

## PROSPEZIONE ED ANALISI GRAVIMETRICA DELLA PIANA DI RIETI

A. Ciccolella<sup>(1)</sup> - M. Di Filippo<sup>(2)</sup> - S. Iacovella<sup>(3)</sup> - B. Toro<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Via G. Romualdi, 19 - Roma

<sup>(2)</sup> Dip.to di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza", Roma

<sup>(3)</sup> Dottorato di Ricerca, Dip.to di Scienze della Terra, Università di Roma "La Sapienza", Roma

**RIASSUNTO** - *Prospezione ed analisi gravimetrica della Piana di Rieti* - *Il Quaternario*, 8(1), 1995, 141-148 - È stata eseguita una prospezione gravimetrica nella Piana di Rieti con l'obiettivo di definire, nella maniera più precisa possibile, l'assetto geo-strutturale del bacino, mediante la ricostruzione delle superfici batimetriche che individuano il tetto della successione Umbro-Sabina e la base dei conglomerati villafranchiani che costituiscono il conoide di Cantalice. I dati gravimetrici sono stati elaborati per ottenere le carte dell'anomalia di Bouguer e dell'anomalia residua. Queste carte, confrontate con i dati geologici esistenti in letteratura, hanno permesso una prima ipotesi circa l'assetto delle varie unità litologiche considerate nell'interpretazione. Per evidenziare meglio i rapporti tra le formazioni sono stati costruiti modelli bi- e tridimensionali mediante un programma di calcolo che determina l'anomalia gravimetrica prodotta da un volume roccioso delimitato da una coppia di superfici. Dai modelli è emerso che la successione Umbro-Sabina è disarticolata da una serie di faglie dirette, nel margine orientale e meridionale, che la ribassano verso il centro della Piana. In corrispondenza di questa depressione lo spessore dei depositi alluvionali è di circa 500 metri dal piano campagna. Lungo il margine occidentale, inoltre, la fase distensiva ha disarticolato le preesistenti strutture compressive. I contatti tra la successione meso-cenozoica e i depositi villafranchiani del conoide di Cantalice non sembrano essere continui; nel modello ipotizzato è stato in parte interposto un corpo a densità minore di quella attribuita al conoide.

**ABSTRACT** - *Gravity survey of the Rieti basin* - *Il Quaternario*, 8(1), 1995, 141-148 - A gravity survey was carried out to identify the geological and structural features of the Rieti Basin, an intermontane depression in the central Apennines (northeastern Latium). Gravity anomalies have been analysed and used for the construction of bathymetric surfaces in order to obtain a 3D model of the area: the topographic surface, the top of the "Umbria-Sabina" units (a pelagic succession of carbonate-siliceous-marly sediments) and the bed of the "villafranchian" continental deposits are the adopted surfaces. Gravity data — elaborated using a computer program which considers gravity anomalies of bodies delimited by ground surface and one of the above mentioned bathymetric surfaces — have been used for the construction of the maps of Bouguer and residual anomalies. These data, together with geological surface data, allow a first hypothesis to be developed on the structural pattern of the basin, and on the contact between the meso-cenozoic substratum (limestone and marly limestone of the pelagic series) and the deposits filling the basin in particular. According to the model, normal faults cut the "Umbria-Sabina" units along the basin eastern and southern margins, lowering them toward the centre of the basin. The thickness of quaternary deposits in this area is not less than 500 m from ground surface. The lowest gravity anomaly values are measured in the eastern side of the basin below the Cantalice alluvial fan deposits suggesting the presence of a low density body underneath the "villafranchian" deposits. On the basis of geological data this body could also have been formed by alluvial deposits.

Parole chiave: Gravimetria, Plio-Pleistocene, Rieti, Italia centrale

Key words: Gravity surveying, Plio-Pleistocene, Rieti, NE Latium, central Apennines, Italy

### 1. INTRODUZIONE

La Piana di Rieti, situata nel Lazio settentrionale, fa parte dell'insieme di depressioni tettoniche, note come conche intermontane, che a partire dal Pliocene medio si sono aperte nell'Appennino Centrale. La piana è situata nel dominio Sabino, di transizione alle serie di piattaforma Laziale-Abruzzese che affiorano poco ad est (Calamita & Deiana, 1986; Castellarin *et al.*, 1978; Cavinato *et al.*, 1989; Cavinato, 1993; Civitelli *et al.*, 1986; Cosentino *et al.*, 1991-92; Cosentino & Parotto, 1991-92).

La conca è una depressione di forma rettangolare allungata in direzione N-S, degradante da sud verso nord. È limitata ad ovest dalla dorsale dei Monti Sabini, costituita da una serie di falde delle unità della Serie Sabina (successione pelagica carbonatico-sallico-marlosa) sovrascorse ed aventi vergenza orientale. Il versante orientale è costituito dai monti Reatini con il grup-

po del Monte Terminillo; qui il passaggio dai depositi fluvio-lacustri ai termini calcarei non è diretto ma vi si frappongono una serie di colline degradanti verso la piana costituite dai depositi Villafranchiani del Conoide di Cantalice. Deposit analoghi affiorano sui rilievi topograficamente meno accentuati posti ai margini meridionale e settentrionale della piana.

Al fine di chiarire l'andamento del substrato Meso-Cenozoico — costituito da calcari e calcari marnosi della serie pelagica sabina — al di sotto dei depositi di riempimento della Piana, è stata eseguita nell'area una prospezione gravimetrica con l'esecuzione di circa 500 punti di misura che hanno permesso di ottenere una densità media di 3 stazioni per chilometro; ciò consente di delimitare in maniera sufficientemente accurata le anomalie locali dovute a corpi superficiali, in quanto come ben noto l'ampiezza di una anomalia è direttamente proporzionale alla profondità del corpo che ne è

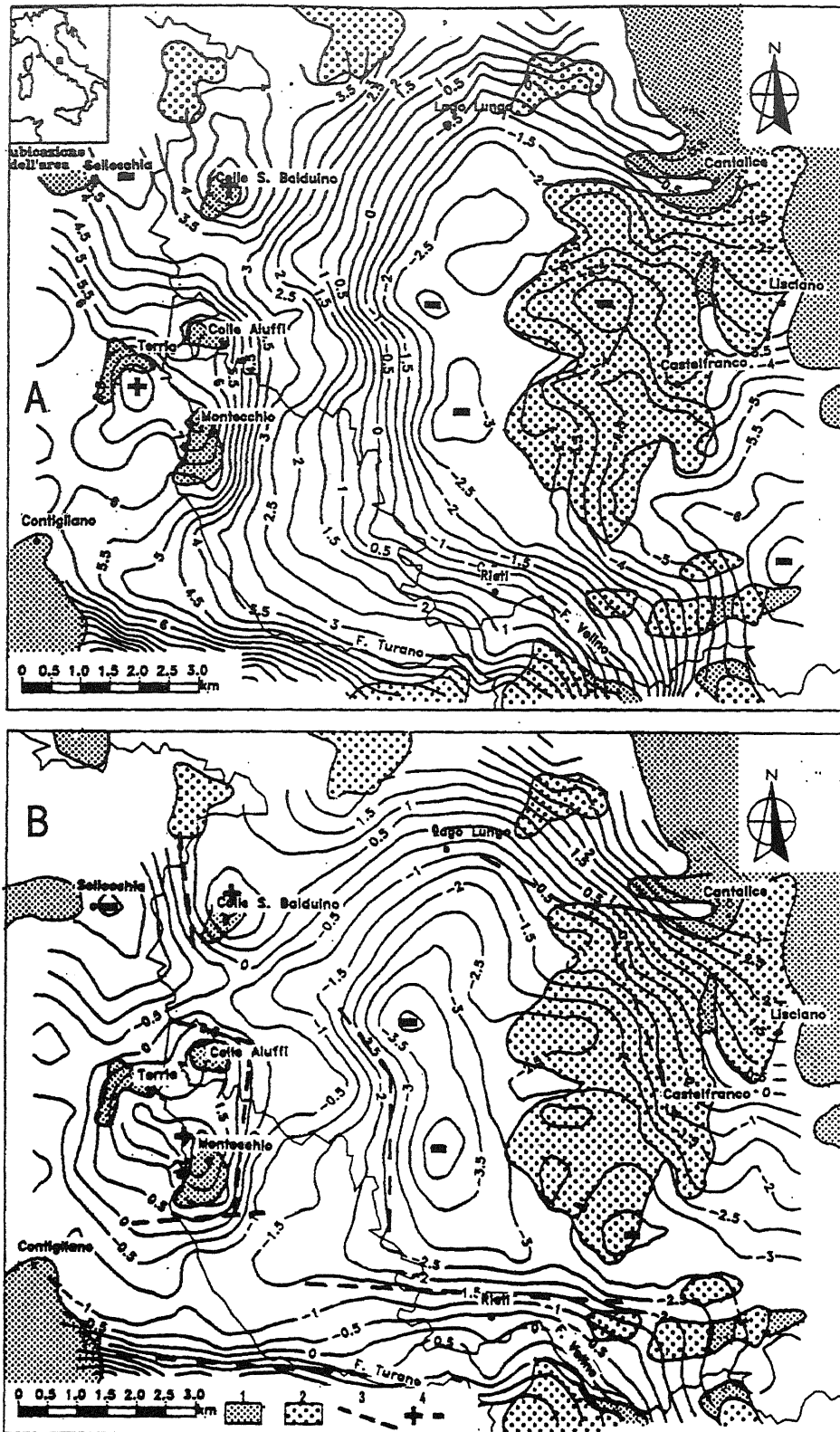


Fig. 1 - (A) Carta delle anomalie di Bouguer ( $\delta = 2,6 \text{ g/cm}^3$ ) e delle anomalie residue (B). Equidistanza = 0,5 mGal. Legenda: 1 - Successione Umbro-Sabina (successione pelagica carbonatico-siliceo-marnosa); 2 - Conglomerati villafranchiani; 3 - Lineamenti gravimetrici; 4 - Massimi e minimi gravimetrici.

Maps of Bouguer ( $\delta = 2,6 \text{ g/cm}^3$ ) (A) and residual anomalies (B). Equidistance = 0,5 mGal. Legend: 1 - Umbria-Sabina units (carbonate-siliceous-marly pelagic series); 2 - Villafranchian alluvial fan deposit; 3 - Gravity lineation; 4 - Gravity highs and lows.

all'origine. Nell'area in esame tali anomalie dovrebbero trarre origine principalmente dalle variazioni di spessore dei terreni fluvio-lacustri nella piana, ovvero dall'andamento del tetto dei depositi Meso-Cenozoici.

## 2. ANOMALIA DI BOUGUER ED ANOMALIA RESIDUA

I dati gravimetrici sono stati elaborati in modo tale da ottenere le carte delle anomalie di Bouguer e residue.

La carta delle anomalie di Bouguer (Fig 1) è stata calcolata a densità costante di  $2,6 \text{ g/cm}^3$ ; questo valore è stato scelto come valore medio di riferimento per le formazioni della serie sabina ed è stato quindi utilizzato per le varie correzioni apportate alle misure nel calcolo delle Anomalie di Bouguer.

La carta mostra una serie di massimi in corrispondenza degli affioramenti di facies Sabina o dove questi sono presenti a debole profondità; i minimi sono localizzati nell'area centrale, dove precedenti studi (Manfredini, 1972) hanno ipotizzato la presenza dei maggiori spessori di sedimenti fluvio-lacustri, a volte torbosi, molto leggeri.

Per sottrazione da questa del campo gravimetrico regionale si è ottenuta la carta delle anomalie residue.

Considerando la mo-

desta superficie areale del bacino si è scelto di approssimare la superficie del campo regionale ad un piano. Questo è stato calcolato sia con le misure eseguite nel corso della proiezione, sia con altre misure già esistenti per un raggio di circa dieci chilometri oltre i limiti dell'area oggetto dello studio. Il piano così ottenuto presenta una direzione N11°E, con immersione verso est ed un gradiente di 0.8 mGal/km.

Come verifica della sua significatività, il piano è stato confrontato con il campo regionale del 1° ordine del Lazio (Di Filippo & Toro, 1982) ed è risultato analogo pur nell'approssimazione di superficie bidimensionale.

La carta delle anomalie residue (Fig 1) chiarisce meglio l'andamento dei massimi e minimi gravimetrici dovuti esclusivamente a variazioni di densità presenti a profondità di qualche centinaio di metri; nella parte occidentale della piana si nota un allineamento di massimi gravimetrici a decorso nord-sud, qui interpretato come l'effetto di strutture positive del substrato, in parte affiorante nei rilievi di Colle San Balduino e Colle Aluffi, e che continua in affioramento nell'area che delimita a sud la piana, con strutture disarticolate da disturbi compressivi e distensivi.

In Figura 1, con le linee tratteggiate sono evidenziate le fasce a maggior gradiente orizzontale, che possono essere associate a disturbi tettonici interpretati come faglie a carattere distensivo che limitano gli affioramenti Meso-Cenozoici ribassando i terreni calcarei verso il centro della Piana. Da notare le due fasce subparallele del margine meridionale, interpretate come faglie normali; in corrispondenza di queste affiorano placche travertinose dovute probabilmente alla messa in posto di fluidi ricchi in carbonato di calcio che hanno sfruttato proprio i lineamenti tettonici come via preferenziale di risalita.

### 3. DETERMINAZIONE DELLE DENSITA'

La determinazione dei valori di densità da utilizzare per la correzione e l'interpretazione delle misure gravimetriche è uno degli elementi più difficili. Infatti è estremamente difficile determinare la densità media dei terreni se non in zone molto ristrette, come consentono gli studi di laboratorio su campioni prelevati in campagna.

Si è scelto di considerare tre corpi a diversi valori di densità: la serie sabina, i conglomerati villafranchiani ed i depositi fluvio-lacustri recenti.

Tale scelta comporta necessariamente un certo grado di approssimazione, in particolare per la serie sabina che comprende diverse formazioni a frazione marnosa variabile. Le formazioni stratigraficamente più elevate in affioramento nell'area sono la "Scaglia" ed il "Bisciaro" che dovrebbero costituire il tetto delle strutture carbonatiche sepolte. Si presentano, in affioramento, di aspetto molto litoide e con una bassa frazione marnosa.

Considerando i valori medi riportati in letteratura per formazioni carbonatiche e tenendo conto della diminuzione dovuta

alla frazione marnosa, si è utilizzato il valore di 2.6 g/cm<sup>3</sup>.

Si è cercato di valutare la densità di una delle formazioni affiorante nell'area con un metodo indiretto. Si è lavorato sui conglomerati Villafranchiani, che si presentano ben cementati in affioramento, tanto da far supporre una densità molto simile a quella delle formazioni calcaree mesozoiche.

Si è analizzata la correlazione tra l'anomalia definita come segue e la quota (Fig 2):

$$\text{Anomalia} = G_{\text{oss}} - G_{\text{nor}} + Fa + C_{\text{top}}$$

dove:  $G_{\text{oss}}$  è la gravità osservata;  $G_{\text{nor}}$  è la gravità normale (formula di Cassinis, 1930);  $Fa$  è la correzione di Faye, e  $C_{\text{top}}$  è la correzione topografica (estesa fino a 29 km); tutti i valori sono espressi in mGal.

Dalla relazione tra l'anomalia così espressa e la quota si può determinare la densità della formazione purché le stazioni si trovino a quote sufficientemente diverse, così da avere un buon campo di variazione della quota.

Si assume che il volume compreso nella variazione di quota e limitato arealmente dalla distribuzione delle stazioni, sia omogeneo. Nel caso siano presenti corpi a diversa densità, il valore che si ricava è ovviamente un valore medio da cui non è possibile risalire a quello delle singole formazioni.

Il risultato per i conglomerati è stato di 2.41 g/cm<sup>3</sup>; tale valore è stato poi utilizzato nella ricostruzione del modello tridimensionale.

### 4. MODELLO 3D

E' stato messo a punto un programma di calcolo che permette di ottenere l'anomalia gravimetrica prodotta da una serie di corpi tridimensionali limitati dalla

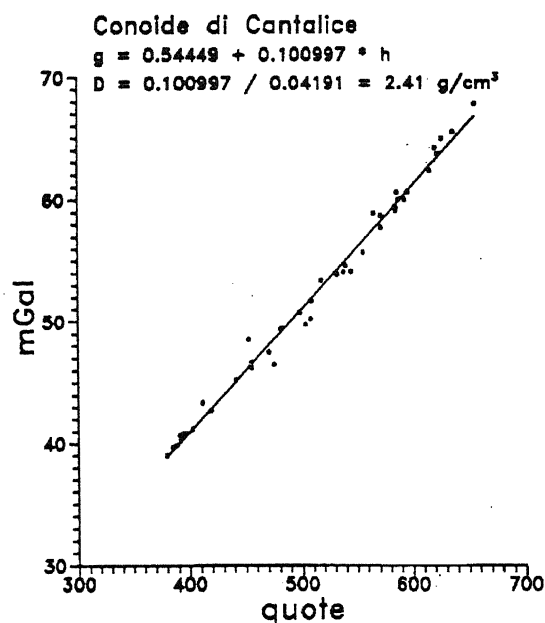


Fig. 2 - Analisi delle densità della formazione dei conglomerati villafranchiani.

*Determination of the density of villafranchian alluvial fan deposits.*

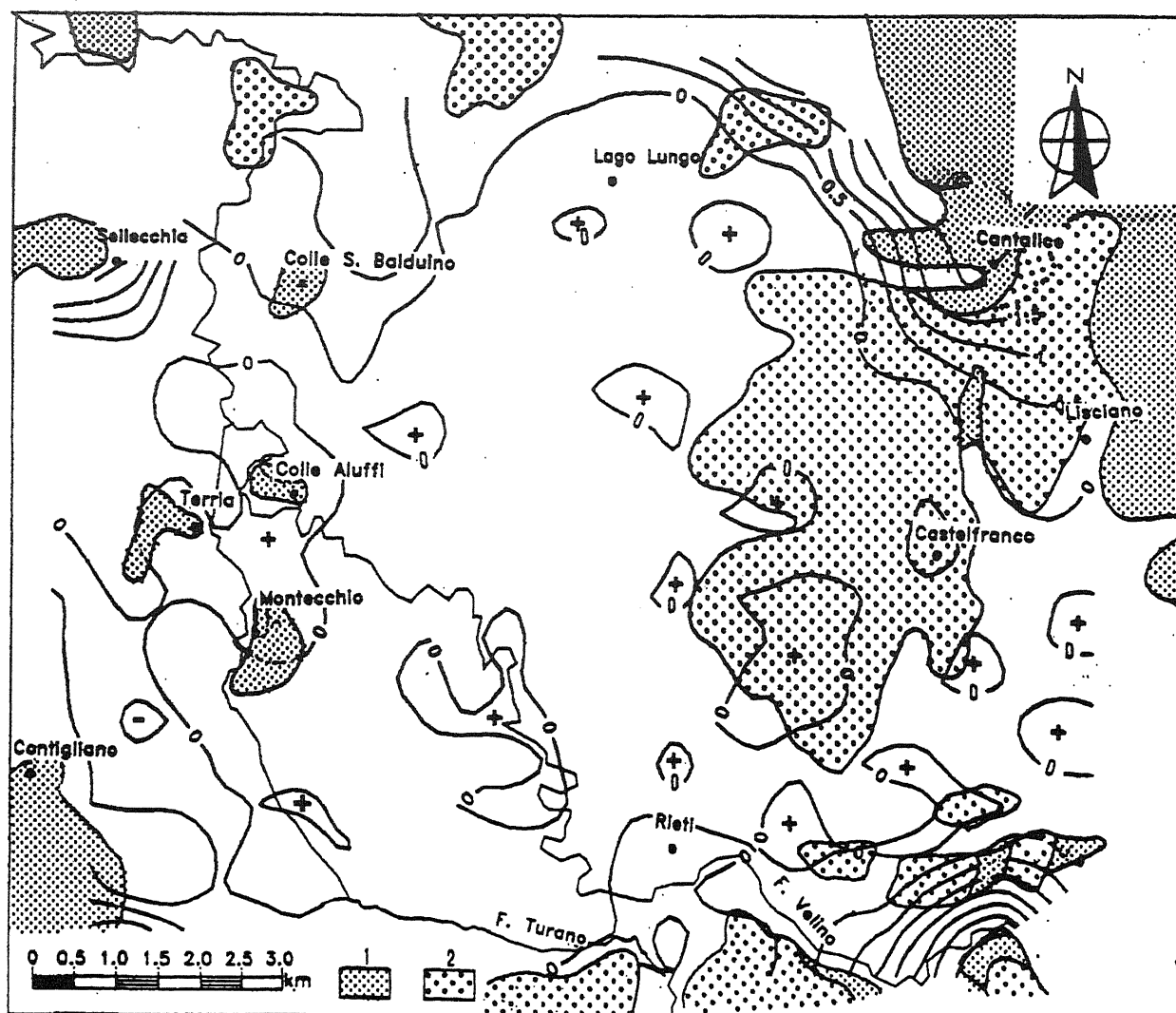


Fig. 3 - Carta delle anomalie residue. Equidistanza 0,5 mGal. Legenda: 1 - Successione Umbro-Sabina; 2 - Conglomerati villafranchiani.  
Map of residual anomalies. Equidistance = 0.5 mGal. Legend: 1 - Umbria-Sabina unit; 2 - Villafranchian alluvial fan deposit.

superficie topografica e/o da superfici batimetriche.

Il programma, sulla base dei dati delle batimetrie ipotizzate, della superficie topografica e dei contrasti di densità relativi ai vari corpi calcola l'anomalia sintetica in una serie di punti nell'area in esame. Si è scelto di operare il calcolo negli stessi punti in cui è stata effettuata la prospezione gravimetrica per avere un confronto diretto tra anomalia calcolata ed anomalia effettivamente riscontrata. Ogni corpo di cui è composto il nostro modello è identificato da due superfici, che ne costituiscono il limite superiore ed inferiore.

Questo volume viene suddiviso in una serie di prismi a pianta quadrata che presentano la stessa base e differenti altezze. Il programma calcola, in ogni punto di misura, la componente verticale dell'anomalia prodotta da tutti i prismi. Si ottiene così un'anomalia sintetica che verrà poi confrontata con l'anomalia residua; dal confronto si costruisce una carta degli scarti o dei resti che rappresenta la differenza tra le due anomalie. Una buona corrispon-

denza indica che la ricostruzione fatta delle batimetrie e/o la scelta del contrasto di densità attribuito è valida, altrimenti bisognerà reintervenire fino a quando il risultato ottenuto può ritenersi valido.

In questo specifico caso sono state considerate due batimetrie, riferite al tetto dei depositi del Meso-Cenozoico ed alla base dei depositi conglomeratici del conoide di Cantalice. E' stato attribuito un contrasto di densità pari a  $-0.45 \text{ g/cm}^3$  ai depositi alluvionali ed di  $-0.2 \text{ g/cm}^3$  ai conglomerati Villafranchiani sulla base delle considerazioni precedentemente espone.

La carta dei residui (Fig. 3) ottenuta con questa ricostruzione presenta scarti di 00.5 mGal. Tali scarti possono essere dovuti alla disomogeneità dei depositi fluvio-lacustri; infatti questi presentano variazioni locali della densità che non è possibile valutare alla scala con cui si è lavorato.

Tra le due batimetrie ricostruite quella che presenta il maggiore interesse è riferita al tetto dei depositi Meso-Cenozoici, cioè la base dei depositi fluvio-lacustri.

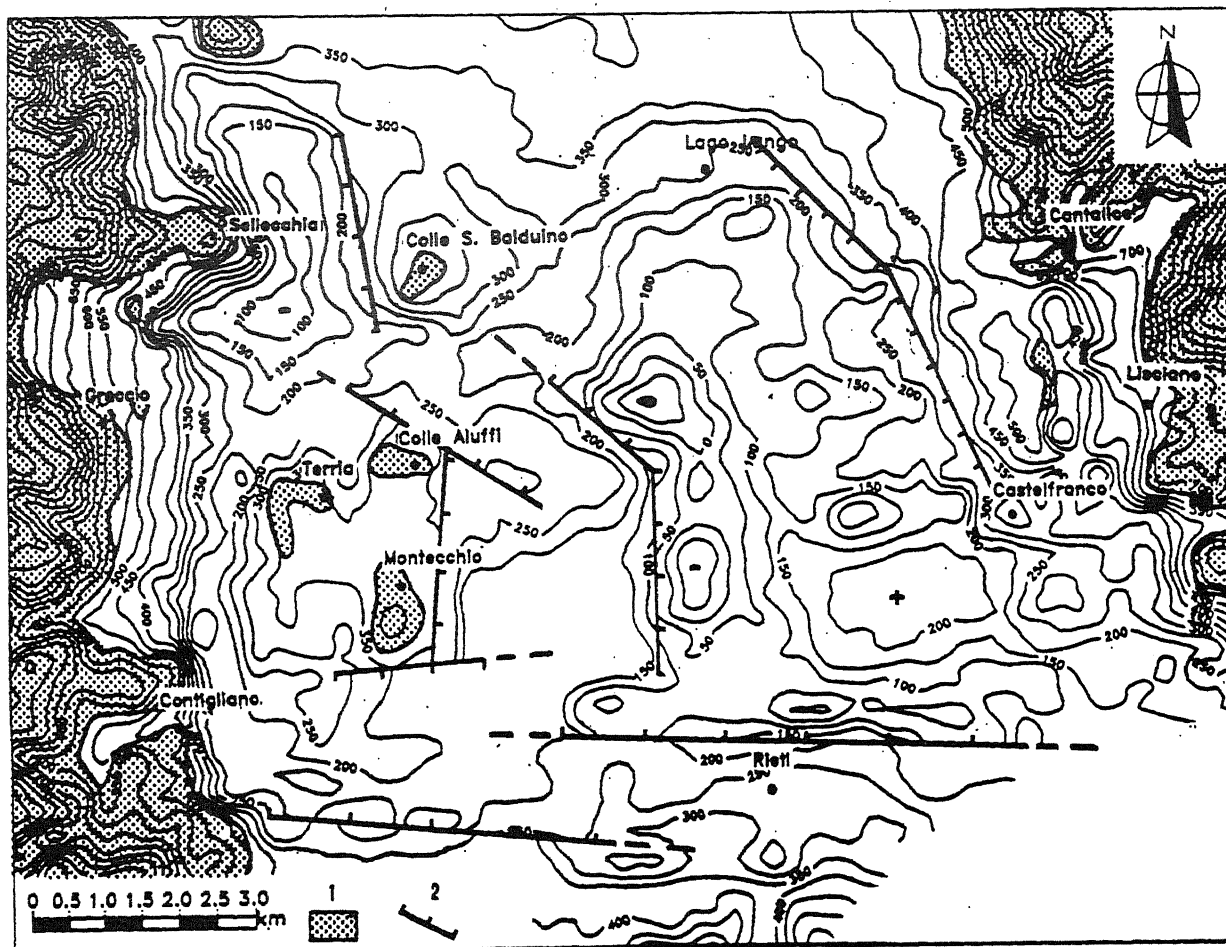


Fig. 4 - Tetto dei depositi meso-cenozoici. Equidistanza 50 metri. Legenda: 1 - Affioramenti meso-cenozoici; 2 - Faglia distensiva.  
Map showing the top of meso-cenozoic deposits. Equidistance: 50 m. Legend: 1 - Outcrop of meso-cenozoic deposits; 2 - Normal fault.

La carta (Fig 4) mostra la prosecuzione della successione Sabina al di sotto della copertura alluvionale. La successione risulta notevolmente disarticolata e ribassata verso il centro della Piana, dove raggiunge la massima depressione (di -50 m s.l.m.); l'andamento di questa depressione presenta una direzione N-S.

E' interessante notare come risultano ben definiti gli "scalini" che ribassano il tetto:

- in corrispondenza dell'affioramento di Montecchio-Colle Aluffi;
- parallelamente a questo ma spostato verso est nel centro del Bacino;
- in prossimità di Rieti dove affiorano le placche travertinose;
- a contatto con i Monti Reatini vicino gli abitati di Lisciano, Cantalice e Castelfranco;
- ad est tra Sellecchia e Contigliano.

Un altro modo per rappresentare la depressione della successione Sabina è dato dalla carta delle isopache del Plio-Pleistocene (Fig. 5). La carta mostra spessori di oltre 450 m in corrispondenza dell'area di minimo gravimetrico, allungata in direzione N-S, precedente-

mente osservata. Il notevole spessore ad ovest di Castelfranco (oltre 450 m) è dovuto alla presenza sia dei conglomerati Villafranchiani che dei depositi fluvio-lacustri.

## 5. ASSETTO STRUTTURALE DELL'AREA

L'elaborazione di tutti i dati raccolti ci ha permesso di definire un bloccodiagramma della Piana e di analizzare i rapporti tra le varie superfici precedentemente definite.

Dal punto di vista litologico sono stati distinti i termini calcarei ed i termini marnosi della successione Sabina, i conglomerati Villafranchiani, i depositi travertinosi ed i depositi fluvio-lacustri.

La successione Sabina risulta interessata da una serie di sovrascorrimenti, riportati in letteratura geologica (Cosentino *et al.*, 1991-92; Cosentino & Parotto, 1991-92; Manfredini, 1972), che affiorano parzialmente nel versante orientale della dorsale dei Monti Sabini.

E' inoltre presente un sistema di faglie distensive che disarticola e ribassa le strutture originate dalla fase compressiva. Nella Figura 4 sono state tracciate le faglie che interessano il *bedrock* Meso-Cenozoico e che originano la

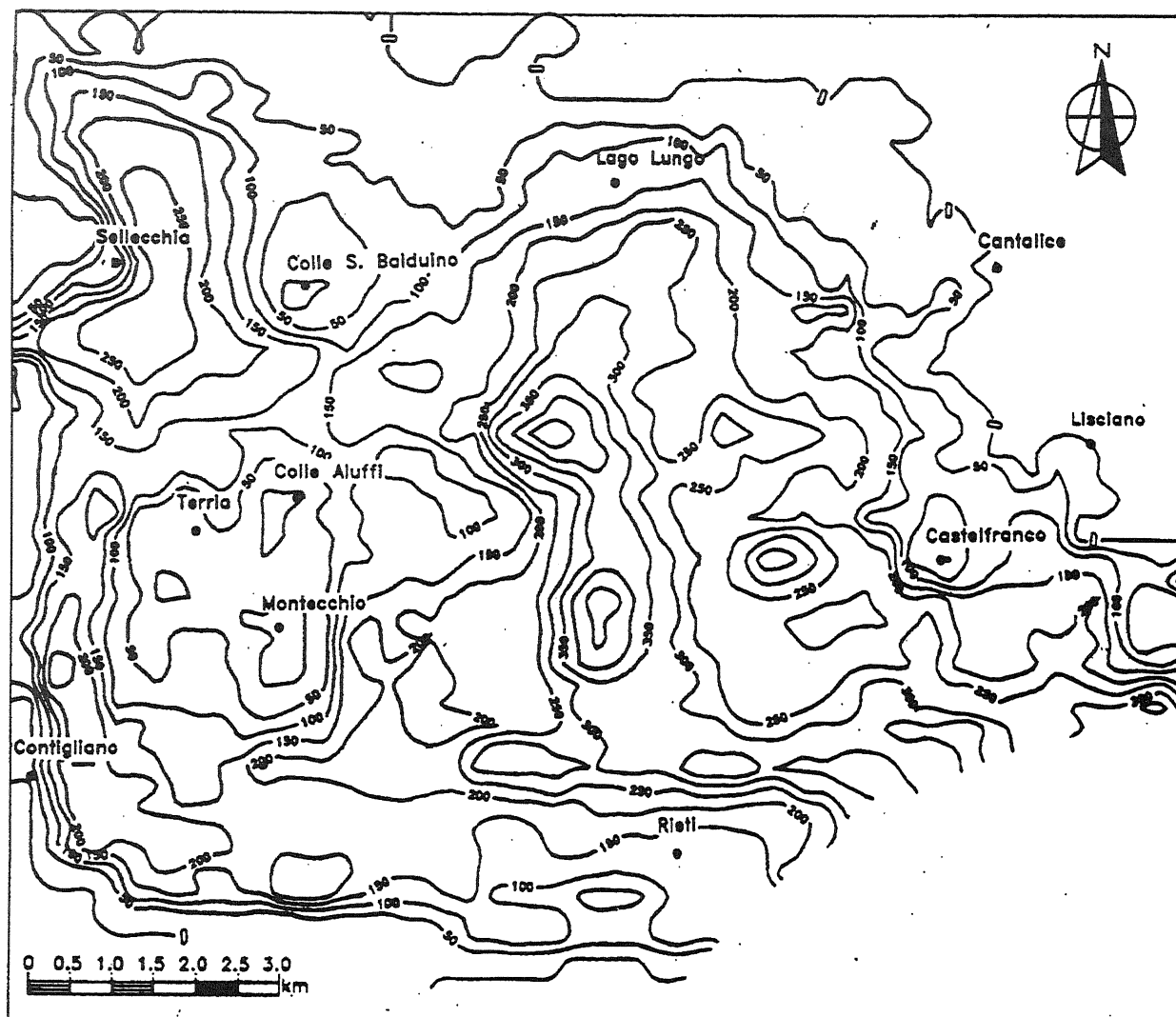


Fig. 5 - Isopache dei depositi plio-pleistocenici. Equidistanza: 50 metri.  
*Isopach maps of plio-pleistocenice deposits. Equidistance: 50 m.*

depressione centrale del bacino. Nelle sezioni i depositi fluvio-lacustri non sono attraversati da questi lineamenti in quanto dall'analisi gravimetrica non è possibile stabilirlo. Il sistema distensivo interessa anche il margine orientale della piana dove parte delle dislocazioni interessano anche i depositi conglomeratici (Cavinato *et al.*, 1989).

Una visione migliore della struttura è offerta da una serie di sezioni di un bloccodiagramma ad andamento est-ovest (Fig 6).

In entrambe le sezioni appaiono molto ben definiti i rapporti tra la successione Sabina, i conglomerati ed i depositi fluvio-lacustri. Il margine occidentale è stato interpretato come una serie di falde sovrascorse l'una sull'altra (Cosentino *et al.*, 1991-92; Cosentino & Parotto, 1991-92; Manfredini, 1972), i cui fronti di sovrascorrimento sono solo parzialmente affioranti; la successione Meso-Cenozoica viene disarticolata da una successiva fase tettonica distensiva e degrada nell'area centrale per poi riaffiorare sui Monti Reatini. I sedimenti fluvio-lacustri raggiungono il massimo spes-

sore di circa 500 m poco ad ovest del conoide di Cantalice, come era apparso dalla carta delle isopache del Plio-Pleistocene.

L'ampio minimo gravimetrico che interessa in parte il conoide di Cantalice ci ha fatto ipotizzare, contrariamente a quanto affermato precedentemente da vari AA. (Cavinato, 1993; Cosentino *et al.*, 1991-92; Cosentino & Parotto, 1991-92), che il conoide stesso non riposi interamente sulla successione Meso-Cenozoica ma sia a contatto con questa solo a ridosso dei Monti Reatini; il settore più occidentale riposa sui sedimenti leggeri di riempimento della Piana, probabilmente in parziale eteropia di facies. Infatti il debole contrasto di densità tra la successione Meso-Cenozoica ( $2.6 \text{ g/cm}^3$ ) ed i conglomerati Villafranchiani ( $2.4 \text{ g/cm}^3$ ) non è sufficiente a spiegare la presenza del minimo che risulta invece ammissibile se al di sotto dei conglomerati vi fosse del materiale meno denso. La carta dell'anomalia residua mostra che la linea dello zero gravimetrico taglia quasi in due parti il conoide, con valori positivi solo nel settore orientale dove sicuramente questo riposa sui termini Meso-Cenozoici.

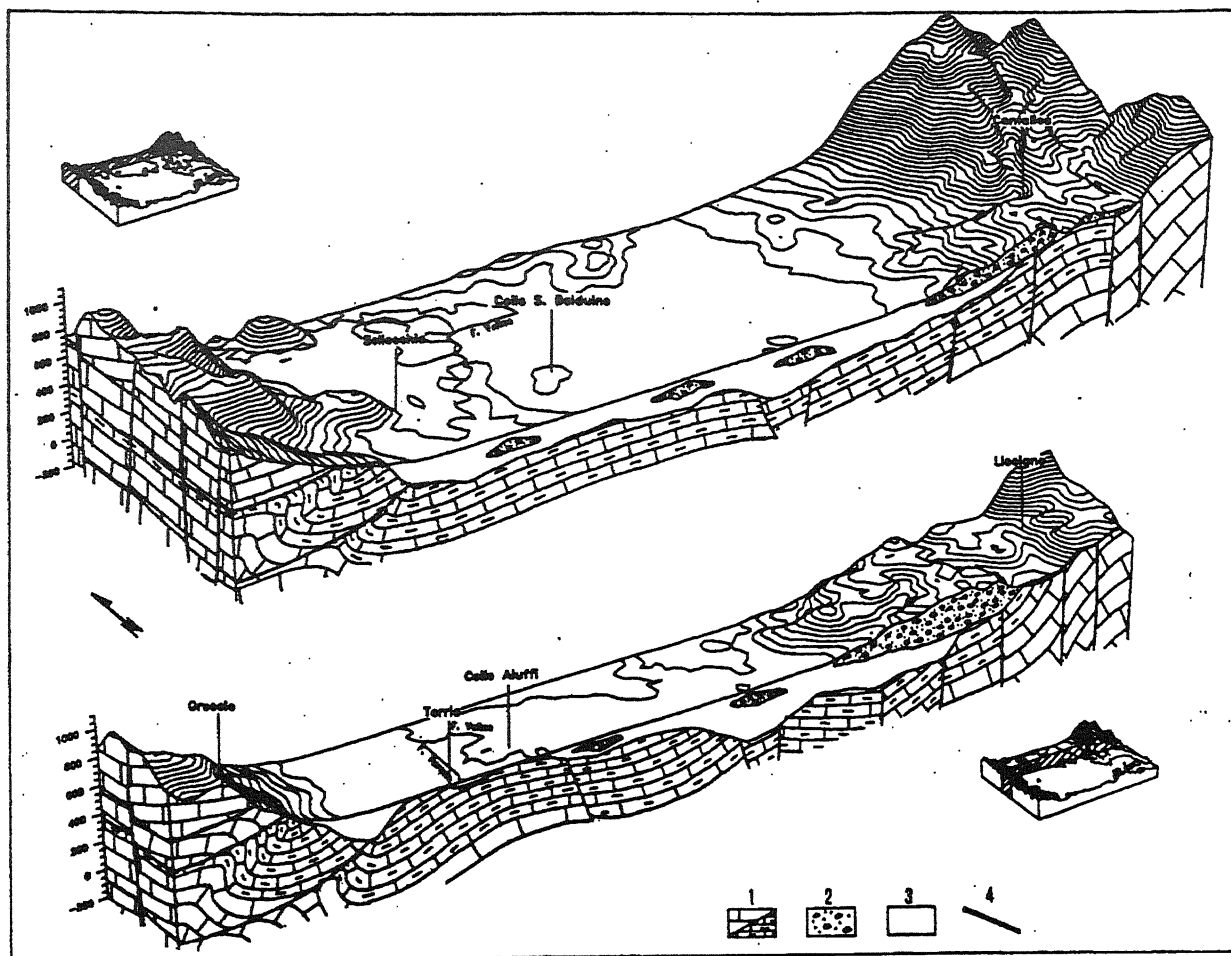


Fig. 6 - Sezioni ad andamento Est-Ovest del modello strutturale risultante dalla elaborazione dei dati gravimetrici. Legenda: 1 - Facies Umbro-Sabina; 2 - Conglomerati villafranchiani; 3 - Depositi fluvio-lacustri; 4 - Faglie e sovrascorrimenti.

E-W sections of the structural model obtained from gravity data. Legend: 1 - Umbria-Sabina facies deposits; 2 - Villafranchian alluvial fan deposits; 3 - Fluvio-lacustrine deposits; 4 - faults and thrusts.

## 6. CONCLUSIONI

I bacini intermontani sono delle strutture recenti della catena appenninica che appaiono sempre più strettamente collegati alla attività neotettonica dell'area.

Risulta di evidente interesse, anche in relazione a ricerche microsismiche, chiarirne l'assetto ed i meccanismi tensionali da cui originano.

La ricostruzione qui esposta vuole essere un contributo alla conoscenza delle caratteristiche dei depositi Plio-pleistocenici ed alle loro relazioni con gli altri terreni costituenti il bacino. La sua applicazione al bacino Reatino ha permesso una ricostruzione tridimensionale e cercato di chiarire l'assetto strutturale dell'area, con particolare riguardo all'interpretazione delle strutture carbonatiche sepolte dai sedimenti quaternari. Escludendo i conglomerati affioranti nella porzione orientale, il cui comportamento meccanico è assimilabile alle formazioni della serie Sabina, nei terreni più recenti, risulta di complessa realizzazione la raccolta di dati strutturali.

Risulta evidente che l'assetto strutturale qui ipotiz-

zato è strettamente correlato ai contrasti di densità adottati, in particolare per l'entità degli spessori del complesso indicato in Figura 6 come depositi Fluvio-lacustri.

Alla luce di questo lo scopo della ricostruzione operata vuole essere un'ipotesi di lavoro le cui incertezze possono essere ridotte dal confronto con altri dati profondi. Sia di natura indiretta, quali altre indagini geofisiche, sia soprattutto da osservazioni dirette provenienti da sondaggi sufficientemente profondi.

Lavoro eseguito nell'ambito dei programmi del Centro di Studio per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale del C.N.R.

## BIBLIOGRAFIA

- Calamita F. & Deiana G., 1986 - *Geodinamica dell'Appennino umbro-marchigiano*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 311-316.  
 Castellarin A., Colacicchi R. & Praturlon A., 1978 - *Fasi distensive, trascorrenze e sovrascorrimenti lungo la*



- "linea Ancona-Anzio", dal Lias medio al Pliocene.* Geol. Romana, **17**, 161-189.
- Cavinato G. P., Chiaretti F., Cosentino D., Serva L., 1989 - *Caratteri geologico-strutturali del margine orientale della conca di Rieti.* Boll. Soc. Geol. It., **108**, 207-218.
- Cavinato G. P., 1993 - *Carta geologica del settore meridionale del bacino di Rieti (Appennino centrale) scala 1:50.000.* CNR.
- Civitelli G., Corda L. & Mariotti G., 1986 - *Il bacino Sabino: 2. Sedimentologia e stratigrafia della serie calcarea e marnoso-spongolitica (Paleogene-Miocene).* Mem. Soc. Geol. It., **35**, 33-47.
- Cosentino D., Scoppola C., Scrocca D. & Vecchia P., 1991-92 - *Stile strutturale dei Monti Reatini e dei Monti Sabini settentrionali (Appennino centrale) a confronto.* Studi Geologici Camerti, vol. spec., CROP **11**, 55-61.
- Cosentino D. & Parotto M., 1991-92 - *La struttura a falde della Sabina (Appennino centrale).* Studi Geologici Camerti, vol. spec., CROP **11**, 381-387.
- Di Filippo M. & Toro B., 1982 - *Lazio: anomalie di Bouguer e campo regionale del P° ordine.* Rend. Soc. Geol. It., **5**, 27-28.
- Manfredini M., 1972 - *Studio idrogeologico della piana di Rieti.* CNR Quaderni I.R.S.A., **6**, 87-122.

*Manoscritto ricevuto il 18. 2. 1994*

*Inviato all'Autore per la revisione il 4. 11. 1994*

*Testo definitivo ricevuto il 20. 12. 1994*