

IL SOVRASCORRIMENTO DI NARNI (APPENNINO CENTRALE)(***)

INDICE

RIASSUNTO	pag. 183
ABSTRACT	” 183
INTRODUZIONE	” 183
ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	” 185
<i>Litostratigrafia</i>	” 185
<i>Assetto strutturale</i>	” 186
SEZIONE GEOLOGICA DI NARNI	” 195
ANALISI MESOSTRUTTURALE	” 200
DISCUSSIONE E CONSIDERAZIONI CON-	
CLUSIVE	” 200
BIBLIOGRAFIA	” 201

RIASSUNTO

E' stata effettuata un'analisi geologico-strutturale nel Preappennino umbro allo scopo di caratterizzare il sovrascorrimento di Narni. Questo è costituito da due piani di accavallamento ad andamento NW-SE, di cui quello superiore ha a tetto il *Calcare massiccio* e verso E termina al nucleo di una anticlinale rovesciata (anticlinale di tetto) costituendo un sovrascorrimento cieco. Un elemento tettonico intermedio, compreso tra il piano superiore e quello inferiore, è costituito dalla successione pelagica umbro-marchigiana rovesciata appartenente all'anticlinale di tetto. Il *footwall* del sovrascorrimento di Narni è caratterizzato da pieghe e minori motivi di accavallamento ad andamento meridiano.

Minori sovrascorrimenti dislocano il fianco orientale dell'anticlinale di tetto e sono delimitati da faglie di strappo e/o rampe laterali; ad essi, sviluppati in fuori sequenza e/o come riattivazione del sovrascorrimento di Narni, sono messi in relazione i *klippen* del Montello-Cappuccini.

Faglie normali plio-quadernarie sia a basso che ad alto angolo dislocano la suddetta struttura.

Sulla base degli elementi sopra descritti è stata ricostruita la storia deformativa del sovrascorrimento di Narni caratterizzata, a partire dal Serravalliano *p.p.*, dallo sviluppo di un sovrascorrimento cieco e della macroanticlinale relativa. Segue l'attivazione di un piano di sovrascorrimento che disloca tutta la successione e trasla l'unità di tetto su di un *footwall* già strutturato. I rapporti geometrici tra l'unità di letto e quella di tetto suggeriscono la riattivazione del sovrascorrimento, riferita da alcuni Autori al Messiniano sup.-Pliocene inf.

ABSTRACT

Structural analysis carried out in the Umbrian pre-Apenines allowed us to characterize the Narni thrust. It is defined by two NW-SE trending thrust planes which develop a tectonic element, made of overturned pelagic sequence, organized in a sort of duplex and localized between the hangingwall and the footwall. The roof thrust, evidenced by the *Calcare Mas-*

(*Dipartimento di Scienze - Università degli Studi di Chieti, "G. D'Annunzio".

(**)Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Camerino.

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

siccio, shows a tip line at the core of the overturned Narni anticline hangingwall and is most probably a blind thrust.

Minor thrust planes, confined by lateral and/or oblique ramps, displace the forelimb of the hangingwall anticline and develop the Narni and Il Montello - I Cappuccini klippen.

The footwall of the Narni thrust is involved in minor N-S trending folds and thrusts, which disappear to the south, below the Narni floor thrust plane.

Plio-Quaternary low and high angle normal faults displace the Narni thrust.

Taking into account the above mentioned structural features and their geometric relationship, we reconstructed the deformation history of the Narni thrust, characterized by the following steps:

- in the Serravallian *p.p.* the occurrence of the blind thrust and related Narni anticline precedes the development of the Narni thrust which displaces the whole Umbro-Marchean sequence;
- the reactivation of the Narni thrust planes (Upper Messinian - Lower Pliocene) leads to the overthrusting of the overturned Narni anticline hangingwall on its footwall, which is already involved in the N-S trending folds and thrusts.

PAROLE CHIAVE: Preappennino umbro, Sovrascorrimento di Narni, Geologia strutturale.

KEY WORDS: Umbrian pre-Apenines, Narni thrust, Structural geology.

INTRODUZIONE

L'esistenza di importanti sovrascorrimenti nell'Appennino umbro-sabino è nota da tempo (LOTTI, 1926; CONFORTO & PARBONI, 1964; FAZZINI, 1968; DECANDIA & GIANNINI, 1977).

Studi successivi hanno evidenziato la complessità strutturale di questo settore, rappresentata dalla presenza di pieghe decapitate dai sovrascorrimenti (DECANDIA, 1982; BARCHI, 1991; COSENTINO & PAROTTO, 1991; DECANDIA & TAVARNELLI, 1991), strutture triangolari (MENICETTI & PIALI, 1986; CALAMITA & PIERANTONI, 1992; 1994; COSENTINO *et alii*, 1992), sovrascorrimenti sviluppati in fuori sequenza (DE FEYTER, 1989) e faglie trascorrenti a carattere regionale (ALFONSI *et alii*, 1991).

In particolare, nel Preappennino umbro l'anticlinale di tetto del sovrascorrimento di Narni (unità tettonica narnese-amerina) ha un andamento assiale NW-SE, nettamente discordante rispetto a quello N-S delle pieghe e dei sovrascorrimenti dell'unità di letto e della più orientale unità sabina (Figg. 1 e 2). Questa complessità strutturale è stata messa in relazione alla riattivazione del sovrascorrimento di Narni stesso che genera la definitiva messa in posto dell'unità narnese-amerina su di un *footwall* già strutturato (CALAMITA *et alii*, 1994).

Allo scopo di caratterizzare la geometria e la cinematica del sovrascorrimento di Narni e definirne i modi e i tempi della strutturazione è stata effettuata un'analisi geologico-strutturale nel settore centro-meridionale della Dorsale narnese-amerina a SE di Amelia.

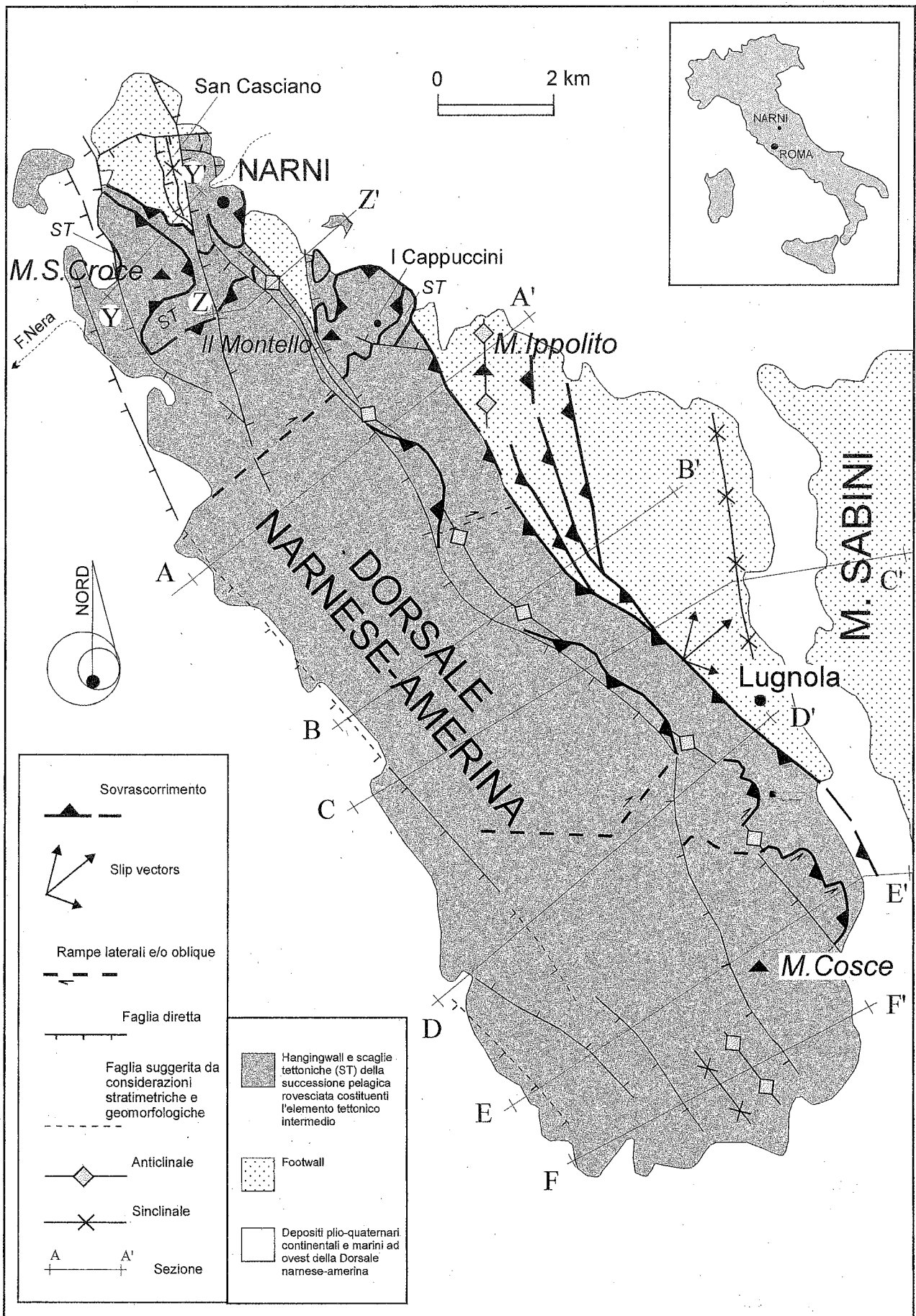


Fig. 1 - Schema strutturale della Dorsale narnese-amerina.

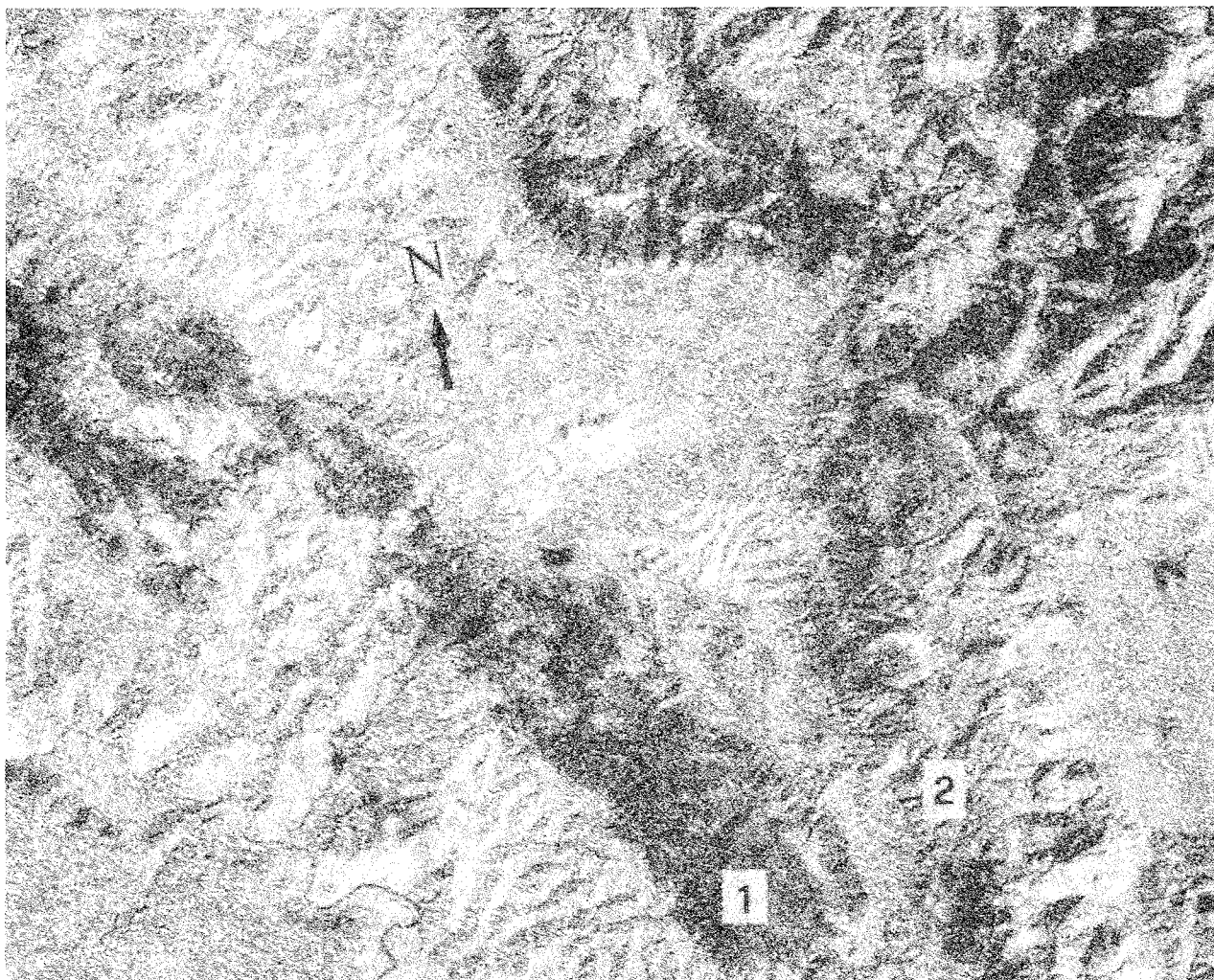


Fig. 2 - Immagine LANDSAT della Dorsale narnese-amerina ad andamento NW-SE (1) e dei M. Sabini ad andamento N-S (2).

ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Litostratigrafia

La successione sedimentaria affiorante nella Dorsale narnese-amerina inizia con le unità di piattaforma carbonatica del Trias sup.-Lias inf.; segue una successione pelagica ed emipelagica del Lias medio-Miocene inf. sulla quale si rinvengono depositi silicoclastici di avanfossa del Burdigaliano *p.p.*-Tortoniano inf. (CANTALAMESSA *et alii*, 1986: *Formazione marnoso-arenacea*). Poco a nord dell'area studiata (Massicci Perugini) alla base di questa successione si trovano le Evaporiti triassiche (*Anidriti di Burano*) rinvenute anche in sondaggio (MARTINIS & PIERI, 1964) al di sopra del *Verrucano* (Trias medio).

In particolare la successione del Trias sup.-Lias inf. è composta:

a) dalla *Formazione a Rhaetavicula contorta* (*Formazione del Monte Cetona* in CIARAPICA *et alii*, 1987), costituita da calcari dolomitici vacuolari grigio-scuri, a luoghi fetidi, rappresentati da micriti e biomicriti, alternati a marne grigie e argille con fitta laminazione piano-parallela. Nella parte superiore si rinvengono dolomie mal stratificate contenenti al tetto resti di *Conchodon*. Lo spessore affiorante di tale unità nella sezione di Ponte Arverino è di circa 110 m, come evidenziato da PASSERI & PIALI (1973);

b) da calcari di piattaforma carbonatica bianchi,

talora grigiastri o beige, in banchi di spessore metrico, costituiti in genere da micriti e talora, da litofacies detritiche (*packstones* e più raramente *grainstones*) (*Calccare massiccio*: Hettangiano-Sinemuriano). E' difficile calcolare lo spessore di questa formazione in relazione alla complessità strutturale dell'area. FAZZINI (1968) per la zona di Amelia riferisce uno spessore di 350 m; in prossimità di M. Cosce è possibile stimare uno spessore affiorante di circa 500 m, confrontabile con quello degli affioramenti della più orientale dorsale appenninica umbro-marchigiana.

La successione pelagica-emipelagica ha uno spessore nettamente inferiore (circa 1100 m) rispetto a quello delle analoghe successioni affioranti nella dorsale appenninica (circa 1700 m), pur conservandone le tipiche caratteristiche litologiche. Essa comprende le formazioni della *Corniola* (Sinemuriano sup.-Pliensbachiano), del *Bosso* (Toarciano-Bathoniano), dei *Calcari diasprini umbro-marchigiani* (Calloviano-Titonico inf.), della *Maiolica* (Titonico sup.-Aptiano inf.), delle *Marne a Fucoidi* (Aptiano inf. *p.p.*-Cenomaniano inf.), della *Scaglia bianca* e *Scaglia rossa* (Cenomaniano medio-Eocene sup. *p.p.*), della *Scaglia cinerea* (Eocene sup.-Oligocene sup.), del *Bisciaro* (Miocene inf. *p.p.*), dello *Schlier* (Miocene inf. *p.p.*) ed è costituita da calcari, calcari marnosi, calcari silicei, selci, marne e marne argillose, ben stratificati (Fig. 3). Il suddetto spessore è confrontabile con quello evi-

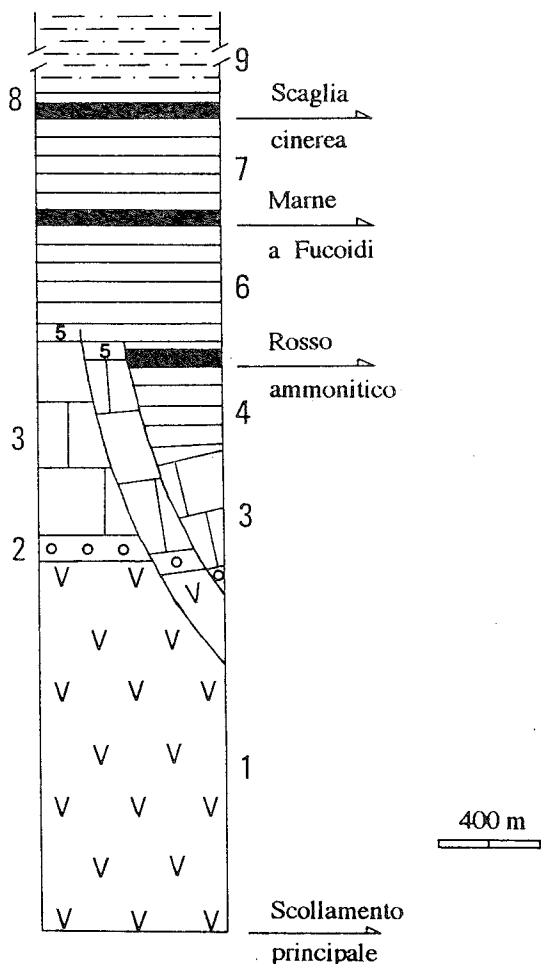


Fig. 3 - Schema stratigrafico della successione umbro-marchigiana: 1) *Anidriti di Burano* (Trias sup.); 2) *Formazione del Monte Cetona* (Retico); 3) *Calcare massiccio* (Lias inf.); 4) *Corniola, Rosso ammonitico e/o Calcari e marne del Sentino* (Sinemuriano sup.-Calloviano inf.); 5) *Formazione del Bugarone* (Pliensbachiano-Titonico inf.; nelle "Successioni condensate"); 6) *Calcari e marne a Posidonia, Calcari diasprini umbro-marchigiani, Maiolica, Marne a Fucoidi* (Bajociano-Cenomaniano inf.); 7) *Scaglia bianca, rosata e cinerea* (Cenomaniano medio-Oligocene); 8) *Bisciaro e Schlier* (Aquitano-Burdigaliano p.p.); 9) Depositi torbiditici silicoclastici (Burdigaliano p.p.-Tortoniano inf.).

denziato da FAZZINI (1968) per la zona di Amelia ed è stato calcolato sul fianco orientale rovesciato dell'anticlinale di tetto del sovrascorrimento di Narni. Verso ovest (lungo la valle del F. Nera) le unità pelagiche mostrano spessori notevolmente minori in relazione all'intensa tettonizzazione. Nella porzione inferiore della *Corniola* affiorante tra Configni e Colle Ventatoio sono presenti intercalazioni calcareoclastiche (da calcareniti a calciruditi), in strati da spessi a molto spessi, che si assottigliano verso NW. In analogia con quanto è osservabile nella porzione meridionale dei M. Martani, dove le intercalazioni calcareoclastiche della *Corniola* sono associabili all'alto strutturale di M. Torricella (PIERANTONI, 1994; BRUNI *et alii*, presente volume), è verosimile ipotizzare la presenza di un alto strutturale giurassico nelle zone di M. Cosce e M. S. Pancrazio, quale area alimentatrice del suddetto materiale calcareoclastico.

Le suddette formazioni sia verso SW che verso SE scompaiono al di sotto della successione marina del

Pliocene medio-Pleistocene inf. (AMBROSETTI & BASILICI, 1994). Questa è rappresentata da sedimenti argillosi alla base, passanti verso l'alto a ghiaie alternate a depositi argilloso-sabbiosi (CHIOCCHINI *et alii*, 1975; 1987). La paleo-linea di costa è documentata nel substrato roccioso da fori di litodomi nel *Calcare massiccio* presso Aravecchia.

Ad est della Dorsale narnese-amerina si sviluppa il ramo sud-occidentale del Bacino tiberino che verso SW arriva alla piana di Terni. Nell'ambito di tale depressione si rinvengono depositi continentali fluvio-lacustri plio-pleistocenici (AMBROSETTI & BASILICI, 1994).

Assetto strutturale

L'assetto strutturale della Dorsale narnese-amerina è caratterizzato dalla presenza di un importante sovrascorrimento, noto in letteratura (CHIOCCHINI *et alii*, 1987; CALAMITA *et alii*, 1994; CHIOCCHINI *et alii*, 1995) e ben esposto lungo la profonda incisione del F. Nera tra Narni e Nera Montoro. Qui, in particolare, è possibile osservare un piano di sovrascorrimento con al tetto il *Calcare massiccio* e al letto i termini della successione pelagica umbro-marchigiana in giacitura rovesciata, dati dal *Rosso ammonitico*, dai *Calcari diasprini*, *Maiolica*, *Marne a Fucoidi*, *Scaglia bianca e rossa*. Tale successione è interessata da piani di taglio estensionali, sintetici ed antitetici al piano di sovrascorrimento, che realizzano uno *stretching* parallelo alla direzione di trasporto tettonico e la diretta sovrapposizione del *Calcare massiccio* sulle *Marne a Fucoidi-Scaglia rosata* (Fig. 4). Piani minori, a questi associati, realizzano alla scala mesostrutturale uno *stretching* diffuso con associato il *fabric* S-C (tettoniti S/C *sensu* LISTER & SNOKE, 1984) che produce un assottigliamento nell'ambito della successione rovesciata (Figg. 5a e 5b); mesopieghie con asimmetria a "S" evidenti nella *Scaglia rosata* sono congrue con la giacitura rovesciata (Fig. 6).

I suddetti elementi possono essere estrapolati verso nord al di sotto del *Calcare massiccio* di M. S. Croce e giustificare così la diretta sovrapposizione del *Calcare massiccio* sulla *Scaglia rossa* come è osservabile in affioramento presso il Podere Casanera (PIERANTONI, 1994) e attraverso i dati di sondaggio (CHIOCCHINI *et alii*, 1987); le ripetizioni evidenziate nell'ambito della *Scaglia rossa* da CHIOCCHINI *et alii* (1987), anche attraverso l'analisi biostratigrafica, possono essere realizzate dai suddetti sistemi estensionali su di una successione rovesciata.

Ad oriente di M. S. Croce la suddetta successione rovesciata è accavallata su di un *footwall* rappresentato dalla *Scaglia rossa e cinerea* (in successione normale) coinvolte nella sinclinale rovesciata di S. Casciano, a vergenza occidentale e ad andamento assiale N-S; subito a nord, inoltre, si riconoscono nell'ambito del *footwall*, minori pieghe associate ad andamento N-S, coinvolgenti in affioramento la successione *Marne a Fucoidi-Scaglia rossa*. Sulla base di considerazioni stratimetriche è possibile pertanto ubicare un ulteriore piano di accavallamento (sovrascorrimento inferiore o sovrascorrimento basale di Narni p.d.) alla base della *Scaglia rossa* appartenente alla successione rovesciata di M. S. Croce (Tav. 1).

Pertanto, la struttura d'insieme (sovrascorrimento di Narni) è caratterizzata da un piano di sovrascorrimento superiore (con al tetto il *Calcare massiccio* ed al letto la successione rovesciata) ed uno inferiore con



Fig. 4 - Sovrascorrimento di Narni lungo l'incisione del F. Nera tra Narni e Nera Montoro: è visibile il sovrascorrimento (T) con al tetto il *Calcare massiccio* (Cm) ed al letto la successione pelagica rovesciata (Ra - *Rosso ammonitico*; Cd - *Calcari diastirni umbro-marchigiani*; Ma - *Maiolica*; MF - *Marne a Fucoidi*; Sr - *Scaglia rossa*). Fn - *Faglia normale*; Pe - *piani estensionali*; A - particolare riportato in Fig. 6.

al letto la *Scaglia cinerea* coinvolta in pieghe ad andamento N-S. Questi due piani di accavallamento ed i piani estensionali che coinvolgono la successione rovesciata, costituente un elemento tettonico intermedio, individuano verosimilmente una geometria a *duplex* estensionale (*sensu* CALAMITA, 1991) (Tavv. 1 e 2).

Faglie normali ad andamento NW-SE ed immersione sia a NE che a SW dislocano la suddetta struttura.

Il piano di sovrascorrimento superiore, l'unità di tetto e l'elemento tettonico intermedio si rinvergono anche più ad oriente, in prossimità di Narni e nella zona Montello-Cappuccini, dove si individuano alcuni *klippen*. In particolare, il *klippe* di Narni è delimitato a WSW ed a ENE da faglie normali ad andamento NW-SE. La faglia di S. Casciano (Fig. 7) con immersione a NE mette a contatto, nel tratto settentrionale, il *Calcare massiccio* del *klippe* stesso con la *Scaglia rossa* e la *Scaglia cinerea* del *footwall* del sovrascorrimento di Narni. Verso SE, lungo questa struttura vengono a contatto tra loro le unità della successione rovesciata del corpo intermedio (la *Scaglia rossa* con la *Corniola*, il *Rosso ammonitico* e la *Maiolica*), mentre verso NW (estrema porzione nord-occidentale dell'area studiata) la faglia stessa porta a contatto il *Calcare massiccio* con la *Scaglia rossa*, appartenente al *footwall* del sovrascorrimento (Fig. 7).

A SE di Narni, presso il Bastione, il *Calcare massiccio* dell'unità di tetto del sovrascorrimento è in rapporto di *blind thrust* a basso angolo (*sensu* CALAMITA, 1990) con la successione pelagica rovesciata; pertanto in questa località il sovrascorrimento superiore si interrompe al nucleo dell'anticlinale rovesciata di Narni-M. Cosce. Tale anticlinale si segue con continuità verso SE, ha un andamento assiale NW-SE e il suo fianco orientale rovesciato, nei termini della successione pelagica dalla *Corniola* alla *Scaglia cinerea*, si segue lungo il versante nord-orientale della Dorsale narnese-amerina dal Bastione a M. Cosce.

Alla base del suddetto fianco rovesciato, le zone di taglio con *fabric* S-C, osservabili nella *Scaglia cinerea*, consentono di riconoscere un piano di sovrascorrimento, avente direzione NW-SE, parallela all'andamento assiale dell'anticlinale stessa (Fig. 8). Tale piano di sovrascorrimento costituisce, a nostro avviso, la porzione frontale del sovrascorrimento inferiore, descritto precedentemente lungo l'incisione del F. Nera.

Lungo il fianco orientale dell'anticlinale di tetto, il sovrascorrimento cieco che realizza i rapporti tra il *Calcare massiccio* e la successione rovesciata, osservato presso il Bastione, è affiorante anche in prossimità di Colle Prata (Fig. 9).

In altri settori della piega, invece, minori piani di accavallamento portano il *Calcare massiccio* al di sopra della successione del fianco rovesciato (Tav. 1 e sezioni C-C' e E-E' di Tav. 2), come è osservabile a Colle Ventatoglio-Colle di Vasciano, nei pressi di Configni ed a Poggio Macchie. Tali minori motivi di accavallamento sono delimitati da faglie di strappo e/o rampe laterali/oblique con andamento NE-SW, N110°-120° e N-S; nell'insieme detti elementi individuano geometrie arcuate (Fig. 1 e Tavv. 1 e 2). Essi mostrano una diversa traiettoria e possono essere confinati nell'unità di tetto del *blind thrust*, riattivare il piano stesso del *blind thrust* o dislocarlo. Quest'ultima situazione è ricostruibile a Configni, dove il sovrascorrimento minore, sviluppato in fuori sequenza (*sensu* BUTLER, 1987), è caratterizzato da un piano a basso

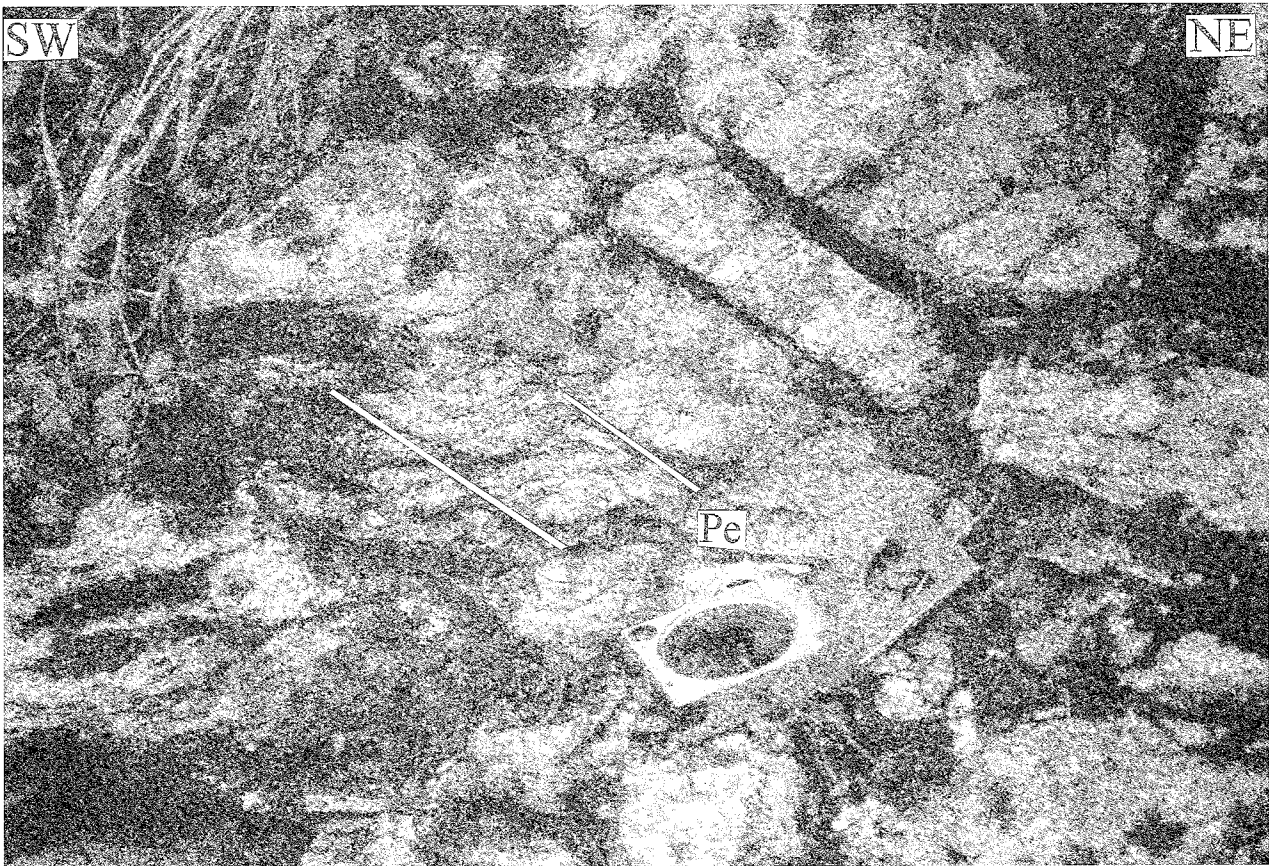


Fig. 5a - Piani estensionali (Pe) nella *Scaglia rossa* rovesciata affiorante al letto del sovrascorrimento di Narni (versante orientale di M. S. Croce).



Fig. 5b - Sistemi coniugati di piani estensionali (Pe) sovrapposti su di una mesopiega coricata nella *Scaglia rossa* in successione rovesciata affiorante lungo il versante di M. S. Croce.

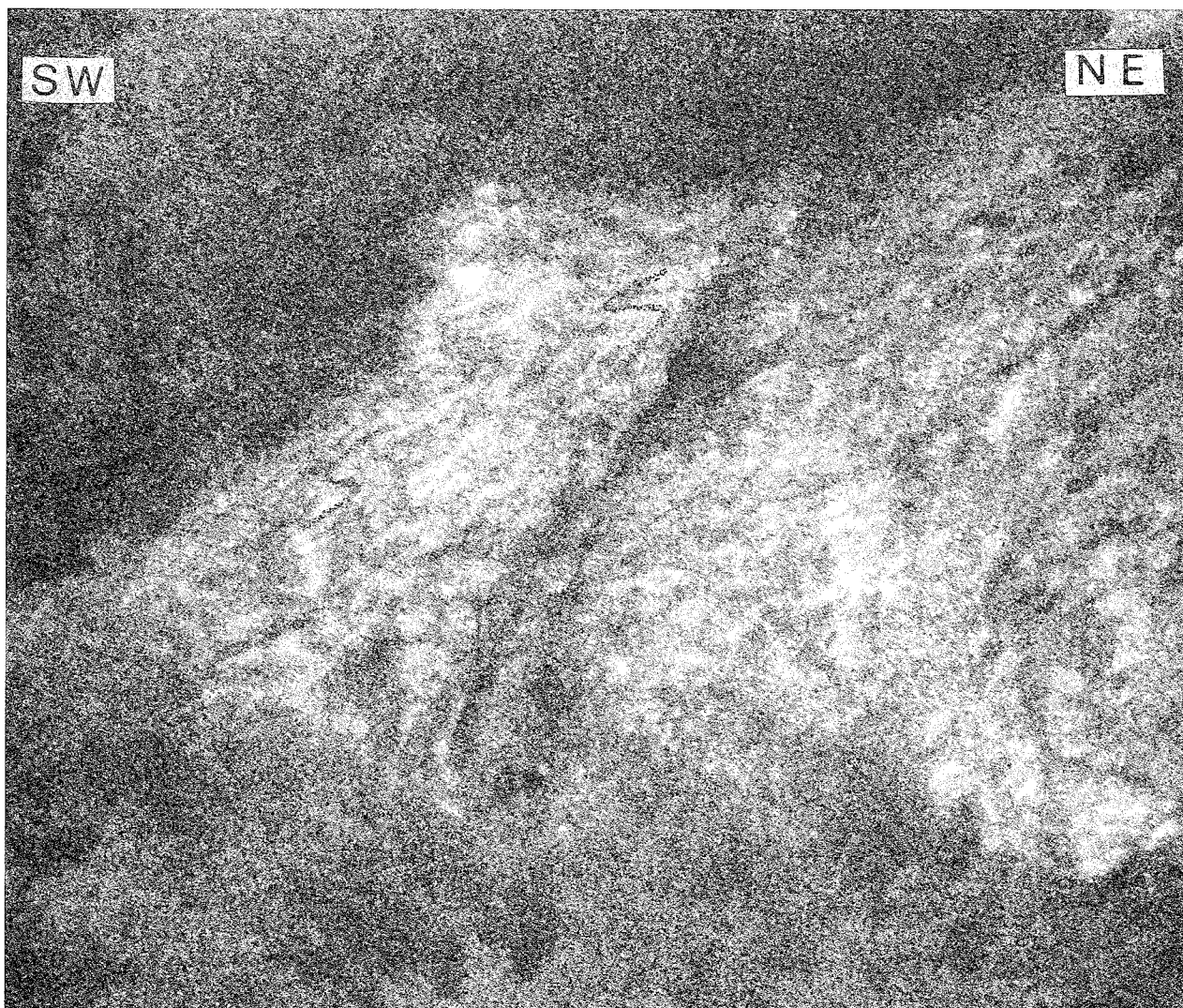


Fig. 6 - Mesopieghe con asimmetria ad S che coinvolgono la *Scaglia rossa* in successione rovesciata affiorante lungo la valle del F. Nera (particolare A di Fig. 4).

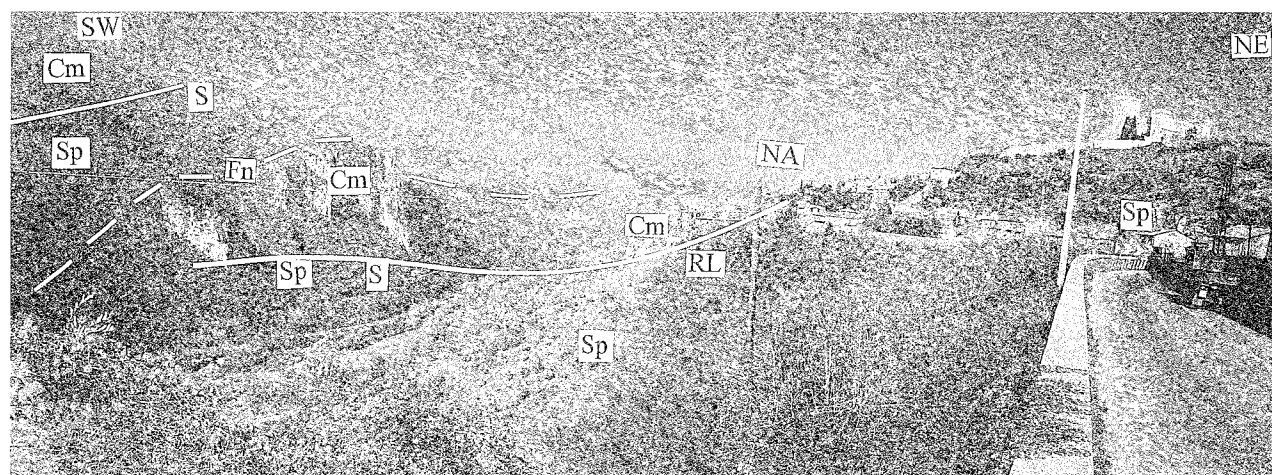


Fig. 7 - Faglia normale di S. Casciano (Fn) che ribassa a NE il piano di sovrascorrimento "S" (con al tetto il *Calcare massiccio* "Cm" ed al letto la successione pelagica rovesciata "Sp") e delimita ad occidente il *klippe* di Narni (NA) costituito dal *Calcare massiccio* (Cm). Il piano di sovrascorrimento al di sotto dell'abitato è interpretato come una rampa laterale (RL: vedi Fig. 17).



Fig. 8 - Zona di taglio associata al sovrascorrimento basale di Narni. Deformazione pervasiva con *fabric S-C* nella *Scaglia cinerea* nei pressi di Configni. L'analisi geometrica e cinematica è riportata nello stereogramma n. 6 di Tav. 1.

angolo (Fig. 10) tramite il quale il *Calcare massiccio* sovrascorre sulle varie formazioni pelagiche in successione rovesciata con un'entità di dislocamento progressivamente in aumento verso SE; il piano di *blind thrust* e la piega associata vengono, così, traslati verso NE (Tav. 1; Sezione E-E' di Tav. 2).

Dei piani minori di sovrascorrimento osservabili presso Colle Ventatoio tra il *Calcare massiccio* e la *Corniola* quello che sovrappone il *Calcare massiccio* alla *Corniola* in successione rovesciata riattiva verosimilmente il piano di *blind thrust* (Figg. 11 e 12; Sezione C-C', Tav. 2), mentre quello superiore, tra il *Calcare massiccio* e la *Corniola* in successione normale, disloca il fianco occidentale normale dell'anticlinale di tetto (Fig. 13; Sez. C-C', Tav. 2).

Più a nord, ad oriente del Bastione, sulle unità pelagiche del fianco orientale rovesciato dell'anticlinale in esame si rinvengono i *klippen* del Montello-Cappuccini, costituiti dal *Calcare massiccio*; il *klippe* più esterno è in parte sovrapposto anche sulla *Scaglia cinerea* del *footwall* del sovrascorrimento di Narni (Tav.1; Sez. A, Tav. 3).

Nella parte più meridionale dell'unità di tetto del sovrascorrimento di Narni sono osservabili, ad ovest di M. Cosce, minori motivi di accavallamento (evidenziati da zone di taglio nella *Scaglia rossa*) e pieghe, sia alla meso che alla macro scala, con andamento assiale NW-SE, che coinvolgono la successione pelagica dalla *Corniola* alla *Scaglia cinerea*. Tali elementi strutturali hanno suggerito la presenza di motivi minori di accavallamento nelle unità più fragili del *Calcare massiccio* e della *Corniola* (sovrascorrimenti ciechi) con svi-

luppo di pieghe di scollamento (*sensu* JAMISON, 1987) in corrispondenza della restante successione pelagica (Tav. 2, sez. E-E').

Tra il Montello e Configni, ad oriente del piano di sovrascorrimento inferiore affiora il *footwall* del sovrascorrimento di Narni. Esso è rappresentato, a nord, dall'anticlinale rovesciata con vergenza orientale di Monte Ippolito, a nucleo affiorante di *Scaglia rossa* (CALAMITA *et alii*, 1994; PIERANTONI, 1994) e più a sud dalla sinclinale di Lugnola (Fig. 14), con immersione assiale settentrionale, avente al nucleo la *Formazione Marnoso-arenacea*, entrambe ad andamento assiale circa N-S. Sempre nel *footwall*, inoltre, a nord di S. Urbano si osservano sovrascorrimenti minori a direzione N-S, coinvolgenti in affioramento le *Formazioni della Scaglia cinerea*, del *Bisciario* e dello *Schlier*; è interessante osservare la deflessione di questi ultimi motivi che tendono ad assumere una direzione NNW-SSE in prossimità del piano di sovrascorrimento di Narni (Tav. 1).

Di fondamentale importanza è la scomparsa verso sud di tali strutture del *footwall* al di sotto del sovrascorrimento di Narni a direzione NW-SE, a dimostrazione della definitiva messa in posto di quest'ultimo al di sopra di un *footwall* già strutturato in pieghe e nei motivi di accavallamento minori a *trend* N-S; ciò è dimostrato anche dalla mancanza nel *footwall* della successione post-*Scaglia cinerea* nel settore a nord di M. Ippolito, dovuta alla progressiva delaminazione del *footwall* stesso da parte del sovrascorrimento (Tav. 1). Un analogo motivo di delaminazione può essere ipotizzato anche per la *Formazione Marnoso-arenacea*, necessario per il bilanciamento della sezione C-C' di Tav. 2.

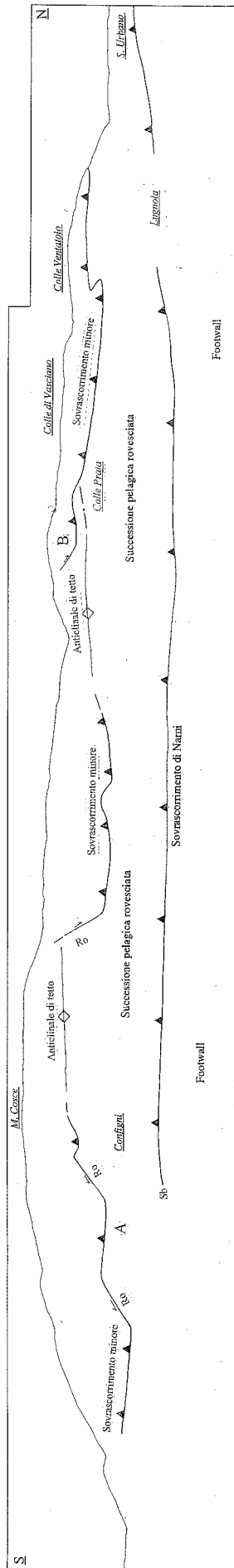
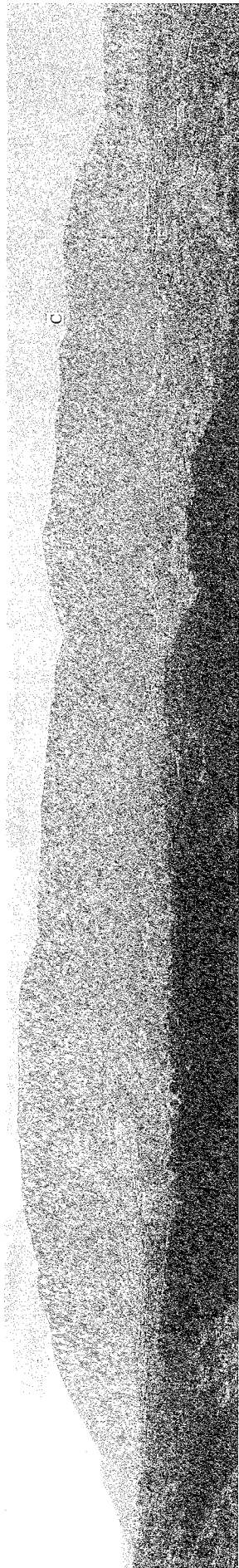


Fig. 9 - Il "fronte" del sovrascarrimento di Narni tra Configni e S. Urbano. Sono osservabili il sovrascarrimento basale (Sb), il *footwall* (qui costituito dalle formazioni oligo-mioceniche: *Scaglia cinerea-Marnosa arenacea*), l'anticlinale rovesciata di tetto e il relativo *blind thrust* (linea a tratto e punto di Colle Prata), i minori piani di sovrascarrimento che accavallano il *Calcare massiccio* sul fianco rovesciato dell'anticlinale stessa. Faglie di strappo e rampe laterali/oblique (Ro) caratterizzano i suddetti motivi di accavallamento.

A - Particolare riportato in Fig. 10; B - Particolare riportato nelle Figg. 11 e 12; C - Particolare riportato in Fig. 13.

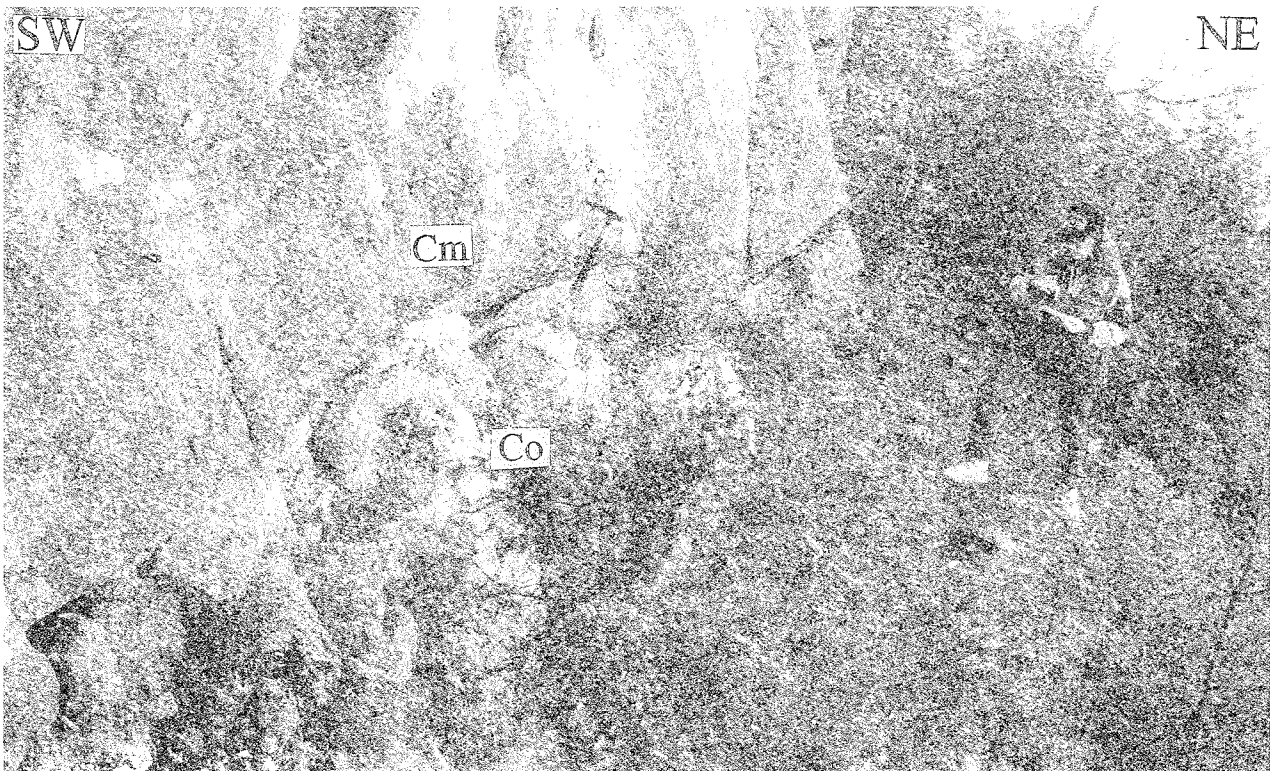


Fig. 10 - Sovrascorrimento minore a basso angolo tra il *Calcare massiccio* (Cm) e la *Corniola* (Co) in successione rovesciata nei pressi di Configni. Foto scattata da sud-est (particolare A di Fig. 9).

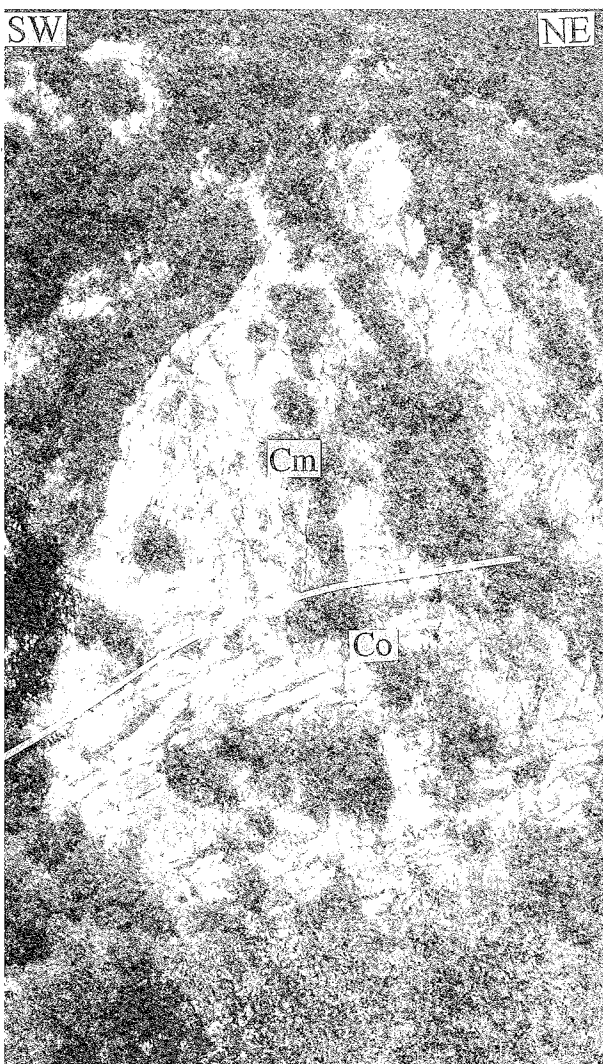


Fig. 11 - Sovrascorrimento minore ad oriente di Colle di Vasciano tra il *Calcare massiccio* (Cm) e la *Corniola* (Co). Foto scattata da sud-est (particolare B di Fig. 9).

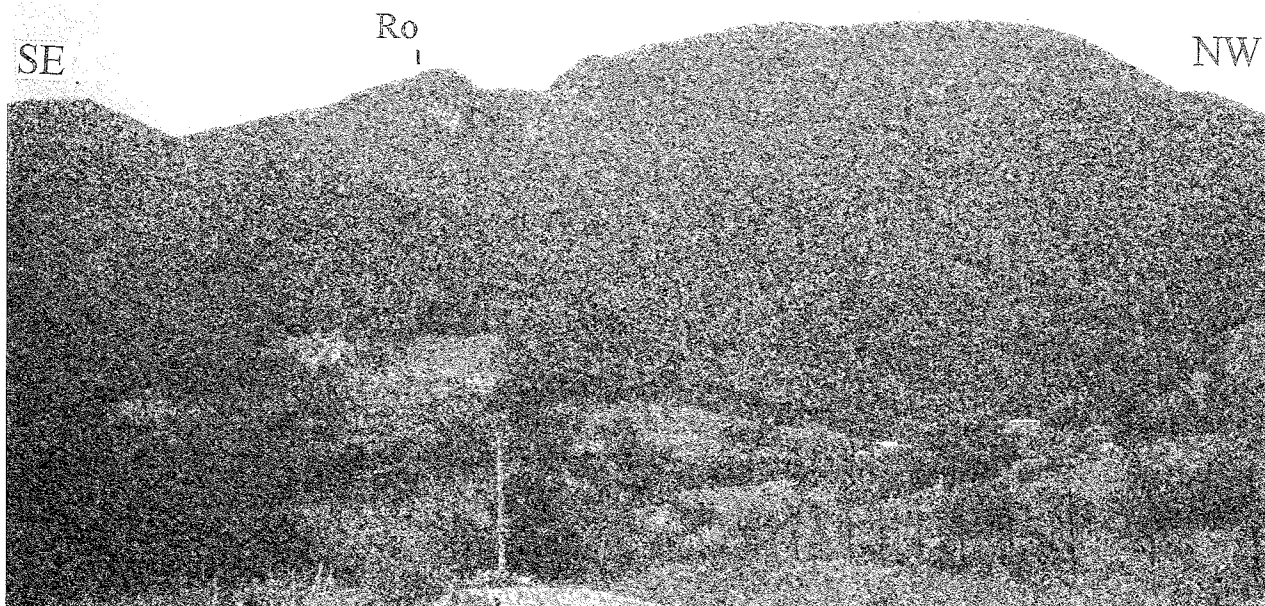


Fig. 12 - Particolare B di Fig. 9 mostrante la rampa laterale/obliqua (Ro) che limita a SE il sovrascorrimento minore di Colle Vasciano.

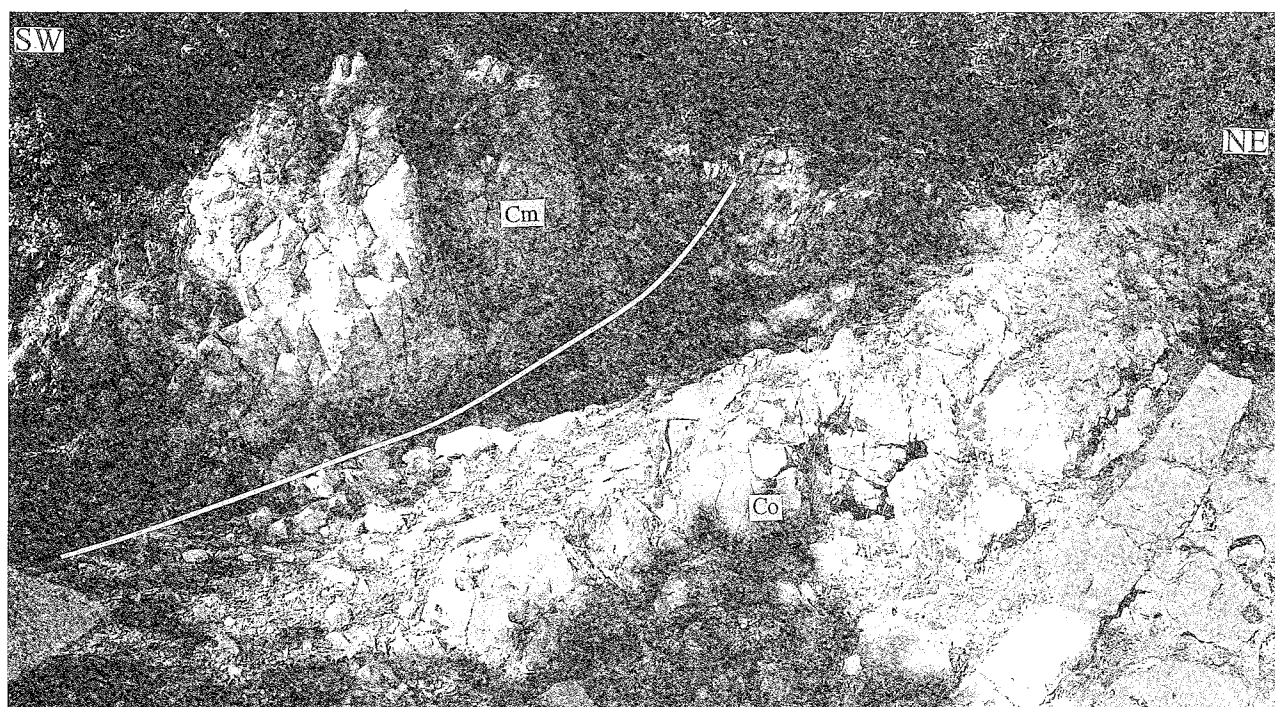


Fig. 13 - *Calcarea massiccio* (Cm) sovrascorso sulla *Corniola* (Co) del fianco occidentale normale dell'anticlinale di tetto. Foto scattata da sud (particolare C di Fig. 9).

La struttura di Narni è dislocata nel suo settore frontale da una faglia con principale carattere normale ad andamento NW-SE con ribassamento a SW, estrapolabile verso nord fino all'abitato di Narni (faglia Narni-M. Cosce). Nel settore meridionale, presso M. Cosce, essa realizza il contatto tettonico tra il *Calcarea massiccio* dell'*hangingwall* del sovrascorrimento di Narni e i *Calcari diasprini umbro-marchigiani* del fianco orientale rovesciato dell'anticlinale di tetto, che costituiscono rispettivamente il tetto e il letto della faglia

in parola, mentre verso nord disloca il *blind thrust* e i minori motivi di accavallamento rendendo difficile la definizione della loro continuità longitudinale. In particolare, tra il Bastione e Narni, la faglia in parola mette a contatto l'unità di tetto del sovrascorrimento di Narni (*Calcarea massiccio* e la successione pelagica rovesciata) con l'unità di letto costituita dalla *Scaglia rossa-Scaglia cinerea* in successione normale. Queste ultime sono a loro volta a contatto tettonico, verso E, con il *Calcarea massiccio* dei *klippen* del Montello-Cappuccini

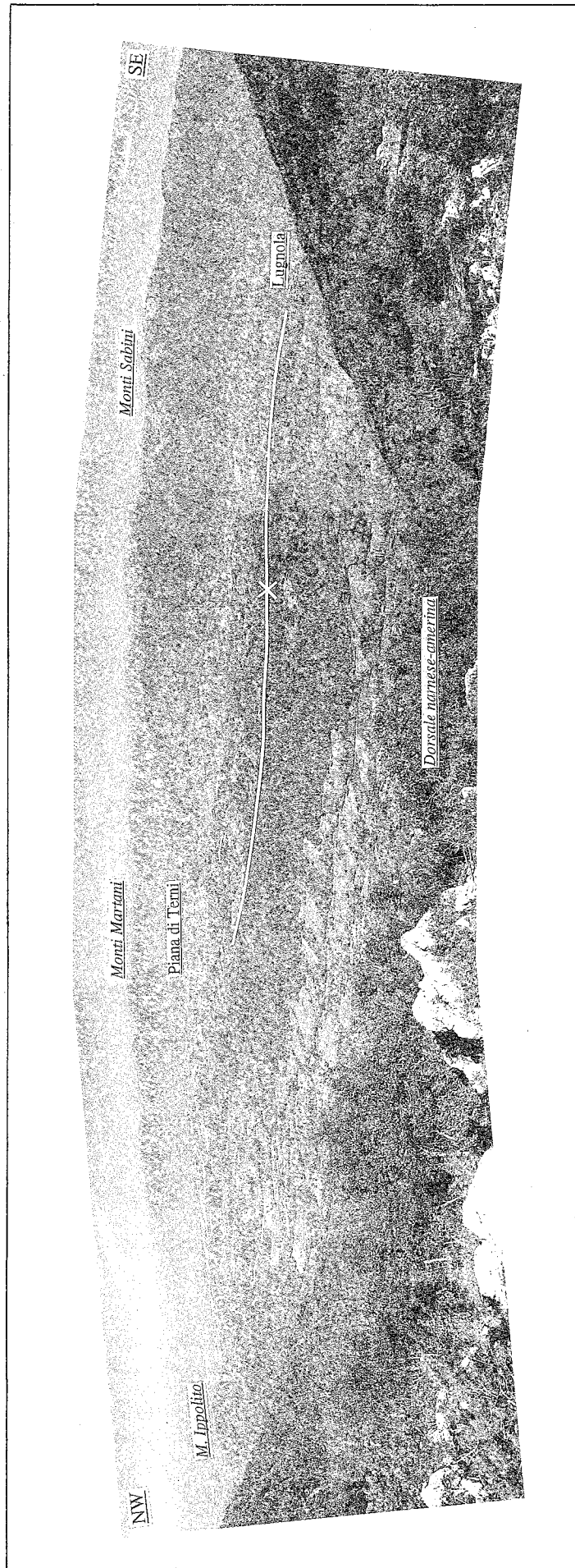


Fig. 14 - Panoramica dall'anticlinale di Narni-M. Cosce (Dorsale narnese-amerina) ad andamento assiale NW-SE, mostrante il *footwall* del sovraccorrimiento di Narni. Sono osservabili l'anticlinale di M. Ippolito e la sinclinale di Lugnola ad andamento assiale N-S, parallelo a quello dell'anticlinale dei M. Sabini. Verso nord si riconoscono la Piana di Terni e i M. Martani.

e con la sottostante *Scaglia rossa* attraverso una faglia immergente ad ENE suggerita dalla fascia cataclastica riconoscibile lungo la sua traccia (Tav. 1; Fig. 1).

Un'importante faglia normale, ad immersione sud-occidentale, borda il versante occidentale della Dorsale narnese-amerina e pone a contatto la *Corniola* con la *Formazione del Monte Cetona* nei pressi di Ponte Arverino e Ponte Renaro. Tale elemento ha un andamento generale N140° e si segue con continuità verso SE con evidenti e spettacolari piani di faglia ad immersione sia occidentale che orientale (piani coniugati) e verso NW, costituendo verosimilmente una delle strutture bordiere della depressione tettonica del Bacino Tiberino. All'aumento dell'entità di rigetto verso NW sia lungo questa faglia che lungo quella che borda ad oriente il *klippe* di Narni (faglia di S. Casciano) ed alla presenza di faglie trasversali può essere associato il sollevamento relativo del *footwall* del sovrascorrimento in esame a nord di Narni; qui infatti è in affioramento tutta la successione fino alla *Formazione del M. Cetona*.

Un'altra delle faglie normali più importanti è la faglia di Vacone la quale borda il versante occidentale di M. Cosce; il *Calcare massiccio* e la *Corniola* costituiscono il letto, mentre il tetto è rappresentato dalle formazioni della successione pelagica dalla *Corniola* alla *Scaglia rossa*. Il rigetto aumenta progressivamente verso sud fino a raggiungere il suo valore massimo (600 m) ad ovest di Vacone, dove la *Corniola* è a contatto con la *Scaglia rossa* (Tav. 1). Il piano di faglia è ben evidente in affioramento nei pressi di Colle Castagna, ha un andamento N140° con immersione a SW ed una pendenza di circa 60°; le strie evidenziano un movimento di *dip-slip*.

L'attivazione nell'area della tettonica distensiva può essere riferita al Pliocene medio sulla base dell'età dei depositi marini più antichi (AMBROSETTI & BASILICI, 1994) presenti nella depressione tettonica ubicata subito ad occidente della Dorsale narnese-amerina.

A sud dell'allineamento Vacone-Montebuono, la Dorsale narnese-amerina scompare al di sotto dei depositi plio-pleistocenici marini. Questa zona rappresenta il punto di massima convergenza tra l'unità narnese-amerina (a trend NW-SE) e la più esterna complessa struttura anticlinale dei M. Sabini a trend assiale meridiano (Figg. 1 e 2).

SEZIONE GEOLOGICA DI NARNI

Sulla base dei dati di geologia di superficie sopra descritti (Tav. 1) e di quelli di sottosuolo relativi alla galleria di derivazione per l'impianto idroelettrico del Recentino (CONFORTO & PARBONI, 1964) (Fig. 15) ed ai sondaggi geognostici (CHIOCCHINI *et alii*, 1987) (Fig. 16) è stata realizzata una sezione geologica composita (Tav. 3). Il segmento occidentale (sezione Y-Y') segue l'allineamento M. S. Croce-S. Casciano mentre quello orientale (sezione Z-Z') si sviluppa lungo la traccia della suddetta galleria (Tav. 1).

Nella sezione Y-Y' è ricostruito l'assetto strutturale della porzione occidentale del sovrascorrimento di Narni, definito:

a) dal piano di sovrascorrimento superiore con al tetto il *Calcare massiccio* (T₁);

b) dalla successione pelagica rovesciata (elemento tettonico intermedio organizzato in lenti tettoniche de-

finite da piani estensionali (Pe) sintetici ed antitetici al piano del sovrascorrimento);

c) dal piano di sovrascorrimento inferiore (T₂), estrapolato verso occidente parallelamente a quello superiore;

d) dal *footwall*, coinvolto nelle pieghe e nei moti minori di accavallamento, delimitato ad oriente dalla faglia normale ad alto angolo che ribassa ad est tutta la struttura. La mancanza della successione post-*Scaglia cinerea* è messa in relazione alla delaminazione realizzata dal sovrascorrimento di Narni sul *footwall* già strutturato (CALAMITA *et alii*, 1994).

L'assetto strutturale lungo la sezione Z-Z', è ancora definito dal sovrascorrimento superiore con al tetto il *Calcare massiccio* ed al letto il corpo tettonico intermedio. Tale sovrascorrimento, nei pressi del Bastione, si interrompe al nucleo dell'anticlinale rovesciata e assume quindi il significato di sovrascorrimento cieco. Più ad oriente, faglie principalmente normali ad alto angolo portano in affioramento il *footwall*, sul quale consideriamo accavallato il *Calcare massiccio* affiorante presso il Lago dell'Aia, che interpretiamo come appartenente ai *klippen* del Montello-Cappuccini.

Una faglia normale a basso angolo immergente a NE giustifica i dati di superficie e di sottosuolo ed è dislocata a sua volta dalle faglie normali ad alto angolo. Nella zona di Amelia, poco a nord di Narni, analoghe faglie normali a basso angolo sono osservabili in superficie e sono a loro volta dislocate da faglie normali ad alto angolo generando nell'insieme il sollevamento relativo del *footwall* (CALAMITA & PIERANTONI, dati inediti). Faglie normali a basso angolo sono note, d'altra parte, nell'Umbria occidentale (Massicci Perugini: MENICCHETTI & MINELLI, 1991; BROZZETTI, 1995).

Le sezioni B e C di Tav. 3 rappresentano le retrodeformate parziali nelle quali sono stati eliminati gli effetti della tettonica distensiva rispettivamente ad alto angolo e a basso angolo.

Inoltre, nella sezione C è riportata la genesi proposta per i *klippen* del Montello, messi in relazione allo sviluppo di un motivo di accavallamento nell'ambito dell'unità di tetto del sovrascorrimento di Narni, enucleatosi più ad occidente della rampa del *blind thrust*, che pertanto ha mantenuto il suo allineamento tra il segmento affiorante presso il Bastione e gli altri più meridionali. Tale motivo di accavallamento, sviluppato in fuori sequenza, ha pertanto lo stesso significato di quelli minori presenti subito a SE nell'ambito della struttura analizzata, anche se realizza una maggiore entità di trasporto. Esso è verosimilmente limitato verso sud da una faglia di strappo, mentre verso NW una rampa laterale può collegarlo con il sovrascorrimento frontale e spiegare i rapporti geometrici tra la struttura del Bastione e il *klippe* di Narni. Pertanto, a nord-ovest della rampa laterale, il *blind thrust* va ricercato più a nord-est, al di sotto dei depositi continentali plio-quadernari (Fig. 17).

Nella sezione, inoltre, si può ricostruire la provenienza delle scaglie tettoniche di successione rovesciata, che caratterizzano l'elemento tettonico intermedio del sovrascorrimento di Narni, dal fianco rovesciato della macroanticlinale di tetto. Durante la traslazione del *Calcare massiccio*, al di sopra del piano di sovrascorrimento superiore, può essersi realizzato anche lo scollamento della *Corniola* dalla restante successione rovesciata dell'elemento tettonico intermedio. In questo modo può essere spiegata la mancanza di tale for-

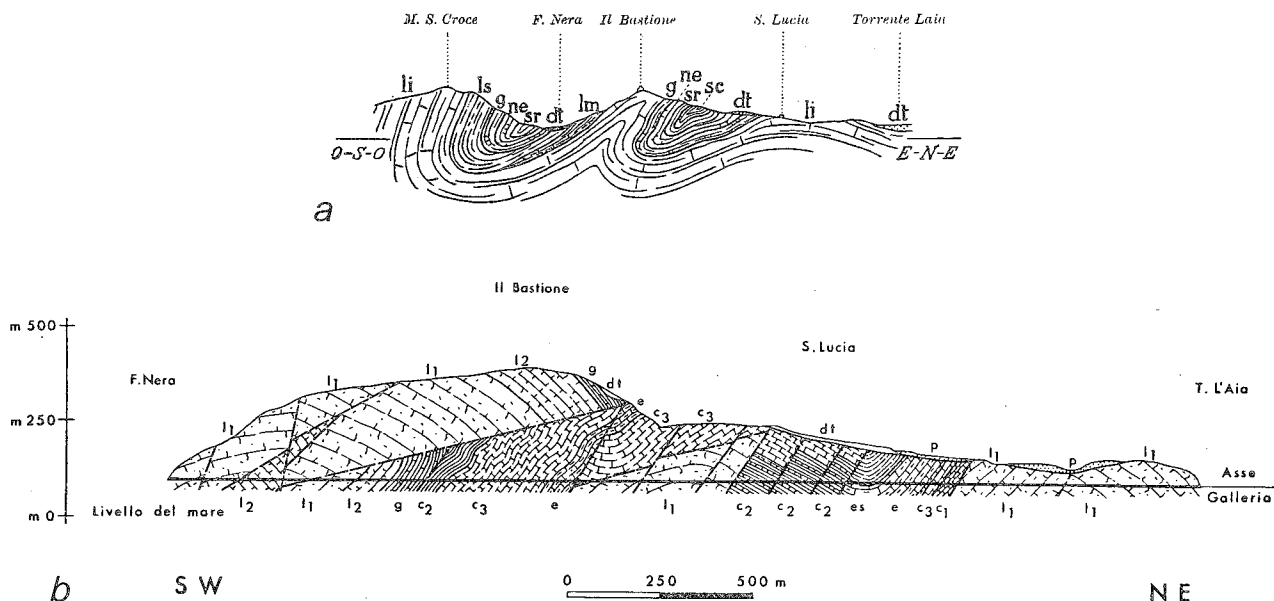


Fig. 15 - Sezioni attraverso la Dorsale narnese-amerina presso Narni.
 a) LOTTI (1926): dt - detriti di falda; sc - Scaglia cinerea; sr - Scaglia rossa; ne - Calcare neocomiano; g - Scisti e calcari giurassici; ls - Lias sup.; li - Lias inf).

I dati acquisiti lungo la galleria hanno portato ad una reinterpretazione dello stile tettonico considerato, in questo settore, prevalentemente a pieghe (LOTTI, 1926).

b) CONFORTO & PARBONI (1964): dt - detrito di falda; p - argille, sabbie e conglomerati (Plio-Pleistocene); es - Marne scistose verdastre (Eocene sup.); e - Scaglia rossa-cinerea (Eocene medio inf.); c₃ - Scaglia rossa, rosata e bianca (Cretaceo sup.); c₂ - Scaglia e Scisti a Fucoidi (Cretaceo medio); c₁ - Maiolica (Cretaceo inf.); g - Rosso ammonitico (Dogger-Malm); l₂ - Corniola (Lias medio); l₁ - Massiccio (Lias inf.).

mazione nella zona di M. S. Croce. Per quanto riguarda le faglie normali ad alto angolo si stima una entità di estensione di 350 m, mentre un'entità di 800 m è stimata per quella a basso angolo.

Relativamente al sovraccorrimiento di Narni si calcola un'entità di traslazione di circa 5 km per il sovraccorrimiento cieco e per il sovraccorrimiento in fuori sequenza, e di 2 km per quello basale tra S. Casciano e il fronte della struttura. Ne risulta una traslazione totale di almeno 7 km.

I rapporti geometrici tra la successione pelagica ed il Calcare massiccio consentono di ricostruire un modello deformativo per *blind thrust* a basso angolo. Questo prevede lo sviluppo di un *thrust* cieco nel Calcare massiccio, recuperato per piega nella successione pelagica (Fig. 18): a questo segue quello di sovraccorrimiento su piani che dislocano tutta la successione. In tale modello, il bilanciamento della sezione di Fig. 18 prevede una lunghezza dello scollamento della successione pelagica (P-P₁) al di sopra del Calcare massiccio uguale alla lunghezza del fianco rovesciato dell'anticlinale di tetto. Quest'ultimo durante il momento deformativo di *blind thrusting* stesso e/o durante quello del *thrusting* può subire uno *stretching* parallelo alla direzione del trasporto tettonico. In tale situazione per definire le lunghezze del suddetto tratto di scollamento (P-P₁) è necessario sottrarre al fianco rovesciato l'entità dell'estensione realizzata dai piani estensionali sopra descritti.

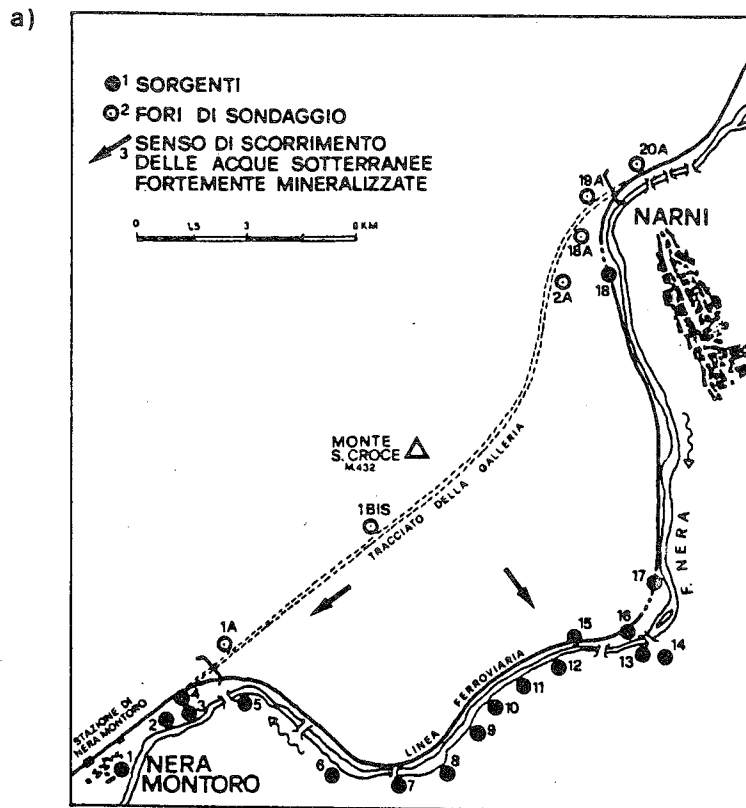
Inoltre, per la zona frontale del *blind thrust* di Narni si evidenzia una traiettoria caratterizzata da un importante *flat* ubicato al passaggio tra la formazione del Calcare massiccio e la sottostante Formazione del Monte Cetona⁽¹⁾.

A partire dalla sezione A di Tav. 3 ed applicando il suddetto modello deformativo è stata eseguita la sezione schematica di Fig. 19, nella quale la lunghezza dello scollamento P-P₁ è uguale alla lunghezza del fianco rovesciato dell'anticlinale di tetto. La retrodeformazione consente di calcolare un'entità di raccorciamento per il sovraccorrimiento di Narni di almeno 11 Km. Crediamo che questo valore debba essere considerato conservativo, poiché l'entità di traslazione del sovraccorrimiento inferiore misurata nella sezione C di Tav. 3 non giustifica le relazioni geometriche tra l'unità di tetto del sovraccorrimiento (ad andamento NW-SE) e quella di letto strutturata ad assi circa N-S.

Un'analogia entità di traslazione (circa 9 km) caratterizza il settore settentrionale di tale struttura a nord di Amelia (CALAMITA & PIERANTONI, dati inediti).

I caratteri strutturali del sovraccorrimiento di Narni osservati in affioramento lungo l'incisione del F. Nera, desunti dai dati di sottosuolo e dalle considerazioni geometriche relative alla sezione A di Tav. 3 sono stati utilizzati nell'estrapolazione in profondità delle sezioni relative al tratto centro-meridionale della struttura (Tav. 2).

⁽¹⁾ Il modello deformativo di *blind thrust* a basso angolo (già proposto in CALAMITA (1990) per la genesi delle anticlinali marcatamente rovesciate dell'Appennino umbro-marchigiano) evidenzia inoltre un importante scollamento della Formazione marnoso-arenacea che può essere alla base dello sviluppo dei diversi *thrust-sheet* pellicolari a vergenza nord-orientale, caratterizzati da sinclinali asimmetriche che nell'insieme descrivono lo stile romagnolo di SIGNORINI (1940). SALVINI & STORTI (1993) propongono per le anticlinali rovesciate (nelle catene di avampaese deformato) il modello deformativo di *rollover fault-propagation folding* applicandolo all'anticlinale narnese-amerina.



b)

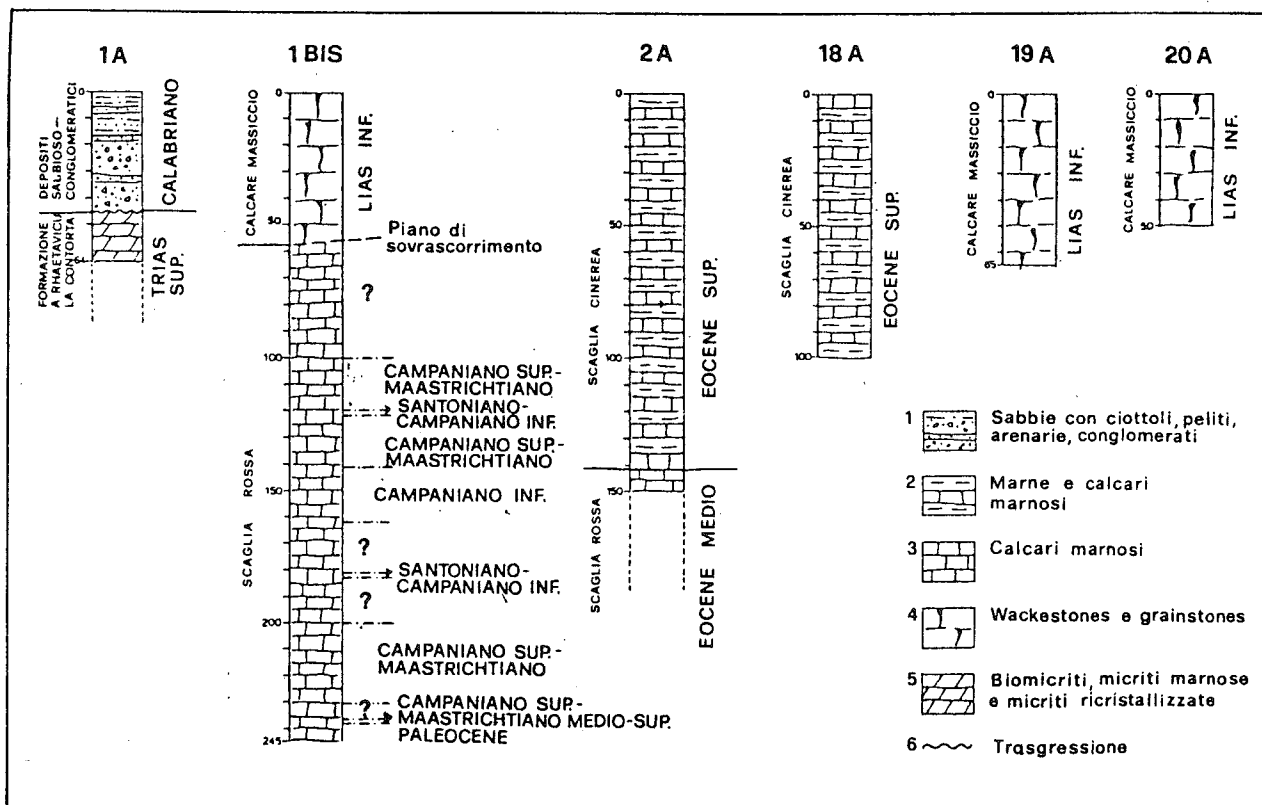


Fig. 16 - Ubicazione (a) e stratigrafia (b) delle perforazioni di sondaggio (da CHIOCCHINI *et alii*, 1987).

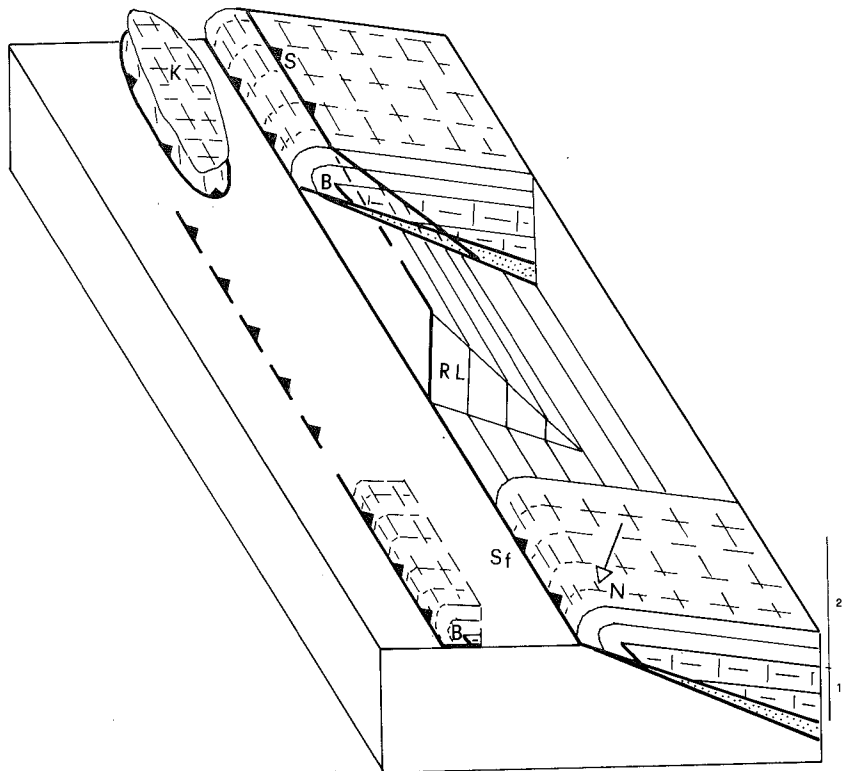


Fig. 17 - Blocco diagramma mostrante l'interconnessione cinematica tra il minore motivo di sovrascorrimento "S" (sviluppato in fuori sequenza nell'ambito dell'unità di tetto del sovrascorrimento di Narni) e il sovrascorrimento frontale (Sf) realizzato dalla rampa laterale a basso angolo (RL) ubicata in corrispondenza di Narni. Alla traslazione su detti elementi vengono attribuiti i *klippen* del Montello (K), la presenza del *blind thrust* (B) ad ovest dei *klippen* stessi e il suo dislocamento più a NE nel tratto a nord della rampa laterale (RL). L'area puntinata schematizza il corpo tettonico intermedio.

1) *Calcare massiccio*; 2) Successione pelagica.

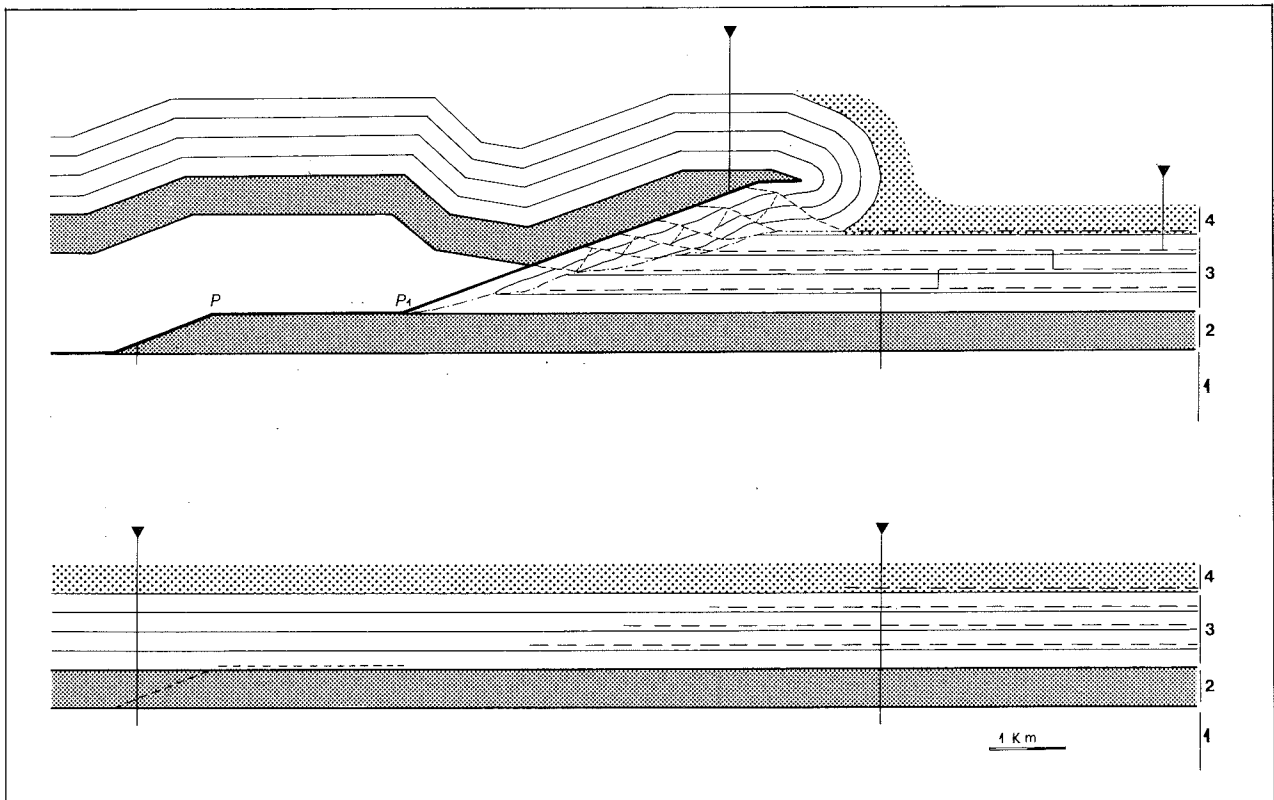


Fig. 18 - Modello deformativo di *blind thrust* a basso angolo proposto per l'anticlinale di Narni-M. Cosce (da CALAMITA, 1990, modificato).

1 - Evaporiti triassiche; 2 - *Calcare massiccio*; 3 - successione pelagica ed emipelagica; 4 - *Formazione marnoso-arenacea*.

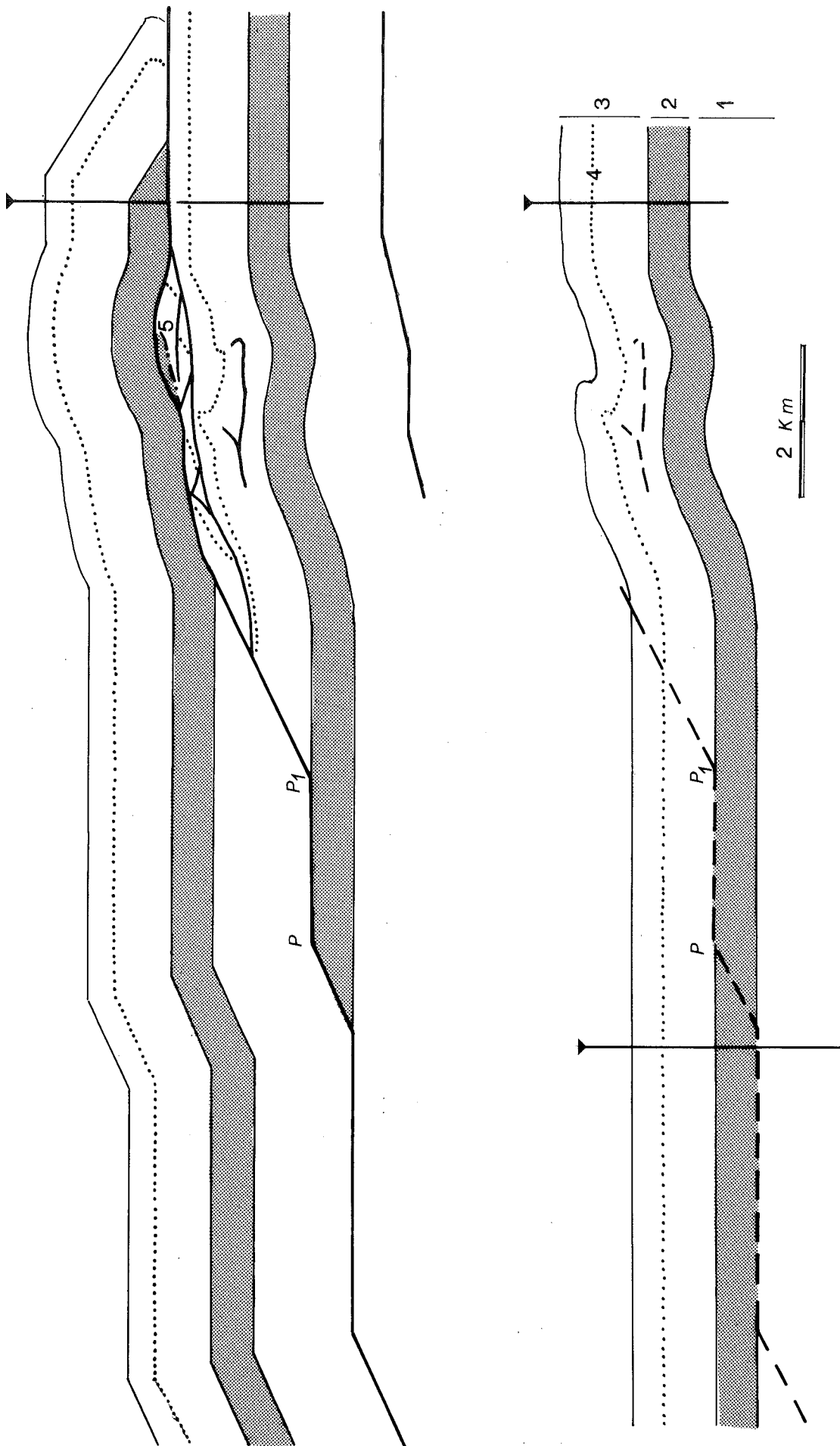


Fig. 19 - Sezione schematica del sovraccorrimiento di Narni e retrodeformata.
 1 - Evaporiti triassiche; 2 - *Calcarea massiccio*; 3 - Successione pelagica ed emipelagica; 4 - *Marne a Fucoidi*; 5 - *blind thrust*.

ANALISI MESOSTRUTTURALE

Tettoniti S-C (*sensu* LISTER & SNOKE, 1984) caratterizzano le zone di taglio dei sovrascorrimenti umbromarchigiani-sabini (KOOPMAN, 1983) e sono costituite da una foliazione pervasiva (S) sigmoidale che separa corpi lenticolari più competenti e i piani di taglio (C), aventi principalmente il significato di piani Y e piani Riedel (R) (*sensu* RIEDEL, 1929; LOGAN *et alii*, 1979).

L'analisi mesostrutturale condotta lungo le zone di taglio associate al sovrascorrimento di Narni e caratterizzate dal *fabric* S-C (Tav. 1), evidenzia tre direzioni di trasporto tettonico verso NE, NNE, ESE.

L'organizzazione mesostrutturale di tali zone di taglio riflette principalmente la direzione di trasporto tettonico verso NE (Tav. 1), esistono anche zone di taglio dove però le superfici S hanno una giacitura compatibile con le altre due cinematiche (Tav. 1).

Non è stato possibile ricostruire una cronologia univoca tra le diverse cinematiche; è più frequente documentare una sovrapposizione delle strie indicanti una direzione di trasporto tettonico a NNE ed ESE su quella a direzione NE come è indicato dai bassi valori di *pitch* delle prime strie sui piani di taglio ad andamento NW-SE.

DISCUSSIONE E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi geologico-strutturale effettuata nella Dorsale narnese-amerina tra Narni e M. Cosce (Preappennino umbro) ha evidenziato i caratteri geometrici e cinematici del sovrascorrimento di Narni e le sue modalità di strutturazione. Attraverso tale struttura ad andamento NW-SE, l'unità di tetto (unità narnese-amerina) si è accavallata su di un *footwall* già strutturato in pieghe e minori motivi di accavallamento ad andamento meridiano.

In particolare, il sovrascorrimento di Narni è costituito da due piani di accavallamento. Quello superiore, affiorante con continuità per circa 2 Km lungo l'incisione del F. Nera (ad andamento trasversale alla struttura), ha a tetto il *Calcare massiccio* ed al letto la successione pelagica rovesciata. Questa costituisce un elemento tettonico intermedio, delimitato inferiormente dal sovrascorrimento basale e organizzato in lenti tettoniche limitate da piani estensionali, sintetici ed antitetici al piano di sovrascorrimento, che hanno realizzato uno *stretching* parallelo alla principale direzione del trasporto tettonico (verso NE). Nel *footwall* del sovrascorrimento di Narni si riconoscono, da NW verso SE, la sinclinale rovesciata a vergenza occidentale di S. Casciano con al nucleo la *Scaglia cinerea*, l'anticlinale di M. Ippolito ad andamento N-S e a nucleo affiorante di *Scaglia rossa*, i minori motivi di accavallamento, a direzione meridiana, che coinvolgono la successione oligo-miocenica, e la sinclinale di Lugnola con al nucleo la *Formazione Marnoso-arenacea*.

Il piano di sovrascorrimento superiore termina verso E nel nucleo dell'anticlinale rovesciata di Narni-M. Cosce e rappresenta quindi un sovrascorrimento cieco. Il sovrascorrimento di Narni, pertanto, nel settore "frontale", è caratterizzato dalla suddetta anticlinale di tetto ad andamento assiale NW-SE, avente il fianco esterno rovesciato nei termini della successione pelagica/emipelagica (*Corniola-Bisciaro*) che sono in rapporto di *blind thrust* a basso angolo (*sensu* CALAMITA, 1990) con il *Calcare massiccio* (*blind thrust* del Bastione

e di Colle di Vasciano). Alla base del versante nord-orientale della Dorsale narnese-amerina, le zone di taglio con *fabric* S-C documentano un piano di sovrascorrimento che rappresenta, a nostro avviso, la prosecuzione verso NE del sovrascorrimento basale di Narni; al di sotto di tale sovrascorrimento scompaiono, verso sud, le strutture del *footwall*.

Minori piani di accavallamento caratterizzano l'anticlinale di tetto del sovrascorrimento di Narni e sono delimitati da faglie di strappo e rampe laterali che nell'insieme definiscono una geometria arcuata a scala locale. A NE di Narni al di sopra del fianco rovesciato dell'anticlinale di tetto e, limitatamente, sulla *Scaglia cinerea* del *footwall* si rinvengono i *klippen* del Montello-Cappuccini costituiti dal *Calcare massiccio*. Associamo i *klippen* in parola al piano di sovrascorrimento, analogo a quelli sopra descritti, sviluppato in fuori sequenza come riattivazione del sovrascorrimento cieco (sovrascorrimento T₃ nella Sezione C di Tav. 3). Una rampa laterale può essere ipotizzata all'altezza di Narni, come interconnessione tra tale piano e il sovrascorrimento frontale a nord di questa località (Fig. 17).

Sulla base dei dati di geologia di superficie e di quelli di sottosuolo (sondaggi e galleria del Recentino: CHIOCCHINI *et alii*, 1987; CONFORTO & PARBONI, 1964) è stata eseguita la sezione composita A di Tav. 3 dalla quale emerge:

a) la provenienza dell'elemento tettonico intermedio dal fianco rovesciato dell'anticlinale di tetto del sovrascorrimento di Narni;

b) la messa in posto del sovrascorrimento su di un *footwall* già strutturato, durante la quale può essersi realizzata la delaminazione tettonica della successione post-*Scaglia cinerea*;

c) la presenza di una faglia normale plio-quaternaria a basso angolo (che riutilizza in parte un piano estensionale), immergente a NE e dislocata da faglie normali ad alto angolo.

Attraverso la retrodeformazione (Sezioni B e C di Tav. 3) si è calcolata un'estensione di 1.15 Km relativa alla tettonica distensiva plio-quaternaria ed un accorciamento per il sovrascorrimento di Narni di almeno 11 km. Quest'ultimo valore è vincolato dall'ipotesi genetica proposta per i *klippen* del Montello-Cappuccini, dal modello deformativo di *blind thrust* di Fig. 18 e dall'entità di trasporto di almeno 2 km per il sovrascorrimento basale misurabile direttamente sul terreno.

Pertanto, sulla base dei suddetti elementi viene proposta per il sovrascorrimento di Narni la seguente modalità di strutturazione:

1) sviluppo del sovrascorrimento cieco a basso angolo che coinvolge il *Calcare massiccio*, mentre la successione pelagica si deforma in modo continuo generando una macroanticlinale rovesciata ad andamento parallelo alla direzione della rampa del sovrascorrimento cieco. La traiettoria della zona frontale di tale motivo, definita dai dati di superficie, è caratterizzata da uno scolamento alla base del *Calcare massiccio* (Fig. 18);

2) attivazione del piano di sovrascorrimento che taglia tutta la successione e ha a tetto il *blind thrust* e l'anticlinale associata;

3) definitiva messa in posto dell'unità narnese-amerina su di un *footwall* già strutturato in pieghe e motivi di accavallamento ad andamento N-S, realizzata alla riattivazione del sovrascorrimento di Narni, alla quale può essere associato lo sviluppo fuori sequenza dei minori piani di accavallamento.

Durante la tettonica distensiva plio-quadernaria, faglie normali a basso angolo dislocano le strutture compressive della catena e sono a loro volta disarticolate dalle faglie normali ad alto angolo.

Per quanto riguarda i tempi della strutturazione, DEIANA & PIALLI (1994) datano la deformazione del Preappennino umbro al Tortoniano, mentre CIPOLLARI *et alii* (1995) considerano tale settore coinvolto in catena nel Serravalliano medio-superiore. I rapporti geometrici tra l'unità di tetto e quella di letto del sovrascorrimento di Narni evidenziano una modalità di traslazione caratterizzata dalla riattivazione del sovrascorrimento stesso. CALAMITA *et alii* (1994) e CALAMITA & PIERANTONI (presente volume), sulla base dei rapporti geometrici tra le unità del Preappennino umbro e quelle della dorsale appenninica, evidenziano a scala regionale una strutturazione caratterizzata da fenomeni di riattivazione che, in relazione ai suddetti rapporti ed all'età dei depositi più antichi della depressione tettonica della valle del Tevere, riferiscono al Messiniano sup.-Pliocene inf.

BIBLIOGRAFIA

- ALFONSI L., FUNICIELLO R., MATTEI M., GIROTTI O., MAIORANI A., PREITE MARTINEZ M., TRUDU C. & TURI B. (1991) - *Structural and geochemical features of the Sabina strike-slip fault (Central Apennines)*. Boll. Soc. Geol. It., **110**, 207-230.
- AMBROSETTI P. & BASILICI G. (1994) - *Appennino umbro-marchigiano*. Guide Geologiche Regionali, 7, a cura della S.G.I., 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.
- BROZZETTI F. (1995) - *Geometria e stile strutturale della tettonica distensiva umbro-marchigiana: due differenti esempi dell'area dei Massicci Perugini e di Norcia*. Abstract relativo al Convegno "Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino", Camerino 9-10 febbraio 1995.
- BRUNI F., CALAMITA F., MARANCI M. & PIERANTONI P.P. (1996) - *Il controllo della tettonica giurassica sulla strutturazione neogenica dei Monti Martani meridionali (Preappennino umbro)*. Presente volume.
- BUTLER R.W.H. (1987) - *Thrust sequences*. J. Geol. Soc. London, **144**, 619-634.
- CALAMITA F. (1990) - *Thrust and fold-related structures in the Umbria-Marche Apennines (Central Italy)*. Annales Tectonicae, **4** (1), 83-117.
- CALAMITA F. (1991) - *Extensional mesostructures in thrust shear zones: examples from the Umbro-Marchean Apennines*. Boll. Soc. Geol. It., **110**, 649-660.
- 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. & 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. (1996) - *Modalità della strutturazione neogenica nell'Appennino umbro-sabino (Italia centrale)*. Presente volume.
- Caratteristiche geologico-strutturali dell'Appennino umbro-sabino prossimo a Terni (Italia centrale). Abstract e Studi Geol. Camerti, vol. speciale, Atti del Convegno "Geodinamica e tettonica attiva del sistema Tirreno-Appennino", Camerino.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., MICARELLI A. & POTETTI M. (1986) - *Il Miocene delle Marche*. Studi Geol. Camerti, Volume speciale "La Geologia delle Marche", 35-55.
- CHIOCCHINI M., MANFREDINI M., MANGANELLI V., NAPPI G., PANNUZZI L., TILIA ZUCCARI A. & ZATTINI N. (1975) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Fogli 138-144 "Terni-Palombara Sabina"*, scala 1:100.000. Arti Grafiche Panetto & Petrelli - Spoleto.
- CHIOCCHINI U., CHIOCCHINI M. & MANNA F. (1987) - *Studio idrogeologico per il tracciato della galleria Santa Croce della Linea ferroviaria Orte-Falconara*. Geologia Applicata e Idrogeologia, **22**, 105-140.
- CHIOCCHINI M., CHIOCCHINI U. & STORTI F. (1995) - *Studio stratigrafico-strutturale dell'area di Narni per la galleria ferroviaria S. Croce (Appennino centrale)*. Boll. Serv. Geol. It., **112**, 27-48.
- CIARAPICA G., CIRILLI S., PASSERI L., TRINCIANTI E. & ZANINETTI L. (1987) - *"Anidriti di Burano" et "Formation du Monte Cetona" (nouvelle formation), biostratigraphie de deux series-types du Trias superieur dans l'Apennin septentrional*. Revue de paléobiologie, **6**(2), 341-409.
- CIPOLLARI P., COSENTINO D. & PAROTTO M. (1995) - *Modello cinematico-strutturale dell'Italia centrale*. Abstract e comunicazione orale relativi al Convegno: Geodinamica e Tettonica Attiva del Sistema Tirreno-Appennino (Camerino, febbraio 1995).
- CONFORTO B. & PARBONI F. (1964) - *Contributo alla conoscenza dei Monti di Narni*. Boll. Soc. Geol. It., **82**, 181-193.
- COSENTINO D. & PAROTTO M. (1991) - *La struttura a falde della Sabina (Appennino centrale)*. Studi Geol. Camerti, volume speciale (1991/2), CROP-11, 381-387.
- COSENTINO D., SCOPPOLA C., SCROCCA D. & VECCHIA P. (1992) - *Stile strutturale dei Monti Reatini e dei Monti Sabini settentrionali (Appennino centrale) a confronto*. Studi Geol. Camerti, volume speciale (1991/2), CROP-11, 55-62.
- DECANDIA F.A. (1982) - *Geologia dei Monti di Spoleto (prov. di Perugia)*. Boll. Soc. Geol. It., **101**, 291-315.
- DECANDIA F.A. & GIANNINI E. (1977) - *Studi geologici nell'Appennino umbro-marchigiano. 2 Le scaglie di copertura*. Boll. Soc. Geol. It., **96**, 723-734.
- 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), CROP-03, 331-336.
- DEIANA G. & PIALLI G. (1994) - *The structural provinces of the Umbro-Marchean Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., **48**, 473-484.
- DE FEYTER (1989) - *Gravity tectonics and sedimentation in the Montefeltro, Italy*. Geol. Ultraiectina, **35**.
- FAZZINI P. (1968) - *La geologia dei monti d'Amelia (TR)*. Mem. Soc. Geol. It., **7**, 441-469.
- JAMISON W. R. (1987) - *Geometric analysis of fold development in overthrust terranes*. Journ. Struct. Geol., **9**(2), 207-219.
- KOOPMAN A. (1983) - *Detachment tectonics in the Central Apennines, Italy*. Geol. Ultraiectina, **30**.
- LISTER G.S. & SNOKE A.V. (1984) - *S-C milonites*. Journ. Struct. Geol., **6**, 617-638.
- LOGAN J.M., FRIEDMAN M., HIGGS N., DENG C. & SHIMEMOTO T. (1979) - *Experimental studies of simulated gauge and their application to studies of natural fault zones*. U.S. Geol. Surv. Open-File Report, 79-1239, 305-343.
- LOTTI B. (1926) - *Descrizione geologica dell'Umbria*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 1926.
- MARTINIS B. & PIERI M. (1964) - *Alcune notizie sulla formazione evaporitica del Triassico superiore nell'Italia centrale e meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **4** (1).
- MENICHETTI M. & PIALLI G. (1986) - *Tettonica e sedimentazione dei bacini di avansfossa: un esempio dalla Formazione marnoso-arenacea del Preappennino umbro*. Riassunto relativo al 73° Congresso Nazionale S.G.I., Roma 1986.
- MENICHETTI M. & MINELLI G. (1991) - *Extensional tectonics and smogenesis in Umbria (Central Italy): the Gubbio area*. Boll. Soc. Geol. It., **110**, 857-880.
- PASSERI L. & PIALLI G. (1973) - *L'ambiente di sedimentazione dei Calcari a Rhaetavicula contorta dell'Umbria occidentale e del M. Cetona*. Geol. Romana, **12**, 177-203.
- PIERANTONI P.P. (1994) - *Caratterizzazione geologico-strutturale dell'Appennino umbro-sabino: Monti Martani, Dorsale narnese-amerina e Monti Sabini*. Tesi di Dottorato.
- RIEDEL W. (1929) - *Zur mechanik Geologischer Brucherscheinungen*. Zentbl. Miner. Geol. Palaent., 1929 B. 354-368.
- SALVINI F. & STORTI F. (1993) - *Growth fault-propagation folding in Central Apennines, Italy: the Narni anticline (abs)*. Terra Nova, **5**, Abstract Supplement, 1, pag. 245.
- SIGNORINI R. (1940) - *Sulla tettonica dell'Appennino Romagnolo*. Atti R. Acc. It., Rend. Cl. Sci. Fis. Mat. Nat., **7**, 370-383.

