

**LA STRUTTURA DI M. COSCERNO-RIVODUTRI (APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO):  
UN SOVRASCORRIMENTO RIUTILIZZATO COME FAGLIA DIRETTA?(\*\*)**

## INDICE

RIASSUNTO	pag. 611
ABSTRACT	" 611
INTRODUZIONE	" 611
INQUADRAMENTO GEOLOGICO	" 611
IL SOVRASCORRIMENTO DI M. COSCERNO-RIVODUTRI	" 612
ANALISI CINEMATICA	" 613
DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	" 614
BIBLIOGRAFIA	" 615

## RIASSUNTO

Viene analizzata la parte meridionale del sovrascorrimento di M. Coscerno-Rivodutri, compreso fra la Valnerina e la conca di Rieti (Appennino umbro-marchigiano). La struttura principale è rappresentata da una coppia di pieghe asimmetriche est-vergenti il cui fianco orientale è tagliato da una superficie di sovrascorrimento che immerge debolmente verso ovest. Localmente le formazioni del tetto sono tagliate da faglie dirette con immersione ad ovest; esse si interrompono in corrispondenza della superficie di sovrascorrimento e non si propagano nel muro sottostante. Queste faglie dirette, che tagliano anche gli strati basali della Scaglia, non possono essere datate con precisione attraverso i criteri stratigrafici perché mancano i sedimenti che ne sigillano l'attività: la loro età può pertanto essere definita esclusivamente attraverso la ricostruzione dei loro movimenti e dei movimenti avvenuti lungo la superficie di sovrascorrimento. I risultati dell'analisi cinematica indicano che le faglie dirette sono più vecchie del sovrascorrimento; infatti i movimenti lungo la superficie di sovrascorrimento sono sempre verso i quadranti orientali. Mancano invece evidenze di movimenti verso ovest, che sarebbero coerenti con l'ipotesi di una riutilizzazione della superficie di sovrascorrimento come faglia diretta a basso angolo.

## ABSTRACT

The southern part of the Mt. Coscerno-Rivodutri overthrust, located in the southernmost Umbria-Marche Apennines, is described. The overall structure is characterized by a pair of asymmetrical eastward-verging folds whose common overturned limb is cut by a gently westward-dipping thrust fault. The hangingwall is locally cut by westward-dipping normal faults which terminate against the thrust surface and do not propagate into the footwall. The lack of syn-tectonic deposits does not allow to date these normal faults, which affect the Late Cretaceous Scaglia Bianca Fm., by means of stratigraphic data: therefore the relative age of these normal faults with respect to the thrust surface can only be unravelled by means of structural evidence. The results of a kinematic analysis along the overthrust indicate a persistent top-to-the-NE shearing sense, strongly supporting the hypothesis of thrust propagation across a pre-existing nor-

mal fault array. On the other hand, there is no structural evidence for a top-to-the-SW shearing, which would support the hypothesis of thrust fault reactivation as low-angle normal fault during late or post-orogenic extension.

**PAROLE CHIAVE:** Appennino umbro-marchigiano, Faglie dirette, Sovrascorrimenti, Analisi cinematica.

**KEY WORDS:** Umbria-Marche Apennines, Normal Faults, Thrust Faults, Kinematic Analysis.

## INTRODUZIONE

Nell'Appennino umbro-marchigiano il tetto dei sovrascorrimenti neogenici è frequentemente interessato da faglie dirette che immergono verso i quadranti occidentali e si interrompono in corrispondenza delle superfici di sovrascorrimento senza propagarsi nel muro sottostante. L'età di queste faglie dirette non è sempre definibile attraverso i dati stratigrafici, in quanto molto spesso mancano i depositi che ne sigillano l'attività. Pertanto, sulla base dei rapporti che queste strutture realizzano con i sovrascorrimenti, si possono fare almeno due ipotesi: a) le faglie dirette sono più recenti dei sovrascorrimenti ed hanno parzialmente riutilizzato le superfici di sovrascorrimento come faglie dirette a basso valore angolare (PIERI, 1966; COOPER & BURBI, 1986; DECANDIA & TAVARNELLI, 1990, 1991; BARCHI & BROZZETTI, 1991; CALAMITA *et alii*, 1994); b) le faglie dirette sono più antiche dei sovrascorrimenti e sono state passivamente trasportate sul dorso degli elementi sovrascorsi. In entrambi i casi, le strutture che si producono a livelli superficiali (cioè a tetto dei sovrascorrimenti) hanno la stessa geometria finale (Fig. 1) e quindi la sola analisi geometrica non fornisce indicazioni utili a definire la cronologia relativa fra sovrascorrimenti e faglie dirette. La ricostruzione dei movimenti avvenuti lungo le superfici di sovrascorrimento può fornire, invece, utili indicazioni circa l'età delle faglie dirette.

In questo lavoro vengono discussi i risultati dell'analisi cinematica condotta nell'Umbria sud-orientale lungo una superficie di sovrascorrimento il cui tetto è interessato da faglie dirette che immergono verso i quadranti occidentali.

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto attuale dell'Appennino umbro-marchigiano-sabino è prevalentemente determinato da processi compressivi del Miocene superiore-Pliocene inferiore e da processi distensivi del Pliocene superiore-Pleistocene; sono tuttavia ancora riconoscibili, soprattutto nel settore meridionale della catena, gli effetti dell'attività

(\*)Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Siena.

(\*\*)Lavoro eseguito con il contributo finanziario del M.U.R.S.T. fondi 40% (responsabile F.A. DECANDIA).

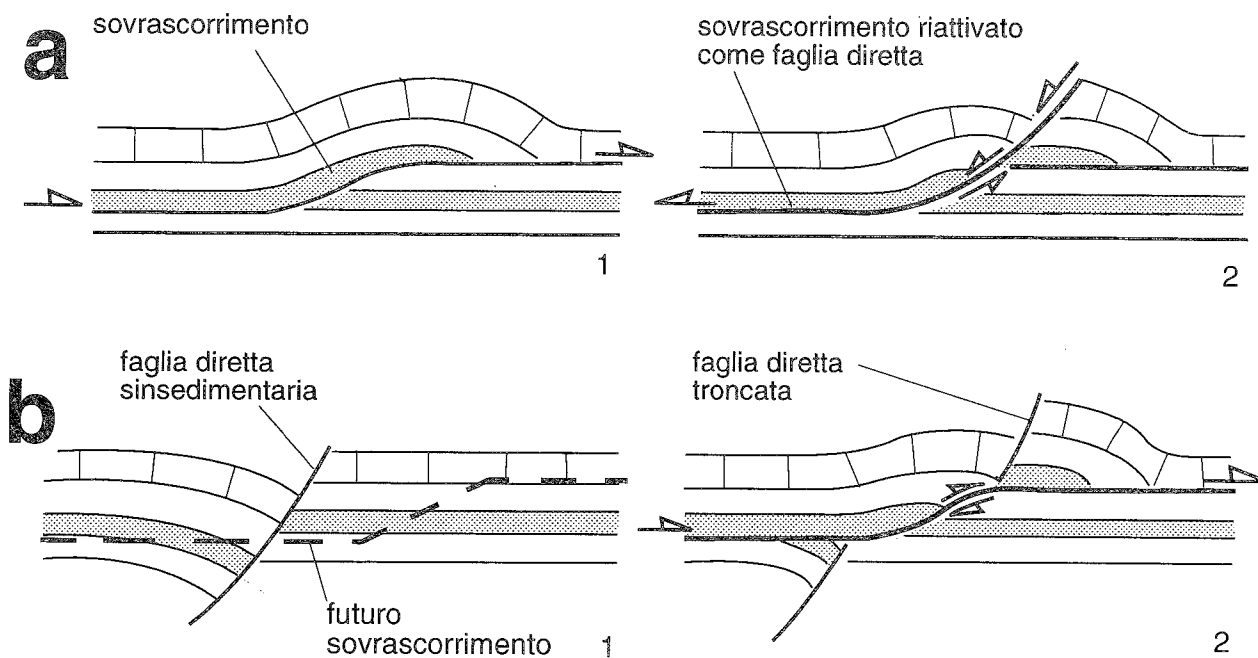


Fig. 1 - Ipotesi sull'origine dei rapporti fra faglie dirette con immersione verso il retropaese e sovrascorrimenti: a) le faglie dirette sono più recenti dei sovrascorrimenti ed hanno parzialmente riutilizzato le superfici di sovrascorrimento come faglie dirette a basso angolo; b) le faglie dirette sono più antiche dei sovrascorrimenti, e sono state passivamente trasportate sul dorso degli elementi sovrascorsi. Le strutture prodottesi in entrambi i casi hanno la stessa geometria finale: la storia della deformazione (e l'età delle faglie dirette) può essere desunta, in assenza di dati stratigrafici, esclusivamente sulla base degli elementi cinematici. L'ipotesi a) prevede movimenti verso il retropaese, mentre l'ipotesi b) prevede movimenti verso l'avampaese lungo la superficie di sovrascorrimento.

tettonica del Giurassico (COLACICCHI *et alii*, 1970; CENTAMORE *et alii*, 1971), del Cretacico-Paleogene (DECANDIA, 1982; MONTANARI *et alii*, 1988) e del Miocene superiore (CALAMITA & DEIANA, 1980; ALBERTI *et alii*, 1994). Durante il Miocene superiore-Pliocene inferiore la copertura sedimentaria, scollata dal sottostante basamento (BALDACCI *et alii*, 1967; BALLY *et alii*, 1986), è stata deformata in pieghe con vergenza orientale e sovrascorrimenti. A questo evento compressivo ha fatto seguito, durante il Pliocene superiore-Pleistocene, lo sviluppo di faglie dirette con prevalente immersione verso i quadranti occidentali, riferibili al *rifting* tirrenico (LAVECCHIA & STOPPA, 1989).

I rapporti fra faglie dirette e sovrascorrimenti sono particolarmente evidenti nella struttura di M. Coscerno-Rivodutri, nel settore meridionale dell'Appennino umbro-marchigiano (Fig. 2).

#### IL SOVRASCORRIMENTO DI M. COSCERNO-RIVODUTRI

Il sovrascorrimento di M. Coscerno-Rivodutri si estende per oltre 30 km in direzione meridiana da Cerreto di Spoleto, a nord, fino a Rivodutri, a sud. La superficie di sovrascorrimento immerge debolmente verso i quadranti occidentali e si propaga attraverso il fianco rovesciato di una coppia di pieghe asimmetriche con vergenza ad est: l'anticlinale di M. Coscerno, nel tetto, e la sinclinale di Collelungo, nel muro (TAVARNELLI, 1994). Nella parte meridionale della struttura, fra gli abitati di Monteleone di Spoleto a nord e di Rivodutri a sud, il fianco occidentale dell'anticlinale di M. Coscerno è interessato da numerose faglie dirette con direzione N-S e con immersione verso ovest, che interes-

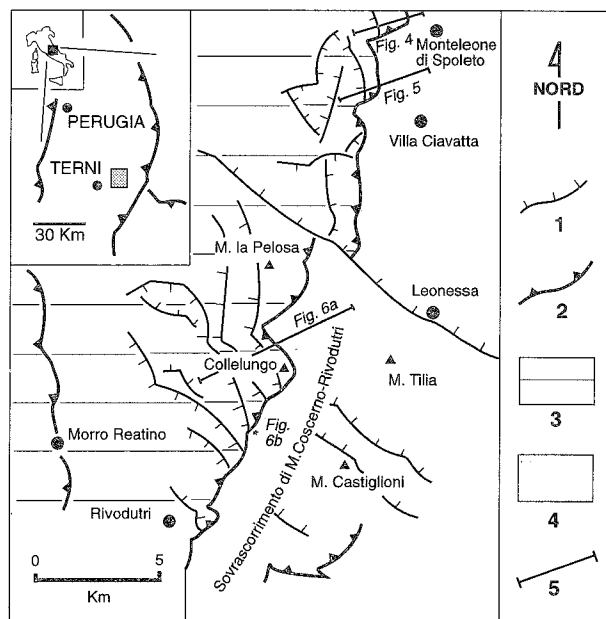


Fig. 2 - Carta geologica schematica della struttura di M. Coscerno-Rivodutri nel quadro dell'Appennino umbro-marchigiano. Spiegazione dei simboli: 1 - faglie dirette; 2 - sovrascorrimenti; 3 - tetto del sovrascorrimento; 4 - muro del sovrascorrimento; 5 - tracce delle sezioni in Fig. 4, 5 e 6.

sano la successione triassico-cretacica: la loro età non può essere desunta con precisione sulla base dei dati stratigrafici, in quanto mancano i relativi sedimenti sino post-tettonici. Le faglie dirette terminano in corrispondenza della superficie di sovrascorrimento senza

propagarsi attraverso le formazioni del muro (Fig. 2). Questi rapporti possono essere prodotti dalla riutilizzazione della superficie di sovrascorrimento come faglia diretta a basso angolo durante la distensione plio-pleistocenica, oppure dalla propagazione del sovrascorrimento attraverso un sistema di faglie dirette riferibili agli eventi che hanno preceduto la compressione miopliocenica. La prima ipotesi prevede che lungo la superficie di sovrascorrimento siano avvenuti spostamenti del tetto verso i quadranti occidentali sovrapposti a quelli verso i quadranti orientali; la seconda ipotesi prevede invece che lungo la superficie di sovrascorrimento siano avvenuti esclusivamente spostamenti del tetto verso i quadranti orientali (Fig. 1).

## ANALISI CINEMATICA

In prossimità della superficie di sovrascorrimento le formazioni del tetto e del muro sono interessate da una diffusa deformazione di taglio: questa è espressa prevalentemente da mesostrutture costituite da due o più sistemi di foliazioni la cui spaziatura varia da pochi centimetri a meno di un millimetro in funzione della litologia e dell'intensità della deformazione. Le foliazioni corrispondono a superfici di clivaggio stilolitico e a superfici di taglio sulle quali sono presenti vene di calcite fibrosa. Le fibre ed i gradini di queste vene indicano spostamenti avvenuti verso i quadranti nord-orientali con direzione media del trasporto tettonico compresa fra N 53° E e N 62° E (Fig. 3).

I rapporti fra le faglie dirette del tetto e la superficie di sovrascorrimento sono particolarmente evidenti nelle località di Monteleone di Spoleto, Villa Ciavatta e Collelungo (Fig. 2).

### a - Monteleone di Spoleto

In questa località, situata nella parte settentrionale del sovrascorrimento (Fig. 2), il contatto fra il Calcere massiccio (Lias inferiore) e la Corniola (Lias medio) del tetto avviene attraverso una faglia diretta che immerge verso WSW producendo un rigetto verticale di almeno 300 m (Fig. 4a). La superficie di sovrascorrimento che determina la sovrapposizione delle forma-

zioni giurassiche del tetto alla Scaglia cinerea (Eocene sup.-Oligocene) del muro è ben esposta nei pressi dell'abitato di Monteleone. Lungo questa superficie che immerge ad ovest esistono solo indizi di movimenti verso est (Fig. 4b). Essa infatti è tagliata da un sistema di *Riedel shears* sintetici (R), probabilmente sviluppati durante l'ispessimento della zona di taglio associata al sovrascorrimento (Fig. 4c).

### b - Villa Ciavatta

In questa località, situata nella parte centro-settentrionale del sovrascorrimento (Fig. 2), è ben visibile una faglia diretta che immerge ad Ovest e taglia il tetto senza propagarsi nel muro (Fig. 5a). La Scaglia cinerea nel muro del sovrascorrimento è deformata da mesostrutture costituite da due o più sistemi di superfici principali (clivaggio stilolitico e superfici di taglio: Fig. 5b). Il clivaggio stilolitico immerge debolmente verso ovest; le superfici di taglio sono suborizzontali o immergono debolmente verso est. Queste mesostrutture indicano spostamenti del tetto verso i quadranti orientali.

### c - Collelungo

In questa località, situata nella parte centro-meridionale della struttura (Fig. 2), è ben visibile la sinclinale di muro nella quale sono coinvolti terreni cretacico-eocenici (Fig. 6a). La buona esposizione ha consentito la realizzazione di una sezione di dettaglio attraverso il fianco rovesciato della sinclinale, immediatamente al disotto della superficie di sovrascorrimento (Fig. 6b). Questa superficie immerge verso ovest e determina la sovrapposizione delle Anidriti di Burano (Trias superiore) sulla Maiolica (Cretacico inferiore), realizzando con le prime rapporti di tipo *flat* di tetto (*hanging wall flat*) e con la seconda rapporti di tipo *rampa* di muro (*foot wall ramp*). La superficie di sovrascorrimento e gli strati della Maiolica e delle Marne a Furoidi del muro sono interessate da faglie suborizzontali che determinano spostamenti metrici dei compartimenti superiori verso i quadranti orientali (Fig. 6c). Nelle Marne a Furoidi sono ben sviluppate mesopieghie asimmetriche est-vergenti il cui fianco ripido è localmente attraversato da faglie inverse; queste determinano spostamenti centimetrici del tetto verso ENE.

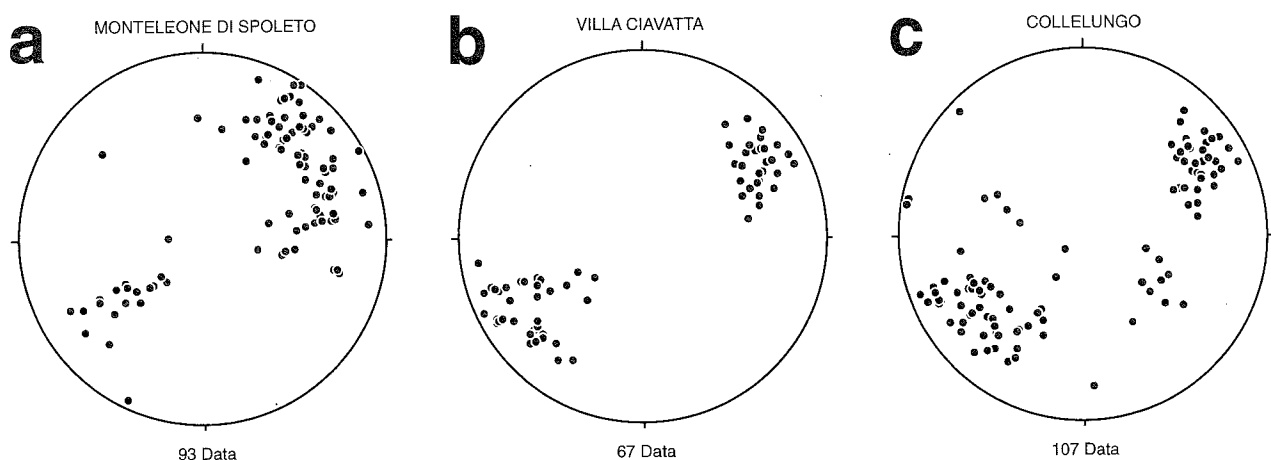


Fig. 3 - Orientazione delle fibre di calcite in vene di taglio alla base del sovrascorrimento di M. Coscerno-Rivodutri (proiezioni stereografiche equiareali, emisfero inferiore). a - stazione di Morro Reatino (la direzione media è N 54° E); b - stazione di Villa Ciavatta (la direzione media è N 62° E); c - stazione di Collelungo (la direzione media è N 53° E). Le fibre ed i gradini delle vene indicano spostamenti del tetto avvenuti verso i quadranti nord-orientali.

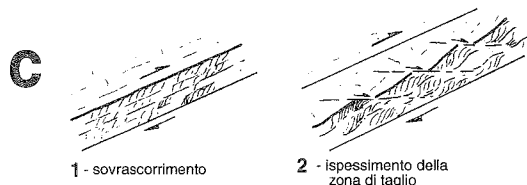
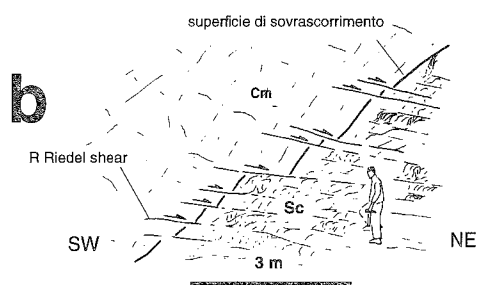
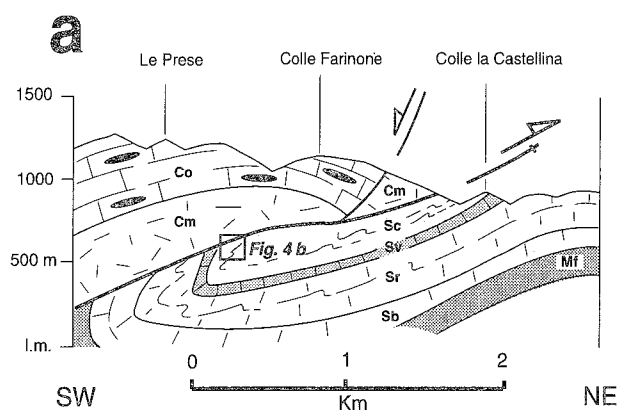


Fig. 4 - a - Sezione geologica Le Prese-Colle la Castellina (vedasi ubicazione in Fig. 2). Spiegazione dei simboli: Cm - Calcare massiccio (Lias inf.); Co - Corniola (Lias medio); Mf - Marne a Fucoidi (Cretacico medio); Sb - Scaglia bianca (Cretacico sup.); Sr - Scaglia rossa (Paleocene-Eocene); Sv - Scaglia variegata (Eocene medio-sup.); Sc - Scaglia cinerea (Eocene sup.- Oligocene). b - Superficie di sovrascorrimento che determina la sovrapposizione del Calcare massiccio alla Scaglia cinerea. La superficie è interessata da strutture di taglio che immergono debolmente verso i quadranti orientali. c - Modello evolutivo per spiegare i rapporti illustrati in Fig. 4 b. Le strutture distensive rappresentano *R Riedel shears* sintetici, prodotti per progressivo ispessimento della zona di taglio associata al sovrascorrimento.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'analisi cinematica in corrispondenza e nei pressi del sovrascorrimento di M. Coscerno-Rivodutri indica spostamenti avvenuti verso i quadranti orientali, coerenti con l'ipotesi di una propagazione del sovrascorrimento attraverso un precedente sistema di faglie dirette. Le faglie dirette nel tetto del sovrascorrimento sono quindi riferibili ad eventi distensivi che hanno preceduto la compressione neogenica. Queste strutture tagliano le Marne a Fucoidi (Aptiano-Cenomaniano) e la Scaglia Bianca (Cenomaniano-Turoniano): la loro età è pertanto post-turoniana e pre-miocenica superiore, e ben si inquadra nel contesto della tettonica distensiva che ha caratterizzato l'evoluzione del bacino umbro-marchigiano durante l'intervallo Cretacico sup.-Paleogene. E' possibile che lungo queste faglie dirette

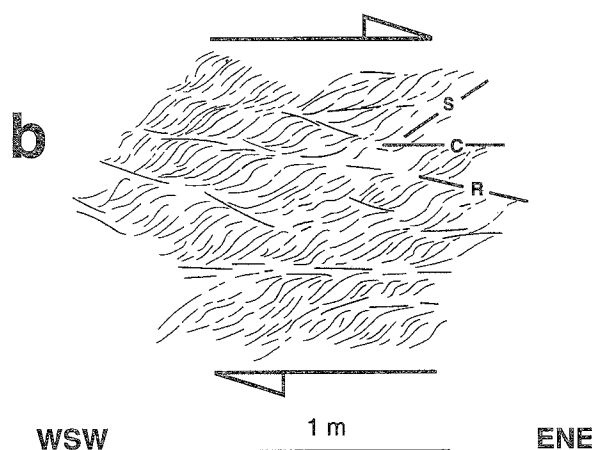
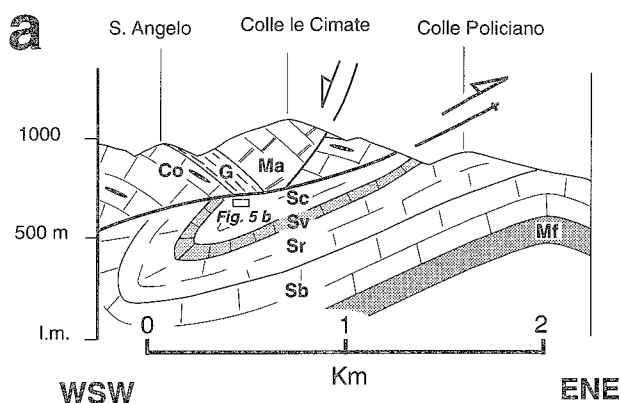


Fig. 5 - a - Sezione geologica S. Angelo-Colle Policiano (vedasi ubicazione in Fig. 2). Spiegazione dei simboli: Co - Corniola (Lias inf.); G - Calcare Rosso ammonitico e Calcari diasprini (Lias sup.-Malm); Ma - Maiolica (Cretacico inf.); Mf - Marne a Fucoidi (Cretacico medio); Sb - Scaglia bianca (Cretacico sup.); Sr - Scaglia rossa (Paleocene-Eocene); Sv - Scaglia variegata (Eocene medio-sup.); Sc - Scaglia cinerea (Eocene sup.- Oligocene). b - Mesostruttura di taglio nella Scaglia cinerea del muro. Il clivaggio stilolitico (S), che immerge verso Ovest, è deformato da superfici di taglio sub-orizzontali (C) e debolmente immergenti verso Est (R): questi rapporti indicano spostamenti avvenuti verso i quadranti orientali.

sia avvenuta una ripresa dei movimenti distensivi durante la messa in posto dell'elemento sovrascorso: tali movimenti sono infatti coerenti con la distribuzione teorica della deformazione finita in un volume di roccia passivamente trasportato su una rampa (ELLIOTT, 1976; COWARD *et alii*, 1992). Mancano invece evidenze di spostamenti del tetto verso i quadranti occidentali, che sarebbero coerenti con l'ipotesi della riutilizzazione del sovrascorrimento come faglia diretta durante la distensione plio-pleistocenica.

L'analisi cinematica lungo le superfici tettoniche rappresenta uno strumento efficace per stabilire una cronologia relativa fra strutture sviluppatesi in tempi diversi: essa consente infatti di distinguere situazioni nelle quali faglie dirette preesistenti sono troncate da sovrascorrimenti più recenti, come nel caso della struttura di M. Coscerno-Rivodutri, da situazioni descritte

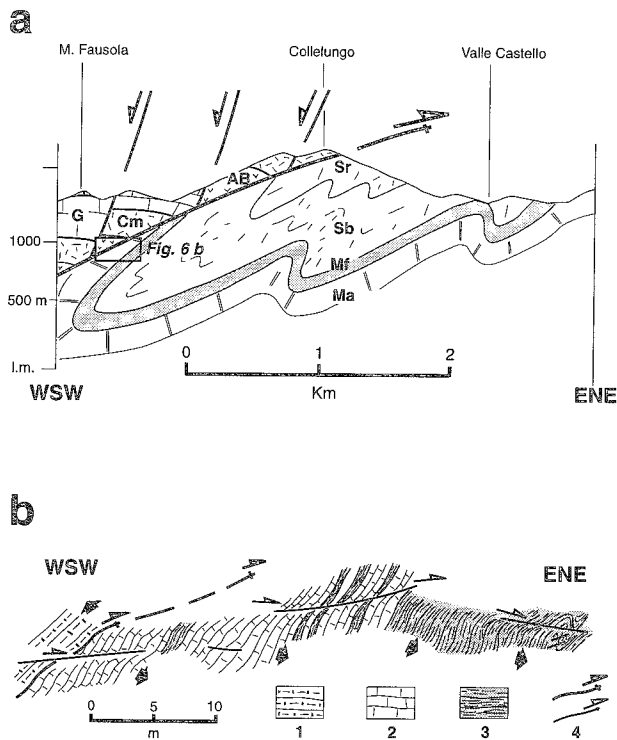


Fig. 6 - a - Sezione geologica M.Fausola-Valle Castello (vedi ubicazione in Fig. 2). Spiegazione dei simboli: AB - Anidriti di Burano (Trias sup.); Cm - Calcarea massiccio (Lias inf.); Co - Corniola (Lias medio); G - Corniola, Calcarea Rosso ammonitico e Calcari diasprini (Lias medio-Malm); Ma - Maiolica (Cretacico inf.); MF - Marne a Fucoidi (Cretacico medio); Sb - Scaglia bianca (Cretacico sup.); Sr - Scaglia rossa (Paleocene-Eocene). b - Sezione di dettaglio attraverso il fianco rovesciato della sinclinale di muro, immediatamente al di sotto della superficie di sovrascorrimento. Spiegazione dei simboli: 1 - Anidriti di Burano (Trias sup.); 2 - Maiolica (Cretacico inf.); 3 - Marne a Fucoidi (Cretacico medio); 4 - superficie di sovrascorrimento e strutture di taglio associate. Le frecce in grassetto indicano la polarità stratigrafica. Le mesopieghie e le strutture di taglio indicano spostamenti del tetto avvenuti verso i quadranti orientali.

in altri settori dell'Appennino umbro-marchigiano (PIERI, 1966; COOPER & BURBI, 1986; DECANDIA & TAVARNELLI, 1990, 1991; BARCHI & BROZZETTI, 1991; CALAMITA *et alii*, 1994), dove le superfici di sovrascorrimento vengono riutilizzate come faglie dirette a piccolo valore angolare.

#### RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro è stato presentato come poster in occasione del Convegno "Geodinamica e Tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino" svoltosi a Camerino nel febbraio '95.

Desidero ringraziare sentitamente: il Prof. F.A. DECANDIA ed il Dr. S. MAZZOLI per la revisione critica del manoscritto, nonché per gli utili suggerimenti e consigli; il Prof. F. CALAMITA per le costruttive osservazioni sul poster; i Proff. G. DEIANA, F. CALAMITA ed i Dr. P.P. PIERANTONI e C. INVERNIZZI per l'efficientissima organizzazione del Convegno.

#### BIBLIOGRAFIA

ALBERTI M., DECANDIA F.A. & TAVARNELLI E. (1994) - *Modalità di propagazione della deformazione compressiva nell'Appennino umbro-marchigiano*. Atti 77° Riunione Estiva S.G.I., Bari, Settembre 1994.

- BALDACCI F., ELTER P., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R. & TONGIORGI M. (1967) - *Nuove osservazioni sul problema della falda Toscana e sulla interpretazione dei flysch arenacei tipo "Macigno" dell'Appennino settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., 6, 213-244.
- BALLY A.W., BURBI L., COOPER C. & GHELARDONI R. (1986) - *Balanced sections and seismic reflection profiles across the Central Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 237-310.
- BARCHI M. & BROZZETTI F. (1991) - *Il sovrascorrimento di Spoleto: un esempio di tettonica d'inversione nell'Appennino umbro-marchigiano?* Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1991/1, 337-346.
- CALAMITA F. & DEIANA G. (1980) - *Evidenze di una fase tettonica distensiva del Messiniano basale nel bacino di Camerino (Appennino umbro-marchigiano)*. Studi Geol. Camerti, 7, 7-11.
- CALAMITA F., COLTORTI M., FARABOLLINI P. & PIZZI A. (1994) - *Le faglie normali quaternarie nella dorsale appenninica umbro-marchigiana: proposta di un modello di tettonica di inversione*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. (1994/1), 211-226.
- CENTAMORE E., CHIOCCHINI M., DEIANA G., MICARELLI A. & PIERRUCCINI U. (1971) - *Contributo alla conoscenza del Giurassico dell'Appennino umbro-marchigiano*. Studi Geol. Camerti, 1, 7-39.
- COLACICCHI R., PASSERI L. & PIALI G. (1970) - *Nuovi dati sul Giurassico Umbro-Marchigiano ed ipotesi per un suo inquadramento regionale*. Mem. Soc. Geol. It., 9, 839-874.
- COOPER J.C. & BURBI L. (1986) - *The geology of the central Sibillini Mountains*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 323-347.
- COWARD M.P., NELL P.R. & TALBOT J. (1992) - *An analysis of the strains associated with the Moine Thrust Zone, Assynt, Northwest Scotland*. In Mitra S. & Fischer G.W. (eds.): *Structural geology of fold and thrust belts*. John Hopkins University press, 105-122.
- DECANDIA F.A. (1982) - *Geologia dei Monti di Spoleto (Prov. di Perugia)*. Boll. Soc. Geol. It., 101, 291-315.
- DECANDIA F.A. & TAVARNELLI E. (1990) - *Il sovrascorrimento di M. Sant'Angelo - M. Solenne (Ferentino - Terni)*. Studi Geol. Cam., volume speciale (1990), 51-56.
- DECANDIA F.A. & TAVARNELLI E. (1991) - *Strutture maggiori, geometria e stile deformativo nell'area di Spoleto (Umbria sud orientale)*. Studi Geol. Camerti, volume speciale (1991/1), 331-335.
- ELLIOTT D. (1976) - *The energy balance and deformation mechanism of thrust sheets*. Proc. R. Soc. London, A 283, 289-312.
- LAVECCHIA G. & STOPPA F. (1989) - *Il "rifting" tirrenico: delaminazione della litosfera continentale e magmatogenesi*. Boll. Soc. Geol. It., 108, 219-236.
- MONTANARI A., CHAN L.S. & ALVAREZ W. (1988) - *Synsedimentary tectonics in the Late Cretaceous-Early Tertiary pelagic basin of the Northern Apennines*. In: Controls on carbonate platform and basin development SEPM spec. Publ. n° 44, 379-399.
- PIERI M. (1966) - *Tentativo di ricostruzione paleogeografico-strutturale dell'Italia centro-meridionale*. Geologica Romana, 5, 407-424.
- TAVARNELLI E. (1994) - *Analisi geometrica e cinematica dei sovrascorrimenti compresi fra la Valnerina e la Conca di Rieti (Appennino umbro-marchigiano-sabino)*. Boll. Soc. Geol. It., 113, 249-259.

