiltati e piegati. Segni di deformazione, seppur più blanda, sono presenti anche al di sopra di questi *thrusts*.

I depositi quaternari, rappresentati da calcilutiti e calcareniti di piattaforma, che lateralmente e verticalmente passano ad una sequenza regressiva sabbioso-conglomeratica costituita da corpi sedimentari marini e/o continentali di sistemi costieri, deltizi e di piana alluvionale, sono attraversati dal profilo, ma non avendo un'apprezzabile risoluzione nell'esplorazione sismica a bassa frequenza, non permettono di definire chiaramente i sismorizzonti di riferimento, soprattutto della parte alta della successione regressiva. Tuttavia, informazioni sullo stile strutturale che interessa tali depositi sono stati ottenuti dalle informazioni dirette (perforazione dei pozzi profondi Musacchio e Forenza 2 e pozzi più superficiali) ed indirette (esplorazione sismica ad alta risoluzione) condotte lungo il percorso di una galleria di drenaggio passante al di sotto dell'abitato di Genzano di Lucania lungo una direzione SO-NE per un'estensione di circa 2 km. L'esplorazione sismica è stata realizzata dall'*Engineering and Mining Seismic Department dell'Eötvös Lorand Geophysical Institute of Budapest* nel 1997, che ha permesso di acquisire informazioni dettagliate sui primi 200 metri della parte alta della successione regressiva del Pleistocene inferiore.

Il profilo sismico ad alta risoluzione (fig. 8) topograficamente corretto, evidenzia un sistema di faglie normali che disloca, con rigetti di ordine metrico, i depositi argillosi progradanti del Pleistocene inferiore (Formazione delle Argille subappennine). Tale sistema distensionale è stato localmen-

te attivo anche durante le prime fasi di colmamento del bacino come ben si evidenzia in affioramento da una tettonica sin-sedimentaria (*grow e pinch-out strata*) che disloca i depositi sabbioso-conglomeratici regressivi (fig. 8). Non si esclude, comunque, la possibilità che tale stile strutturale possa essere legato alla tettonica estensionale più profonda, anche se difficilmente documentabile trattandosi di rigetti di ordine metrico ed al massimo decimetrico dei sedimenti del Pleistocene inferiore, che non trovano risoluzione nei profili sismici a riflessione a bassa frequenza.

#### 4.2. - PROFILO SISMICO (POZZO ARCIERI 1)

Il profilo sismico PZ-328-78, calibrato con il log del pozzo Arcieri 1 (profondità raggiunta di 2050 m) è ubicato a nordovest del profilo PZ-445-81 (pozzo Musacchio) ed è orientato trasversalmente all'asse del bacino per circa 8 km nella zona depocentrale (fig. 9).

Esso evidenzia che il dominio d'avanfossa è stato interessato, almeno fino al Pliocene superiore, da un principale *trend* estensionale, responsabile della dislocazione dei calcari meso-cenozoici di piattaforma di circa 700 m e del coinvolgimento nella deformazione dei sismorizzonti del Pliocene medio-superiore. L'attività estensionale delle faglie normali legate alla subduzione della placca apula ha prodotto la subsidenza del bacino d'avanfossa e lo spazio di accomodamento sufficiente a permettere la deposizione di 2500 m di sedimenti Plio-Pleistocenici.

La figura 10a, in cui viene rappresentata, attraverso una carta delle isocrone, l'attuale conformazione del *top* dei depositi del Pliocene medio, mostra come i due limiti-margini deposizionali del bacino d'avanfossa, riferiti rispettivamente al limite sepolto delle falde alloctone appenniniche ad ovest e ad est dei calcari della piattaforma Apula ribassati per faglia, siano sempre più ravvicinati, delineando un corridoio strutturale che tende a restringersi spostandosi verso nord e nordovest. Tale posizione dei due margini rispecchia probabilmente quella del Pleistocene inferiore, mentre nel Pliocene medio gli stessi dovevano trovarsi in una posizione più interna dell'attuale con un corridoio strutturale più ampio.

#### 4.3. - PROFILO SISMICO (POZZO CALVINO 1)

Il profilo PZ-477-82V (fig. 11) è il più settentrionale dei profili considerati e si estende in prossimità del margine appenninico affiorante (nei pressi dell'abitato di Venosa) per circa 6 km, lungo un tracciato irregolare orientato trasversal-

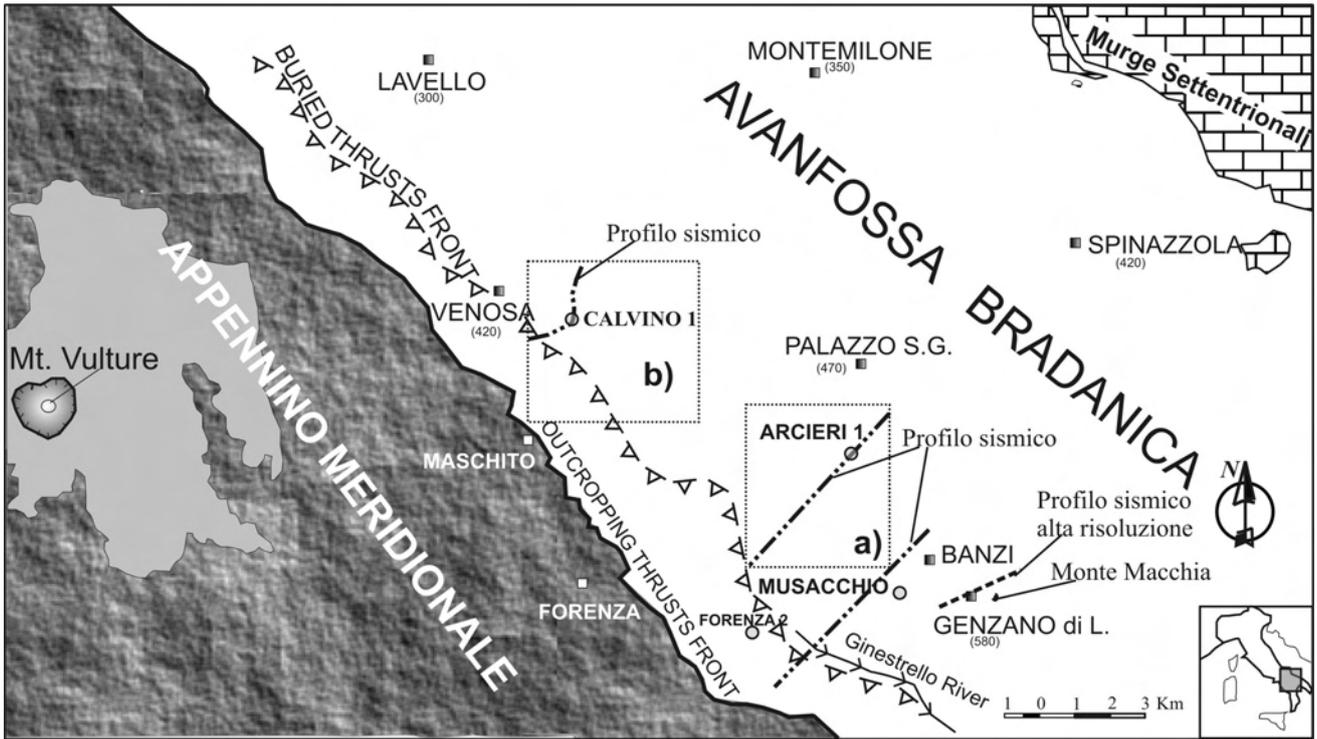


Fig. 6 - Ubicazione e tracciati dei profili sismici interpretati.  
 - Location of the seismic profiles.

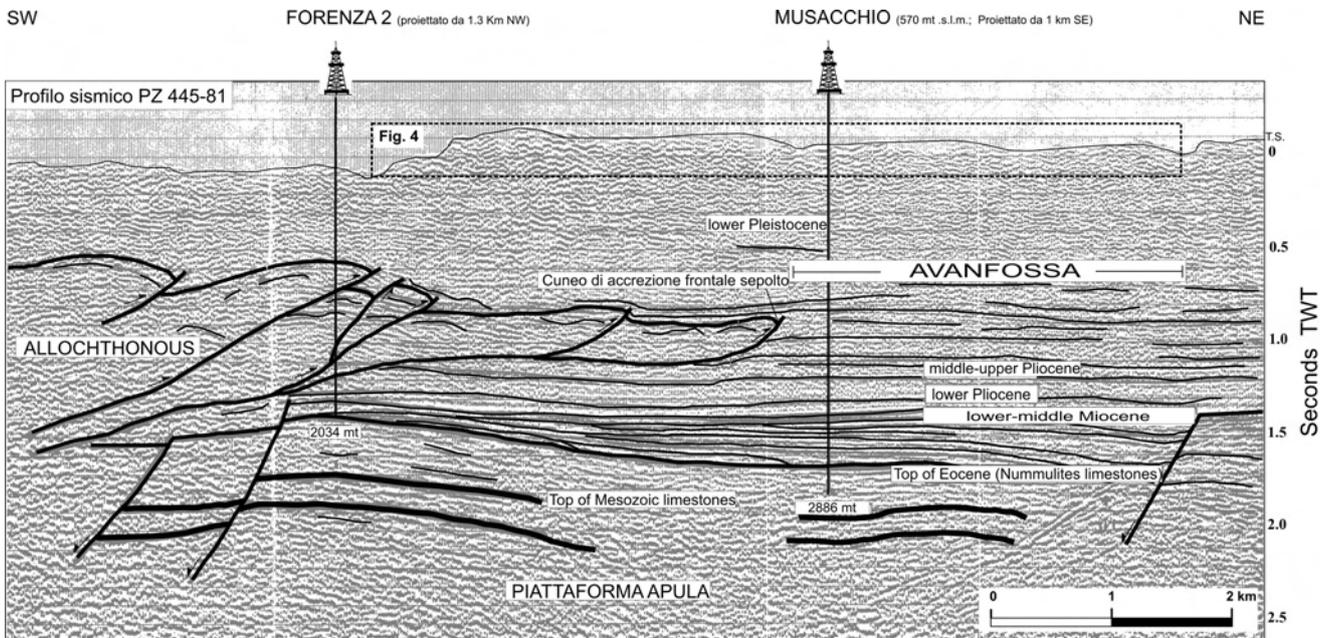


Fig. 7 - Profilo sismico interpretato in versione stack lungo i pozzi profondi di Forenza 2 e Musacchio. La linea mostra l'espressione sismica della convergenza dei due domini tettonici del fronte appenninico sepolto e dell'avampaese apulo con uno stretto bacino d'avanfossa. La parte alta del profilo si riferisce alla figura 4 che fornisce un maggiore dettaglio della porzione superiore dei depositi Pleistocenici regressivi.  
 - Geological interpretation of the stack seismic line across Forenza 2 and Musacchio projected deep wells. The line shows the seismic expression of the convergence between the buried accretionary wedge front and Apulian platform with a narrow foredeep basin. The upper portion of the regressive Pleistocene deposits is well shown on the top of profile (see also figure 4).

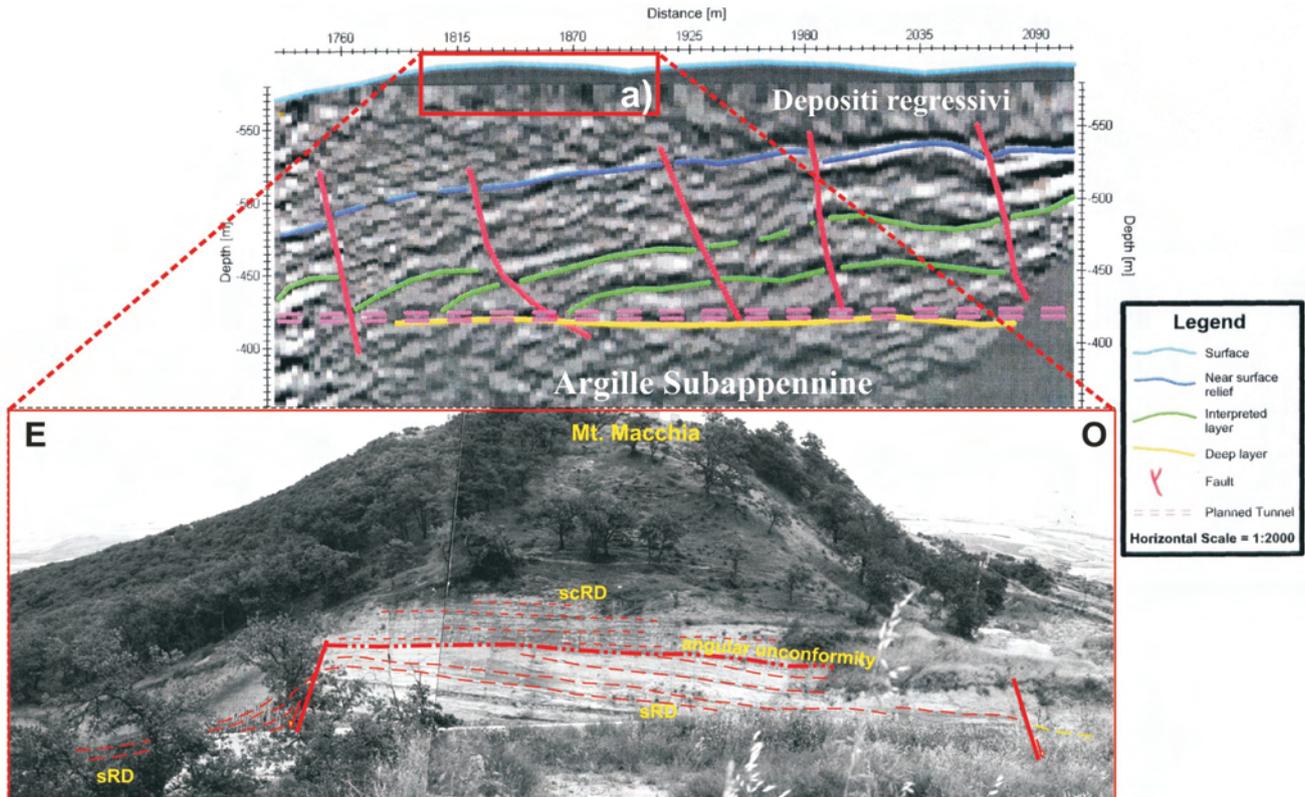


Fig. 8 - Profilo sismico ad alta risoluzione ubicato nei pressi degli abitati di Genzano di Lucania e Banzi. Il profilo è solo parte di un tracciato più ampio (circa 2 Km), ma ben evidenzia una tettonica estensionale sin-sedimentaria nei depositi regressivi dell'avanfossa, probabilmente legata al motivo tettonico più profondo. Con diversi colori sono riportati gli strati di riferimento dislocati per faglia e calibrati con pozzi perforati fino a 200 m di profondità. In a) viene mostrato un dettaglio della parte alta del profilo sismico in corrispondenza del Monte Macchia ubicato nei pressi di Genzano di Lucania e delimitato da due faglie dirette ad E e O, che, con un'attività sin-deposizionale, avrebbero condizionato la sedimentazione locale. È ben visibile, infatti, una discordanza angolare all'interno dei depositi regressivi sabbioso-conglomeratici (sRD e scRD) d'avanfossa, che evidenzia la progressiva inclinazione degli strati per effetto della tettonica sin-deposizionale.

- High resolution seismic profile near Genzano and Banzi built up areas. The profile represents a portion of a wider profile (about 2 km), yet evidences clearly as the foredeep regressive succession has been interested by sin-depositional extensional tectonics probably linked to deep tectonic pattern. The referring faulting displaced strata (different colours) have been calibrated with well data log until 200 m in depth. In a) a detail of the higher part of the profile is shown on Monte Macchia, near Genzano, delimited by two normal faults to E and W, which, with a sin-depositional activity, would have conditioned the local sedimentation. An evident angular unconformity inner of parasequence of sandy-conglomerates regressive deposits (sRD and scRD) shows the progressive tilting of sin-tectonic grow strata.

mente rispetto all'asse maggiore del bacino (fig. 6). Per l'interpretazione dei sismorizzonti ci si è avvalsi del log di pozzo Calvino 1 (profondità raggiunta di 2500 m).

Questo profilo è esemplare da un punto di vista strutturale in quanto evidenzia molto bene come i due margini di bacino (Catena Appenninica ed Avampaese Apulo) siano estremamente ravvicinati in profondità, tanto da determinare un lungo e stretto corridoio strutturale in cui i depositi dell'avanfossa pliocenica sono coinvolti dalla deformazione e sovrascorsi dal fronte dei *thrusts* alloctoni. Per effetto di questa condizione strutturale, che porta i *thrusts* appenninici ad 1,5 km dalla rampa strutturale definita dai calcari di piattaforma ribassati per faglia con oltre 800-1000 m di rigetto totale, l'avanfossa pleistocenica raggiunge condizioni di criticità non potendo più fornire un sufficiente spazio di accomodamento per subsidenza ai sedimenti di provenienza

appenninica.

Per quanto concerne l'assetto stratigrafico il log di pozzo mostra come i depositi pliocenici a *Globorotalia gr. Crassaformis* sono rappresentati tra i 1540 ed i 1730 m da un insieme di riflettori paralleli e continui a bassa frequenza e moderata ampiezza digradanti verso l'avampaese in una zona senza riflessioni.

I *thrusts* appenninici che sovrascorrono ai sismorizzonti del Pliocene inferiore coinvolgono nella deformazione anche i riflettori del Pleistocene medio-superiore, mentre quelli riferibili al Pleistocene inferiore, in *onlap* sull'alloctono deformato, sono blandamente piegati e tiltati verso nordest per effetto della propagazione di *blind thrusts* e degli alti tassi di sollevamento.

Tali evidenze mostrano come il cuneo d'accrezione sepolto sia stato attivo almeno fino al Pliocene superiore (*G. inflata zone*; MERLINI & CIPPITELLI, 2002) e probabilmente durante il

Pleistocene inferiore.

Tale condizione strutturale, ben evidenziata dalla carta delle isocrone del *top* dei depositi del Pliocene medio (fig. 10b), ottenuta dall'interpretazione di più sezioni sismiche, e da una ricostruzione tridimensionale (fig. 12), durante il Pleistocene inferiore avrebbe inibito la propagazione dei thrusts appenninici in profondità verso NE, inducendo una drastica riduzione dei tassi di subsidenza e l'inizio di un rapido colmamento del bacino dalle aree di margine verso quelle depocentrali, nonché la formazione di sequenze di *back thrusts* nel settore di catena.

Molti autori (MENARDI NOGUERA & REA, 2000; CIPPITELLI, 2001; MERLINI & CIPPITELLI, 2002), infatti, sono concordi nel riferire come strati del Pliocene superiore siano stati anche coinvolti in sottili *thrusts* retrovergenti, spiegando così le complesse geometrie osservabili nella zona frontale appenninica come interazione tra i *thrusts* vergenti verso l'avampaese ed i *back-thrusts* (PIEDILATO & PROSSER, 2005).

## 5. - DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'analisi dei dati sismici comparati con la letteratura ha permesso di ricostruire meglio l'architettura del bacino ed i vincoli geodinamici caratte-

rizzanti il settore d'avanfossa preso in esame.

Lo schema che si propone prevede un bacino asimmetrico caratterizzato dal Pliocene superiore al Pleistocene inferiore da una condizione di convergenza strutturale critica tra i domini di catena e quello d'avampaese. Nell'insieme il bacino appare così caratterizzato (fig. 12):

1. allungato con un profilo trasversale asimmetrico NO-SE;

2. un'area depocentrale con un regime estensionale ed un bordo più orientale con una rampa strutturale regionale ad alto gradiente, che disloca i calcari meso-cenozoici della Piattaforma Apula verso SO con un sistema di faglie dirette che produce un rigetto totale di circa 1 km lungo un fronte di circa 30 km da Lavello a Genzano, e da un basso gradiente in corrispondenza del "ripiano premurgiano" (*sensu* PIERI *et alii*, 1994), caratterizzato a sua volta da una superficie sommitale smembrata in una serie di *horst* e *graben*; la rampa regionale subduce al di sotto della catena appenninica;

3. un margine occidentale definito dal cuneo di accrezione frontale dei *thrusts* appenninici che, propagandosi verso NE, sovrascorre ai depositi del Pliocene inferiore-medio, coinvolgendoli nella deformazione insieme ai depositi del Pliocene superiore.

Un tale assetto induce un punto di criticità lungo l'allineamento Lavello-Venosa (profilo

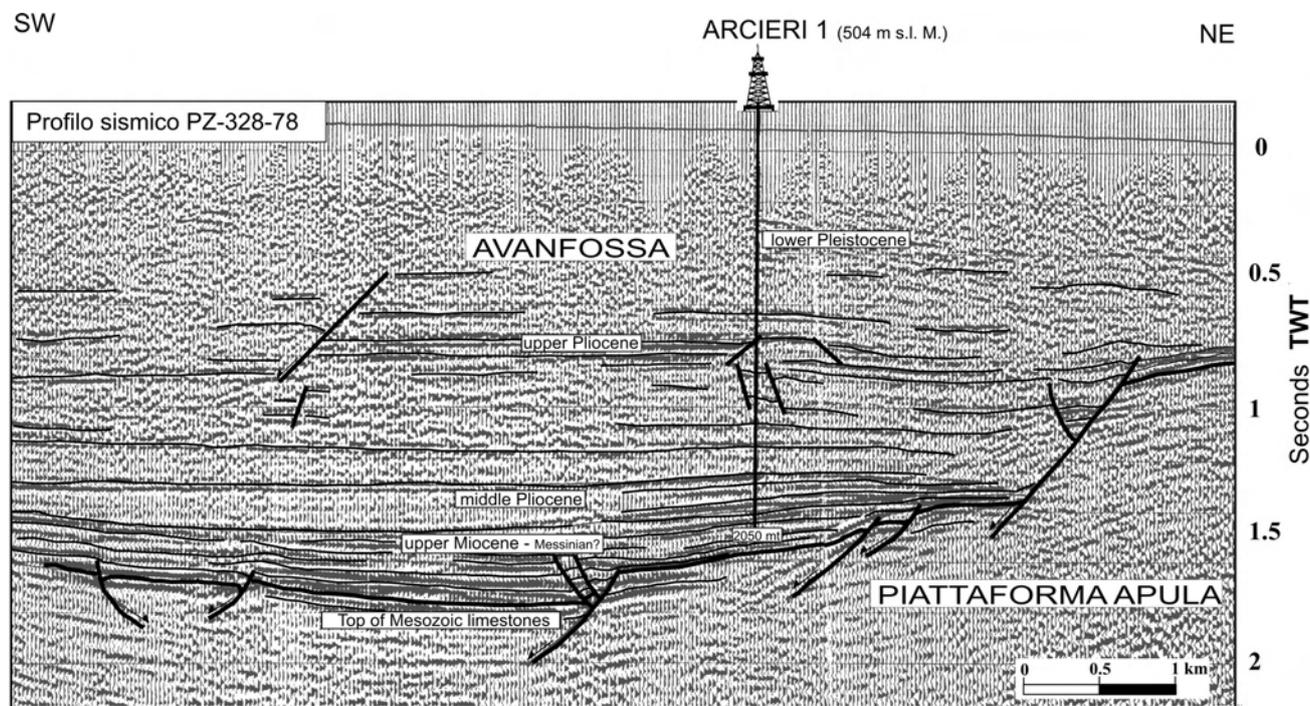


Fig. 9 - Profilo sismico interpretato e migrato attraverso il pozzo Arcieri 1. La linea sismica è espressione del motivo tettonico estensionale del settore depocentrale del bacino d'avanfossa, dove i calcari mesozoici sono dislocati per faglia verso SO, interessando anche i sovrastanti depositi miocenici e pliocenici.  
- Geological interpretation of the migrated seismic profile across Arcieri 1 deep well. The seismic line is expression of the extensional tectonic pattern of the depocentral foredeep basin, where the Mesozoic limestones of Apulian platform are displaced toward SW, interesting also the overlapped Miocene-Pliocene deposits.

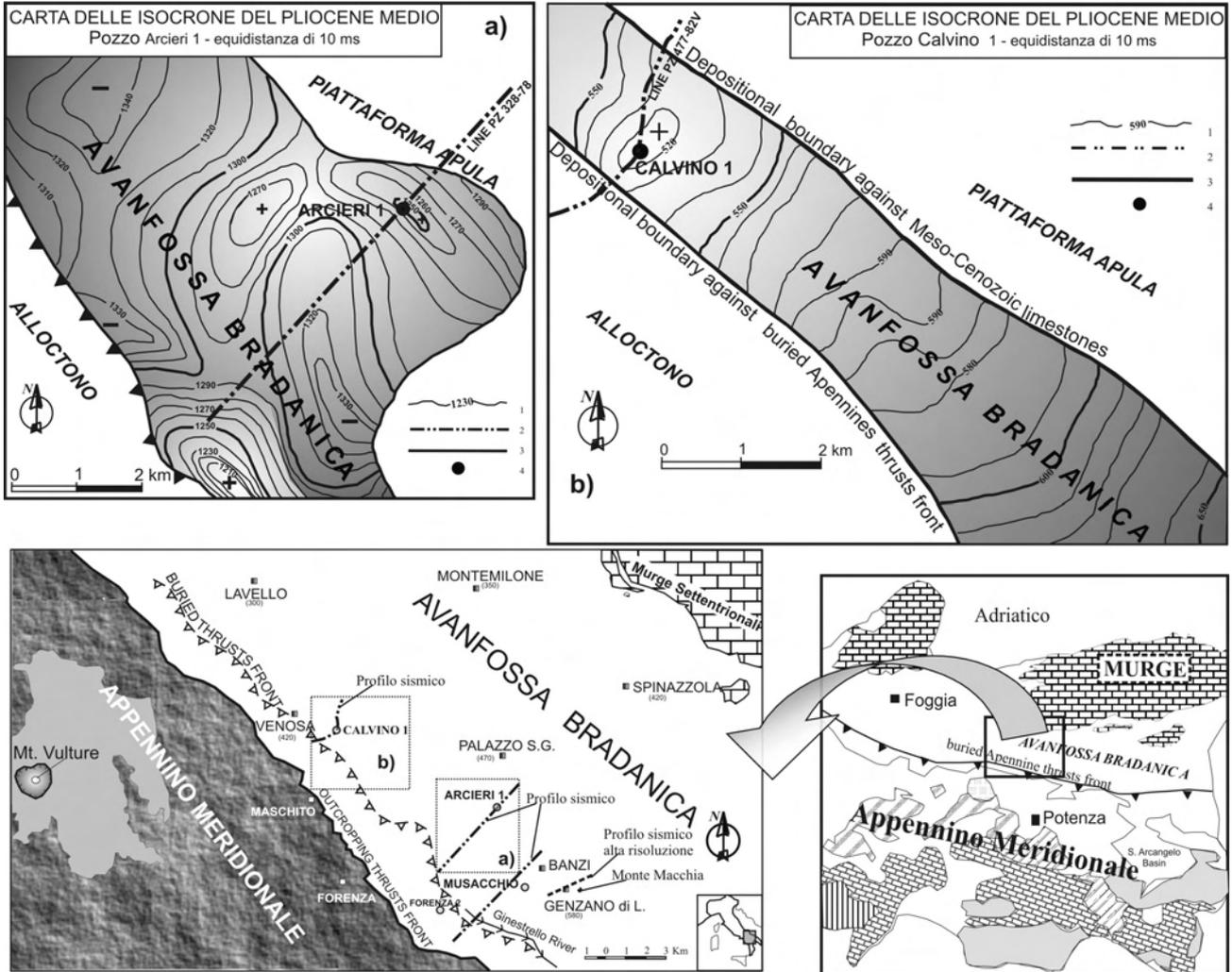


Fig. 10 - Rappresentazione della carta delle isocrone del *top* dei depositi del Pliocene medio riferita alle aree dei pozzi Arcieri 1 (a) e Calvino 1 (b). La figura evidenzia lo stretto corridoio strutturale sviluppato nel bacino d'avanfossa per la convergenza del fronte appenninico sepolto ed i calcari della Piattaforma Apula. Legenda: 1) isocrone (ms); 2) linee sismiche; 3) limiti deposizionali contro l'alloctono ed i calcari meso-cenozoici della Piattaforma Apula; 4) ubicazione dei pozzi profondi.

- Representation of the isochrones map of middle Pliocene level, referred to Arcieri 1 (a) and Calvino 1 (b) wells areas, respectively. The figure evidences the close structural corridor of foredeep basin due to the convergence between the buried Apenninic thrust front and Apulian platform limestones domains. Legend: 1) isochrones (ms); 2) seismic lines; 3) depositional boundaries against the allochthonous and Meso-Cenozoic Apulian platform limestones; 4) deep wells location.

sismico del pozzo Calvino 1), dove la distanza dei due margini strutturali in profondità è di circa 1,5 km, con uno spazio di accomodamento e tassi di subsidenza drasticamente ridotti e pressoché azzerati, con un conseguente rapido inizio di una fase di superficializzazione di mare basso e colmamento del bacino.

La distanza tra il fronte sepolto appenninico, che interessa e coinvolge anche i depositi d'avanfossa, e l'avampaese apulo tende ad aumentare verso S-SE, occupando una posizione più esterna di circa 3 Km (Arcieri 1).

Dai profili sismici profondi si evidenzia, inoltre, l'attività sinsedimentaria (*grow strata*) delle strutture distensive in corrispondenza dei depositi miocenici e pliocenici (Arcieri 1 e Musacchio); mentre i dati di superficie mostrano che tale stile

tettonico si è sviluppato anche durante il Pleistocene inferiore, condizionando in parte la sedimentazione della successione regressiva di chiusura del ciclo bradanico plio-pleistocenico.

Dal confronto tra dati di profondità discussi in questo lavoro e la carta strutturale delle isobate del *top* della Piattaforma carbonatica Apula elaborata da SELLA *et alii* (1988) a scopo di ricerca petrolifera (fig. 13), è emerso che lungo il corridoio strutturale, che marca il restringimento del bacino d'avanfossa, soprattutto nel profilo sismico PZ-477-82V, il fronte sepolto dei *thrust* appenninici è molto più vicino ai calcari meso-cenozoici di piattaforma occupando una posizione più esterna di circa 3 km rispetto a quanto riportato nella carta dei suddetti Autori.

I profili sismici interpretati hanno così per-

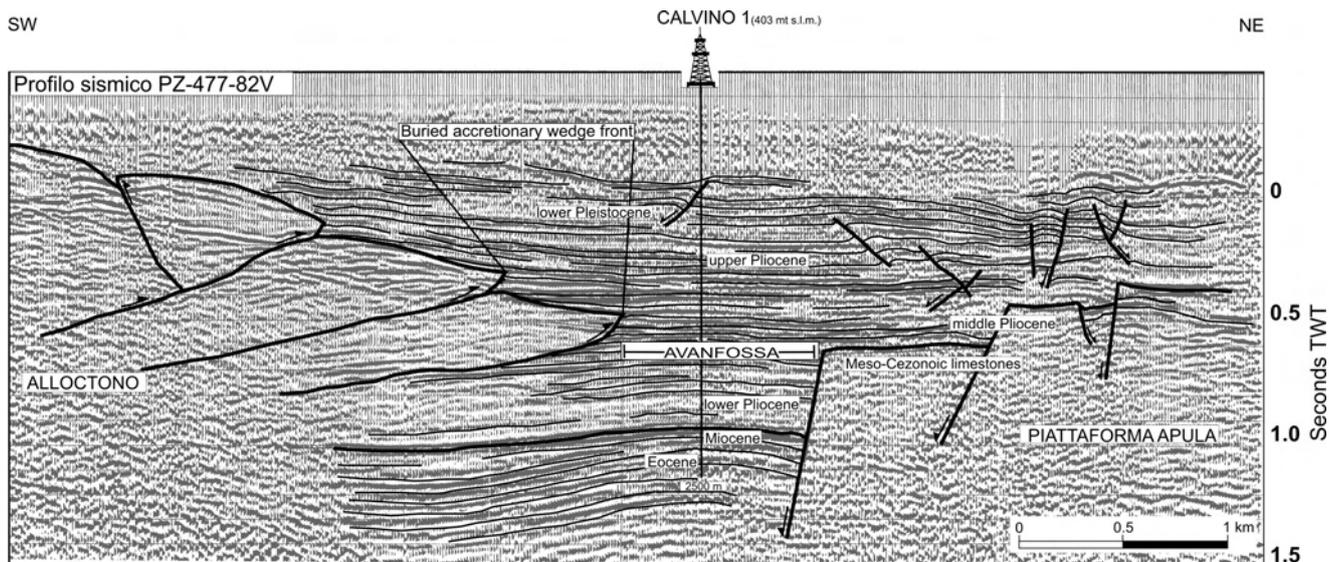


Fig. 11 - Interpretazione del profilo sismico attraverso il pozzo profondo Calvino 1. Il profilo evidenzia emblematicamente il vincolo strutturale determinato nel bacino d'avanfossa dal Pliocene medio fino al Pleistocene inferiore, quando il cuneo d'accrescimento frontale è stato inibito nella sua propagazione verso est dalla distanza estremamente ravvicinata (1,5 km) con i calcari della Piattaforma Apula.

- Geological interpretation of the migrated seismic line across Calvino 1 deep well. The profile evidences emblematically the structural constrain determined in the foredeep basin since middle Pliocene until early Pleistocene, when the buried accretionary wedge front has been inhibited in the eastward propagation for the extremely close distance with the Apulian platform limestones.

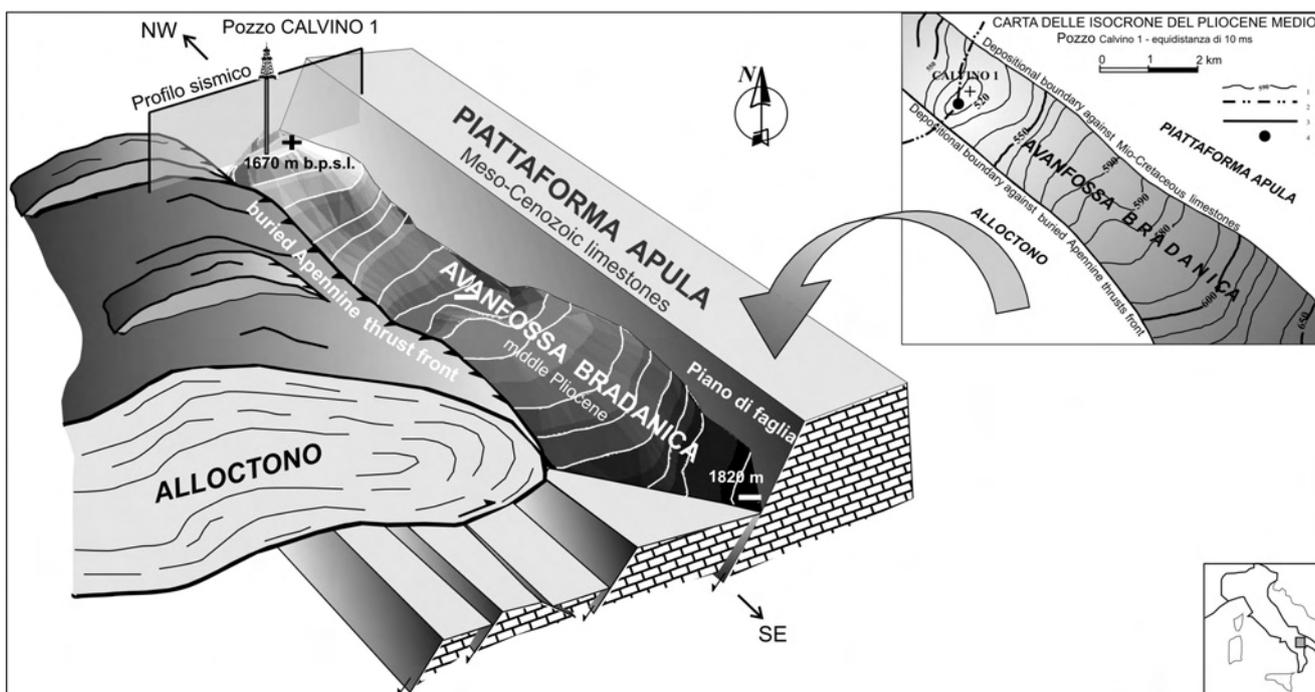


Fig. 12 - Rappresentazione schematica tridimensionale della carta delle isobate del Pliocene medio (vista da SE) nell'area del pozzo Calvino 1. Il modello tridimensionale mostra la particolare condizione strutturale di questo settore del bacino d'avanfossa bradanica in cui i due domini di catena e di avampae sono estremamente ravvicinati. Gli strati in bianco corrispondono ai livelli più superficiali, quelli dal grigio al nero sono i più profondi.

- 3D shape representation of isobaths map of middle Pliocene level (seen from SE) in the Calvino 1 well area. The 3D model shows the structural setting of the foredeep basin with the two domains of chain and foreland are extremely close. The shallow strata are in white while the deeper strata in black.



Fig. 13 - Carta delle isobate del substrato carbonatico lungo il sistema Appennino meridionale-avanfossa bradanica-avampese Apulo (mod. da SELLA *et alii*, 1988) in cui si evidenzia bene il corridoio strutturale tra il fronte sepolto dei thrusts appenninici ed i calcari meso-cenozoici ribassati per faglia verso SE. Legenda: 1) ubicazione dei pozzi profondi; 2) area d'avanfossa ricadente nel corridoio strutturale; 3) nuova posizione del fronte sepolto dei thrusts ottenuto dall'interpretazione dei tre profili sismici. - *Isobaths map of calcareous substratum along the southern Apennine-Bradanic foredeep-Apulian foreland system (mod. by SELLA et alii, 1988). It shows the structural corridor between the Apennines buried thrust front and the meso-cenozoic limestones faulted and displaced toward SE. Legend: 1) location of deep wells; 2) foredeep structural corridor; 3) new position of the buried thrust front derived by seismic profile interpretation.*

messo di fornire ulteriori informazioni documentate sull'assetto strutturale profondo di questo settore d'avanfossa bradanica rispetto a quanto in parte già conosciuto in letteratura, come la posizione del fronte sepolto esterno dei *thrusts* ed evidenze dell'attività tettonica miocenica e pliocenica sin-sedimentaria, nonché la distinzione di alcune unconformities che delimitano le sequenze basali e plio-pleistoceniche.

## BIBLIOGRAFIA

- AZZAROLI A., PERNO U. & RADINA B. (1968) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: F°188, "Gravina di Puglia"*. Serv. Geol. It., pp. 57, Roma.
- BALDUZZI A., CASNEDI R., CRESCENTI U., TONNA M. (1982a) - *Il Plio-Pleistocene nel sottosuolo del bacino pugliese (Avanfossa Appenninica)*. Geologica Romana, **21**: 1-28.
- BALDUZZI A., CASNEDI R., CRESCENTI U., MOSTARDINI F. & TONNA M. (1982b) - *Il Plio-Pleistocene nel sottosuolo del bacino lucano (Avanfossa Appenninica)*. Geologica Romana, **21**: 89-111.
- BILLI A. & SALVINI F. (2003) - *Development of systematic joints*

*in response to flexure-related fibre stress in flexed foreland plates: the Apulian forebulge case history, Italy*. J. Geodyn., **36**: 523-536.

- BOENZI F., PALMENTOLA G., VALDUGA A. (1971a) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100000 del Foglio "Tricarico"*. Serv. Geol. It., pp. 46, Roma.
- BOENZI F., RADINA B., RICCHETTI G. & VALDUGA A. (1971b) - *Note Illustrative della Carta Geologica It. Foglio 200 "Matera"*. Serv. Geol. It., pp. 48, Roma.
- BONADONNA F. P., BROCCINI D., LAURENZI M. A., PRINCIPE C. & FERRARA G. (1998) - *Stratigraphical and chronological correlations between Monte Vulture volcanics and sedimentary deposits of the Venosa basin*. Quater. Intern., **47/48**: 87-96, Pergamon.
- BONARDI G., D'ARGENIO B., PERRONE V. (1988) - *Carta geologica dell'Appennino Meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **41**: 13-41, 1 Tav.
- BRUCKNER H. (1980) - *Marine Terrassen in Suditalien Eine quartarmorphologische Studie über das kustentiefenland von Metapont*. Dusseldorfer Geographische Schriften.
- CARISSIMO L., D'AGOSTINO O., LODDO C., PIERI M. (1962) - *Le ricerche petrolifere dell'AGIP mineraria e nuove informazioni geologiche nell'Italia centro meridionale dall'Abruzzo al Golfo di Taranto*. VI° Petroleum World Congress, Francoforte.
- CASERO P., ROURE F., ENDIGNOUX L., MORETTI I., MULLER C., SAGEL L., VIALY R. (1988) - *Neogene geodynamic evolution of the Southern Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., **41**: 109-120.
- CASNEDI R. (1988a) - *La Fossa Bradanica: origine, sedimentazione e migrazione*. Mem. Soc. Geol. It., **41**: 439-488.
- CASNEDI R. (1988b) - *Subsurface basin analysis of fault-controlled turbidite system in Bradano Trough, Southern Adriatic foredeep, Italy*. AAPG Bull., **72** (11): 1370-1380.
- CASNEDI R. (1991) - *Hydrocarbon accumulation in turbidites in migrating basins of the southern Adriatic Foredeep (Italy)*. In: BOUMA & CARTER (Eds.) "Facies models", 219-233.
- CASNEDI R., CRESCENTI U., TONNA M. (1982) - *Evoluzione dell'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: contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*. Prog. Fin. Geodinamica, Pubbl. N° 251:73-95.
- CIARANFI N., GHISETTI F., GUIDA M., IACCARINO G., LAMBIASE S., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G., TORRE M., TORTORICI L. & VEZZANI L. (1983) - *Carta Neotettonica dell'Italia meridionale*. Prog. Fin. Geodinamica Pubbl. n° 251: 1-62.
- CIPPITELLI G. (2001) - *Interpretazione geologico-strutturale del profilo sismico CROP 04*. Proceedings Geitalia, 3° Forum FIST, 56-57.
- CRESCENTI U. (1971) - *Osservazioni sul Pliocene degli Abruzzi settentrionali: la trasgressione del Pliocene medio-superiore*. Boll. Soc. Geol. It., **90**: 3-21.
- CRESCENTI U. (1975) - *Sul substrato pre-pliocenico dell'avanfossa appenninica dalle Marche allo Ionio*. Boll. Soc. Geol. It., **94**: 583-634.
- DOGLIONI C. (1991) - *A proposal modelling of W-dipping subduction possible application to the Tyrrhenian-Apennines system*. Terra Nova, **3**: 423-434.
- DOGLIONI C. (1993) - *Some remarks on the origin of foredeep*. Tectonophysics, **13**, 47-65.
- DOGLIONI C., MERLINI S., CANTARELLA G. (1999) - *Foredeep geometries at the front of the Apennines in the Ionian Sea (central Mediterranean)*. Earth and Planetary Sc. Lett., **168**: 243-254.
- DOGLIONI C., MONGELLI F., PIERI P. (1994) - *The Puglia uplift (SE Italy): An anomaly in the foreland of the Apenninic sub-*

- duction due to buckling of a thick continental lithosphere. *Tectonics*, **13**: 1309-1321.
- DOGLIONI C., MORETTI I., ROURE F. (1991) - Basal lithospheric detachment, eastward mantle flow and Mediterranean geodynamics: a discussion. *J. Geodyn.*, **13**: 47-68.
- GHISSETTI F. & VEZZANI L. (1999) - Depth and modes of Pliocene-Pleistocene crustal extension of the Apennines (Italy). *Terra Nova*, **11**: 67-72.
- GIGNOUX M. (1913) - Les formations marines pliocenes et quaternaires de l'Italie du sud et de la Sicile. *Ann. de l'Univ. De Lion.*, Fasc. **36**, Lione.
- JABOLI D. & ROGER A. (1954) - Esquisse structural de la Fosse bradanica (Italie Meridionale). *Congr. Geol. Inter.*, Algery, **9**: 305-324.
- LAZZARI M. (1999) - L'evoluzione stratigrafica e paleoambientale della parte sommitale della successione della Fossa bradanica nel settore d'avanfossa compreso tra l'Appennino lucano e le Murge settentrionali. Considerazioni tettonico-sedimentarie sull'evoluzione del bacino bradanico nel Pleistocene inferiore. Unpubl. PhD Thesis, University of Bari.
- LAZZARI M. & PIERI P. (2002) - Modello stratigrafico-deposizionale della successione regressiva infrapleistocenica della Fossa Bradanica nell'area compresa tra Lavello, Genzano e Spinazzola. *Mem. Soc. Geol. It.*, **57** (1): 231-237.
- LOCARDI E. & NICOLICH R. (1988) - Geodinamica del Tirreno e dell'Appennino centro-meridionale: la nuova carta della Moba. *Mem. Soc. Geol. It.*, **41**: 121-140.
- MALINVERNO A. & RYAN W.B.F. (1986) - Extension in the Tyrrhenian Sea and shortening in the Apennines as a result of arc migration driven by sinking of the lithosphere. *Tectonics*, **5**: 227-245.
- MARSELLA E., BALLY A.W., CIPPITELLI G., D'ARGENIO B., PAPPONE G. (1992) - Tectonic history of the Lagonegro Domain and southern Apennine thrust belt evolution. *Tectonophysics*, **252**: 307-330.
- MASSARI F. (1997) - High-frequency cycles within Pleistocene forced-regressive conglomerate wedges (bradanica area, southern Italy) filling collapse scars. *Sedimentology*, **4**: 939-958.
- MASSARI F. & PAREA G. C. (1988) - Progradational gravel beach sequences in a moderate- to high-energy, microtidal marine environment. *Sedimentology*, **35**: 881-913.
- MASSARI F. & PAREA G. C. (1990) - Wave dominated Gilbert-type gravel deltas in the interland of the Gulf of Taranto (Pleistocene, southern Italy). *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, **10**: 113-127.
- MATTAVELLI L. & NOVELLI L. (1990) - Geochemistry and habitat of the oils in Italy. In: AGIP's contribution to oil exploration technology. MOTTA F. (Eds.), 402-431.
- MENARDI NOGUERA A. & REA G. (2000) - Deep structure of the Campanian-Lucanian Arc (southern Apennine, Italy). *Tectonophysics*, **324** : 239-265.
- MERLINI S. & CIPPITELLI G. (2002) - Structural style inferred by seismic profiles. In: G.B. VAI & I.P. MARTINI (Eds.) "Anatomy of an orogen. The Apennines and adjacent Mediterranean basins". Kluwer Academic Publ., 441-454.
- MIGLIORINI C. (1937) - Cenno sullo studio e sulla prospezione petrolifera di una zona dell'Italia meridionale. 2<sup>nd</sup> Petroleum world Congress, Paris, AGIP report, 1-11, Roma.
- MIGLIORINI C. (1944) - Elementi basaltici in una breccia calcarea luteziana nel sottosuolo di Genzano di Lucania. *Boll. Soc. Geol. It.*, **62**: 50-51.
- MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986) - Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di un modello strutturale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**: 177-202.
- PATACCA E. & SCANDONE P. (2001) - Late thrust propagation and sedimentary response in the thrust-belt-foredeep system of the southern Apennines (Pliocene-Pleistocene). In: G.B. VAI & I.P. MARTINI (Eds.): "Anatomy of an orogen. The Apennines and adjacent Mediterranean basins". Kluwer Academic Publ., 401-440.
- PICCARRETA G. & RICCHETTI G. (1970) - I depositi del bacino fluvio-lacustre della Fiumara di Venosa-Matinelle del Torrente Basentello. *Mem. Soc. Geol. It.*, **9**: 121-134.
- PIEDILATO S. & PROSSER G. (2005) - Thrust sequences and evolution of the external sector of a fold and thrust belt: an example from southern Apennines (Italy). *Journal of Geodynamics*, **39**: 386-405.
- PIERI M. & MATTAVELLI L. (1986) - Geological framework of Italian petroleum resources. *AAPG Bull.*, **70**: 103-130.
- PIERI P., SABATO L., TROPEANO M. (1994) - Evoluzione tettonico-sedimentaria della Fossa Bradanica a Sud dell'Ofanto nel Pleistocene. In: Guida alle escursioni, 77° Congr. Soc. Geol. It. Bari., Quad. Bibl. Prov. Matera, **15**: 35-54. (Eds.) Osanna, Venosa (PZ).
- PIERI P., SABATO L., TROPEANO M. (1996) - Significato geodinamico dei caratteri deposizionali e strutturali della Fossa Bradanica nel Pleistocene. *Mem. Soc. Geol. It.*, **51**: 501-515.
- PIERI P., SABATO L., TROPEANO M. (2004) - Plio-Pleistocene stratigraphic and tectonic evolution of the foreland-foredeep-chain system in southern Italy. *Mem. Descr. Carta Geol. It.*, **63**, Field Trip Guide Book, 32<sup>nd</sup> Int. Geol. Congress, August 20-28 2004, Firenze, **1**, P35, pp. 44, Roma.
- RAYNAL J.P., LEFEVRE D., VERNET G., PILLEYRE T., SANZELLE S., FAIN J., MIALLIER D. & MONTRET M. (1998) - Sedimentary dynamics and tecto-volcanism in the Venosa basin (Basilicata, Italy). *Quater. Intern.*, **47/48**: 97-105, Pergamon.
- RICCHETTI G. (1965) - Alcune osservazioni sulla serie della Fossa Bradanica. Le "Calcareniti di M. Castiglione". *Boll. Soc. Nat. di Napoli*, **75**: 3-11.
- RICCHETTI G. (1967) - Lineamenti geologici e morfologici della media valle del F. Bradano. *Boll. Soc. Geol. It.*, **86**: 607-622.
- RICCHETTI G. (1980) - Contributo alla conoscenza strutturale della Fossa bradanica e delle Murge. *Boll. Soc. Geol. It.*, **99**: 421-430.
- RICCHETTI G. & SCANDONE P. (1979) - Inquadramento geologico regionale della Fossa bradanica. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **14**: 489-492.
- RICCHETTI G., MONGELLI F. (1980) - Flessione e campo gravimetrico della micropiastra apula. *Boll. Soc. Geol. It.*, **99**: 431-436.
- ROURE F., CASERÒ P. & VIALLY R. (1991) - Growth processes and melange formation in the southern Apennines accretionary wedge. *Earth and Planet. Sc. Lett.*, **102**: 395-412.
- ROYDEN L.H., & KARNER G.D. (1984) - Flexure of lithosphere beneath Apennine and Carpathian foredeep basin: evidence for an insufficient topographic load. *AAPG Bull.* **20**: 721-724.
- ROYDEN, L.H., PATACCA E., SCANDONE P. (1987) - Segmentation and configuration of subducted lithosphere in Italy: an important control on thrust-belt and foredeep-basin evolution. *Geology*, **15**: 714-717.
- SABATO L. (1996) - Quadro stratigrafico-deposizionale dei depositi regressivi nell'area d'Irsina (Fossa bradanica). *Geologica Romana*, **32**: 219-230.
- SACCO F. (1911) - La Puglia. *Boll. Soc. Geol. It.*, **30**: 529-638.
- SELLA M., TURCI C., RIVA A. (1988) - Sintesi geopetroliifera della Fossa Bradanica (Avanfossa della catena Appenninica). *Mem. Soc. Geol. It.*, **41**: 87-107.
- TROPEANO M., SABATO L., PIERI P. (2002a) - The Quaternary post-turbidite sedimentation in the south-Apennines foredeep (Bradanic Trough-southern Italy). *Boll. Soc. Geol. It., Spec. Vol. 1*: 449-454.
- TROPEANO M., SABATO L., PIERI P. (2002b) - Filling and cannibalisation of a foredeep: the Bradanic Trough, southern Italy. In: S.J. JONES & L.E. FROSTICK (Eds.): *Sediment flux to Basins: causes, controls and consequences*. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, **191**: 55-79.
- VALDUGA A. (1973) - Fossa Bradanica. In: DESIO A. (Eds.), *Geologia d'Italia*, UTET, 692-695.
- VEZZANI L. (1967) - I depositi plio-pleistocenici del litorale ionico della Lucania. *Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. In Catania*, **18**: 159-180.