

Bollettino della Società Paleontologica Italiana	36 (1-2), 1997	ISSN 0375-7633	63-73	-	Parma, Dicembre 1997
--	----------------	----------------	-------	---	----------------------

Lineamenti palinostratigrafici di depositi continentali del Pliocene - Pleistocene inferiore iniziale dell'Italia nord-occidentale

Remo BERTOLDI

Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale
Università di Parma

KEY WORDS - *Palynology, Upper Neogene, Continental deposits, NW Italy.*

RIASSUNTO - Viene presentata una sintesi delle ricerche palinologiche condotte in bacini continentali neogenici superiori dell'Appennino nord-occidentale e del Piemonte occidentale. Queste indagini hanno accertato una sequenza di fasi floristiche, caratterizzate da successive estinzioni di singoli taxa e/o di associazioni polliniche, utilizzabili a scopi stratigrafici. E' stato fatto così un tentativo di correlare su base floristica i diversi depositi e ricostruire un quadro dell'evoluzione paleofloristica durante il Neogene superiore ed inizio Pleistocene per l'Italia settentrionale. Lo schema proposto, certamente provvisorio e ancora largamente aperto anche per la brevità delle successioni pollinifere, rispecchia lo stato di avanzamento delle ricerche.

ABSTRACT - [Palynostratigraphical outlines of Pliocene- basal early Pleistocene continental deposits in north-western Italy] - *This paper is a synthesis of the palynological studies carried out in the last few years on the lacustrine sediments of the intermontane continental basins in the north-western Apennines (Magra and higher Taro valleys) and on the fluvio-lacustrine deposits in western Piedmont (Villafranca d'Asti and Levone Canavese).*

We had several aims: - to get a clear picture of the floristic-vegetational and climatic development during the Pliocene and early Pleistocene periods; - to find a palynological succession, based on successive floral extinctions, as a basis for palynostratigraphical correlations; -to contribute to the solution to the problem of dating these deposits, which are scattered discontinuously in time and space. These studies were carried out together with the stratigraphical-paleontological studies.

Both the north-western Apennine basins and the Piedmontese deposits show very rich pollen floras (about 100 pollen taxa), dominated by arboreal elements, and by complex vegetational successions.

Synthetic pollen diagrams for each deposit are presented, arranged according to the phytogeographical-ecological requirements of their modern representatives. Eight pollen groupings can be recognized:-(1) Tropical-subtropical elements; -(2) Taxodiaceae group; -(3) Mediocratic taxa (i.e. deciduous forest elements); -(4) Pinus sum; -(5) Tsuga+Cedrus; -(6) Mountain elements; -(7) Other arboreal plants (AP); -(8) Non-arboreal plants (NAP).

Prominent paleofloral and palynological features of the sequences examined are the presence and abundance of so-called "Tertiary" elements, that is, the grouping of the tropical-subtropical elements (Symplocos, Clethraceae/Cyrillaceae, Sapotaceae, Rhoiptelea, Magnolia-type, Castanopsis, cf. Trigonobalanus and other tricolporate Fagaceae-type, Theaceae, Rutaceae, besides Bombax-type, Reevesia and Itea) and the Taxodiaceae group (Taxodium/Glyptostrobus-type, Sequoia/Cryptomeria-type, Sciadopitys, Nyssa, Myrica, Celastraceae, archaic Juglandaceae-type, Hamamelis, Distylium and other tricolpate Hamamelidaceae).

These two pollen assemblages reveal the rather archaic character of the pollen floras investigated. The former is mainly confined to the pre-Pliocene - early Pliocene interval and the latter to the pre-Pleistocene periods in central-western Europe. Therefore they are stratigraphically significant.

The results of the pollen analyses, particularly in the N-W Apennine basins, reveal the abundance and floral richness of the tropical-subtropical elements in the Sarzana pollen sections; these elements, which already appear qualitatively and quantitatively impoverished in the Aulla and Vallescura sections, are rare or non-existent in the Sesta Godano profile. The Taxodiaceae group, in contrast, is always dominant in these records. In the Pontremoli sequence all "Tertiary" elements are absent. In the Compiano succession, only the basal sediments are characterized by an abundance of Sciadopitys and Taxodium-type, while the overlying layers do not contain "Tertiary" elements.

In the western Piedmont basin, the Rio Ca' Viettone deposit is characterized by the abundance of "Tertiary" taxa, and especially by a rich tropical-subtropical pollen flora, while this group is absent or at most present only in traces in the succession of the RDB quarry, Villafranca d'Asti basin.

The sequence of floral extinctions suggests a succession of vegetal biozones which may be used to correlate palynostratigraphically the various pollen sequences.

A chronostratigraphic collocation of the pollen records is tentatively correlated to pollen biozones of marine and non-marine sections of Northern Italy calibrated by faunal and/or paleomagnetic data.

These results show that the chronostratigraphic range of the tropical-subtropical elements in Northern Italy is mainly confined to the early Pliocene. They may penetrate the overlying basal middle Pliocene, where they become gradually impoverished and then disappear.

A stratigraphic scheme of the paleofloristic evolution in Northern Italy during the Upper Neogene - Early Pleistocene interval is proposed. This scheme, still largely temporary, reflects the current state of research advancement.

PREMESSA

Oggetto di questo lavoro è una sintesi delle ricerche palinologiche condotte in questi ultimi anni in depositi continentali neogenici superiori dell'Italia nord-occidentale ed effettuate nell'ambito di più vasti studi di revisione geologico-strutturale dei vari giacimenti da parte di colleghi geologi di Parma, Pisa e Torino (Bernini *et al.*, 1994, 1996; Federici, 1973, 1980, 1981; Carraro [ed.], 1996).

In particolare le ricerche hanno riguardato l'area toscano-emiliana dell'Appennino nord-occidentale, precisamente il bacino idrografico del F. Magra con la confinante alta Val Taro, ed il settore occidentale del Piemonte, in particolare Canavese e Astigiano (Fig. 1).

Gli obiettivi degli studi palinologici erano diversi. Tuttavia le indagini sono state indirizzate principalmente ad individuare nelle sequenze palinologiche una biozonazione floristica, cioè una sequenza di fasi a sviluppo floristico peculiare, contrassegnate da successive estinzioni di singoli elementi e/o di associazioni floristiche, oppure da loro significative variazioni quantitative, utilizzabili per correlazioni palinostratigrafiche. Invero si è cercato di apportare contributi, di ordine paleobotanico, da affiancare agli studi geologico-paleontologici, per una sempre più approfondita conoscenza del periodo di formazione e dell'evoluzione paleogeografica dei bacini indagati.

Le successioni sedimentarie di tutti questi bacini antichi mostrano generalmente litologie grossolane, prevalentemente fluviali-alluvionali, inadatte

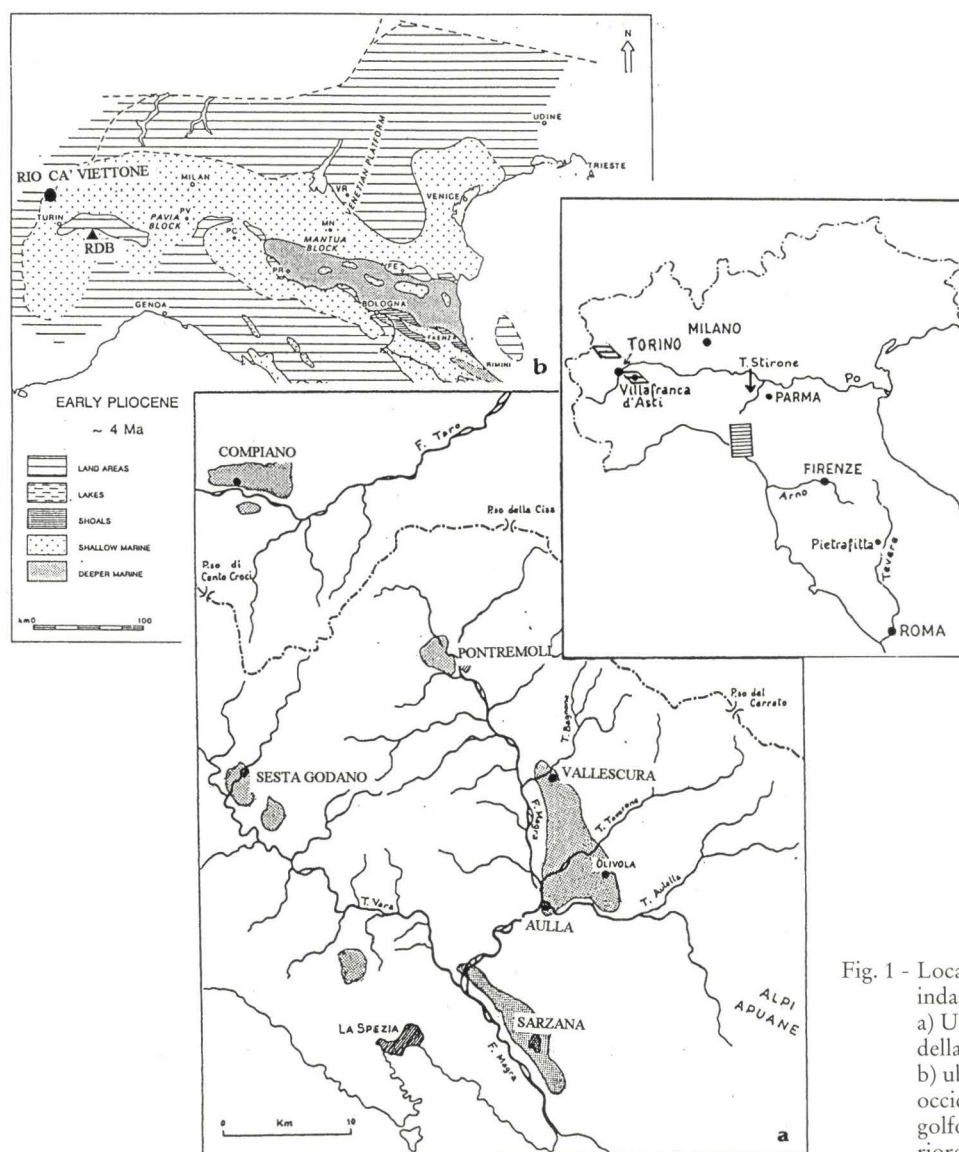


Fig. 1 - Localizzazione delle aree geografiche indagate nell'Italia settentrionale.
a) Ubicazione dei bacini continentali della Val Magra e dell'alta Val Taro;
b) ubicazione dei bacini piemontesi occidentali nella paleogeografia del golfo padano durante il Pliocene inferiore (da Vai, 1989, modificato).

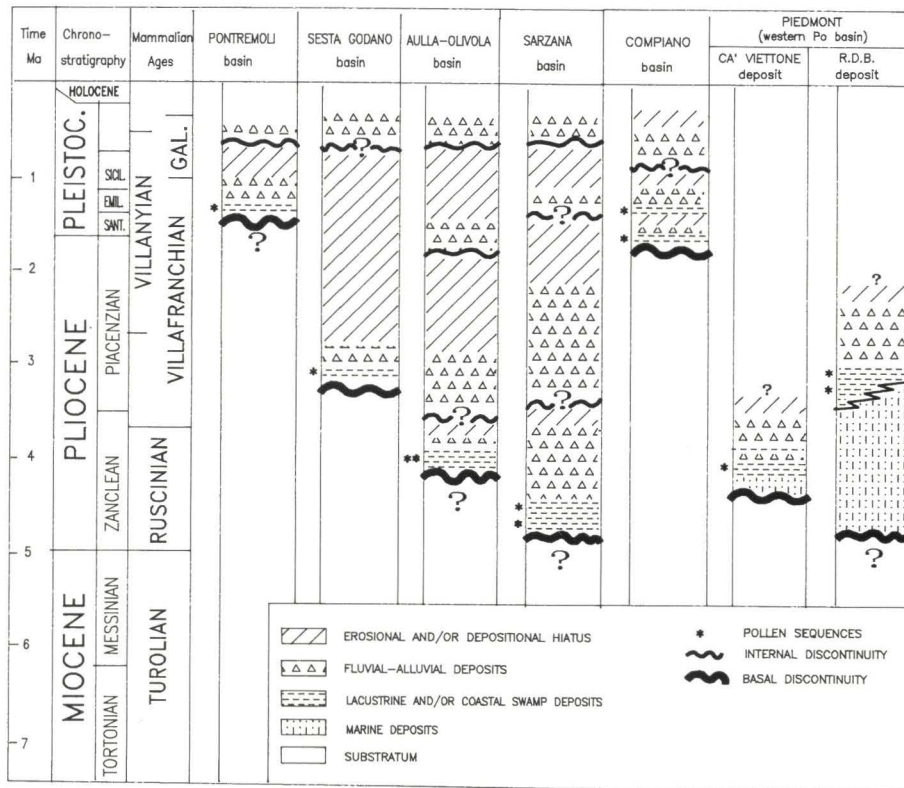


Fig. 2 - Schema dell'evoluzione stratigrafica e della storia deposizionale dei vari bacini indagati (da Bernini *et al.*, 1990, modificato; da Bertoldi *et al.*, 1994, modificato ed integrato). Principali e più recenti referenze geologico-stratigrafico-paleontologiche per i singoli bacini: *bacino di Pontremoli*: Federici (1981), Bertoldi (1984), Raggi (1985), Bernini & Lasagna (1988); *bacino di Sesta Godano*: Federici (1980), Raggi (1985), Bertoldi & Castello (1990), Bertoldi (1995); *bacino di Aulla-Olivola*: Azzaroli (1950), Federici *et al.* (1982), Raggi (1985), Bertoldi (1988, 1995), Abbazzi *et al.* (1995); *bacino di Sarzana*: Federici (1973), Bertoldi *et al.* (1994), Bertoldi (1995); *bacino di Compiano*: Petrucci (1964), Bertoldi (1985, 1995), Bernini *et al.* (1994, 1996); *deposito di Rio Ca' Viettone*: Allason *et al.* (1981), Bertoldi & Martinetto (1995), Martinetto *et al.* (in press); *deposito fornace R.D.B. di Villafranca d'Asti*: Carraro [ed.] (1996).

quindi per studi micropaleobotanici. Soltanto i complessi basali, e non sempre, presentano litologie minute, di ambiente lacustre o comunque di ambiente a bassa energia. La Fig. 2 propone un quadro d'insieme, schematico, dell'evoluzione stratigrafica e deposizionale dei bacini indagati. Per ogni bacino sono segnate inoltre le posizioni delle sequenze polliniche ricavate ovviamente da campionature dei complessi basali, che tuttavia affiorano di solito in lembi discontinui e talora stratigraficamente non molto estesi. Nelle didascalie relative ai singoli diagrammi pollinici (Figg. 3-10), vengono poi riportati maggiori ragguagli sulla natura litologica dei sedimenti ricchi in sporomorfi.

I risultati delle analisi polliniche sono molto soddisfacenti. Essi mostrano sempre ricche flore polliniche (oltre 100 taxa pollinici) con netta prevalenza, generalmente, degli elementi arborei su quelli non arborei.

In questo lavoro verranno messi in risalto solo alcuni aspetti paleofloristici salienti, utilizzabili a fini palinostratigrafici e cronostratigrafici, attraverso diagrammi pollinici riassuntivi, di tipo sintetico. Nella rassegna dei vari bacini verranno citati i lavori palinologici di dettaglio di ognuno di essi.

Le sequenze polliniche dei singoli giacimenti sono infatti qui espresse attraverso otto raggrup-

pamenti floristici principali, a significato corologico-ambientale:

- 1 - il gruppo degli elementi tropicali-subtropicali;
- 2 - il gruppo delle Taxodiacee;
- 3 - il gruppo delle Latifoglie decidue (Mediocratiche);
- 4 - la sommatoria di *Pinus*;
- 5 - il gruppo *Tsuga+Cedrus*;
- 6 - il gruppo degli elementi montani (*Picea-Abies-Fagus-Betula*);
- 7 - altre piante arboree (AP): taxa non significativi climaticamente, frequentemente indici di condizioni edafiche locali;
- 8 - sommatoria delle piante non-arboree (NAP).

I raggruppamenti più importanti dal punto di vista palinostratigrafico sono i primi due. Essi vengono comunemente indicati come "elementi terziari".

La loro presenza e abbondanza nelle sequenze polliniche testimonia sempre un'età pre-pleistocenica dei sedimenti inglobanti. Infatti il gruppo degli elementi tropicali e subtropicali è prevalentemente pre-pliocenico e/o infrapliocenico in tutta l'Europa occidentale, mentre il gruppo compatto delle Taxodiacee è prevalentemente pre-pleistocenico (cf. Bertoldi, 1988, 1995; Bertoldi *et al.*, 1994).

DEPOSITI STUDIATI E RISULTATI

Passando ad una descrizione rapida dei vari bacini, dapprima si prenderanno in considerazione i giacimenti dell'Appenino nord-occidentale, da valle verso monte, e poi i giacimenti piemontesi.

Nel bacino di Sarzana (Fig. 3) i sedimenti argilloso-lignitiferi basali sono caratterizzati da una netta predominanza di elementi "terziari". Prevale quantitativamente il gruppo delle Taxodiacee che si presenta con il suo corteggio floristico completo. Ma anche il gruppo degli elementi tropicali-subtropicali si manifesta ben nutrito qualitativamente e quantitativamente. Esso inoltre, a differenza di tutte le altre sequenze vegetazionali,

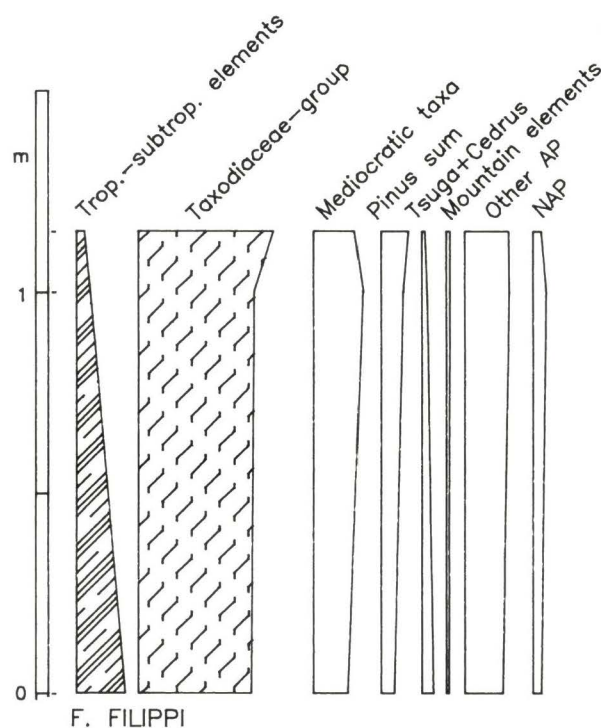


Fig. 3 - Diagrammi pollinici sintetici di Albachiara e di Fornace Filippi, bacino di Sarzana. I campioni polliniferi provengono da due piccoli affioramenti di argille lignitifere del complesso inferiore, ormai non più affiorante. La sequenza di Albachiara è posta alla sua base, quella di F. Filippi in posizione stratigrafica superiore, stimabile in 15-20 metri.

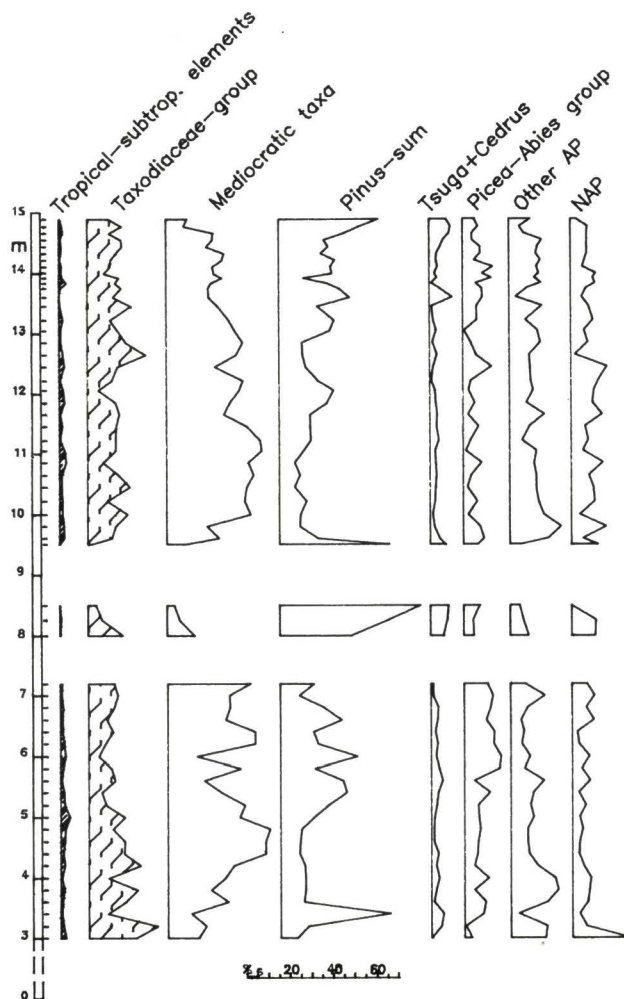


Fig. 4 - Diagramma pollinico sintetico della cava di Aulla, bacino Aulla-Olivola. La successione litologica è costituita da argille lignitifere, intercalate da due corpi sabbiosi intermedi, sterili in sporomorfi.

annovera gli elementi a carattere palinostratigrafico più antico, come *Reevesia*, *Itea*, *Bombax*. Questi taxa infatti si estinguono nelle successioni palinologiche dell'Europa occidentale con la fine del Miocene, penetrando solo occasionalmente nel Pliocene inferiore (Daciano) nell'Europa sud-orientale (Bertoldi *et al.*, 1994; Bertoldi, 1995).

La sequenza della cava di Aulla (Fig. 4), ubicata alla base del bacino di Aulla-Olivola, è caratterizzata anch'essa dalla presenza dei due raggruppamenti "terziari". Il gruppo delle Taxodiacee è sempre ben nutrito e con alta diversità floristica, mentre il gruppo degli elementi tropicali presenta qui carattere relitto. Infatti pur rintracciandosi in tutta la successione, mostra valori percentuali bassi e soprattutto risulta impoverito degli elementi arcaici a carattere miocenico-infrapliocenico, propri di Sarzana (Bertoldi, 1988, 1995).

La sezione di Vallescura (Fig. 5), reperita sempre nello stesso bacino di Aulla-Olivola ma verso le sue propaggini più settentrionali, presenta gli stessi lineamenti floristici e palinostratigrafici di Aulla. L'identità delle facies floristiche nelle due successioni permette la parallelizzazione dei due affioramenti, geograficamente alquanto distanti e posti anche a quote diverse. Verosimilmente appaiono coevi su base floristica e quindi ambedue basali al bacino di Aulla-Olivola (Bertoldi & Castello, 1990; Bertoldi, 1995).

Nel bacino di Sesta Godano (Fig. 6) spicca l'assenza del gruppo degli elementi tropicali-subtropicali. Si rinvenivano solo tracce sporadiche di qualche taxon. Il raggruppamento veramente significativo di questa successione, anche se nel diagramma non figura come dominante a causa di

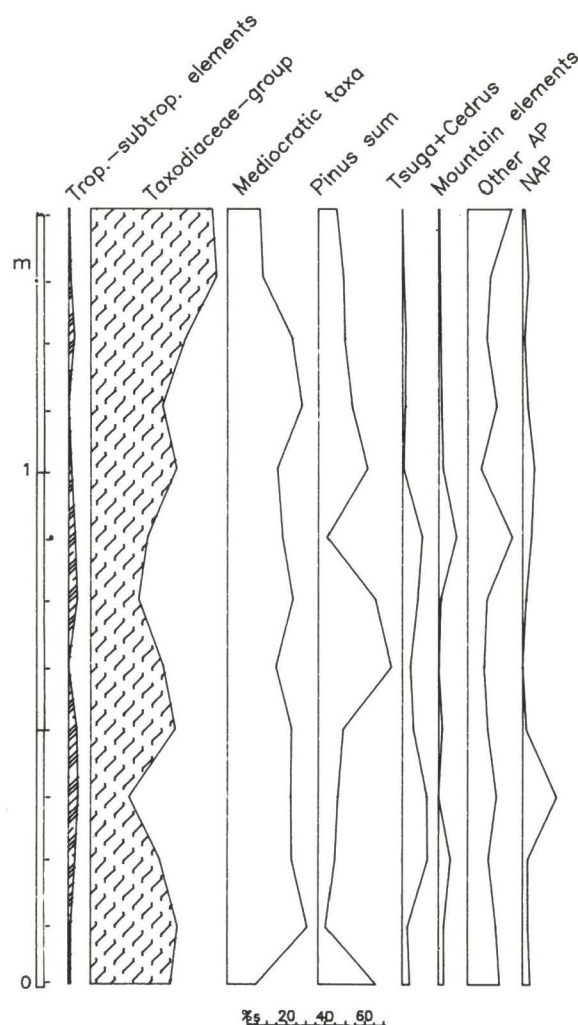


Fig. 5 - Diagramma pollinico sintetico di Vallescura, bacino di Aulla-Olivola. L'affioramento argilloso-lignitifero ricco in sporomorfi affiora nella parte più settentrionale del bacino, a circa una decina di km di distanza dalla cava di Aulla.

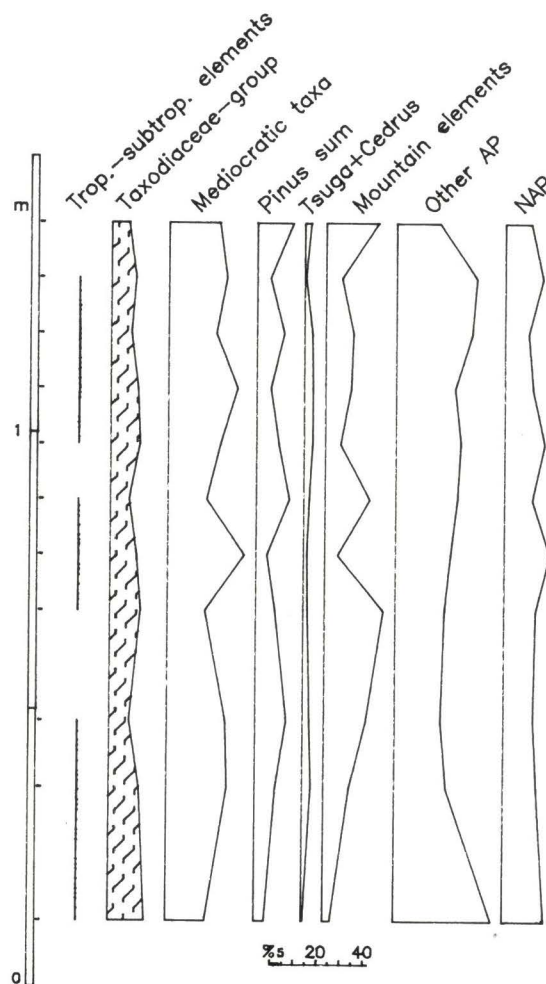


Fig. 6 - Diagramma pollinico della cava di Costa Bora, bacino di Sesta Godano. La successione pollinica proviene da un bancone di sabbie fini argillose, talora organiche.

anomalie nella successione vegetazionale, è il gruppo delle Taxodiaceae, qui presente sempre con il suo intero corteggio floristico (Bertoldi & Castello, 1990; Bertoldi, 1995).

Nella breve sequenza di Pontremoli (Fig. 7) risalta l'assenza o quasi di elementi "terziari". Sono presenti solo sparuti e discontinui reperti di *t. Taxodium/Glyptostrobus* (Bertoldi, 1984, 1995).

Il bacino di Compiano è ubicato nell'alta Val Taro e quindi è l'unico a trovarsi sul versante adriatico dell'Appennino. Nella sua successione continentale sono state recentemente individuate, in base a criteri stratigrafici e micropaleobotanici, due unità sovrapposte: l'unità di Roncodesiderio (uRo) e l'unità di Compiano (uCo) (Bernini *et al.*, 1994, 1996). Solo l'unità inferiore, a litologia minuta, ha fornito spettri pollinici affidabili (Fig. 8). Essi sono caratterizzati nella loro porzione basale da una nutrita rappresentanza del gruppo

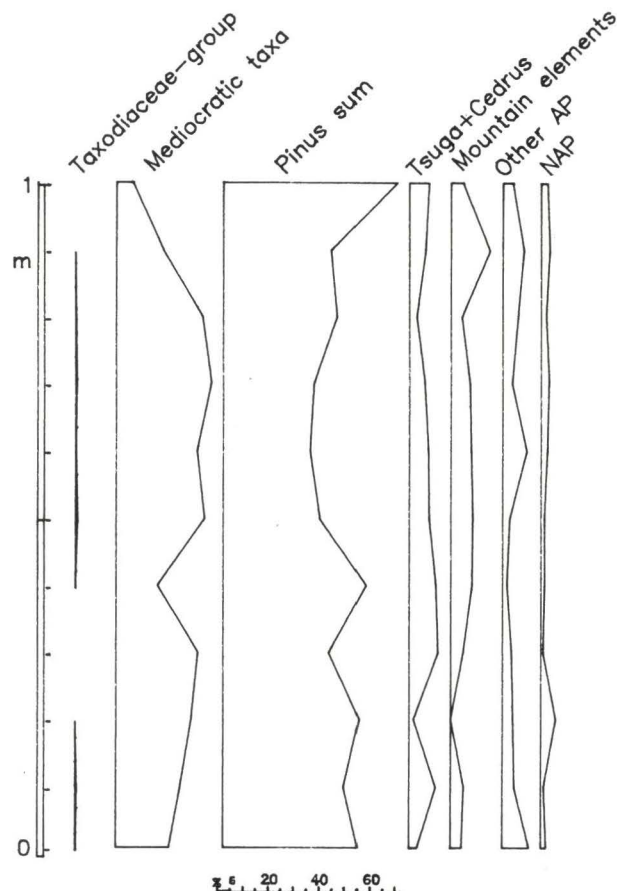


Fig. 7 - Diagramma pollinico della cava di Case Corvi, bacino di Pontremoli. I sedimenti fertili in sporomorfi sono rappresentati unicamente da un banco argilloso-lignitifero basale.

delle Taxodiacee, gruppo qui tuttavia costituito quasi unicamente da *Sciadopitys* (culminazioni che raggiungono il 20% della somma pollinica totale) ed in subordine da t. *Taxodium* (max. 7,4%). La successione manifesta quindi un notevole impoverimento floristico di questo raggruppamento. Essa si presenta floristicamente simile all'epilogo della cosiddetta Fase Tiberiana del vicino T. Stirone. Nella porzione superiore della sezione di Roncodesiderio, come nella soprastante sequenza di Strela, risalta l'assenza di questo contingente vegetale (Bertoldi, 1985, 1995).

Nel bacino piemontese occidentale il deposito più antico finora indagato è quello di Rio Ca' Viettone nel Canavese, circa 25 km a nord di Torino. Il deposito fa parte di una probabile conoide alluvionale poggiante su sedimenti marini pliocenici trasgressivi (Martinetto *et al.*, in press). Da un punto di vista palinologico la successione (Fig. 9) è caratterizzata dall'abbondanza di ambedue i gruppi "terziari". In particolare gli elementi

tropicali-subtropicali raggiungono percentuali apprezzabili e sono presenti tutti i taxa tipici di Sarzana, eccetto quelli più arcaici prevalentemente pre-pliocenici quali *Reevesia*, *Bombax*.

L'abbondanza dei taxa tropicali-subtropicali in questo deposito è ampiamente dimostrata inoltre da indagini paleocarpologiche condotte simultaneamente negli stessi livelli (Bertoldi & Martinetto, 1995). Le indagini palinologiche e paleocarpologiche associate hanno allargato ed approfondito l'analisi floristica su questo gruppo. Esse hanno apportato poi una straordinaria documentazione di reperti vegetali di tipo diverso (sporomorfi - fruttificazioni) provenienti dalle stesse piante, ma conservati attraverso vicende tafonomiche differenti.

Al contrario la successione pollinica della cava R.D.B. di Villafranca d'Asti (Fig. 10) non annove-

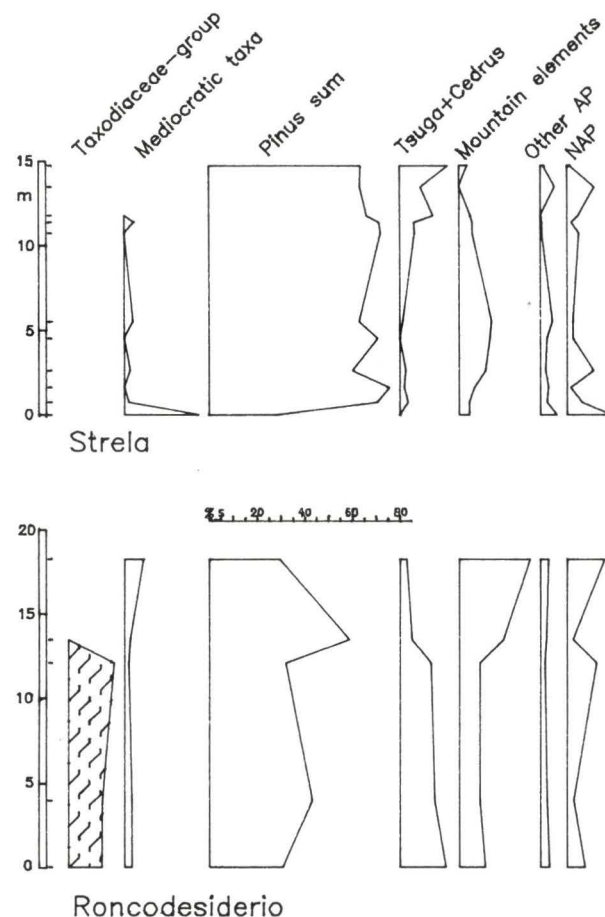


Fig. 8 - Diagrammi pollinici sintetici di Roncodesiderio e Strela, ubicati nell'unità inferiore (uRo) del bacino di Compiano. Litologicamente questo complesso è costituito da alternanze prevalentemente argilloso-sabbiose. La sequenza di Roncodesiderio è ubicata alla base del complesso inferiore, quella di Strela in posizione stratigrafica più elevata (circa 20-25 m).

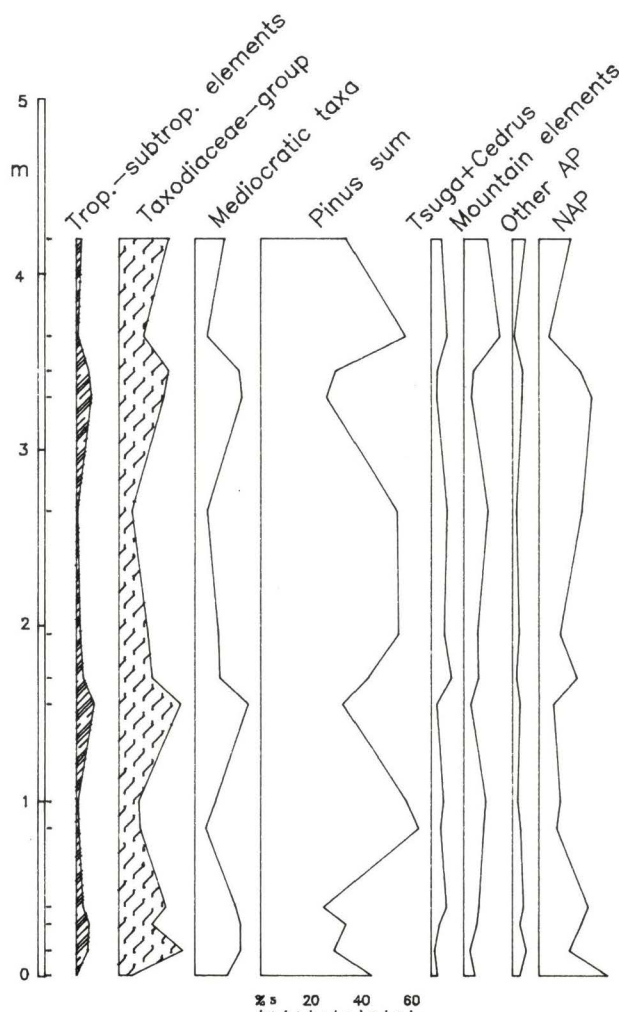


Fig. 9 - Diagramma pollinico sintetico di Rio Ca' Viettone. La sezione affiorante è costituita prevalentemente da peliti e peliti sabbiose, talora carboniose, con intercalazione di letti sabbioso-ghiaiosi fini.

ra il gruppo degli elementi tropicali-subtropicali. Sono soltanto reperiti saltuariamente alcuni dei loro rappresentanti (Bertoldi, 1996). Pure la paleocarpoflora comprova l'inconsistenza del gruppo tropicale-subtropicale (Martinetto & Mai, 1996). Sono invece costantemente dominanti o subdominanti gli elementi del gruppo delle Taxodiacee, con tutto il loro nucleo caratteristico.

CONCLUSIONI

Le esplorazioni palinologiche nei bacini continentali dell'Italia settentrionale hanno innanzi tutto portato alla luce importanti testimonianze paleobotaniche che per alcuni giacimenti risultano essere l'unica documentazione paleontologica. I bacini di Sesta Godano in Val di Vara, di

Compiano nell'alta Val Taro, di Rio Cà Viettone nel Canavese ed anche il deposito di Aulla fino a tempi recentissimi, risultavano infatti del tutto privi di faune fossili a Vertebrati terrestri ed a loro erano assegnate età per analogia con bacini vicini (Raggi, 1985; Petrucci, 1964; Federici *et al.*, 1982; Allason *et al.*, 1981).

Dal punto di vista palinostratigrafico gli studi palinologici hanno accertato una successione di estinzioni floristiche, sia di singoli taxa sia di asso-

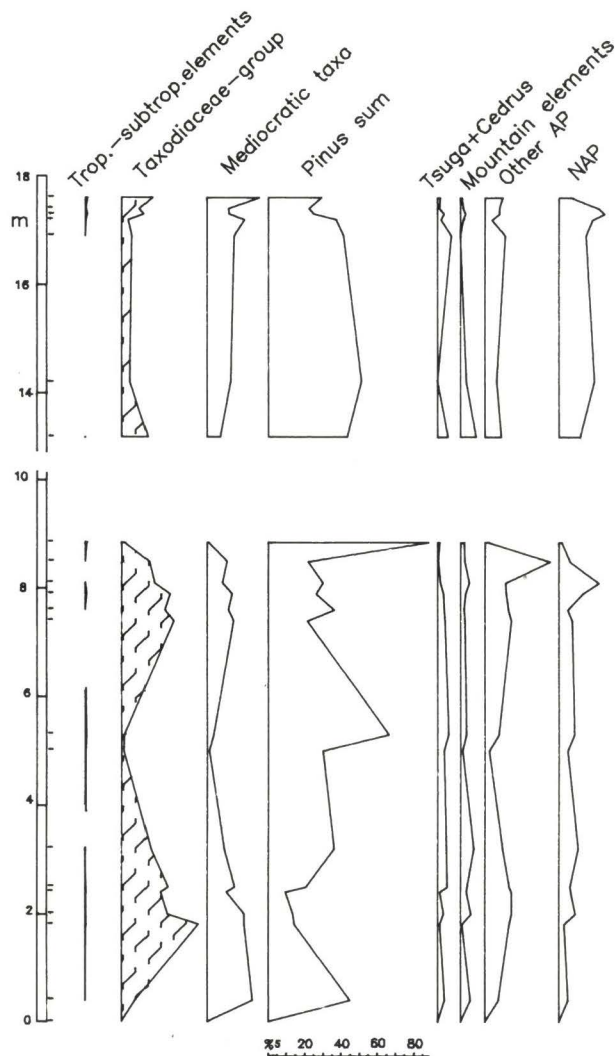


Fig. 10 - Diagramma pollinico sintetico della Fornace -cava R.D.B., deposito di Villafranca d'Asti. La sezione mostra una litologia minuta, argilloso-siltosa, a frequenti letti organici, con intercalazioni e/o interdigitazione di corpi sabbiosi più o meno potenti. Nella sequenza palinologica qui raffigurata, per motivi grafici, la curva delle NAP non comprende la rappresentanza delle Hydrophyta+ Cyperaceae, a causa delle loro alte culminazioni. Questo raggruppamento vegetale è invece compreso nella corrispondente figura della Tavola sinottica finale.

ciazioni polliniche, che hanno permesso di delineare una serie di biozone floristiche, valevoli senz'altro per l'Italia settentrionale (Fig. 11). E' possibile così ordinare in successione biostratigrafica le varie sequenze polliniche e tentare di correlare i vari depositi esplorati, in base al loro contenuto floristico. E' senz'altro questo il risultato più significativo di tutte queste ricerche. I singoli depositi potranno anche oscillare nella scala temporale a seguito del progredire delle ricerche stratigrafico-paleontologiche o di calibrazione cronologica, ma l'ordine, i loro rapporti reciproci, sono certamente quelli espressi dalle palinoflore.

Per i bacini contenenti faune a Mammiferi, come i giacimenti di Sarzana (Azzaroli, 1977; Federici, 1980; Michaux ed Aguilar in Bertoldi *et al.*, 1994), di Pontremoli (Federici, 1981), della cava RDB di Villafranca d'Asti (Ambrosetti *et al.*, 1996), emergono poi ampie concordanze di indicazioni stratigrafiche fra faune e palinoflore. Solo nel deposito di Aulla la palinoflora conserva ancora caratteri alquanto arcaici, tipici della facies floristica "Macriana", che stanno ad indicare un'età più antica, pre-villafranchiana (Bertoldi, 1988, 1995), rispetto ai reperti di Vertebrati rinvenuti recentemente, peraltro assai scarsi quantitativamente e qualitativamente, ed indicanti un'età villafranchiana inferiore (Abbazzi *et al.*, 1995). Probabilmente questa diacronia è più apparente che reale, connessa alla collocazione cronologica

del limite inferiore del Villafranchiano.

E' stato fatto infine un tentativo di inquadramento cronostatigrafico delle successioni polliniche dei depositi studiati entro i periodi e/o piani del Neogene superiore (Fig. 11). Si è tentato di correlare - su base regionale - la loro biozonazione vegetale con quella analoga di sezioni marine del Nord Italia, ben calibrate queste ultime con dati biostratigrafici e paleomagnetici. Queste correlazioni sono certamente affidabili per provincie paleofloristiche omogenee, come sembra essere stata la Padania (s.l.) durante il Neogene superiore. Più problematiche sono invece le correlazioni stratigrafiche extraregionali su base floristica, essendo dimostrato che anche per il passato i modelli fitocorologici e fitosociologici per quanto riguarda un territorio molto esteso, quale per es. l'Europa, erano vari e molteplici (Bertoldi *et al.*, 1989; Mai, 1989; Sadowska, 1994). E' opportuno rimarcare che il tentativo di inquadramento cronostatigrafico è provvisorio, a causa anche della brevità degli intervalli considerati. Esso riflette lo stato attuale dell'avanzamento delle ricerche.

Le collocazioni delle varie successioni polliniche entro lo schema cronostatigrafico del Neogene superiore-Pleistocene iniziale sono basate su eventi floristici ormai ben collocati nella scala temporale, come:

- il rapido declino, la caduta definitiva delle

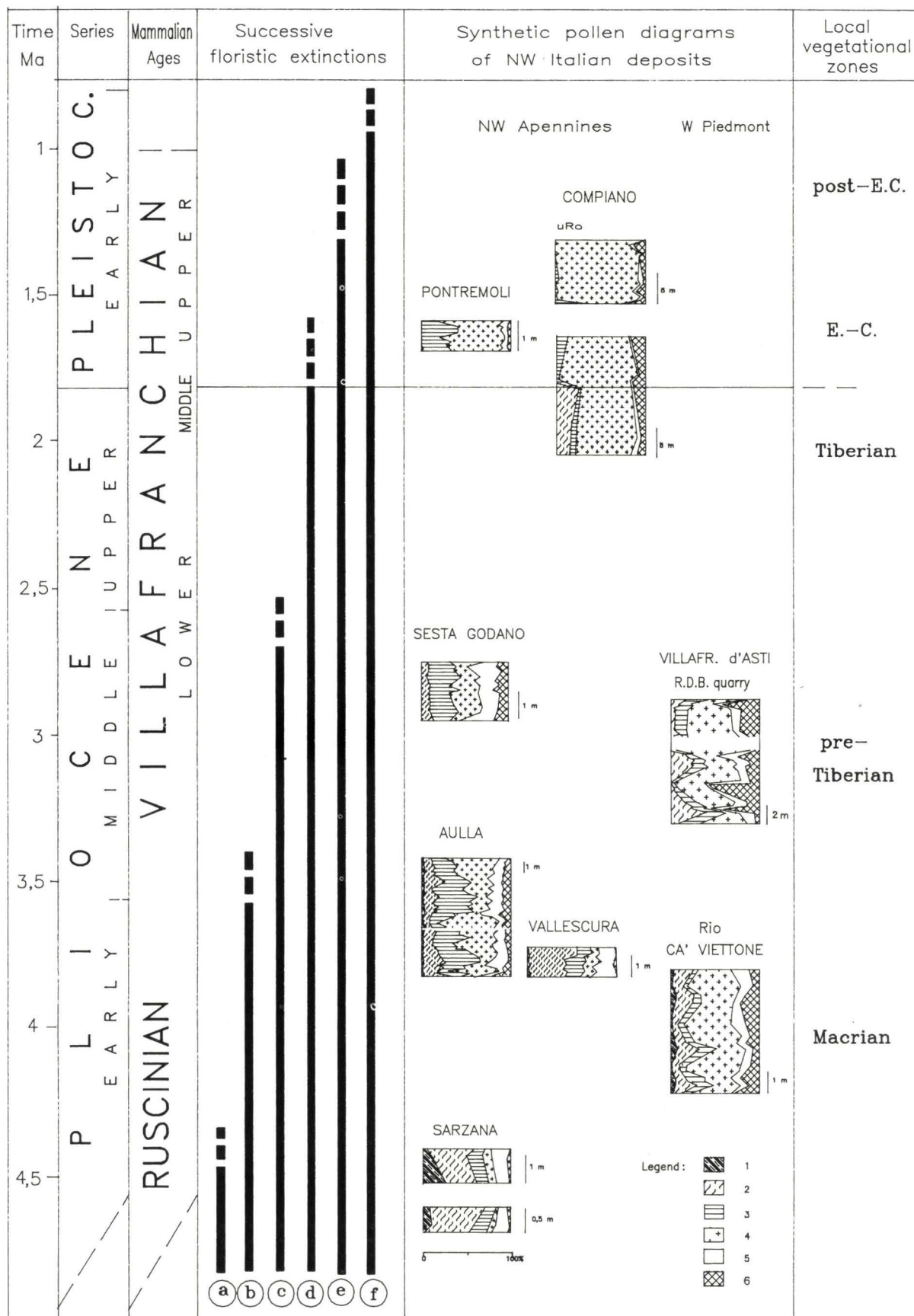
Fig. 11 - Tavola sinottica che mostra schematicamente le principali tappe dell'impoverimento floristico riscontrato nelle successioni polliniche finora studiate. I diagrammi pollinici dei vari depositi sono stati quindi ordinati stratigraficamente, in base al loro contenuto paleofloristico. E' stato poi fatto un tentativo di inquadramento cronostatigrafico entro i vari periodi e/o piani del Neogene superiore - Pleistocene iniziale (riferimenti cronostatigrafici da Rio *et al.*, 1994). Questo schema è ovviamente provvisorio, riflettente lo stato attuale di avanzamento delle ricerche. In particolare la scala cronologica segnata è solo indicativa della suddivisione stratigrafica dell'intervallo considerato, senza quindi precisi riferimenti cronologici ai vari depositi.

LEGENDA FLORISTICA:

- a) elementi tropicali-subtropicali più arcaici: *Reevesia*, *Itea*, t. *Bombax*, *Trigonobalanus* (cf.) ed altre Fagaceae tricolporate, *Theaceae*...;
- b) altri elementi tropicali-subtropicali: *Symplocos*, Sapotaceae, Clethraceae/Cyrillaceae, Rutaceae, Theaceae, *Rhoiptelea*, *Magnolia*, *Castanopsis* (cf.), Lauraceae, Moraceae (cf.),...;
- c) *Nyssa* (relativamente abbondante), Juglandaceae triplicate arcaiche, Anacardiaceae, Sterculiaceae, Hamamelidaceae tricolpate (*Hamamelis*, *Distylium*, t. *Embolanthera*), ...;
- d) Taxodiaceae (*Taxodium*/*Glyptostrobus*, t. *Sequoia*/*Cryptomeria*, *Sciadopitys*), ed inoltre *Myrica*, *Actinidia*, Palmae, Celastraceae,...;
- e) *Eucommia* e *Celtis* (E.-C.), *Engelhardtia*/*Platycarya*, *Liriodendron*, *Phellodendron*, *Liquidambar*, *Pinus haloxylon* s.s.- *Cathaya* p.p., *Carya* tipo piccolo,...;
- f) *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Aesculus*, *Cedrus*, *Tsuga*, t. *Pseudotsuga*, ...

LEGENDA PALINOLOGICA:

1. Gruppo degli elementi tropicali-subtropicali;
2. Gruppo delle Taxodiacee;
3. Gruppo delle Latifoglie decidue (Mediocratiche);
4. Gruppo comprensivo di tutte le Pinacee;
5. Altri elementi arborei;
6. Sommatoria delle piante non arboree, in prevalenza erbacee.



Taxodiaceae riscontrata da diversi AA. (Lona & Bertoldi, 1972; Bertolani *et al.*, 1979) alla sommità delle calcareniti della successione marina dello Stirone, che approssima, da un punto di vista biostratigrafico, il limite Plio/Pleistocene convenzionale (Pelosio & Raffi in Bertolani *et al.*, 1979). C'è da aggiungere, per completezza d'informazione, che questo limite convenzionale non è stato accertato dai dati paleomagnetici recenti (Mary *et al.*, 1993);

- la posizione della biozona ad *Eucommia-Celtis*, immediatamente susseguente a tale evento;

- due calibrazioni paleomagnetiche dirette nella cava R.D.B., che hanno offerto risultati concordanti. La sezione R.D.B. è posta nella parte centrale del crono Gauss (Lindsay *et al.*, 1980; Bormioli & Lanza, 1996). Quindi viene sempre confermata un'età superiore a 3.0 Ma. La sezione R.D.B., come visto, è caratterizzata dall'assenza della vegetazione tropicale-subtropicale;

- l'assenza del gruppo tropicale-subtropicale è stata pure accertata palinologicamente nella lunga sequenza sapropelitica del F. Marecchia in Romagna, sequenza ben calibrata biostratigraficamente e paleomagneticamente e riferibile in gran parte al Pliocene medio (*sensu* Rio *et al.*, 1994). La successione sapropelitica del F. Marecchia è appunto collocabile fra 3.1 e 2.2 Ma (Rio *et al.*, in press).

In definitiva tutti questi reperti provano che il gruppo degli elementi tropicali-subtropicali nell'Italia settentrionale è limitato al Pliocene inferiore. Tutt'al più essi penetrano rarefatti sia qualitativamente che quantitativamente alla base del Pliocene medio (Fig. 11). La loro estensione stratigrafica è documentata dai depositi più antichi qui considerati, cioè dal deposito di Sarzana e dal deposito di Rio Ca' Viettone. La fauna a Mammiferi del primo giacimento ed i rapporti stratigrafici con i sottostanti sedimenti marini del secondo corroborano questa collocazione. I depositi di Aulla e Vallescura, con il loro contenuto relitto in taxa tropicali-subtropicali, sembrano segnare invece l'inizio del loro declino e delimitare verso l'alto la loro distribuzione stratigrafica. I depositi superiori infatti, prima di tutto il deposito della cava R.D.B. di Villafranca d'Asti, non annoverano questo raggruppamento floristico.

LAVORI CITATI

- ABBAZZI, L., FICCARELLI, G. & TORRE, D., 1995, Deer fauna from the Aulla quarry (Val di Magra, Northern Apennines). Biochronological remarks: Riv. It. Paleont. Strat., 101 (3): 341-348.
- ALLASON, B., CARRARO, F., GHIBAUDO, G., PAGANELLI, A. & RICCI, B., 1981, Prove palinologiche dell'età pleistocenica inferiore di depositi "Villafranchiani" in Piemonte: Geogr. Fis. Din. Quat., 4: 39-47.
- AMBROSETTI, P., AZZAROLI, A., FICCARELLI, G., MASINI, B., SALA, B. & TORRE, D., 1996, Biostratigrafia, I Vertebrati. In Carraro (ed.): Revisione del Villafranchiano nell'area tipo di Villafranca d'Asti: Il Quaternario, It. J. Quat. Sc., 9(1): 70-73.
- AZZAROLI, A., 1950, Osservazioni sulla formazione villafranchiana di Olivola in val di Magra: Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., 57: 104-111.
- , 1977, The Villafranchian stage in Italy and the Plio-Pleistocene boundary: Giorn. Geol., 41(2): 61-79.
- BERNINI, M. & LASAGNA, S., 1988, Rilevamento geologico e analisi strutturale del bacino dell'alta Val di Magra tra M. Orsaro e Pontremoli (Appennino settentrionale): Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., 95: 139-183.
- , BOCCALETTI, M., MORATTI, G., PAPANI, G., SANI, F. & TORELLI, L., 1990, Episodi compressivi neogenico-quaternari nell'area estensionale tirrenica nord-orientale. Dati in mare e a terra: Mem. Soc. Geol. It., 45: 577-589.
- , BERTOLDI, R., PAPANI, G. & VESCOVI, P., 1994, Evoluzione in regime compressivo del bacino Villafranchiano di Compiano (Parma): Atti Tic. Sc. Terra, 37: 155-171.
- , —, FEDERICI, P.R. & PAPANI, G., 1996, Intermontane basins evolution and their geodynamic significance in the Northwestern Apennines: Notes Mem. Serv. Geol., Maroc., 387: 90-95.
- BERTOLANI MARCHETTI, D., ACCORSI, C.A., PELOSIO, G. & RAFFI, S., 1979, Palynology and stratigraphy of the Plio-Pleistocene sequence of the Stirone river (Northern Italy): Pollen et Spores, 21 (1-2): 149-167.
- BERTOLDI, R., 1984, Indagini palinologiche nel deposito fluvio lacustre Villafranchiano di Pontremoli (Val di Magra): Ateneo Parm., Acta Nat., 20: 155-163.
- , 1985, Testimonianze palinologiche di età "Villafranchiana" nel deposito fluvio-lacustre di Compiano (alta Val Tarò): Ateneo Parm., Acta Nat., 21: 23-30.
- , 1988, Una sequenza palinologica di età Rusciniense nei sedimenti lacustri basali del bacino di Aulla-Olivola (Val di Magra): Riv. It. Paleont. Strat., 94 (1): 105-138.
- , 1995, Palinostratigrafia dei bacini intermontani dell'Appennino nord-occidentale: Il Quaternario, It. J. Quat. Sc., 8 (1): 61-70.
- , 1996, Biostratigrafia, Pollini, Il complesso inferiore. In Carraro F. (ed.): Revisione del Villafranchiano nell'area tipo di Villafranca d'Asti: Il Quaternario, It. J. Quat. Sc., 9 (1): 78-85.
- & CASTELLO, M.F., 1990, Palinoflora di età Villafranchiana inferiore nel deposito continentale di Sesta Godano in alta Val di Vara (bacino del F. Magra): Atti Soc. Toscana Sc. Nat., Mem., 97: 31-45.
- & MARTINETTO, E., 1995, Ricerche paleobotaniche (palinologiche e paleocarpologiche) sulla successione "villafranchiana" del Rio di Ca' Viettone: Il Quaternario, It. J. Quat. Sc., 8 (2): 403-422.
- , RIO, D. & THUNELL, R., 1989, Pliocene-Pleistocene vegetational and climatic evolution of the South-Central Mediterranean: Paleogeography Paleoclimatology Paleoecology, 72: 263-275.

- , BINOTTI, A. & CASTELLO, F., 1994, *Reevesia* and *Itea* in the pollen flora of the Upper Neogene continental deposit at Sarzana (lower Magra valley, Northern Italy): *Rev. Palaeob. Palynol.*, 80 (1/2): 159-172.
- BORMIOLI, D. & LANZA, R., 1996, Magnetostratigrafia. In Carraro F. (ed.): *Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti: Il Quaternario, It. J. Quat. Sc.*, 9 (1): 101-104.
- CARRARO, F. (ed.), 1996, *Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti: Il Quaternario, It. J. Quat. Sc.*, 9 (1): 5-120.
- FEDERICI, P.R., 1973, La tettonica recente dell'Appennino. 1. Il bacino Villafranchiano di Sarzana e il suo significato nel quadro dei movimenti distensivi a nord-ovest delle Alpi: *Boll. Soc. Geol. It.*, 92: 287-301.
- , 1980, Note illustrative della neotettonica del foglio 95 La Spezia e del margine meridionale del foglio 84 Pontremoli: *Contr. Prelim. R. Carta Neotett. It., Prog. Fin. Geodin., CNR 356*: 1345-1364.
- , 1981, Nuovi resti di Vertebrato nel bacino fluvio-lacustre Villafranchiano di Pontremoli (Val di Magra): *Boll. Museo Sc. Nat. Lun.*, 1 (2): 71-74.
- , FOLLIERI, M. & COCCOLINI, G.B.L., 1982, Testimonianze palinologiche di Villafranchiano medio nel bacino neotettonico di Aulla-Olivola in Val di Magra: *Contr. R. Carta Neotett. It., C.N.R.*, 513: 225-230.
- LINDSAY, E.H., OPDYKE, N.D. & JOHNSON, N.M., 1980, Pliocene dispersal of the horse *Equus* and late Cenozoic mammalian dispersal events: *Nature*, 287: 135-138.
- LONA, F. & BERTOLDI, R., 1972, La storia del Plio-Pleistocene italiano in alcune sequenze vegetazionali lacustri e marine: *Atti Acc. Naz. Lincei, Memorie*, s. 8, 11 (1): 1-47.
- MAI, D., 1989, Development and regional differentiation of the European vegetation during the Tertiary: *Pl. Syst. Evol.*, 162: 79-81.
- MARTINETTO, E. & MAI, D., 1996, Biostratigrafia, Macrofossili vegetali. In Carraro F. (ed.), *Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti: Il Quaternario, It. J. Quat. Sc.*, 9 (1): 73-79.
- , PAVIA, G. & BERTOLDI, R., Fruits and seed floras rich in exotic and subtropical elements from two Lower Pliocene successions of Italy: *Meded. Rijks Geol. Dienst, Haarlem*, in press.
- MARY, C., IACCARINO, S., COURTILLOT, V., BESSE, J. & AISSAOUI, D.M., 1993, Magnetostratigraphy of Pliocene sediments from the Stirone River (Po Valley): *Geophys. J. Int.*, 112: 359-380.
- PETRUCCI, F., 1964, Sul bacino fluvio-lacustre rissiano di Compiano (Alta Val Taro): *Ateneo Parm., Acta Nat.*, 33: 35-46.
- RAGGI, G., 1985, Neotettonica ed evoluzione paleogeografica plio-pleistocenica del bacino del fiume Magra: *Mem. Soc. Geol. It.*, 30: 35-62.
- RIO, D., SPROVIERI, R. & DI STEFANO, E., 1994, The Gelasian stage: a proposal of a new chronostratigraphic Unit of the Pliocene series: *Riv. It. Paleont. Strat.*, 100 (1): 103-124.
- , CHANNELL, J.E.T., BERTOLDI, R., POLI, M.S., VERGERIO, P.P., RAFFI, I., SPROVIERI, R. & THUNELL, R.C., 1997, Pliocene sapropel in Northern Adriatic area: chronology and paleoenvironmental significance: *Paleogeography Paleoclimatology Paleoecology*, 135: 1-25.
- SADOWSKA, A., 1994, Stratigraphical Criteria in the Palynology of the Neogene: *Acta Palaeob.*, 34 (1): 107-114.
- VAI, G.B., 1989, A field trip guide to the Romagna Apennine geology, The Lamone Valley: *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 28 (2-3): 343-367.

(manuscript received November 30, 1996
accepted June 30, 1997)

Remo BERTOLDI
Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale
Viale delle Scienze, 43100 Parma, Italy