

# Paleobiogeografia della Valle d'Aosta a partire dall'ultima glaciazione

ELISABETTA BRUGIAPAGLIA

*Dipartimento di Biotecnologie Agrarie ed Ambientali, Università di Ancona  
via Breccie bianche I - 60131 Ancona*

Key words: Palaeobiogeography, *Larix decidua*, *Pinus cembra*, *Abies alba*, *Picea abies*.

## SUMMARY

In the eastern sector of Aosta Valley pollen analysis were carried in 8 lakes or peat-bogs situated between 820 and 2.320 m.a.s.l. 21 reading obtained by AMS, formed the basis for several hypothesis for the migration of *Larix decidua*, *Pinus cembra*, *Abies alba* and *Picea abies*. *Larix* played pioneer role during postglacial recolonisation in the western Italian Alps and the early diffusion was determined by the propinquity of nearby refugia; in the French Alps *Larix* spread about 2,700 B.P. only after human activity began. *Pinus cembra* arrives before 8,100 B.P. and follows the diffusion of the *Larix*. This sector of Aosta valley, after deglaciation, was quickly colonized by *Larix*, which played a pioneer role at high altitudes, and subsequently *Pinus cembra*. During the last glaciation these two taxa, on the basis of bibliography references, refuged in the Ivrea area. *Abies* spread between 9,100 B.P. and 7,400 B.P., it seems that it derived from Parmesan Apennins. *Picea* pollen records started between 3,800 B.P. and 2,900 B.P.; late diffusion is a consequence of the localisation of refugia and competition with arboreal species present prior to their arrival. Unfortunately, the scarcity of data in the occidental sector of the region, prevents to estimate the spatial and temporal diacronism for late glacial colonisation in the Aosta Valley.

This region, surrounded by highest mountains of Europe, was not a point of departure for the tree species here studied, but an arrival.

## INTRODUZIONE

Il problema della migrazione dei taxa ha da sempre affascinato i biogeografi; la maggior parte delle informazioni sono state fornite dall'analisi pollinica di specie arboree che contribuisce a identificare i rifugi wurmiani e le vie seguite dai taxa durante la loro diffusione postglaciale. I taxa analizzati nella presente ricerca sono *Larix decidua* Mill., *Pinus cembra* L., *Abies alba* Mill. e *Picea abies* (L.) Karst. per i quali è possibile seguire la diffusione a partire dalla deglaciazione.

Per il settore delle Alpi occidentali, tranne la Valle d'Aosta, la migrazione delle specie forestali è stata trattata da Beaulieu (1977), Wegmüller (1977), Schneider (1978), Burga (1988), Beaulieu et al. (1993).

Scopo della ricerca che viene presentata è quindi la formulazione d'ipotesi per la data d'arrivo e per la diffusione nella regione di *Larix*, *Pinus cembra*, *Abies* e

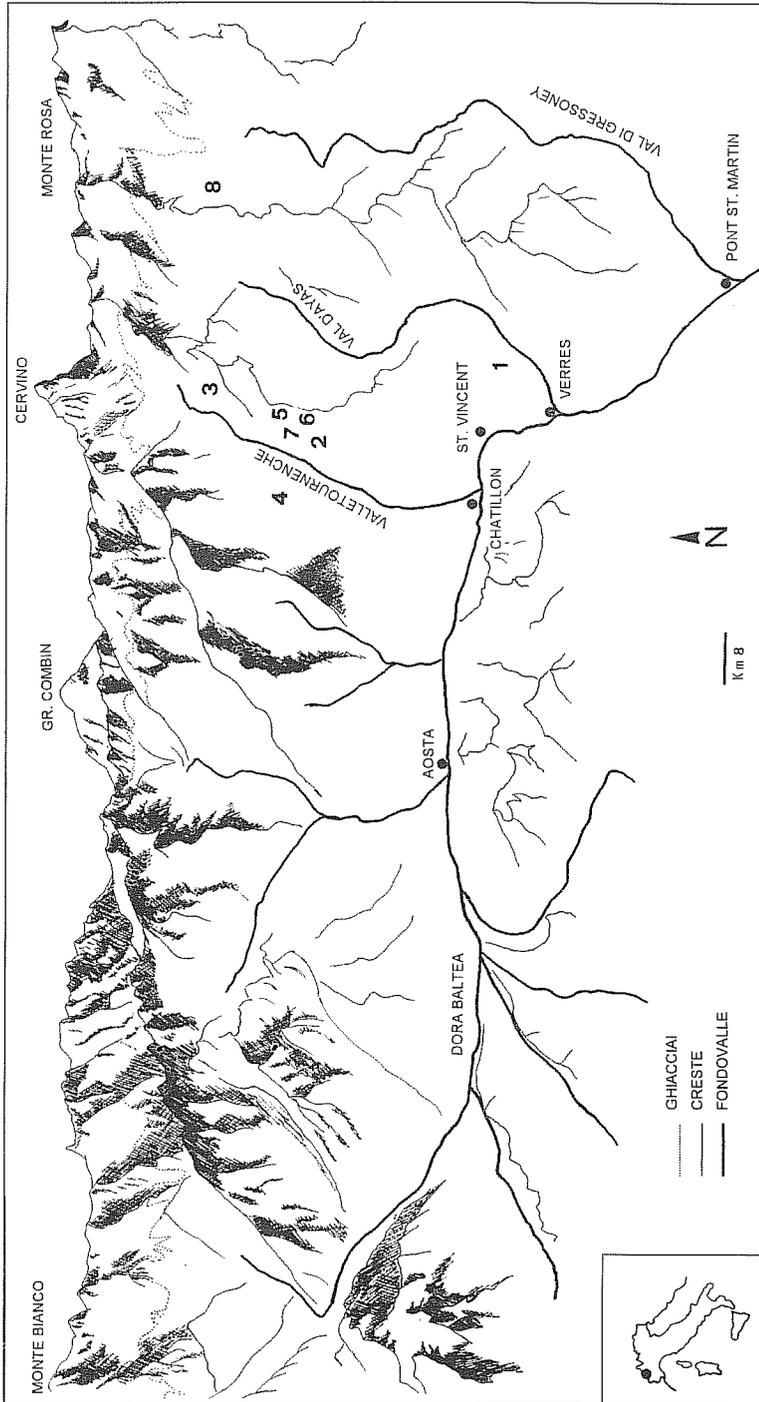


Fig. 1 - Localizzazione dei siti studiati: 1) lago di Villa; 2) lago di Lodi; 3) torbiera di Lo Cre; 4) lago di Loditor; 5) torbiera di Champlong; 6) lago di Champlong; 7) torbiera di Pilaz; 8) torbiera di Sant'Anna.

*Picea* cercando inoltre d'individuare le cause, naturali e antropiche, che ne hanno favorito o ostacolato la diffusione.

#### CARATTERISTICHE AMBIENTALI

La Valle d'Aosta è situata nel settore occidentale delle Alpi italiane. È circondata da barriere montuose: a nord il Massiccio del Monte Rosa (4.633 m), il Cervino (4.478 m), il Breithorn (4.165 m) e il Lyskamm (4.477 m), a ovest il Monte Bianco (4.810 m), a sud i rilievi sono meno elevati e le altitudini si aggirano intorno ai 3.000 m, mentre a sud-est i massicci montuosi si aprono verso la Pianura Padana.

Il settore studiato fa parte delle valli alpine interne con ridotte precipitazioni nei mesi di giugno, luglio e agosto e con due periodi più piovosi (primavera e autunno). Questa caratteristica è evidente in tutte le stazioni della Valle d'Aosta, ed è particolarmente accentuata per quelle di Aosta e di Saint Vincent il cui clima presenta una forte similitudine con quello delle regioni mediterranee. Queste caratteristiche climatiche influenzano la vegetazione che presenta delle particolarità interessanti: infatti su una superficie di 3.262 km<sup>2</sup> sono presenti taxa erbacei steppici e mediterranei a spiccata xerofilia (Barbero e Ozenda, 1979).

Dal punto di vista geologico la Valletournenche, la Val d'Ayas e l'alta Val di Gressoney sono dominate dal Complesso piemontese dei calcescisti con ofioliti, mentre la bassa Val di Gressoney è dominata dai Complessi degli gneiss minuti e dei micascisti eclogitici (Bovio et al., 1985). I ghiacciai occupano attualmente 9 km<sup>2</sup> in Valletournenche, 6 km<sup>2</sup> in Val d'Ayas e 10 km<sup>2</sup> in Val di Gressoney.

#### METODOLOGIA

Gli otto siti sondati sono compresi tra 820 e 2.320 m d'altitudine. La ricerca di siti regolarmente scaglionati è stata più semplice ad altitudini superiori a 1.800 m: in quanto le lingue glaciali, le morene laterali e i ruscelli d'origine glaciale, hanno condotto alla formazione di numerose torbiere. A bassa altitudine il rallentamento dello sviluppo di *Sphagnum*, legato alle deboli precipitazioni e alla bassa umidità atmosferica comporta una forte rarefazione di siti favorevoli, spesso ridotti ulteriormente dalle frequenti frane. L'aridità estiva favorirebbe inoltre la rapida decomposizione della torba e rallenterebbe la sua velocità di accumulazione.

I carotaggi, eseguiti con una sonda russa sono così ripartiti: sei in Valletournenche, uno in Val d'Ayas e uno in Val di Gressoney (Fig. 1).

I campioni di torba e gyttja, sono stati trattati con il metodo dell'acetolisi (Erdtman, 1936), mentre quelli di argilla sono stati flottati con il liquore di Thoulet (Goery e Beaulieu, 1979).

I diagrammi ottenuti sono stati rappresentati graficamente con il programma Gpal3 (Goery, 1992).

## Le datazioni

Per il Quaternario recente è indispensabile una scala cronologica assoluta per stabilire le correlazioni e i diacronismi temporali tra gli eventi vegetazionali nei differenti siti. Risultano quindi fondamentali le datazioni isotopiche per le ricostruzioni paleoecologiche degli ultimi trenta-quaranta millenni. La loro attendibilità per il Tardo glaciale è tuttavia complicata per la scarsità di materiale organico e per l'azione delle acque dure (Lowe e Walker, 1980; Ammann e Lotter, 1989) che possono indurre in errori, spesso sottostimati, anche di 1.000 anni (Andrée et al., 1986).

Per maggior precisione, le datazioni sono state quindi realizzate sui macroresti delle piante non acquatiche (semi, carboni, legni), preventivamente determinati. L'identificazione morfologica e la selezione dei macroresti vegetali è un aiuto fondamentale per evitare la polluzione. I rischi d'utilizzazione di materiale rimaneggiato dai sedimenti glaciali diminuisce al pari della probabilità d'utilizzare del materiale contaminato dalla materia organica moderna come le radici.

La tecnica della spettrometria di massa (Accelerator Mass Spectrometry-AMS) consente l'utilizzo di una piccola quantità di materiale per la datazione (1 mg) inoltre i risultati hanno una risoluzione maggiore di quelli ottenuti con la datazione tradizionale (Sutter et al., 1984; Andrée et al., 1986). Per la sola torbiera di Sant'Anna le datazioni al C14 sono di tipo classico per la mancanza di materiale databile. Le datazioni sono state realizzate con il metodo dell'AMS dall'NSF di Tucson Arizona, non sono calibrate ma espresse in anni C14 B.P. (Before Present). La nomenclatura utilizzata è quella relativa alla cronostratigrafia di Welten (1982).

### DESCRIZIONE DEI SITI

1 - **Il lago di Villa** (45°41'05" N, 17°12'50" E) (Fig. 1), di origine glaciale, si trova in Val d'Ayas a 820 m d'altitudine. Esso è situato sulla riva destra del torrente Evançon e ha un'estensione di 1,7 ha. Nel 1992 è stato decretato riserva naturale per la presenza di specie vegetali rarissime in Valle d'Aosta (*Nymphaea alba* e *Drosera rotundifolia*), nonché per la ricca presenza di entomofauna, rettili e anfibi. La vegetazione ha la seguente zonazione: *Alneto-Populetum*, *Carici elongatae-Alnetum*, *Phragmitetum-Caricetum elatae*, *Scirpo-Phragmitetum* et *Nymphaeetum albae* (Focarile, 1977). Intorno al bacino si sviluppa una vegetazione xerica a *Pinus sylvestris*, *Quercus pubescens*, *Prunus* sp., *Stipa pennata*, *Ononis natrix* e *Sedum* div. sp. Sono inoltre presenti *Larix decidua*, *Castanea sativa*, *Betula pubescens*, *Populus tremula*, *Populus nigra*, *Sambucus nigra* e *Corylus avellana*. Il sondaggio è stato realizzato sulla riva torbosa nella parte meridionale del lago.

2 - **Il lago di Lod** (45°48'00" N, 17°17'40" E) (Fig. 1) si trova in Valletourneche a 1.460 m d'altitudine e ha una superficie di 4 ha. È situato sulla

riva destra del torrente Marmore, ai piedi del monte Zerbion (2.719 m) a fianco del piccolo villaggio di Lod. Il lago è circondato da una vegetazione a *Phragmites australis* e *Sparganium* sp. Al di là della cintura a *Phragmites* una parte del terreno è coltivato e una parte è occupata da un bosco a *Larix decidua*, *Picea abies* e *Pinus sylvestris*. Il lago è sottoposto a forti variazioni del livello durante la stagione estiva e a frequenti franamenti che l'hanno caratterizzato nei periodi storici. Il carotaggio è stato realizzato su di una zattera di torba galleggiante nel settore sud-est.

3 - **La torbiera di Lo Cret** (45°54'28" N, 17°17'10" E), (Fig. 1) è localizzata in Valletournenche a 1.869 m di altitudine e ha una superficie di 5,5 ha. È situata sulla riva sinistra del torrente Marmore ai piedi del monte Sometta (3.166 m) ed è caratterizzata da una torba a *Hypnum* sp. La vegetazione erbacea è dominata da *Carex* sp., *Phragmites australis*, *Menyanthes trifoliata* e *Potentilla* sp. La vegetazione legnosa è costituita da *Larix decidua*, *Alnus viridis*, *Rhododendron ferrugineum* e *Juniperus communis*.

4 - **Il lago di Loditor** (45°59'15" N, 17°20'40" E) (Fig. 1) è situato in Valletournenche a 1.950 m d'altitudine e ha una superficie di 1,8 ha. Si trova sulla riva destra del torrente Marmore. È circondato da una vegetazione a *Carex* div. sp. e *Alnus viridis*, mentre la riva nord del lago è bordata da una falesia colonizzata da *Larix decidua*, *Picea abies*, *Juniperus communis* e *Rhododendron ferrugineum*.

5 - **La torbiera di Champlong** (45°49'15" N, 17°15'37"E) (Fig. 1) si trova in Valletournenche a 2.320 m d'altitudine e ha una superficie di 5,6 ha. Dietro un fronte morenico si è sviluppata la torbiera a *Sphagnum* in cui sono visibili, nelle zone ancora in acqua, numerosi tronchi di *Pinus cembra*. Attualmente questa specie è assente dalla vegetazione circostante, la sola specie forestale presente è *Larix decidua*. Tra gli arbusti dominano *Salix hastata*, *Rhododendron ferrugineum* e *Juniperus nana*.

6 - **Il lago di Champlong** (45°49'30" N, 17°15'35" E) (Fig. 1) è situato in Valletournenche a 2.300 m d'altitudine. Il piccolo lago di Champlong ha una superficie di 0,6 ha e si trova su di un ripiano ai piedi di una falesia sulla riva destra del torrente Marmore. È circondato da una vegetazione a *Carex* div. sp. e *Phragmites australis*. Il sito è circondato da lande a *Rhododendron ferrugineum* e *Juniperus nana*. Alcuni rari esemplari di *Larix decidua* colonizzano il versante nord del monte Tantané fino a 2.400-2.450 m d'altitudine. Sullo specchio d'acqua si rinvengono degli isolotti galleggianti di sfagno su uno dei quali è stato realizzato il carotaggio.

7 - **La torbiera di Pilaz** (45°49'01" N, 17°17'10" E) (Fig. 1) è situata in Valletournenche a 1.900 m d'altitudine e ha una superficie di 1,5 ha. Si tratta di una torbiera a sfagni limitrofa a un piccolo lago poco profondo la cui superficie è colonizzata da *Myriophyllum verticillatum*. La torba e il sedimento sottostante

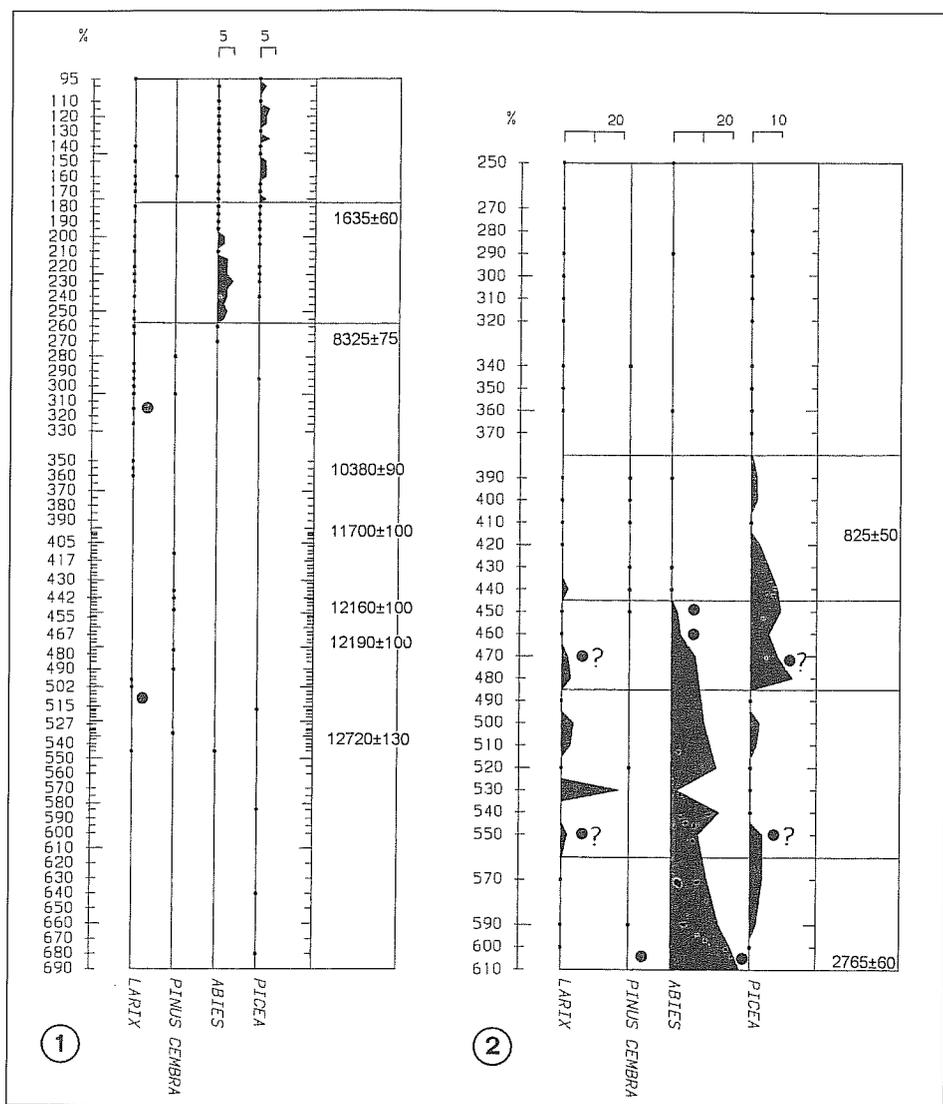


Fig. 2 - Diagrammi pollinici semplificati delle stazioni di: lago di Villa (1); lago di Lod (2). Presenza di macroresti (•). Frequenze inferiori a 1% (•).

sono estremamente duri, compatti e difficili da sondare. Il sito è circondato da un bosco di *Larix decidua* con qualche *Picea abies* e, sul bordo, *Calluna vulgaris*.

8 - La torbiera di Santa Anna (45°51'30" N, 17°06'25" E) (Fig. 1) è localizzata in Val di Gressoney a 2.304 m d'altitudine e ha un'estensione di 13,7 ha. La torbiera si trova sulla riva destra del torrente Lys di fronte al Gran Ghiacciaio del Lys. Questo ghiacciaio, che durante la piccola età glaciale scendeva fino a 1.990

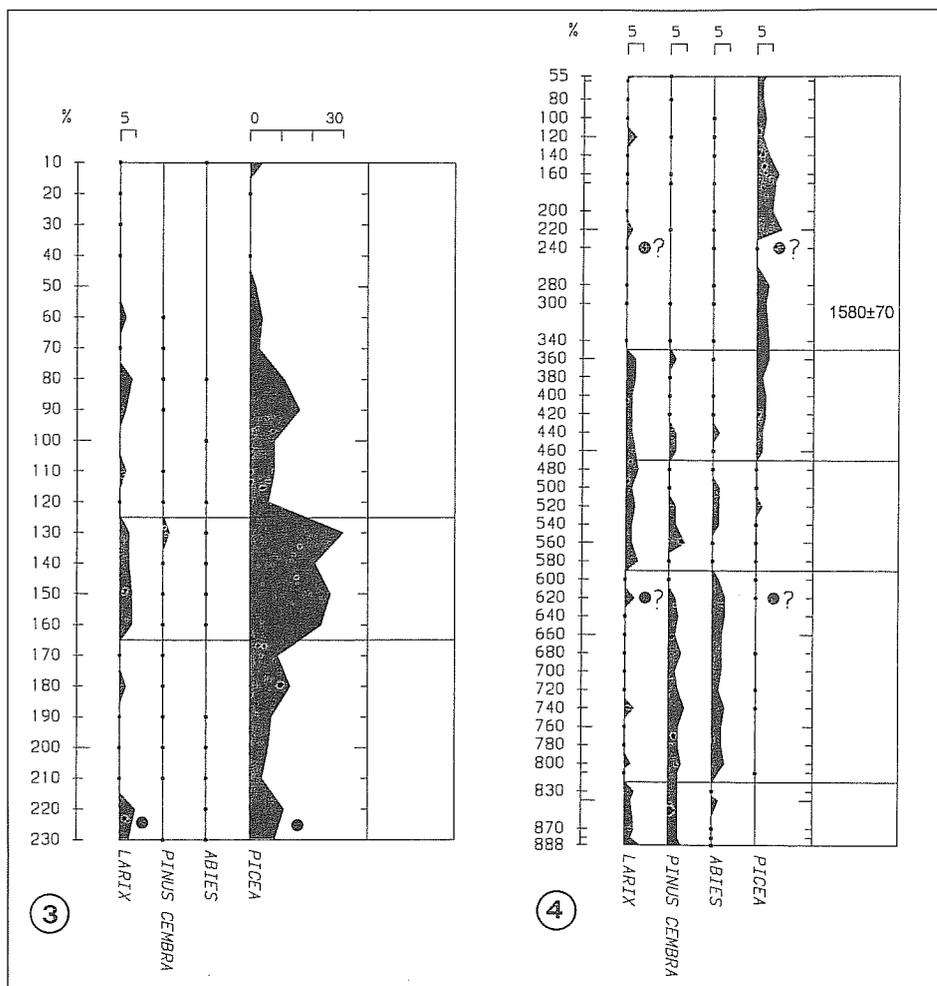


Fig. 3 - Diagrammi pollinici semplificati delle stazioni di: torbiera di Lo Cret (3); lago di Loditor (4). Presenza di macroresti (•). Frequenze inferiori a 1% (-).

m d'altitudine, ha iniziato una fase di ritiro nel 1822 che è durata fino al 1842; una nuova avanzata si è verificata nel 1860 seguita da una ritirata fino al 1912. Un nuovo avanzamento ha avuto luogo fino al 1921, mentre dal 1922 il ghiacciaio è in fase di ritiro tranne che per il periodo 1972-1985 quando è stata osservata una piccola avanzata (Dal Pia, 1992). La vegetazione attuale dell'altipiano è costituita da prati falciati, mentre i fianchi del monte Bettaforca sono colonizzati da qualche raro *Larix*. Più in basso la vegetazione è dominata da arbusti di *Alnus viridis* e da un bosco di *Picea excelsa*.

Numerosi resti di alberi attribuiti a *Larix* e *Pinus cembra* sono venuti alla luce durante i lavori per la costruzione della seggiovia.

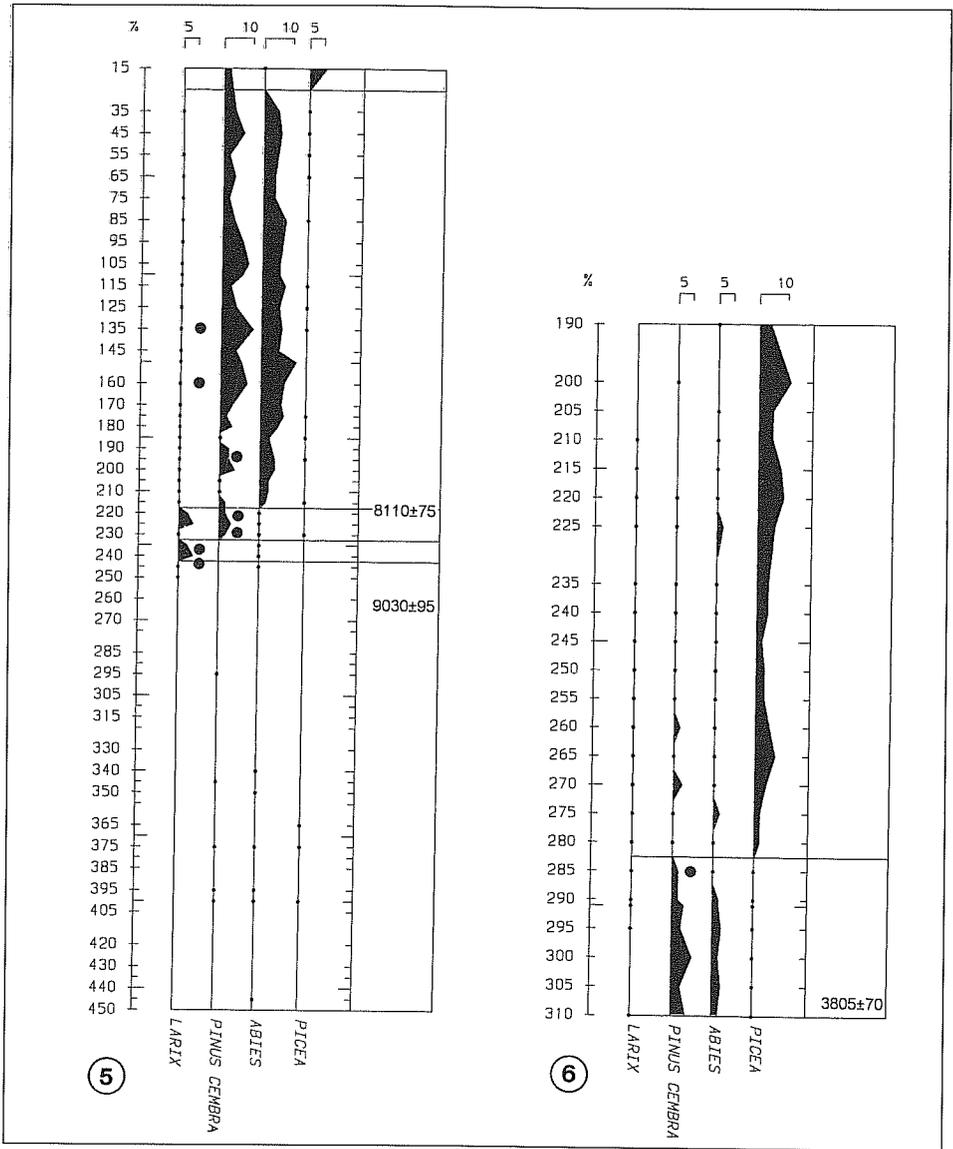


Fig. 4 - Diagrammi pollinici semplificati delle stazioni di: torbiera di Champlong (5); lago di Champlong (6). Presenza di macroresti (•). Frequenze inferiori a 1% (•).

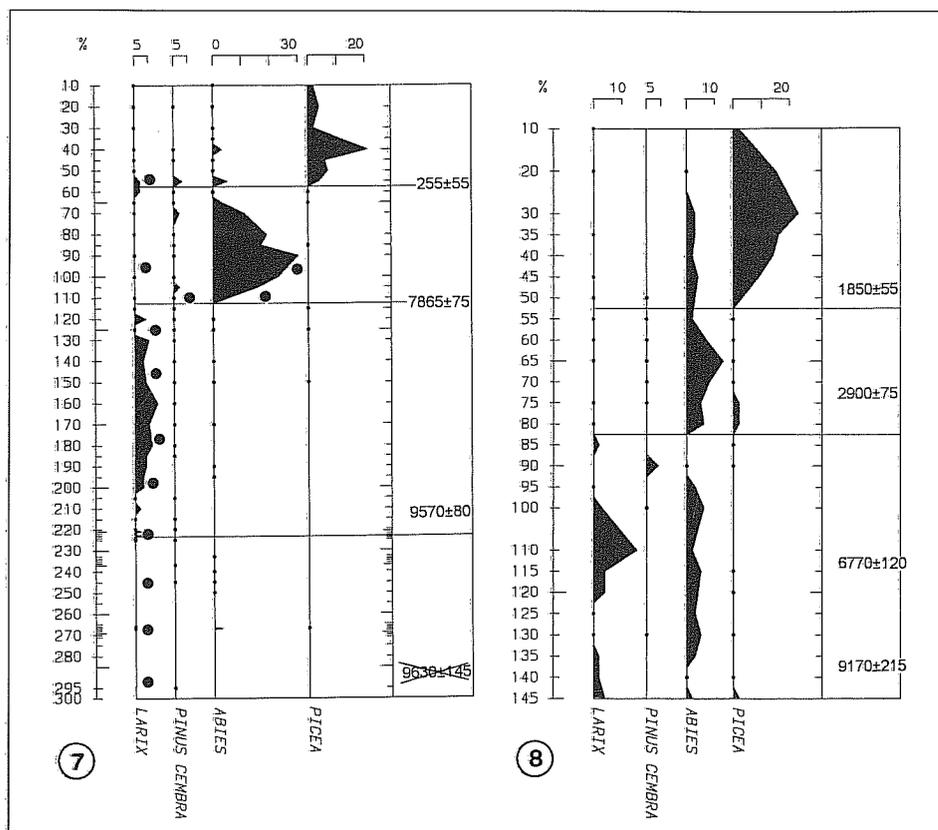


Fig. 5 - Diagrammi pollinici semplificati delle stazioni di: torbiera di Pilaz (7); torbiera di Sant'Anna (8). Presenza di macroresti (•). Frequenze inferiori a 1% (±).

## RISULTATI

Dai diagrammi pollinici completi, ottenuti dall'analisi delle 8 sequenze (Brugiapaglia, 1996), sono stati ricavati i diagrammi pollinici semplificati qui presentati (Figg. 2, 3, 4, 5) in cui sono riportate le frequenze dei taxa esaminati, le datazioni assolute e i macroresti rinvenuti (•).

### *Larix decidua* Mill

Nel settore studiato *Larix decidua* è la specie arborea che sale maggiormente in altitudine ed è presente in tutti i piani bioclimatici.

A partire dal Bölling gli aghi di *Larix* sono stati osservati a 1.900 m d'altitudine. La diffusione rapida e precoce della pianta è in relazione alla vicinanza dei rifugi e alla velocità di propagazione durante i periodi interglaciali (Birks e Line, 1993). L'assenza di siti a bassa altitudine in Val di Gressoney, che è la più vicina alla

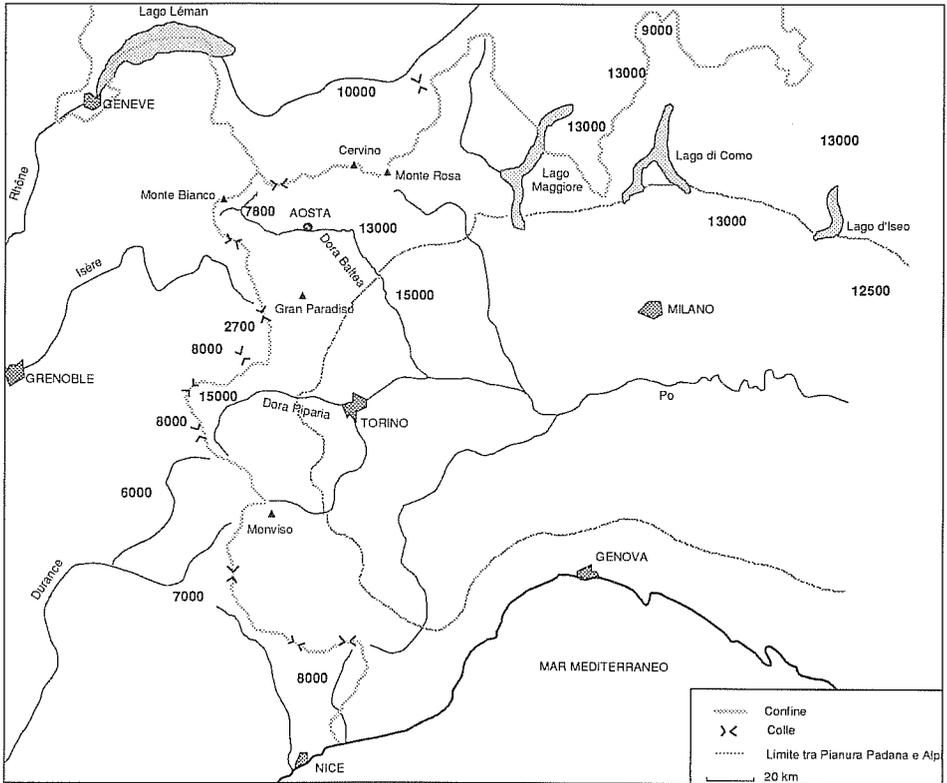


Fig. 6 - Datazioni della prima apparizione del polline di *Larix* (> di 1%) sulle Alpi centrali e occidentali. I dati bibliografici sono stati tratti da: Beaulieu (1977), Bertoldi (1968), Brugiapaglia (1996), Burga (1991, 1995), David (1993a), Fauquette e Talon (1995), Gehrig (1996), Ravazzi et al. (1996), Schneider (1978), Wegmüller (1977), Welten (1982), Wick (1994), Zoller e Kleiber (1971).

Pianura Padana, non permette d'affermare con certezza che questa specie sia risalita da sud. Il suo polline, osservato a Villa a partire dal  $12.720 \pm 130$  B.P., induce a ipotizzare che la specie trovò rifugio nella zona d'Ivrea (Schneider, 1978). Nei siti esaminati *Larix* ha un ruolo pioniero come è evidente dal diagramma della torbiera di Champlong (Fig. 4) in cui una fase a *Larix* precede la diffusione di *Pinus cembra*. Visto il suo carattere pioniero, non è da escludere inoltre l'ipotesi secondo la quale qualche individuo di *Larix* abbia potuto trovare rifugio e conservarsi sulle rupi rimaste libere dai ghiacci wurmiani nelle valli indagate.

La sua diffusione precoce sarebbe quindi da attribuire alla vicinanza dei rifugi wurmiani, come nella zona di Ivrea, oppure alla presenza sulle rupi della Valle d'Aosta. Si ritiene invece che nel versante francese delle Alpi occidentali, l'arrivo di *Larix*, avvenuto verso 8.000 B.P., si sia realizzato durante un optimum climatico che avrebbe favorito la risalita della vegetazione arborea a quote elevate. Sulla base dei macroresti rinvenuti a 2.300 m d'altitudine in Valle d'Aosta sembra che,

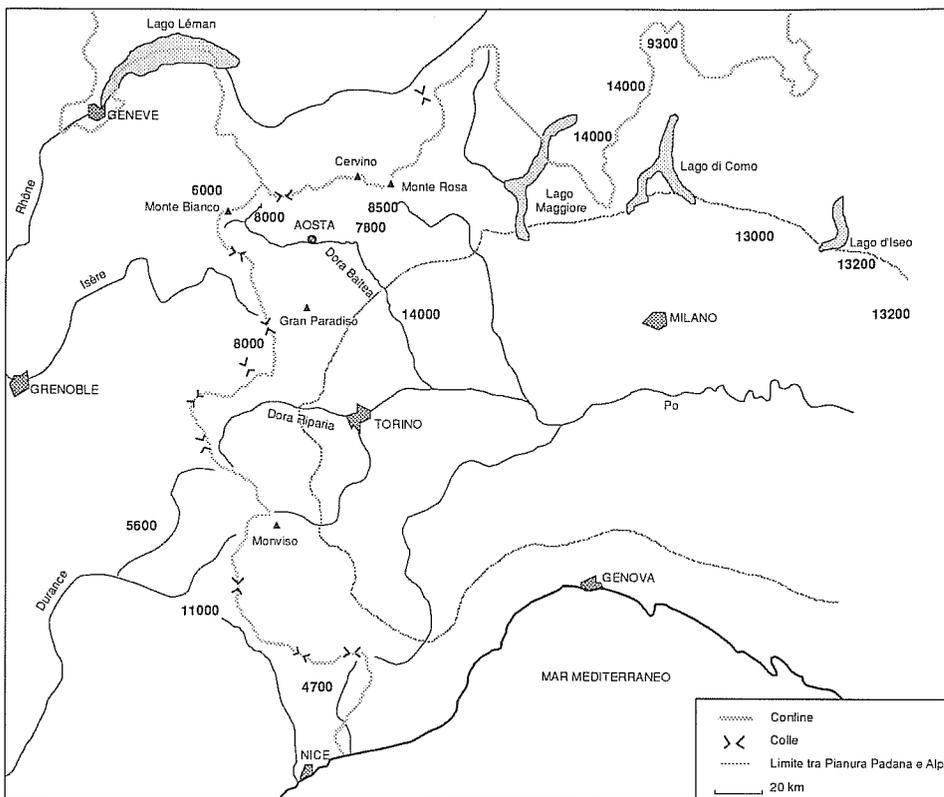


Fig. 7 - Datazioni della prima apparizione del polline di *Pinus cembra* (> di 1%) sulle Alpi centrali e occidentali. I dati bibliografici sono stati tratti da: Beaulieu (1977), Beaulieu et al. (1993), Bertoldi (1968), Bertoldi e Consolini (1989), Brugiapaglia (1996), Burga (1991,1995), David (1993), Ravazzi et al. (1996), Schneider (1978), Wegmüller (1977), Wick (1994), Zoller e Kleiber (1971).

il periodo più favorevole per l'innalzamento del limite superiore degli alberi sia stato compreso tra 8.000 e 7.000 B.P. (Brugiapaglia, 1996). In quest'epoca sarebbe quindi avvenuta la migrazione del larice sul versante francese delle Alpi. Infine, sull'espansione del larice avvenuta intorno a 2.700 B.P., sembra che siano state determinanti le attività antropiche.

Dati analoghi circa la presenza precoce del polline di larice, sono stati ottenuti nelle Alpi meridionali (Schneider, 1978), sulle Prealpi lombarde (Ravazzi et al., 1996), in Val Camonica (Gehrig, 1996), e nei Carpazi (Ralska-Jasiewiczowa, 1980), mentre i macroresti legnosi di *Larix* sono stati identificati nelle Prealpi venete testimoniando la reale presenza di questo taxon nel settore orientale della catena alpina italiana alla fine dell'ultima glaciazione (Casadoro et al., 1976). Nel Ticino i primi granuli pollinici sono stati osservati a partire dal Bölling e gli aghi dal Preboreale (Zoller e Kleiber, 1971) mentre nel Vallese il polline di *Larix* ha fatto la sua apparizione a partire da 10.000 B.P. (Welten, 1982).

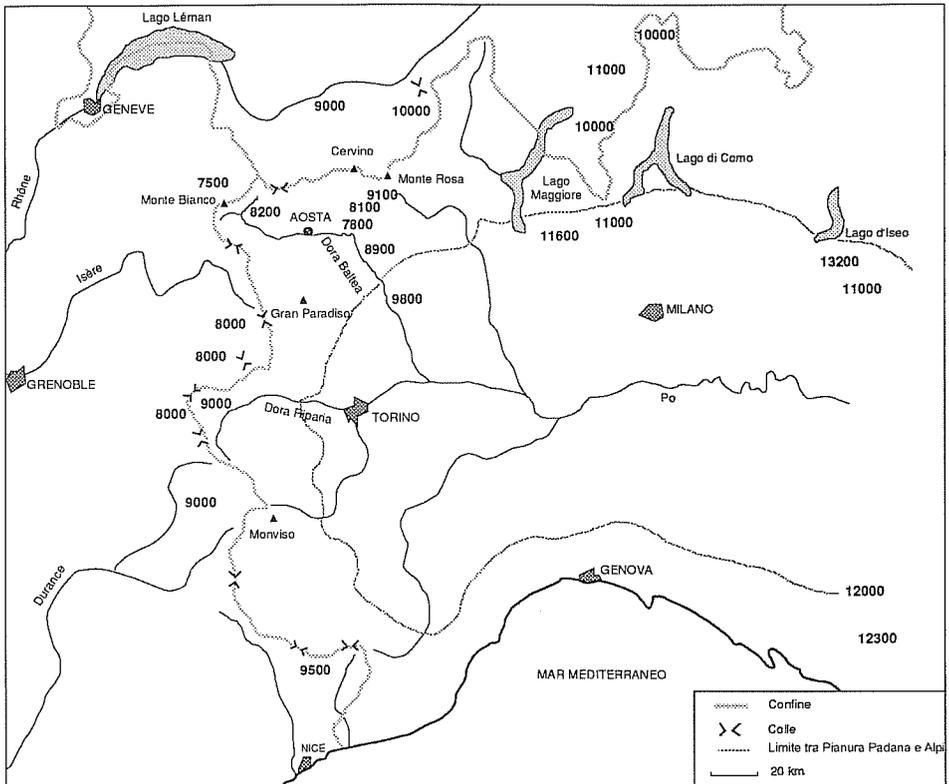


Fig. 8 - Datazioni della prima apparizione del polline di *Abies* (> di 1%) sulle Alpi centrali e occidentali. I dati bibliografici sono stati tratti da: Beaulieu (1977), Beaulieu et al. (1993), Bertoldi (1968), Bertoldi (1980), Bertoldi e Consolini (1989), Brugiapaglia (1996), Burga (1991, 1995), David (1993), Lowe (1992), Markgraf (1969), Schneider (1978), Schneider e Tobolski (1983, 1985) Wegmüller (1977), Welten (1982), Wick (1994), Zoller e Kleiber (1971).

Una sintesi delle datazioni relative alle prime apparizioni (frequenze superiori all'1%) del polline di *Larix* sulle Alpi centrali e occidentali, è riportata in Fig. 6. Sono stati indicati i siti con frequenze polliniche della specie superiore all'1% in quanto la conoscenza della sotto-rappresentazione pollinica permette di valutarne la presenza *in situ* (Beaulieu, 1977; Malaussena, 1984).

### *Pinus cembra* L.

*Pinus cembra* è ben rappresentato nell'alta Valle d'Aosta, ma è raro nella zona di studio: alcuni individui sono stati osservati solo in Val di Gressoney. La rarefazione di questa specie è probabilmente legata all'utilizzazione del legno per lavori d'artigianato e di falegnameria.

Alla torbiera di Pilaz e di Champlong, due siti situati sullo stesso versante e a poche centinaia di metri uno dall'altro, la presenza (<1%) del polline di *Pinus cem-*

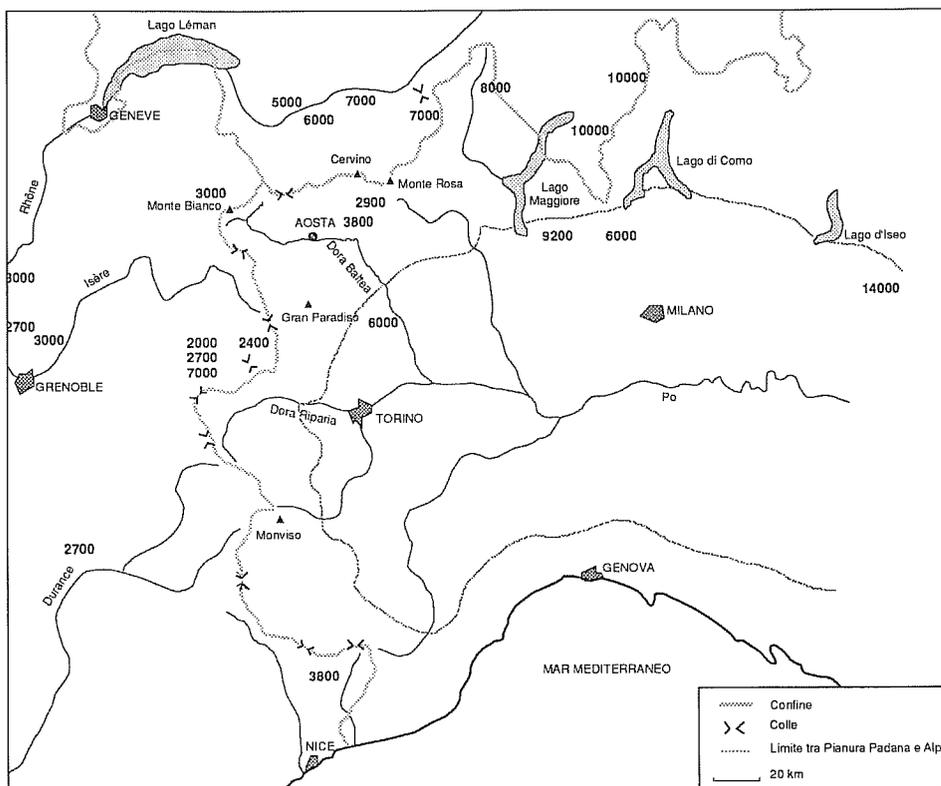


Fig. 9 - Datazioni della prima apparizione del polline di *Picea* (> di 1%) sulle Alpi centrali e occidentali. I dati bibliografici sono stati tratti da: Beaulieu (1977), Beaulieu et al. (1993), Bertoldi (1968), Braggio Morucchio et al. (1993), Brugiapaglia (1996), Clerc (1988), David (1993), Markgraf (1969), Schneider (1978), Schneider e Tobolski (1983, 1985), Wegmüller (1977), Welten (1982), Zoller e Kleiber (1971).

*bra* è rispettivamente antecedente a 9.570 B.P. e a 8.110 B.P. Il ritrovamento di tronchi di *Pinus cembra*, estratti dalla torbiera di Champlong, testimonia l'antica presenza di un popolamento costituito da individui di grossa taglia. La colonizzazione di questa specie a Champlong risale al Preboreale e a Pilaz all'inizio del periodo Atlantico. Gli ultimi macroresti di *Pinus cembra* (scaglie di cono), rinvenuti al lago di Champlong sono stati stimati a circa 3.000 B.P. Da questa analisi cronologica ne consegue che la via di migrazione di questo taxon, a scala locale, è problematica: infatti mentre i pollini compaiono precocemente in entrambi i siti, i macroresti sono stati osservati prima di 8.110 B.P. a 2.300 m (torbiera di Champlong), mentre a 1.900 m (torbiera di Pilaz) sono stati rinvenuti a 7.865 B.P. In entrambi i siti la diffusione di *Pinus cembra* è successiva a quella di *Larix* che ha colonizzato questi siti almeno a partire dal Bölling. Sulla base dei dati pollinici possiamo affermare che la diminuzione di *Larix* corrisponde a una maggiore diffusione di *Pinus cembra*. A 1.900 m la popolazione di *Pinus cembra* doveva essere costituita da alcu-

ni individui sparsi (frequenze tra 1% e 3%), mentre a 2.300 m aveva probabilmente una densità maggiore (frequenze di 10%) costituendo una vegetazione aperta, come è stato ipotizzato anche per i Grigioni e il Vallese (Burga, 1988).

In Italia la presenza di *Pinus cembra*, è stata segnalata dai macroresti provenienti dalla torbiera del Gran San Bernardo (2.200 m), purtroppo non datati (Castelletti, 1986) e da quelli ritrovati al passo Spluga datati 9.300 B.P. (Wick, 1994). Nella regione del lago di Garda (Bertoldi, 1968) e al lago d'Iseo (Bertoldi e Consolini, 1989) il polline di *Pinus cembra* è invece presente a partire da 13.200 B.P.

La presenza precoce della specie nel settore orientale delle Alpi, è la conseguenza della localizzazione delle zone di rifugio durante l'ultima glaciazione (Huntley e Birks, 1983). Sul versante francese delle Alpi, il polline di *Pinus cembra* è invece registrato a partire da 8.000 B.P. nella Vanoise (David, 1995) e all'inizio del Subatlantico nell'Isère (Couteaux, 1983). Dall'analisi della Fig. 7, in cui sono riportate le datazioni per la prima apparizione del polline di *Pinus cembra* (frequenze superiori all'1%) sulle Alpi centrali e occidentali, si nota che la diffusione di questo taxon è più precoce a est anche se ci sono due datazioni, quella di 11.000 B.P. e quella di 14.000 B.P. rispettivamente di Wegmuller (1977) e di Schneider (1978), che permettono di ipotizzare che *Pinus cembra* era presente nella pineta a *Pinus sylvestris* a bassa altitudine. La diffusione di *Pinus cembra* non è potuta avvenire più precocemente per la competizione con *Larix*, che è stata la prima essenza arborea a colonizzare i suoli lasciati liberi dai ghiacci. Il larice è infatti pioniere, mentre il cembro è molto esigente dal punto di vista ecologico, essendo favorito da elevati contrasti termici e continentalità. Ciò spiega la sua diffusione in ambienti d'altitudine, soprattutto nelle fasi di miglioramento climatico.

### *Abies alba* Mill

*Abies alba* è attualmente presente nel settore studiato solamente alla pineta della Cialfrina a 2.100 m d'altitudine in valle di Gressoney mescolato con *Picea abies*, *Larix decidua*, *Sorbus aucuparia* e *Alnus viridis*.

La registrazione pollinica nella zona studiatata presenta un elevato diacronismo: 7.400 B.P. (data stimata) a Villa, 7.865±75 B.P. (AA15111) a Pilaz e 8.110±95 B.P. (AA15106) a Champlong (Fig. 4), mentre a Sant'Anna (Fig. 5) la presenza del polline di *Abies* è più precoce, infatti è stata registrata a partire da 9.170+215/-210 B.P. (A8224). La torbiera di Sant'Anna potrebbe essere stata influenzata dalla pioggia pollinica proveniente dalle popolazioni orientali di *Abies alba*: infatti al lago d'Iseo la presenza del polline di abete bianco è stata registrata a partire da 13.200 B.P. (Bertoldi e Consolini, 1989). Ciò potrebbe quindi far ipotizzare che la colonizzazione di *Abies alba* sia avvenuta a partire dal settore orientale della catena alpina.

Un'altra ipotesi sulla diffusione di *Abies* in Valle d'Aosta, è quella di considerare la possibilità di una migrazione proveniente dall'Appennino parmigiana-

no in cui la presenza del polline di *Abies* (25%) risale a 12.360 B.P. (Lowe, 1992). A partire da questo settore dell'Appennino è possibile seguire la migrazione cronologica di *Abies* (Fig. 8) che si sarebbe spostato in direzione ovest, avrebbe poi attraversato la Liguria, i cui rilievi raggiungono i 1.800 m, per arrivare al colle di Tenda (1.908 m) e quindi sulle Alpi marittime nel versante francese della catena alpina, dove appare a 9.500 B.P. (Beaulieu, 1977). In seguito i popolamenti avrebbero continuato la loro avanzata verso nord fino ad arrivare al massiccio della Vanoise a 7.900-8.000 B.P. (David, 1993) e alla Valle de l'Arve a 7.500 B.P. (Beaulieu et al., 1993). Possiamo ipotizzare che prima di raggiungere il colle di Tenda, i popolamenti si siano suddivisi in due rami: il primo avrebbe attraversato il colle, mentre il secondo avrebbe seguito le Alpi marittime italiane in direzione nord. In valle di Susa (lago Grande di Avignana), le frequenze superano l'1% a partire dal Boreale, mentre nella zona di Ivrea (lago di Alice superiore) l'aumento delle frequenze di *Abies* risale a 8.900 B.P. (Schneider, 1978). Secondo questa ipotesi i popolamenti di *Abies* del settore francese e italiano delle Alpi occidentali avrebbero un'origine comune. Si potrebbe tuttavia ipotizzare che l'abete bianco presente sulle Alpi francesi si sia diffuso dalle popolazioni che avevano trovato rifugio nelle paleovalli litorali della Provenza (Triat-Laval, 1978). A suffragio di questa ipotesi non disponiamo tuttavia di cronologie sicure.

A scala locale, sulla base delle datazioni assolute, risulta che il polline di abete bianco è comparso più precocemente nei siti di altitudine. Inoltre la sua presenza ancora più precoce (9.170 B.P.) in Val di Gressoney, ci potrebbe far pensare che i popolamenti di *Abies* in questo settore derivino da quelli orientali. La mancanza di dati cronologici anteriori al Boreale tra il lago Maggiore e la valle di Gressoney, non ci permette comunque di confermare l'ipotesi di un asse migratorio alpino nord-occidentale e ci incita a credere che i popolamenti della Valle d'Aosta provengano dall'Appennino parmigiano.

### *Picea abies* (L.) Karst.

L'abete rosso è attualmente molto diffuso nel settore studiato, dove colonizza i territori compresi tra 1.000 e 2.200 m di altitudine. Con le datazioni ottenute è difficile definire il suo arrivo nella regione. L'inizio della curva continua del polline di *Picea* è anteriore a 3.805±70 B.P. (AA15110) al lago di Champlong, a 2.765±60 B.P. (AA15109) al lago di Lod e a 2.900±75 B.P. (AA8226) alla torbiera di Sant'Anna, in cui alcuni rari granuli di polline di *Picea* sono stati osservati anche a 9.170 B.P. (Fig. 5). L'aumento delle frequenze, in corrispondenza di 2.800 B.P. al lago di Champlong e di 1850 B.P. alla torbiera di Sant'Anna, mostra dunque un elevato diacronismo temporale.

Sulla base dei dati cronologici desunti dalla bibliografia, è stata redatta la carta riportata in Fig. 9. Si nota che la diffusione del polline di *Picea* è più precoce nel settore centrale delle Alpi, mentre in quello occidentale è avvenuta in tempi recenti. L'origine delle popolazioni di *Picea* in Valle d'Aosta è quindi da ricercarsi a oriente. La barriera montuosa che segue longitudinalmente la Val di Gressoney, ha probabilmente ostacolato l'avanzamento della specie verso ovest, costringendola a migrare verso sud e quindi a risalire ulteriormente la valle. Anche se capace di adattarsi a una certa continentalità, *Picea* ha potuto effettuare questa migrazione verso le basse altitudini molto lentamente, tenuto conto dei limiti ecologici e del carattere tardivo della sua diffusione a partire da 3.800 B.P. L'ingresso recente di questa specie (3.000 B.P.) è stato anche evidenziato nei sondaggi effettuati nella valle de l'Arve (Beaulieu et al., 1993), e nelle Alpi interne francesi (David, 1995).

Nella regione studiata, la causa del ritardo nella diffusione sembra che debba essere attribuita alla lontananza delle zone di rifugio, situate a est, e a un problema di competizione con *Abies*, *Pinus cembra* e *Larix* presenti prima della *Picea*. L'espansione di quest'ultima specie sarebbe stata favorita dalla riduzione antropica dei suoi competitori, come è già stato messo in evidenza da Markgraf (1970) per la Svizzera.

## CONCLUSIONE

La ricostruzione della storia della vegetazione dell'arco alpino presenta delle evidenti difficoltà di tipo cronologico, ma le più recenti datazioni C14 danno dei margini temporali meglio definiti, soprattutto se realizzate su macroresti vegetali di provenienza nota. Nel caso di grandi regioni le divergenze nelle datazioni possono essere una conseguenza del diacronismo temporale per uno stesso evento, tuttavia anche a scala locale sono evidenti dei diacronismi come viene presentato in Fig. 10, in cui è rappresentata la colonizzazione e la diffusione del polline dei 4 taxa esaminati.

La registrazione del polline di *Larix* è stata precoce in questo settore delle Alpi sia a 800 che a 2.300 m. Successivamente si manifestano due tendenze: nella prima è evidente la registrazione del polline di *Abies* (Villa e Sant'Anna) mentre nella seconda quello di *Pinus cembra* (Pilaz, Loditor e Champlong). In tutti i diagrammi l'ultimo taxon che viene registrato è *Picea*.

La diffusione precoce di *Larix* è da ricercarsi nella relativa vicinanza delle zone di rifugio, localizzate attorno a Ivrea, ma non è da escludere la possibilità che alcuni esemplari avessero potuto trovare rifugio sulle rocce rimaste fuori della copertura dei ghiacci. Purtroppo una dimostrazione obiettiva per il momento non è possibile: di solito i siti ideali per la conservazione di macro e microresti

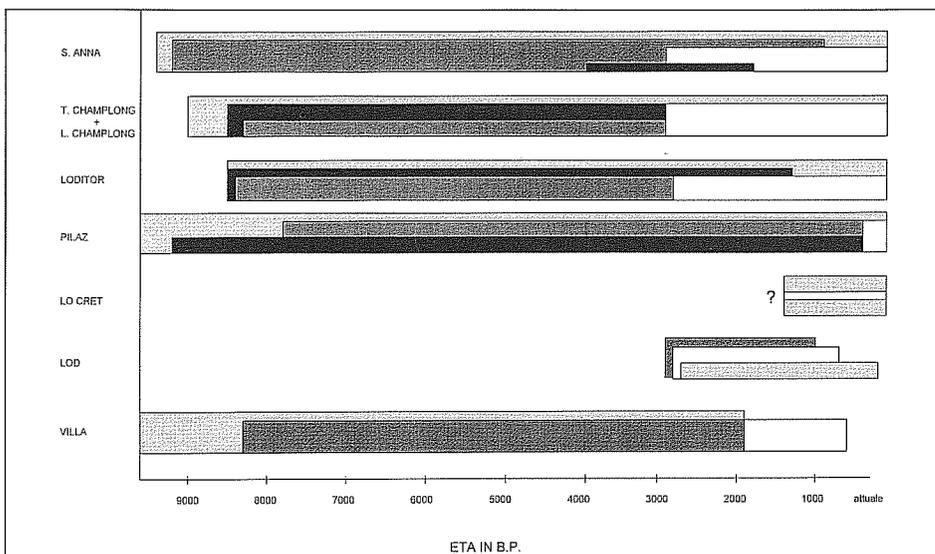


Fig. 10 - Colonizzazione e diffusione diacronica di *Larix decidua* (grigio chiaro), *Abies alba* (grigio scuro), *Picea excelsa* (bianco) e *Pinus cembra* (nero) in Valle d'Aosta, dedotta dallo studio paleoecologico dei siti indagati.

vegetali (laghi e torbiere) si trovano lontani dalle zone rocciose.

La diffusione generalizzata su tutte le Alpi del polline di *Pinus cembra*, sostiene l'ipotesi che non c'è stata una vera migrazione a partire dalle zone di rifugio, ma che probabilmente alcuni esemplari erano già presenti nelle pinete a *Pinus sylvestris* di bassa quota. La diffusione del cembro avvenuta successivamente a quella del larice, è probabilmente legata alla competizione che si era venuta a creare con questa specie che è stata la prima colonizzatrice degli spazi lasciati liberi dallo scioglimento dei ghiacci. Entrambe le specie sono infatti colonizzatrici degli spazi aperti.

Sulla base dei dati cronologici, sembra che i popolamenti di *Abies alba* delle Alpi marittime e della Valle d'Aosta, derivino da quelle popolazioni che durante le glaciazioni avevano trovato rifugio nell'Appennino parmigiano. L'ipotesi di una loro probabile origine orientale non è comunque da rigettare, anche se mancano dati cronologici che permettano di confermarla. La diffusione tardiva di *Abies alba* in Valle d'Aosta dipende quindi dalla lontananza delle zone di rifugio e dall'assenza di una nicchia ecologica adatta alla sua sopravvivenza: infatti il territorio doveva già essere stato occupato da *Pinus sylvestris*, che è la specie dominante in tutti i diagrammi esaminati (Brugiapaglia, 1996). Inoltre il clima è stato, per questo settore della Valle d'Aosta, un fattore fortemente limitante per tutte le specie mesofile quali *Abies alba*, *Fagus sylvatica* e *Corylus avellana* (Brugiapaglia, 1996).

Infine l'espansione di *Picea abies* sembra non essere direttamente legata ai cambiamenti climatici, ma piuttosto alle attività umane. È difficile discernere tra

influenze climatiche e antropiche per quanto riguarda la diffusione di questa specie. In tutti i diagrammi analizzati, l'aumento della curva del polline di *Picea* è in corrispondenza con la riduzione delle altre conifere che a loro volta sono in relazione con la presenza di taxa arborei ed erbacei indicatori d'antropizzazione. Possiamo quindi affermare che la diffusione di *Picea* è fortemente legata all'antropizzazione come è stato messo in evidenza anche per la Svizzera (Markgraf, 1970). Il suo arrivo tardivo in Valle d'Aosta è la conseguenza della localizzazione delle zone di rifugio che, come è evidente dalla Fig. 9, erano situate nel settore orientale della catena alpina. La Valle d'Aosta, circondata dai massicci montuosi più alti d'Europa, non è stata una zona di passaggio per le specie arboree considerate, ma piuttosto un punto di arrivo. Purtroppo la mancanza di dati per il settore occidentale della regione, non permette di valutare il diacronismo spazio-temporale della colonizzazione postglaciale dell'intera regione.

#### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il prof. J.-L. de Beaulieu, il prof. E. Biondi, il dott. T. Nakagawa e la CEE (contratto n. ERBFMBICT950292).

#### BIBLIOGRAFIA

- AMMANN B., LOTTER A.F. 1989 - Late-Glacial radiocarbon-and palynostratigraphy on the Swiss Plateau. *Boreas*, 18: 109-126.
- ANDRÉE M., OESCHGER H., SIEGENTHALER U., RIESEN T., MÖLL M., AMMANN B., TOBOLSKI K. 1986 - 14C dating of plant macrofossils in lake sediment. *Radiocarbon*, 28 (2a): 411-416.
- BARBERO M., OZENDA P. 1979 - Carte de la végétation potentielle des Alpes piémontaises a 1/400.000. *Doc. Cart. Ecol.*, 21: 139-162.
- BEAULIEU DE J.-L. 1977 - Contribution pollenanalytique à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. Thèse ès Sciences. Université d'Aix-Marseille III: 358 pp.
- BEAULIEU DE J.-L., KOSTENZER J., REICH K. 1993 - Dynamique forestière holocène dans la haute vallée de l'Arve (Haute Savoie) et migrations de *Abies* et *Picea* dans les Alpes occidentales. *Dis. Bot.*, 196: 387-398.
- BERTOLDI R. 1968 - Ricerche pollinologiche sullo sviluppo della vegetazione tardiglaciale e postglaciale nella regione del lago di Garda. *Studi Trentini Sci. Nat.*, B. 45 (1): 87-162.
- BERTOLDI R. 1980 - Le vicende vegetazionali e climatiche nella sequenza paleobotanica würmiana e post-würmiana di Lagdei (Appennino settentrionale). *Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, 16 (3): 147-175.
- BERTOLDI R., CONSOLINI M. 1989 - Deglaciazione e sviluppo vegetazionale tardi-postglaciale nella regione del lago d'Iseo attraverso analisi polliniche e datazione 14C. *Mem. Soc. Geol. It.*, 42: 139-145.
- BIRKS H.J.B., LINE J.M. 1993 - Glacial Refugia of European Trees - A Matter of Chance? *Dis. Bot.*, 196: 283-291.
- BOVIO M., DELLAROLE C., GIGLIO P. 1985 - Gressoney, Ayas, Valletournenche. 54 escursioni naturalistiche. Zanichelli, Bologna, 159 pp.
- BRAGGIO MORUCCHIO G., CORNARA L., CAVALIERE S., PLACERANI S. 1993 - Analisi polliniche nella torbiera del Ghighel (Val Formazza - Alpi occidentali) e ricostruzione della paleovegetazione. *Candollea*, 48: 475-484.
- BRUGIAPAGLIA E. 1996 - Dynamique de la végétation tardiglaciaire et holocène dans les Alpes italiennes nord-occidentales. Thèse ès Sciences, Université d'Aix-Marseille III: 153 pp.
- BURGA C.A. 1988 - Swiss vegetation history during the last 18.000 years. *New Phytol.*, 110: 581-602.
- BURGA C.A. 1991 - Vegetation history and palaeoclimatology of the Middle Holocene: pollene analysis of alpine peat bog sediments, covered formerly by the Ruthor Glacier, 2510 m (Aosta Valley, Italy). *Global Ecology and Biogeography Letters*, 1: 143-150.
- BURGA C.A. 1995 - Végétation et paléoclimatologie de l'Holocène moyen d'une ancienne tourbière située au front du Glacier du Rutor, 2510 m (Vallée d'Aoste, Italie). *Rev. Geogr. Alp.*, 1: 9-16.

- CASADORO G., CASTIGLIONI G.B., CORONA E., MASSARI F., MORETTO M.G., PAGANELLI A., TEREZIANI F., TONIELLO V. 1976 - Un deposito tardo würmiano con tronchi subfossili alle Fornaci di Revine (Treviso). *Boll. Comit. Glac. It.*, 24: 22-63.
- CASTELLETTI L. 1986 - Legni da morene e torbiere dell'alta Valle d'Aosta. *Natura Bresciana. Ann. Mus. Civ. Sc. Nat.*, Brescia, 23: 369-373.
- CLERC J. 1988 - Recherches pollanalytiques sur la paléocécologie tardiglaciaire et holocène du Bas-Dauphiné. Thèse ès Sciences, Aix-Marseille III: 179 pp.
- COUTEAUX M. 1983 - Fluctuations glaciaires de la fin du Würm dans les Alpes françaises établies par des analyses polliniques. *Boreas*, 12: 35-56.
- DAL PIAZ G.V. 1992 - Le Alpi dal Monte Bianco al Lago Maggiore a cura della Società Geologica Italiana. 3 (2) *Guide Geologiche Regionali*: 211 pp.
- DAVID F. 1993 - Evolutions de la limite supérieure des arbres dans les Alpes françaises du nord depuis la fin des temps glaciaires. Thèse ès Sciences Université Aix-Marseille III: 94 pp.
- DAVID F. 1993a - Altitudinal variation in the response of the vegetation to Late-glacial climatic events in the northern French Alps. *New Phytol.*, 125: 203-220.
- DAVID F. 1995 - Vegetation dynamics in the northern French Alps. *Historical Biology*, 9: 269-295.
- ERDTMAN G. 1936 - New methods in pollenanalysis. *Svensk. Bot. Tidskr.*, 30 (2): 154-164.
- FAUQUETTE S., TALON B. 1995 - Histoire de la végétation forestière d'un site du Briançonnais: le Lac de Cristol (Haute-Alpes, France). *C.R.Acad. Sci. Paris*, t. 321, ser. II a: 255-262.
- FOCARILE A. 1977 - Studio faunistico ed ecologico sulla coleottero fauna di due bacini lacustro-torboi in Valle d'Aosta. *Revue Valdôtaine d'Histoire Naturelle*, 31: 25-54.
- GEHRIG R. 1996 - Late-glacial paleoenvironment in the southern Alps (Val Camonica, Northern Italy). In: S.P. Evans, S. Frisia, A. Borsato, M.B. Cita, M. Lanzinger, C. Ravazzi, B. Sala (eds.). *Modificazioni climatiche ed ambientali tra il Tardiglaciale e l'Olocene antico in Italia. Volume di abstracts del Convegno AIQUA-MTSN, Trento 7-9 febbraio 1996*, 195: 118-119.
- GOEURY C. 1992 - Gpal3, a program for pollen data management including displaying and correlation. 8th. Int. Palynological Congress. Aix-en-Provence, september 6-12: 53.
- GOEURY C., BEAULIEU DE J.-L. 1979 - A propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, 21 (1): 239-251.
- HUNTLEY B., BIRKS H.J.B. 1983 - An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13.000 years ago. Cambridge University Press: 667 pp.
- LOWE J. 1992 - Lateglacial and early Holocene lake sediments from the northern Apennines, Italy - pollen stratigraphy and radiocarbon dating. *Boreas*, 21: 193-208.
- LOWE J., WALKER M.J.C. 1980 - Problems associated with radiocarbon dating the close of the lateglacial period in the Rannoch Moor area, Scotland. In: J.J. Lowe, J.M. Gray, J.E. Robinson (eds.) *Studies in the Lateglacial of North-West Europe*, Oxford: 123-137.
- MALAUSSENA B. 1984 - Contribution à la connaissance de la production et de la dispersion pollinique de mélèze (*Larix decidua* Mill.) dans les Alpes maritimes. D.E.A. Université d'Aix-Marseille III: 40 pp.
- MARKGRAF V. 1969 - Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. *Bot. Jahrb.*, 89: 1-63.
- MARKGRAF V. 1970 - Palaeohistory of the Spruce in Switzerland. *Nature*, 228 (5268): 249-251.
- RALSKA-JASIEWICZOWA M. 1980 - Late-glacial and Holocene vegetation of the Bieszczady Mts. (Polish Eastern Carpathians). *Polska Akademia Nauk Instytut Botaniki*: 220 pp.
- RAVAZZI C., MARINONI S., OROMBELLI G. 1996 - Late-glacial and early Holocene vegetation history in the lombardian Pre-Alps: the pollen record of Cerete (Bergamo, Northern Italy). In: S.P. Evans, S. Frisia, A. Borsato, M.B. Cita, M. Lanzinger, C. Ravazzi, B. Sala (eds.). *Modificazioni climatiche ed ambientali tra il Tardiglaciale e l'Olocene antico in Italia. Volume di abstracts del Convegno AIQUA-MTSN, Trento 7-9 febbraio 1996*, 195: 89-91.
- SCHNEIDER R. 1978 - Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien). *Bot. Jb. Syst.*, 100: 26-109.
- SCHNEIDER R., TOBOLSKI K. 1983 - Palynologische und stratigraphische Untersuchungen im Lago di Ganna (Varese, Italien). *Bot. Helv.*, 93: 115-122.
- SCHNEIDER R., TOBOLSKI K. 1985 - Lago di Ganna - Late-glacial and holocene environments of a lake in the Southern Alps. *Diss. Bot.*, 87: 229-271.
- SUTTER M., BALZER R., BONANI G., HOFMANN H., MORENZONI E., NESSI M., WÖFLI W., ANDRÉE M., BEER J., OESCHGER H. 1984 - Precision measurements of <sup>14</sup>C in AMS-some results and prospects. *Nuclear Instruments and Methods*, 233 (2): 117-122.
- TRIAT LAVAL E. 1978 - Contribution pollanalytique à l'histoire tardi- e postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône. Thèse ès Sciences. Université d'Aix-Marseille III: 343 pp.

- WEGMÜLLER S. 1977 - Pollenanalytische Untersuchungen zur spät-und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné). Verlag Paul Haupt Bern: 185 pp.
- WELTEN M. 1982 - Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern-Wallis. Birkhäuser Verlag: 104 pp.
- WICK L. 1994 - Early-Holocene reforestation and vegetation change at a lake near the Alpine forest limit: lago Basso (2250 m asl), Northern Italy. Diss. Bot., 234: 555-563.
- ZOLLER H., KLEIBER H. 1971 - Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäles. Verhandl. Naturf. Ges. Basel, 81 (1): 90-154.