

Sintesi della Tesi di Laurea Magistrale di:

Riccardo Cerrato

**ELABORAZIONE DI CURVE DENDROCRONOLOGICHE (*Larix decidua* Mill.) E ANALISI DENDROCLIMATICHE
DALLA FINE DELLA PICCOLA ETÀ GLACIALE AD OGGI SUL VERSANTE SETTENTRIONALE DEL MASSICCIO
DELLA PRESANELLA (ALPI RETICHE)**

**Università degli Studi di Pisa
Dipartimento di Scienze della Terra
Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche
Anno Accademico 2013/2014**

Relatore: **Prof. Carlo Baroni**
Correlatori: **Prof. Paolo Cherubini**
Dr.ssa Anna Coppola

INTRODUZIONE

Il Gruppo Adamello - Presanella è un sito di particolare interesse sia dal punto di vista climatologico sia da quello glaciologico; il massiccio è infatti il più meridionale dell'intero settore delle Alpi Retiche (Baroni & Carton, 1996) e l'acrocoro ospita, inoltre, il più grande ghiacciaio delle Alpi italiane, il Ghiacciaio dell'Adamello. Per la ricostruzione degli eventi climatici che hanno interessato questo sensibile settore delle Alpi italiane, certamente la dendrocronologia è una scienza che può fornire un valido contributo alla caratterizzazione del paleoclima (Büntgen, 2006; Briffa & alii, 2008; Leonelli & alii, 2008, 2009) e dell'evoluzione glaciale (Nicolussi & Patzelt, 1996; Watson & Luckman, 2004; Linderholm & alii, 2007) dell'ambiente alpino. In particolare in questa Tesi si è realizzata un'analisi dendrocronologica e dendroclimatica nell'area settentrionale del Massiccio della Presanella.

Gli obiettivi principali di questa tesi sono:

- i. Costruire curve dendrocronologiche relative alle diverse valli indagate e all'intera area di studio.
- ii. Eseguire analisi statistiche dendroclimatiche per valutare la capacità delle conifere nel registrare il segnale climatico.
- iii. Incrementare il dataset dei dati dendrocronologici disponibili per l'intero massiccio Adamello – Presanella.

I risultati ottenuti sono in accordo con precedenti studi dendroclimatici realizzati sul massiccio (Coppola, 2010; Coppola & alii, 2012; 2013) e sull'intera area alpina (Büntgen, 2005).

AREA DI STUDIO

L'area di studio comprende quattro valli poste sul versante settentrionale del massiccio della Presanella (**Figura 1**).

L'intera area può essere suddivisa in due zone:

- Una prima zona, posta più ad E, comprendente tre valli adiacenti dai cui campioni sono state ottenute tre nuove cronologie. Nello specifico si tratta, da E verso W, della Valpiana, Val Barco e Val Palù.
- Una seconda zona, più occidentale rispetto alla prima, comprendente la Val Presena dalla quale sono stati prelevati i campioni atti ad integrare una cronologia già presente nell'area.

CAMPIONAMENTO ED ANALISI DI LABORATORIO

Da ogni albero, appositamente selezionato per la sua posizione topografica, geomorfologica e per l'aspetto macromorfologico, sono state estratte almeno due carote, in direzione perpendicolare alla direzione del pendio. Alcune sezioni trasversali di larice sono state ottenute tramite l'aiuto del Corpo Forestale dello Stato. Le carote e le rotelle prelevate sono state appositamente preparate per l'analisi del trend di accrescimento tramite la misurazione dell'ampiezza degli anelli annuali (Cook & Kairiūkštis, 1990).

Le curve dendrocronologiche ottenute per ogni singolo individuo sono state mediate per la creazione di una curva relativa ad ogni singola valle. Le curve degli individui della Val Presena sono state mediate con i dati derivanti dai precedenti studi. Infine è stata costruita una curva relativa all'intera area di studio utilizzando gli individui della Valpiana, della Val Barco e della Val Palù e denominata "BPP". Le cronologie ottenute sono state standardizzate mediante il software ARSTAN (Cook & Holmes, 1996) per ottenere curve di indici adimensionali utili alle elaborazioni statistiche. Sono stati calcolati gli indici di correlazione tra le curve standardizzate relative ad ogni valle, la cronologia BPP e i parametri climatici di temperatura media mensile e precipitazioni medie mensili ottenuti dai database HISTALP e CRU-TS ver. 3.21 (Auer & alii, 2008; CRU, 2014).

Le correlazioni statistiche sono state calcolate mediante i software R Project (mediante l'utilizzo del pacchetto dplR) (Bunn, 2008; R Core Team, 2014), DendroClim2002 (Biondi & Waikul, 2004) e Microsoft Excel.

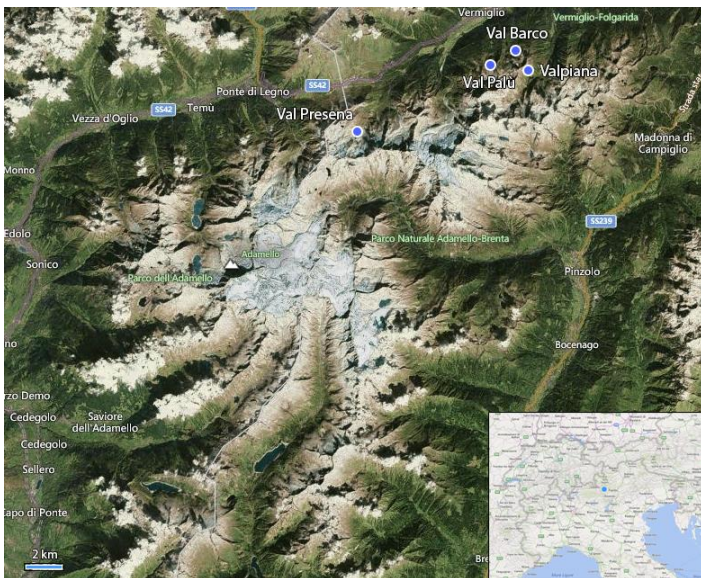


Figura 1 Area di campionamento

RISULTATI E DISCUSSIONE

Sono state costruite tre cronologie di ampiezze degli anelli annuali inedite relative ad altrettante valli del massiccio della Presanella, incrementando il numero di informazioni a disposizione per l'area. Inoltre, è stata aggiornata all'anno 2013 una curva dendrocronologica precedentemente limitata al 2008.

Le cronologie ottenute coprono complessivamente l'intervallo temporale dall'anno 1605 fino al 2013.

Le misure degli anelli mostrano periodi di crescita progressivamente minore a partire dall'inizio del XVIII e XIX Secolo per raggiungere minimi assoluti nella metà dei rispettivi secoli. A partire dalla metà del XIX Secolo invece si evidenzia un progressivo ma discontinuo incremento della crescita interrotto da fasi di diminuzione all'inizio del XX Secolo e negli anni '60 - '80 del medesimo (Figura 2).

Coerentemente con i risultati ottenuti da precedenti lavori effettuati in altre valli del massiccio (Coppola 2010; Coppola & alii, 2012, 2013), le curve relative ai nuovi siti hanno evidenziato una forte influenza delle temperature estive, in particolar modo delle temperature medie dei mesi di giugno e luglio, sull'accrescimento dei larici della zona (Figura 3).

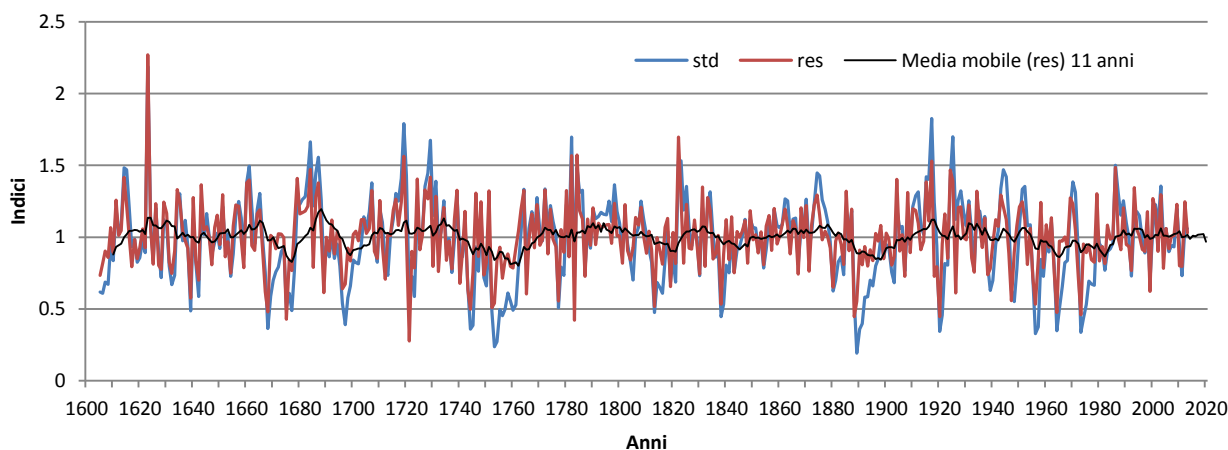


Figura 2 Standard, Residual e media mobile di 11 anni della cronologia BPP.

Contestualmente non si è rilevata una correlazione statisticamente significativa o stabile nel tempo tra l'accrescimento degli alberi e la quantità di precipitazioni, nemmeno in quei siti posti a più bassa quota e non in stretta vicinanza alla fascia vegetazionale denominata *tree-line*.

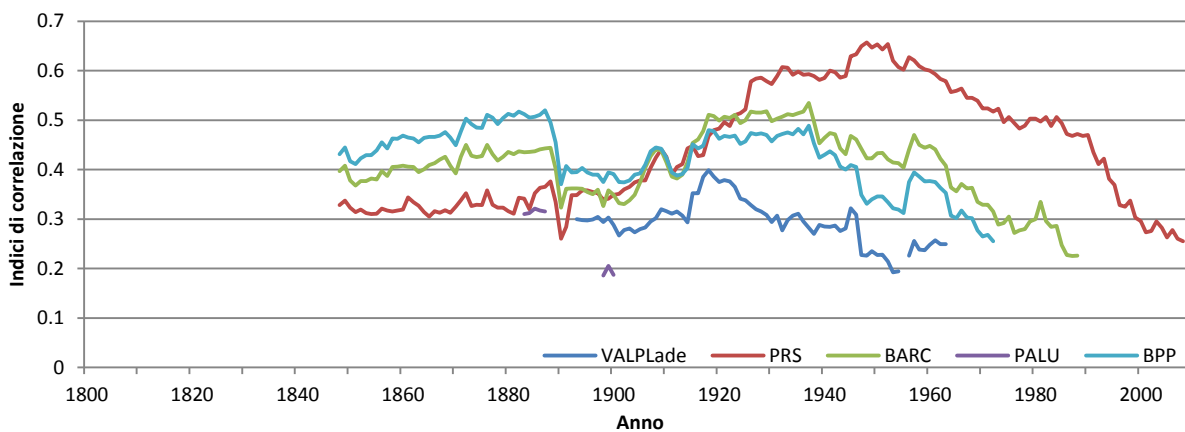


Figura 3 Valori di correlazione tra cronologie delle valli e valori delle temperature medie di giugno (moving correlation function).

Nello specifico, si è osservato che per quanto riguarda le curve relative alla Val Presena e Val Barco, costruite a partire da individui posizionati vicino alla *tree-line*, le correlazioni calcolate con i dati di temperatura mostrano valori piuttosto elevati e stabili nel tempo con punte di correlazione statistica pari o superiori a 0.52 per la Val Barco.

La stretta relazione tra le temperature medie estive e l'accrescimento annuale dei larici ha evidenziato come all'inizio del XVIII e del XIX Secolo si siano verificati due periodi di temperature estive relativamente rigide, identificabili come le ultime pulsazioni della Piccola Età Glaciale (PEG) registrate su base dendrocronologica. A partire dalla metà del 1800 le temperature hanno subito un generale ma discontinuo incremento, interrotto negli anni '20 e dal 1965 circa fino alla fine degli anni '80 del XX Secolo da periodi di relativo raffreddamento.

Relazionando le curve dendrocronologiche standardizzate con curve tempo distanza relative a ghiacciai alpini, si è evidenziato come le prime ribattano fedelmente le seconde, correlando i periodi di diminuita crescita nel XX Secolo con le fasi di stazionamento e parziale riavanzata dei ghiacciai alpini.

Dalla fine degli anni '80 dello scorso secolo, inoltre, i valori di correlazione tra curve di accrescimento e temperature medie estive non risultano più essere statisticamente significative, mostrando in questo caso quello che in letteratura è conosciuto come *divergence problem* (Büntgen & alii, 2008).

Per le curve della Val Palù e della Valpiana, costruite da individui posti a più bassa quota, i valori delle correlazioni tra curve e dati di temperatura decrescono fino a perdere di continuità e significatività per la curva della Val Palù.

Il decremento dei valori di correlazione statistica tra dati climatici e curve dendrocronologiche è stato interpretato come dovuto agli attacchi del lepidottero *Zeiraphera diniana* Gn. ai larici posti a bassa quota. Questo dato è stato confermato dall'analisi dei *pointer years* (Schweingruber, 1988) che risultano essere in numero circa doppio nelle curve della Val Palù e Valpiana (bassa quota) rispetto a quella della Val Barco (alta quota).

CONCLUSIONI

L'elaborazione di curve dendrocronologiche relative al *Larix decidua* Mill. costruite a partire da individui posti prossimi alla *tree-line* ha mostrato come quest'essenza risulti essere un ottimo strumento per indagini paleoclimatiche in ambiente alpino. In particolare, l'accrescimento annuale del larice risulta essere sensibile alle temperature medie dei mesi estivi e nello specifico dei mesi di giugno e luglio e mostra notevoli potenzialità di correlazione con le variazioni dei ghiacciai presenti nelle aree studiate.

Si è constatato inoltre che le precipitazioni non influiscono come fattore limitante nemmeno laddove le temperature perdono di significatività statistica, denotando la probabile interazione di altri fattori (edafici, ecologici, entomologici) nel determinare la crescita del larice a quote ben inferiori alla *tree-line*.

Le curve dendrocronologiche costruite, che spaziano complessivamente dall'inizio del XVII secolo ad oggi, permettono l'analisi dei trend di accrescimento in questo lasso di tempo. Risulta evidente la diminuzione dell'accrescimento annuale degli individui in corrispondenza di periodi di raffreddamento climatico identificabili come le ultime pulsazioni della PEG nell'area.

L'estrema vicinanza dei siti di campionamento alla posizione raggiunta dai ghiacciai durante l'ultima massima espansione olocenica ha permesso la loro registrazione nel record dendrocronologico. Questo dato è evidenziato dalla elevata similitudine tra le curve dendrocronologiche e le curve tempo/distanza costruite per alcuni ghiacciai alpini limitrofi all'area di studio (Baroni & Carton, 1991, 1996; Carturan & alii, 2013, 2014).

BIBLIOGRAFIA SELEZIONATA

- Auer, I., R. Böhm, A. Jurkovic, W. Lipa, A. Orlik, R. Potzmann, W. Schöner, M. Ungersböck, C. Matulla, K. Briffa, P. Jones, D. Efthymiadis, M. Brunetti, T. Nanni, M. Maugeri, L. Mercalli, O. Mestre, J. Moisselin, M. Begert, G. Müller-Westermeier, V. Kveton, O. Bochnicek, P. Stastny, M. Lapin, S. Szalai, T. Szentimrey, T. Cegnar, M. Dolinar, M. Gajic-Capka, K. Zaninovic, Z. Majstorovic e E. Niepova (2007). «HISTALP - Historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region». *International Journal of Climatology* 27.1, pp. 17–46. doi: 10.1002/joc.1377.
- Bunn, A.G. (2008). «A dendrochronology program library in R (dplR)». *Dendrochronologia* 26.2, pp. 115–124. doi: 10.1016/j.dendro.2008.01.002.
- Baroni, C. e A. Carton (1991) «Vedretta di Pisgrana (Gruppo dell'Adamello) geomorfologia e variazioni oloceniche della fronte». *Annali del Museo Civico di Scienze Naturali* 26, pp. 5-34.
- Baroni, C. e A. Carton (1996). «Geomorfologia dell'alta Val di Genova». *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria* 19, pp. 3–17.
- Biondi, F. e K. Waikul (2004). «DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies». *Computers & Geosciences* 30. A cura di Elsevier, pp. 303–311.
- Briffa, K.R., V.V. Shishov, T.M. Melvin, E.A. Vaganov, H. Grudd, R.M. Hantemirov, M. Eronen e M.M. Naurzbaev (2008). «Trends in recent temperature and radial tree growth spanning 2000 years across northwest Eurasia». *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 363, pp. 2269–2282.
- Büntgen, U., J. Esper, D.C. Frank, K. Nicolussi e M. Schmidhalter (2005). «A 1052-year tree-ring proxy for Alpine summer temperatures». *Climate Dynamics* 25, pp. 141–153.
- Büntgen, U., D.C. Frank, D. Nievergelt e J. Esper (2006). «Summer Temperature Variations in the European Alps, a.d. 755–2004». *Journal of Climate* 19.21, pp. 5606–5623. doi: 10.1175/JCLI3917.1.
- Büntgen, U., D. Frank, R. Wilson, M. Carrer, C. Urbinati e J. Esper (2008). «Testing for tree-ring divergence in the European Alps». *Global Change Biology* 14.10, pp. 2443–2453.
- Carturan, L., C. Baroni, M. Becker, A. Bellin, O. Cainelli, A. Carton, C. Casarotto, G. Dalla Fontana, A. Godio, T. Martinelli, M. C. Salvatore e R. Seppi (2013). «Decay of a long-term monitored glacier: Careser Glacier (Ortles-Cevedale, European Alps)». *Cryosphere* 7.6, pp. 1819–1838. doi: 10.5194/tc-7-1819-2013.

- Carturan, L., C. Baroni, A. Carton, F. Cazorzi, G. Dalla Fontana, C. Delpero, M.C. Salvatore, R. Seppi e T. Zanoner (2014). «Reconstructing Fluctuations of La Mare Glacier (Eastern Italian Alps) in the Late Holocene: New Evidence for a Little Ice Age Maximum Around 1600 AD». *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*. doi: 10.1111/geoa.12048.
- Cook, E.R. e R.L. Holmes (1996). «Guide for computer program ARSTAN». In: *The international tree-ring data bank program library version 2.0 user's manual*. A cura di H.D. Grissino-Mayer, R.L. Holmes and H.C. Fritts. University of Arizona, Tucson, Arizona, U.S.A., pp. 75–87.
- Cook, E.R. e L.A. Kairiūkštis, cur. (1990). *Methods of dendrochronology applications in the environmental sciences*. Kluwer Academic Publisher, p. 394.
- Coppola, A. (2010). «Dendroclimatic analysis in the Adamello – Presanella Group (Central Italian Alps)». PhD Dissertation. University of Pisa.
- Coppola, A., G. Leonelli, M.C. Salvatore, M. Pelfini e C. Baroni (2012). «Weakening climatic signal since mid-20th century in European larch tree-ring chronologies at different altitudes from the Adamello- Presanella Massif (Italian Alps)». *Quaternary Research* 77, pp. 344–354.
- Coppola, A., G. Leonelli, M.C. Salvatore, M. Pelfini e C. Baroni (2013). «Tree-ring-based summer mean temperature variations in the Adamello– Presanella Group (Italian Central Alps), 1610–2008 AD». *Climate of the past* 9, pp. 211–221.
- CRU (2014). CRU TS3.21: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) Version 3.21 of High Resolution Gridded Data of Month-by-month Variation in Climate (Jan. 1901- Dec. 2012). Climate Research Unit, University of East Anglia. url: <http://www.cru.uea.ac.uk/>.
- Leonelli G., M. Pelfini, P. Cherubini (2008). «Exploring the potential of tree-ring chronologies from the Trafoi Valley (Central Italian Alps) to reconstruct glacier mass balance». *Boreas* 37, pp. 169–178.
- Leonelli G., M. Pelfini, G. Battipaglia, P. Cherubini (2009). «Site-aspect influence on climate sensitivity over time of a high-altitude *Pinus cembra* tree-ring network». *Climate Change* 96, pp. 185–201.
- Linderholm, H.W., P. Jansson, D. Chen (2007). «A high-resolution reconstruction of Storglaciären mass balance back to 1780/81 using tree-ring data and circulation indices». *Quaternary Research* 67, pp. 12–20.
- Nicolussi K. Et G. Patzelt (1996). «Reconstructing glacier history in Tyrol by means of tree-ring investigations». *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie* 32, pp. 207–215.
- R Core Team (2014). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. url: <http://www.R-project.org/>.
- Schweingruber, F.H. (1988). «Tree Ring, basics and applications of dendrochronology». Kluwer Academic Publishers.
- Watson, E. e B.H. Luckman (2004). «Tree-ring-based mass-balance estimates for the past 300 years at Peyto Glacier, Alberta, Canada». *Quat. Res.* 62.1, pp. 9–18. doi: 10.1016/j.yqres.2004.04.007.