

IL CASO DELL'ALBEGNA NEL QUADRO DEI LINEAMENTI ANTIAPPENNINICI LUNGO IL MARGINE TIRRENICO DELLA TOSCANA

RIASSUNTO

Sulla base del rilevamento geologico di dettaglio, dell'analisi strutturale alla scala dell'affioramento e dell'interpretazione di fotografie aeree e di immagini da satellite è stata constatata l'esistenza, nel bacino del fiume Albegna, di una fascia deformativa ad andamento NE-SW con uno sviluppo lineare continuo (il "lineamento") limitato a qualche migliaio di metri. Lungo questa fascia sono avvenuti movimenti distensivi dal Pliocene fino al Pleistocene, mentre non si hanno evidenze di movimenti orizzontali significativi (su elementi del I ordine) a direzione NE-SW.

Secondo i dati raccolti, è possibile inquadrare questa fascia deformata del margine tirrenico toscano in un regime tettonico distensivo, probabilmente come effetto superficiale di una zona di inarcamento profonda.

ABSTRACT

A geological and structural survey of the Albegna basin has been performed by the means of mesoscopic study, photogeological and Landsat images analyses.

The existence of an Albegna "lineament" (i.e. a large deformative belt) NE-SW trending is confirmed on the basis of the field evidences. Probably this "belt" is one of the most remarkable element of a previously formed crustal weakness zone. The actual structural pattern of the Albegna basin seems to be related to an extensional tectonics, probably superimposed to an older strike-slip kinematics. The evidences of an extensional tectonic activity are well exposed since Pliocene up to Lower-Middle Pleistocene.

PAROLE CHIAVE: Geologia strutturale, Lineamenti, Margine tirrenico toscano.

KEY-WORDS: Structural geology, Lineaments, Tyrrhenian margin, Tuscany.

INTRODUZIONE

Numerosi studi hanno postulato l'esistenza di "lineamenti" (intendendo qui, in senso lato, un qualsiasi andamento rettilineo di forme e/o di strutture comunque messo in luce; v., a questo proposito, quanto discusso in WISE *et al.*, 1979) orientati NE-SW lungo il margine tirrenico toscano e, più in generale, in tutto il settore occidentale dell'Appennino settentrionale (v.,

fra gli altri, BOCCALETTI *et al.*, 1977). Lineamenti con questo orientamento non appaiono, in prima approssimazione, molto diffusi, ma possono, comunque, essere osservati a diverse scale, soprattutto lungo il margine tirrenico della Toscana centro-meridionale. E' d'altra parte necessario stabilire su quale tipo di osservazione si basa l'individuazione di questi (e di altri) lineamenti, se corrispondano o meno a linee tettoniche o a fasce deformative e che geometria e movimenti abbiano avuto.

Da questo punto di vista lo studio dell'evoluzione strutturale recente della zona del fiume Albegna può essere considerata, entro certi limiti, un *case-history*, sia per quanto riguarda l'approccio metodologico, sia per l'eventuale valore paradigmatico che può assumere. Attraverso l'applicazione di metodologie strutturali a diverse scale, il rilevamento geologico e lo studio qualitativo (e semi-quantitativo) della sismicità, è stato possibile compiere una verifica incrociata dell'esistenza e della cinematica del lineamento dell'Albegna (uno dei più importanti ad andamento antiappenninico), e fornire anche qualche elemento per una definizione più completa di questo settore della Toscana meridionale. Gli elementi analitici sono scaturiti, oltre che da una revisione dei dati esistenti, da uno studio stratigrafico delle formazioni post-messiniane, dallo studio di foto aeree e di immagini da satellite e dal controllo dei dati sismici esistenti, mentre sul terreno sono stati effettuati un rilevamento geologico mirato al riconoscimento dei terreni dal Messiniano in poi e un'analisi strutturale alla scala dell'affioramento. Il dettaglio specifico delle analisi può essere ritrovato, in parte, anche in ZANCHI & TOZZI (1987).

STUDI PRECEDENTI

Negli ultimi dieci anni la zona del bacino del fiume Albegna è stata oggetto di una serie di studi geologici e, in particolare, stratigrafici (BONAZZI *et al.*, 1980; PASQUARE' *et al.*, 1983; BETTELLI, 1985; ZANCHI & TOZZI, 1987; BETTELLI *et al.*, 1990). Il quadro dell'assetto strutturale e dell'evoluzione tettonica recente in chiave regionale è, però, ancora incompleto, nonostante alcuni studi specifici (ZANCHI & TOZZI, 1987; MARTELLI *et al.*, 1989).

In studi a carattere generale, il lineamento dell'Albegna è stato prima riconosciuto e poi interpretato in maniera diversa: faglia diretta o sub-verticale, inserita o meno in strutture tipo *Graben* (FUNICIELLO *et al.*, 1980), oppure faglia trascorrente a movimento destro (BOCCALETTI *et al.*, 1977).

(*) C.N.R., Centro Studio per la Geologia Tecnica - Roma.

(**) Dipartimento Scienze della Terra, Università - Milano.

Negli ultimi anni, inoltre, faglie trascorrenti diversamente orientate, corrispondenti a lineamenti di importanza regionale, sono state riconosciute in varie zone dell'Appennino centro-settentrionale, fino ad interessare il margine tirrenico toscano-laziale. Lungo il margine tirrenico in senso stretto, invece, è stata tradizionalmente riscontrata l'esistenza di deformazioni fragili a prevalente carattere distensivo, con frequenti segnalazioni, per altro, di movimenti a componente orizzontale e di locali strutture a carattere compressivo. Per completare sommariamente il quadro, si segnala che, invece, lungo il margine tirrenico dell'Italia meridionale è stata recentemente riconosciuta l'importanza e la diffusione di lineamenti a carattere trascorrente appartenenti, però, al dominio azimutale appenninico (TOZZI, 1991). Lineamenti ad orientamento NE-SW sono comunque segnalati come possibili da ORTOLANI *et al.*, 1990 in tutta l'Italia centro-meridionale.

ASSETTO STRUTTURALE DAL MESSINIANO AL QUATERNARIO

Il quadro strutturale del Messiniano, nella Toscana centro-meridionale, è caratterizzato da dorsali allungate NNW-SSE e N-S che condizionano la sedimentazione e, naturalmente, l'impostarsi dell'evoluzione tettonica successiva (PASQUARE' *et al.*, 1983).

Nel Pliocene, ai precedenti lineamenti si sovrappongono direzioni nettamente NE-SW che danno luogo, in qualche caso (Ombrone), a morfologie geometricamente complesse (Fig. 1).

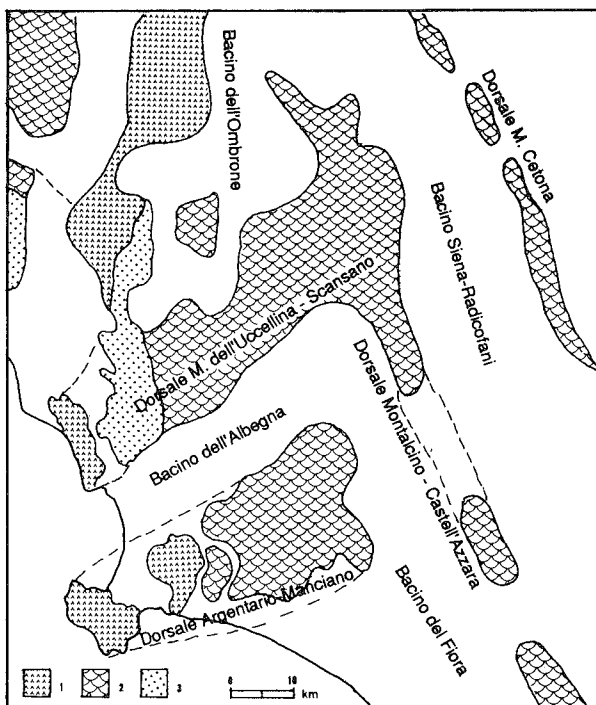


Fig. 1 - Assetto strutturale e paleogeografico all'impostarsi della trasgressione pliocenica. Legenda: 1) unità toscane autoctone; 2) unità liguri; 3) falda toscana. Secondo PASQUARE' *et al.* (1983) e ZANCHI & TOZZI (1987).

Il rilevamento geologico effettuato ha permesso di mettere in luce che i depositi pliocenici risultano concentrati in destra orografica dell'Albegna (Fig. 2) e la serie ha, complessivamente, una maggiore potenza in riva destra rispetto alla sinistra (ZANCHI & TOZZI, 1987). E' dunque possibile sostenere, su basi stratigrafiche, una ripresa dell'attività da parte di un lineamento tettonico (individuatosi precedentemente e, secondo BETTELLI *et al.*, 1980, già attivo come faglia trascorrente destra dal Cretacico a gran parte del Miocene), allungato in direzione NE-SW, lungo l'attuale corso del fiume Albegna.

I movimenti positivi che hanno avuto inizio nel Pliocene si intensificano nel Quaternario e permettono di individuare, fra l'altro, limitati settori in depressione, orientati NE-SW, dove avviene la deposizione di sedimenti come i Calcari lacustri (MANCINI, 1960). Piccoli *Graben* allungati in direzione NW-SE sono invece riconoscibili nel settore sud-orientale (Tafone). Le alluvioni antiche (comprese nel 6, Fig. 2) sono completamente mancanti in riva sinistra dell'Albegna dove i depositi risultano, complessivamente, più recenti. Da un punto di vista morfostrutturale i tre ordini di terrazzi che si osservano nella zona risultano più deformati in riva destra e meno in riva sinistra.

RISULTATI DELL'ANALISI STRUTTURALE

L'analisi strutturale è stata effettuata su 10 stazioni di misura in formazioni comprese fra il Messiniano e il Quaternario, per un totale di 169 elementi deformativi relativi soprattutto a faglie e fratture tensionali.

Gli unici elementi compressivi certamente legati a una fase tettonica di rilievo sono stati misurati nelle sabbie e ghiaie del Messiniano, dove è stata riscontrata una direzione di massima compressione principale WNW-ESE (ZANCHI & TOZZI, 1987). Dal Pliocene in poi la distensione risulta, invece, il tratto caratteristico dell'evoluzione strutturale della zona. Solo sulla base di questi dati non si può escludere la presenza di movimenti orizzontali in alcune unità recenti come, per esempio, i travertini (MARTELLI *et al.*, 1989). Del resto elementi deformativi di questo tipo sono già stati ripetutamente segnalati in varie successioni del margine tirrenico toscano (CERRINA FERONI *et al.*, 1983) e sono ancora in attesa di una collocazione in un quadro di riferimento regionale organico.

La distensione del Messiniano superiore ha una direzione di massima estensione (σ_3) orientata attorno a N 115° (riattivazione?) e una direzione di fratturazione N 340°; le argille plioceniche hanno una direzione preferenziale di fratturazione N 50° che viene regolarmente riscontrata come principale anche nei travertini, nelle piroclastiti e in generale nei terreni quaternari (Fig. 3). Come si vede, dunque, a un vecchio sistema di fratturazione N 340° si sovrappone un sistema nuovo NE-SW, diffusamente presente nell'area. Tale cambiamento di direzioni sembra trovare la sua spiegazio-

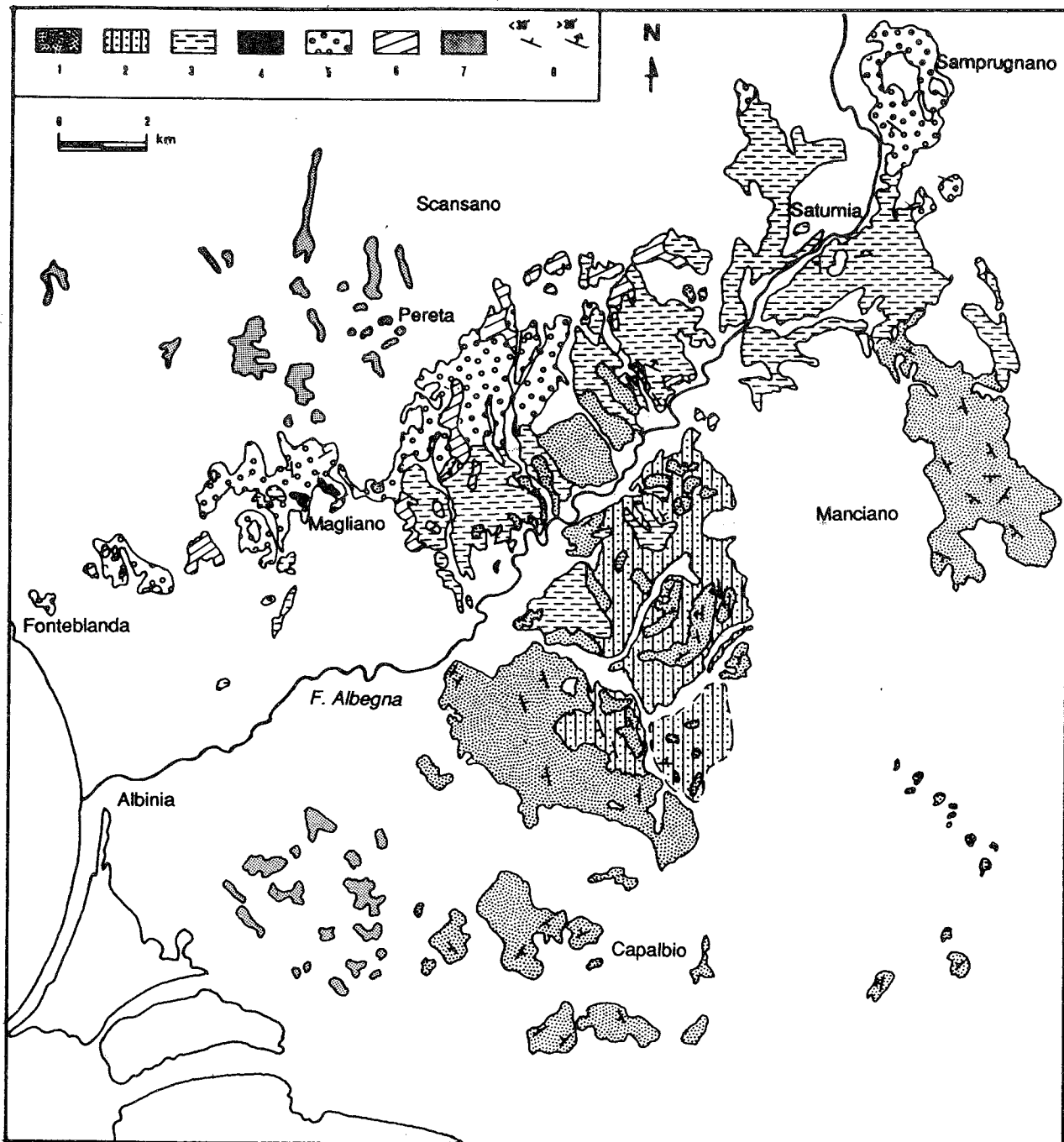


Fig. 2 - Carta geologica del Messiniano e del Pliocene rilevati da ZANCHI & TOZZI (1987). Legenda: 1) conglomerati e arenarie messiniani; 2) arenarie, sabbie e argille con intercalazioni grossolane (Pliocene); 3) argille plioceniche; 4) calcari ad *Amphistegina*; 5) arenarie e sabbie plioceniche; 6) conglomerati pliocenici; 7) paleosuperfici plioceniche; 8) giacitura degli strati.

ne più logica nella ripresa di attività distensiva in corrispondenza del lineamento dell'Albegna. In un'ipotesi di movimenti trascorrenti prevalenti, la direzione media delle fratture (possibilmente *en échelon*), connessa ad una grande faglia NE-SW, avrebbe dovuto essere NNW-SSE (se sinistra) oppure ENE-WSW (se destra), fatte, ovviamente, salve possibili rotazioni.

ANALISI FOTOGEOLOGICA

I lineamenti individuati da foto aerea sono stati

controllati sul terreno (su basi strutturali e geomorfologiche) e sono quasi sempre risultati corrispondenti o direttamente associabili a faglie dirette o sub-verticali.

Il gruppo più continuo ed importante è quello N 120° - 140° (appenninico), ma quelli N 40° - 60° sono quasi altrettanto importanti, mentre quelli E-W sono frequenti, ma piccoli, e i lineamenti N-S decisamente subordinati in situazioni locali. Non si riscontra, su queste basi e a questa scala, un lineamento continuo in direzione NE-SW come supposto da altri autori (BOCCALETTI *et al.*, 1977): esso viene riconosciuto con continuità solo in un tratto compreso fra il paese di

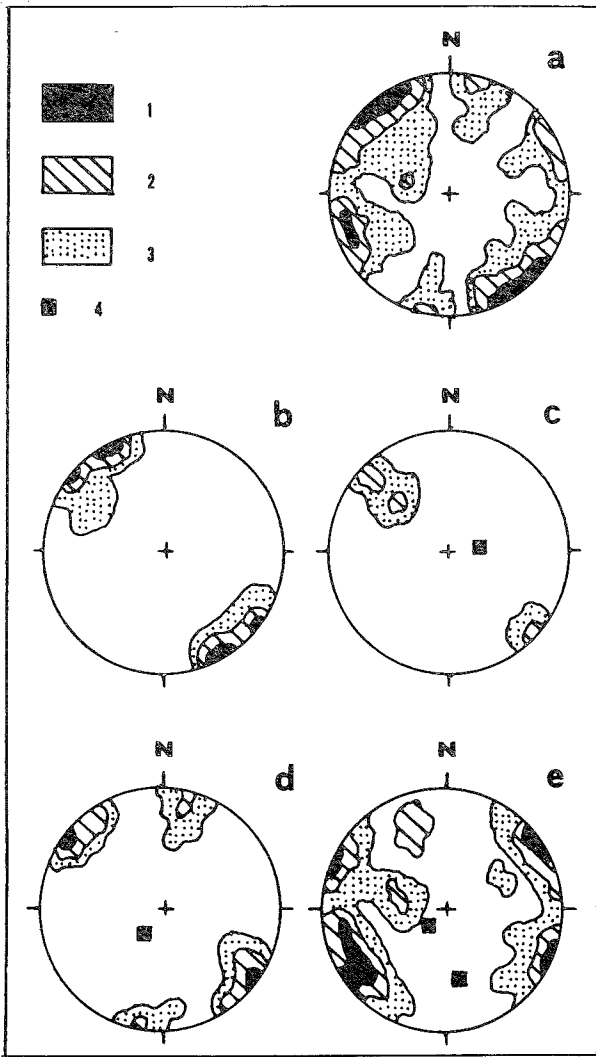


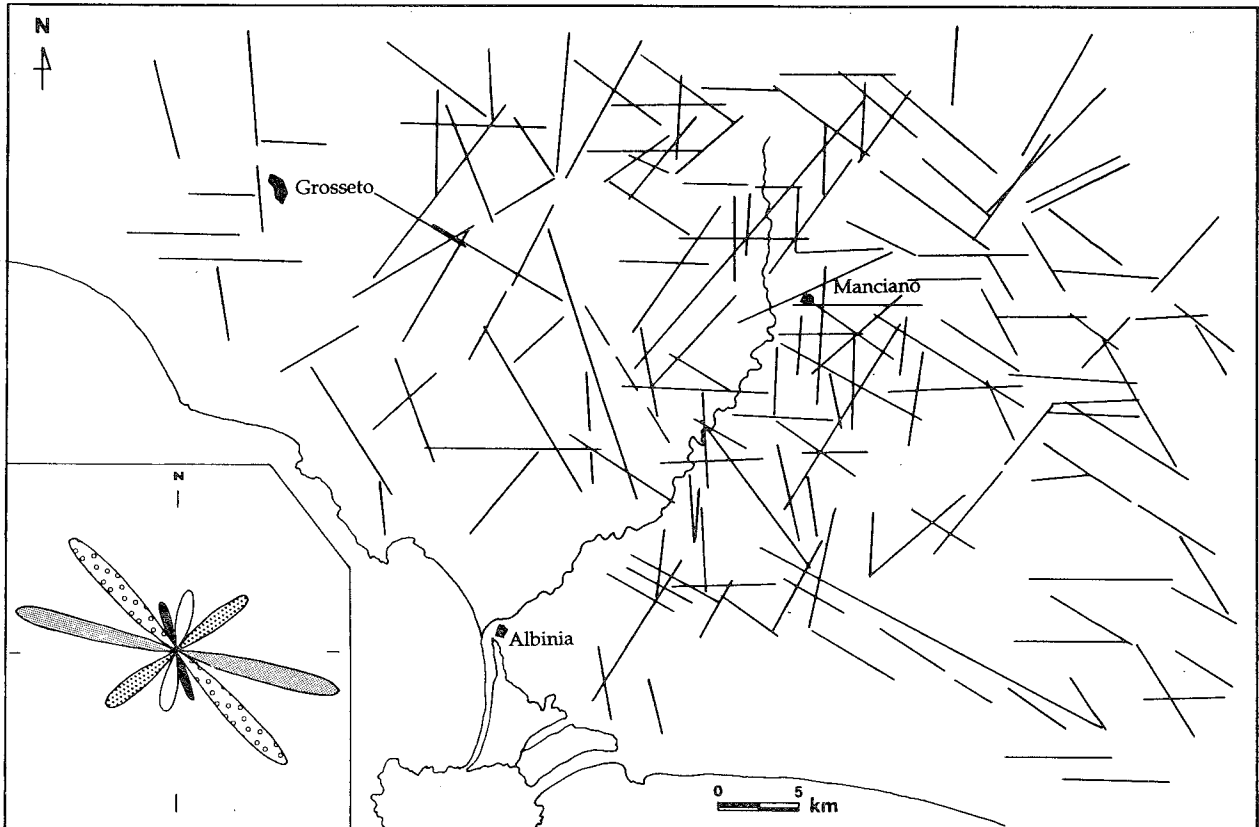
Fig. 3 - Stereogrammi in proiezione di Schmidt (emisfero inferiore) delle fratture rilevate da ZANCHI & TOZZI (1987). a) Totale dati; b) piroclastiti; c) argille plioceniche; d) travertini; e) arenarie pre-plioceniche. Legenda: 1) 10%; 2) 2%; 3) 3%-1% di area; 4) poli della stratificazione.

Samprugnano (a NE) e Saturnia (a SW). A SW di Saturnia il lineamento scompare al di sotto dei depositi recenti e non ne risultano tracce nemmeno *off-shore* (dati sismici inediti): l'unica evidenza morfologica è una depressione discontinua costituita da blocchi disarticolati che arriva quasi al mare. A NE il lineamento si "sfilaccia" in una fascia di motivi sub- paralleli antiappenninici che si esauriscono contro la struttura del Fiume Paglia.

IMMAGINI DA SATELLITE

I lineamenti da satellite (più lunghi di 3000 m) risultano prevalentemente disposti N 280°, NW-SE e, più limitatamente, NE-SW (Fig. 4). In un'analisi precedentemente condotta a scala nazionale, WISE *et al.*, 1979, utilizzando il metodo "shadow", riconoscono e identificano alcuni importanti domini di lineamenti che interessano direttamente la Toscana centro - meridionale e il margine tirrenico (Fig. 5). Da questi dati si vede come lineamenti a direzione NE-SW interessino questo settore dell'Italia centrale, ma più marcatamente tutto il margine tirrenico toscano e laziale (fra Grosseto e Roma).

Fig. 4 - Lineamenti rilevati nel bacino del fiume Albegna da immagini Landsat con istogramma a rosa dei venti delle famiglie azimutali individuate.



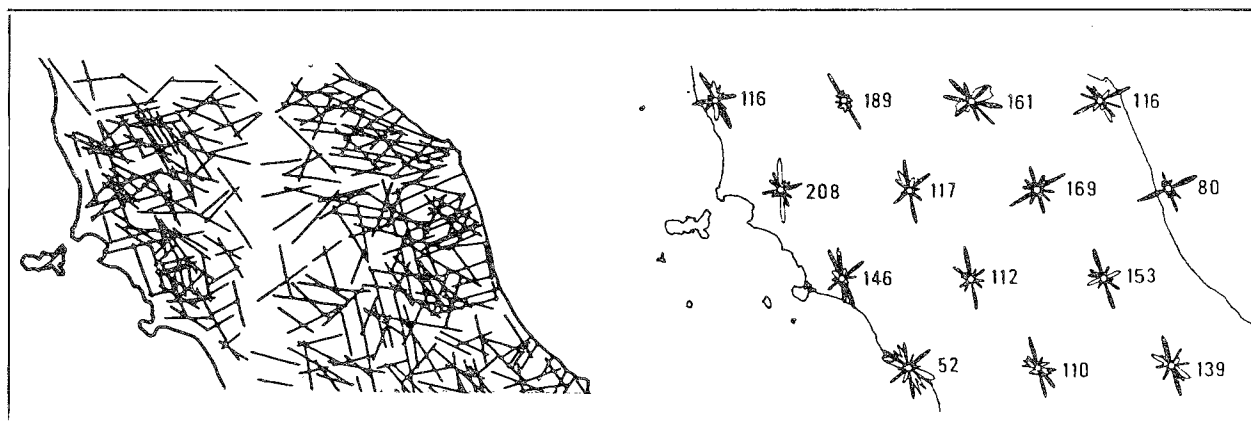


Fig. 5 - Lineamenti e istogrammi a rosa dei venti ricavati con il metodo "shadow" nell'Italia centro-settentrionale. Da WISE *et al.* (1979).

SISMICITA'

Diverse estrazioni dal catalogo sismico (prodotte presso l'I.N.G.) non hanno dato tracce di una sismicità di rilievo eccettuata quella minore, legata, però, alla caldera di Latera.

CONCLUSIONI

I principali risultati scaturiti dalla presente analisi sono schematizzabili in alcuni punti come segue.

1) Si riconosce su basi analitiche, stratigrafiche e strutturali, un lineamento NE-SW all'incirca parallelo al corso del fiume Albegna e se ne definisce con precisione l'andamento sul terreno: esso corrisponde piuttosto ad una fascia deformativa complessa che non ad un motivo tettonico unico ben definito;

2) lungo questa fascia sono avvenuti movimenti distensivi (sub-verticali) dal Pliocene fino a tempi molto recenti (Pleistocene), mentre non vi sono tracce importanti di movimenti orizzontali significativi attuali; le strutture identificate fanno pensare a una struttura tipo *graben* complesso;

3) tale fascia potrebbe essere il riflesso superficiale di una regione di inarcamento crostale interpretabile in chiave di sollevamenti verticali con espansioni laterali, come già ipotizzato in altre zone caratterizzate dalla presenza di complessi vulcanici (Fig. 6);

4) l'evoluzione strutturale recente (dal Messiniano), scandita sulla base della storia deformativa e della distribuzione spaziale della serie stratigrafica, permette di inquadrare la fascia deformativa del bacino del fiume Albegna in un ambito distensivo, coerentemente con i dati superficiali e profondi attualmente a disposizione. L'attività tettonica nell'area è testimoniata, con una certa sicurezza, fino al Pleistocene medio-inferiore (periodo in cui sono anche attive le direttrici distensive NW-SE); si tratterebbe, quindi, di una riattivazione distensiva di una zona di debolezza che può anche avere avuto, in precedenza, cinematiche differenti.

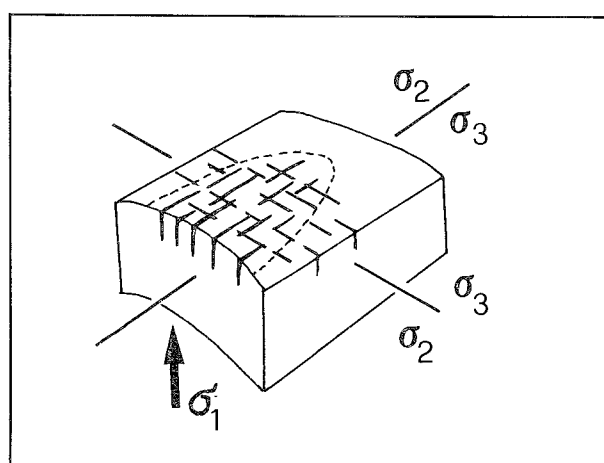


Fig. 6 - Modello di sollevamento verticale con espansione laterale in corrispondenza di un inarcamento crostale quale potrebbe essere quello del Monte Amiata. Da un'ipotesi di WISE *et al.* (1979). Se σ_2 è circa uguale a σ_3 , lo scambio di tali assi sul piano orizzontale comporta la formazione di due fasce estensivi perpendicolari (NW-SE e NE-SW in questo caso).

OPERE CITATE

- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P., FONTANA D. & GASPERI G. (1990) - *Carta geologica del bacino del fiume Albegna*. Selva, Firenze.
- BETTELLI G. (1985) - *Geologia delle alte valli dei fiumi Albegna e Fiora (Toscana meridionale)*. Geol.Romana, **24**, 147-188.
- BETTELLI G., FAZZINI P. & GELMINI B. (1980) - *Evoluzione strutturale della Toscana meridionale*. Mem.Soc.Geol.It., **21**, 137-142.
- BOCCALETTI M., COLI M. & NAPOLEONE G. (1977) - *Nuovi allineamenti strutturali da immagini Landsat e rapporti con l'attività sismica degli Appennini*. Boll.Soc.Geol.It., **96**, 687-694.
- BONAZZI U., GASPERI G. & FREGNI P. (1980) - *Il bacino neoautoctono del fiume Albegna*. Mem.Soc.Geol.It., **21**, 267-271.

CERRINA FERONI A., MORATTI G. & PLESI G. (1983) - *Evidenze di episodi compressivi messiniano - pliocenici alternati alla tettonica di distensione nella Toscana sud-occidentale emerse dall'analisi mesostrutturale*. Prog.Fin.Geod., Pubbl. **9**, 1013-1021.

FUNICIELLO R., PAROTTO M. & PRATURLON A. (Eds.) (1980) - *Carta tettonica d'Italia*. 26ème Congr.Geol.Int., Paris.

MANCINI F. (1960) - *Sulla geologia della piana dell'Albegna (Grosseto)*. Boll.Soc.Geol.It., **79**, 1-90.

MARTELLI L., MORATTI G. & SANI F. (1989) - *Analisi strutturale dei travertini della Toscana meridionale (Valle dell'Albegna)*. Boll. Soc. Geol. It., **108**, 197-205.

ORTOLANI F., PAGLIUCA S., PEPE E., SCHIATTARELLA M. & TOCCACELI R.M. (1990) - *Le faglie pleistoceniche antiappenniniche di importanza regionale dell'Appennino meridionale:*

rapporti con le strutture profonde e con la sismicità. Riassunti Conv. "Irpinia, dieci anni dopo", Sorrento.

PASQUARE' G., CHIESA S., VEZZOLI L. & ZANCHI A. (1983) - *Evoluzione paleogeografica e strutturale di parte della Toscana meridionale a partire dal Miocene superiore*. Mem. Soc. Geol. It., **25**, 145-157.

TOZZI M. (1991) - *Tettonica trascorrente e rotazioni di blocchi fagliati lungo il margine tirrenico dell'Appennino meridionale*. Riassunti Conv. "Giornate in memoria di Leo Ogni-ben", Soc. Geol. It., Naxos.

ZANCHI A. & TOZZI M. (1987) - *Evoluzione paleogeografica e strutturale recente del bacino del fiume Albegna (Toscana meridionale)*. Geol. Romana, **26**, 305-325.

WISE D.U., FUNICIELLO R., PAROTTO M. & SALVINI F. (1979) - *Domini di lineamenti e fratture in Italia*. Pubbl. Ist. Geol. Pal. Univ. di Roma, **42**, 53 pp..