



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Clima e Cambiamenti Climatici
le attività di ricerca del CNR

A cura di

B. CARLI, G. CAVARRETTA, M. COLACINO, S. FUZZI

A cura di Bruno Carli, Giuseppe Cavarretta, Michele Colacino, Sandro Fuzzi

CNR - Dipartimento Terra e Ambiente

Direttore Giuseppe Cavarretta

Impaginazione e grafica Fortunato Antonelli, Elisabetta Gallo, Luigi Mazari Villanova

Pubblicazione su web Daniela Beatrici (www.dta.cnr.it)

Stampa Istituto Salesiano Pio XI - Roma

Editore Consiglio Nazionale delle Ricerche - Roma

Copyright © 2007, Consiglio Nazionale delle Ricerche

Tutti i diritti riservati

ISBN 978-88-8080-075-0

In copertina: il Colosseo; emissioni di un'acciaieria; acqua alta a piazza San Marco, Venezia.

Sul retro: il Sole (elaborazione di una immagine del satellite SOHO, collaborazione ESA-NASA); la Terra (immagine NASA) e la Luna; *Strombus bubonius* e ricostruzione di *Mammuthus primigenius*, rispettivamente “ospiti” caldo e freddo nell'area Mediterranea durante le ultime oscillazioni climatiche.

L'ultima transizione glaciale-interglaciale sul versante meridionale delle Alpi e in Pianura Padana

C. Ravazzi¹, R. Pini¹, E. Vescovi², W. Tinner², L. Wick³

¹*Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, CNR, Milano, Italia*

²*Institute of Plant Sciences, University of Bern*

³*Institute of Prehistory and Archaeological Science, University of Basel*
cesare.ravazzi@idpa.cnr.it

SOMMARIO: Lo studio palinostratigrafico, radiometrico e isotopico ad alta risoluzione di successioni lacustri deposte durante l'ultima transizione glaciale-interglaciale sul versante meridionale delle Alpi, nei Colli Berici ed Euganei ha evidenziato gli effetti delle oscillazioni climatiche sugli ecosistemi alpini e padani. La correlazione con serie lacustri e dendrocronologiche disponibili sul versante alpino settentrionale ed in Europa centrale evidenzia che gli eventi sono sincroni a scala decennale. Gli archivi lacustri hanno registrato brusche oscillazioni del limite degli alberi e della paleoproduttività forestale, comparabili con i processi innescati dal riscaldamento climatico attualmente in corso.

1 IL PROBLEMA SCIENTIFICO

L'intervallo che si estende tra l'Ultimo Massimo Glaciale (UMG) e l'inizio del presente interglaciale (Olocene), noto come *Lateglacial* e in italiano come "Tardoglaciale", si estende tra circa 19 mila e 11.550 anni cal BP ed è caratterizzato da una sequenza di oscillazioni climatiche di maggiore ampiezza, durante la quale l'interferenza delle azioni antropiche è ritenuta trascurabile. Il radiocarbonio e la palinologia nelle successioni lacustri varvate, nonché le serie isotopiche contenute nelle calotte di ghiaccio e gli spessori negli anelli degli alberi forniscono vincoli cronologici a risoluzione annuale da cui scaturisce la potenzialità di usare il Tardoglaciale come laboratorio privilegiato per lo studio delle transizioni climatiche rapide.

Nell'ultimo decennio una collaborazione tra il C.N.R. – IDPA e l'Università di Berna ha consentito di approfondire gli effetti di queste transizioni rapide sugli ecosistemi alpini e padani, attraverso lo studio palinologico, iso-

topico e radiometrico di archivi lacustri del versante meridionale delle Alpi e dei colli padani (Berici ed Euganei), a confronto con le serie lacustri ad alta risoluzione disponibili sul versante nord delle Alpi (Vescovi *et al.* 2007).

2 ATTIVITÀ DI RICERCA

2.1 siti studiati e i metodi impiegati

Numerose successioni lacustri continue a partire dall'ultima deglaciazione (Fig. 1), poste a diverse altitudini, sono state perforate mediante tecniche di carotaggio indisturbato. Sono stati svolti un'analisi sedimentologica, LOI e uno studio palinostratigrafico che ha riguardato 470 campioni con distanza stratigrafica variabile tra 30-80 anni e somma polinica di 600-1000 granuli. Sono state ottenute 38 datazioni ¹⁴C AMS su macroresti di piante terrestri accuratamente selezionati per setacciatura. Il Laacher See Tephra è stato impiegato come ulteriore vincolo cronologico e strumento di correlazione.

3 RISULTATI RILEVANTI

3.1. L'evoluzione glaciale e paraglaciale delle valli alpine

Dopo il collasso dei ghiacciai alpini nei settori di anfiteatro e dei grandi laghi (21 a 17.5 mila anni cal BP) si sono verificate riavanzate e stazionamenti, indicati come “stadi tardoglaciali” che hanno dato luogo ad apparati di deposizione glaciale via via più arretrati nelle valli alpine (Fig. 2). Lo studio delle successioni lacustri indica che già 16-15.5 mila anni cal BP le principali valli alpine e i versanti esposti a mezzogiorno fino ad oltre 2000 m s.l.m., non interessati da circhi, erano sgombri da ghiaccio. Durante la prima parte del Tardoglaciale la vegetazione legnosa presentava una copertura trascurabile all'interno delle vallate. Da questo quadro emerge che, per alcune migliaia di anni, tra la deglaciazione del settore interno delle vallate (18-16 mila anni cal BP) e l'interstadio di Bølling-Allerød (14.7-14.3 mila anni cal BP), gran parte delle Alpi rimase in condizioni paraglaciali, soggetta, cioè, a importanti processi di ridistribuzione

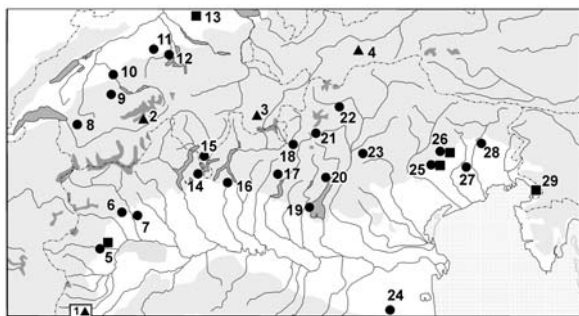


Figura 1: Gli archivi lacustri impiegati per le analisi o per il confronto degli eventi climatici nel Tardoglaciale (**Pallini pieni**: 5 – Lago Piccolo di Avigliana; 6 – Lago di Alice Superiore; 7 – Lago di Viverone; 8 – Leysin; 9 – Regenmoos; 10 – Gerzensee; 11 – Soppensee; 12 – Rotsee; 14 – Lago di Ganna; 15 – Lago di Origlio; 16 – Lago di Annone; 17 – Cerete; 18 – Pian di Gembro; 19 – Lago Lucone; 20 – Lago di Ledro; 21 – Torbiera del Passo del Tonale; 22 – Totenmoos; 23 – Lago di Lavarone; 24 – Depositi fluviali di Bubano; 25 – Laghi di Revine; 26 – Palughetto di Cansiglio; 27 – Depositi fluviali e di torbiera di Bannia; 28 – Lago di Ragogna. **Quadrati**: siti di interesse dendrocronologico e speleotemi. 5 – Avigliana; 13 – Dätttau; 25 – Revine; 26 – Palughetto di Cansiglio; 29 – Grotta Savi. **Triangoli**: siti di interesse paleoglaciologico. 1 – Argentera; 2 – Aletschgletscher; 3 – Julier Pass; 4 – Gschnitz).

zione e aggiustamento di ingenti masse di sedimento. Questa intensa attività, condizionata dalla persistenza dell'attività glaciale a monte, riguarda sia il fondovalle (aggradazione di ambienti fluvioglaciali, alluvionali, delizi e lacustri, talora seguita da rapida incisione nei bacini sospesi sulle valli principali), che il riequilibrio dei versanti (frane catastrofiche, *Sackungen*, *talus*, colate in depositi glaciali).

3.2. La vegetazione forestale del margine alpino e l'oscillazione di Ragogna

La presenza di conifere e di alcune latifoglie al termine dell'UMG in Pianura Padana e al margine alpino orientale è sostenuta da macroresti e da dati palinologici quantitativi datati con il ^{14}C . Nelle aree stabili erano presenti formazioni di alberi distanziati, boschie e arbusteti xerofili, steppe e semideserti. L'elevata frequenza di incendi limitava l'addensamento della vegetazione forestale. Nelle aree di anfiteatro liberate dai ghiacciai è documentata la colonizzazione della vegetazione forestale pioniera. La successione palinologica di Ragogna (Udine) stabilisce che, dopo l'espansione della foresta a parco durante il primo Tardoglaciale, seguì una fase di parziale arretramento (17 a 15.6 mila anni cal BP). Questa interruzione della colonizzazione forestale degli anfiteatri può essere attribuita ad una fase fredda (“oscillazione di Ragogna”), che non trova riscontro biostratigrafico sul versante settentrionale delle Alpi, ove a quel tempo non vi erano specie forestali. L'oscillazione di Ragogna è coeva con lo Stadio di Gschnitz e l'evento Heinrich 1 (Fig. 2).

3.3. L'interstadio di Bølling-Allerød

Negli archivi pollinici lacustri e palustri fino a oltre 2000 m è ben documentato un brusco mutamento vegetazionale tra 12.260 e 12.400 anni ^{14}C BP, ovvero 14.7 – 14.3 mila anni cal BP. Le date ^{14}C sono statisticamente indistinguibili, perciò è possibile individuare un limite climatostratigrafico sincrono, corrispondente all'inizio dell'interstadio di Bølling-Allerød (GI-1 nel GRIP) Eventi associati

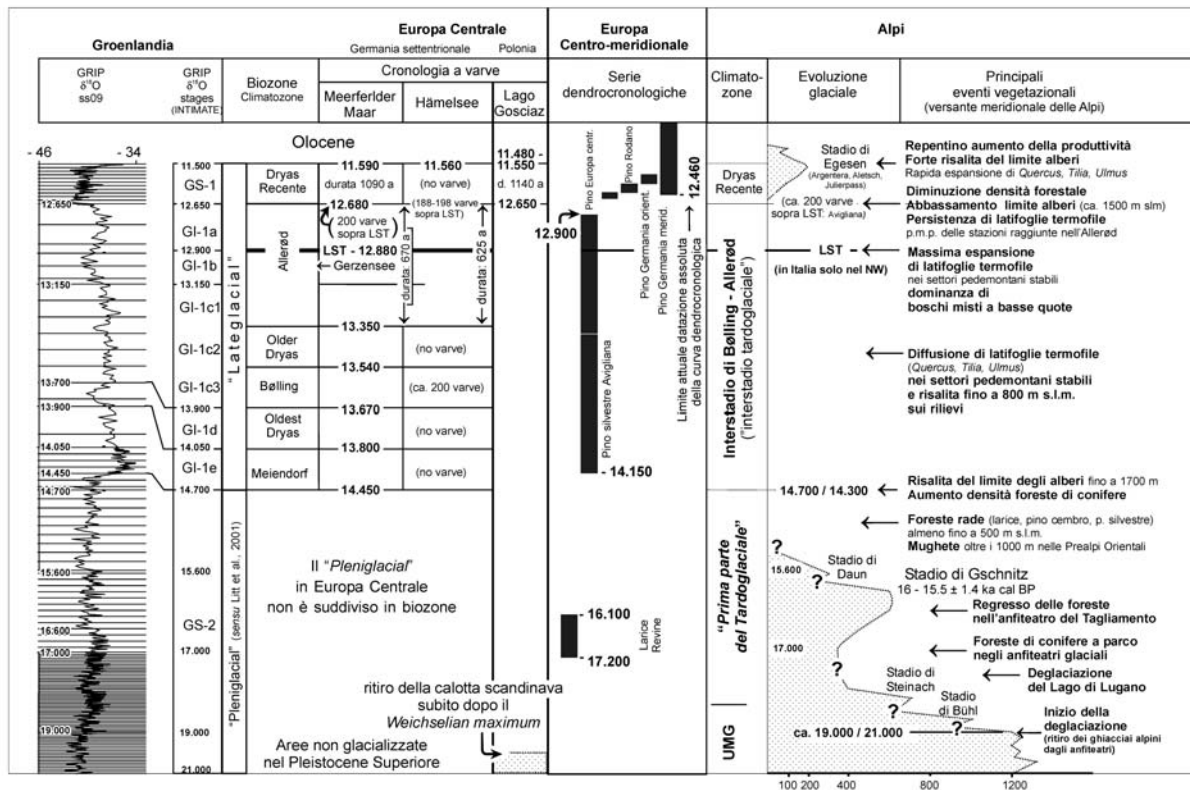


Figura 2: Schema della stratigrafia climatica del Tardoglaciale, dei principali vincoli cronologici disponibili e degli eventi vegetazionali documentati sul versante sud delle Alpi. Sono illustrate: la stratigrafia isotopica GRIP (cronologia ss09; le barre orizzontali indicano intervalli di 100 anni); la cronologia e la suddivisione stratigrafica proposta da INTIMATE; la cronologia e la stratigrafia delle successioni varvate dell'Europa Centrale; le serie dendrocronologiche e la successione di stadi glaciali definiti nelle Alpi su base paleoglaciológica. L'individuazione di stadi glaciali è basata sul calcolo dell'abbassamento della linea di equilibrio dei ghiacciai, proprio di ciascuno stadio.

all'inizio dell'interstadio sono:

- i) un forte aumento della paleoproductività nei bacini, ovvero l'inizio dell'accumulo di torba (*peat initiation*) e di altri sedimenti biogenici propri di acque lacustri aperte (*gyttja*) nella fascia montana e basso montana delle Alpi, fino a 1800 m s.l.m.. Contestualmente si osserva una brusca diminuzione della componente terrigena e tassi di sedimentazione tra i più bassi (tipicamente 0.1-0.5 mm/anno) degli ultimi 18 mila anni. Queste condizioni sono state osservate anche nei laghi svizzeri;
 - ii) un brusco innalzamento del limite degli alberi, che si porta in poche centinaia di anni a circa 1700 m s.l.m.;
 - iii) un aumento della densità forestale e riduzione della frequenza di incendi lungo tutto l'ampio *range* altitudinale compreso tra la Pianura Padana e oltre i 1350 m s.l.m..
- All'inizio dell'interstadio, le superfici prossimali dei megaconoidi costruiti durante l'UMG

sono già state abbandonate e terrazzate. Alcuni conoidi restarono in aggradazione nei settori mediani e distali. Il settore basso della Pianura Padana era caratterizzato da intensa aggradazione e da vegetazione pioniera. Nella seconda parte dell'interstadio, da circa 13.5 mila anni cal BP, si espansero alcune latifoglie termofile, formando boschi misti. Il Laacher See Tephra (LST) segna la fase di massima espansione delle latifoglie termofile.

3.4. Il Dryas Recente

In tutte le successioni polliniche dell'Italia Settentrionale l'interstadio di Bølling-Allerød è seguito da una flessione del tasso di afforestamento seguita da una fase con valori stabilmente più bassi, correlata con il Dryas Recente. La migliore cronologia per la fase di declino delle latifoglie è fornita dalla successione di Avigliana, ove sono disponibili date ¹⁴C e il LST, posto 8 cm sotto un brusco decli-

no di *Quercus* che segna l'inizio del Dryas Recente, qui datato 12.700 anni cal BP, 200 anni dopo il LST. Negli archivi a varve e dendrocronologici centro-europei il LST precede di 188-200 anni l'inizio del Dryas Recente, posto a 12.680 anni cal BP. I dati di Avigliana stabiliscono, pertanto, che l'inizio del Dryas Recente in Europa Centrale e in Nord Italia è stato sincrono a scala decennale.

L'abbassamento del limite degli alberi rimase nell'ordine di 200-300 m. La produzione pollinica della componente forestale termofila della Pianura Padana e dei rilievi pedemontani subì un moderato decremento. Della diminuzione di densità forestale si avvantaggiarono praterie, steppe e arbusteti xerofitici, con esclusione di ericacee di brughiera. Questa dinamica è tipica di climi continentali semiaridi, in cui si sviluppano ecotoni di foresta-steppe, soggetti a forte insolazione. L'espansione di piante acquatiche e palustri, la bassa velocità di sedimentazione e la presenza di hiatus suggeriscono un abbassamento dei livelli lacustri. Durante il Dryas Recente e l'Olocene antico, l'influenza orbitale della precessione determina valori di insolazione estiva massima alle medie latitudini negli ultimi 20 mila anni e condizioni di massimi contrasti stagionali, cioè una predisposizione verso climi continentali asciutti. L'aumento del tasso di accumulo di particelle

di microcarbone è in accordo con condizioni di marcata aridità. Riteniamo che la flessione osservata nella densità forestale in pianura sia causata dagli incendi e dalla scarsità delle precipitazioni, più che dall'effetto termico.

Al termine del Dryas Recente si verifica un drammatico incremento della biomassa forestale termofila, con un aumento di temperatura di 4-6 °C. L'evento presenta una durata inferiore ai 50 anni, quindi paragonabile, per espressione climatostratigrafica, alla brusca terminazione del Dryas Recente nelle registrazioni isotopiche delle carote di ghiaccio, negli speleotemi delle grotte del Carso e nello spessore degli anelli di accrescimento degli alberi in Europa Centrale.

4 PROSPETTIVE FUTURE

Sono in corso studi isotopici e dendrocronologici sull'interstadio di Bølling-Allerød per esaminare gli eventi brevi.

5 BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

Vescovi E. *et al.* 2007. Interactions between climate and vegetation on the southern side of the Alps and adjacent areas during the Late-glacial period as recorded by lake and mire sediment archives. *Quat. Sci. Rev.* doi: 10.1016/j.quascirev.2007.03.005.