

**IL CONTROLLO DELLA TETTONICA GIURASSICA SULLA STRUTTURAZIONE NEOGENICA DEI MONTI MARTANI MERIDIONALI (PREAPPENNINO UMBRO)(\*\*\*)**

INDICE

RIASSUNTO	pag. 121
ABSTRACT	" 121
INTRODUZIONE	" 121
ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	" 122
<i>Litostratigrafia</i>	" 122
<i>Assetto strutturale</i>	" 124
DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	" 130
BIBLIOGRAFIA	" 135

RIASSUNTO

Nei Monti Martani meridionali (Preappennino umbro) si riconoscono due macroanticlinali ad andamento assiale N-S. I loro fianchi orientali, da verticali a rovesciati e costituiti dalla sola successione pelagica ed emipelagica (Lias medio - Miocene inf.), sono in rapporto di *blind thrust* con il *Calcare massiccio* (Lias inf.) in strati sub-orizzontali (ben evidente in affioramento nell'anticlinale di M. Torre Maggiore). La più orientale è l'anticlinale di M. Torricella che ha uno sviluppo localizzato e assume, nel settore settentrionale, direzione N100°-110° fino a ricongiungersi con l'anticlinale di M. Torre Maggiore. Questa ha uno sviluppo regionale ed è seguibile verso nord fino a M. Martano.

I suddetti elementi costituiscono l'*hangingwall* del sovrascorrimento di M. Torricella, ben osservabile lungo la Val Serra; quest'ultimo ha una generale direzione N-S e mostra nel tratto a nord di M. Torricella un locale andamento NW-SE.

Una importante faglia normale, a cui è riferita la depressione tettonica di Terni, si segue lungo i versanti occidentale e meridionale dei Monti Martani.

Il *footwall* del sovrascorrimento di M. Torricella è caratterizzato dalla presenza di una faglia ad andamento NNE-SSW con un carattere da transpressivo a trascorrente destro (Faglia di Battiferro) interpretata come un retroscorrimento che realizza, nella sua porzione meridionale, la chiusura triangolare del sovrascorrimento di M. Torricella stesso.

Nell'ambito dell'area in esame si osservano alti strutturali giurassici bordati da faglie ad alto angolo ad andamento N-S, N10° e N110°. Tra queste, quelle immergenti ad est sono state riattivate o dislocate da *blind thrust* durante gli eventi deformativi compressivi neogenici.

L'andamento assiale e il *pattern* d'insieme delle suddette macroanticlinali di tetto del sovrascorrimento di M. Torricella sono associati al controllo delle faglie giurassiche sullo sviluppo delle rampe oblique dei *blind thrust* e dei sovrascorrimenti messi in posto secondo una principale direzione di trasporto tettonico verso ENE.

ABSTRACT

The control of the Jurassic syn-sedimentary faults on the Neogene thrusting and related folding is analyzed in the

(\*)Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Camerino.  
 (\*\*\*)Dipartimento di Scienze - Università degli Studi di Chieti, "G. D'Annunzio".

(\*\*\*)Lavoro eseguito con i contributi 60% e CNR (F. CALAMITA).

southern sector of the Martani Mountains (Umbrian pre-Appennines).

In the hangingwall of the Mt. Torricella thrust, outcropping along the Serra Valley, two macroanticlines (trending N-S) can be observed. The Mt. Torricella anticline is the more eastern and displays towards the north an abrupt change of axial trend from N-S to E-W. In outcrop, this fold develops axially for about 6 km and shows a flat crest and a vertical to overturned forelimb with depth.

To the west, another anticline structure (Mt. Torre Maggiore) shows regional axial continuity. Its forelimb, represented by the pelagic sequence, appears vertical or slightly overturned; a blind thrust relationship between this forelimb and the sub-horizontal layers of *Calcare Massiccio* is recognized. Towards the SW, these anticlines are dislocated by a Plio-Quaternary normal fault trending N110°-130°, which constitutes the border fault of the Terni Basin.

Within the above mentioned anticlines, Jurassic faults (trending N-S and E-W) border the "structural highs" (Jurassic seamonts), where a condensed Jurassic sequence overlies the *Calcare Massiccio* Formation. The E and N dipping Jurassic faults were reactivated as blind thrusts or displaced by blind thrusts during the Neogene tectonics events.

The axial trends of the Mt. Torre Maggiore and Mt. Torricella anticlines and their outcropping patterns are related to the control of Jurassic faults on the strike of blind thrust planes (and the axial trend of related folds) and on the localization of the blind thrust ramps.

PAROLE CHIAVE: Preappennino umbro, Geologia strutturale, Faglie giurassiche, Pieghe e sovrascorrimenti neogenici.

KEY WORDS: Umbrian Pre-Appennines, Structural geology, Jurassic faults, Neogene folds and thrusts.

INTRODUZIONE

Nell'Appennino umbro-sabino prossimo a Terni si riconoscono tre principali unità tettoniche sovrapposte secondo una vergenza nord-orientale (unità narnese-amerina, unità dei M. Martani e unità dei M. Sabini: CALAMITA *et alii*, 1994; CALAMITA & PIERANTONI, 1995) (Fig. 1).

Nella porzione centro-meridionale dell'unità dei M. Martani, definita dal sovrascorrimento di M. Torricella a direzione generale N-S (Fig. 2), si riconoscono due strutture anticlinali ad andamento assiale meridiano: la più occidentale ha uno sviluppo regionale mentre quella orientale è estremamente localizzata (CALAMITA & PIERANTONI, 1994; ALFONSI, 1995). Tra di esse si interpone la sinclinale di Val di Noce, caratterizzata da strette mesopieghie ad andamento assiale circa N-S e interessata da zone di taglio associabili ad un limitato motivo di accavallamento a vergenza orientale (CALAMITA & PIERANTONI, 1994). Le due anticlinali coinvolgono al di sopra del *Calcare massiccio* (Lias

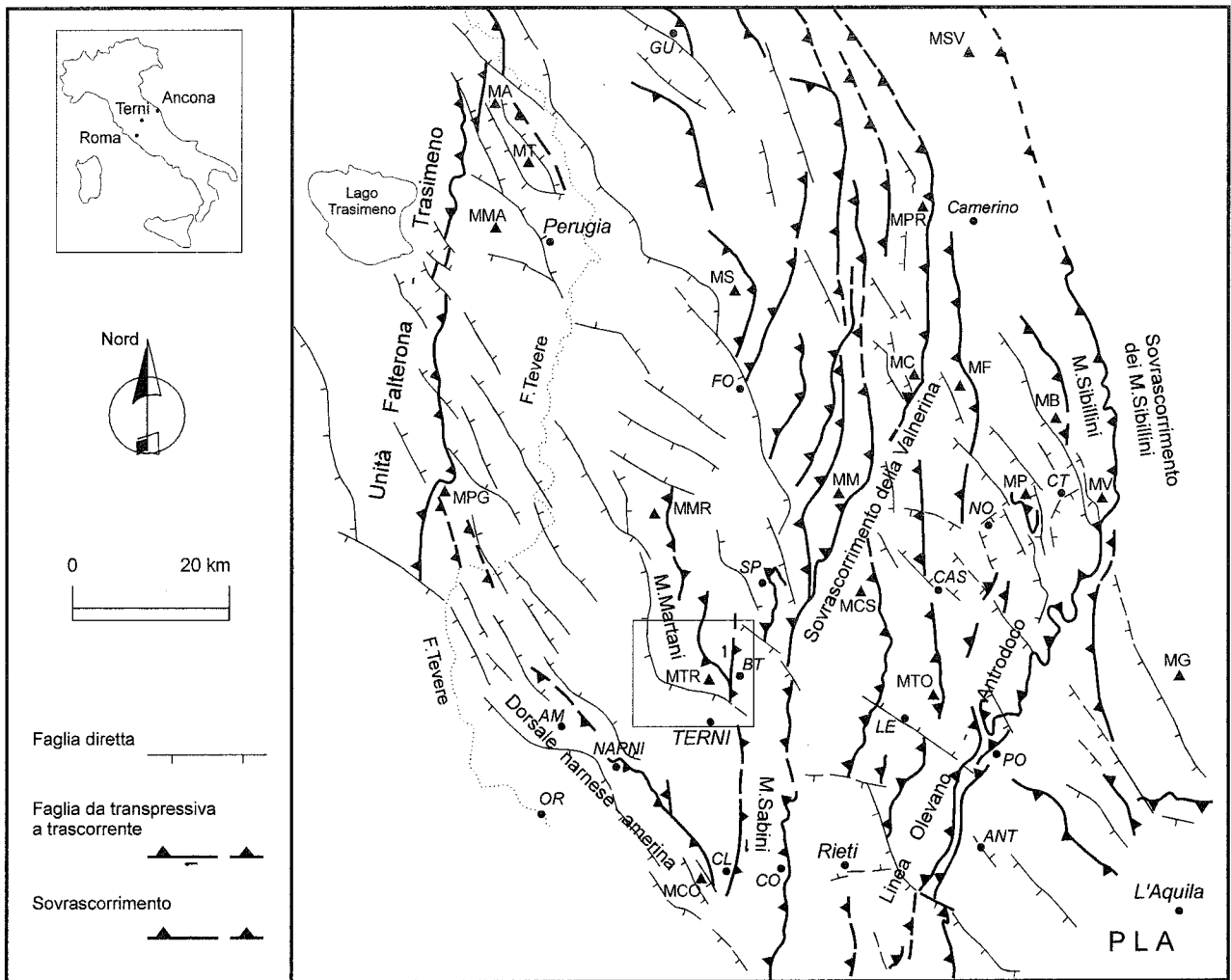


Fig. 1 - Schema strutturale dell'Appennino umbro-marchigiano-sabino e dei settori di raccordo con il Dominio toscano (Unità Falterona-Trasimeno) ad ovest e con quello laziale-abruzzese (Piattaforma laziale-abruzzese: PLA) ad est. (da CALAMITA, 1990; COSENTINO & PAROTTO, 1991; PIERANTONI, 1994; DEIANA & PIALLI, 1994; CALAMITA *et alii*, 1995). Nel riquadro l'area studiata.

AM - Amelia; ANT - Antrodoto; BT - Battiferro; CAS - Cascia; CO - Contigliano; CL - Cottanello; CT - Castelluccio; FO - Foligno; GU - Gubbio; MA - M. Acuto; MB - M. Bove; MC - M. Cavallo; MCO - M. Cosce; MCS - M. Coscerno; MF - M. Fema; MG - M. Gorzano; MM - M. Maggiore; MMA - M. Malbe; MMR - M. Martano; MP - M. Patino; MPG - M. Peglia; MPR - M. Primo; MS - M. Subasio; MSV - M. San Vicino; MT - M. Tezio; MTO - M. Tolentino; MTR - M. Torricella; MV - M. Vettore; NO - Norcia; OR - Orte; PO - Posta; SP - Spoleto.

inf.), successioni giurassiche condensate e complete (*sensu* CENTAMORE *et alii*, 1986), separate da faglie principalmente normali sinsedimentarie, sigillate dalla formazione della *Maiolica* (Titonico sup. - Aptiano inf.).

BROZZETTI & LAVECCHIA (1995) evidenziano nei M. Martani meridionali un'unica struttura anticlinale a direzione assiale N110° che considerano come una locale riorientazione di una piega regionale ad andamento NNW-SSE, in seguito al trascinarsi in corrispondenza di una zona di taglio sinistra orientata N100° ± 10°.

Il nostro studio è stato finalizzato alla definizione dell'assetto geologico-strutturale della porzione meridionale dei M. Martani allo scopo di ricostruire il controllo esercitato dalle faglie giurassiche sulla strutturazione neogenica.

## ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

### Litostratigrafia

Nei Monti Martani affiora la tipica successione

umbro-marchigiana (CENTAMORE *et alii*, 1986 e citazioni relative) che qui arriva a comprendere anche la *Formazione a Raethavicula contorta* del Retico, evidenziata in questo settore (M. Il Cerchio nei pressi di Massa Martana) da ACCORDI (1976) (Tav. 1).

Il termine più antico affiorante nell'area analizzata è rappresentato dal *Calcere massiccio* (Hettangiano-Sinemuriano), costituito da calcari di piattaforma carbonatica, bianchi, talora grigiastri o beige, in banchi metrici costituiti, in generale, da micriti; a luoghi si rinvencono litofacies calcareoclastiche (*packstones* e più raramente *greinstones*). Questa unità affiora principalmente in prossimità degli alti strutturali giurassici con uno spessore di circa 500 m. Segue la successione pelagica ed emipelagica (Lias medio - Miocene inf.), avente uno spessore di circa 1700 m o di 1100 m (in relazione alla presenza delle sequenze giurassiche completa o condensata) costituita da calcari, calcari marnosi, calcari silicei, selci, marne e marne argillose ben stratificati. La sequenza giurassica completa comprende

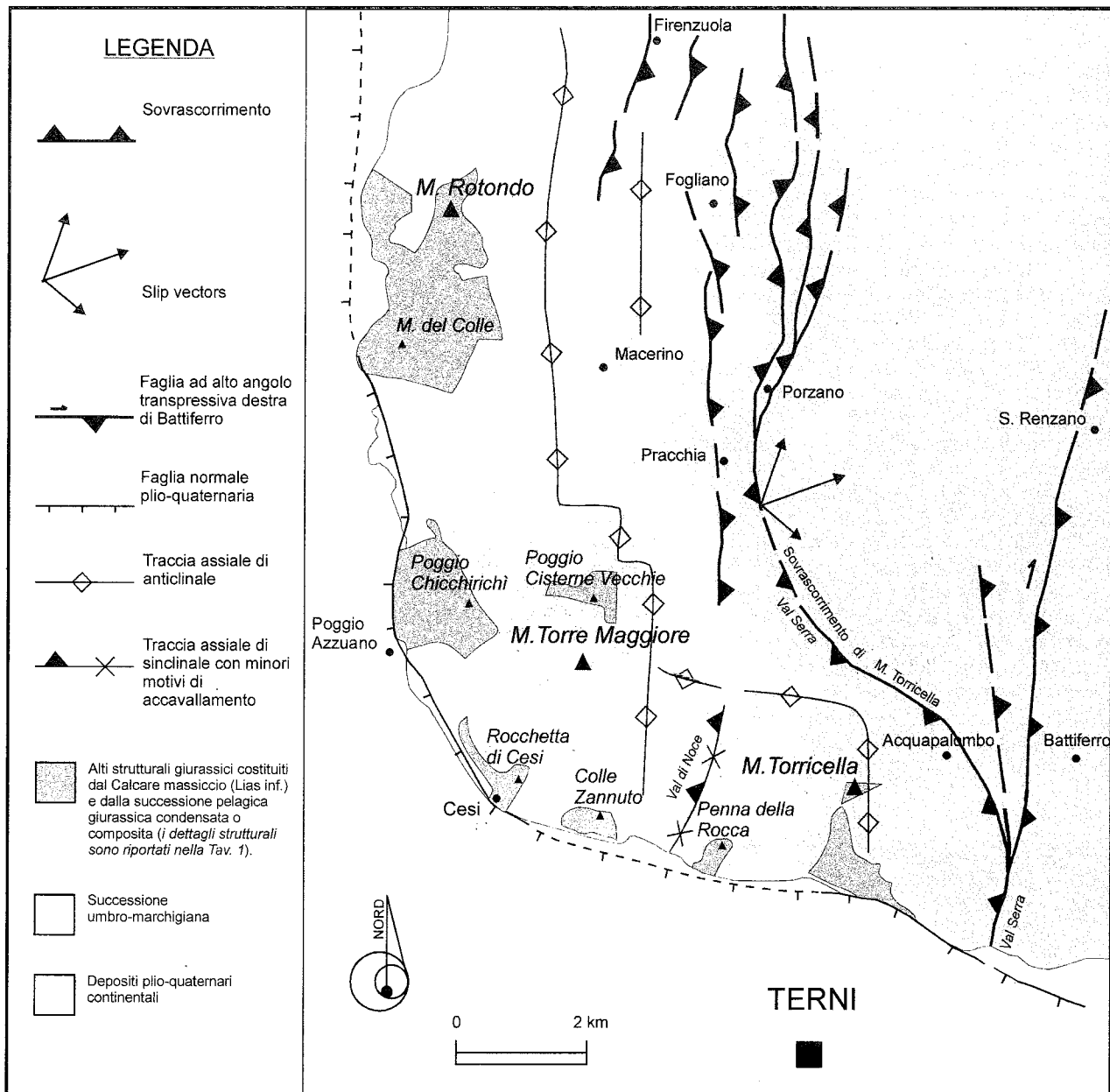


Fig. 2 - Schema strutturale dei M. Martani meridionali.

la *Corniola* (Sinemuriano-Pliensbachiano), la *Formazione del Bosso* (Toarciano-Bathoniano), i *Calcari diaspriini umbro-marchigiani* (Calloviano-Titonico inf.) e affiora a Casteldelmonte, Portaria, Poggio Azzuano e Rocca S. Zenone. Quella condensata è rappresentata dalla *Formazione del Bugarone* e caratterizza gli alti strutturali di M. Rotondo, Rocchetta di Cesi, Penna della Rocca e di M. Torricella, dove si rinviene in successione al di sopra del *Calcarea massiccio*. Faglie giurassiche ad andamento N-S, N20°, E-W e N110° delimitano gli alti strutturali stessi e sono ben individuabili a M. Torricella dove non sono state riattivate durante gli eventi compressivi neogenici e quelli distensivi plio-quadernari, mentre in altre zone sono più difficilmente riconoscibili.

Superiormente ai terreni giurassici descritti si rinviene la *Maiolica* (Titonico sup. - Aptiano inf.) che pertanto post-data l'attività tettonica responsabile delle difformità dei fondali marini durante il Giurassico

(CENTAMORE *et alii*, 1986). Seguono verso l'alto le *Marne a Fucoidi* (Aptiano inf. *p.p.* - Cenomaniano inf.), la *Scaglia rossa* (comprendente: *Scaglia bianca*, Cenomaniano medio - Turoniano medio; *Scaglia rosata*, Turoniano sup. - Eocene medio *p.p.*; *Scaglia variegata*, Eocene medio *p.p.* - Eocene sup. *p.p.*), la *Scaglia cinerea* (Eocene sup. - Oligocene), il *Bisciario* (Aquitano - Burdigaliano) e lo *Schlier* (Burdigaliano *p.p.* - Langhiano *p.p.*).

La *Formazione Marnoso-arenacea* rappresenta l'unità più recente (Burdigaliano *p.p.* - Tortonian inf.): CANTALAMESSA *et alii*, 1986) ed è costituita da depositi torbiditici silicoclastici e calcareoclastici di avanfossa.

Nella piana di Terni e nel ramo sud-occidentale del Bacino Tiberino, che delimitano rispettivamente a sud e ad ovest i M. Martani, affiorano depositi continentali fluvio-lacustri plio-pleistocenici (AMBROSETTI & BASILICI, 1994).

### Assetto strutturale

L'elemento piú evidente dei M. Martani meridionali è dato dalla macroanticlinale di M. Torre Maggiore (Tav. 1 e Fig. 2). Essa ha uno sviluppo regionale, un andamento assiale N-S ed il fianco orientale che tende a rovesciarsi via via in profondità. Lungo tale fianco, a sud di Macerino, l'andamento del limite stratigrafico *Scaglia rossa-Scaglia cinerea* e le giaciture degli strati evidenziano bruschi cambiamenti dell'andamento assiale da N-S a E-W, alla scala del chilometro.

L'anticlinale mostra una cresta piatta, lungo la quale affiorano le successioni giurassiche completa e condensata, che costituisce il blocco di letto della faglia normale plio-quadernaria di Cesi. Questa ha una direzione NNW-SSE ed un ribassamento verso SSW a NW di Cesi (Fig. 3), mentre a SE di questa località assume una direzione N100°-110° ed una immersione a SSW, costituendo la faglia bordiera della depressione tettonica plio-quadernaria di Terni colmata da depositi continentali (Fig. 4a). Qui lungo il versante di faglia ad andamento N100°-110° (Rocchetta di Cesi - Rocca di S. Zenone), in prossimità di Colle Zannuto, i rapporti geometrici tra le unità pelagiche del fianco orientale dell'anticlinale di M. Torre Maggiore, da verticali a rovesciate con direzione N-S (*Corniola*, *Rosso ammonitico*, *Calcari diasprini umbro-marchigiani*, *Maiolica*, *Marne a Fucoidi* e *Scaglia rossa*) e il *Calcare massiccio* suborizzontale (20°-30° di pendenza verso NE) sono realizzati da una faglia ad alto angolo immergente ad est (Figg. 4a e 5). Tale faglia può essere interpretata come un *blind thrust* (sensu CALAMITA, 1990) che ha

riutilizzato, nella sua porzione sommitale, la faglia giurassica che limitava ad oriente l'alto strutturale (Tav. 1: sezione D-D'). Analogo significato assume il contatto tettonico tra il *Calcare massiccio* e la successione pelagica di Rocchetta di Cesi (Fig. 6; Tav. 1: sezione D-D'). A Poggio Cisterne Vecchie, un alto strutturale giurassico allineato in direzione N-S con quello di Colle Zannuto lungo il fianco orientale dell'anticlinale in esame, il *Calcare massiccio* è in rapporto di *blind thrust* ad alto angolo con la *Maiolica* (CALAMITA & PIERANTONI, 1994) (Fig. 7)<sup>(1)</sup>.

Nel settore piú meridionale dei M. Martani, ad oriente della struttura anticlinale di M. Torre Maggiore, si riconosce l'anticlinale di M. Torricella (Fig. 2). Tra le due si interpone la sinclinale di Val di Noce a nucleo di *Scaglia rossa*, caratterizzata da strette mesopieghie ad andamento assiale circa N-S (Fig. 8; Tav. 1: sezioni C-C' e D-D'); zone di taglio con *fabric* S-C suggeriscono un minore motivo di accavallamento a vergenza orientale tra le due anticlinali, seguibile lungo la zona di cerniera della sinclinale stessa (Fig. 9; Tav. 1: sezioni C-C' e D-D'). L'anticlinale di M. Torricella ha uno sviluppo assiale estremamente localizzato ed è rovesciata con vergenza ad est; essa nel settore settentrionale assume bruscamente una direzione assiale N110° e si continua verso W fino a ricongiungersi all'anticlinale di M. Torre Maggiore, interferendo la sin-

<sup>(1)</sup>Secondo GIGLIA *et alii* (1977) i suddetti nuclei di *Calcare massiccio* appartengono all'*hangingwall* di un importante sovrascorrimento.

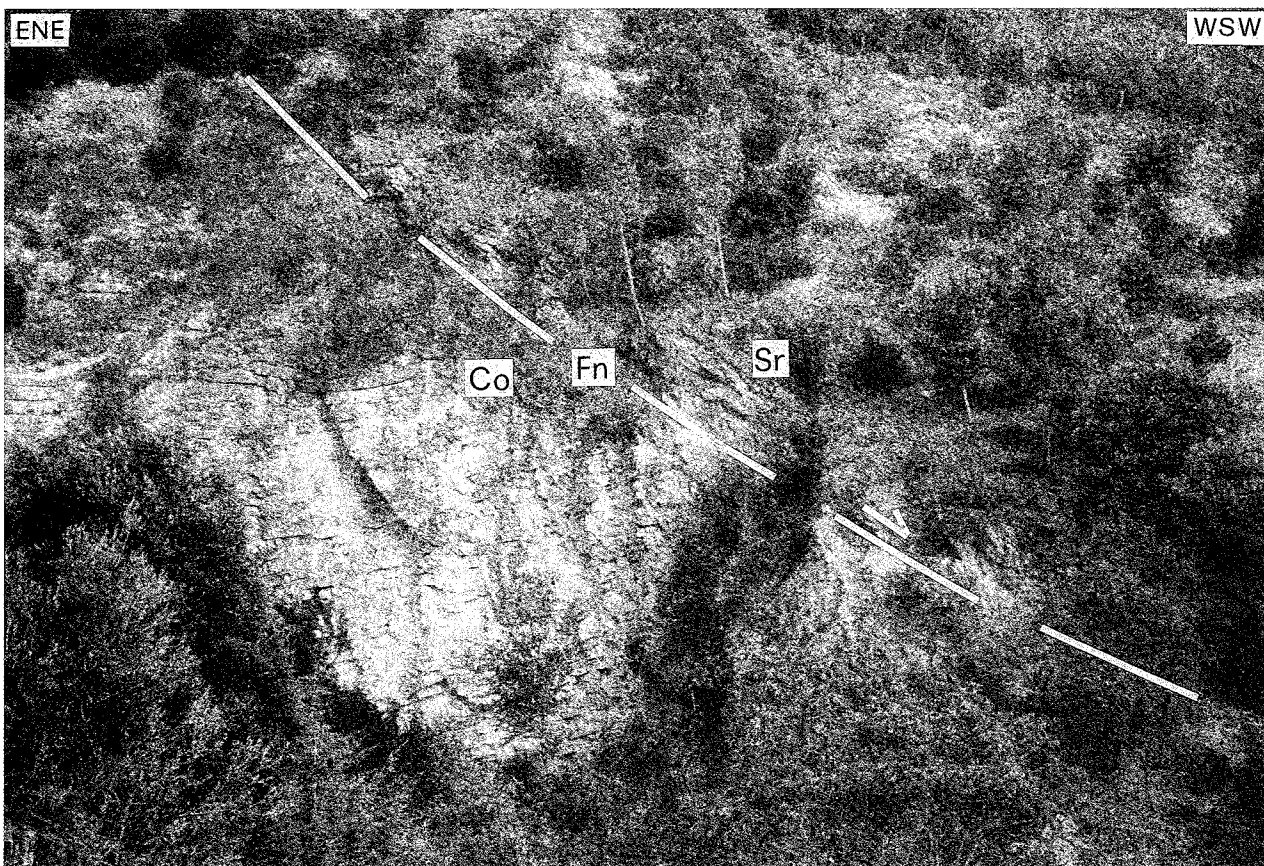


Fig. 3 - Faglia normale di Cesi (Fn) che mette a contatto la *Scaglia rossa-Sr* (tetto) con la *Corniola-Co* (letto). Foto scattata da NNW.

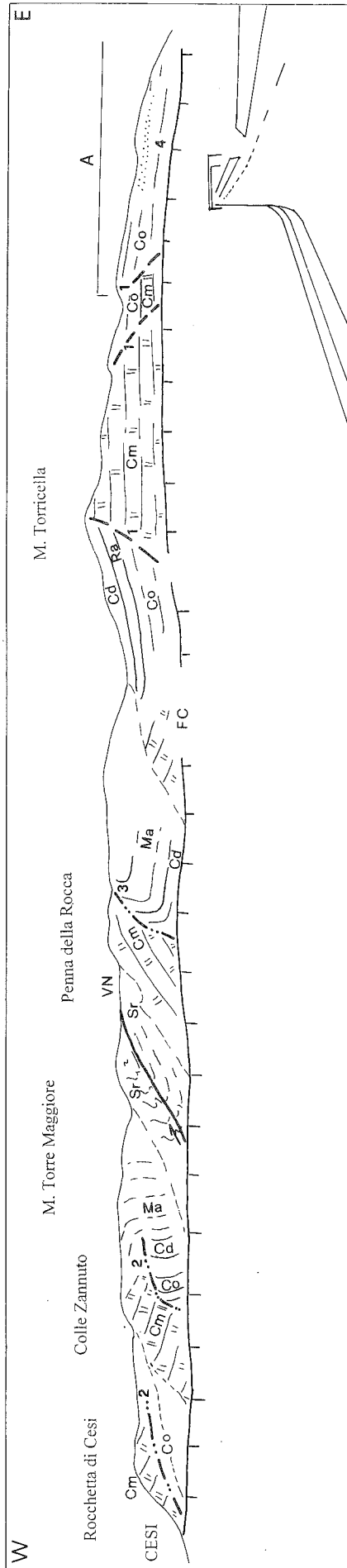
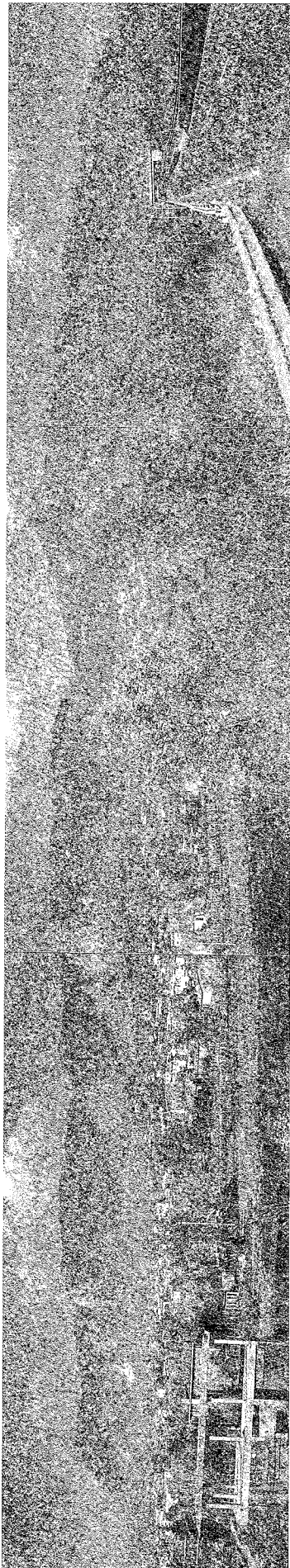


Fig. 4a - Schema geologico-strutturale della porzione meridionale dei M. Martani in prossimità della faglia normale plio-quadernaria di Cesi nel tratto ad andamento N110° (FC). Sono evidenti:

- a) gli alti strutturali di M. Torricella, di Rocchetta di Cesi, di Colle Zannuto e di Penna della Rocca delimitati dalle faglie giurassiche conservate (1) o riattivate come *blind thrust* (2), e dal *blind thrust* (3) che ha dislocato la faglia giurassica di Penna della Rocca. Nella *Corniola* prossima all'alto strutturale di M. Torricella (MT) sono presenti intercalazioni calcareoclastiche (4) la cui area di alimentazione può essere ricercata nell'alto strutturale stesso (maggiori dettagli sono riportati nelle Figg. 4b-10);
- b) l'anticlinale di M. Torre Maggiore (MTM) ad ovest, quella di M. Torricella (MT) ad est, e la sinclinale interposta di Val di Noce (VN) con il motivo di accavallamento a vergenza orientale (5).

Cm - Calcare massiccio; Co - Corniola; Ra - Rocchetta di Cesi; Ma - Maitolica; Sr - Scaglia rossa.





Fig. 4b - Particolare A di fig. 4a mostrante le intercalazioni calcareoclastiche (CC) nella *Corniola*, ed il loro brusco aumento di spessore via via verso l'alto strutturale giurassico di M. Torricella.

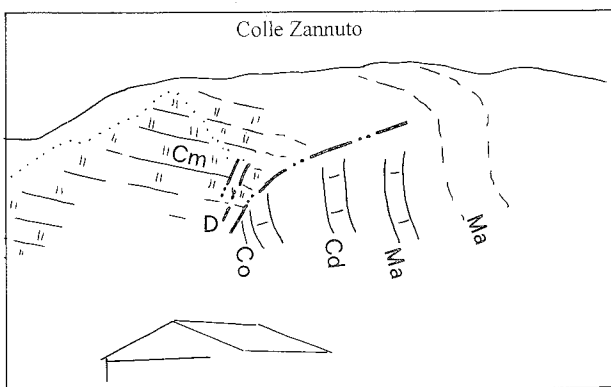
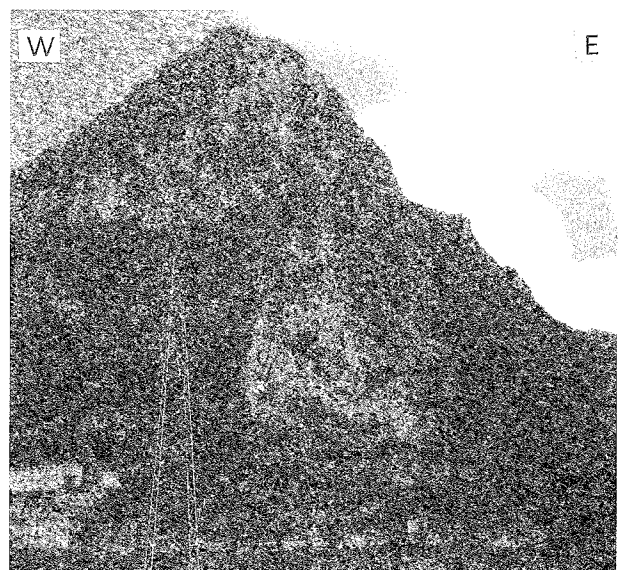
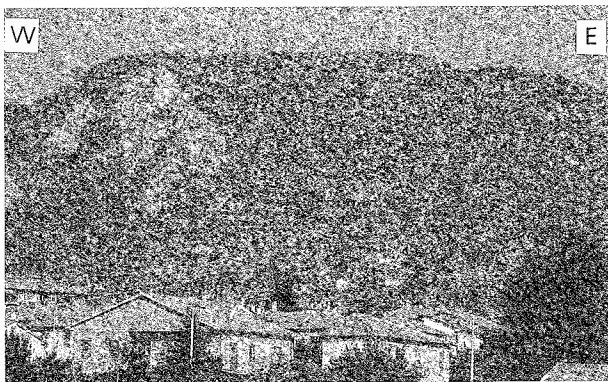


Fig. 5 - Faglia "giurassica" di Colle Zannuto (linea a tratto e due punti) tra gli strati sub-orizzontali del *Calcare massiccio* (Cm) e quelli sub-verticali (immergenti a E di  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$ ) della *Maiolica* (Ma), dei *Calcari diasprini umbro-marchigiani* (Cd) e della *Corniola* (Co). Queste relazioni geometriche, che caratterizzano il fianco orientale dell'anticlinale di M. Torre Maggiore, possono essere messe in relazione alla riattivazione della faglia giurassica al di sopra del *blind thrust* responsabile dello sviluppo dell'anticlinale stessa nei termini della successione pelagica (vedi sezione D-D' di Tav. 1 e Fig. 14). Nell'ambito del *Calcare massiccio* sono osservabili discontinuità (D) ad alto angolo e ad andamento N-S in prossimità della faglia giurassica stessa.

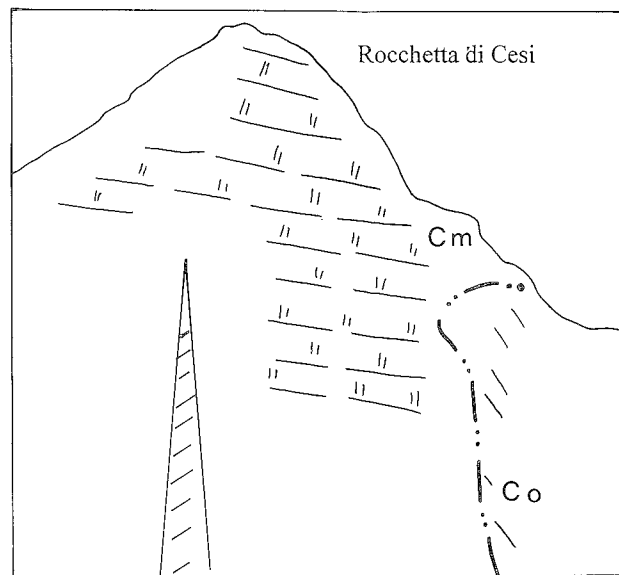


Fig. 6a - Faglia "giurassica" tra il *Calcare massiccio* (Cm) con strati sub-orizzontali (appartenente all'alto strutturale di Rocchetta di Cesi) e la *Corniola* (Co) con strati immergenti a ESE di circa  $50^{\circ}$ . La giacitura della *Corniola* è stata acquisita durante la riattivazione della faglia stessa al di sopra di un *blind thrust* (vedi sezione D-D' di Tav. 1 e Fig. 14).

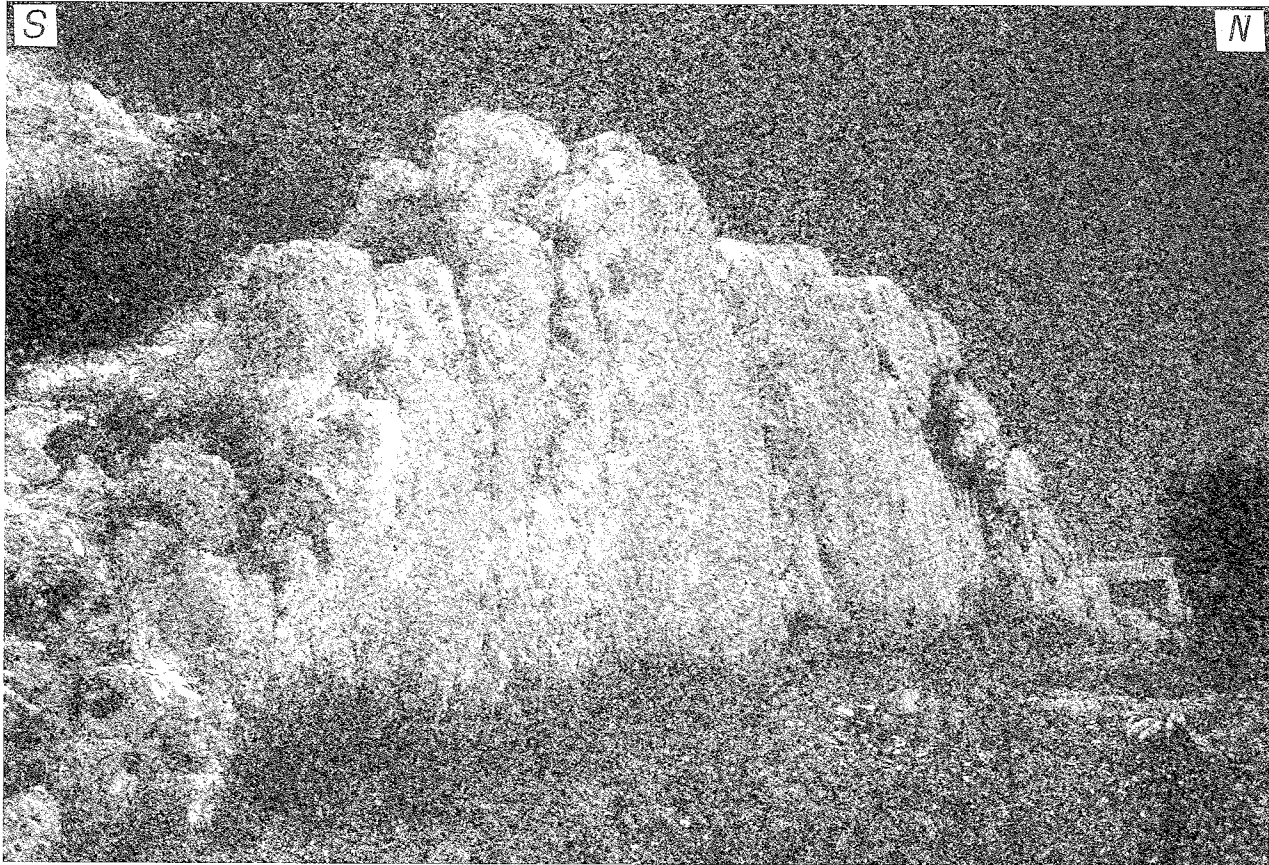


Fig. 6b - Faglia ad andamento N-S nel *Calccare massiccio* presso S. Erasmo (Rocchetta di Cesi) in prossimità della faglia giurassica.

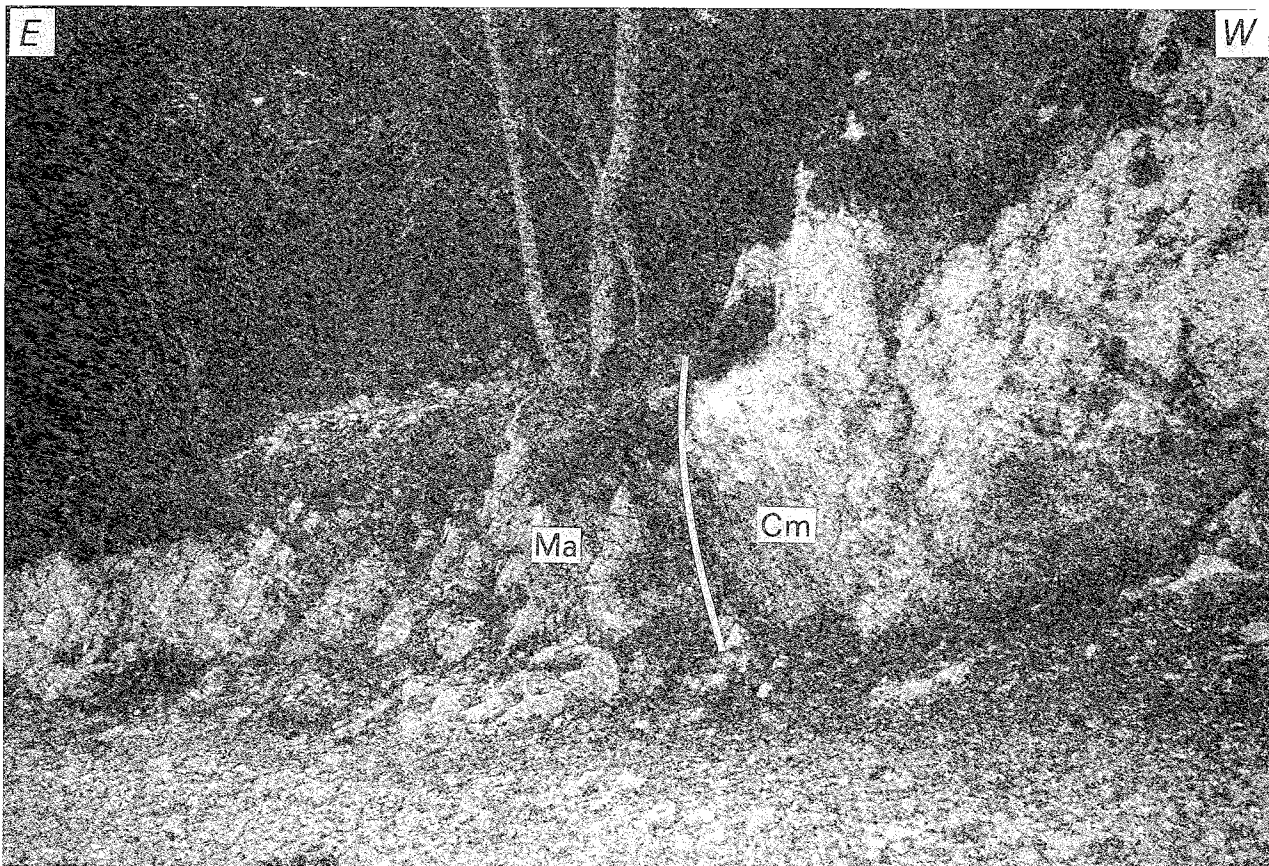


Fig. 7 - *Blind thrust* ad alto angolo tra la *Maiolica* (Ma) ed il *Calccare massiccio* (Cm) osservabile lungo il versante orientale di Poggio Cisterne Vecchie, in prossimità del fianco orientale dell'anticlinale di M. Torre Maggiore.





Fig. 8 - Mesopiegia a chevron dritta con asse N-S nella *Scaglia rossa*, al nucleo della sinclinale della Val di Noce.

clinale interposta. Il tratto settentrionale dell'anticlinale è caratterizzato da mesopieghe nella *Scaglia rossa* ad andamento assiale N100°-110° e da strati verticali e rovesciati con la stessa direzione (Tav. 1).

Sul fianco occidentale dell'anticlinale di M. Torricella, il *Calcare massiccio* dell'alto giurassico di Penna della Rocca, con strati immergenti ad WSW con pendenza di 50°, è a contatto tettonico con la *Maiolica* e i *Calcari diasprini umbro-marchigiani* tramite una faglia immergente ad est, interpretabile come un minore *blind thrust* che ha dislocato la faglia giurassica orientale dell'alto strutturale stesso (Figg. 4a e 10; Tav. 1: sezione D-D'). L'attuale giacitura degli strati e del piano di faglia è stata acquisita a seguito dello sviluppo dell'anticlinale di M. Torricella che ha provocato la loro rotazione su assi orizzontali. Subito ad oriente (nella zona di cresta dell'anticlinale) è osservabile un alto giurassico delimitato da faglie ad andamento N-S e N110° che individuano le aree ribassate a sedimentazione giurassica completa di Villa Reali ad W e di Rocca San Zenone ad E (Fig. 4; Tav. 1). Tali strutture sono evidenziate alla scala dell'affioramento dal risalto morfologico dovuto al contrasto litologico tra il *Calcare massiccio* e la successione pelagica; generalmente non sono conservati i piani di faglia ed il loro andamento è stato desunto stratimetricamente trattandosi di strutture ad alto angolo.

Nell'ambito del fianco orientale dell'anticlinale di M. Torricella non è possibile osservare in affioramen-

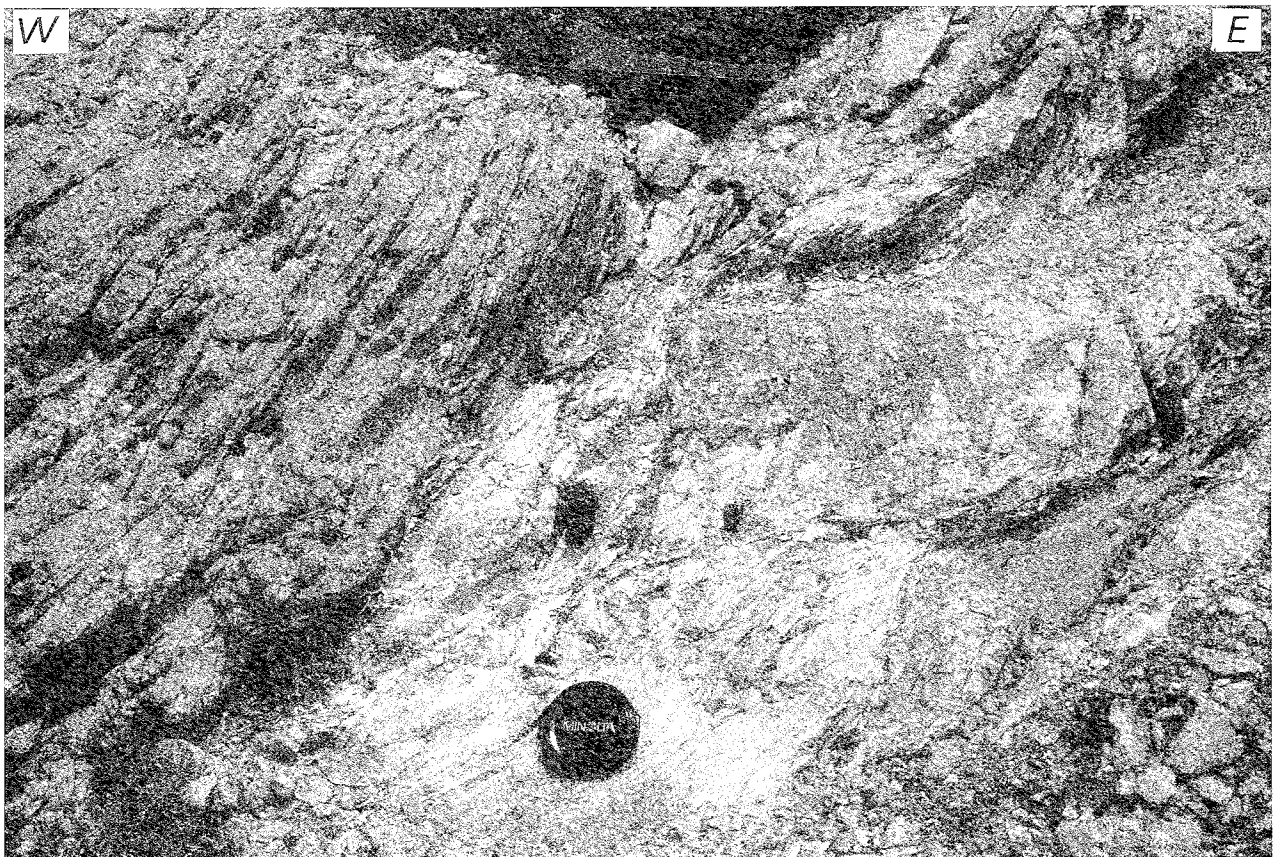


Fig. 9 - Tettonite S-C nella zona di taglio che interessa la *Scaglia rossa* al nucleo della sinclinale della Val di Noce.



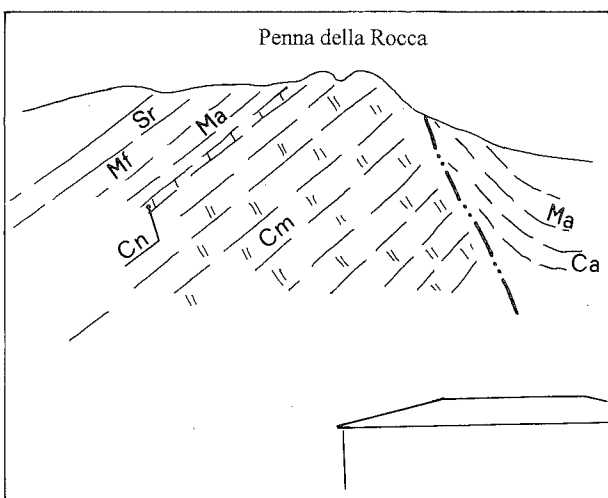


Fig. 10 - *Blind thrust* di Penna della Rocca (linea a tratto e due punti) tra il *Calcarea massiccio* (Cm) con strati immergenti ad W con pendenza di circa 50° e la *Maiolica* (Ma)/*Calcari diasprini umbro-marchigiani* (Cd) con strati sub-verticali in prossimità del contatto tettonico. L'attuale giacitura del *blind thrust* (immersione ad est) e del *Calcarea massiccio* sono state acquisite per rotazione su un asse orizzontale durante lo sviluppo dell'anticlinale di M. Torricella. La presenza della successione giurassica condensata al di sopra del *Calcarea massiccio* e di quella completa nel letto del *blind thrust* suggerisce una faglia sinsedimentaria dislocata dal *blind thrust* stesso (vedi Tav. 1, sezione D-D').

Sr - *Scaglia rossa*; Mf - *Marne a Fucoidi*; Ma - *Maiolica*; Cn - *Calcari nodulari* (*Formazione del Bugarone*).

to i rapporti tra la successione pelagica, da verticale a rovesciata via via in profondità, ed il *Calcarea massiccio*.

Più a N, tra Pracchia e Firenzuola, ad oriente dell'anticlinale di M. Torre Maggiore, si rinviene una ulteriore struttura anticlinale ad andamento assiale N-S ed a nucleo affiorante di *Scaglia rossa* (anticlinale di Fogliano) (Fig. 2; Tav. 1, sezione A-A'). Qui, inoltre, la successione oligo-miocenica (*Scaglia cinerea-Bisciaro-Schlier*) è coinvolta in minori pieghe e motivi di accavallamento anche a vergenza occidentale (BARCHI, 1991) (Tav. 1: sezioni A-A' e B-B'). Tra i *back thrust* particolarmente evidente è quello di Pracchia ad andamento N-S, caratterizzato da zone di taglio con *fabric* S-C nella *Scaglia cinerea* e seguibile con continuità per circa 4-5 km (Fig. 11). Più a NW, nei pressi

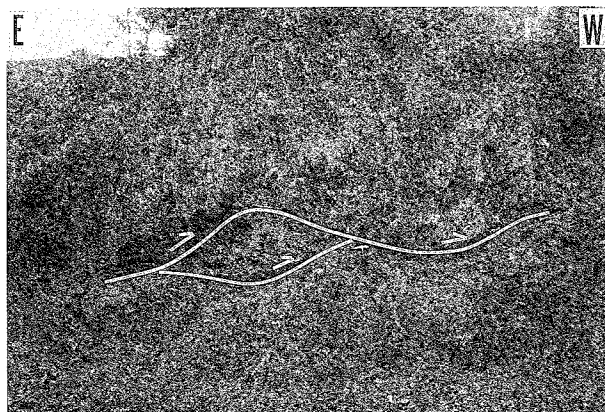


Fig. 11 - Motivo di taglio retrovergente nella *Scaglia cinerea* osservabile presso l'abitato di Pracchia.

di Firenzuola, un ulteriore *back thrust* realizza i rapporti geometrici tra la *Scaglia cinerea*, il *Bisciaro* e lo *Schlier* in successione normale e la sottostante *Scaglia cinerea* in successione rovesciata (Fig. 12; Tav. 1).

Ancora più a nord (fuori dall'area analizzata) l'anticlinale di M. Torre Maggiore assume direzione assiale NNW-SSE e il suo fianco orientale è interessato da un sovrascorrimento (versante orientale di M. Martano: CALAMITA & PIERANTONI, 1994).

Lungo la Val Serra, a sud di Appecano, il sovrascorrimento di M. Torricella determina la sovrapposizione della *Scaglia cinerea*, della *Scaglia rossa*, delle *Marne a Fucoidi* e della *Maiolica* appartenenti al fianco orientale dell'anticlinale di tetto (anticlinale di M. Torricella) sulla *Scaglia cinerea* e *Scaglia rossa* dell'unità di letto. Tale sovrascorrimento ha una generale direzione N-S, tranne che per il suo tratto centrale, tra Acquapalombo e Col Giaccone, dove mostra un andamento NW-SE (Tav. 1). A nord di Appecano, la suddetta struttura è suggerita da zone di taglio con *fabric* S-C nell'ambito della successione oligo-miocenica (CALAMITA & PIERANTONI, 1992; 1994).

Il *footwall* del sovrascorrimento di M. Torricella è caratterizzato da un importante zona di faglia ad alto angolo ad andamento N10°, che pone a contatto il *Calcarea massiccio* con la *Scaglia rossa*, le *Marne a Fucoidi* e la *Maiolica* ed è seguibile verso nord fino a S. Renzano (Faglia di Battiferro) (Tav. 1). Lungo il tratto meridionale della presente struttura sono evidenti diversi piani di faglia che mostrano un cambiamento di immersione da W a E via via in profondità ed individuano scaglie tettoniche, costituite dalla *Scaglia rossa* e dalla *Maiolica*, caratterizzate da mesopieghette strette ed a vergenza occidentale. Tale complessa struttura è stata interpretata come un *back thrust* ad alto angolo a cinematica transpressiva destra, riattivato con cinematica trascorrente destra (CALAMITA & PIERANTONI, 1992; 1994) o solamente come faglia trascorrente destra (ALFONSI, 1995). CALAMITA & PIERANTONI (1994) in particolare evidenziano inoltre la struttura triangolare della Val Serra costituita dal sovrascorrimento di M. Torricella e dalla Faglia di Battiferro (Fig. 13), nell'ambito della quale quest'ultima realizza verso sud la chiusura in affioramento del sovrascorrimento stesso.

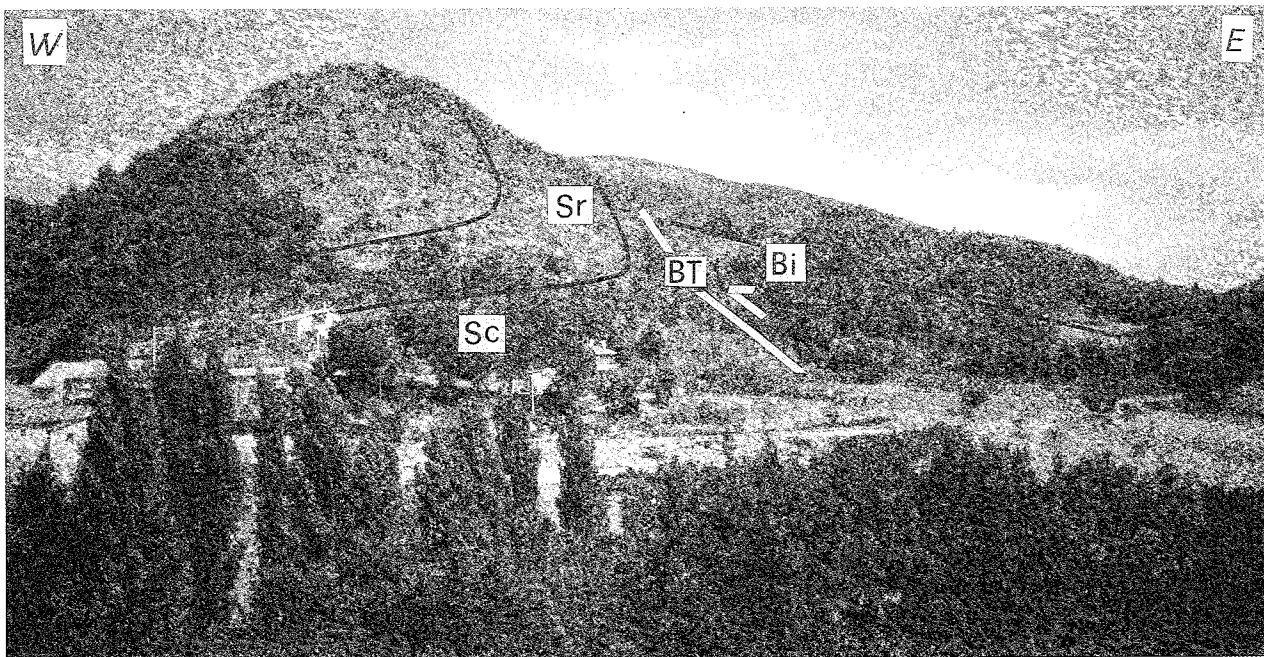


Fig. 12 - *Bisciario* delaminato (retroscorso) lungo il fianco orientale rovesciato dell'anticlinale di M. Torre Maggiore (Colle Citro, Firenzuola). BT - retroscorrimento; Bi - *Bisciario*; Sr - *Scaglia rossa*; Sc - *Scaglia cinerea*.

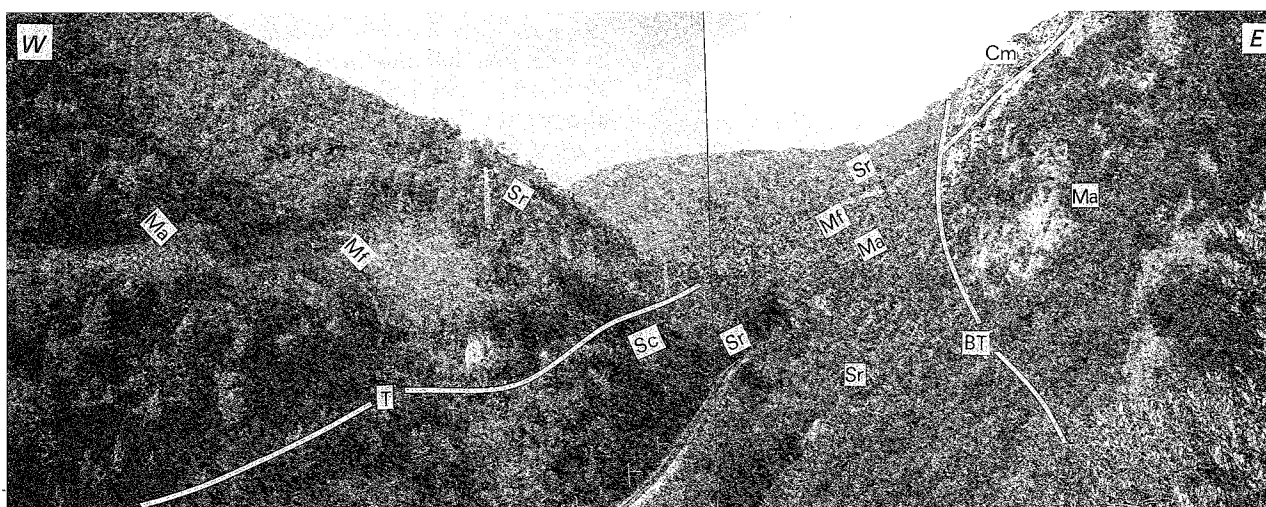


Fig. 13 - Panoramica da sud della struttura triangolare della Val Serra.

Cm - *Calcare massiccio*; Ma - *Maiolica*; Mf - *Marne a Fucoidi*; Sr - *Scaglia rossa*; Sc - *Scaglia cinerea*; T - traccia del piano del sovrascorrimento di M. Torricella; BT - traccia del piano di retroscorrimento (Faglia di Battiferro).

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nella porzione centro-meridionale dei M. Martani, che costituisce l'unità di tetto del sovrascorrimento di M. Torricella, si riconoscono due strutture anticlinali. La più occidentale (anticlinale di M. Torre maggiore) ha una continuità regionale, andamento assiale N-S e vergenza orientale. Essa è ribassata ad W e SSW dalla faglia normale plio-quadernaria di Cesi ad andamento NNW-SSE a nord (faglia bordiera della media Valle del Tevere: BARCHI *et alii*, 1991) e a direzio-

ne N110° a sud (faglia della piana di Terni: CALAMITA *et alii*, 1994) (Fig. 4a).

Nella parte più meridionale dei M. Martani, subito a nord della piana di Terni, si evidenzia ad est dell'anticlinale di M. Torre Maggiore, l'anticlinale di M. Torricella. Questa ha uno sviluppo molto localizzato, un andamento assiale N-S, e il suo fianco orientale si rovescia via via in profondità in prossimità del piano del sovrascorrimento di M. Torricella. La piega mostra un brusco cambiamento della direzione assiale nel tratto settentrionale dove assume andamento N100°-110, prose-

gue verso ovest fino a ricongiungersi con l'anticlinale di M. Torre Maggiore, interferendo la sinclinale tra esse interposta; simile andamento mostra il piano del sovrascorrimento di M. Torricella.

Più a nord, ad oriente dell'anticlinale di M. Torre Maggiore è presente una blanda struttura anticlinale ad andamento N-S (anticlinale di Fogliano), e la successione oligo-miocenica qui affiorante è coinvolta in strette pieghe e motivi di accavallamento minori ad andamento N-S. Detti motivi sono verosimilmente riferibili ad un livello di scollamento nella *Scaglia cinerea* (BARCHI, 1991) che verso W coinvolge anche la sottostante successione, costituendo il motivo di accavallamento tra l'anticlinale di M. Torre Maggiore e quella di Fogliano (Sezione A-A' di Tav. 1); esso è in affioramento lungo il versante orientale di M. Martano (CALAMITA & PIERANTONI, 1994). Considerando che quest'ultima struttura ha una progressiva diminuzione dell'entità del dislocamento verso sud, fino a radicarsi, è verosimile supporre un rapporto di trasferimento con il sovrascorrimento di M. Torricella che verso sud mostra un graduale incremento dell'entità del trasporto tettonico (Tav. 1). Quest'ultimo inoltre è chiuso nell'ambito della struttura triangolare della Val Serra dal retroscorrimento ad alto angolo di Battiferro con cinematica transpressiva destra.

Nell'ambito dell'edificio strutturale dei M. Martani qui analizzato, sia le pieghe alla diversa scala, sia i piani di sovrascorrimento hanno andamenti principali N-S e subordinatamente E-W. Inoltre la principale direzione di trasporto tettonico, evidenziata attraverso l'analisi delle zone di taglio associate ai sovrascorrimenti, è verso ENE (CALAMITA & PIERANTONI, 1994). Analoghe direzioni (N-S e E-W) hanno le faglie giurassiche, desunte stratimetricamente attraverso il loro *pattern* di affioramento, trattandosi di strutture ad alto angolo. Tali andamenti caratterizzano anche le discontinuità a scala mesoscopica osservate nell'ambito del *Calcare massiccio* in prossimità delle faglie giurassiche stesse (Figg. 5 e 6b).

Anche la faglia normale plio-quadernaria di Cesi ha direzione circa E-W (N100°-110°) ad oriente di questa località. A NW di Cesi detta struttura mostra direzione principale NNW-SSE anche se sono presenti tratti ad andamento N-S (CALAMITA *et alii*, 1994; BROZZETTI & LAVECCHIA, 1995).

Per quanto riguarda le relazioni tra le direzioni delle faglie giurassiche e l'andamento assiale delle pieghe, abbiamo analizzato l'anticlinale di M. Torre Maggiore nel suo tratto meridionale ad andamento N-S. Sul fianco orientale di tale piega i rapporti geometrici tra gli strati sub-orizzontali del *Calcare massiccio* (appartenente ad un alto strutturale giurassico) e quelli sub-verticali della successione pelagica sono realizzati da un *blind thrust* che utilizza, nella parte superiore, la faglia giurassica orientale del relativo alto strutturale.

Pertanto tale piega può essere messa in relazione ad un sovrascorrimento cieco che disloca il *Calcare massiccio* mentre la successione pelagica si deforma per piega. Il principale *blind thrust* che genera la piega nel tratto ad andamento N-S è controllato dalle faglie giurassiche che delimitavano gli alti strutturali regionalmente più continui, mentre minori *blind thrust* possono svilupparsi limitatamente ad alti strutturali più interni (Rocchetta di Cesi). In particolare la direzione assiale delle macroanticlinali riflette la direzione della rampa del *blind thrust*, connessa a sua volta all'anda-

mento delle discontinuità preesistenti e alla direzione di massima sollecitazione (CALAMITA, 1990).

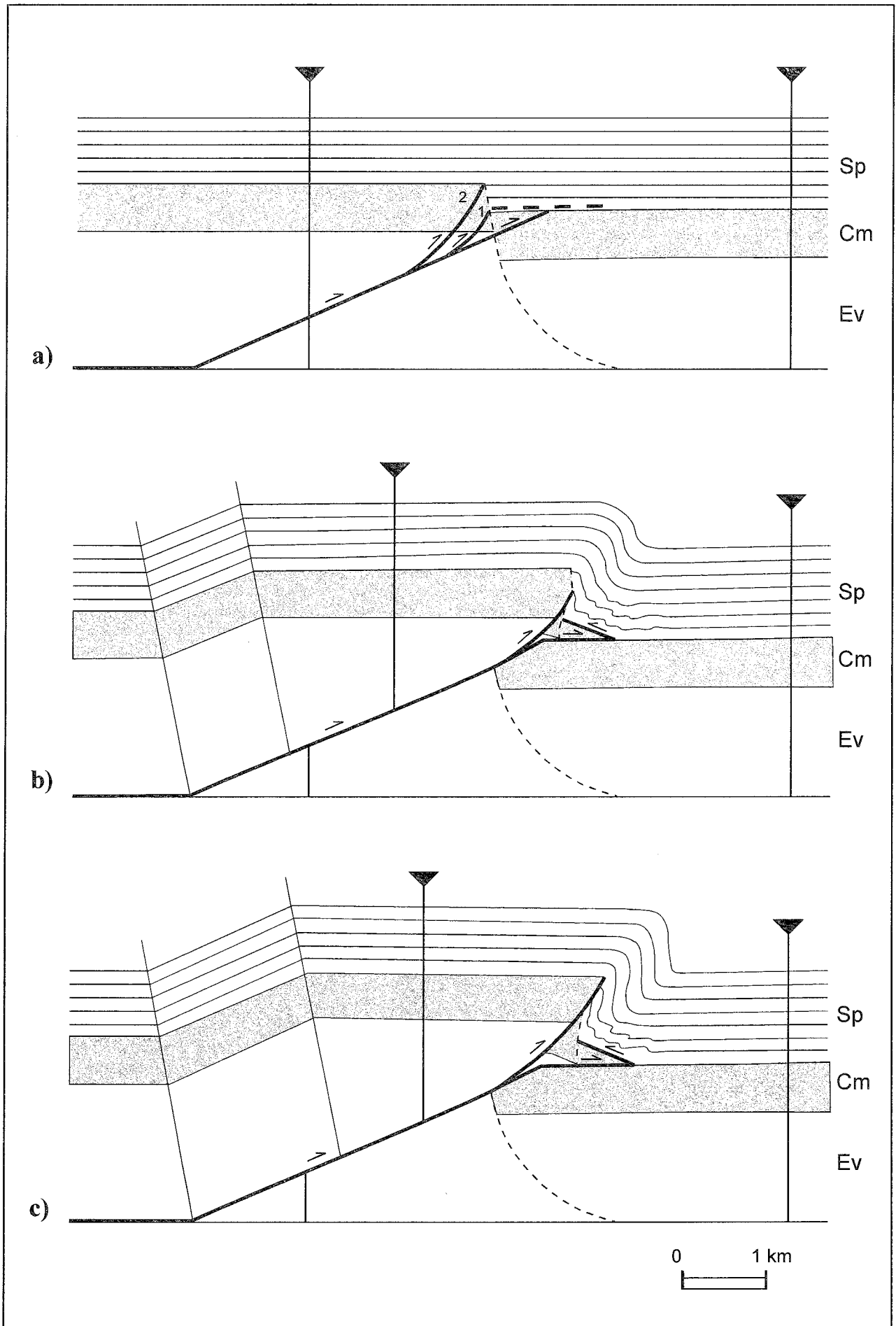
TAVARNELLI (1993; 1995) interpreta lo sviluppo delle anticlinali dell'Appennino umbro-marchigiano secondo il modello deformativo di *fault-propagation folding* (SUPPE, 1983) nell'ambito del quale le faglie dirette sinsedimentarie giurassiche e cretaceo-paleogene controllano la posizione della rampa dei sovrascorrimenti, agendo come ostacoli alla propagazione dello scollamento tra la copertura e il sottostante basamento.

Sulla base dei dati geologici di superficie relativi alla struttura di M. Torre Maggiore e di quella di M. Torricella (*blind thrust*/faglie giurassiche) e utilizzando uno stile tettonico pellicolare con lo scollamento ubicato alla base delle Evaporiti triassiche sono state eseguite le sezioni geologiche bilanciate e retrodeformabili (raccorciamento planimetrico uguale a quello curvometrico: SUPPE, 1983) di Fig. 14, dove sono ricostruite le relazioni geometriche tra il *blind thrust* e la faglia giurassica. Il rigetto lungo quest'ultima struttura determina una diminuzione dell'area della sezione del *Calcare massiccio*, generando una zona di massima debolezza che guida, durante la tettonica compressiva neogenica, lo sviluppo delle rampe del *blind thrust* (Figg. 14a e 14d). Tale rampa si appiattisce verso l'alto alla base o nell'ambito della successione pelagica, mentre *blind thrust* a più alto angolo si enucleano dalla rampa stessa e dislocano o riutilizzano la faglia giurassica. Nella traiettoria del *blind thrust* ad alto angolo di Fig. 14b si conserva, nell'unità di tetto della struttura, un tratto della faglia giurassica, lungo il quale però i suoi rapporti geometrici con la stratificazione cambiano durante il *blind thrusting* (situazione di Colle Zannuto e di Rocchetta di Cesi); nella traiettoria di Fig. 14c l'unità di tetto invece non conserva la faglia giurassica. A quest'ultima traiettoria è associabile la relazione geometrica tra il *Calcare massiccio* e la successione pelagica di Penna della Rocca; qui, inoltre, i dati di superficie hanno vincolato la realizzazione della sezione di Fig. 14e.

Un elemento essenziale che ha vincolato il bilanciamento della sezione è la presenza di mesopieghe che si osservano sui fianchi orientali, da verticali a rovesciati, delle macroanticlinali. Queste indicano un raccorciamento degli strati durante lo sviluppo di tali strutture che pertanto implica un'entità del dislocamento sullo scollamento sommitale del *blind thrust* maggiore rispetto a quello realizzato dal *blind thrust* ad alto angolo (CALAMITA, 1990). Minore importanza è attribuibile allo *stretching* parallelo agli strati, realizzato più verosimilmente durante il momento di *thrusting* di tutta la successione che costituisce l'evoluzione finale della struttura. Quest'ultimo si realizza per una principale traslazione su piani a basso angolo i cui rapporti geometrici con l'anticlinale legata al *blind thrusting* sono schematizzati in CALAMITA (1990). Lo *stretching* parallelo agli strati è più importante nella successione pelagica del fianco rovesciato delle anticlinali associate al *blind thrust* a basso angolo (*sensu* CALAMITA, 1990) come evidenziato per l'anticlinale di tetto del sovrascorrimento di Narni (CALAMITA *et alii*, presente volume).

I due momenti deformativi (*blind thrusting* e *thrusting*) costituiscono, in realtà, un unico evento progressivo caratterizzato però da due differenti valori dello *stress* differenziale che impone altrettanti valori del tasso di deformazione. Durante il *blind thrusting*, carat-





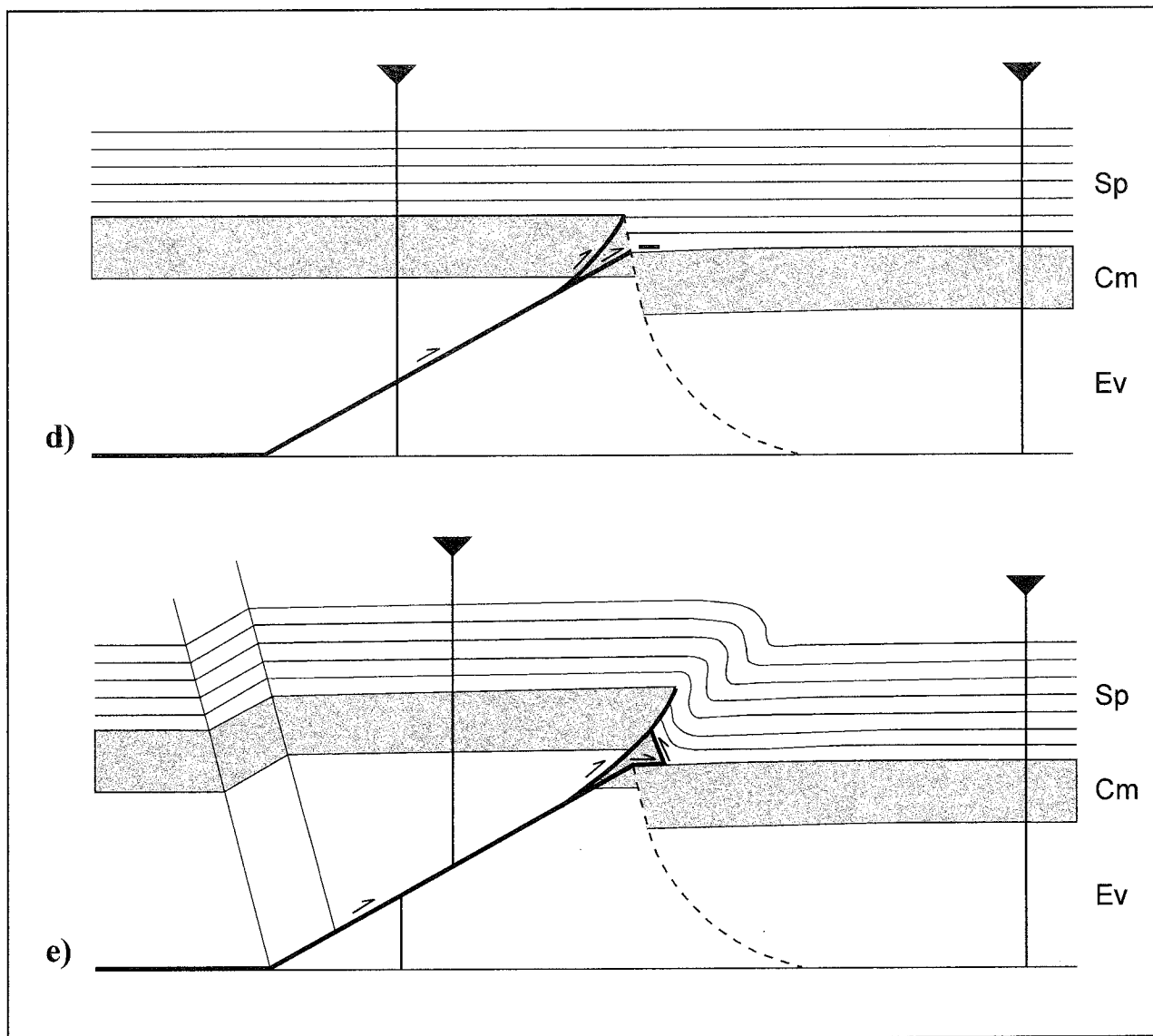


Fig. 14 - Sezioni bilanciate e relative retrodeformate illustranti le relazioni geometriche tra le faglie giurassiche (a tratteggio) e i piani del *blind thrust*.

I *blind thrust* ad alto angolo seguono nelle sezioni (b) e (c) rispettivamente le traiettorie 1 e 2 riportate nella sezione retrodeformata (a). La faglia giurassica rappresenta una zona di debolezza nel *Calcare massiccio* che guida lo sviluppo della rampa del *blind thrust*, come riportato nelle sezioni retrodeformate (a) e (d) controllando anche la direzione dei piani di *blind thrust* stessi e l'andamento assiale delle pieghe associate.

Ev - Evaporiti triassiche; Cm - *Calcare massiccio*; Sp - successione pelagica; la scala verticale è uguale a quella orizzontale.

terizzato da un basso valore del tasso di deformazione, la successione pelagica ha un comportamento duttile mentre il *Calcare massiccio* assume un comportamento fragile; nel momento di *thrusting*, un tasso di deformazione maggiore induce nelle due differenti litologie un analogo comportamento fragile, come ben evidenziato dallo sviluppo di piani di sovrascorrimento a basso angolo che dislocano tutta la successione. Il modello deformativo proposto è stato utilizzato nella esecuzione della sezione bilanciata D-D' di Tav. 1.

L'andamento assiale e il *pattern* d'insieme delle macroanticlinali di tetto del sovrascorrimento di M. Torricella vengono pertanto messi in relazione allo sviluppo di *blind thrust* in rampa obliqua e con *trend* circa N-S, mentre il locale andamento assiale N110° del-

l'anticlinale di M. Torricella viene connesso ad un minore *blind thrust* in rampa fortemente obliqua ad andamento N100°-110° (Figg. 15 e 16). Altre minori rampe oblique a questa parallele possono giustificare i locali cambiamenti assiali da N-S a E-W osservabili sul fianco orientale dell'anticlinale di M. Torre Maggiore (Fig. 16a; Tav. 1). L'andamento del sovrascorrimento di M. Torricella, sviluppatosi durante il momento di *thrusting* riflette quello delle rampe del *blind thrust* (Fig. 16b) (PIERANTONI, 1994).

In questo contesto, infine, è ragionevole ipotizzare un controllo da parte delle faglie giurassiche anche sulla direzione della faglia normale plio-quadernaria di Cesi, almeno per quanto concerne il suo segmento ad andamento N100°-110° (Tav. 1).

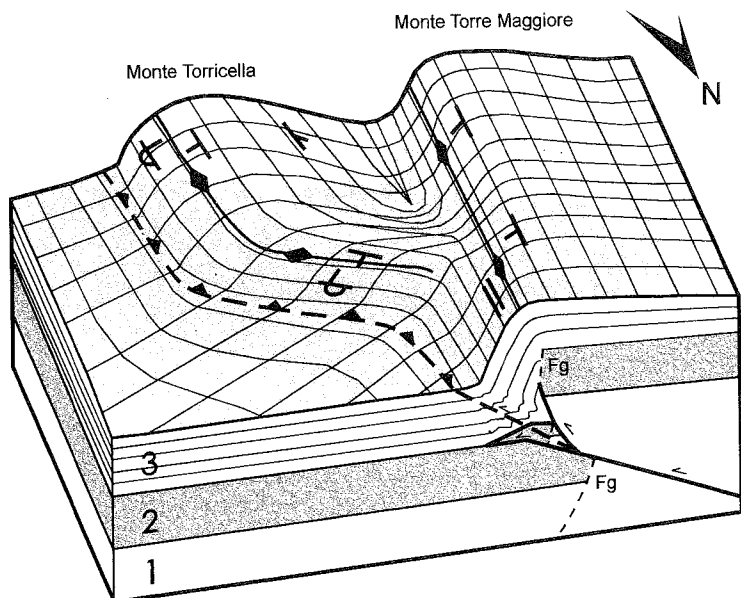


Fig. 15 - Blocco diagramma illustrante le relazioni geometriche e genetiche tra i *blind thrust* e le pieghe e tra questi e le faglie giurassiche (Fg) nei M. Martani meridionali. L'anticlinale di M. Torricella (MT) viene messa in relazione allo sviluppo di un *blind thrust* più esterno rispetto a quello dell'anticlinale di M. Torre Maggiore (MTM) (*blind thrust* di Colle Zannuto, Fig. 5). L'interconnessione tra i due *blind thrust* è realizzata da una rampa obliqua N100°-110° che controlla l'andamento assiale della porzione settentrionale dell'anticlinale di M. Torricella. Il suddetto pattern si riflette sull'andamento del piano di sovrascorrimento (linea a tratteggio) avente al tetto le suddette strutture. 1 - Evaporiti triassiche; 2 - *Calcare massiccio*; 3 - successione pelagica-empipelagica.

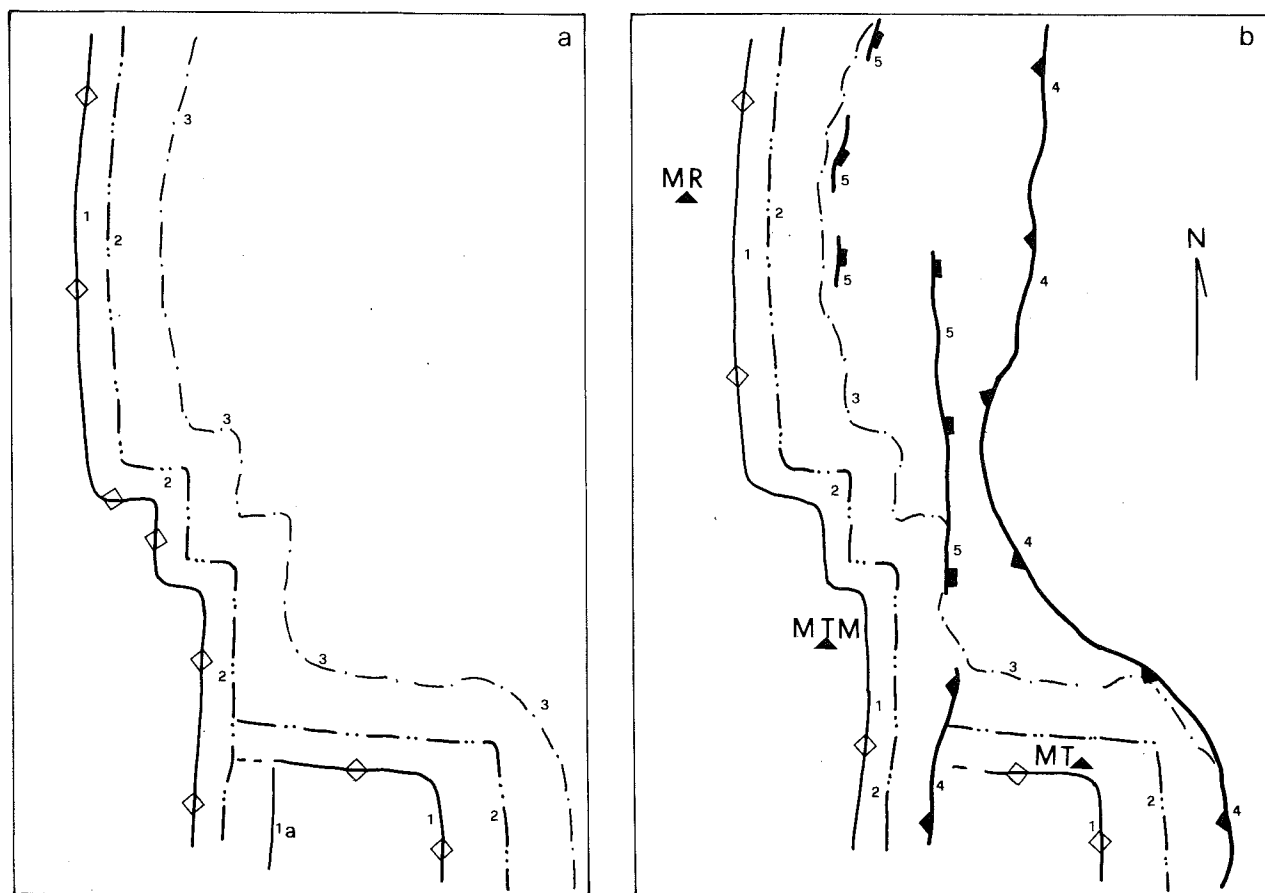


Fig. 16 - Ipotesi genetica delle anticlinali nei M. Martani meridionali:  
 a) sviluppo di *blind thrust* nel *Calcare massiccio* (2) in rampe oblique (N-S e E-W) controllate da discontinuità preesistenti (faglie giurassiche) e dalla direzione di raccorciamento ENE-WSW; contemporaneamente nella successione pelagica si enucleano macroanticlinali (1) ad andamento assiale parallelo alla direzione delle rampe oblique e laterali. Le minori rampe oblique di M. Torre Maggiore (MTM) sono responsabili dei bruschi e locali cambiamenti della direzione assiale di quest'ultima anticlinale;  
 b) sviluppo dei sovrascorrimenti (4) e dei minori motivi di retroscorrimento (5) che dislocano tutta la successione sedimentaria riutilizzando a luoghi le rampe dei *blind thrust*.  
 1 - anticlinale; 1a - sinclinale; 2 - *blind thrust*; 3 - limite *Scaglia rossa-Scaglia cinerea*; 4 - sovrascorrimento; 5 - retroscorrimento.



## BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI G. (1976) - *Il Retico dei Monti Martani (Perugia)*. Boll. Soc. Geol. It., **95**, 3-26.
- ALFONSI L. (1995) - *Wrench tectonic in Central Italy, a segment of the Sabina Fault*. Boll. Soc. Geol. It., **114**, 411-421.
- AMBROSETTI P. & BASILICI G. (1994) - *Pliocene e Pleistocene*. In Guide Geologiche Regionali n. 7 "Appennino umbro-marchigiano": Stratigrafia e Paleontologia. Società Geologica Italiana. BE-MA Editrice.
- BARCHI M. (1991) - *Integration of a seismic profile with surface and subsurface geology in a cross section through the Umbria Marche Apennines*. Boll. Soc. Geol. It., **110**, 469-479.
- BARCHI M., BROZZETTI F. & LAVECCHIA G. (1991) - *Analisi strutturale e geometria dei bacini della media Valle del Tevere e della Valle Umbra*. Boll. Soc. geol. It., **110**, 65-76.
- BROZZETTI F. & LAVECCHIA G. (1995) - *Evoluzione del campo degli sforzi e storia deformativa nell'area dei M. Martani (Umbria)*. Boll. Soc. Geol. It., **114**, 155-176.
- CALAMITA F. (1990) - *Thrust and fold-related structures in the Umbria-Marche Apennines (Central Italy)*. Annales Tectonicae, **4**(1), 83-117.
- CALAMITA F. & PIERANTONI P.P. (1992) - *La struttura triangolare dei M. Martani (Appennino umbro)*. Abstract e poster in occasione del 76° Congresso S.G.I. (Firenze, settembre 1992).
- CALAMITA F. & PIERANTONI P. P. (1994) - *Structural setting of the Southern Martani Mountains (Umbrian Apennines: Central Italy)*. Mem. Soc. Geol. It., **48**, 549-557.
- CALAMITA F. & PIERANTONI P.P. (1995) - *Caratteristiche geologico-strutturali dell'Appennino umbro-sabino prossimo a Terni (Italia centrale)*. Abstract e comunicazione orale relativi al Convegno: Geodinamica e Tettonica Attiva del Sistema Tirreno-Appennino (Camerino, febbraio 1995).
- CALAMITA F., PIERANTONI P. P. & ROMANO A. (1994) - *La "virgazione" umbro-sabina (Appennino centrale): assetto strutturale e cronologia della deformazione*. Abstract e comunicazione orale in occasione del 77° Congresso S.G.I. (Bari, settembre 1994).
- CALAMITA F., PIERANTONI P.P. & PONTONI R. (1996) - *Il Sovrascorimento di Narni (Appennino centrale)*. Presente volume.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCINI U., MICARELLI A., POTETTI M. (1986) - *Il Miocene delle Marche*. In: "La Geologia delle Marche", Ed. Centamore E. & Deiana G., 35-56.
- CENTAMORE E., DEIANA G., MICARELLI A. & POTETTI M. (1986) - *Il Trias-Paleogene delle Marche*. In: "La Geologia delle Marche", Ed. CENTAMORE E. & DEIANA G., 9-28.
- GIGLIA G., RONGA G. & TREVISAN L. (1977) - *Idrogeologia della zona di Sangemini*. Centro Studi Sangemini-Collana Scientifica, **3**, 10-30.
- PIERANTONI P.P. (1994) - *Caratterizzazione geologico-strutturale dell'Appennino umbro-sabino: M. Martani, Dorsale narnese-amerina e M. Sabini*. Tesi di dottorato. Università di Camerino.
- SUPPE J. (1983) - *Geometry and kinematics of fault-bend folding*. Am. J. Sci., **283**, 684-721.
- TAVARNELLI E. (1993) - *Evidence for fault-propagation folding in the Umbria-Marche-Sabina Apennines (Central Italy)*. Annales Tectonicae, **7**, 87-99.

