

SOVRASCORRIMENTI E STRUTTURE ASSOCIATE DELL'ALTO APPENNINO EMILIANO  
FRA IL PASSO DI LAGASTRELLO E IL M. CIMONE

## INDICE

RIASSUNTO	pag. 99
ABSTRACT	" 99
INTRODUZIONE	" 100
LA STRUTTURA DELL'ALTO APPENNINO EMILIANO	" 100
CONSIDERAZIONI SULL'ETA' DELLA DEFORMAZIONE E SULLA GENESI DELLA STRUTTURA GENERALE DELL'ALTO APPENNINO EMILIANO	" 105
BIBLIOGRAFIA	" 107

## RIASSUNTO

L'assetto strutturale dell'alto Appennino emiliano, tra il Passo del Lagastrello e il M. Cimone, è stato analizzato a partire da un nuovo rilevamento (di scala 1:10000 e 1:5000) effettuato nell'ambito del Progetto Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna.

La struttura generale è caratterizzata da una deformazione polifasica e si compone di Unità tettoniche e di Elementi tettonici. Le Unità tettoniche distinte sono le seguenti, a partire dall'alto: Liguridi, Unità di Canetolo, Unità Ventasso, Unità Modino-Pievepelago, Falda Toscana. A queste vanno aggiunte la Successione (semi-mesoautoctona) del Cervarola, geometricamente interposta tra l'Unità Ventasso e la Sotto-unità Pievepelago con un contatto sedimentario alla base e uno tettonico al tetto, e, limitatamente alle aree settentrionali (Cerreto-Ligonchio), l'Unità dei gessi del Secchia.

Le Unità tettoniche sono delimitate alla base da sovrascorrimenti che hanno comportato alloctonia, deformati (Unità più alte) o molto deformati (Unità più basse). Esiste perciò una importante disarmonia fra le Unità tettoniche superiori (Canetolo-Liguridi) e quelle inferiori.

Gli Elementi tettonici (suddivisioni tettoniche della medesima successione e/o della medesima pila di Unità tettoniche) sono delimitati alla base da sovrascorrimenti relativamente poco deformati, spesso immergenti (di 10°-40°) verso SW. Questi sovrascorrimenti, a livello del Complesso di M. Modino-M. Cervarola, tagliano in discordanza sia i limiti formazionali, sia i limiti fra le Unità tettoniche; a livelli strutturali più elevati essi tendono invece a disporsi parallelamente alla superficie di base delle Unità Liguridi-Canetolo.

Sia ai *thrusts* che delimitano le Unità, sia a quelli che delimitano gli Elementi sono normalmente associate pieghe di asse per lo più subortogonale alla direzione di movimento.

I *markers* cinematici, raccolti sulla superficie di sovrascorrimento al tetto della Successione del Cervarola, indicano direzioni di movimento comprese tra N160° e N60°-70° (con vergenza da SW verso NE). La loro giacitura attuale è ampiamente influenzata, al pari della direzione assiale delle pieghe di certe zone, da rotazioni rigide tardive (fino a valori documentati di circa 50°).

L'età dei sovrascorrimenti considerati è compresa tra l'Aquitano ed un probabile Miocene superiore, con una progressione spazio-temporale apparentemente continua e regolare verso l'esterno (sequenza di tipo *piggy-back*).

La geometria d'insieme dell'alto Appennino emiliano può essere assimilata, entro certi limiti, a quella di un *duplex* e lascia perciò presupporre una origine non gravitativa di questo settore della catena.

## ABSTRACT

The structural setting of the Emilian Apennines, between Passo del Lagastrello and M. Cimone, has been analyzed on the basis of a new field mapping (scale 1:10000 or 1:5000) carried out within the frame of the Regione Emilia Romagna "Progetto Cartografia Geologica".

The general structure is characterized by polyphasic deformation and composed of several Tectonic Units and Tectonic Elements. The Tectonic Units include, from top to bottom: Ligurian Unit, Canetolo Unit, Ventasso Unit, Modino-Pievepelago Unit, Tuscan Nappe. In addition to these Units, in the study area, the (semi-mesoautocthonous) Cervarola Succession, geometrically interposed between Ventasso and Pievepelago Units with a sedimentary contact at the bottom and a tectonic one at the top, is widely exposed. The Gessi del Secchia Unit has been distinguished only in the Cerreto-Ligonchio area.

Each Tectonic Unit is bounded, at the bottom, by an important thrust surface and must be considered allocthonous. At present, these thrust surfaces are deformed (the highest Units) or very deformed (the lower Units). Therefore a principal disharmonic surface separates the higher Tectonic Units (Ligurian and Canetolo Units) from the lower ones.

Tectonic Elements (i.e.: parts of one single succession and/or of a pile of tectonic Units) have a lower boundary which is scarcely deformed and often dips (10°-40°) towards SW. At the level of the M. Modino-M. Cervarola Complex these thrusts cut both formational and tectonic boundaries; at higher structural levels they tend to lie parallel to the bottom surface of the Canetolo and Ligurian Units.

All the thrust surfaces are generally associated with folds. The fold axes tend to be oriented normally to the movement directions.

Kinematic markers, measured near the structural top of the Cervarola Succession, indicate movement directions between N160° and N60°-70° (with vergence towards NE). These variations, as well as fold axial directions measured in some areas, are largely conditioned by late block-rotation phenomena (values up to 50° have been documented).

The thrusting age, in the examined area, range between the Aquitanian and a probable upper Miocene, with a regular time-space progression towards the foreland (*piggy-back* sequence).

The general geometry of the Emilian Apennines can be compared, within certain limits, with a duplex and therefore does not support a movement by gravitational sliding.

**PAROLE CHIAVE:** Geologia strutturale, Sovrascorrimenti, Pieghe associate a sovrascorrimenti, Indicatori cinematici, Appennino emiliano.

**KEY WORDS:** Structural Geology, Thrusts, Thrust-related folds, Kinematic markers, Emilian Apennines.

(\*) Istituto di Geologia, viale delle Scienze, 43100 Parma.  
(\*\*) Dipartimento di Scienze della Terra, via S. Maria 53, 56100 Pisa.

## INTRODUZIONE

Il nuovo rilevamento della Carta Geologica in scala 1:10000 della Regione Emilia Romagna ha consentito di rivedere e ampliare molte conoscenze relative alla geologia dell'Appennino settentrionale.

Nell'area da noi rilevata i problemi da affrontare riguardavano il "Complesso di M. Modino-M. Cervarola" e i suoi rapporti con la Falda toscana e con le Liguridi. Dei risultati di tali ricerche è stata data notizia in lavori specifici, che si proponevano di affrontare problemi particolari (CHICCHI & PLESI, in stampa (a); PLESI, 1989) e di dare un quadro generale dello stato dei lavori al momento attuale (CHICCHI, 1990; CHICCHI & PLESI, in stampa (b)).

I più importanti punti di novità rispetto alla letteratura precedente si possono riassumere come segue: — Attribuzione formazionale dei vari tipi di arenarie, sulla base di analogie stabilite in un contesto di vaste dimensioni regionali. Questo ha permesso sia di superare denominazioni locali (ad es.: Arenarie del Cerreto, Arenarie di M. Ventasso, Arenarie di Costa Capanone, ecc.), sia di eliminare correlazioni errate, frequenti nella letteratura precedente (ad es.: Arenarie di Gova, di Gazzano e del Cerreto, ritenute Arenarie di M. Modino da BERTOLLI & NARDI, 1966 e da BALDACCI *et al.*, 1967, a e b, Arenarie del M. Ventasso, ritenute Arenarie del Cervarola da BALDACCI *et al.*, 1967 a e b, ecc.). Nella nuova cartografia tutte le incertezze di questo tipo sono state superate con buon accordo di tutti gli operatori interessati.

— Ricostruzione e datazione di successioni sedimentarie già note o di nuova istituzione. Ricordiamo in particolare la nuova datazione, eseguita sulla base del *Nannoplancton*, dei *flysch* arenacei (Macigno, Modino e Cervarola) (CATANZARITI *et al.*, in stampa).

— Ricostruzione ed interpretazione dell'assetto strutturale. Il rilevamento di dettaglio ha permesso la ricostruzione delle strutture megascopiche; in zone particolari sono state eseguite analisi a scala mesoscopica (Gova, Gazzano, M. Cimone). Nell'area compresa tra l'Alpe di Succiso e la valle del Dolo è stato eseguito uno studio comparativo della giacitura delle figure di corrente presenti alla base delle torbiditi arenacee oligomioceniche e di particolari lineazioni di origine tettonica (strie sulla superficie dei *thrusts*, assi di pieghe, ecc.).

— L'insieme di queste ricostruzioni stratigrafiche e strutturali ha condotto alla definizione di un nuovo modello paleogeografico (CHICCHI & PLESI, a e b, in stampa), che può essere sintetizzato come segue: la parte basale della Successione di M. Modino, per le sue affinità liguri, sarebbe da considerare deposta in posizione intermedia fra il Dominio ligure e il Dominio toscano interno (Falda toscana), in rapporti problematici con le formazioni paleocenico-eoceniche del Dominio di Canetolo. La parte superiore della Successione (Argille di Fiumalbo, Marne di Marmoreto e Arenarie di M. Modino) potrebbe essersi deposta durante la traslazione della successione basale verso il Dominio toscano (il grado di alloctonia delle formazioni più antiche sarebbe più elevato di quello delle Arenarie di M. Modino). La Successione del Cervarola si sarebbe deposta in un bacino esterno rispetto alla zona apuana, con il suo margine occidentale situato sul prisma composto dalle Sotto-unità Modino e Pievepelago già sovrascorse sul Dominio toscano, e con la sua parte di-

stale, in rapporto alla direzione di alimentazione, in continuità verticale con la Successione toscana.

Vorremmo, in questa sede, focalizzare l'attenzione sugli aspetti più significativi della tettonica e sulla struttura complessiva dell'area esaminata, anche nell'ottica di un futuro confronto con i risultati di ricerche analoghe condotte in settori contigui.

## LA STRUTTURA DELL'ALTO APPENNINO EMILIANO

La struttura dell'alto Appennino emiliano è schematizzata nelle sezioni di Tav. I, tratte da rilevamenti *ex novo*, ultimati o in fase di avanzata realizzazione. Per la localizzazione delle medesime si veda il quadro geografico di Fig. 1.

L'edificio si compone di Unità tettoniche e di Elementi tettonici (per visualizzare tali distinzioni si può fare riferimento alla Fig. 2, tratta dalla sezione H di Tav. I).

### UNITÀ TETTONICHE

Col termine di Unità tettonica (vedi anche CHICCHI & PLESI, b, in stampa) abbiamo inteso "corpi geologici delimitati alla base da una superficie di movimento che ne abbia determinato l'alloctonia". Le superfici di sovrascorrimento che bordano alla base le Unità sono caratterizzate dal fatto di apparire attualmente più o meno deformate, comunque lontane dal loro assetto originario.

Le principali Unità tettoniche distinte nell'area esaminata sono le seguenti, a partire dall'alto:

- 5) Liguridi
- 4) Unità di Canetolo
- 3) Unità Ventasso
- 2) Unità Modino-Pievepelago
- 1) Falda toscana.

A queste Unità alloctone va aggiunta la Successione del Cervarola, deposta in discordanza sedimentaria sulla Sotto-unità Pievepelago e ricoperta tettonicamente dall'Unità Ventasso (da considerare cioè un "semimesoautoctono" relativamente alle aree in esame), dall'Unità di Canetolo e dalle Liguridi nell'ordine.

Nella zona del Passo del Cerreto e di Ligonchio all'interno dell'Unità Ventasso compaiono, in rapporti costantemente tettonici con le formazioni inglobanti (AZZAROLI, 1955; KRAMPE, 1969; CHICCHI, PLESI & SARTINI, 1986), grosse lenti di gessi, dolomie e metamorfiti di età triassica e pre-triassica. Esse possono essere interpretate come scaglie tettoniche divelte, in corrispondenza di *tension-gashes* di dimensioni chilometriche, dal substrato toscano e trascinate avanti dalle Unità superiori (BALDACCI & PLESI, 1989; CHICCHI & PLESI, b, in stampa).

*Liguridi*. Costituiscono una coltre continua sul bordo esterno della zona considerata; verso l'interno (alto Appennino reggiano-parmense e modenese) esse risultano asportate dall'erosione. Rimangono, a testimonianza del loro ricoprimento, varie klippen, di composizione omogenea, nella parte medio-alta della catena. Sulla base dei minerali di neoformazione presenti nell'arenaria di M. Campastrino (= Arenaria di Petrignacola) lo spessore della coltre ligure su queste trasversali è stato stimato in circa 5-7 km (ELTER *et al.*, 1969).

*Unità di Canetolo*. E' presente solo a NW della

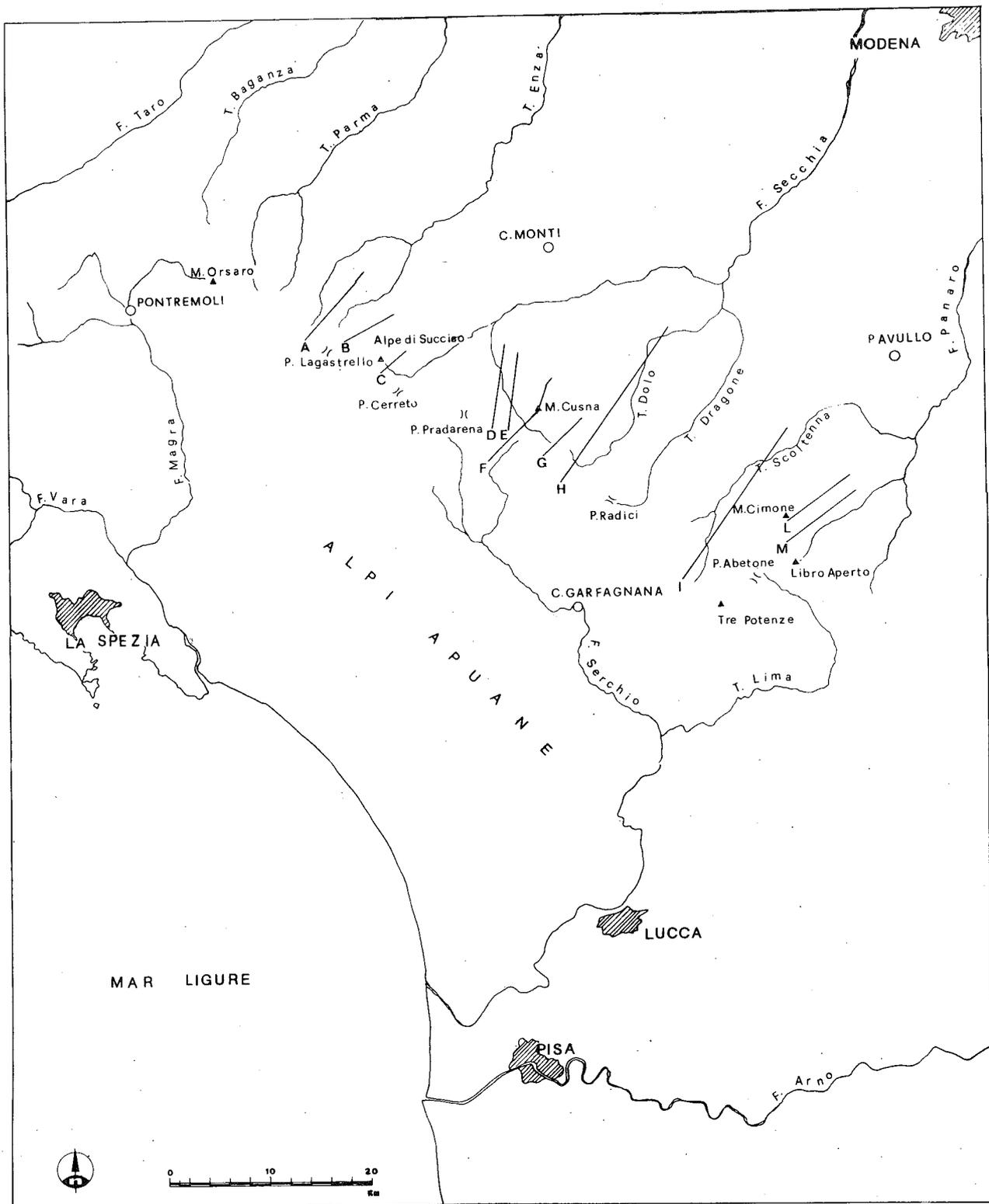


Fig. 1 - Quadro geografico dell'area esaminata e ubicazione delle sezioni di Tav. I.

zona del M. Cisa (Appennino reggiano). Nell'Appennino modenese non è stata riconosciuta con sicurezza. Solo alcuni Autori (ad es. REUTTER, 1969) attribuiscono a questa Unità lembi sporadici di arenarie e formazioni argilloso-calcaree affioranti nella valle dello Scoltenna. Lo spessore dell'Unità varia da pochi metri, nella zona del M. Cisa, ad alcune centinaia di metri, nell'Appennino parmense.

*Unità Ventasso.* Il grosso di tale Unità è formato da scaglie di origine interna provenienti dal Dominio di M. Modino (PLESI, 1989; CHICCHI, 1990; CATANZARITI *et al.*, in stampa); essa comprende anche, in posizione basale, scaglie di origine esterna, derivate dal margine e dalla scarpata del bacino del Cervarola. L'Unità presenta di solito un assetto strutturale molto complesso, caratterizzato da fitte alternanze di successioni

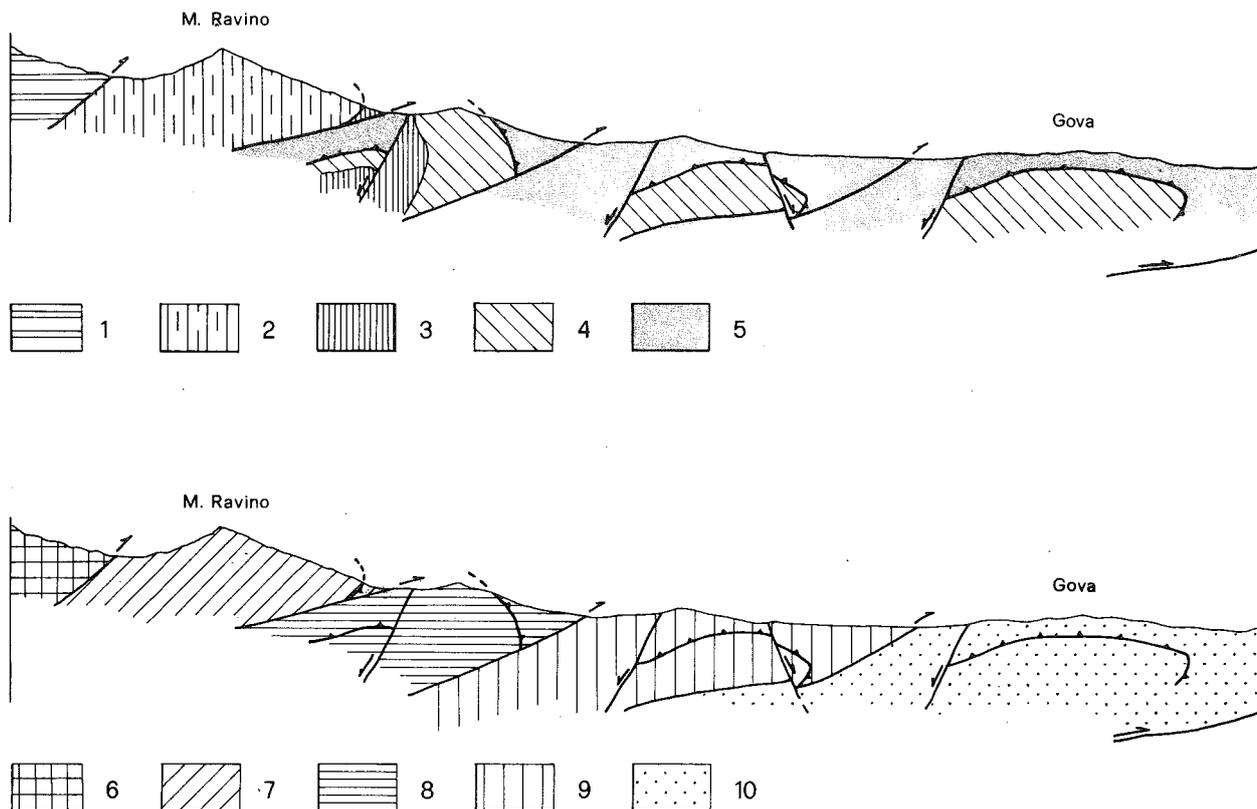


Fig. 2 - Distinzione tra Unità ed Elementi tettonici esemplificata lungo la sezione M. Ravino - Gova. 1 - Falda toscana; 2 - Sotto-unità Modino; 3 - Sotto-unità Pievepelago; 4 - Successione del Cervarola; 5 - Unità Ventasso; 6 - Elemento del M. Prato; 7 - Elemento del M. Ravino; 8 - Elemento di Civago; 9 - Elemento di Gazzano; 10 - Elemento di Gova.

dritte e rovesciate (si veda ad es. MARTINI & PLESI, 1988, Tav. II). Lo spessore complessivo è dell'ordine di qualche centinaio di metri.

**Unità Modino-Pievepelago.** Questa Unità (articolata nelle Sotto-unità Modino e Pievepelago) compare prevalentemente sul "fronte" del Macigno toscano delle zone da noi rilevate, mentre la sua presenza è meno documentata in altre località dell'Appennino. Non è da escludere che siano da ricondurre alle Sotto-unità Modino e/o Pievepelago almeno una parte di quelle successioni interposte fra il tetto del Macigno e l'Unità di Canetolo in Garfagnana, Lunigiana, Val di Vara e Cinque Terre ("membro siltoso superiore", "Marne di Marra" *Auct.* e formazioni associate). Lo spessore della Unità Modino-Pievepelago può raggiungere un valore massimo che si aggira intorno ai 1000 metri.

**Falda Toscana.** Nelle zone considerate è rappresentata all'affioramento per lo più dal Macigno e solo eccezionalmente (Passo del Cerreto, Soraggio) dalle formazioni più antiche. In particolare non è mai osservabile la superficie di scorrimento basale di tale Unità. Lo stesso sovrascorrimento di Soraggio (sezione F di Tav. I), dove la successione toscana affiora fino ai gessi del Trias, che porta la successione stessa a poggiare su formazioni tipo Modino (BALDACCI & NARDI, 1967; GUNTHER & RENTZ, 1968; BALDACCI & PLESI, 1989), costituisce verosimilmente uno *splay thrust* del sovrascorrimento principale. Lo spessore dell'Unità può essere stimato intorno ai 1500-2000 metri, di cui oltre la metà costituiti dal Macigno.

La **Successione del Cervarola** è composta dalle Marne di Civago, dalle siltiti dei Poggi di Fontanaluc-

cia (CHICCHI & PLESI, b, in stampa) e dalle Arenarie del Cervarola. Nella parte basale delle Marne di Civago sono presenti potenti intercalazioni di depositi di colata, con clasti fino a decimetrici, di materiali provenienti dalla Successione di base di M. Modino (calcarei tipo palombino, calcari marnosi tipo *flysch*, argilliti, siltiti, rari clasti ofiolitici). Lo spessore della Successione può arrivare al migliaio di metri.

Come accennato in precedenza, le superfici di sovrascorrimento che bordano alla base le Unità appaiono attualmente deformate. In particolare le superfici di base delle Unità più basse (Modino, Pievepelago, Ventasso) risultano costantemente coinvolte in pieghe, anche strette, spesso rovesciate o coricate; le superfici di base delle Unità più alte (Canetolo, Liguridi) appaiono di solito blandamente piegate, solo localmente (Val di Tacca) sono interessate da pieghe strette. Esiste dunque una marcata disarmonia fra la parte bassa e la parte alta dell'impilamento di falde, che si localizza, a seconda dei casi, o alla base delle Liguridi o alla base dell'Unità di Canetolo.

Fra le superfici che delimitano le Unità, la più studiata attualmente da parte nostra è quella che segna il limite superiore della Successione del Cervarola (perché risulta meglio esposta e perché, dai dati della letteratura, essa si configurava come un limite di posizione e di natura problematica). I dati delle nostre ricerche, editi e inediti, si riferiscono alla valle del Fellicarolo e alla zona compresa tra il F. Secchia e il T. Dolo (Finestra di Gova, PLESI, 1989; Finestra di Gazzano, CHICCHI & PLESI, in preparazione; Finestre di Civago, Li-

gonchio e Cerreto Alpi, ANDREOZZI & CHICCHI, 1988 e CHICCHI & PLESI, a, in stampa).

Tra le valli del Secchia e del Dolo il contatto tra le Arenarie del Cervarola e la sovrastante Unità Ventasso presenta complessivamente, una volta annullate le deformazioni posteriori (pieghe e *thrusts*), una traiettoria a gradini, schematizzata in Fig. 3.

Negli affioramenti di Ligonchio e del Cerreto tale contatto ha, tranne che nella parte più interna della Finestra affiorante nell'alta Val d'Ozola, i caratteri di un *flat* di muro. Il contatto si mantiene sui medesimi strati per una distanza (misurata lungo la direzione di movimento) di circa due chilometri. Almeno in certi affioramenti (ad es. lungo il Rio Grande), risulta ben espressa la presenza di una rampa di tetto. Essa è materializzata da una superficie di contatto che tronca non solo le alternanze formazionali, ma anche un clivaggio subparallelo alle superfici di strato. La discordanza angolare tra gli strati di Arenaria del Cervarola e queste superfici  $S_0-S_1$  dell'Unità sovrascorsa può raggiungere anche valori elevati ( $50^\circ-60^\circ$ ).

A Gazzano, la superficie di sovrascorrimento, in certi casi accompagnata da superfici secondarie ad essa subparallele, taglia in rampa le Arenarie del Cervarola. Non è presente, in questo caso, una uncinatura (*footwall syncline*) ben conservata, come a Gova, ma la parte superiore delle arenarie è spesso interessata da strutture di trascinamento a diversa scala, che possono comportare sia strati completamente cataclasiati, sia pacchi di strati (di dimensioni variabili, da metrici a decametrici), coinvolti in pieghe polifasiche di direzione non molto costante. La direzione di movimento, ben espressa da strie, visibili e misurabili soprattutto nella parte basale dell'Unità sovrascorsa, risulta compresa tra  $N15^\circ$  e  $N20^\circ$ .

Nel tetto del sovrascorrimento di Gazzano la parte più bassa dell'Unità sovrascorsa è costituita, su tutta l'estensione della piccola Finestra, da una fascia di

siltiti e marne (Marne di Civago e siltiti dei Poggi di Fontanaluccia, attribuibili alla Successione del Cervarola) in regolari rapporti stratigrafici reciproci e in giacitura per lo più rovesciata. La parte superiore dell'Unità Ventasso è invece costituita da varie scaglie caratterizzate da una successione tipo Modino (Formazioni argilloso-calcaree, Argille di Fiumalbo, Marne di Marmoreto).

A Gova, nel muro del *thrust*, le Arenarie del Cervarola sono tagliate da una rampa che "sale" di 400-500 metri su una distanza di circa 2 km. Alla scala mesoscopica, il taglio conserva, specialmente sul lato Sud della struttura antiforale tardiva che lo ripiega, una chiara geometria a gradini, con tratti più o meno ripidi di lunghezza variabile (da metrica a decametrica). Sempre nel muro, la parte degli strati arenacei più vicina al contatto è spesso interessata da una uncinatura (*footwall syncline*), il cui asse si aggira intorno alla direzione  $N 105^\circ-110^\circ$  su tutta l'area della Finestra. Al sovrascorrimento si associa, quasi ovunque, un clivaggio, meglio espresso nei livelli pelitico-marnosi, subparallelo al piano assiale della sinclinale. Sulla superficie del *thrust* (spesso accompagnata da fasce e "tasche" di materiale cataclastico) e nelle immediate vicinanze, sono di solito presenti sottili strie, per lo più su roccia, che indicano la direzione e il verso del movimento. Su tutta l'area della Finestra queste strie mantengono una direzione costante con un massimo di frequenza fra  $N10^\circ$  e  $N20^\circ$  (il verso del movimento è da SSW a NNE, con rare inversioni corrispondenti verosimilmente a *back thrusts* di taglia mesoscopica). La parte basale dell'Unità sovrascorsa è formata da scaglie costituite principalmente, anche in questo caso, dalle Marne di Civago, intimamente associate a lembi di formazioni attribuibili alla Successione di M. Modino. La parte superiore è costituita da ripetizioni tettoniche di successioni tipo Modino, per uno spessore complessivo di varie centinaia di metri.

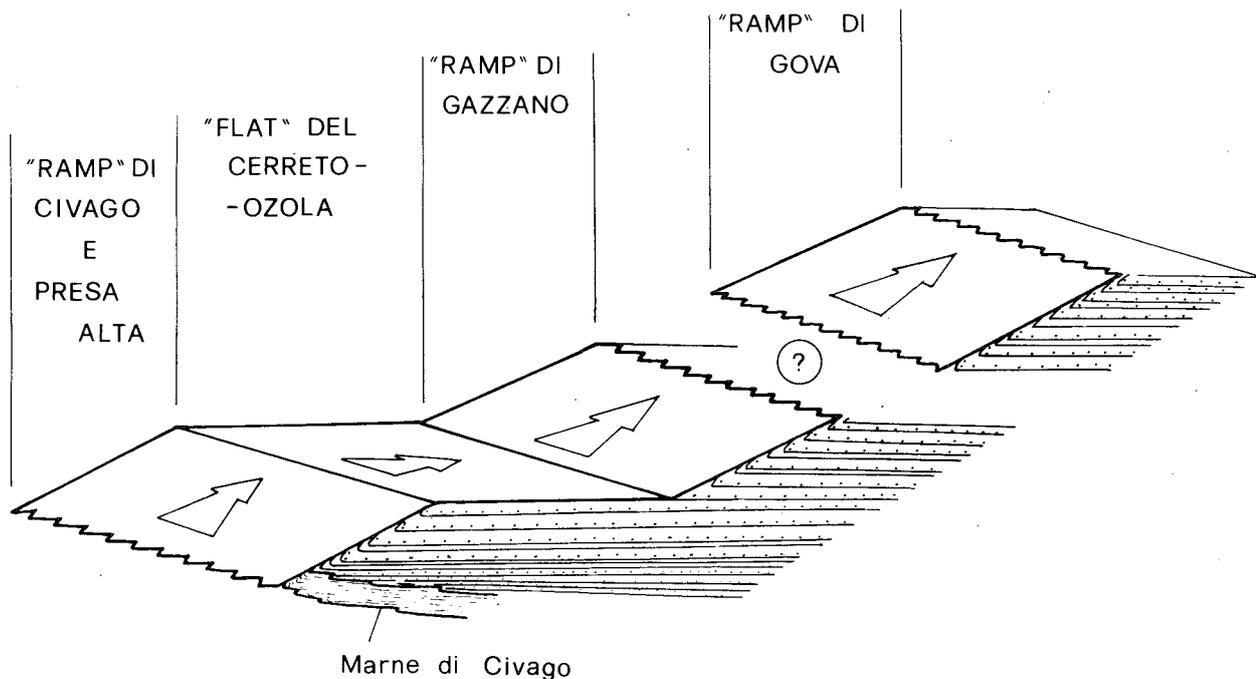


Fig. 3 - Andamento schematico del contatto tettonico al tetto del Cervarola con indicazione della posizione delle zone di *ramp* e di *flat* nella zona compresa tra la valle del Secchia e la valle del Dolo.

Nell'area del M. Cimone - Valle del Fellicarolo è stata analizzata la geometria della superficie del *thrust* Cervarola - Ventasso nella zona di Poggio del Cuculo (*Thrust* di Poggio del Cuculo, sezione M di Tav. I). Le caratteristiche geometrico-strutturali salienti di questo sovrascorrimento possono essere riassunte come segue:

— Si tratta anche in questo caso di un sovrascorrimento ripiegato che comporta una rampa nel muro.

— Le pieghe posteriori (*post-thrusting*) hanno un asse vicino a N130°-N140°. Esse riprendono un sistema precedente di direzione compresa tra N140° e N160°. Appartengono a questo sistema posteriore l'anticlinale del M. Calvanella-Sestola (asse N130°-140°) e le strutture affioranti nel Fosso dei Tordi: sinclinale-anticlinale-sinclinale rovesciate, il cui asse (le misure si riferiscono all'anticlinale centrale) ha direzione N135° e immersione di 16° verso NW.

— Appartengono al sistema precoce (*pre-o sin-thrusting*) le frequenti uncinature alla base del contatto tettonico, indicate da REUTTER (1969) come "Sinclinale di Ronca"<sup>(1)</sup>.

— Il piano assiale della Sinclinale di Ronca segue da vicino l'andamento della superficie del *thrust* sovrastante, essendo ripiegato insieme ad essa. Entrambi possono essere seguiti dalla zona di Passo del Lupo a quella di Seralta. E' stato ipotizzato da BETTELLI *et al.* (1989) che la superficie del sovrascorrimento ricalchi in parte una superficie di tipo sedimentario (base della superficie di progradazione delle Marne verso il bacino), come dimostrerebbero alcune indentazioni di sedimenti marnosi nelle arenarie, conservati nella zona di Poggio del Cuculo. A nostro parere tali intervalli potrebbero anche rappresentare code di *debris flows* intercalati nelle torbiditi al margine del bacino, piuttosto che Marne di Civago; in ogni caso la terminazione degli strati torbiditici contro il contatto appare troppo brusca per essere interpretata solamente in termini sedimentari e in vari casi il taglio degli strati arenacei è evidente anche all'affioramento.

— La Sinclinale di Ronca è interessata, soprattutto vicino al sovrascorrimento, da un clivaggio abbastanza penetrativo e da tutta una serie di superfici di taglio, subparallele alla *shear zone* principale.

— Tutte le superfici di scorrimento sono sottolineate da strie. Negli affioramenti meglio esposti (Fosso della Fredda e affluenti) queste strie hanno una direzione N65°, con vergenza del movimento a E. E' da sottolineare che detta direzione risulta, anche in questo caso, circa ortogonale rispetto alla direzione assiale del-

le pieghe congeneri del muro.

— Per il fatto che la superficie di sovrascorrimento è ripresa in pieghe successive con immersione assiale verso NW, e dal momento che la superficie di sovrascorrimento stessa è difficilmente misurabile e affiora solo in pochi punti, non è facile ricostruire la sua giacitura originaria. Per questi motivi appare difficile classificare il tipo di *thrust* secondo i modelli che tengono conto della disposizione della direzione delle strie in rapporto alla direzione del piano di movimento (BUTLER, 1982). Da osservazioni compiute in affioramenti favorevoli, risulta però che la direzione di movimento è di solito abbastanza vicina alla linea di massima pendenza del piano di movimento stesso, e subortogonale agli spigoli che risultano dalla intersezione tra i tratti più o meno ripidi della superficie del *thrust* (*ramps* e *flats* di scala mesoscopica). Sulla base di tali indicazioni il sovrascorrimento di Poggio del Cuculo viene ad assumere una geometria prossima a quella di una "rampa frontale". Nel blocco superiore, come nel caso di Gova, prevalgono litotipi marnosi ed argilloso-calcarei, caratterizzati dai medesimi *fabrics* strutturali in prossimità della superficie del *thrust*.

#### ELEMENTI TETTONICI

Indichiamo con questo termine quei corpi geologici, delimitati alla base da sovrascorrimenti poco deformati, che risultano dal raddoppio della medesima successione e/o della medesima pila di Unità tettoniche e perciò con sovrascorrimenti di entità più limitata rispetto a quelli che danno origine alle Unità.

Nella zona da noi studiata tali superfici si susseguono a intervalli irregolari di ampiezza compresa tra 1 km ed alcuni km.

Gli elementi geometrici (piani di scorrimento, strie, ecc.) effettivamente osservabili sui *thrusts* in parola non sono molti. Questi ultimi, più che da osservazioni dirette di campagna, risultano dal contesto del rilevamento geologico. Fra i sovrascorrimenti meglio esposti ricordiamo: il *Thrust* di Soraggio (sez. F di Tav. I), l'unico decisamente deformato, perché ripreso in una antiforme di *roll-over*, legata alla formazione del "graben" del Serchio; lungo la medesima sezione il *Thrust* del M. Cusna (interpretabile come continuazione del precedente) e quello più esterno del Rio Guararolo; relativamente alla sezione E, i *thrusts* minori della valle dell'Ozola e ancora, su una trasversale più settentrionale, quello del Guararolo. Nella sezione dello Scoltenna (sez. I) il *Thrust* di Riolutato (che in realtà si compone di varie superfici ravvicinate); nelle sezioni della zona del Cimone (sez. L e M) il *Thrust* di Cà Marconi e quello del M. Lagoni.

Le superfici di sovrascorrimento che individuano gli Elementi tettonici dislocano spesso i limiti tra le Unità tettoniche più basse, e quindi la loro individuazione deve essere considerata posteriore alla messa in posto di tali Unità (in questo senso sono state da noi indicate come strutture "tardive", o di "seconda fase": CHICCHI (1990); CHICCHI & PLESI, a e b (in stampa). Questi stessi sovrascorrimenti non sembrano invece intaccare, o intaccano in modo limitato (ad es.: *Thrust* del M. Rimondatino, sez. E), le Unità superiori (Canetolo, Liguridi). Essi tendono piuttosto a parallelizzarsi, in alto, con la superficie di base delle stesse: l'esempio più convincente a questo proposito è costituito dal già citato *Thrust* del T. Guararolo, che passa in *flat* nelle scaglie basali dell'Unità Ventasso della zo-

<sup>(1)</sup> In effetti REUTTER indica come "Sinclinale di Ronca" anche verticalizzazioni degli strati che sono riferibili a pieghe di "seconda fase" (strati verticali indicati dalla X nella Fig. 11 del lavoro citato). Nella valle dello Scoltenna farebbe parte della Sinclinale di Ronca (o Borra di Ronca), secondo la letteratura (NARDI, 1964; REUTTER, 1969), il fianco inverso di Arenarie del Cervarola che si estende fra M. Lama, Ronca e Poggio Perduto. In effetti, come mostra la sez. I di Tav. I, tale fianco inverso è separato dal sottostante fianco normale da una superficie di sovrascorrimento. Accettando il termine di Sinclinale di Ronca solo per le pieghe strettamente congeneri con la superficie di *thrust*, bisogna far notare inoltre che cartografare l'asse della sinclinale nel modo effettuato da Reutter (1969) (schema strutturale in Fig. 8 del lavoro citato) non è corretto, perché suggerisce l'idea di una struttura curvilinea. La linea tracciata dall'Autore, per il tratto compreso nella valle del Fellicarolo, raccorda in effetti punti di cerniera effettivamente affioranti e situati ad altezze stratigrafiche differenti. Essa non rappresenta perciò l'asse della piega, ma l'intersezione del piano assiale con la superficie morfologica.

na del M. Cisa, senza risalire in livelli piú alti. Ne consegue che il tratto piú esterno e piú elevato di tali sovrascorrimenti dovrebbe essere considerato, zona per zona, piú o meno contemporaneo alle fasi di traslazione verso l'esterno del complesso Liguridi-Canetolo.

Una carta tettonica d'insieme delle aree considerate non è stata ancora compilata; il documento piú generale è rappresentato dallo "Schema strutturale dell'Appennino settentrionale tra il Passo del Cerreto e il Passo delle Radici" (CHICCHI & PLESI, b, in stampa). Se perciò molti dei sovrascorrimenti indicati sulle sezioni di Tav. I appaiono facilmente correlabili tra loro e agevolmente confrontabili con la cartografia geologica già esistente, per alcuni di essi esistono invece dei problemi di raccordo: in particolare esiste il problema di collegare le strutture dell'area dello Scoltenna e del Cimone con quelle della valle del Dolo, perché non è ancora ultimato il rilevamento lungo la valle del Dragone.

Ai *thrusts* di "seconda fase" sono regolarmente associate grosse strutture plicative: si tratta di pieghe rovesciate o coricate, in molti casi caratterizzate da una tettonica a deformazioni sovrapposte (vedi ad es. le sezioni H ed M di Tav. I e la Fig. 4). Nel caso piú generale tali pieghe hanno assi di direzione appenninica intorno a N130°-140°; sia nella zona M. Cusna-M. Cavalbianco-Ligonchio, sia nella finestra di Gova, esse hanno invece un andamento trasversale (attorno a N80°). Mentre la direzione trasversale della struttura di Gova è da considerare primaria, le strutture trasversali della zona M. Cusna-M. Cavalbianco-Ligonchio derivano verosimilmente da fenomeni di rotazione rigida anteriori di preesistenti strutture appenniniche, come evidenzia l'analisi della giacitura di *markers* lineari di origine sedimentaria e tettonica (CHICCHI & PLESI, a, in stampa). Per maggiori informazioni circa i caratteri geometrico-strutturali di queste pieghe rimandiamo anche ai lavori di MARTINI & PLESI, 1988; PLESI, 1989; CHICCHI, 1990; CHICCHI & PLESI, b (in stampa).

#### CONSIDERAZIONI SULL'ETA' DELLA DEFORMAZIONE E SULLA GENESI DELLA STRUTTURA GENERALE DELL'ALTO APPENNINO EMILIANO

Gli elementi disponibili per la datazione degli episodi di deformazione e traslazione che abbiamo descritto non sono molti.

Il limite cronologico inferiore, tralasciando le deformazioni che interessano esclusivamente le unità precedenti la deposizione dei flysch oligomiocenici, è dato dall'età delle Arenarie del Cervarola. Come risulta dalle datazioni recenti (ANDREOZZI *et al.*, in prep.) questa formazione sembra assegnabile (limitatamente all'area esaminata) all'Aquitano-Burdigaliano nelle zone piú interne, mentre giungerebbe fino al Langhiano in quelle piú esterne. Questa diacronia del tetto delle Arenarie del Cervarola può essere collegata alla migrazione verso l'esterno del sistema prisma-avanfossa ed è in buon accordo con i caratteri sedimentologici e strutturali della formazione stessa. E' già stato sottolineato da diversi Autori come la deposizione di tale formazione sia fortemente condizionata dalla tettonica e come la deformazione e il conseguente sovrascorrimento avvengano in un campo di *stress* che era già attivo al momento della sedimentazione (REUTTER & SCHLU-

TER, 1968; CHICCHI & PLESI, a, in stampa; LABAUME *et al.*, in stampa). La messa in posto delle Unità tettoniche al tetto del Cervarola potrebbe essere avvenuta a partire dall'Aquitano-Burdigaliano (zone interne) o Langhiano (zone esterne); sul Macigno il processo di alloctonia può essere ipotizzato già a partire dall'Aquitano.

Gli eventi di deformazione e traslazione che hanno condotto alla individuazione degli Elementi tettonici e strutture connesse non sono databili con precisione, ma è verosimile che la loro età non si discosti molto da quella delle strutture precedenti, dal momento che, almeno da un punto di vista geometrico, sembrano compatibili con le prime e integrabili assieme ad esse in un quadro di deformazione progressiva, come mostrato dalla Fig. 4 e, ad una scala piú generale, nella Fig. 5a. Quest'ultima è stata ricavata unificando i dati relativi a due delle sezioni piú rappresentative dell'area esaminata (sez. F e sez. H) e dà perciò un'idea della geometria "finita" dell'intero edificio strutturale in questo settore dell'Appennino. Ci pare che essa sia interpretabile semplicemente in termini di migrazione del fronte della deformazione verso l'esterno, con una enucleazione delle varie superfici di *thrust* e pieghe associate secondo il modello della sequenza di tipo "piggy-back". Indizi di possibili movimenti fuori sequenza, a livello delle fasi di età post-oligocenica, non sono stati almeno per il momento evidenziati.

La geometria d'insieme di questo settore dell'Appennino può essere confrontata (Fig. 5 a e b) con uno dei modelli di *duplex* proposti dalla letteratura (BOYER & ELLIOTT, 1982).

Nell'Appennino emiliano la "principale Unità sovrascorsa" sarebbe costituita, nel caso piú generale, dal complesso Liguridi-Canetolo e il *roof thrust* coinciderebbe con la sua superficie di base. Il *floor thrust*, mai affiorante nella zona esaminata, potrebbe immaginarsi situato nelle evaporiti triassiche toscane ed umbre. I possibili *horses* sarebbero materializzati dagli Elementi tettonici individuabili a livello della parte superiore della Falda toscana e del sovrastante Complesso di M. Modino-M. Cervarola.

Fra la struttura da noi ricostruita e quella di un *duplex* esistono comunque differenze importanti, che riguardano sia la configurazione del *roof thrust*, sia la struttura degli *horses*. Il *roof thrust*, che nel modello di BOYER & ELLIOTT (1982) è rappresentato da una superficie unitaria, nel nostro caso si scompone in una serie di sovrascorrimenti, abbondantemente ripiegati, che vanno a localizzarsi e a corrispondere a tutta la fascia occupata dalle Unità Pievepelago e Ventasso. Si potrebbe immaginare che una struttura del *roof thrust* di questo tipo possa formarsi come conseguenza di un movimento delle Unità piú alte che sia avvenuto non sempre lungo una medesima superficie di scollamento, ma utilizzando superfici situate in posizioni differenti, progressivamente piú elevate, dell'edificio, man mano che le masse alloctone avanzavano verso l'esterno. L'avanzata delle Unità superiori sarebbe cioè accompagnata da un loro graduale assottigliamento, legato al progressivo abbandono di scaglie tettoniche basali (che in gran parte vanno a costituire le Unità Pievepelago e Ventasso), rimaste indietro rispetto al corpo principale e "intrappolate" nelle strutture degli embrici del substrato. Anche a livello dei possibili *horses* la struttura da noi ricostruita appare piú complessa di quella di un *duplex* classico, per la presenza di pieghe

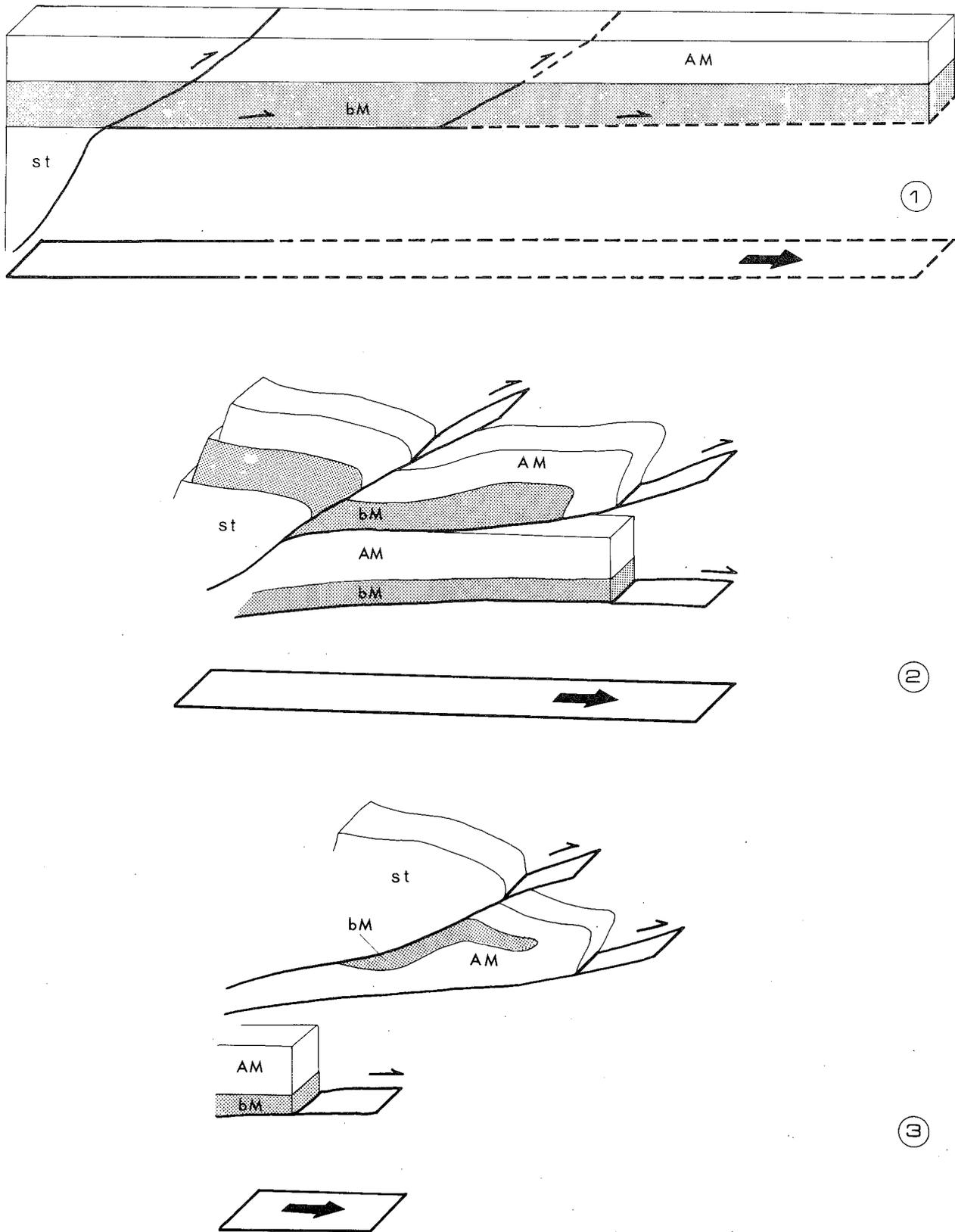
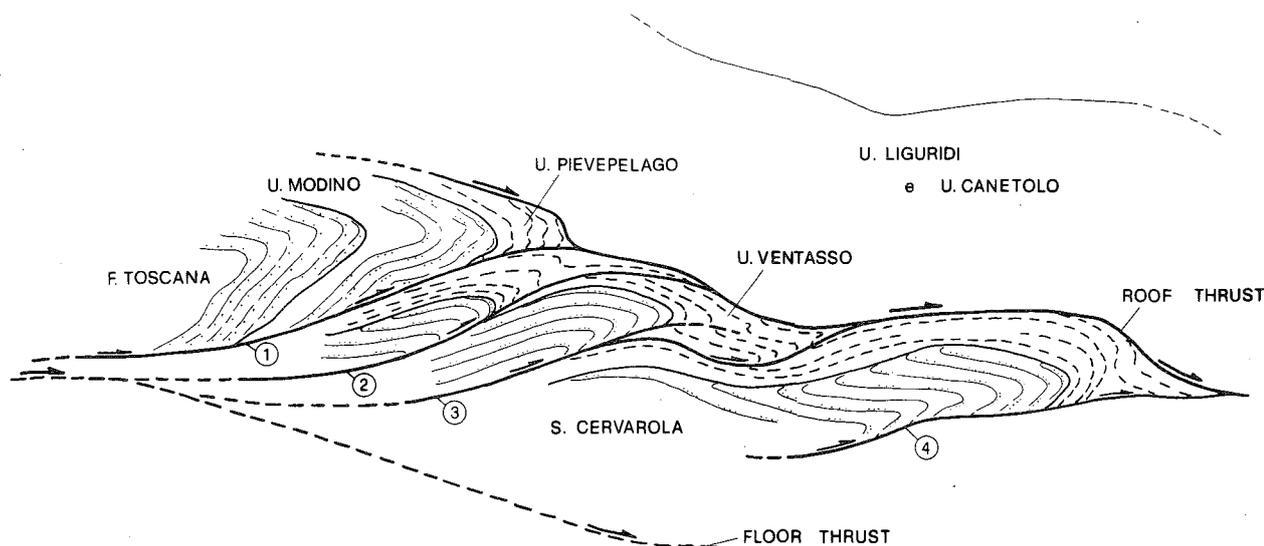


Fig. 4 - Ricostruzione ipotetica dell'evoluzione cinematica della struttura della zona di M. Ravino (alta Val Dolo). 1 - Situazione al termine della "prima fase" di impilamento delle Unità (in questo caso sovrapposizione della Sotto-unità Modino al Macigno). 2 e 3 - Evoluzione delle pieghe e dei *thrusts* che hanno dato luogo agli Elementi tettonici e condotto alla situazione attuale. Il passaggio dallo stadio 2 allo stadio 3 comporta l'individuazione di un lungo fianco inverso con una migrazione della linea di cerniera, come descritto nella letteratura sia nel caso di pieghe sovrapposte che di deformazioni progressive (per i riferimenti bibliografici vedere Odone & Vialon, 1987). AM - Arenarie di M. Modino; bM - Successione di base delle arenarie; St - Successione toscana. Le frecce grandi indicano l'ipotetico *floor thrust*, quelle più piccole i *thrusts* in posizione più elevata.



B  
(da Boyer & Elliott, 1982)

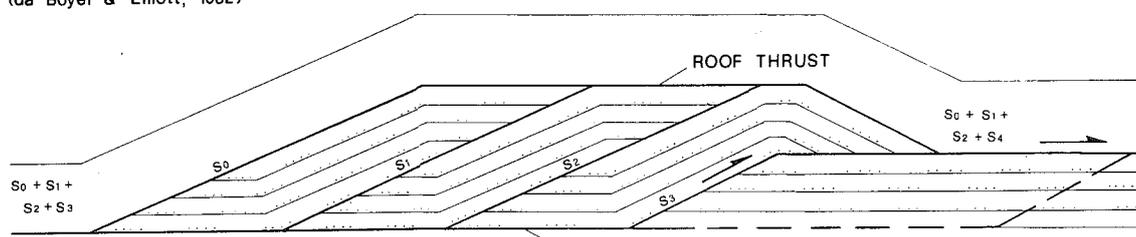


Fig. 5 a e b - Confronto tra la struttura dell'alto Appennino emiliano e uno dei modelli di duplex proposti dalla letteratura (BOYER & ELLIOTT, 1982). Per la spiegazione vedi testo.

che, per la loro geometria, comportano varie fasi di deformazione, traslazione e, in certi casi, rotazione.

E' possibile che le differenze in parola possano trovare una spiegazione nelle condizioni della deformazione, che devono essere ipotizzate almeno in parte diverse per il caso di un duplex classico e per la struttura realizzata nell'alto Appennino emiliano: va infatti sottolineato che mentre nel modello di BOYER & ELLIOTT (1982) il duplex si innesta in zone esterne a spese di una successione ancora indeformata, nel caso studiato esso avrebbe origine in zone interne e a carico di una successione già interessata da deformazioni precedenti.

Se, al di là delle differenze illustrate, l'analogia d'insieme dei due modelli fosse significativa di un processo genetico analogo, si dovrebbe ipotizzare una messa in posto non gravitativa delle Liguridi in questo settore dell'Appennino. L'immersione verso NE delle principali superfici di sovrascorrimento potrebbe costituire un elemento acquisito tardivamente, come conseguenza di un sollevamento della zona apuana e aree limitrofe.

#### BIBLIOGRAFIA

ANDREOZZI M. & CHICCHI S. (1988) - *Carta Geologica della Regione Emilia Romagna a scala 1:10000 - Sezione 234080 "Collagna"*. Ed. Selca, Firenze.

ANDREOZZI M., FORNACIARI E., RIO D. & ZANZUCCHI G. (in prep.) - *Biostratigrafia a Nannofossili calcarei ed età dell'Unità Cervarola nell'Appennino Reggiano-Modenese*.

AZZAROLI A. (1955) - *L'Appennino tosco-emiliano dal Passo di Pradarena al Passo delle Forbici e i nuclei mesozoici di Corfino e Soraggio*. Boll. Soc. Geol. It., 74, (2), 1-72.

BALDACCİ F., BRANDI G., NARDI R., SQUARCI P. & TAFFI L. (1967a) - *Sulla giacitura dei Calcari Cavernosi e dei Gessi di Sassalbo, del Passo del Cerreto e della Val Secchia (Appennino tosco-emiliano)*. Mem. Soc. Geol. It., 6, 199-211.

BALDACCİ F., ELTER P., GIANNINI E., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R. & TONGIORGI M. (1967b) - *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.

BALDACCİ F. & NARDI R. (1967) - *Sulla presenza di una finestra tettonica nella serie toscana della valle di Soraggio*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., ser. A, 74 (1), 120-127.

BALDACCİ F. & PLESI G. (1989) - *Sul significato della finestra tettonica di Soraggio e sui rapporti tra i flysch arenacei oligo-miocenici lungo la sezione valle di Soraggio-M. Cusna-M. Prampa*. Mem. Soc. Geol. It., 39, 46-56.

BERTOLLI A. & NARDI R. (1966) - *Geologia delle valli del Dolo e del Dragone (Appennino tosco-emiliano)*. Mem. Soc. Geol. It., 5 (2), 139-174.

BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P. & GELMINI R. (1989) - *I Flysch terziari del crinale appenninico (Macigno, Modino, Cervarola)*. Mem. Soc. Geol. It., 39, 1-17.

BOYER S.E. & ELLIOTT D. (1982). *Thrust systems*. AAPG Bull., 66 (9), 1196-1230.

BUTLER J.R. (1982) - *The terminology of structures in thrust belts*. Jour. Struct. Geol., 4 (3), 239-245.

CATANZARITI R., RIO D., CHICCHI S. & PLESI G. (in stampa). *Le arenarie di M. Modino e il Macigno dell'alto Appennino reggiano-modenese: biostratigrafia a Nannofossili calcarei e rapporti stratigrafici*. Mem. Sc. Geol. Univ. di Padova.

CHICCHI S. (1990) - *Studio strutturale (scala mega e meso) del "Complesso" di M. Modino-M. Cervarola e dei suoi rapporti con la Falda toscana tra la valle del Secchia e la valle del Dolo*. Tesi di dottorato ined., Univ. di Parma.

CHICCHI S. & PLESI G. (a - in stampa) - *Sedimentary and tectonic lineations as markers of regional deformation: an example from the Oligo-Miocene arenaceous flysch of the Northern Apennines*. Boll. Soc. Geol. It.

CHICCHI S. & PLESI G. (b - in stampa) - *Il Complesso di M. Modino-M. Cervarola nell'alto Appennino emiliano (tra il Passo del Lagastrello e il M. Cimone) e i suoi rapporti con la Falda toscana, l'Unità di Canetolo e le Liguridi*. Boll. Serv. Geol. It.

CHICCHI S., PLESI G. & SARTINI G. (1986) - *Il contatto tra Calcare Cavernoso e rocce incassanti ("Scisti di Ponte Biola") in un sondaggio eseguito a Collagna (Reggio Emilia)*. Rend. Soc. Geol. It., **8**, 21-24.

ELTER P., GRATZIU C., MARTINI J., MICHELUCCHINI M. & VUAGNAT M. (1969) - *Remarques sur la ressemblance petrographique entre les gres de Petrignacola (Apennin) et les gres de Taveyanne des Alpes Franco-Suissees*. Compte Rendu S.P.H.N. Geneve, NS 4(2), 150-156.

GUENTHER K. & RENTZ K. (1968) - *Contributo alla geologia della catena principale dell'Appennino tosco-emiliano tra Ligonchio, Civago e Corfino*. L'Ateneo Parm., Acta Nat. **4**, 67-87.

KRAMPE K.D. (1969) - *Sulla posizione dei terreni preliassici nell'Appennino tosco-emiliano fra Sassalbo e Busana*. L'Ateneo Parm., Acta Nat. **5**, 111-136.

LABAUME P., MUTTI E., FORNACIARI E. & RIO D. (in prep.) - *Geometria e struttura della Formazione di Bobbio (Appennino piacentino)*.

MARTINI G. & PLESI G. (1988) - *Scaglie tettoniche divelte dal Complesso di M. Modino e trascinate alla base delle Unità subligure e ligure: gli esempi del M. Ventasso e del M. Cisa (Appennino reggiano)*. Boll. Soc. Geol. It., **107**, 171-191.

NARDI R. (1964a) - *Contributo alla geologia dell'Appennino tosco-emiliano 3 - I rapporti tra le arenarie del M. Cervarola e il Macigno lungo la valle dello Scoltenna (prov. di Modena)*. Boll. Soc. Geol. It., **83** (2), 361-372.

ODONNE F. & VIALON P. (1987) - *Hinge-migration as a mechanism of superimposed folding*. Jour. of Struct. Geol. **9** (7), 835-844.

PLESI G. (1989) - *Geometrie di un sovrascorrimento piegato: la struttura della finestra di Gova (Val Dolo-Appennino emiliano)*. Mem. Accad. Lunig. Sc. "G. Capellini", **62/63**, 55-75.

REUTTER K.J. (1969) - *La geologia dell'alto Appennino Modenese tra Civago e Fanano e considerazioni geotettoniche sulla Unità di M. Modino-M. Cervarola*. L'Ateneo Parmense, Acta nat. **5** (2), 1-88.

REUTTER K.J. & SCHLUETER H.U. (1968) - *La struttura delle arenarie dell'Unità di M. Modino-M. Cervarola nella zona di Bobbio (Piacenza) e nell'Appennino Modenese*. L'Ateneo Parmense, Acta Nat., **4**, 1-23.