ATTI

DELLA

SOCIETÀ TOSCANA

DI

SCIENZE NATURALI

RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE A

VOL. LXXIX - ANNO 1972

PROCESSI VERBALI 1972

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1972

INDICE

DALLAN NARDI L., NARDI R. - Particolari strutture sedimentarie da «slumping» nel macigno della Val di Lima (Appennino pistoiese) . . . . Pag. 1

FRANZINI M., LEONI L. - A full matrix correction in X-ray fluorescence analysis of rock samples . . . . . » 7

GALLI E. - La pumpellyite di Tiso-Theis (Bolzano) . . . . . » 23

GALLI E. - Nuovi dati sulla pumpellyite di Hicks Ranch (California) . . » 29

MENESINI E. - Balani (cirripedia) miocenici dell'Ungheria . . . . . » 36

GIANNELLI L., SALVATORINI G. - I Foraminiferi planctonici dei sedimenti terziari dell'Arcipelago maltese. I. Biostratigrafia del «Globigerina Limestone» . . . . . » 49

MENESINI E. - Resti di vertebrati raccolti in sedimenti miocenici dell'Arcipelago maltese . . . . . » 77

BOSSIO A. - Alcune specie di Aturia (Nautiloidea) della Puglia e dell'Arcipelago di Malta . . . . . » 87

ORLANDI P. - Note di mineralogia toscana - 1. I minerali dei Monti Livornesi » 95

ROSSI R. - Ring.-opening reactions of strained alicyclic molecules by transition metal compounds of group VIII . . . . . » 101

VITTORINI S. - Il bilancio idrico secondo Thornthwaite in alcuni bacini della Toscana . . . . . » 138

RAPETTI F., VITTORINI S. - I venti piovosi a Legoli (Toscana) in relazione ai processi di erosione del suolo . . . . . » 150

GIANNINI E., LAZZAROTTO A. - Significato paleotettonico e paleoambientale della Formazione di Lanciaia (Toscana meridionale) nel quadro dei corrugamenti verificatisi nelle aree di sedimentazione dei complessi liguri nel Cretaceo superiore e all'inizio del Terziario . . . . . » 176

RADI G. - Tracce di un insediamento neolitico nell'isola di Lampedusa . . » 197

FANCELLI GALLETTI M. L. - I carboni della grotta delle Arene Candide e l'evoluzione forestale in Liguria dopo l'ultima glaciazione . . . . . » 206

CAPEDRI S., RIVALENTI G. - First results of an investigation on plastic deformations in the Ivrea-Verbano zone in an area between Val Sessera and Val Sesia (Vercelli) . . . . . » 213

CORADOSSI N. - Nuovi ritrovamenti di composti di ammonio in zone geotermiche . . . . . » 223

GRASSELLINI TROYSI M., ORLANDI P. - Sulla melanoflogite del Fortullino (Livorno) . . . . . » 245

LAZZAROTTO A. - Caratteri strutturali dei nuclei mesozoici di Montalceto, Trequanda e Piazza di Siena (Prov. di Siena) . . . . . » 251

RICCI C. A. - Geo-petrological features of the metamorphic formations of Tuscany . . . . . » 267

FRANZINI M., RICCI C. A., SABATINI G. - Note di mineralogia toscana: ritrovamento di chapmanite alla miniera del Tafone (Manciano, Grosseto) » 280

CAPEDRI S. - On the presence of graphite and its bearing on the migmatitic environmental conditions of the dioritic gneisses («diorites»), basic formation Ivrea-Verbano (Italy) . . . . . » 286

PROCESSI VERBALI

Adunanza del 10 Febbraio 1972 . . . . . Pag. 295

Adunanza dell'8 Giugno 1972 . . . . . » 296

Adunanza straordinaria del 24 luglio 1972 . . . . . » 296

Assemblea straordinaria del 14 Settembre 1972. . . . . » 297

Assemblea ordinaria del 14 Dicembre 1972 . . . . . » 298

Elenco dei soci per l'anno 1972 . . . . . » 301

Norme per la stampa di note e memorie sugli Atti della Società Toscana di Scienze Naturali . . . . . » 307

Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, **79** (1972),
pagg. 176-196, ff. 4.

E. GIANNINI, A. LAZZAROTTO *

SIGNIFICATO PALEOTETTONICO E PALEOAMBIENTALE DELLA FORMAZIONE DI LANCIAIA (TOSCANA MERIDIONALE) NEL QUADRO DEI CORRUGAMENTI VERIFICATISI NELLE AREE DI SEDIMENTAZIONE DEI COMPLESSI LIGURI NEL CRETACEO SUPERIORE E ALL'INIZIO DEL TERZIARIO

Riassunto — Dopo una rapida descrizione dei complessi liguri affioranti nella Toscana a Sud dell'Arno ed un breve esame dei rapporti che intercorrono fra gli stessi, vengono descritte le caratteristiche sedimentarie e le condizioni giaciturali della Formazione di Lanciaia. Quest'ultima poggia con contatto stratigrafico ma in discordanza sul complesso ofiolitifero fortemente corrugato.

Queste caratteristiche sono risultate di grande interesse per la ricostruzione e la definizione cronologica dei corrugamenti verificatesi nelle aree di sedimentazione dei complessi liguri nel Cretaceo ed agli inizi del Terziario.

Summary — After a short examination of the Ligurian complexes outcropping in the southern part of Tuscany and of their mutual relations, the layering conditions and the sedimentological characters of the Lanciaia Formation are described.

This one lays unconformably, but according a stratigraphic contact, on the intensely folded ophiolitic complex. These characters resulted of great interest in the reconstruction and chronological definition of the Ligurian complexes sedimentary belts folding which occurred during the Cretaceous and lower Tertiary age.

INTRODUZIONE

Nel mese di Ottobre 1971 la Società Toscana di Scienze Naturali indisse a Firenze una seduta scientifica dedicata alle ultime conoscenze naturalistiche sulla Toscana meridionale.

L'Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Siena

* Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Siena.

Lavoro eseguito con il contributo del C.N.R., contratto n. 7200313/05.

arrecò il proprio contributo per quello che riguardava l'aspetto geologico della regione, delineando un quadro sintetico delle conoscenze stratigrafiche e tettoniche derivate dagli studi più recenti, editi ed inediti. Successivamente fu richiesto agli Autori della conferenza, di pubblicare una relazione scritta sugli argomenti trattati. Da parte nostra, sia per l'estensione che avrebbe richiesto un simile lavoro, sia per non ritornare su temi di recente pubblicazione (vedere in proposito E. GIANNINI et Al. [1971]), non abbiamo ritenuto opportuno delineare un quadro completo della geologia della regione, ma abbiamo preferito approfondirne alcuni aspetti che ci sono sembrati particolarmente interessanti perché collegati ad importanti problemi relativi all'evoluzione paleotettonica e paleogeografica dell'Appennino settentrionale.

In particolare due sono i temi principali che abbiamo affrontato e che verranno illustrati in due distinti lavori: il primo, oggetto della presente nota, prende in considerazione i corrugamenti verificatisi nelle aree di sedimentazione dei Complessi liguri nel Cretaceo superiore e all'inizio del Terziario; il secondo, che verrà presentato prossimamente, riguarderà invece l'evoluzione paleogeografica del sistema appenninico durante il Neogene.

I Complessi liguri nella Toscana a Sud dell'Arno

Nella Toscana a Sud dell'Arno i terreni di facies ligure s. str. (1) possono essere schematicamente riuniti nei seguenti gruppi di formazioni (E. GIANNINI, A. LAZZAROTTO & R. SIGNORINI [1971] con bibliografia) (Fig. 1):

A) GRUPPO DEI FLYSCH CRETACEI

Questo gruppo comprende:

cm - Formazione di Monteverdi M.mo: Si tratta di un flysch calcareo-marnoso la cui età comprende tutto il Cretaceo superiore

(1) Non si ritiene opportuno, allo stato attuale delle conoscenze, includere l'unità delle «Argille e calcari» (o Formazione di Canetolo), nei complessi Liguri s. str., sia perché essa appare più strettamente collegata alle deformazioni tettoniche della copertura toscana, di cui costituisce una pseudocopertura, sia perché non è ancora stata esaurientemente chiarita la sua originaria collocazione paleoambientale. In questa nota di conseguenza detta unità non verrà presa in considerazione.

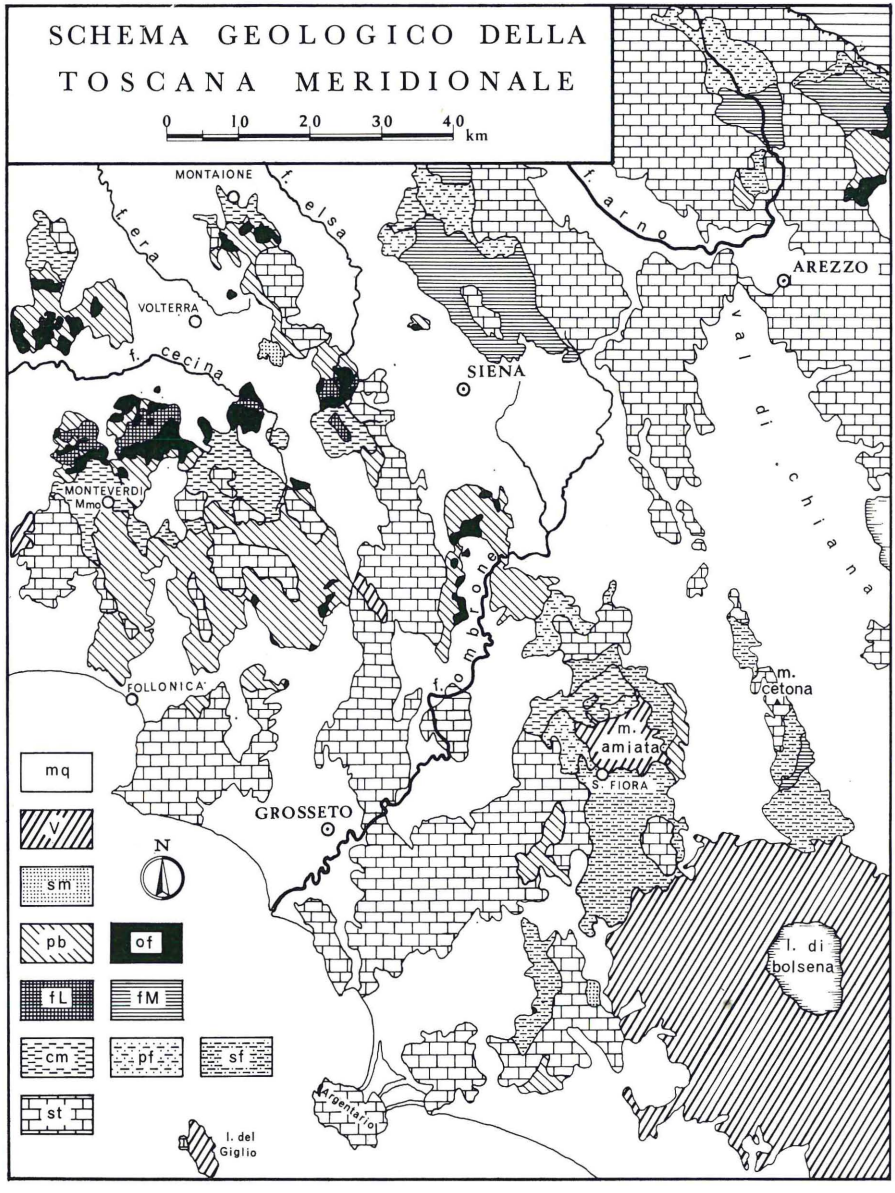

Fig. 1 - Carta geologica schematica della Toscana a Sud dell'Arno. Spiegazione delle sigle: *mq* - Sedimenti neogenici e quaternari di facies marina e continentale; *V* - Vulcaniti e rocce intrusive (granito dell'Isola del Giglio); *sm* - Sedimenti langhiano-tortoniani trasgressivi sulle Unità liguri; *pb* - Complesso ofiolitifero delle argille con calcari palombini (*of* - maggiori affioramenti di ofioliti), *fL* - Formazione di Lanciaia; *fM* - Formazione di Monte Morello; *cm* - F. di Monteverdi M.mo; *pf* - F. della Pietraforte; *sf* - F. di Santa Fiora; *st* - Formazioni della Serie toscana e del Complesso delle «Argille e calcari».
fL e *fM* costituiscono il Gruppo dei Flysch paleocenico-eocenici; *cm, pf* e *sf* il Gruppo dei Flysch cretaceo-paleocenici. Nella carta non risultano distinti il Complesso ofiolitifero inferiore ed il Complesso ofiolitifero superiore.

(L. GIANNELLI et Al. [1965]) e localmente anche il Paleocene (zona del T. Pavone nella Regione Boracifera: M. SAGRI [1969]).

Ha una potenza che può raggiungere i 700-800 metri.

Pf - Formazione della Pietraforte: Flysch prevalentemente arenaceo di età compresa nel Cretaceo superiore (Turoniano - Maastrichtiano). La sua potenza raggiunge valori massimi di 700-800 metri (V. BORTOLOTTI [1964] ecc.).

fs - Formazione argilloso-calcarea di S. Fiora: si tratta di un flysch a costituzione prevalentemente argillosa, includente strati calcareo-marnosi, siltosi ed arenacei. La sua età comprende tutto il Cretaceo superiore ed il Paleocene (M. BOCCALETTI & M. SAGRI [1965] ecc.).

Rapporti tra i flysch cretacei

I rapporti che intercorrono fra le tre formazioni cretacee sommariamente descritte, sono schematicamente indicati nella fig. 2. L'interpretazione dei medesimi come passaggi laterali è il risultato del coordinamento di molti dati, sia cronologici che litostratigrafici, di cui è ricchissima la letteratura geologica più recente sulla Toscana centro-meridionale. Gli argomenti più importanti a favore dell'ipotesi prospettata sono i seguenti:

1) Le tre formazioni sono in gran parte coeve: la parte più cospicua delle stesse è riferibile al Cretaceo superiore; due di esse,

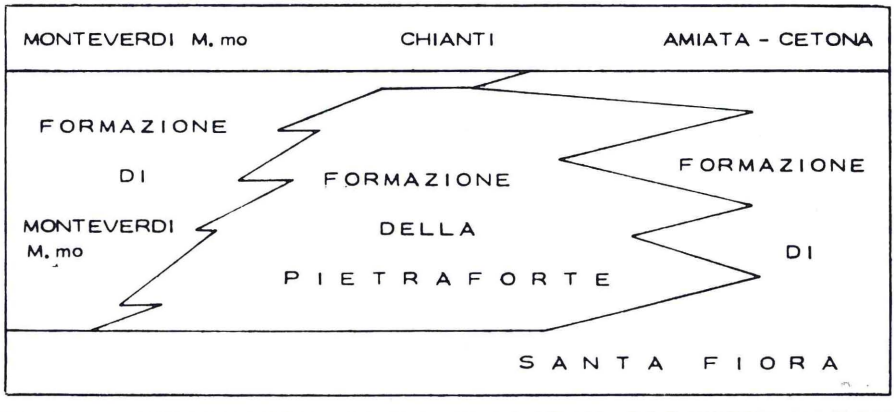

Fig. 2 - Rappresentazione schematica dei rapporti tra i Flysch cretaceo-paleocenici (da E. GIANNINI et Al. [1971]).

la Formazione di Monteverdi M.mo e quella di S. Fiora, entrano anche nel Terziario, tuttavia solo con la loro parte sommitale.

2) Ciascuna di queste tre formazioni contiene interstratificati in forma di membri, lenti o lingue, i litotipi caratteristici delle due altre formazioni coeve.

Le aree di maggior diffusione di questi tre flysch sono indicate nella cartina di fig. 3 ([2]).

B) Gruppo dei Flysch paleocenico-eocenici

Questo gruppo comprende le seguenti formazioni: Formazione di Lanciaia e Formazione di M. Morello. Le due unità compaiono rispettivamente al tetto della Formazione di Monteverdi M.mo e al tetto degli altri due flysch cretacei (Pietraforte e Formazione di S. Fiora), con l'interposizione o meno di rocce provenienti dall'unità ofiolitifera.

fL - Formazione di Lanciaia: fin dal momento della sua istituzione (R. Signorini [1962]), questa formazione rivelò la sua grande importanza per la comprensione degli eventi paleotettonici e paleoambientali che interessarono i bacini liguri nel Cretaceo e nell'Eocene. Fu di conseguenza oggetto, nelle diverse aree di affioramento, di numerosi studi che ne definirono l'età, la costituzione litologica e la posizione stratigrafica (R. Signorini et Al. [1963]; A. Lazzarotto & R. Mazzanti [1966]; A. Lazzarotto [1966]; R. Mazzanti [1966 a]; [1966 b]; A. Cerrina Feroni & R. Mazzanti [1967] ecc.).

La formazione di Lanciaia presenta gli affioramenti più estesi in corrispondenza delle grandi masse ofiolitiche che da Rosignano M.mo, sulla costa tirrenica, si estendono fino a Collalto nell'alta Val d'Elsa, in prossimità della Montagnola Senese. Su queste roc-

([2]) Nella zona dei M. della Tolfa, nel Lazio Nord-occidentale, affiorano dei flysch di facies ligure sui quali è stato recentemente pubblicato uno studio di P. Fazzini et Al. [1971]. Gli Autori hanno riconosciuto due unità sovrapposte tettonicamente l'una sull'altra nell'ordine dall'alto in basso:

2) Unità superiore o della Pietraforte;

1) Unità inferiore o del Flysch tolfetano.

Dallo studio sopraindicato risulta che solo l'unità superiore è correlabile con uno dei flysch cretacei della Toscana meridionale (Formazione della Pietraforte); l'unità inferiore non sembra invece trovare riscontro in alcuno dei complessi cretacei ed eocenici della Toscana a Sud dell'Arno.

ce, e più raramente sulla loro copertura sedimentaria, essa poggia con contatto stratigrafico ma in forte discordanza angolare.

Dal punto di vista litologico è costituita da un sedimento eterogeneo nel quale la parte più cospicua è rappresentata da «un'arenaria lastriforme gradata, disposta in sequenze ritmiche di potenza variabile, tra le quali sono intercalati potenti livelli di brecce e conglomerati ofiolitiferi, inglobanti talvolta piccole masse di rocce ofiolitiche». Alle arenarie lastriformi sono anche intercalati strati, o pacchi di strati, di calcari marnosi e marne, generalmente a grana finissima, la cui frequenza aumenta chiaramente nella parte medio-alta della formazione. Verso il tetto compare anche un livello di argille varicolori (rosse e verdi) con intercalazioni di brecce e conglomerati ad elementi ofiolitici. Lo spessore della Formazione di Lanciaia si aggira sui 400-500 metri.

La sua età, dedotta dagli studi micropaleontologici, è riferibile al Paleocene superiore (Thanetiano e Ilerdiano) e all'Eocene inferiore - medio.

fM - Formazione di Monte Morello: L'unità, istituita da V. Bortolotti [1965], presenta la più ampia estensione sui Monti del Chianti, dove compare con un affioramento che si estente ininterrottamente dalla zona di Castellina in Chianti fino alla zona di Castelnuovo Berardenga. Altri ampi affioramenti compaiono a N dell'Arno, nella zona di M. Morello (area scelta per la sezione tipo), a Pieve S. Stefano (in provincia di Arezzo) e nelle zone del M. Cetona e del M. Amiata (R. Calamai et Al. [1970]).

Nell'area della sezione tipo, la formazione poggia stratigraficamente sulla Pietraforte; nelle altre località la sua base stratigrafica può essere costituita ancora dalla Pietraforte oppure dalla formazione di S. Fiora. Spesso nella fascia di passaggio fra i flysch cretacei e la formazione in esame, si intercalano masse scompaginate, di dimensioni varie ma generalmente limitate, costituite da rocce verdi, accompagnate da lembi della loro copertura mesozoica e da cortei di brecce sedimentarie ofiolitifere.

Dal punto di vista litologico, la Formazione di M. Morello è costituita per la maggior parte da un'alternanza di calcari marnosi bianchi, compatti e a frattura concoide e da marne calcaree grigiochiare. Subordinatamente compaiono anche calcareniti, arenarie calcarifere a grana sottile, argille e argille siltose fissili di colore grigio scuro.

La sua potenza si aggira nella zona del Chianti sui 600-700 metri.

Per quanto riguarda l'età, la formazione è riferita, su basi micropalentologiche al Paleocene-Eocene inferiore e medio.

Rapporti tra i flysch paleocenico-eocenici

E' stata prospettata da alcuni Autori (V. BORTOLOTTI [1965]; E. GIANNINI et Al. [1971]) la possibilità che la Formazione di Lanciaia costituisca una facies laterale del flysch di M. Morello; questa ipotesi è stata formulata: 1) per le caratteristiche cronolitologiche delle due formazioni; 2) per la posizione che occupano nella successione dei Complessi liguri che qui vengono esaminati.

In questo capitolo prenderemo in considerazione il punto 1), mentre rimandiamo per il punto 2) ad un capitolo successivo.

In relazione alle caratteristiche cronologiche e litologiche, l'eteropia delle due formazioni si basa sui seguenti indizi che riportiamo integralmente da E. GIANNINI et Al. [1971]:

1) le due formazioni sono coeve: la loro età è compresa nel Paleocene e nell'Eocene inferiore e medio;

2) molte litofacies sono comuni alle due formazioni; l'unica differenza consiste nei loro rapporti di frequenza: i calcari, calcari marnosi e marne, che nella Formazione di Lanciaia costituiscono un membro intercalato ad altri litotipi (frequente soprattutto nella parte alta della successione) rappresentano la litofacies più caratteristica della Formazione di M. Morello; il contrario avviene per le arenarie calcarifere che, predominanti nella prima formazione, costituiscono nella seconda solo delle intercalazioni.

Analogo discorso vale per le masse di rocce ofiolitiche accompagnate da brecce sedimentarie ad elementi ofiolitici: anche in questo caso varia l'intensità del fenomeno, assumendo caratteri ben più vistosi nella Formazione di Lanciaia.

C) GRUPPO OFIOLITIFERO DELLE ARGILLE CON CALCARI PALOMBINI

Questo gruppo, come vedremo in seguito, compare in due unità tettoniche, sotto le denominazioni di Complesso ofiolitifero inferiore e Complesso ofiolitifero superiore (fig. 4). Poiché le litofacies che compaiono nelle due unità sono praticamente identiche, va-

riando solamente i loro rapporti di frequenza, esse verranno qui descritte come un gruppo unitario.

La successione più completa dei termini che lo costituiscono è osservabile nella parte Nord-occidentale della Toscana a Sud dell'Arno e cioè fra Santa Luce e Montecatini Val di Cecina: nell'anticlinale del M. Vitalba tale successione è la seguente a partire dai termini più antichi (E. GIANNINI [1962]; P. SQUARCI & L. TAFFI [1963] ecc.):

1) Rocce ofiolitiche: serpentina, gabbro e diabase
2) Radiolariti
3) Calcare a Calpionelle
4) Argille con calcari palombini.

Per quanto riguarda l'età di queste formazioni, i più recenti studi al riguardo danno le seguenti indicazioni (E. GIANNINI et Al. [1971] con bibliografia): le Radiolariti sono riferite genericamente al Malm, per analogia con quelle della serie toscana e con i sedimenti silicei della serie umbro-marchigiana. Il Calcare a Calpionelle soprastante è attribuito, in base allo studio dei Tintinnidi, al Cretaceo inferiore (Berrisiano - Valanginiano). La Formazione delle argille con calcari palombini è riferita sempre su basi micropaleontologiche, ad un'età compresa fra il Titonico ed il Cenomaniano (questi due piani essendo probabilmente esclusi).

Rapporti fra i complessi liguri nella Toscana meridionale

Le particolari condizioni di giacitura dei complessi liguri rendono, in tutto l'Appennino settentrionale, estremamente difficile correlare, con un certo dettaglio, le diverse unità che li costituiscono. Tuttavia i numerosi studi geologici che da oltre un decennio vengono condotti su questi complessi, hanno reso possibile delineare dei quadri d'insieme che, pur non tenendo ovviamente conto di situazioni locali o particolarmente complesse, possono essere considerati nel loro insieme validi per aree notevolmente ampie.

Per quanto riguarda la Toscana a sud dell'Arno, le condizioni di giacitura delle Liguridi appaiono ulteriormente complicate dal fenomeno della cosidetta «serie ridotta», in base al quale si osserva (almeno nei casi estremi) la sovrapposizione diretta dei termini superiori delle unità liguri sulla Formazione anidritica

triassica della serie toscana. Prescindendo tuttavia da questo fenomeno, per il quale rimandiamo alle più recenti pubblicazioni (E. GIANNINI et Al. [1971] e relativa bibliografia), ci soffermeremo in questa sede a prendere in esame i rapporti fra le Liguridi, nelle aree dove queste mostrano le successioni più continue e complete.

Seguendo questo criterio è stato ricostruito lo schema di fig. 4 che rappresenta un tentativo di correlazione dei complessi sopraindicati nelle tre maggiori aree di affioramento: 1) zona della bassa Val di Cecina e della Regione Boracifera; 2) zona del Chianti; 3) zona del M. Amiata e del M. Cetona.

Come si può osservare nella figura citata, e come appare estremamente semplificato nella fig. 3, le successioni delle unità liguri nelle aree sopraindicate sono le seguenti dall'alto in basso:

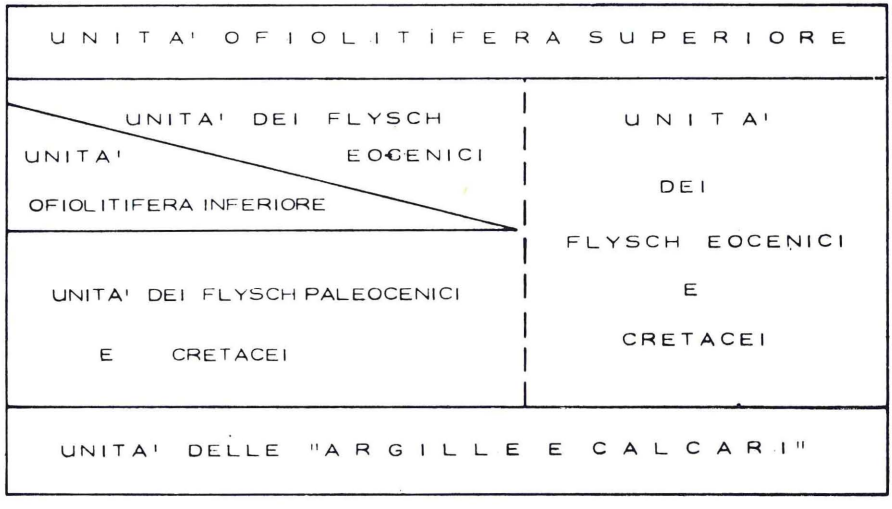

Fig. 3 - Rappresentazione schematica dei rapporti fra le diverse unità liguri (da E. GIANNINI et Al. [1971]).

1) Zona della bassa Val di Cecina e della Regione Boracifera:

— *Unità ofiolitifera superiore*: è rappresentata per la parte più cospicua dalla formazione delle argille con calcari palombini inglobanti piccole masse di rocce verdi.

— *Unità dei flysch eocenici*: in questa zona l'unità è costituita dalla formazione di Lanciaia che poggia discordante, ma con contatto stratigrafico, sulla:

— *Unità ofiolitifera inferiore*: costituita da imponenti masse di ofioliti accompagnate da porzioni relativamente modeste, ma nell'insieme compaginate, della loro copertura sedimentaria (Diaspri, Calcari a Calpionelle, Argille a palombini, ecc.).

— *Unità dei flysch paleocenico-cretacei*: rappresentata in questa zona, almeno per la maggior parte, dalla formazione calcareo-marnosa di Monteverdi M.mo.

2) Zona del Chianti:

— *Unità ofiolitifera superiore*: probabilmente presente, ma non chiaramente documentata.

— *Unità dei flysch eocenici*: l'unità è rappresentata in questa zona dalla Formazione di M. Morello che poggia stratigraficamente sulla:

— *Unità dei flysch cretacei e paleocenici*: che comprende la Formazione della Pietraforte con interdigitazioni a vari livelli della Formazione di S. Fiora (F. di Sillano p.p. di V. BORTOLOTTI [1964]).

Nella parte alta della Pietraforte ed alla base della Formazione di M. Morello si intercalano talvolta masse lenticolari di rocce ofiolitiche, accompagnate da cortei di brecce ed arenarie grossolane ad elementi ofiolitici. Questa situazione è particolarmente evidente nell'affioramento della zona di Pieve S. Stefano, in provincia di Arezzo, cioè in posizione alquanto più esterna rispetto alle aree fin qui esaminate, (V. BORTOLOTTI [1962]; [1964]); viene tuttavia qui presa in considerazione per l'importanza che assume nel quadro paleoambientale e paleotettonico dei bacini delle unità liguri, come vedremo più avanti.

3) Zona del M. Amiata - M. Cetona:

In questa zona la successione dall'alto al basso è la seguente (M. BOCCALETTI & M. SAGRI [1965]; P. PASSERINI [1965]; A. CALAMAI et Al. [1971] ecc.):

— *Unità ofiolitifera superiore* (vedi zona 1).

— *Unità dei flysch eocenici*: anche qui rappresentati dalla Formazione di M. Morello.

— *Unità dei flysch cretacei o paleocenici*: costituita per la parte più cospicua della Formazione di S. Fiora. Questa include nella parte alta masse disarticolate di ofioliti, Calcari a Calpionelle e Argille con calcari palombini.

Significato paleoambientale del'a Formazione di Lanciaia

Lo studio dei rapporti fra i complessi liguri ha già indotto alcuni Autori ad avanzare delle ipotesi, sia pure tenendosi entro margini di approssimazione molto ampi, sulle originarie aree di sedimentazione e sugli eventi tettonici che determinarono il loro attuale assetto geometrico. Fra questi ricorderemo: V. BORTOLOTTI [1962]; G. C. PAREA [1965]; G. ELTER et Al. [1966]; F. BALDACCI et Al. [1967]; E. ABBATE & M. SAGRI [1965]; [1969]; M. SAGRI [1969] ecc..

I quadri d'insieme ricavati da questi Autori, ai quali rimandiamo per un esame dettagliato dell'argomento, sono gli unici accettabili, almeno allo stato attuale delle nostre conoscenze.

Nella Toscana meridionale esistono inoltre alcuni elementi che ci permettono di precisare, con un notevole grado di approssimazione, anche l'età di alcuni di questi eventi tettonici e in particolare di quelli che hanno interessato i complessi liguri alle soglie del Terziario. Tali elementi sono rappresentati dalla giacitura e dai limiti cronologici della Formazione di Lanciaia.

Come detto in precedenza la Formazione di Lanciaia giace con contatto stratigrafico, ma in forte discordanza angolare sulle grandi masse di rocce ofiolitiche che affiorano nella parte nord-occidentale della Toscana a Sud dell'Arno; più raramente è sovrapposta alla loro copertura sedimentaria. Gli stessi terreni del complesso ofiolitifero sormontano a loro volta la Formazione di Lanciaia, questa volta però con contatto chiaramente tettonico.

Questa situazione ci documenta l'esistenza di due fasi tettoniche diverse, verificatesi nel dominio di sedimentazione dei complessi liguri:

a) la prima, precedente al Thanetiano (Paleocene superiore), età della base della Formazione di Lanciaia, è caratterizzata da un corrugamento del Gruppo ofiolitifero delle argille con calcari palombini (vedere discordanza angolare al contatto);

b) la seconda, posteriore all'Eocene inferiore-medio (età più

recente della parte alta della Formazione di Lanciaia), caratterizzata dal sovrascorrimento di alcuni termini del Complesso ofiolitifero sulla formazione stessa.

Queste indicazioni, suggerite dalle condizioni giaciturali del sedimento in esame, verranno riprese in considerazione più avanti; è stato qui necessario introdurle per la comprensione del significato paleoambientale della Formazione di Lanciaia nel quadro degli eventi tettonici che interessarono i Complessi liguri al passaggio fra il Mesozoico ed il Terziario.

A questo riguardo A. LAZZAROTTO & R. MAZZANTI [1966], esaminando le possibili relazioni genetiche fra la Formazione di Lanciaia ed i terreni con i quali essa viene a contatto avanzano alcune ipotesi che riassumiamo qui brevemente:

1) La Formazione di Lanciaia si depositò sopra al Complesso ofiolitifero in una fase antecedente alla sua messa in posto sui flysch cretacei; ne conseguirebbe che l'area di sedimentazione della Formazione in esame sarebbe stata indipendente da quella dei sopraindicati flysch;

2) la Formazione di Lanciaia si sedimentò nello stesso bacino dei flysch cretacei, e più specificamente in corrispondenza della loro facies più interna (Formazione calcareo-marnosa di Monteverdi M.mo) dopo la messa in posto sugli stessi del Complesso ofiolitifero inferiore.

Fra queste due ipotesi, la seconda ci sembra la più attendibile poiché esistono chiare indicazioni a favore di un corrugamento del Complesso ofiolitifero, antecedente alla deposizione della Formazione di Lanciaia. Fra le più importanti citeremo:

1) la forte discordanza angolare esistente fra le due unità, indizio di una intensa tettogenesi del Complesso ofiolitifero prima della deposizione della Formazione di Lanciaia;

2) l'interruzione della sedimentazione del Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo alle soglie del Terziario (fine del Cretaceo superiore e localmente nel Paleocene).

I due fatti, anche alla luce delle attuali conoscenze sui rapporti di giacitura delle unità sopraindicate (vedere fig. 4), possono essere logicamente collegati, nel senso che la tettonizzazione del Complesso ofiolitifero inferiore (di cui al punto 1) può essere riferita alla

sua messa in posto sul Flysch di Monteverdi M.mo ed alla conseguente interruzione di sedimentazione di quest'ultimo.

Nella sopraindicata nota di A. LAZZAROTTO & R. MAZZANTI [1966] vengono prospettate, in relazione a questa seconda ipotesi, due varianti che possono essere sostanzialmente così enunciate:

2a) la Formazione di Lanciaia si sarebbe depositata in un bacino indipendente e di limitata estensione, formatosi sul dorso del complesso ofiolitifero inferiore in una fase successiva alla sovrapposizione di quest'ultimo sul flysch di Monteverdi M.mo;

2b) la sopraindicata formazione si sarebbe depositata in un bacino più ampio e sarebbe stata di conseguenza collegata da rapporti stratigrafici verticali con i flysch cretacei e da rapporti laterali con la coeva Formazione di M. Morello.

Le considerazioni fatte in precedenza, relativamente alla costituzione litologica delle due formazioni eoceniche, sono a favore di un passaggio laterale fra le medesime, anche se detti rapporti non sono stati ancora chiaramente individuati sul terreno. Sono a favore dell'ipotesi 2b anche le loro caratteristiche giaciturali come è illustrato nello schema di fig. 4:

— la base stratigrafica della Formazione di Lanciaia è rappresentata da grandi masse di rocce ofiolotiche, accompagnate da porzioni più o meno complete della loro copertura sedimentaria mesozoica e da brecce ofiolitifere; questo complesso poggia a sua volta sul Flysch cretaceo di Monteverdi M.mo; la situazione indicata è caratteristica della zona della bassa Val di Cecina e della parte settentrionale della Regione Boracifera;

— più ad Est e a SE (zona del Chianti e di Pieve S. Stefano e zona dell'Amiata - M. Cetona) la Formazione di Monte Morello segue in serie le formazioni della Pietraforte e di S. Fiora. Anche in questa zona tuttavia, nella fascia di passaggio fra il flysch eocenico e quelli cretacei, si intercalano ammassi lenticolari e discontinui di rocce verdi generalmente accopagnati da lembi di copertura e da brecce sedimentarie.

In altri termini l'unità ofiolitifera inferiore, seppure fortemente tettonizzata, costituisce un insieme relativamente compaginato e di notevole potenza sul lato Nord-occidentale della Toscana meridionale, mentre procedendo verso E e SE, si assottiglia e si disarticola in tante piccole masse discontinue e completamente scompagi-

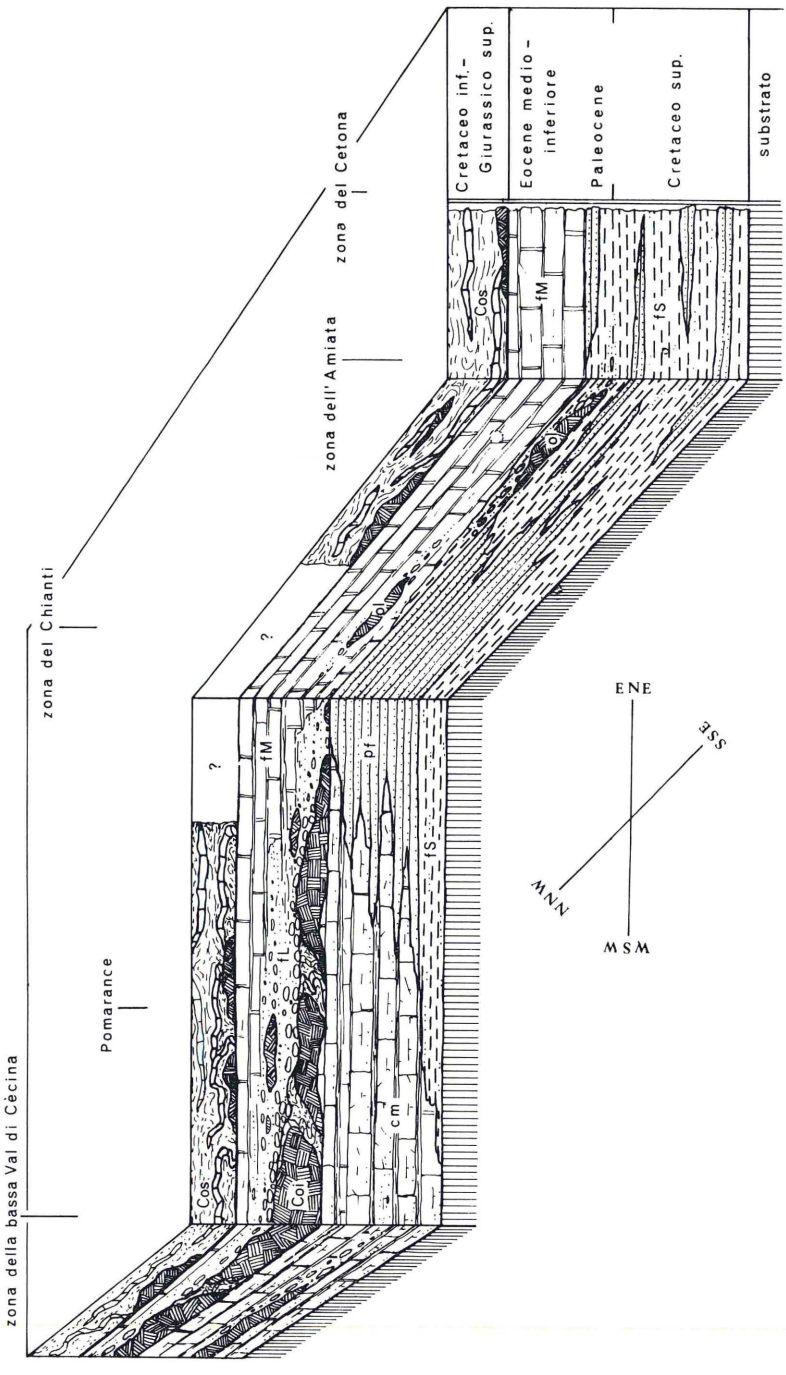

Fig. 4 - Schema dei rapporti fra le Unità liguri: *Cos* - Complesso ofiolitifero superiore; *fL*: Formazione di Lanciaia; *fM* - Formazione di M. Morello; *Coi* - Complesso ofiolitifero inferiore; *cm* - Formazione di Monteverdi M.mo; *pf* - F. della Pietraforte; *sf* - F. di S. Fiora; *ol* - Olistostromi e olistoliti di rocce verdi nei Flysch cretaceo-eocenici.

nate, che tuttavia occupano un'identica posizione cronostratigrafica.

E' di conseguenza logico identificare, nelle condizioni giacituarali dei due flysch eocenici una situazione paleoambientale unitaria, che differisce nei due casi solo per la massa di rocce ofiolitiche che si interpone fra la frazione eocenica e quella cretacea, e per l'entità delle brecce in essi contenute.

Ed è anche lecito supporre che la Formazione di Lanciaia rappresenti una ripresa di sedimentazione, in facies di flysch, della Formazione calcareo-marnosa di Monteverdi M.mo, la cui deposizione era stata interrotta, all'inizio del Terziario, dall'arrivo del Complesso ofiolitifero inferiore.

Il corrugamento nell'area di sedimentazione dei terreni di Facies Ligure: modalità e definizione cronologica

E' possibile identificare nella Formazione di Lanciaia le caratteristiche sedimentarie di alcune particolari facies di flysch, segnalate da diversi Autori soprattutto in formazioni cretaceo-eoceniche, ma talvolta anche di età diversa, delle Alpi (falde ultraelvetiche), dei Pirenei e dell'Appennino. Queste facies sono generalmente messe in relazione a movimenti tettonici pre-parossismali di forte intensità, siano essi il sollevamento di «rughe» nelle geosinclinali, o veri e propri movimenti di falde (J. TERCIER [1948]; L. OGNIBEN [1963]; [1969] con bibliografia ecc.).

Nel caso in esame la Formazione di Lanciaia e le masse ofiolitiche isolate, che più ad Est appaiono intercalate tra i flysch cretacei e quelli eocenici, sono da collegarsi con la messa in posto del Complesso ofiolitifero inferiore, che, per la sua giacitura, dimensioni e unitarietà, sembra possa ben rientrare nel concetto di falda, piuttosto che di un insieme di singoli ed isolati blocchi esotici (olistostromi ed olistoliti), quali si ritrovano in posizione più esterna.

Le condizioni giaciturali di questo complesso ed i caratteri strutturali dei flysch sotto e soprastanti ci possono dare altri utili ragguagli sulle modalità delle deformazioni nell'ambito di questa parte del dominio ligure. Senza entrare nei dettagli, prenderemo in considerazione i punti più salienti (R. MAZZANTI [1966]; A. LAZZAROTTO [1967]).

1) Il Flysch di Monteverdi M.mo è in generale intensamente e minutamente corrugato: il suo assetto strutturale più caratteristico è rappresentato da una fitta serie di sinclinali rovesciate ed embricate, mentre le anticlinali sono spesso del tutto assenti o fortemente laminate.

2) Il Complesso ofiolitifero inferiore poggia in discordanza su queste strutture: il suo grado di tettonizzazione è anche più spinto del sottostante Flysch, ma con strutture di diverso tipo, tra le quali è caratteristico uno stato di scompaginazione che va chiaramente aumentando da occidente ad oriente.

3) La Formazione di Lanciaia appare nell'insieme molto meno tettonizzata rispetto ai due complessi precedenti e con motivi plicativi nell'insieme piuttosto blandi.

Pur non volendo generalizzare troppo sulle deduzioni che si possono trarre dalle considerazioni di cui sopra, appare tuttavia evidente che prima che si sedimentasse la Formazione di Lanciaia, il Dominio ligure fu interessato da una fase tettogenetica di forte intensità, con corrugamento e sovrascorrimento di unità strutturali diverse.

Se si tiene conto che una tettogenesi analoga e cronologicamente corrispondente a quella ora illustrata, è stata messa in evidenza anche nell'Appennino ligure (vedere Struttura del Bracco in: P. ELTER & G. RAGGI [1965a]; [1965b]; G. ELTER et Al. [1966]; F. A. DECANDIA & P. ELTER [1972]), si può ben dire che a tali movimenti tettonici, che interessarono la fascia interna del Dominio ligure fra il Cretaceo e l'Eocene, sono da riferirsi, almeno in gran parte, gli attuali rapporti fra le unità liguri. Senza dubbio tali movimenti segnano l'inizio del corrugamento appenninico almeno per quanto riguarda la zona interna della geosinclinale ([3]). La vergenza di tali movimenti, ipotizzata nella struttura del Bracco da W verso E, è tale e ben documentabile anche nella Toscana Meridionale, proprio sulla base delle caratteristiche giaciturali del complesso ofio-

([3]) Tale asserzione deve essere interpretata nel senso che le unità corrugate, cui ci riferiamo, fanno attualmente parte dell'edificio strutturale appenninico. Essa non contrasta con le recenti teorie geodinamiche, espresse da più Autori, che identificano, in questo episodio di corrugamento, una delle più importanti fasi dell'orogenesi delle Alpi.

litifero inferiore, come già messo in evidenza nei capitoli precedenti (fig. 4).

* * *

Resta ora da precisare l'età, o meglio i limiti di età, di questa fase tettonica, almeno sulla base dei dati ricavati dallo studio delle Liguridi nella Toscana Meridionale.

I primi indizi dei movimenti sopraindicati si riscontrano nel Cretaceo e sono documentati dalla presenza di masse ofiolitiche all'interno dei flysch cretacei, accompagnate o meno da cortei di brecce ofiolitiche (E. GIANNINI [1962]; V. BORTOLOTTI [1962]; V. BORTOLOTTI & L. LAZZERI [1964] ecc.)([4]).

Questi materiali esotici, intercalati ai normali sedimenti in facies di flysch, sono interpretati dalla maggior parte degli Autori come olistoliti ed olistostromi, cioè come materiali staccatisi per frane sottomarine da aree sollevate e depositatisi nei bacini di sedimentazione dei flysch stessi.

Alle soglie del Terziario (Paleocene inferiore) la tettogenesi delle Liguridi interne raggiunge la massima intensità: la sedimentazione del Flysch calcareo-marnoso di Monteverdi M.mo si interrompe ed il Flysch stesso subisce un corrugamento; su di esso si verifica il sovrascorrimento del Complesso ofiolitifero. Più all'esterno continua la sedimentazione in facies di flysch, ed il fenomeno si avverte solo per l'arrivo di masse disarticolate, in prevalenza di rocce verdi, accompagnate da brecce sedimentarie. I movimenti si attenuano nel corso del Paleocene superiore, quando riprende anche nella zona interna la sedimentazione in facies di flysch. In questo periodo fra questa zona e quella più esterna si notano le seguenti differenze (fig. 4):

([4]) Un esempio tipico al riguardo è rappresentato dalla successione dei sedimenti di facies ligure che compaiono presso Montaione, fra i fiumi Era ed Elsa, affluenti di sinistra dell'Arno. Detta successione è stata oggetto di diverse e contrastanti interpretazioni (R. MAZZANTI [1961]; V. BORTOLOTTI & L. LAZZERI [1964]; A. CERRINA FERONI et Al. [1968]) sulla validità delle quali non siamo in grado di fornire un nostro personale giudizio. Quello che ci sembra importante sottolineare è che nelle due più recenti interpretazioni viene affermata la presenta di una fase tettonica precoce nei bacini di sedimentazione di Complessi liguri, che può essere localizzata fra il Neocomiano e i primi piani del Cretaceo superiore.

1) nella zona interna (Formazione di Lanciaia) si ha all'inizio una sedimentazione detritica grossolana, caratterizzata dalla presenza di brecce sedimentarie ed arenarie ofiolitifere gradate, con intercalazioni sporadiche di piccole masse di ofioliti e di altri materiali esotici; questo tipo di sedimentazione evolve nella parte alta (Eocene inferiore-medio) in un deposito più fine, calcareo-marnoso, con intercalazioni sempre più rare di materiali grossolani (A. LAZZAROTTO & R. MAZZANTI [1966]).

2) Nella zona più esterna si deposita un flysch calcareo marnoso (Formazione di M. Morello) con rari episodi di sedimentazione clastica più grossolana.

E' evidente che mentre nella zona interna la sedimentazione del Flysch di Monteverdi M.mo viene interrotta completamente dall'arrivo della coltre ofiolitifera e riprende solamente nel Paleocene superiore, più all'esterno la serie cretaceo-paleocenica è nell'insieme continua, malgrado i locali episodi di frane sottomarine (olistostromi e olistoliti).

* * *

L'età più giovane dei flysch terziari affioranti nella Toscana a Sud dell'Arno è riferibile all'Eocene medio. Sopra di essi poggia tettonicamente il complesso ofiolitifero superiore; segue quindi una lunga lacuna di sedimentazione che dura fino al Langhiano, età più antica delle placche semialloctone trasgressive sulle unità liguri (E. GIANNINI et Al. [1971]).

Quest'ultima situazione trova una logica spiegazione nella seguente successione di eventi:

1) Eocene medio: sovrascorrimento sui flysch eocenici del Complesso superiore delle argille con calcari palombini (fig. 4);

2) Eocene superiore - Aquitaniano: emersione ad occidente di un'ampia fascia dell'area occupata dalle unità liguri;

3 Langhiano - Tortoniano: trasgressione marina e deposizione sulle unità liguri corrugate del complesso miocenico dei terreni semialloctoni.

Il quadro sopra delineato non è esclusivo della Toscana meridionale, ma presenta forti analogie con situazioni riscontrate in gran parte nell'Appennino settentrionale. Come è stato messo in eviden-

za in diversi lavori recenti (vedere citazioni biblografiche), anche nell'Appennino tosco-ligure-emiliano, la fine delle fasi di corrugamento nell'ambito del dominio ligure è assegnata ad un'età non più recente dell'Eocene medio, proprio sulla base dell'età inferiore e della giacitura dei complessi semialloctoni (Serie di Ranzano, ecc.).

BIBLIOGRAFIA

ABBATE E., BORTOLOTTI V. (1961) - Tentativo di interpretazione dei livelli di «Argille scagliose» intercalati nella parte alta del macigno lungo l'allineamento del M. Prado-Chianti (Appennino settentrionale) mediante colate sottomarine. *Boll. Soc. Geol. It.*, **80** (2), 335-342.

ABBATE E., BORTOLOTTI V., MAXWELL J. C., MERLA C., PASSERINI P., SAGRI M., SESTINI G. (1970) - Development of the Northern Apennines Geosyncline. *Sedim. Geol.*, **4** (3/4) Special Issue.

BADOUX H. (1967) - De quelques phénomènes sédimentaires et gravifiques liées aux orogenèses. *Ecl. Geol. Helv.*, **60** (2), 399-406.

BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI E., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R., TONGIORGI M. (1967 - Nuove osservazioni sul problema della Falda toscana e sulla intepretazione dei Flysch arenacei tipo «Macigno» dell'Appennino settentrionale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **6** (2), 213-244.

BOCCALETTI M., SAGRI M. (1965) - Strutture caotiche dell'Appennino. 1) Età, assetto e giacitura del complesso argilloso calcareo affiorante nella parte occidentale del F° 129 «S. Fiora». *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (4), (1964), 461-524.

BOCCALETTI M., GUAZZONE G. (1970) - La migrazione terziaria dei bacini toscani e la rotazione dell'Appennino Settentrionale in una «zona di torsione» per deriva continentale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **9** (2), 177-196.

BORTOLOTTI V. (1962a) - Contributo alla conoscenza della stratigrafia della serie Pietraforte-Alberese. *Boll. Soc. Geol. It.*, **81** (2), 225-314.

BORTOLOTTI V. (1962b) - Stratigrafia e tettonica dei terreni alloctoni (Ofioliti e Alberese) nei dintorni di Pieve S. Stefano (Arezzo). *Boll. Soc. Geol. It.*, **81** (3), 257-306.

BORTOLOTTI V. (1965) - Nota illustrativa alla carta della distribuzione geografica della formazione di Monte Morello (Alberese). *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (4), (1964), 155-190.

BORTOLOTTI V., LAZZERI L. (1964) - Sulla giacitura delle rocce della serie ofiolitica nelle zone di Gambassi e dell'Impruneta (Firenze), *Boll. Serv. Geol., d'It.*, **85**, 11-22.

BRANDI G. P., SQUARCI P., TAFFI L. (1966) - Contributo alla conoscenza delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. Il flysch terziario (formazione dell'Alberese) di Campiglia Marittima (prov. di Livorno). *Boll. Soc. Geol. It.*, **85** (3/4), 591-605.

BRANDI G. P., DALLAN L., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., SQUARCI P., TAFFI L., TREVISAN L. (1968) - Note illustrative della Carta geologica d'Italia (scala 1:100.000). F° 119 Massa Marittima.

CALAMAI A., CATALDI R., SQUARCI P., TAFFI L. (1970) - Geology, Geophysics and Hydrogeology of the Monte Amiata Geothermal Field. *Geothermics*, **1** (Special Issue).

CERRINA FERONI A., DECANDIA F. A., MAZZANTI R. (1968) - Stratigrafia delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. 5 - Nuove osservazioni sul Flysch di Montaione (Castelfiorentino). *Boll. Soc. Geol. It.*, **87** (3), 523-531.

CERRINA FERONI A., MAZZANTI R. (1967) - Stratigrafia delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. 4 - La formazione di Lanciaia nella zona di Querceto, Micciano, Libbiano e Fattoria di Monterufoli in Val di Cècina. *Boll. Soc. Geol. It.*, **86** (4), 473-486.

CERRINA FERONI A., MAZZANTI R. (1966) - Geologia della parte meridionale dei Monti Livornesi in Toscana. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, **73** (2), 412-468.

DALLAN L., GIANNINI E., SQUARCI P., TAFFI L. (1968) - Calcare a Calpionelle Ligure. In: Studi illustrativi della Carta Geologica d'Italia. Formazioni geologiche. *Serv. Geol. It.*, **1**, 131-144.

DALLAN L., RAGGI G., SQUARCI P., TAFFI L., TREVISAN L. (1969) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia: F° 112 - Volterra. *Serv. Geol. d'It.*.

DECANDIA F. A., ELTER P. (1972) - La «zona» ofiolitifera del Bracco nel settore compreso fra Levanto e la Val Gravegna (Appennino Ligure). *Prestampa 66° Congr. Soc. Geol. It.*, 37-64.

ELTER G., ELTER P., STURANI C., WEIDEMANN M. (1966) - Sur la prolongation du domaine de l'Apennin dans le Monferrat et les Alpes et sur l'origine de la Nappe de la Simme s.l. des Préalpes romandes et chablaisiennes. *Arch. Soc. Phys. Nat., Genève*, **19** (3), 279-377.

ELTER G., SCHWAB (1959) - Nota illustrativa della Carta Geologica all'1:50.000 della Regione Carro - Zeri - Pontremoli. *Boll. Soc. Geol. It.*, **78** (2), 157-187.

FAZZINI P., GELMINI R., MANTOVANI M. P., PELLEGRINI M. (1972) - Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale; province di Viterbo e Roma). *Mem. Soc. Geol. It.*, **11** (1), 65-144.

FEUILLÉE (1972) - Y a-t il des flysch pyrénéens? *Bull. Soc. Géol. de France*, 7e sér., **12** (4), (1970), 603-611.

GIANNELLI L., LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. (1965) - Stratigrafia delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. 2 - Studio geologico e micropaleontologico di una sezione fra Sassetta e Monteverdi Marittimo (F° 119 - Massa Marittima). *Boll. Soc. Geol. It.*, **84** (3), 1-54.

GIANNINI E. (1962) - Geologia del bacino della Fine (province di Pisa e Livorno). *Boll. Soc. Geol. It.*, **81** (2), 99-224.

GIANNINI E., LAZZAROTTO A., SIGNORINI R. (1971) - Lineamenti di Geologia della Toscana meridionale. In: «La Toscana Meridionale» Fondamenti geologico-minerari per una prospettiva di valorizzazione delle risorse naturali. *Rend. S.I.M.P.*, **27** (fasc. spec.), 33-168.

LAMARE P. (1936) - Les formations détritiques crétacées du Massif de Mendibelza. *Bull. Soc. Géol. de France*, 5e sér., **16**, 265-312.

LAZZAROTTO A. (1966) - Studio di una microfauna paleocenica nella formazione di Lanciaia (Pomarance, Toscana Marittima). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, Ser. A, **73** (2), 376-413.

LAZZAROTTO A. (1967) - Geologia delal zona compresa fra l'alta Valle del Fiume Cor-

nia ed il Torrente Pavone (Prov. di Pisa e Grosseto). *Mem. Soc. Geol. It.*, **6** (2), 151-197.

LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. (1964) - Stratigrafia delle formazioni alloctone della Toscana Marittima. 1 - Studio geologico e micropaleontologico di tre sezioni fra le valli di Milia e di Cornia (F° 119, tavoletta di Frassine). *Boll. Soc. Geol. It.*, **83** (2), 125-156.

LAZZAROTTO A., MAZZANTI R. (1966) - Studio geologico e micropaleontologico di una sezione tra Castelnuovo in Val di Cecina e Monte Gabbri (Prov. di Pisa). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Ser. A, **73** (2), 330-375.

MAZZANTI R. (1961) - Geologia della zona di Montaione fra le Valli dell'Era e dell'Elsa (Toscana). *Boll. Soc. Geol. It.*, **80** (2), 37-126.

MAZZANTI R. (1966a) - Geologia della zona di Monteverdi Marittimo - Canneto (in provincia di Pisa). *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, **73** (2), 469-490.

MAZZANTI R. (1966b) - Geologia della zona di Pomarance-Larderello (prov. di Pisa). *Mem. Soc. Geol. It.*, **5** (2), 105-138.

MAZZANTI R., SQUARCI P., TAFFI L. (1963) - Geologia della zona di Montecatini Val di Cecina in provincia di Pisa. *Boll. Soc. Geol. It.*, **82** (2), 1-68.

OGNIBEN L. (1963) - Le formazioni tipo Wildflysch delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale). *Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. di Padova*, **24** (estratto), 60 pp..

OGNIBEN L. (1969) - Schema introduttivo alla geologia del confine calabro-lucano. *Mem. Soc. Geol. It.*, **8** (4), 453-763.

PAREA G. C. (1965) - Evoluzione della parte settentrionale della Geosinclinale appenninica dall'Albiano all'Eocene superiore. *Mem. Acc. Naz. Sc. Lett., Arti di Modena*, Ser. 6, **7** (estratto), 97 pp..

SAGRI M. (1969) - La formazione dell'Antola nel versante tirrenico dell'Appennino settentrionale e nella Toscana a sud dell'Arno. *Mem. Soc. Geol. It.*, **8** (4), 797-833.

SIGNORINI R. (1964) - Sguardo d'insieme alla geologia della Toscana a Sud dell'Arno. *Mem. Soc. Geol. It.*, **4** (1), (1962), 413-431.

SIGNORINI R., CENTAMORE E., CONATO V. (1963) - La formazione di Lanciaia nella Val di Cecina. *Boll. Serv. Geol. d'It.*, **84**, 83-100.

SQUARCI P., TAFFI L. (1963) - Geologia della zona di Chianni-Laiatico-Orciatico (Prov. di Pisa). *Boll. Soc. Geol. It.*, **82** (2), 219-290.

TERCIER J. (1948) - Le flysch dans la sédimentation alpine. *Ecl. Geol. Helv.*, **40** (2), 173-198.

(*ms. pres. il 17 novembre 1972; ult. bozze il 9 marzo 1973*)