

Paesaggi vegetali del Quaternario in Lombardia

REMO BERTOLDI

*Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale, Università di Parma
viale delle Scienze - 43100 Parma*

Key words: Vegetational history, Pleistocene, Lombardy, Northern Italy.

SUMMARY

On the basis of the macro- and microfossil plant records, the vegetational history of the Lombardy during the Pleistocene is outlined. As for the Lower Pleistocene, the floristic and vegetational development is widely reported, following the macro- and micropalaeobotanical results of the lacustrine deposit of Leffe. These results have evidenced a succession of vegetal phases of Conifers and of broad-leaved trees, reflecting an alternation between glacial and non-glacial conditions. On the other hand for the Middle-Upper Pleistocene palaeobotanical evidences are very scanty or lacking. Finally the pattern of the successive floristic impoverishment during the Quaternary in the Northern Italy is briefly discussed.

INTRODUZIONE

Le tracce della vegetazione pregressa quaternaria in Lombardia non sono numerose: del tutto scarse per il lungo periodo Pleistocenico, in numero discreto per il Tardiglaciale e l'Olocene.

Queste vestigia risultano alquanto frammentarie in quanto sono state di solito rintracciate in depositi continentali a distribuzione spaziale e temporale puntiforme.

I sedimenti marini quaternari archiviano certamente un lungo tratto della storia della vegetazione, ma essi risultano per ora non indagati.

La distribuzione geografica dei depositi continentali fossiliferi non è casuale, ma rispecchia i lineamenti fisiografici della regione Lombarda.

È possibile infatti individuare in Lombardia tre zone fisiografiche, ben distinguibili per la loro storia geologica, per la litologia, per i suoli, per la morfologia e per il clima: la pianura del Po, la zona subalpina e la zona alpina.

La prima di queste zone, la pianura del Po – comprensiva degli anfiteatri morenici prealpini – è costituita litologicamente da sedimenti clastici sciolti, più o

meno grossolani, di origine recente, dovuti al riempimento alluvionale e/o glaciale del paleogolfo padano, risalenti al Pleistocene medio iniziale o forse in parte anche a tempi più recenti (Vai, 1989; Venzo, 1965). Di conseguenza gli archivi della storia della vegetazione in questa zona risalgono tutt'al più al periodo würmiano.

Ben diversa è la genesi e i caratteri litologici e climatici delle altre due zone.

La zona assiale alpina, a litologia cristallina o scistosa e interessata direttamente dai noti eventi glaciologici quaternari, può offrire soltanto piccoli depositi torboso-palustri di età posteriore all'epilogo dell'ultima acme würmiana.

I depositi continentali utili a scopi paleobotanici per il Pleistocene lombardo risultano pertanto solo quelli ubicati nella zona pre-alpina, cioè nella zona delle grandi vallate trasversali alla catena alpina, a litologia prevalentemente calcarea. Invero quelli finora conosciuti e studiati sono pochissimi, ma importanti in quanto attestano tappe significative del rivestimento vegetale quaternario per l'Italia settentrionale. Su questi ultimi, cioè sul periodo Pleistocenico, s'incentrerà principalmente questa relazione

CENNI AI PAESAGGI VEGETALI PRE-QUATERNARI

Prima di delineare i paesaggi vegetali del Quaternario, ritengo utile un rapido cenno alle vestigia della vegetazione di tempi più remoti della Lombardia, per offrire sinteticamente un scenario paleobotanico completo.

Scarsissime sono finora le testimonianze fossili di piante vascolari in età pre-Quaternaria. La loro conoscenza è dovuta soprattutto ai lavori condotti alla fine del secolo scorso da Sordelli (1896).

Per il Paleozoico superiore e il Mesozoico sono conosciuti solo alcuni affioramenti con scarsi reperti di Pteridofite e di Conifere arcaiche. Nessuna traccia fossile di piante terrestri è invece conosciuta durante il Terziario inferiore e quindi nulla è conosciuto sulla primitiva colonizzazione e sulle primitive formazioni vegetali immediatamente susseguenti l'orogenesi alpina manifestatasi durante il Paleogene. Merita sottolineare le differenze con la vicina regione Veneto, nella quale invece in questo lasso di tempo si possono rinvenire ricche macro- e microflore.

Inadeguate sono pure le conoscenze sul rivestimento vegetale della Lombardia durante il Neogene. Sordelli (1896), Principi (1942) e ultimamente Brambilla (1992), riportano un elenco di filliti rivenute in affioramenti marini sulle due sponde opposte del paleogolfo padano, precisamente in marne-gessose del Sarmaziano presso Stradella e in marne sabbiose di età cosiddetta "piacenziana" di alcune località allo sbocco delle vallate sud-alpine. Queste testimonianze, nonostante la notevole differenza d'età, risultano apparentemente simili, annoverando poche differenze. Sono già ben presenti sia generi tipici euroasiatici quali *Pinus*,

Salix, Populus, Betula, Alnus, Acer, Fagus, Castanea, Quercus, etc., tutti con diverse specie, sia generi a prevalente gravitazione nord-americana, come *Sequoia, Carya, Juglans* e altre Juglandaceae, *Platanus, Liquidambar*, etc. Accanto a questi elementi di clima caldo-temperato e temperato, le florule annoverano anche elementi tropicali-subtropicali quali *Ficus* (diverse specie), numerose Lauraceae (*Persea, Cinnamomum, Laurus, Oreodaphne, Apollonias*), Myrtaceae, Combretaceae e altre ancora.

Tali giacimenti sembrano attestare uniformità di flore sui versanti opposti del paleogolfo padano durante un lungo intervallo del Neogene superiore. A causa dell'incertezza della collocazione cronostratigrafica, queste coincidenze sono solo casuali.

PAESAGGI VEGETALI DEL PLEISTOCENE INFERIORE

I paesaggi vegetali del Pleistocene inferiore della Lombardia sono documentati essenzialmente da un unico giacimento, il giacimento minerogeno-lignitifero di Leffe, sito in una valletta laterale della Val Seriana, a circa 450 m s.l.m.

Definito da Sordelli "uno dei più controversi giacimenti dell'alta Italia", di esso già nel secolo scorso si occuparono parecchi studiosi, sia per la sua importanza industriale, sia per i molti fossili animali rinvenuti. Già allora si riteneva che questo deposito si fosse formato "in un tempo non breve, fra la fine dell'era Terziaria e l'attuale" (Sordelli, 1896).

Famoso per i suoi resti di grossi Vertebrati, una decina di taxa secondo Venzo (1950), fra cui Elefanti, Rinoceronti, Ruminanti e Cervidi, non altrettanto famoso per i suoi macrofossili vegetali. Infatti esso annovera pochi resti di piante, meno di una dozzina, alcune identiche a specie attuali nostrane come *Corylus avellana, Andromeda potifolia, Phragmites communis*, od affini come *Trapa heerii* simile a *Trapa natans*, altre più interessanti poiché estranee o alla flora attuale italiana come *Aesculus hippocastanum*, od addirittura all'Europa, come *Picea Balsami, P. seriana, Juglans bergomensis, Vitis neuwirthiana*, tutti taxa affini a specie dell'America settentrionale. Tali macrofossili risultano del tutto insufficienti per tratteggiare anche solo un paesaggio vegetale momentaneo (statico) del Pleistocene inferiore. Anche dati recentissimi su legni fossili provenienti dal bancone lignitifero principale di Leffe, hanno aggiunto pochi altri generi a quelli descritti precedentemente (Ravazzi e Van der Burgh, 1994).

Le indagini palinologiche condotte a partire dal 1950 da Lona (Lona, 1950; Lona e Follieri, 1957; Lona, 1963) hanno enormemente ampliato le conoscenze, portando contributi decisivi alla conoscenza della storia floristica e vegetazionale del Quaternario antico. I diagrammi pollinici di Leffe sono stati i primi ricavati da depositi continentali del Pleistocene inferiore in Europa e hanno fornito una successione ininterrotta di paesaggi vegetali di questo periodo. Le ricer-

che palinologiche su Leffe hanno segnato l'inizio della moderna palinologia in Italia e non solo in Italia. Infatti in questi lavori gli scopi della palinologia non sono più limitati allo sviluppo paleofloristico, paleovegetazionale e paleoclimatico di una certa regione. Gli obiettivi si allargano alle correlazioni con le sequenze delle glaciazioni alpine classiche di Penck e Brückner, tentando anche agganci con la serie glaciale europea nord-occidentale e inoltre emergono gli intenti di ordine palinostratigrafico, biostratigrafico. Nella cerchia sud-alpina poi sono stati comprovati per la prima volta attraverso le analisi polliniche i cicli glaciali quaternari più antichi, pregünziani, conosciuti fino allora soltanto attraverso le loro tracce geomorfologiche a nord delle Alpi (Eberl, 1930; Venzo, 1955).

Le fasi glaciali si manifestano attraverso una ricca vegetazione forestale a Conifere, *Pinus* sia di tipo *silvestris* che di tipo *haploxylon*, poi *Picea*, *Abies* con specie non soltanto riferibili alle nostrane, ma anche esotiche, e *Betula*. Le fasi non-glaciali (interglaciali e/o interstadiali) mostrano ricche foreste a Latifoglie rappresentate da *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Quercus*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Tilia*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Castanea*, *Liquidambar*. Le transizioni sono graduali e contrassegnate soprattutto da *Tsuga* e *Cedrus*.

I paesaggi forestali si susseguono, alternandosi e registrando con regolarità le contrazioni-espansioni degli orizzonti altitudinali della vegetazione nella cerchia sud-alpina, rispecchiando fedelmente la dinamica climatica.

Il diagramma ultimo di Leffe (Fig. 1) mostra una decina di oscillazioni glaciali-fredde, alternate da altrettante fasi interglaciali o interstadiali, a clima temperato-caldo o temperato. In queste ultime, come poi comprovato successivamente anche in altri depositi pleistocenici, lo sviluppo delle foreste decidue a Querceto e Carieto (Juglandaceae) non è simultaneo, ma il primo ha sempre la priorità sul secondo. Probabilmente questa diacronia è da imputarsi in parte anche a fattori edafici oltre che climatici.

È stata pure osservata una differenza cronologica nello sviluppo quantitativo delle due formazioni: le Juglandacee sono dominanti nella porzione mediana-inferiore del profilo, restringendosi fino alla quasi scomparsa nella porzione superiore ove assumono un ruolo preponderante le Querce.

Da un punto di vista paleofloristico le indagini di Lona hanno portato alla luce reperti vegetali Quaternari antichi, talora del tutto sconosciuti in Europa, primo di tutti *Cedrus*, o poco conosciuti come Cupressinee varie, *Liquidambar*, *Buxus*, *Staphylea*, *Aesculus*.

L'individuazione poi di scomparse regionali o di progressive riduzioni di diversi elementi forestali, come *Eucommia*, *Celtis*, *Pinus* t. *haploxylon* (s.s.), *Engelhardia*, *Nyssa*, *Myrica* fra i primi e *Cedrus*, *Tsuga*, *Carya*, *Pterocarya* fra i secondi, ha permesso di utilizzare queste sequenze a fini biostratigrafici fino a tempi recenti. La sequenza pollinica di Leffe è stata per quasi 50 anni punto di riferimento obbligato per i paleobotanici, e non solo per loro, del Pleistocene italiano e anche europeo.

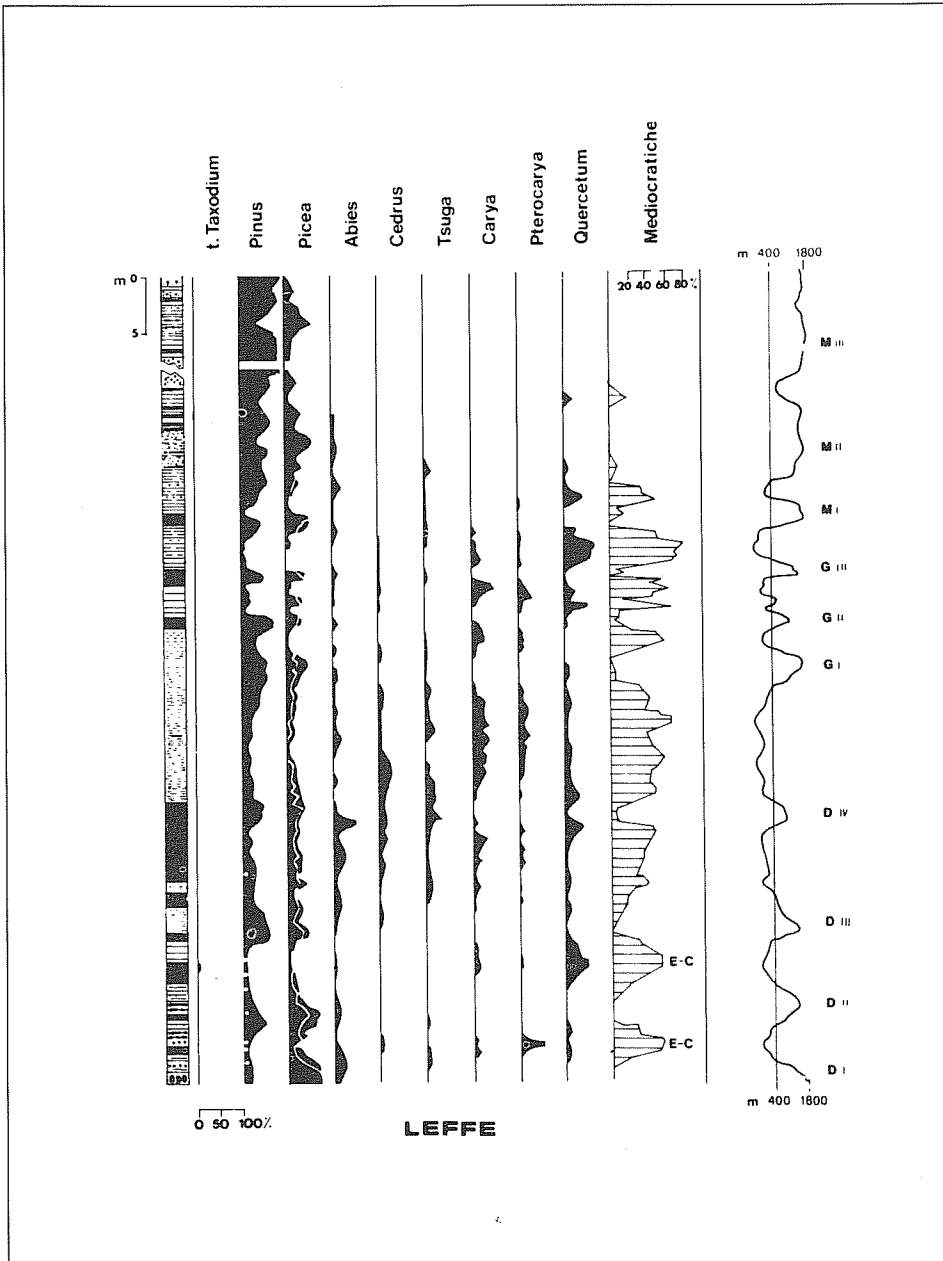


Fig. 1. - Diagramma pollinologico riassuntivo del deposito lacustre di Lefte (da Fig. 4, in Lona e Bertoldi, 1972). Il diagramma rappresenta soltanto le curve percentuali degli elementi forestali principali e la curva percentuale della somma degli elementi mediocromatici. A destra del diagramma è raffigurata la curva dell'attribuzione altimetrica dei vari tratti della successione vegetazionale, rispecchiante la sequenza delle fasi glaciali e non-glaciali, dal Donau I al Mindel III secondo l'attribuzione di Lona (1950, 1963) e Lona e Follieri (1957).

L'intervallo di tempo di formazione del giacimento di Leffe era stato desunto in gran parte dai dati stratigrafico-paleontologici di Venzo (1950, 1953, 1955). La sequenza pollinica era attribuita all'intero Pleistocene inferiore, penetrando anche nel periodo successivo, vale a dire essa abbracciava l'intero intervallo che andava dalle prime fasi glaciali del Donau, alla glaciazione di Günz, fino alla glaciazione Mindeliana della glaciologia alpina.

Recentemente è stata intrapresa la revisione stratigrafica, paleobotanica e paleontologica del deposito di Leffe da parte del Centro Studi di Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR.

È stato effettuato un carotaggio continuo che ha raggiunto il substrato, recuperando l'intera successione di 160 m circa di spessore. Vi è quindi una maggior fedeltà nella successione stratigrafica rispetto alle campionature di Venzo e Lona eseguite in affioramenti di cava o in galleria.

Il dato più interessante di questo nuovo studio sul deposito di Leffe è certamente quello cronostratigrafico, desunto da calibrazione paleomagnetica e riportato da Cremaschi e Ravazzi (1995). La successione di Leffe presenta interamente polarità paleomagnetica inversa. Solo nella porzione basale è stato rintracciato un evento a polarità normale. In altre parole il deposito di Leffe è attribuibile al chron Matuyama di polarità inversa e ha avuto inizio al passaggio Pliocene/Pleistocene come indicato dall'individuazione dell'evento Olduvai. Esso abbraccia quindi la parte più antica del Pleistocene inferiore, probabilmente fino dell'evento Jaramillo.

Di fatto l'intera serie viene invecchiata. Le conseguenze sono di ordine principalmente stratigrafico-climatico.

La successione pollinica di Leffe non comprende quindi i cicli vegetazionali climatici Mindeliani, che iniziano nel Pleistocene medio, e che si manifestano, come dimostrato dalla curva isotopica dell' $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ di notevole ampiezza e durata (cicli di circa 100.000 anni), ma comprende solo quelli a più moderata intensità e durata (cicli generalmente di 40.000 anni).

Emerge comunque che la dinamica della vegetazione è ampiamente paragonabile nei due studi, come messo in evidenza dal lavoro di Ravazzi e Rossignol Strick (1995), dove sono stati messi in relazione i cicli vegetazionali riguardanti un intervallo della porzione biogena intermedia, la sola finora pubblicata.

Ovviamente i cicli di vegetazione sono ora meglio precisati, ognuno composto da una successione di paesaggi vegetali che si susseguono regolarmente. Ogni ciclo vegetazionale comprende la successione di 5 zone polliniche:

- zona a dominanza di *Pinus*, *Picea* tipo *omorika*, con *Artemisia* e *Larix*: interpretabile come un paesaggio vegetale di apertura della vegetazione forestale;
- zona caratterizzata da picco di Betulla, espressione di popolamenti pionieri eliofilo;

– zona a rapida espansione degli elementi del Querceto (*Quercus*, *Ulmus/Zelkova*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Fraxinus*, *Tilia*): espressione certamente di un miglioramento climatico essenzialmente in senso termico, ma anche di condizioni edafiche ancora precarie;

– zona a dominanza di Juglandacee, soprattutto *Carya*, *Pterocarya*, più raro *Juglans* e *Engelhardtia*. È la fase ottimale delle entità arboree, che denota optimum climatico e maturità del terreno. Essa annovera entità a carattere colchico-mesiaco, quali *Vitis*, *Rhododendron*, *Staphylea*, *Aesculus*, *Hedera*, *Ilex*.

– zona infine a dominanza di Conifere, di chiusura del ciclo vegetazionale.

Da un punto di vista paleofloristico appare un maggior approfondimento di certi taxa, specialmente dei taxa di piante erbacee, da Lona segnalati eventualmente solo in calce alle tabelle polliniche. Emerge comunque sempre la netta dominanza delle formazioni forestali nei paesaggi vegetali del Pleistocene inferiore. Infatti la curva elevata delle piante erbacee evidenziata nel diagramma di Ravazzi e Rossignol Strick (1955) è dovuta in maggior parte a piante acquatiche, di palude o comunque di ambienti umidi, tutte quindi *in situ*. Le erbacee xerofile mostrano solo qualche picco relativamente modesto, collocato all'epilogo dei cicli vegetazionali, ma non in tutti, interpretabile come fase a relativa apertura dei boschi a Conifere.

La netta dominanza nei diagrammi delle percentuali delle formazioni arboree, riscontrata peraltro anche in altre sequenze quaternarie antiche (Stirone, Pietrafitta: Lona e Bertoldi, 1972), deve essere interpretata con molta prudenza. Ricorrenti sono con i colleghi Paleontologi dei Vertebrati le discussioni circa la copertura vegetale degli ambienti popolati dai grossi mammiferi Villafranchiani.

In particolare a Lefe questi grossi Mammiferi non avevano ampie aree a disposizione, dovendo adattarsi a una zona ristretta tra la costa del paleogolfo padano e l'orizzonte montano a Conifere.

Certamente i diagrammi delle percentuali polliniche non lasciano intravedere ampie formazioni steppiche o praterie poco alberate. Tuttavia una interpretazione precisa dell'ambiente vegetale da parte dei palinologi può venire dai diagrammi delle concentrazioni polliniche. Le curve delle concentrazioni polliniche, che possono essere riferite ai singoli taxa, o meglio a raggruppamenti vegetazionali o a tutte le piante arboree, attestano l'abbondanza, il grado di copertura delle piante arboree nelle varie zone polliniche. Indispensabili già da tempo per la corretta interpretazione dei diagrammi pollinici postwürmiani, anche se poco sfruttati come si è visto nel recente Convegno sul Tardi-Postglaciale a Trento, sono stati ampiamente utilizzati nell'Italia centrale da Follieri e Collaboratori in successioni non solo oloceniche ma anche pleistoceniche medio-superiori.

In recenti lavori sulle successioni neogeniche del Piemonte sono state sempre calcolate le concentrazioni polliniche con risultati molto soddisfacenti per l'in-

interpretazione dei paesaggi vegetali (Bertoldi, 1996). La curva delle concentrazioni delle AP è stata utilizzata per interpretare la fisionomia e la struttura della vegetazione dell'ambiente popolato dalla fauna del Villafranchiano inferiore del Piemonte, precisamente della successione pollinica della cava R.D.B. di Villafranca d'Asti. Essa dimostra chiaramente che gli elevati valori percentuali delle AP non sempre corrispondono a picchi della curva delle concentrazioni. Anzi la zona A, gran parte della zona C e la zona E, corrispondenti a fasi vegetazionali con altissime percentuali delle AP, mostrano concentrazione pollinica bassissima, inferiore a 300 granuli/grammo sedimento, interpretabili come paesaggi di colonizzazione ampiamente aperti per la vegetazione arborea (Bertoldi, 1996, cfr. Fig. 53).

Il giacimento di Leffe sembra particolarmente adatto invece a mettere in luce il grado di copertura arborea dei paesaggi vegetali del Villafranchiano superiore. Significative saranno in particolare le curve delle concentrazioni riferite ai diversi orizzonti vegetazionali altitudinali, primo fra tutti dell'orizzonte delle Latifoglie decidue del piano basale, area certamente principale di pascolo dei grossi erbivori.

Per completezza d'informazione riguardante sempre il Pleistocene inferiore, accenno a una microflora, segnalata ancor precedentemente allo studio di Leffe da parte di Di Napoli Alliata (in Movius, 1949) in una successione Calabrianica presso Lecco e composta essenzialmente da *Pinus*, *Picea*, *Alnus*, *Ericaceae*, corrispondente secondo Movius a un'oscillazione fresca e umida rapportabile a una fase glaciale antica.

PAESAGGI VEGETALI DEL PLEISTOCENE MEDIO

Un grosso *hiatus*, una grossa lacuna esiste nella storia della vegetazione in questo periodo. Praticamente questo buco nella storia paleobotanica va da circa 1 M.a. fino a 130.000 anni, fino all'inizio del Pleistocene superiore. Non si sono trovati finora archivi idonei a colmare questa lacuna in Lombardia.

Vi sono soltanto alcuni siti, distribuiti in modo puntiforme sia nello spazio che nel tempo, attribuiti, su basi geomorfologiche, al grande Interglaciale Mindel-Riss (Bagaggera in Brianza, Ranica in Val Seriana, Villolongo presso Sarnico) (Venzo, 1955). Ma solo occasionalmente sono state illustrate florule polliniche, per esempio a Bagaggera, ove in corrispondenza di un livello a legni di *Abies alba* sono stati rinvenuti pollini di *Abies*, *Pinus* e rari *Fagus* (Lona, 1952). Questi dati sono del tutto insufficiente per delineare paesaggi vegetali.

Per questo è interessante accennare a un'indagine, ancora in via di espletamento, eseguita in un deposito continentale ubicato nella regione a ovest del Lago d'Iseo, precisamente all'esterno delle cerchie moreniche würmiane del piccolo anfiteatro di Paratico. Già la posizione stessa del deposito lacustre suggerisce

sce un'età precedente all'ultimo periodo glaciale. Il deposito inoltre è ubicato a una quota superiore alla sommità delle cerchie moreniche. È stata recuperata mediante sondaggio una successione sedimentaria (circa una decina di metri) e nella Fig. 2 viene raffigurata la parte medio-inferiore, ormai ultimata (Bertoldi et al., in prep.). Essa mostra in continuità una sequenza pollinica che attesta una successione di zone polliniche (A-D), cioè di paesaggi vegetali:

zona A: fase a *Pinus-Picea*-NAP;

zona B: fase a *Pinus-Artemisia*-NAP con *Betula*;

zona C: fase a *Betula-Pinus-Artemisia*-NAP;

zona D: fase a *Quercus-Pinus-Corylus*, a cui segue verso l'alto almeno un'altra fase a dominanza di Conifere.

È questo finora l'unico profilo in Lombardia che fornisce una sequenza vegetale continua di un intervallo del Pleistocene verosimilmente medio, precisamente di un ciclo climatico intero, costituito da una fase temperata, di tipo interstadiale, compresa tra due fasi fredde, di tipo stadiale. Un tentativo di datazione radiometrica dei sedimenti torbosi inglobanti la fase interstadiale (precisamente fra 5,05 e 4,85 m di profondità), ha solo fornito una riprova indiretta dell'antichità del deposito, in quanto la data risulta superiore ai limiti di databilità del C14 (> 33.000 anni B.P.)¹. Essa quindi non può confermare, ma neppure contraddire la collocazione cronostratigrafica del deposito al Pleistocene medio.

Maggiori indicazioni possono essere desunte dalla composizione della palinoflora: essa è sì completamente moderna, ma conserva ancor tracce di elementi pleistocenici inferiori, quali *Pinus* tipo *haploxylon*, *Cedrus*, *Tsuga*, *Carya* e *Myrica*, oltre che *Zelkova*, che nel diagramma sono sommati ed espressi dalla curva "Relitti pleistocenici inferiori". Per ora è prematuro tentare qualche raffronto con le zone inferiori della sequenza pleistocenica medio-superiore di Valle di Castiglione (Follieri et al., 1988).

PAESAGGI VEGETALI DEL PLEISTOCENE SUPERIORE (ESCLUSO TARDIGLACIALE)

Classico per gli studi sulle filliti è il deposito lacustre di Pianico-Sellere in Val Borlezza (Bergamo). Esso è attribuito all'Interglaciale Riss-Würm su base geologico-paleontologica (Venzo, 1955; Lona e Venzo, 1956). Recenti tentativi di datazione assoluta provano indirettamente tale attribuzione (Alessio et al., 1978; Orombelli, 1983)

La ricca macroflora – circa una quarantina di specie – contenute in microvarve calcaree bianche, è stata studiata da diversi AA. (cfr. Sordelli, 1896; cfr. Principi, 1938; Maffei, 1924). Gran parte dei reperti sono identici a specie nostrane attuali. Caratterizzante invece è un nucleo di specie oggi proprio

¹ La datazione radiometrica è stata eseguita da Krüger Enterp. Inc., Geochron Lab. Div., Cambridge (MA), tramite interessamento del prof. G. Orombelli, Dip. Scienze della Terra, Università di Milano.

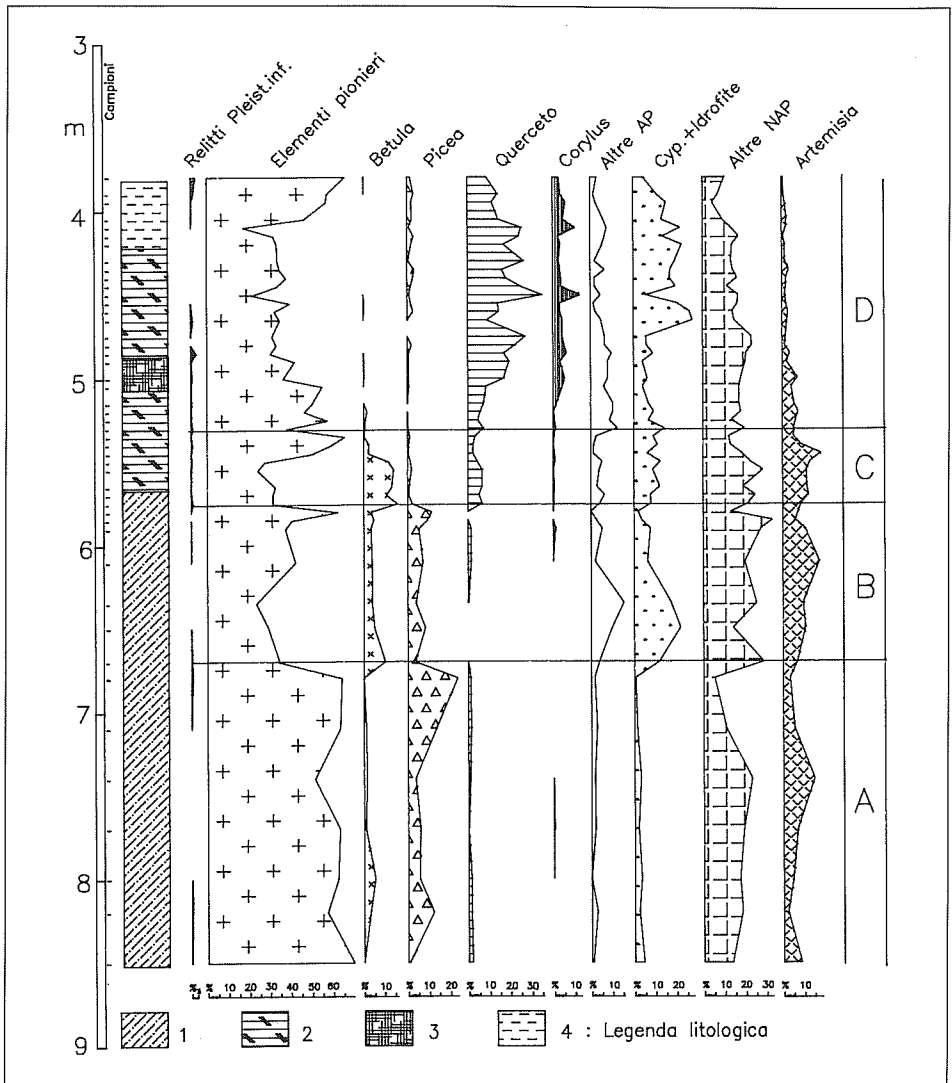


Fig. 2 - Diagramma palinologico sintetico della parte inferiore del sondaggio di Cava Brignoli, ubicata all'esterno dell'anfiteatro di Paraticco, a ovest del Lago d'Iseo. I vari taxa pollinici sono riuniti in una decina di gruppi ecologico-ambientali, corrispondenti alla distribuzione altitudinale della vegetazione attuale.

Didascalia delle curve polliniche riassuntive:

- Relitti pleistocenici inferiori: *Pinus* tipo *hapkylon*, *Cedrus*, *Tsuga*, *Carya*, *Myrica*, compresi anche sparuti granuli di *Zelkova*. - Elementi pionieri: soprattutto *Pinus*, poi *Juniperus*, *Larix*, *Hippophæ*.
- Querceto: principalmente *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, e secondariamente *Acer*, *Fraxinus*, *Ostrya*, *Carpinus*.
- altre AP: altre piante arboree: *Alnus*, *Salix*, *Populus* e granuli rimasti indeterminati.
- Cyp.+ Idrofite: Cyperaceae e piante di ambiente acquatico, come *Typha*, Sparganiaceae, *Myriophyllum*.
- altre NAP: tutte le piante erbacee di ambiente non umido, principalmente Graminaceae, Compositae (esclusa *Artemisia*), Chenopodiaceae, Ranunculaceae, Crucifere, Umbelliferae, *Helianthemum*, Polygonaceae, Plantaginaceae, Leguminosae, Caryophyllaceae, etc.

della regione balcanica e dell'Asia Minore, propriamente della regione Colchico-Pontica, come *Pinus peuce* affine a *Pinus excelsa* dell'Himalaya, *Quercus pubescens* e forme affini, *Castanea latifolia*, *Juglans regia*, *Ilex aquifolium*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer monosperulatum*, *Acer laetum*, *Taxus baccata*, *Buxus sempervirens*, *Rhododendron ponticum*. Esse sono espressione di un clima proprio della zona colchico-mediterranea.

Una recente ricerca paleocarpologica negli strati fillitiferi di Pianico (Emmert-Straubinger, 1991), conferma gli elementi caratteristici, aggiungendone qualcun altro che comprova ulteriormente il carattere balcanico-colchico della flora del deposito, come *Picea omorika*, *Acer cappadocinum*, *Tilia caucasica*.

Il giacimento di Pianico è di solito correlato con quello di Re in Val Vigizzo (Piemonte orientale) e con quello della breccia di Hötting (Innsbruck), sia per età che per somiglianza di macroflora. Comuni ai tre giacimenti sono diverse specie, fra cui le caratterizzanti *Castanea latifolia*, *Buxus sempervirens*, *Rhododendron ponticum*.

Gli studi palinologici sui due giacimenti italiani si sono arrestati ad alcune note preliminari apparse negli anni '50-'60 da parte di Lona (1952), Trombara (1952) e Bertolani Marchetti (1955).

In esse non viene descritta l'evoluzione floristica attraverso l'intero deposito, ma solo vengono evidenziati due orizzonti vegetazionali, uno sottostante alle filliti a dominanza di Abete bianco e l'altro in corrispondenza di esse essenzialmente a Carpino, associato ad Acero, Pioppo, Tiglio e Querce varie. Sono ritenuti come due tappe ben distinte dell'evoluzione floristica dell'Interglaciale, di cui una sembrerebbe di tipo subatlantico e l'altro di tipo colchico-meridionale.

Sempre per il Pleistocene superiore è stato segnalato da tempo per le sue caratteristiche macro- e microflore un deposito ai margini occidentali della Lombardia, il deposito di Calprino presso Lugano. Esso risulta senz'altro più recente dei due precedenti, probabilmente corrisponde a un intersadio del Würm. La macroflora indica paesaggi vegetali ad *Abies pectinata*, *Picea excelsa*, *Carpinus betulus*, *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus* e significativamente ancora *Buxus sempervirens*, *Rhododendron ponticum*, *Philadelphus coronarius* (Principi, 1938).

Lo studio microfloristico intrapreso preliminarmente da Lona (1963) su alcune filliti, porta alla luce gli stessi elementi della macroflora. Significativi i dati quantitativi, che segnano ora una prevalenza di *Abies*, ora di *Fagus*, ora di *Carpinus*. Di particolare interesse è la diffusione del Faggio in questo deposito, in quanto assente o solo in tracce nel sottostante deposito di Pianico-Sellere.

Quindi pure la storia vegetale del Pleistocene superiore in Lombardia risulta frammentaria e mal conosciuta. I reperti fossili finora hanno permesso di intravedere soltanto alcuni *flash* floristico-vegetazionali, ma non di ricostruire in continuità i paesaggi vegetali.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In conclusione, la storia della vegetazione del periodo pleistocenico in Lombardia, ricostruita attraverso i reperti fossili finora disponibili, attesta una sequenza di tappe che ancor oggi possono essere ritenute valide per la documentazione dell'evoluzione paleobotanica quaternaria nell'Italia settentrionale. Infatti la successione fossile lombarda è ben confrontabile e anzi avvalorata da altre sequenze vegetazionali extraregionali, prime fra tutte la sequenza dello Stirone (Lona e Bertoldi, 1972) e quella recente del sondaggio di Venezia (Mullenders et al., 1996).

In tutti questi siti le macro- e microflore attestano un progressivo impoverimento floristico, quantitativo e qualitativo, che si manifesta graduale nel tempo. Infatti nel corso del Pleistocene inferiore il tasso di estinzione non sembra considerevolmente accelerato rispetto a quello riscontrato durante il Pliocene. Nel Quaternario inferiore scompaiono dall'Italia settentrionale taxa a livello tassonomico superiore alla specie, generalmente a livello di genere.

Le scomparse iniziano vistosamente con la caduta della *Sciadopitys* all'epilogo della fase Tiberiana, corrispondente al limite biostratigrafico Plio/Pleistocene e continuano con *Taxodium/Glyptostrobus*, *Eucommia*, *Myrica*, *Engelhardtia*, *Liriodendron*, *Phellodendron*, *Liquidambar*, *Aesculus*, *Cedrus*. *Carya*, *Pterocarya* e *Tsuga* sembrano penetrare sparutamente e solo occasionalmente, anche nel periodo sovrastante.

Il momento cronologico della loro estinzione potrà essere meglio precisato con i nuovi studi, ma le tappe sono quelle già anticipate nei lavori di Lona.

Nel Pleistocene medio, data la scarsità dei reperti, è difficile precisare il momento e il tipo di impoverimento prevalente, ma esso dovrebbe riguardare principalmente specie fortemente disgiunte di generi attuali, specialmente di Conifere, per esempio *Pinus* sottogenere *haploxylon*, *Picea* e *Abies* di tipo americano/est-asiatico.

Nel corso del Pleistocene superiore si completa l'impoverimento a livello specifico dei generi nostrani. Scompaiono definitivamente specie medio-orientali di Conifere, cioè specie di *Pinus*, *Abies*, *Picea*, ma anche di Latifoglie, vale a dire specie di *Quercus*, *Acer*, *Tilia*, *Castanea*, ecc.

La maggior parte di queste scomparse non sembrano in chiara connessione con le crisi climatiche drastiche del Pleistocene, che prendono avvio, come mostra la curva isotopica dell'O nel Pleistocene medio. All'instaurarsi dei cicli climatici più drastici per intensità e durata del Pleistocene medio, le flore dell'Italia settentrionale sembrano possedere già un'impronta essenzialmente moderna almeno a livello di generi.

Il gradiente di estinzione floristica regionale sembra riproporre il modello di estinzione del Neogene superiore (Bertoldi et al., 1994; Bertoldi, 1995, 1996).

Infatti anche nel corso del Pliocene le più vistose estinzioni, per es. di numerosi elementi tropicali-subtropicali, non si manifestano in corrispondenza con l'evento climatico più drastico di questo periodo, cioè con l'instaurarsi della calotta glaciale artica a circa 2,5-2,4 M.y., ma esse risultano assai precedenti a questo evento glaciale.

Come sta a dimostrare la successione pollinica del F. Marecchia, in Romagna (Rio et al., 1997), l'evento glaciale, che risulta chiaramente tripartito sia nella sequenza pollinica che nella curva isotopica dell'¹⁸O, ha provocato importanti cambiamenti vegetazionali, ma non ha prodotto significative estinzioni floristiche nell'Italia settentrionale, ma solo aperture o disgiunzioni degli areali, aperture definitive per certi taxa, come per alcuni elementi delle Hamamelidaceae (*Distylium*, *Hamamelis*, *Enbolanthera*), per *Rhoiptelea*, ma principalmente aperture momentanee per altri, come *Nyssa*, *Myrica*, *Eucommia*, alcune Juglandacee arcaiche.

Il fattore climatico sembra quindi aver giocato un ruolo indiretto e su tempi molto lunghi: esso ha influenzato gradatamente i fattori biologici (ciclo vitale, grado di tolleranza o resistenza alle patologie, grado di adattabilità, di concorrenzialità, ecc.) che sono divenuti man mano i veri fattori limitanti alla vitalità dei taxa floristici.

BIBLIOGRAFIA

- ALESSIO M., ALLEGRI L., BELLA F., BELLUOMINI G., CALDERONI G., CORTESI C., IMPROTA S., MANFRA L., OROMBELLI G., 1978 - I depositi lacustri di Rovagnate, di Pontida e di Pianico in Lombardia: datazione con il C-14. Geogr. Fis. Din. Quat., 1: 131-137.
- BERTOLANI MARCHETTI D., 1955 - Vicende floristiche del Pleistocene italiano in base ai reperti di macro- e microfossili. Soc. Tip. Ed. Modenese, pp. 23
- BERTOLDI R., 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.
- BERTOLDI R., 1995 - Palinostratigrafia dei bacini intermontani dell'Appennino nord-occidentale. Il Quaternario, It. J. Quatern. Sc., 8 (1): 61-70.
- BERTOLDI R., 1996 - Biostratigrafia, Pollini, Complesso inferiore. In: Carraro F. (ed.) - Revisione del Villafranchiano nell'area-tipo di Villafranca d'Asti. Il Quaternario, It. J. Quatern. Sc., 9 (1), 78-95.
- BRAMBILLA G., 1992 - Le filliti plioceniche del Canton Ticino nelle collezioni del Museo cantonale di Storia Naturale di Lugano: considerazioni sistematiche, cronologiche ed ambientali. Boll. Soc. Tic. Sci. Nat., 80 (2): 63-95.
- CREMASCHI M., RAVAZZI C., 1995 - Nuovi dati stratigrafici e geocronologici sul bacino di Leffe (Prealpi Lombarde, Bergamo). Il Quaternario, It. J. Quatern. Sc., 8 (1): 167-182.
- EBERL B., 1930 - Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorland, ihr Ablauf, ihre Chronologie auf Grund der Aufnahmen im Bereich des Lech- und Illergletschers. Benno Filsler Verlag, Augsburg, pp. 427.
- EMMERT-STRAUBINGER E., 1991 - Die interglazialflora von Pianico (Prov. Bergamo, Italien). Proceedings Pan-Europ. Palaeob. Conf., Vienna, 15-18.
- FOLLIERI M., MAGRI D., SADORI L., 1988 - 250.000-year pollen record from Valle di Castiglione (Roma). Pollen et Spores, 30 (3-4): 329-356.
- LONA F., 1950 - Contributi alla storia della vegetazione e del clima nella valle padana. Analisi pollinica del giacimento villafranchiano di Leffe (Bergamo). Atti Soc. It. Sc. Nat., 89: 120-178.
- LONA F., 1952 - Revisione della flora fossile insubrica attraverso i resti microscopici. Nuovo Giorn. Bot. It., 59: 506-509.
- LONA F., VENZO S., 1956 - La station Interglaciare de Pianico-Sellere. Guide Itin. XI Excurs. Phytogéogr. Int., Or., 109: 39-46.
- LONA F., FOLLIERI M., 1957 - Successione pollinica della serie superiore (Günz-Mindel) di Leffe (Bergamo). Veröff. Geobotan. Inst. Rübel, Zürich, 34: 86-98.

- LONA F., 1963 - Floristic and glaciologic sequence (from Donau to Mindel) in a complete diagram of the Leffe deposit. *Berichte Geobot. Inst. E.T.H., Rübel*, 34: 64-66.
- LONA F., 1963 - Würm interstadial deposits of Calprino (Lugano) indicating a striking Fagus diffusion. *Berichte geob. Inst. E.T.H. Rübel, Zürich*, 34: 67-68.
- LONA F., BERTOLDI R., 1972 - La storia del Plio-Pleistocene italiano in alcune sequenze vegetazionali lacustri e marine. *Atti Acc. Naz. Lincei, Memorie*, 11 (sez. III): 1-47.
- MAFFEI L., 1924 - Contributo allo studio della flora fossile del deposito lacustre di Pianico. *Atti Ist. Bot. Univ. Pavia*, 1 (3): 47-69.
- MOVIUS H.L., 1949 - Villafranchian stratigraphy in southern and southwestern Europe. *J. Geol.* 57 (4): 380-412.
- MULLENDERS W., FAVERO V., COREMANS M., DIRICKX M., 1996 - Analyses polliniques de sondages a Venise (VE-I, VE-I bis, VE-II). *Aardk. Mededel.*, 7: 87-117.
- OROMBELLI G., 1983 - Il Pleistocene superiore in Italia. *Geogr. Fis. Din. Quat.*, 6 (2): 178-180.
- PRINCIPI P., 1938 - Le flore del Quaternario. *Ann. Fac. Agraria e For. Firenze*, 1: 1-109.
- RAVAZZI C., VAN DER BURGH J., 1994 - Coniferous woods in the brown coal of the Leffe basin (Lombardy, Italy). Ecological and biostratigraphical inferences. *Riv. It. Paleont. Stratigr.*, 100 (4): 597-620.
- RAVAZZI C., ROSSIGNOL STRIK M., 1995 - Vegetation change in a climatic cycle of Early Pleistocene age in the Leffe basin (Northern Italy). *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 117: 105-122.
- RIO D., CHANNEL J.E.T., BERTOLDI R., POLI M.S., VERGERIO P.P., RAFFI I., SPROVIERI R., THUNNEL R.C., 1997 - Pliocene sapropel in Northern Adriatic area: chronology and paleoenvironmental significance. *Paleogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 135: 1-25.
- SORDELLI F., 1896 - Studi sulla Vegetazione di Lombardia durante i tempi geologici. *Tip. I.F. Cogliati, Milano*, pp. 297.
- TROMBARA C., 1952 - Primi saggi per uno studio pollinologico del deposito lacustre di Pianico (Val Cavallina). *Ateneo Parm.*, 23 (3/4): 1-4.
- VAI G.B., 1989 - A field trip guide to the Romagna apennine geology. The Lamone valley. *Boll. Soc. Paleont. It.*, 28: 343-367
- VENZO S., 1950 - Rinvenimento di *Anancus arvernensis* nel Villafranchiano dell'Adda di Paderno, di *Archidiskodon meridionalis* e *Cervus* a Leffe. *Stratigrafia e Clima del Villafranchiano Bergamasco. Atti Soc. It. Sc. Nat.*, 89: 43-122.
- VENZO S., 1953 - Stadi della glaciazione del "Donau" sotto al Günz nella serie lacustre di Leffe (Bergamo - Lombardia). *Geol. Bav.*, 19: 74-93.
- VENZO S., 1955 - Le attuali conoscenze sul Pleistocene Lombardo con particolare riguardo al Bergamasco. *Atti Soc. It. Sc. Nat.*, 44 (2): 155-200.m
- VENZO S., 1965 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige. *Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. Milano*, 14 (1): 1-82.