

P. ELTER (\*) - F. GHISELLI (\*\*) - M. MARRONI (\*) - G. OTTRIA (\*\*\*) & L. PANDOLFI (\*)  
con contributi di R. CATANZARITI (\*) - A. CERRINA FERONI (\*\*\*) - P. LABAUME (\*\*\*\*)  
P. MARTINELLI (\*\*\*) & G. MOLLI (\*)

## IL PROFILO CAMOGLI - PONTE DELL'OLIO: ASSETTO STRUTTURALE E PROBLEMATICHE CONNESSE

### ABSTRACT

The Camogli - Ponte dell'Olio cross section displays a complete picture of the Northern Apennines structural setting. This section runs across the "Bobbio window" where the deeper structural levels of this belt crop out.

In the western area the Antola and Internal Ligurid Units are present. These units are bounded to the East by the Ottone-Levanto Line, which represents a first-order tectonic feature of the Northern Apennines. In correspondence of this line, a change of the geologic and seismic features can be recognized. The central area is characterized by the "Bobbio window" where the External Ligurid Units overlie the Subligurid and Bobbio-Cervarola Units, which represent the most deeper structural units of the Camogli-Ponte dell'Olio cross section. In the eastern area only the External Ligurid Units are recognized until to the Po Plain.

The structural setting recognized along the Camogli-Ponte dell'Olio cross section is tentatively correlated with the seismic data. The structural setting of the Northern Apennines along the studied cross section is mainly the result of the Miocene eastward migration of the compressive front.

### INTRODUZIONE

Il Profilo Camogli - Ponte dell'Olio (Tav. 1A) si sviluppa attraverso l'Appennino settentrionale, dalla costa ligure fino alla Pianura Padana, intersecando le valli Lavagna, Aveto, Trebbia e Nure. Questo profilo integra quello coincidente con il tracciato sismico prescelto per il progetto crostale profondo CROP-1, situato circa 40 km più a SE (Fig. 1).

Lungo il profilo presentato affiorano numerose unità tettoniche appartenenti ai principali domini paleogeografici dell'Appennino settentrionale, alcune delle quali sono assenti o poco sviluppate nell'area interessata dal profilo sismico. Esso inoltre è prossimo alla "Finestra di Bobbio" che rappresenta uno degli alti strutturali più significativi della catena. In particolare, nel settore attraversato da questo profilo risultano poco sviluppati gli effetti della tettonica estensionale che caratterizza a partire dal Miocene superiore i settori dell'Appennino settentrionale a Sud della linea del Taro. Lungo questo profilo

è quindi possibile identificare più chiaramente le strutture relative alla tettonica compressiva, altrove forse meno evidenti.

Il Profilo Camogli - Ponte dell'Olio si raccorda alla Sezione 6 dell'AGIP (PIERI & GROPPI, 1981; CASSANO *et al.*, 1986) permettendo di collegare le strutture sepolte della Pianura Padana, identificate mediante la sismica e i log dei pozzi, con quelle riconosciute nella zona montana. Inoltre, si è cercato di correlare le principali strutture tettoniche di superficie, riconosciute sul terreno mediante il rilevamento geologico e l'analisi strutturale, con le più importanti discontinuità evidenziate dalla sismica nella zona interna della catena (BIELLA *et al.*, 1987, 1988; CASSINIS, 1986; CASSINIS *et al.*, 1990; LAUBSCHER *et al.*, 1992) (Tav. 1B).

### ASSETTO STRUTTURALE LUNGO IL PROFILO CAMOGLI-PONTE DELL'OLIO

Il profilo esaminato può essere suddiviso in tre settori:  
1) un settore occidentale caratterizzato dall'affioramento dell'Unità Antola e delle Unità Liguri Interne delimitate ad Est dalla Linea Levanto-Ottone;  
2) un settore centrale contraddistinto dalla presenza di finestre tettoniche in cui, al di sotto delle Unità Liguri Esterne, affiorano le Unità dei Domini Subligure e Bobbio-Cervarola;  
3) un settore orientale in cui affiorano le Unità Liguri Esterne fino al contatto con i depositi plio-quadernari della Pianura Padana (Fig. 1).

#### Settore occidentale

Nella porzione più occidentale del profilo affiora l'Unità Antola che sormonta l'Unità Gottero.

L'Unità Antola è costituita da un flysch ad Helminthoidi del Campaniano superiore-Maastrichtiano (MARRONI *et al.*, 1992) e dal suo "Complesso di base" *Auctt.* rappresentato dalle Argilliti di Montoggio (?Campaniano sup.).

L'Unità Gottero appartiene alle Unità Liguri Interne caratterizzate da successioni che comprendono sequenze ofiolitiche giurassiche e relative coperture sedimentarie del Cretaceo-Paleocene, le cui caratteristiche stratigrafiche e strutturali testimoniano l'evoluzione di un settore del Dominio oceanico ligure-piemontese appartenente alla Tetide occidentale. L'Unità Gottero, suddivisibile in più sottunità, è costituita da una successione che comprende le formazioni delle Argille a Palombini (Valanginiano-Santoniano), degli Scisti della Val Lavagna e delle Arenarie del M. Gottero (Campaniano - Paleocene inf.)

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa

(\*\*) Consulente Ufficio Geologico Regione Emilia-Romagna

(\*\*\*) Centro di Studio Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino, CNR, Pisa

(\*\*\*\*) Laboratoire de Geologie des Bassins, Université de Montpellier II

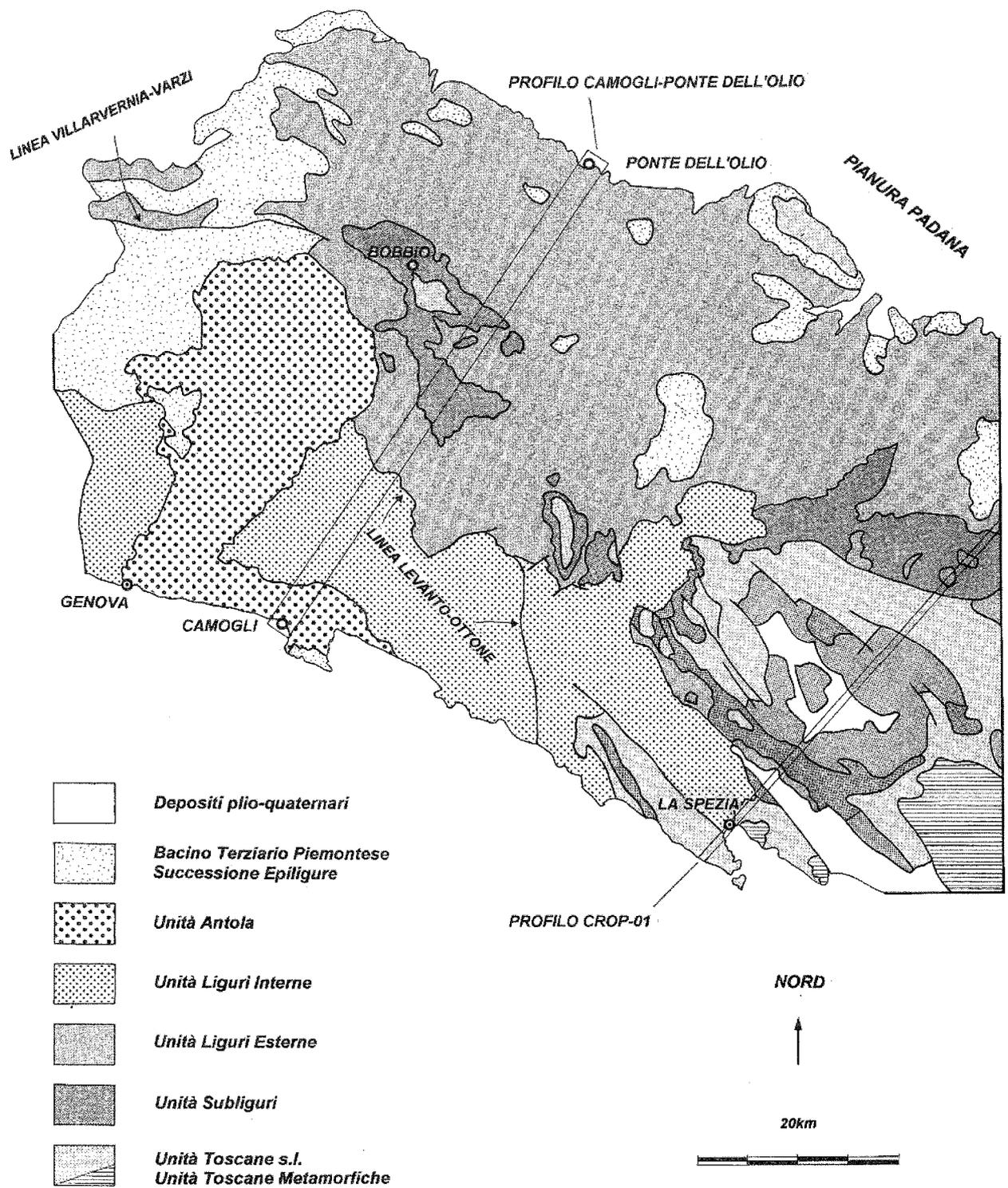


Fig. 1. - Schema strutturale dell' Appennino settentrionale.

che passano stratigraficamente agli Scisti del Bocco (Paleocene inf.) (MARRONI & PERILLI, 1990). Questa successione costituisce la parte stratigraficamente superiore della copertura sedimentaria della sequenza ofiolitica giurassica. Lungo il profilo affiorano esclusivamente le Argille a Palombini e i membri degli Scisti della Val Lavagna (Campaniano - Maastrichtiano inf.; MARRONI & PERILLI, 1990) rappresentati da torbiditi carbonatiche e silicoclastiche.

Nelle alte valli Trebbia ed Aveto affiorano inoltre delle torbiditi silicoclastiche e/o carbonatiche, denominate Flysch di Canale (cfr. Flysch di Ronco; Carta Geologica d'Italia, F. 83-Rapallo) probabilmente tempo equivalenti degli Scisti della Val Lavagna.

Queste successioni sono caratterizzate da una importante evoluzione polifasica pre-oligocenica che ha prodotto un assetto strutturale complesso, tipico di tutte le Unità Liguri Interne. La prima fase consiste essenzialmente in pieghe isoclinali fortemente non cilindriche con sviluppo di uno *slaty cleavage* associato a un metamorfismo di basso grado (250°/350°C e 30/40 MPa). Durante questa fase deformativa, caratterizzata da vergenze occidentali, si sviluppano importanti sovrascorrimenti. La seconda fase è invece caratterizzata da piegamenti asimmetrici Est-vergenti associati a sovrascorrimenti ad alto angolo (MARRONI, 1990; 1991).

Le ofioliti, la cui presenza al di sotto delle coperture sedimentarie è stata messa in evidenza dai rilievi aeromagnetici (CASSANO *et al.*, 1986), si trovano probabilmente coinvolte in strutture plicative assieme alle successioni sedimentarie, in analogia con quanto è possibile osservare più a Sud nelle Unità Bracco, Val Graveglia e Colli-Tavarone.

Le Unità Liguri Interne, in base alle caratteristiche stratigrafiche e strutturali, sono state correlate con quelle affioranti nella zona Sestri-Voltaggio, a cui si ricollegano direttamente al di sotto dell'Unità Antola. Questi due gruppi di unità, ben differenziabili dalle Unità Liguri Esterne sia per le caratteristiche stratigrafiche che strutturali, costituiscono un insieme tettonico che presenta affinità con le Unità liguri-piemontesi delle Alpi e della Corsica. Per questo insieme è stato prospettato un coinvolgimento nella tettonica pre-oligocenica a destinazione alpina (ELTER & MARRONI, 1991).

Nel settore esaminato, le Unità Liguri Interne si sovrappongono alle Unità Liguri Esterne con un contatto tettonico subverticale noto come linea Levanto-Ottone (ELTER & PERTUSATI, 1973). Questa linea trova corrispondenza in profondità con una superficie ad alto angolo che separa due settori con diverse caratteristiche sismiche. In particolare, nel settore occidentale, che presenta valori di velocità delle Vp che possono riferirsi ad elementi tettonici alpini, sembrano mancare in profondità le arenarie oligo-mioceniche che caratterizzano invece il sottosuolo del settore orientale dalla "Finestra di Bobbio" fino alla Pianura Padana (LAUBSCHER *et al.*, 1992). L'età e il significato di questa linea rimane incerto; probabilmente ha rappresentato un elemento tettonico di importanza regionale (ELTER & MARRONI, 1991) attivo durante le fasi pre-oligoceniche, la cui riattivazione nell'Oligocene è stata più volte suggerita (ELTER & PERTUSATI, 1973; LAUBSCHER, 1991). Nel complesso, si tratta di una linea

tettonica che, dividendo due settori con diverse caratteristiche geologiche sia superficiali che profonde, potrebbe avere lo stesso significato del sovrascorrimento Est-vergente delle unità alpine recentemente individuato nel Mar Ligure in prossimità del promontorio di La Spezia e dell'Isola di Gorgona (BARTOLE *et al.*, 1991) (Fig. 2).

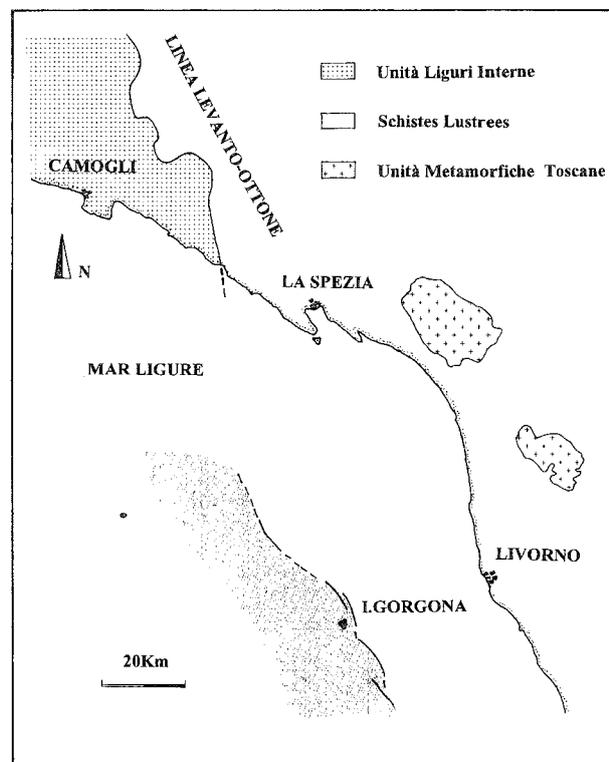


Fig. 2. - Localizzazione della linea Levanto-Ottone e del sovrascorrimento Est-vergente delle unità alpine nel Mar Ligure. Modificato da BARTOLE *et al.* (1991).

### Settore centrale

Ad Est della linea Levanto-Ottone affiorano le Unità Liguri Esterne, rappresentate in questo settore dall'Unità Ottone/S. Stefano e dall'Unità Ragola (ELTER & MARRONI, 1991). Queste unità sono costituite da successioni del Campaniano-?Maastrichtiano (MARRONI *et al.*, 1992) che comprendono flysch ad Helminoidi e *mélange* sedimentari contenenti ofioliti (ELTER *et al.*, 1991). Esse inoltre sono caratterizzate da due fasi di piegamento associate ad un metamorfismo al limite diagenesi/anchizona (MOLLI *et al.*, 1993). La porzione centrale del profilo continua attraverso un insieme di finestre tettoniche comprese tra la Val Trebbia, la Val d'Aveto e la Val Nure ed è prossimo al margine SE della "Finestra di Bobbio" (Fig. 1), la cui struttura è stata proiettata al di sotto del profilo in quanto rappresentativa delle unità più profonde affioranti in questo settore di catena.

In corrispondenza della Val d'Aveto, le Unità Liguri Esterne si sovrappongono alle Unità Vico e Aveto, appartenenti al Dominio Subligure. L'Unità Aveto risulta laminata tettonicamente e scompare prima della confluenza dei fiumi Aveto e Trebbia, mentre l'Unità Vico affiora anche nei settori più orientali in corrispondenza delle finestre tettoniche delle valli Nure e Trebbia interponen-

dosi tra le Unità Liguri Esterne e l'Unità Coli.

L'Unità Vico consiste in una successione di torbiditi prevalentemente carbonatiche del Paleocene-Eocene medio ed è interessata da una deformazione plicativa polifasica, che risulta assente nella sottostante Unità Aveto.

L'Unità Aveto è costituita dalla Formazione dell'Aveto, successione torbiditica di arenarie e conglomerati caratterizzata dalla presenza di clasti di andesiti; nuovi dati biostratigrafici, basati sullo studio dei nannofossili calcarei, permettono attualmente di riferire questa formazione all'Oligocene inferiore (CATANZARITI, 1993). La successione torbiditica è chiusa da marne siltose dell'Oligocene superiore (CATANZARITI, 1993). L'Unità Aveto ha una strutturazione interna caratterizzata da *thrust* NE-vergenti con associate strutture plicative ad assi appenninici (NW-SE).

La Formazione dell'Aveto si sovrappone tettonicamente alla Formazione di Salsominore (ELTER *et al.*, 1963) o Argilliti di Ruffinati (BELLINZONA *et al.*, 1968) in precedenza considerata la sua base stratigrafica; studi attualmente in corso (ELTER *et al.*, in preparazione) hanno permesso di riconoscere la natura tettonica del contatto tra le due formazioni e di correlare la Formazione di Salsominore, in base all'età (Oligocene sup.; CATANZARITI, 1993) e alle litofacies, con le Marne di Valle della Sottounità Coli II di LABAUME (1992).

In questo contesto si intende per Unità Coli un insieme di scaglie tettoniche intensamente deformate costituite dalla Formazione di Salsominore e dalle formazioni della Sottounità Coli II (*sensu* Labaume, 1992). Queste formazioni, che comprendono *mélange* sedimentari e torbiditi silicoclastiche di età Oligocene-Miocene inferiore, sono interpretate come depositi di scarpata sul fronte di *thrust* Est-vergenti costituiti dalle Unità Subliguri in sovrascorrimento sul Dominio Bobbio-Cervarola (LABAUME, 1992; ELTER *et al.*, in prep.).

Nella "Finestra di Bobbio" l'Unità Coli è sovrapposta all'Unità Trebbia, che rappresenta il livello più profondo osservabile in questo settore di catena ed è riferibile al Dominio Bobbio-Cervarola. L'Unità Trebbia è rappresentata da una successione dell'Aquitano-Burdigaliano inferiore (FORNACIARI & LABAUME, 1992) costituita da torbiditi di avanfossa (Formazione di Bobbio) in *onlap* su depositi di scarpata con *mélange* sedimentari (Marne di M. La Croce e Complesso di Marsaglia). Questa unità è caratterizzata da una sinclinale rovesciata NE-vergente con asse NW-SE, originata da una deformazione sinsedimentaria legata alla progressiva migrazione del fronte delle Unità Subliguri e Liguri (LABAUME, 1992).

Le evidenze di deformazione sinsedimentaria nella Formazione di Bobbio (Burdigaliano inf.) permettono di riferire al Burdigaliano superiore il sovrascorrimento del fronte delle Unità Liguri e Subliguri che si sovrappongono direttamente sui depositi del bacino di avanfossa del Dominio Bobbio-Cervarola senza l'interposizione di unità appartenenti al Dominio Toscano. Questa situazione strutturale implica la presenza di un *thrust* fuori sequenza delle Unità Liguri e Subliguri che, in base ai dati raccolti sulla trasversale della "Finestra di Bobbio", può essere riferito alla Fase Burdigaliana. Questa fase costituisce un evento tettonico di importanza regionale, registrato anche dalla discordanza stratigrafica presente nella Successione

Epiligure tra la Formazione di Antognola e la Formazione di Bismantova.

Queste superfici di sovrascorrimento fuori sequenza del Burdigaliano vengono implicate in nuove deformazioni rappresentate principalmente da *thrust* e da blandi piegamenti sulla cui età non vi sono chiare evidenze, ma che potrebbero essere riferiti al Tortoniano (Fig. 3). Il più importante è quello che delimita alla base l'Unità Trebbia e determina la struttura osservabile nella "Finestra di Bobbio" dove i contatti tettonici tra le varie unità formano una vasta antiforme con una estensione di oltre 10 km. Questo *thrust* sembra trovare corrispondenza in profondità con un'importante discontinuità ad alto angolo messa in evidenza dalla sismica a rifrazione (LAUBSCHER *et al.*, 1992).

### Settore orientale

La porzione orientale del profilo Camogli-Ponte dell'Olio si sviluppa parallelamente alla Val Nure e attraversa le Unità Liguri Esterne costituite dai "Complessi di base" *Auctt.*, dai flysch ad Helmitoidi del Campaniano superiore-Maastrichtiano (M. Orocco, Bettola, M. Cassio) e dai flysch paleocenico-eocenici (Farini d'Olmo, Val Luretta). Al di sopra delle unità liguri, in discordanza, sono localmente presenti (M. Roccone, M. Piattello, T. Spettino) i termini basali della Successione Epiligure, rappresentata dalle Marne di M. Piano (Eocene medio) e dalle Arenarie di Ranzano (Eocene sup.-Oligocene inf.) (CATANZARITI, 1993) (Fig. 1).

In questo settore di catena, la posizione più profonda dell'edificio strutturale è occupata dall'Unità Farini (Paleocene-Eocene inf.) che affiora, divisa in due elementi strutturali, in una finestra tettonica che si estende dalla Val Nure verso Est fino alla Val d'Arda (VAN WAMEL *et al.*, 1985; CERRINA FERONI *et al.*, 1994). All'Unità Farini si sovrappone l'Unità Bettola costituita dal Flysch di Bettola (Campaniano sup.-Maastrichtiano) e dalla Formazione di Val Luretta (Paleocene-Eocene medio); l'Unità Bettola è stata recentemente correlata con l'Unità Caio (Flysch di M. Caio e Formazione delle Marne rosate di Tizzano) affiorante in Val Parma (CERRINA FERONI *et al.*, 1994).

L'edificio strutturale si completa verso l'alto con l'Unità Groppallo (CERRINA FERONI *et al.*, 1994), con l'Unità Scabiazza (Turoniano superiore-Santoniano; GHISELLI *et al.*, 1991) e con l'Unità Cassio rappresentata dall'omonimo flysch ad Helmitoidi (Campaniano sup.-Maastrichtiano; RIO *et al.*, 1983) con alla base le Argilliti Varicolori e i Conglomerati dei Salti del Diavolo (Campaniano inf.; RIO & VILLA, 1987).

L'Unità Groppallo, costituita da *mélange* sedimentari con ofioliti si interpone a monte di Farini (Val Nure) tra il Flysch di M. Orocco (al tetto) ed il Flysch di Bettola (alla base). Nell'ipotesi di ELTER & MARRONI (1991), questa posizione strutturale sembra indicare che l'Unità Groppallo, analogamente all'Unità Ragola, potrebbe rappresentare una delle fasce ofiolitiche connesse a contatti tettonici importanti tra zone strutturali distinte.

Le Unità Liguri Esterne hanno subito un'evoluzione strutturale polifasica caratterizzata da due momenti fondamentali riconosciuti nell'intero Appennino set-

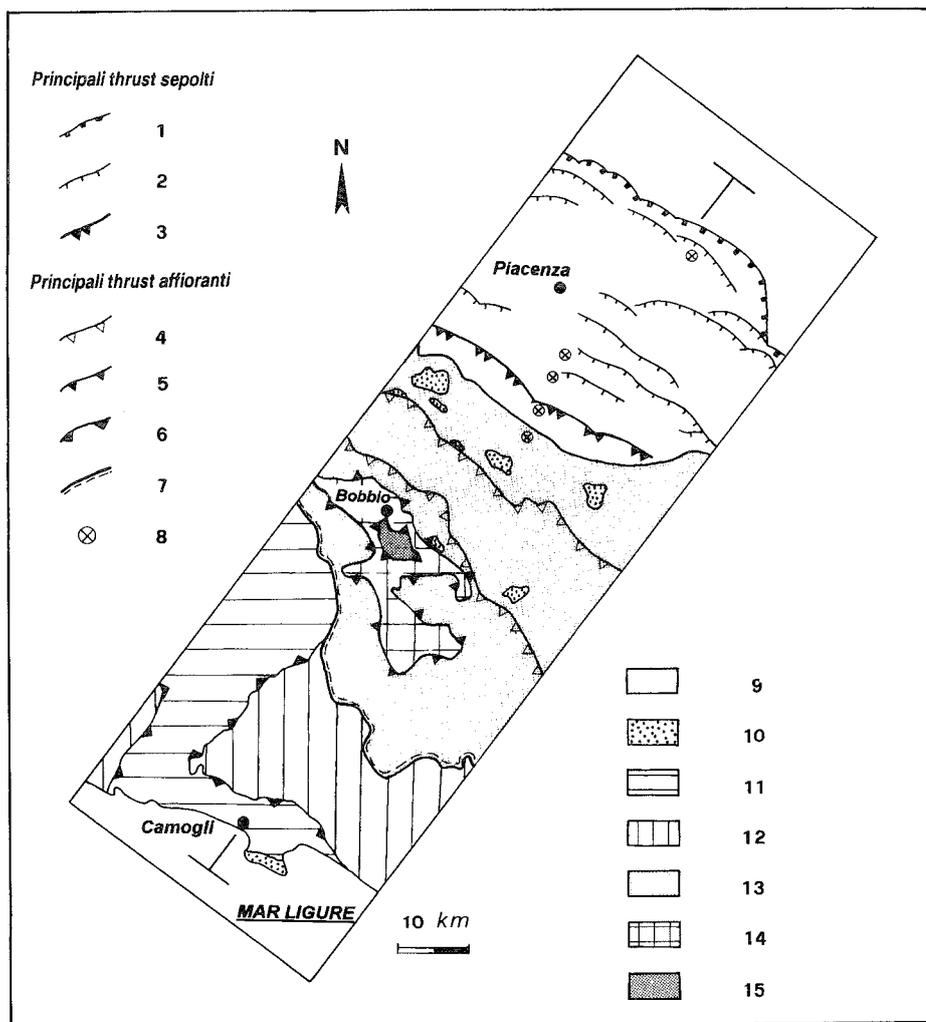


Fig. 3. - Proposta di schema strutturale del settore di catena attraversato dal Profilo Camogli-Ponte dell'Olio.  
 1: fronte della catena NE-vergente, post-Pliocene inferiore; 2: post-Pliocene inferiore; 3: fronte delle Unità Liguri Esterne, post-Miocene medio; 4: sin-post-Tortoniano; 5: sin-post-Burdigaliano; 6: pre-Eocene superiore; 7: linea Levanto-Ottone; 8: sondaggi AGIP; 9: depositi plio-quadernari; 10: Successione Epiligure; 11: Unità Antola; 12: Unità Liguri Interne; 13: Unità Liguri Esterne; 14: Unità Subliguri; 15: Unità Trebbia.  
 -|- Traccia della sezione schematica di Tavola 1B.

tentrionale: la Fase Ligure dell'Eocene medio e la già ricordata fase del Burdigaliano. La presenza, su alcune verticali, di parte della Successione Epiligure (Marne di M. Piano e Arenarie di Ranzano), la cui deposizione si inserisce tra i due eventi tettonici, permette di separare le strutture riferibili alla Fase Ligure da quelle del Miocene.

Alla Fase Ligure sono da attribuire i *thrust* che delimitano le Unità Liguri Esterne e le pieghe ad essi connesse, tra le quali la grande sinclinale coricata, a direzione assiale circa N 100 e vergenza a NE, che deforma l'Unità Farini.

Alla Fase Burdigaliana è da riferire la sinclinale rovesciata verso NE (asse circa N 130) del Torrente Spettine che coinvolge il Flysch di Bettola e la Formazione di Val Luretta con a nucleo le Arenarie di Ranzano, affioranti poco a NW della sezione in esame.

Al Tortoniano si realizza, mediante un sovrascorrimiento ben evidente nei profili sismici (Tav. 1B e Fig. 3), la messa in posto dell'intero edificio ligure già strutturato sulle arenarie medio-mioceniche, incontrate nella perforazione AGIP di Ponte dell'Olio (PIERI &

GROPPi, 1981), correlabili con le arenarie serravalliane (VERCESI, com. pers.) affioranti in finestra tettonica nell'incisione del Rio Lora (PEROTTI & VERCESI, 1991). La presenza, a NW della sezione in esame, di questa finestra tettonica, in cui le arenarie serravalliane affiorano al di sotto della Formazione di Val Luretta, permette di ipotizzare, in accordo con i profili sismici disponibili, che lo spessore delle Unità Liguri al margine appenninico non superi i 2-3 km.

Di incerta attribuzione cronologica è il *thrust* che in Val Nure divide l'Unità Bettola in due elementi tettonici (CERRINA FERONI *et al.*, 1994); verso NW (Val Trebbia e Val Tidone) questo elemento strutturale sembra essere in continuità con il *thrust* di Pietra Parcellara che realizza la sovrapposizione delle Unità Gropallo e Cassio sull'Unità Bettola (GHISELLI *et al.*, 1994).

Lungo il Profilo Camogli - Ponte dell'Olio non si ha documentazione diretta dei sistemi di *thrust* più recenti (Pliocene) che sono invece evidenziati più esternamente lungo la sezione 6 dell'AGIP (PIERI & GROPPi, 1981; CASSANO *et al.*, 1986) (Tav. 1B).

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Dr. R. Pignone, responsabile dell'Ufficio Geologico della Regione Emilia-Romagna, per aver permesso l'uso dei dati raccolti nell'ambito del Progetto Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo alla scala 1:10.000.

## BIBLIOGRAFIA

- BARTOLE R., TORELLI L., MATTEI G., PEIS D. & BRANCOLINI G. (1991) - *Assetto stratigrafico-strutturale del Tirreno settentrionale: stato dell'arte*. Studi Geologici Camerti, vol. spec. **1**, 115-140.
- BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G., CASNEDI R. & MARCHETTI G. (1968) - *Carta Geologica della "Finestra di Bobbio"*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **19**.
- BIELLA G.C., GELATI R., LOZEJ A., ROSSI P.M. & TABACCO I. (1988) - *Sezioni geologiche nella zona limite Alpi occidentali-Appennino settentrionale ottenute da dati geofisici*. Rend. Soc. Geol. It., **11**, 287-292.
- BIELLA G.C., GELATI R., MAISTRELLO M., MANCUSO M., MASSIOTTA P. & SCARASCIA S. (1987) - *The structure of the upper crust in the Alps-Appennines boundary region deduced from refraction seismic data*. Tectonophysics, **142**, 71-85.
- CASSANO E., ANELLI L., FICHERA R. & CAPPELLI V. (1986) - *Pianura Padana: interpretazione integrata di dati geofisici e geologici*. Pubbl. AGIP, Serv. Centr. Esplor. Metodol. Appl. Geof., **27** pp.
- CASSINIS R. (1986) - *The geophysical exploration of the upper crust from the ligurian coast to the northern margin of the Po Valley: problems and results*. Tectonophysics, **128**, 381-394.
- CASSINIS R., LOZEJ A., TABACCO I., GELATI R., BIELLA G., SCARASCIA S. & MAZZOTTI A. (1990) - *Reflection and refraction seismics in areas of complex geology. An example in the Northern Apennines*. Terra Nova, **2**, 4, 351-362.
- CATANZARITI R. (1993) - *Biostratigrafia a Nannofossili calcarei dell'Eocene superiore - Oligocene inferiore dell'Appennino settentrionale*. Tesi di Dottorato. Università degli Studi di Padova, 150 pp.
- CERRINA FERONI A., MARTINELLI P. & OTTRIA G. (1994) - *L'edificio strutturale della media Val Nure (Appennino settentrionale): nuovi dati strutturali e biostratigrafici*. Atti Tic. Sc. Terra, Serie Speciale, **1**, 117-122.
- ELTER P., GRATZIU C. & LABESSE B. (1963) - *Sul significato dell'esistenza di una unità tettonica alloctona costituita da formazioni terziarie nell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **83** (2), 373-394.
- ELTER P. & MARRONI M. (1991) - *Le Unità Liguri dell'Appennino settentrionale: sintesi dei dati e nuove interpretazioni*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**, 121-138.
- ELTER P., MARRONI M., MOLLI G. & PANDOLFI L. (1991) - *Le caratteristiche stratigrafiche del Complesso di M. Penna/Casanova*. Atti Tic. Sc. Terra, **34**, 97-106.
- ELTER P. & PERTUSATI P.C. (1973) - *Considerazioni sul limite Alpi-Appennino e sulle relazioni con l'arco delle Alpi occidentali*. Mem. Soc. Geol. It., **12**, 359-375.
- FORNACIARI E. & LABAUME P. (1992) - *The Early Miocene age of the Bobbio Formation turbidite succession (NW Apennines): a nannofossil study*. Mem. Scienze Geologiche, **44**, 109-126.
- GHISELLI F., OTTRIA G. & PERILLI N. (1991) - *Nuovi dati biostratigrafici sulle Arenarie di Scabiazza in base ai Nannofossili calcarei (Val Trebbia, Appennino settentrionale)*. Atti Tic. Sc. Terra, **34**, 75-84.
- GHISELLI F., OTTRIA G., PICCIN A. & VERCESI P.L. (1994) - *Assetto strutturale delle Arenarie di Scabiazza tra le valli Trebbia e Tidone (Appennino settentrionale)*. Atti Tic. Sc. Terra, Serie Speciale, **1**, 93-104.
- LABAUME P. (1992) - *Evolution tectonique et sedimentaire des fronts de chaîne sous-marins. Exemples des Apennins du Nord, des Alpes Françaises et de Sicile*. Tesi di Dottorato di Stato. Università di Montpellier II, 476 pp.
- LAUBSCHER H. (1991) - *The arc of the Western Alps today*. Eclogae geol. Helv. **84**, 3, 631-659.
- LAUBSCHER H., BIELLA G.C., CASSINIS R., GELATI R., LOZEJ A., SCARASCIA S. & TABACCO I. (1992) - *The collisional knot in Liguria*. Geol. Rundschau, **81/2**, 275-289.
- MARRONI M. (1990) - *Le Unità Liguri Interne tra l'Alta Val di Vara e il Mar Ligure (Appennino settentrionale): evoluzione di un settore del Dominio oceanico ligure-piemontese*. Tesi di Dottorato, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa, 338 pp.
- MARRONI M. (1991) - *Deformation history of the Mt. Gottero Unit (Internal Ligurid Units, Northern Apennines)*. Boll. Soc. Geol. It., **110** (3-4), 727-736.
- MARRONI M., MONECHI S., PERILLI N., PRINCIPI G. & TREVES B. (1992) - *Late Cretaceous flysch deposits of the Northern Apennines, Italy: age of inception of orogenesis-controlled sedimentation*. Cretaceous Research, **13**, 487-504.
- MARRONI M. & PERILLI N. (1990) - *The age of the ophiolite sedimentary cover from the Mt. Gottero Unit (Internal Ligurid Units, Northern Apennines): New data from calcareous nannofossils*. Ofioliti, **15**, 251-269.
- MOLLI G., PANDOLFI L. & TAMPONI M. (1993) - *"Cristallinità" di illite e clorite nelle Unità Liguri dell'Alta Val Trebbia (Appennino settentrionale)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Serie A, **99**, 79-92.
- PEROTTI C.R. & VERCESI P.L. (1991) - *Assetto tettonico ed evoluzione strutturale recente della porzione nord-occidentale dell'Appennino emiliano*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**, 313-326.
- PIERI M. & GROPPI G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. P.F. Geodinamica, pubbl. n. **414**, CNR, Roma.
- RIO D. & VILLA G. (1987) - *On the age of the "Salti del diavolo" conglomerates and on the Monte Cassio Flysch "Basal complex" (Northern Apennines, Parma province)*.

Giornale di Geologia, ser. 3, **49**(1), 63-79.

RIO D., VILLA G. & CANTADORI M. (1983) - *Nannofossil dating of Helminthoid Flysch units in the Northern Apennines*. Giornale di Geologia, ser. 2, **45**(1), 57-68.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - *Foglio 83-Rapallo*.

*Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.*

VAN WAMEL W.A., BONIS A.J., FRANSSEN R.C.M.W., VAN LINGEN W., POSTUMA W. & VAN ZUTPHEN A.C.A. (1985) - *A structural geologic traverse through the Northern Apennines from Rapallo to Bettola (N. Italy)*. Geol. Mijnbouw, **64**, 181-197.

