

A. LAZZAROTTO (*), F. MARTELLINI (*), R. MAZZANTI (**),
R. MAZZEI (*), F. SANDRELLI (*)

LA FORMAZIONE DI LANCIAIA NELLE AREE A SUD DI MICCIANO E A NORD DI MONTECERBOLI (PROVINCIA DI PISA) (***)

Riassunto - Lo studio geologico di dettaglio dell'area a Sud di Micciano e di quella a Nord di Montecerboli (svolto nell'ambito della realizzazione della nuova cartografia nazionale alla scala 1:50.000) ha consentito di riconoscere nella Formazione di Lanciaia tre unità litostratigrafiche. Oltre che fornire una descrizione litologica di queste unità ed evidenziarne i reciproci rapporti, si è proceduto al loro inquadramento in un contesto biostratigrafico sulla base dei nannofossili calcarei. Le sezioni considerate a questo scopo (di Botro Botticella, M. Alto e F.^{so} Radicagnoli) sono così risultate di pertinenza dell'intervallo Zona CP10 (porzione superiore) - Zona CP11 e quindi, in termini cronostatigrafici, della parte superiore dell'Ypresiano (Eocene inferiore). L'analisi dello spessore dell'unità basale *pe* e dei clasti che la compongono (area a Sud di Micciano) consente di ipotizzare che una porzione del bacino eocenico fosse «relativamente vicina» ad aree emerse e che avesse un fondo molto accidentato le cui depressioni venivano rapidamente riempite da materiale grossolano. La presenza di breccie dell'unità *pe* nella parte medio-superiore della formazione (area a Nord di Montecerboli) indica che una porzione del bacino eocenico era interessata da intensa attività tettonica ed era prossima alle fonti di alimentazione.

Parole chiave - Stratigrafia, nannofossili, Formazione di Lanciaia, Toscana, Eocene.

Abstract - *The Lanciaia Formation south of Micciano and north of Montecerboli (Pisa)*. Detailed geological studies of the areas S of Micciano and N of Montecerboli (realized in the context of the new national map project, on a 1:50.000 scale) allowed the recognition of three lithostratigraphic units in the Lanciaia Formation. The lithostratigraphic units and

their relationships are described. Based on the analysis of calcareous nannofossils, the units are then placed their biostratigraphic context. Nanofossils analyses allow the sections of Botro Botticella, M. Alto and F.^{so} Radicagnoli to be referred to the CP10 Zone (upper part) - CP11 Zone interval and therefore, in chronostratigraphic terms, to the upper part of the Ypresian (Lower Eocene). An analysis of the thickness of the basal unit *pe* and of its clasts (area S of Micciano) suggests that part of the Eocene basin was relatively close to emerged areas. This portion area was characterized an extremely irregular floor, with depressions rapidly filled by coarse material. The presence of breccia from the *pe* unit in the upper-middle portion of the formation (area N of Montecerboli) indicates that part of the Eocene basin was affected by intense tectonic activity and was near to «feeder» areas.

Key words - Stratigraphy, Nanofossils, Lanciaia Formation, Tuscany, Eocene.

INTRODUZIONE

La Formazione di Lanciaia, presente in varie aree della Toscana meridionale (Fig. 1) al di sopra di spessori potenti di ofioliti, è stata, fin dalla sua istituzione (Signorini, 1963), oggetto di studio per l'importanza che riveste ai fini di un riferimento cronologico delle deformazioni tettoniche che hanno interessato il Dominio Ligure all'inizio del Terziario (Val di Fine-Castellina M.^{ma}: Cerrina Feroni *et al.*, 1973; Maccantelli e Mazzei, 1994; Montecatini V.C.: Maccantelli e Mazzei, 1994;

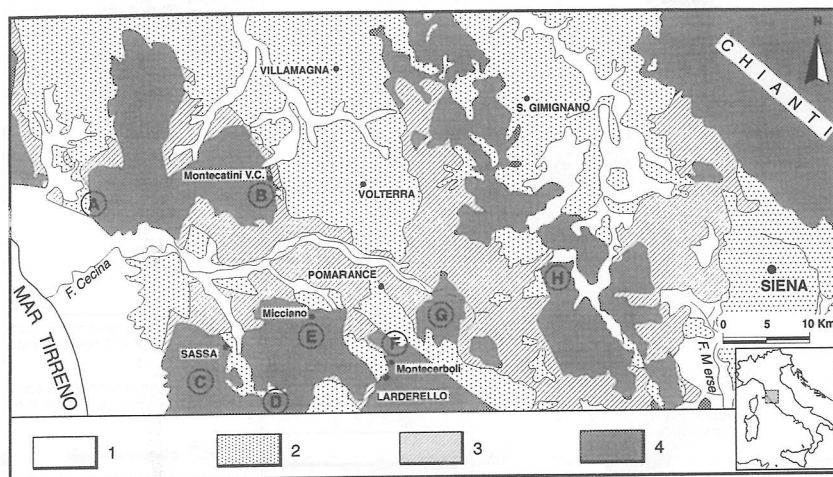


Fig. 1 - Aree di affioramento della Formazione di Lanciaia nella Toscana meridionale: A) Val di Fine - Castellina M.^{ma}; B) Montecatini Val di Cecina; C) Monti della Gherardesca; D) Canneto - Monteverdi M.^{mo}; E) Micciano - Libbiano - Fatt.^a Monterufoli; F) F.^{so} Radicagnoli (tra Pomarance e Montecerboli); G) Lanciaia; H) Querceto - Collalto. Legenda: 1 - depositi del Quaternario; 2 - depositi del Pliocene; 3 - depositi del Tortoniano superiore - Messiniano; 4 - substrato pre-Tortoniano superiore.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Siena.

(**) Centro di studio per la Geologia strutturale e dinamica dell'Appennino, C.N.R. - Pisa.

(***) Lavoro eseguito con il contributo: C.N.R. 9500354 - Tit. A. Lazzarotto, M.U.R.S.T. 60% Tit. R. Mazzei, M.U.R.S.T. 60% Tit. F. Sandrelli.

Monti della Gherardesca: Costantini *et al.*, 1995; Canneto-Monteverdi M.^{mo}: Mazzanti, 1966a; Costantini *et al.*, 1995; Micciano-Libbiano-Fatt.^a Monterufoli: Signorini *et al.*, 1964; Cerrina Feroni e Mazzanti, 1967; Montecerboli - Pomarance: Signorini, 1963; Signorini *et al.* 1964; Lazzarotto, 1966; Lazzarotto e Mazzanti, 1967; Mazzanti, 1966b; Lanciaia: Signorini, 1963; Signorini *et al.*, 1964; Lazzarotto e Mazzanti, 1978; Marino e Monechi, 1994; Querceto-Collalto: Signorini, 1963; Signorini *et al.*, 1964; Lazzarotto e Mazzanti, 1978). La realizzazione della nuova cartografia alla scala 1:50.000 ha offerto l'opportunità di riesaminare questa unità nell'area a Sud di Micciano e in quella a Nord di Montecerboli (Figg. 2, 3) per giungere ad una sua più precisa definizione dal punto di vista stratigrafico. La prima area è stata in passato oggetto di ricerca stratigrafica da parte di Cerrina Feroni e Mazzanti (1967); tali Autori definiscono la Formazione di Lanciaia come un «wildflysch alloctono del Paleocene medio-Eocene inf.

poggiante sul complesso, pure alloctono, delle ofioliti e delle argille con calcari palombini». Analogamente a Mazzanti (1966b) suddividono l'unità in tre membri, semplificando la precedente suddivisione effettuata da Signorini *et al.* (1964): «pe - Breccie sedimentarie costituite in gran parte da elementi ofiolitici (corrispondenti ai membri A e D di R. Signorini); pe₁ - Arenarie calcari-feri, calcari marnosi, marne e siltiti (corrispondenti ai membri B, C ed F di R. Signorini); pe₂ - Siltiti varicolori con banchi di breccie e conglomerati ad elementi prevalentemente ofiolitici (corrispondenti al membro E di R. Signorini)». La seconda area rientra invece in quella più vasta di Pomarance-Larderello rilevata da Mazzanti (1966b). La Formazione di Lanciaia di questa zona è stata esaminata da Lazzarotto (1966) e da Lazzarotto e Mazzanti (1967); gli Autori, sulla base dello studio dei foraminiferi, attribuiscono la parte medio-basale dell'unità all'intervallo Paleocene medio-superiore - Eocene inferiore.

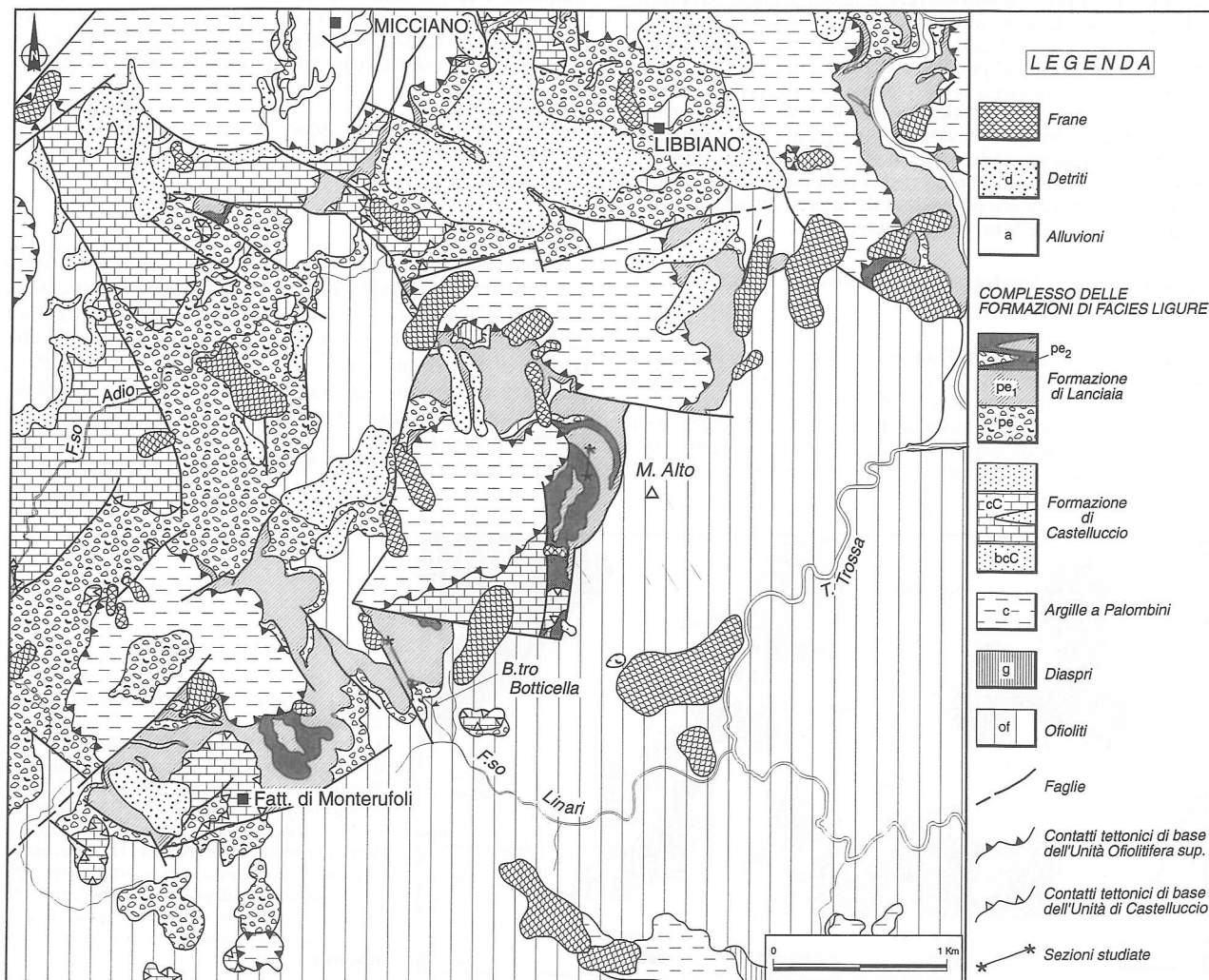


Fig. 2 - Schema geologico dell'area di Micciano - Libbiano - Fatt.^a di Monterufoli (da rilevamenti inediti di F. Martellini e F. Sandrelli svolti nell'ambito della nuova cartografia geologica nazionale, scala 1:50.000, Foglio Pomarance). A integrazione della legenda: of - Serpentinite, Gabbro, Basalto; g - Diaspri; c - Argille a palombini; cC - Flysch arenaceo-marnoso di Castelluccio e breccie con elementi ofiolitici, calcarei e diaspri (bcC); Formazione di Lanciaia: pe₁ - arenarie, siltiti, marne; pe₂ - argilliti e siltiti varicolori con banchi di breccie ofiolitiche pe; a - alluvioni antiche e recenti; d - detriti.

CENNI GEOLOGICI

Della prima area considerata in questa nota, quella di Micciano, è stato effettuato un rilevamento geologico alla scala 1:10.000; da tale rilevamento, riportato in forma schematica in Figura 2, è possibile evidenziare la presenza di tre complessi strutturali costituiti, a partire da quello geometricamente più alto, da:

- Unità ofiolitifera superiore
- Unità di Castelluccio
- Unità di Monteverdi M.^{mo} - Lanciaia

L'Unità di Monteverdi M.^{mo} - Lanciaia è qui rappresentata solo dal Complesso Ofiolitifero, costituito da grandi masse di rocce ofiolitiche con associati Diaspri, Calcari a Calpionelle e Argille a palombini¹, al di sopra del quale giace in discordanza la Formazione di Lanciaia. La sottostante Formazione calcareo-marnosa di Monteverdi M.^{mo} non è affiorante ma compare in aree limitrofe.

L'Unità di Castelluccio è costituita dal flysch arenaceo-marnoso omonimo che presenta, alla base e intercalati, banchi di breccie ad elementi ofiolitici, calcarei e diasprini e che è accompagnato da masse di ofioliti, diaspri e calcari.

L'Unità ofiolitifera superiore è composta dalla successione Serpentiniti, Gabbri e Basalti (del Giurassico medio-superiore) e dalla sua copertura sedimentaria di Diaspri, Calcari a Calpionelle e Argille a palombini (del Giurassico superiore - Cretaceo inferiore).

Anche l'area a Nord di Montecerboli è stata oggetto di un rilevamento geologico di dettaglio. Di questo sono state rappresentate in Figura 3 solo le unità dei tre complessi strutturali del Dominio ligure evidenziate per l'area di Micciano; sono state riportate inoltre sotto un unico simbolo le unità mio-plioceniche del Complesso Neautoctono soprastante.

Per quanto riguarda i rapporti strutturali dei complessi di Dominio ligure e la caratterizzazione delle unità litostratigrafiche che li compongono si rimanda a quanto recentemente discusso in Costantini *et al.* (1991, 1995) per zone limitrofe. Relativamente alla Formazione di Lanciaia, oggetto specifico di questo lavoro, vengono invece evidenziati i caratteri litostratigrafici delle tre unità in essa riconoscibili. Queste, indicate in analogia con Mazzanti (1966b) con le sigle *pe*, *pe₁* e *pe₂*, affiorano in entrambe le aree, localmente con buone esposizioni, in successioni che di norma dal basso presentano lo stesso ordine (*pe*, *pe₁*, *pe₂*). Per l'area a Sud di Micciano si è fatto riferimento a due sezioni ubicate rispettivamente nel Botro Botticella (a NE di Monterufoli) e nella zona immediatamente a Nord di M. Alto (Figg. 4, 5); per quella a Nord di Montecerboli (Fig. 6) si è considerato l'unico affioramento significativo dell'unità, localizzato lungo il F.^{so} Radicagnoli e descritto da Lazzarotto e Mazzanti (1967). Da precisare che nella sezione di Botro Botticella e in quella di F.^{so} Radicagnoli è ben esposta

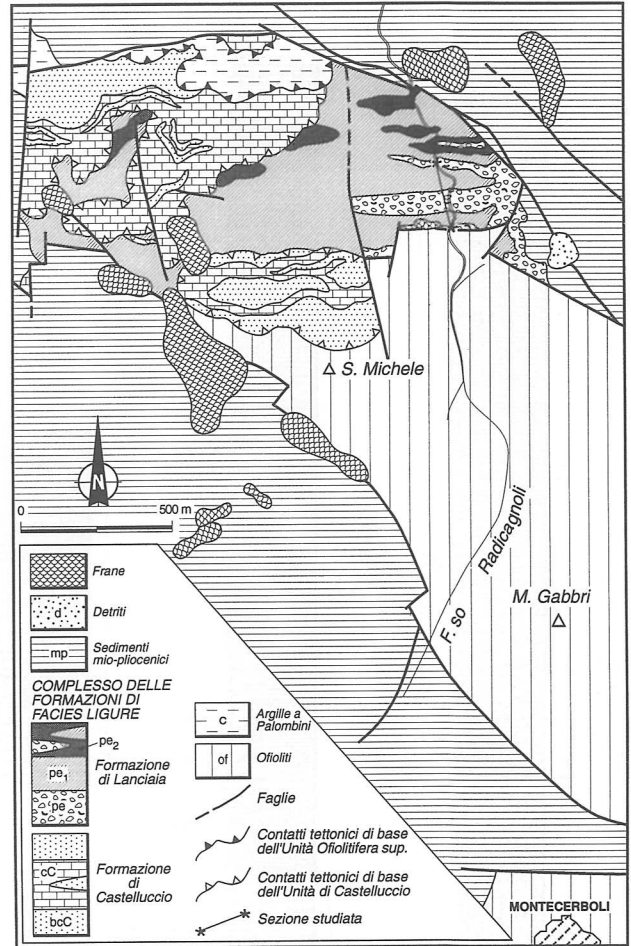


Fig. 3 - Schema geologico dell'area a Nord di Montecerboli - F.^{so} Radicagnoli (da rilevamenti inediti di F. Martellini e F. Sandrelli svolti nell'ambito della nuova cartografia geologica nazionale, scala 1:50.000, Foglio Pomarance). A integrazione della legenda: of - Serpentiniti, Gabbro, Basalto; c - Argille a palombini; cC - Flysch arenaceo-marnoso di Castelluccio e breccie con elementi ofiolitici, calcarei e diasprini (bcC); Formazione di Lanciaia: *pe* - breccie con elementi ofiolitici, calcarei e diasprini; *pe₁* - arenarie, siltiti, marne; *pe₂* - argilliti e siltiti varicolori con banchi di breccie ofiolitiche; mp - sedimenti mio-pliocenici; a - alluvioni antiche e recenti; d - detriti.

la porzione medio-inferiore della formazione, nella sezione di M. Alto quella superiore. Dall'analisi della carta geologica delle due aree (Figg. 2, 3) risulta che la breccia basale *pe* può raggiungere anche forti spessori (ad esempio superiori a 100 m presso Libbiano) i quali però si riducono lateralmente fino ad annullarsi; si rileva inoltre che la porzione medio-superiore della formazione può presentarsi più articolata rispetto alla normale successione per la presenza di livelli ridotti di breccia (*pe*) e di ripetizioni tra le unità *pe₁* e *pe₂*.

Caratteri litostratigrafici delle unità *pe*, *pe₁*, *pe₂*:
 - *pe* - È costituita da una breccia poligenica clasto-sostenuta, eterometrica, con elementi provenienti dal complesso ofiolitifero (la componente ofiolitica prevale su quella sedimentaria). Le dimensioni dei clasti,

¹ Nella Valle del Torrente Secolo, area interposta tra quelle riportate nelle figure 2 e 3, la successione Diaspri-Calcari a Calpionelle-Argille a palombini è interessata da pieghe rovesciate a vergenza appenninica che documentano una deformazione assai più intensa di quella riscontrata nella Formazione di Lanciaia.

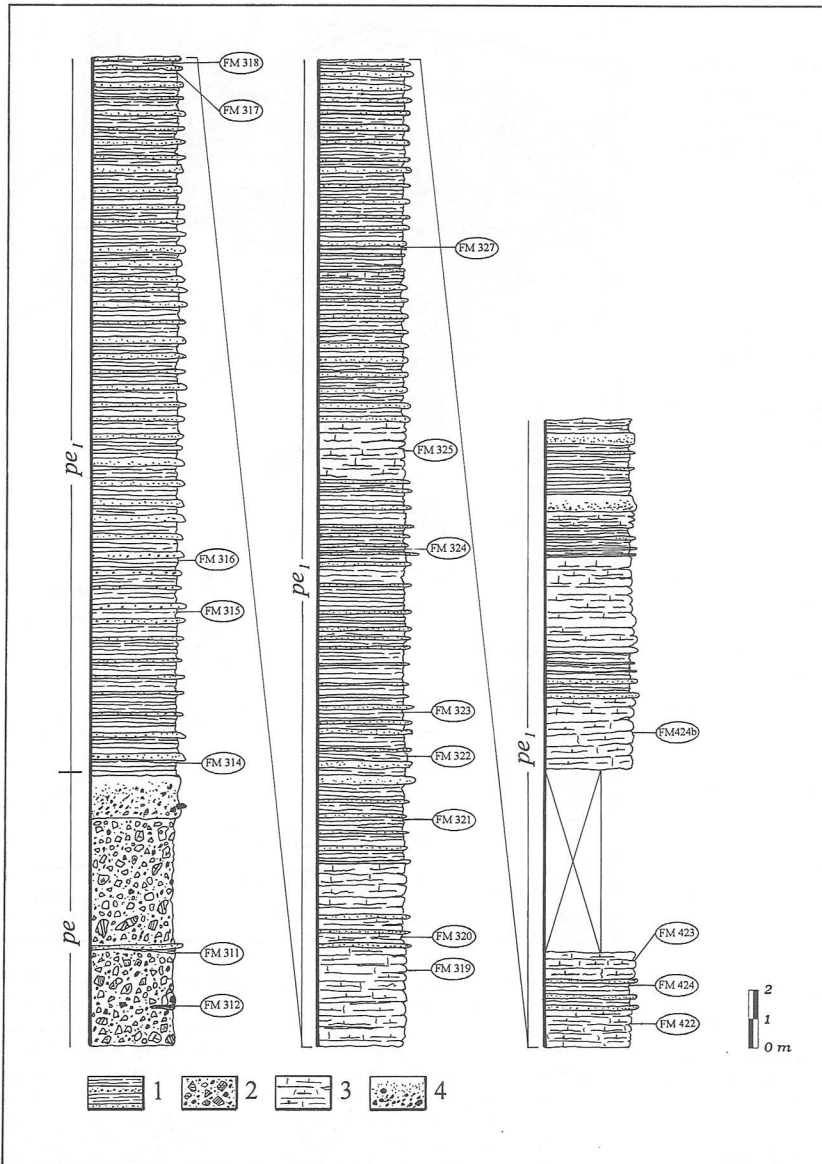


Fig. 4 - Caratterizzazione litostratigrafica della Formazione di Lanciaia nella sezione di Botro Botticella ed ubicazione dei campioni considerati per le analisi micropaleontologiche. Legenda: 1) arenarie medio-fini e siltiti; 2) breccie poligeniche ad elementi ofiolitici, calcarei e diasprini; 3) marne, marne calcaree, calcari marnosi; 4) arenarie ofiolitiche a grana da grossa a molto grossa.

estremamente variabili, vanno da pochi millimetri sino ad una decina di metri; localmente sono presenti «blocchi» di grandi dimensioni (dello spessore massimo di 80 m) di Serpentiniti, Basalti e Gabbri. Gli elementi a spigoli vivi della breccia sono accompagnati da altri (soprattutto calcarei) che mostrano un buon grado di elaborazione (da subarrotondati ad arrotondati) sufficiente per testimoniare una provenienza da aree emerse. La matrice è costituita da una sabbia ofiolitica a granulometria generalmente medio-grossolana.

L'unità è diffusa in particolare a Sud di Micciano dove raggiunge un considerevole spessore (superiore a 100 m) lungo una fascia che si estende dalla zona di Libbiano in direzione SW verso la Fatt.^a di Monterufoli. In questa area la porzione superiore dell'unità è caratterizzata dalla presenza di sporadici sottili livelli di arenite-siltite marnosa dai quali provengono i due

campioni utilizzati per le analisi micropaleontologiche (Fig. 4).

- pe_1 - L'unità è costituita da strati torbiditici in prevalenza dello spessore di 20-30 cm (eccezionalmente > di 1 m) caratterizzati essenzialmente da coppie arenaria-siltite (rapporto A/P < 1).

Le siltiti (spessore prevalente sui 15 cm) sono di colore grigio e si presentano suddivise in lamine di 1-3 mm; localmente divengono marnose, assumono una colorazione mediamente più chiara e mostrano lamine di maggior spessore. Solo nella zona di M. Alto (area a Sud di Micciano) le siltiti sono in gran parte sostituite da argilliti grigie. Le arenarie (spessore più frequente intorno a 10 cm) mostrano generalmente una grana medio-fine e un colore grigio più o meno scuro; spesso sfumano verso l'alto ad arenarie siltose o siltiti laminitiche, talvolta marnose. Subordinatamente le

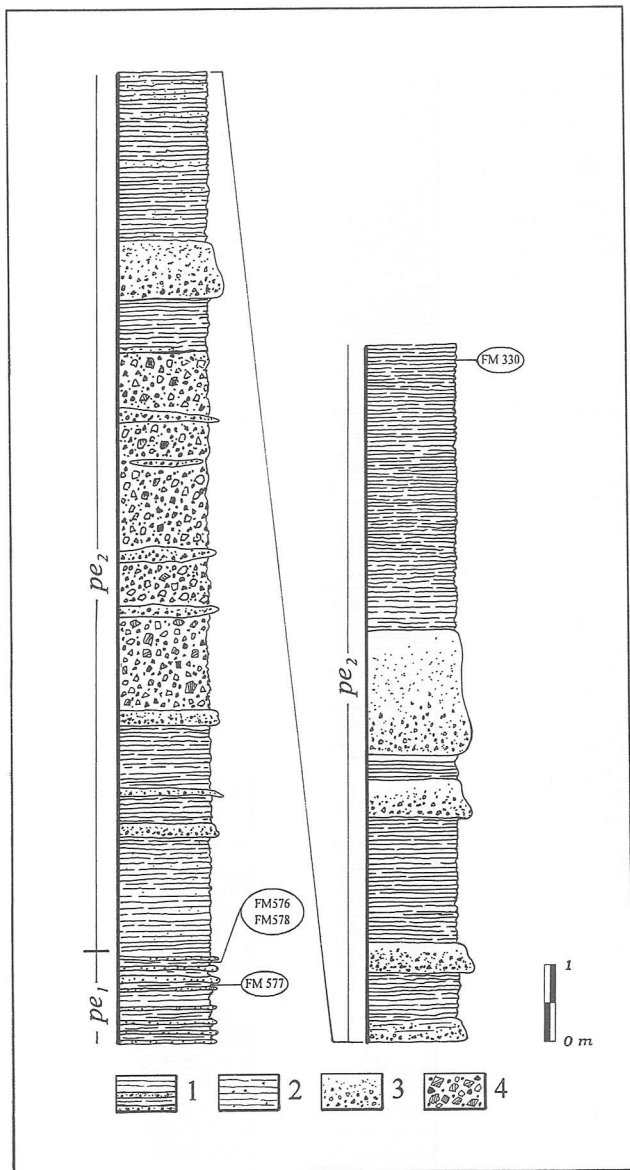


Fig. 5 - Caratterizzazione litostratigrafica della Formazione di Lanciaia nella sezione di Monte Alto ed ubicazione dei campioni considerati per le analisi micropaleontologiche. Legenda: 1) arenarie medio-fini e siltiti; 2) argilliti, argilliti siltose; 3) arenarie ofiolitiche a grana da grossa a molto grossa; 4) breccie ad elementi ofiolitici e diasprini.

arenarie sono a grana più grossolana e a composizione ofiolitica prevalente e possono essere sostituite da ruditi anch'esse ofiolitiche. All'interno di ciascun strato le arenarie sono talvolta caratterizzate da gradazione e da laminazione piano-parallela e convoluta; alla base presentano invece controimpronte molto tenui. Nell'ambito della porzione pelitica si rinvengono anche marne, marne calcaree e calcari marnosi di colore grigio chiaro e dello spessore massimo di 4 - 5 m, che mostrano impronte nastriformi di Fucoidi; localmente sono presenti calcari grigi a grana molto fine in strati di esiguo spessore (max 20 cm).

L'unità pe_1 affiora estesamente nell'area compresa tra Fatt.^a Monterufoli e il Torrente Trossa (a NE di Libbiano) e in quella a Nord di Montecerboli (dove costituisce l'unità maggiormente rappresentata). Negli intervalli pelitici dell'unità sono stati raccolti 30 campioni: 21 nella prima area, 9 nella seconda (Figg. 4, 5, 6).

- pe_2 - È costituita prevalentemente da argilliti e, in subordine, da siltiti. Entrambi i litotipi presentano un colore variabile da rosso-vinato a grigio; le argilliti mostrano una marcata tendenza a suddividersi in piccole scaglie o «aggetti» (*pencil cleavage*) mentre le siltiti hanno nell'insieme un aspetto più compatto e, talvolta, contengono una debole componente arenitica.

Nella massa argillitico-siltosa si intercalano strati di arenarie ofiolitiche, talvolta carbonatiche, e di breccie poligeniche. Le arenarie ofiolitiche presentano generalmente una grana grossolana, mostrano a luoghi un'evidente stratificazione e contengono spesso diffusi elementi di diaspri; hanno uno spessore medio di 30 cm e presentano alla base tenui controimpronte.

Nell'ambito dell'unità pe_2 si rinvengono anche lenti di breccie poligeniche eterometriche con clasti di ofioliti (basalto massiccio e filoniano, gabbro micro- e macrocristallino, serpentinite) e, subordinatamente, di diaspri, argilliti e siltiti rosso-vinate, di dimensioni variabili da 1 - 2 cm fino a 20 cm.

L'unità è stata campionata solo nell'area a Sud di Micciano (Fig. 5).

ANALISI MICROPALAEONTOLOGICHE

I campioni provenienti dall'unità pe della sezione di Botro Botticella (FM 311, 312) sono risultati privi di nannofossili calcarei. Quelli invece prelevati nell'unità pe_1 (FM 314 - 325, 327, 422, 424, 423, 424 bis, 328) hanno fornito associazioni relativamente diversificate ma ricche dal punto di vista quantitativo (fig. 7). Tra le forme più abbondanti sono da ricordare: *Coccolithus pelagicus*, *Ericsonia cava*, *E. formosa*, *Sphenolithus moriformis*, *S. radians*, *Tribrachiatum orthostylus* (solo nel tratto inferiore della sezione) e *Zygrhablithus bijugatus* (solo in quello medio-superiore). In gran parte dei campioni sono presenti, con rari individui, *Discoaster barbadiensis*, *Ellipsolithus macellus*, *Micula decussata*, *Sphenolithus editus* (ad eccezione che nel campione stratigraficamente più basso dove raggiunge una frequenza più consistente), *Toweius? crassus* (presente solo a partire dalla porzione media della sezione) *T.? gammation* e *T.? magnicrassus*; di rinvenimento del tutto raro e più o meno sporadico sono risultati invece *Braarudosphaera bigelowi*, *Chiasmolithus consuetus*, *Discoaster binodosus* (limitatamente alla porzione inferiore della sezione), *D. mirus*, *D. salisburgensis*, *D. spp.*, *Markalius inversus*, *Reticulofenestra dictyoda*, *Thoracosphaera hemii*.

Il grado di conservazione dei taxa è da considerarsi discreto; solo i discoasteridi ne mostrano uno mediocre. È presente una debole componente alloctona costituita in prevalenza da taxa del Paleocene superiore (*Discoaster multiradiatus*, *Heliolithus kleinpellii*, *Sphenolithus anarrhopus*).

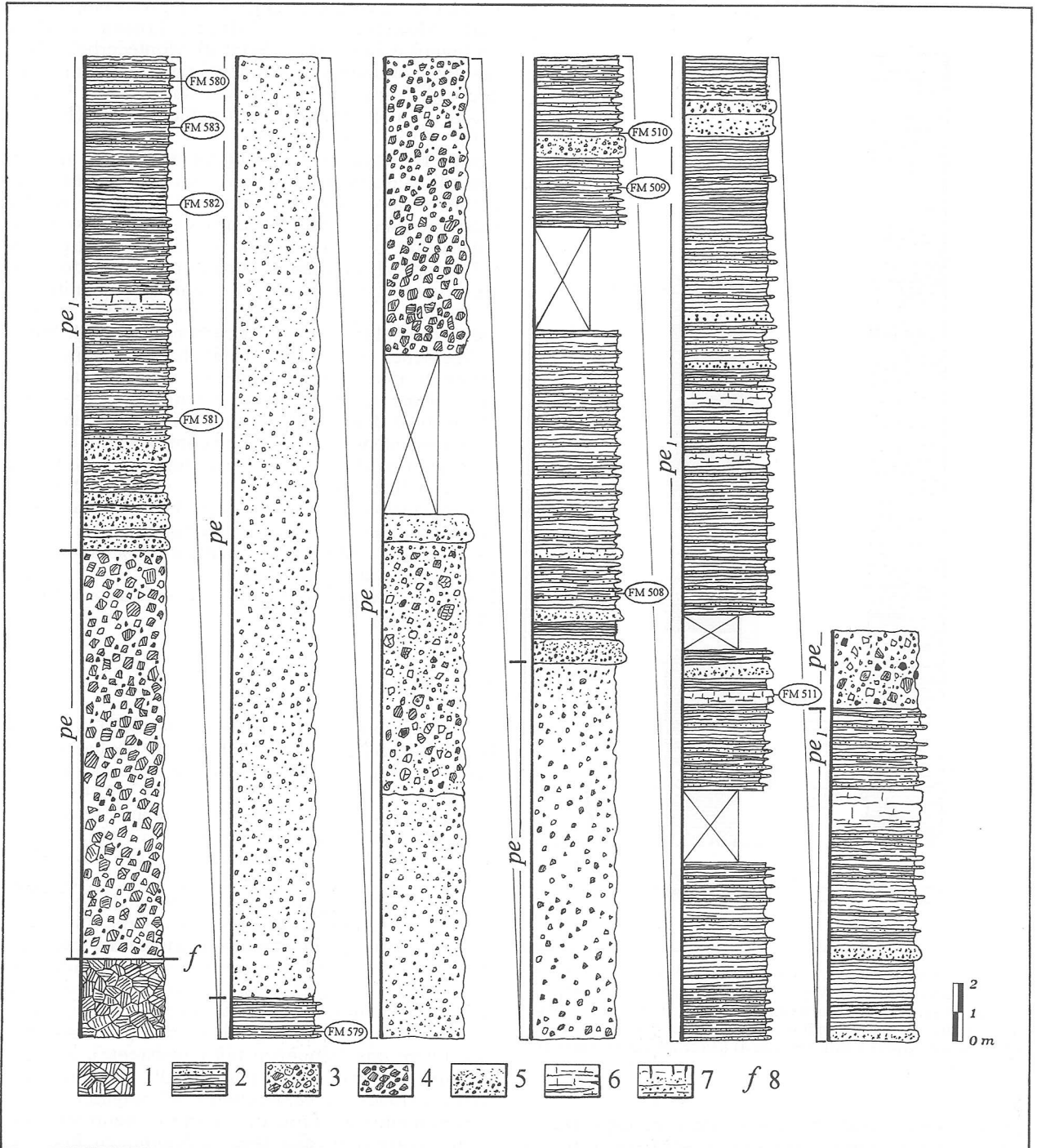


Fig. 6 - Caratterizzazione litostratigrafica della Formazione di Lanciaia nella sezione di F.^{so} Radicagnoli (da Lazzarotto, 1966 e Lazzarotto e Mazzanti, 1967, parzialmente modificata) ed ubicazione dei campioni considerati per le analisi micropaleontologiche. Legenda: 1) serpentini; 2) arenarie medio-fini e siltiti; 3) breccie poligeniche ad elementi ofiolitici, calcarei e diasprini; 4) breccie ofiolitiche; 5) arenarie ofiolitiche a grana da grossa a molto grossa; 6) marne, marne calcaree, calcari marnosi; 7) arenarie calcaree; 8) faglie.

Il contenuto in nannofossili dell'unità pe_1 nella sezione di M. Alto (FM 577, 576, 578; Fig. 8) e in quella di F.^{so} Radicagnoli (FM 581, 582, 583, 580, 579, 508 - 511; Fig. 9) differisce sostanzialmente da quello

descritto per il Botro Botticella per la scarsità o assenza di *Tribrachiatus orthostylus* (presente solo con pochissimi individui mal conservati) e per la presenza costante di *Toweius? crassus*; nell'ambito

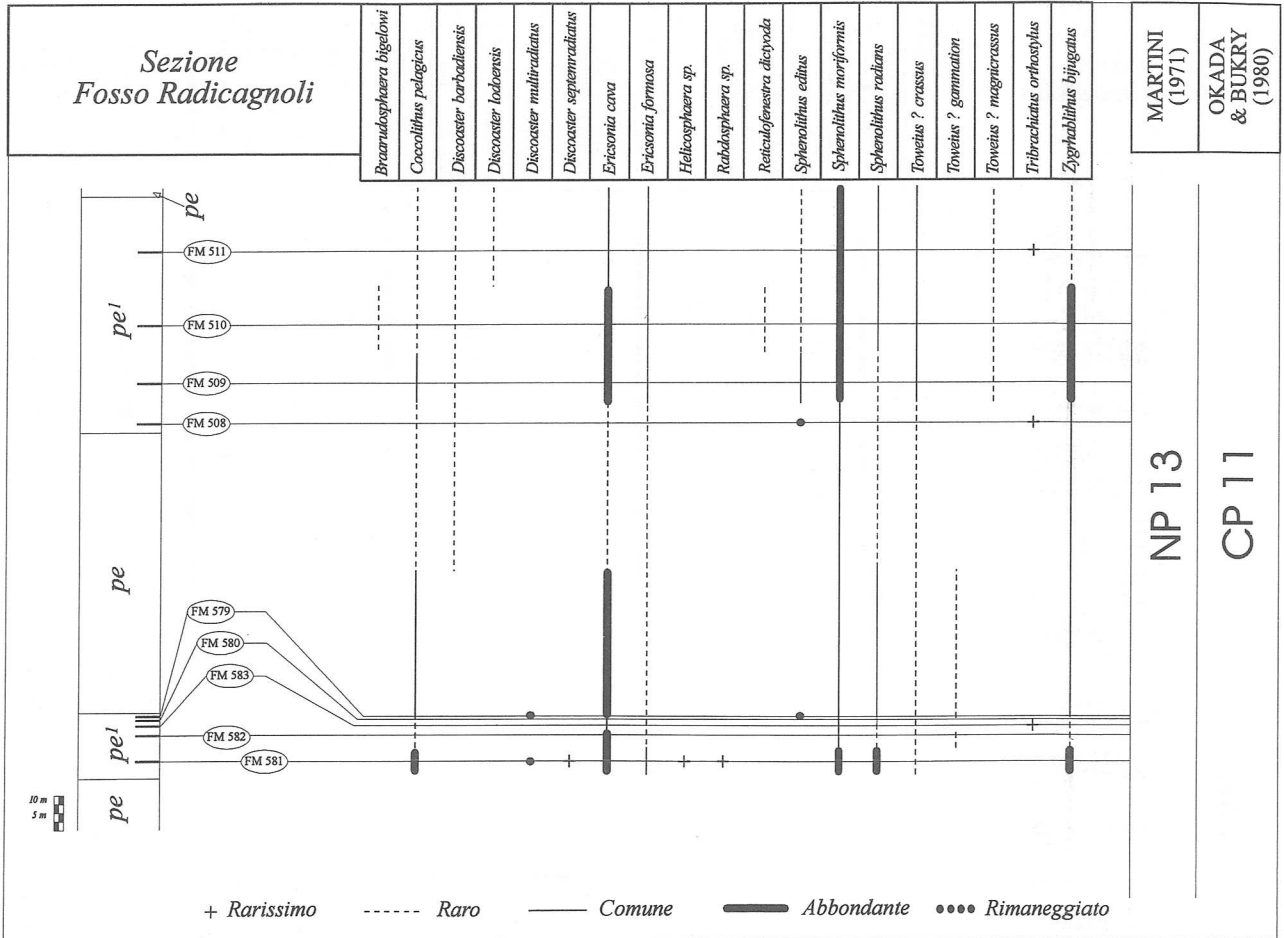


Fig. 9 - Ricostruzione schematica della sezione di F.^{so} Radicagnoli con distribuzione stratigrafica e frequenza dei taxa più significativi.

plari *Calcidiscus protoannula* e di *Discoaster lodoensis* (oltre quella di *Ellipsolithus macellus* e *Sphenolithus editus* nell'ambito della componente alloctona).

BIO-CRONOSTRATIGRAFIA

Per l'inquadramento stratigrafico delle sezioni di Botro Botticella, di M. Alto e di F.^{so} Radicagnoli è stato utilizzato lo schema di fig. 10. In questo schema, ripreso da Haq *et al.* (1987), sono messe in evidenza la relazione tra la zonazione standard di Martini (1971) e quella di Okada e Bukry (1980) per l'intervallo eocenico e la calibratura di queste zonazioni con la successione dei piani, la scala magnetostratigrafica e quella geocronologica. Indicazioni utili ai fini biostratigrafici sono state ricavate principalmente dai lavori di Bukry (1973, 1975, 1978) e Perch-Nielsen (1985).

Area a Sud di Micciano

L'analisi delle associazioni a nannofossili calcarei

consente di riferire l'unità *pe*₁ della sezione di Botro Botticella (fig. 7) all'intervallo Zona a *Tibraclhiatus orthostylus* (CP10) - Zona a *Discoaster lodoensis* (CP11) di Okada e Bukry (1980) (corrispondente a quello NP12 - NP13 di Martini, 1971). A sostenere questa attribuzione contribuisce la presenza di *Toweius? crassus* nella porzione medio-superiore della sezione (la comparsa del taxon definisce il limite Zona CP10/ Zona CP11; la sua distribuzione è inoltre esclusiva della seconda zona) e quella consistente di *T. orthostylus* nel tratto inferiore (la scomparsa del taxon definisce il limite Zona NP12/ Zona NP13). Da ricordare che di *T. orthostylus* non è osservabile nella sezione l'ultima presenza ma solo una brusca caduta della frequenza. Questo evento, comunque, si realizza ad un livello pressoché coincidente con quello di esplosione quantitativa di *Zygrhablithus bijugatus* e precede di poco la comparsa di *T? crassus*, analogamente a quanto evidenziato da Perch-Nielsen (1985) per la scomparsa del taxon. Si precisa infine che la presenza di *Discoaster barbadiensis* e di *Ericsonia formosa* fin dal campione più basso dell'unità *pe*₁ rende del tutto verosimile l'attribuzione di quest'ulti-

MA	MAGNETOSTRATIGRAFIA	CRONOSTRATIGRAFIA		BIOSTRATIGRAFIA						
		HAQ <i>et al.</i> , 1987		MARTINI, 1977	OKADA & BUKRY, 1980					
40	C12	EOCENE	OLIGOCENE	RUPELIANO	NP 22	CP 16c (<i>R. hillae</i>)	<i>C. formosus</i>			
	C13			36	NP 21	CP 16 (<i>R. reticulata</i>)	CP 16b (<i>C. formosus</i>)	<i>Acme C. subdistichus</i>		
	C15				NP 20		CP 16a (<i>C. subdistichus</i>)	<i>D. barbadiensis</i> <i>D. saipanensis</i>		
	C16		SUPERIORE	PRIABONIANO		NP 19	CP 15 (<i>D. barbadiensis</i>)	CP 15b (<i>I. recurvus</i>)		
	C17					NP 18		CP 15a (<i>C. oamaruensis</i>)	<i>I. recurvus</i> <i>C. oamaruensis</i> <i>C. grandis</i>	
	C18		MEDIO	BARTONIANO	39,4	NP 17		CP 14b (<i>D. saipanen.</i>)		
	C19					NP 16	CP 14 (<i>R. umbilica</i>)		<i>D. bifax</i> <i>C. solitus</i>	
	C20							CP 14a (<i>D. bifax</i>)	<i>R. umbilica</i> <i>D. bifax</i>	
	C21		LUTEZIANO	42	42	NP 15	CP 13 (<i>N. quadrata</i>)	CP 13c (<i>C. staurion</i>)		
	C22								CP 13b (<i>C. gigas</i>)	<i>C. gigas</i>
	C23								CP 13a (<i>D. strictus</i>)	
	C24								CP 12b (<i>R. inflata</i>)	<i>N. quadrata</i> <i>R. inflata</i>
	C25		INFERIORE	YPRESIANO	49	NP 14	CP 12 (<i>D. subloidoensis</i>)	CP 12a (<i>D. kuepperi</i>)	<i>D. subloidoensis</i>	
C22		NP 13				CP 11 (<i>D. lodoensis</i>)		<i>C. crassus</i>		
C23				NP 12	CP 10 (<i>T. orthostylus</i>)		<i>D. lodoensis</i>			
C24				NP 11	CP 9 (<i>D. diastypus</i>)	CP 9b (<i>D. binodosus</i>)	<i>T. contortus</i> <i>D. diastypus</i>			
C25				NP 10		CP 9a (<i>T. contortus</i>)	<i>T. contortus</i>			
				NP 9	CP 8 (<i>D. multiradiatus</i>)	CP 8b (<i>C. eodela</i>)	<i>C. eodela</i>			
		PALEOCENE	THANETIANO	54		CP 8a (<i>C. bidens</i>)	<i>D. multiradiatus</i>			
				NP 8						

Fig. 10 - Schema biostratigrafico a nannofossili calcarei per l'Eocene e suo inquadramento in un contesto cronostratigrafico, magnetostratigrafico e geocronologico.

ma alla parte superiore della Zona CP 10.

Per quanto riguarda le unità pe_1 (porzione sommitale) e pe_2 della zona di M. Alto (Fig. 8) si rileva la loro appartenenza alla Zona CP11 per la presenza nelle associazioni del taxon zonale *T? crassus*.

In conclusione, nell'area a Sud di Micciano i livelli più bassi della Formazione di Lanciaia, documentabili dal punto di vista biostratigrafico (base unità pe_1), sono risultati di pertinenza del tratto superiore della Zona CP10, quelli più alti (unità pe_2) sono invece da riferire alla successiva Zona CP11. Seguendo Haq *et al.* (1987), il riconoscimento di questo intervallo biostratigrafico consente di inquadrare la formazione nella porzione superiore dell'Ypresiano (Eocene inferiore, indicativamente tra 51 e 49,5 milioni di anni).

Area a Nord di Montecerboli

L'unità pe_1 della sezione di F.^{so} Radicagnoli (Fig. 9) è da attribuire alla Zona CP11 perché in essa è costante-

mente presente *T? crassus*. A conforto del riferimento biostratigrafico testimonia anche la presenza di *Reticulofenestra dictyoda* (compare alla base della zona), quella di *Discoaster barbadiensis*, *D. septemradiatus* e *Ericsonia formosa* (compaiono nella parte superiore della CP10) e quella di *Discoaster lodoensis* (ha nell'intervallo una maggior frequenza).

Su questa base l'unità pe_1 di F.^{so} Radicagnoli (con le spesse intercalazioni dell'unità pe) è da riferire alla parte superiore dell'Ypresiano (Eocene inferiore, tra 50,5 e 49,5 milioni di anni).

CONCLUSIONI

Lo studio geologico dell'area a Sud di Micciano e di quella a Nord di Montecerboli ha consentito di riconoscere nella Formazione di Lanciaia le tre unità litostatigrafiche (pe , pe_1 , pe_2) evidenziate da Mazzanti (1966b). Queste unità sono risultate succedersi con lo

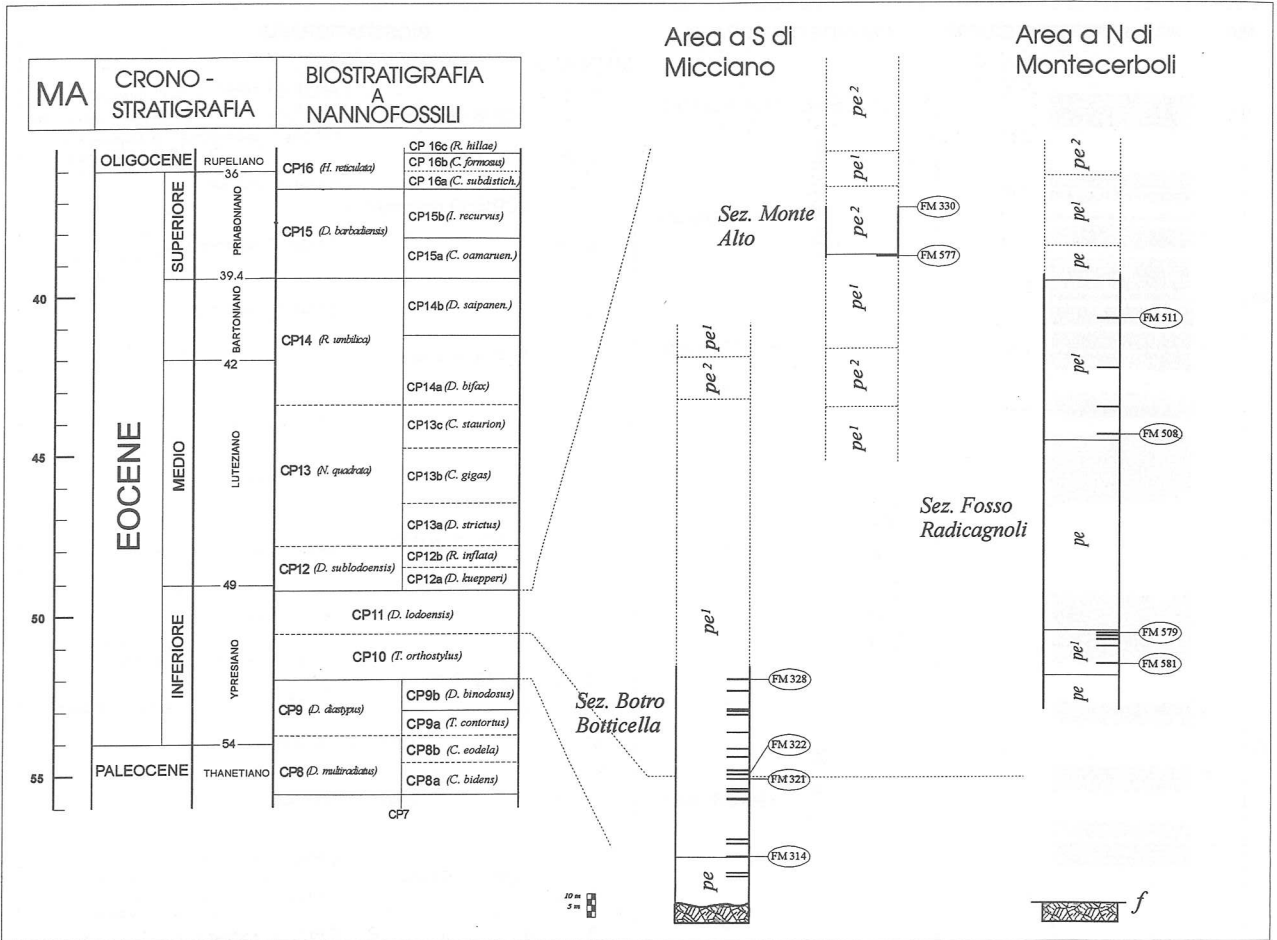


Fig. 11 - Inquadramento bio-cronostratigrafico e geocronologico della Formazione di Lanciaia affiorante nell'area a Sud di Micciano e in quella a Nord di Montecerboli. Le sezioni studiate sono delimitate da segno unito; con l'aggiunta a queste degli intervalli delimitati da tratteggio viene invece evidenziata l'estensione stratigrafica dell'unità ricostruibile per ciascuna area.

stesso ordine (dal basso: *pe*, *pe*₁, *pe*₂) ma non sono infrequenti i casi di loro ripetizione.

Oltre ad effettuare una caratterizzazione litostratigrafica della Formazione di Lanciaia si è proceduto al suo inquadramento bio-cronostratigrafico sulla base dei nannofossili calcarei rinvenuti in tre sezioni significative (di Botro Botticella, Monte Alto e F.^{so} Radicagnoli) delle aree sopraindicate (Fig. 11). La formazione è risultata così appartenere all'intervallo Zona CP10 (parte superiore) - Zona CP11 di Okada e Bukry (1980) e quindi, in termini cronostratigrafici, alla porzione superiore dell'Ypresiano (Eocene inferiore).

Questi dati concordano perfettamente con quelli ottenuti da Maccantelli e Mazzei (1994) per la Formazione di Lanciaia in Val di Fine. Si ricorda, comunque, che un'età eocenica per l'unità è deducibile anche dal lavoro di Conato (in Signorini *et al.*, 1964) e, ancor più, da quello di Marino e Monechi (1994) su successioni dell'area - tipo. Questi ultimi Autori, in particolare, riconoscono nella formazione le zone CP11 e CP12 per cui concludono per un'età eocenica medio-inferiore.

In Figura 11 è ricostruita (con segno unito e tratteggiato) anche l'estensione stratigrafica della Formazione di Lanciaia nelle due aree studiate. In quella a Sud di Micciano si rileva quella maggiore, valutabile intorno a 300 m. Purtroppo non è stato possibile addurre una documentazione biostratigrafica diretta della porzione sommitale della formazione (riconosciuta nei pressi di M. Alto) per la presenza di litotipi (argilliti e siltiti dell'unità *pe*₂) non favorevoli a questo scopo. Non si può quindi escludere con sicurezza, dato anche il sensibile spessore della Zona CP11 nell'area considerata, che questo tratto finale della formazione possa appartenere alla successiva Zona CP12 e, conseguentemente, alla porzione più bassa dell'Eocene medio. Per quanto riguarda la porzione più bassa della Formazione di Lanciaia si è documentata la sua appartenenza alla parte superiore della Zona CP10 nella sezione di Botro Botticella; l'assenza di questo intervallo biostratigrafico al F.^{so} Radicagnoli è probabilmente da imputare all'azione di una faglia (si veda nelle Figure 3, 11).

Dalla Figura 11 risulta altresì evidente che nello stesso

tempo in cui si aveva una sostanziale deposizione dell'unità *pe₁* (documentabile nell'area a Sud di Micciano), si intercalavano alla stessa unità «pacchi» consistenti di brecce dell'unità *pe* (area a Nord di Montecerboli). La presenza di queste brecce (porzione medio - superiore della formazione) è da mettere in relazione ad una instabilità tettonica del bacino eocenico, in accordo a quanto già fatto notare da Cerrina Feroni e Mazzanti, (1967). Relativamente all'area di Micciano, dove sono meglio conservati i rapporti tra la Formazione di Lanciaia e il substrato, si può inoltre evidenziare che l'estrema variabilità dello spessore delle brecce basali (nella zona di Botro Botticella da circa 70 m si riduce lateralmente e nello spazio di un centinaio di metri si annulla) consente di supporre che dopo la messa in posto del Complesso ofiolitifero inferiore sulla Formazione di Monteverdi M.^{mo} (Costantini *et al.*, 1995 cum bibl.) il bacino eocenico presentasse una fisiografia al fondo molto accidentata, con aree più depresse che costituivano un ricettacolo del materiale più grossolano; la presenza di clasti subarrotondati in queste brecce testimonia infine che la loro deposizione doveva realizzarsi in una zona «relativamente vicina» ad aree emerse.

BIBLIOGRAFIA

- Bukry, D., 1973. Low - latitude Coccolith Biostratigraphic Zonation. In Edgard N.T., Saunders B. *et al.*, Init. Rep. DSDP, 15: 685-703.
- Bukry, D., 1975. Coccolith and Silicoflagellate stratigraphy, North - Western Pacific Ocean. In Larson R.L. e Moberly R. *et al.*, Init. Rep. DSDP, 32: 677-701
- Bukry, D., 1978. Cenozoic silicoflagellate and coccolith stratigraphy, North - Western Atlantic Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg. 43. Init. Rep. DSDP, 44: 775-805.
- Cerrina Feroni, A., e 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 Cecina. Boll. Soc. geol. ital., (4), 86: 673-685.
- Cerrina Feroni, A., Patacca, E., e Plesi, G., 1973. La zona di Lanciaia fra il Cretaceo inferiore e l'Eocene inferiore. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Ser. A, 80: 162-187.
- Costantini, A., Lazzarotto, A., Maccantelli, M., Mazzanti, R., Sandrelli, F., Tavarnelli, E., e Elter, F.M., 1995. Geologia della Provincia di Livorno a Sud del Fiume Cecina. Quad. Mus. Stor. nat. Livorno, 13 Suppl. n° 2: 1-164.
- Costantini, A., Lazzarotto, A., Maccantelli, M. e Sandrelli, F., 1991. Ligurian units in the Monti della Gherardesca area (Southern Tuscany). Boll. Soc. geol. ital., 110: 849-855.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., e Vail, P.R., 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. Science, 235: 1156-1167.
- Lazzarotto, A., 1966. Studio di una microfauna paleocenica nella Formazione di Lanciaia (Pomarance, Toscana Marittima). Atti Soc. tosc. sci. nat., Mem., Ser. A., 73: 376-413.
- Lazzarotto, A. e Mazzanti, R., 1967. Studio geologico e micropaleontologico di una sezione tra Castelnuovo di Val di Cecina e Monte Gabbri (Prov. di Pisa). Atti Soc. tosc. sci. nat., Mem., Ser. A, 73 (2): 330-375.
- Lazzarotto, A. e Mazzanti, R., 1978. Geologia dell'alta Val di Cecina. Boll. Soc. geol. ital., 95: 1365-1487.
- Maccantelli, M. e Mazzei, R., 1994. Inquadramento bio-cronostratigrafico di due unità riferibili alla Formazione di Lanciaia affioranti nell'area a Nord della bassa Val di Cecina (Toscana occidentale). Atti Soc. tosc. sci. nat., Mem., Ser. A, 100: 29-43.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. Proc. II Plankt. Confer., Roma 1970, 1: 739-785.
- Marino, M. e Monechi, S., 1994. Nuovi dati sull'età di alcuni flysch ad Helminthoidi cretacei e terziari dell'Appennino Settentrionale. Mem. Soc. geol. ital., 46: 43-77.
- Mazzanti, R., 1966a. Geologia della zona di Monteverdi Marittimo-Canneto (in provincia di Pisa). Atti Soc. tosc. sci. nat., Ser. A, 73 (2): 469-488.
- Mazzanti, R., 1966b. Geologia della zona di Pomarance Larderello (prov. di Pisa). Mem. Soc. geol. ital., 5 (2): 105-138.
- Okada, H. e Bukry, D., 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low - latitude Coccolith biostratigraphic zonation (BUKRY, 1973, 1975). Marine Micro-paleont., 5, (3): 321-325.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Cenozoic calcareous nannofossils. In Bolli, H.M., Saunders, J.B. e Perch - Nielsen, K. (Eds.), Plankton stratigraphy, Cambridge Earth Science Series, 1985: 427-554.
- Signorini, R., 1963. Sguardo d'insieme alla geologia della Toscana a Sud dell'Arno. Mem. Soc. geol. ital., 4: 1-19.
- Signorini, R., Centamore, E. e Conato, V., 1964. La Formazione di Lanciaia in Val di Cecina. Boll. Serv. geol. ital., 84: 83-100.

(ms. pres. il 3 aprile 1996; ult. bozze il 20 giugno 1996)

