

# *Variabilità e cambiamenti climatici nel bacino padano negli ultimi 250 anni*

*Maurizio Maugeri*

*Dipartimento di Fisica – Università degli Studi di Milano*

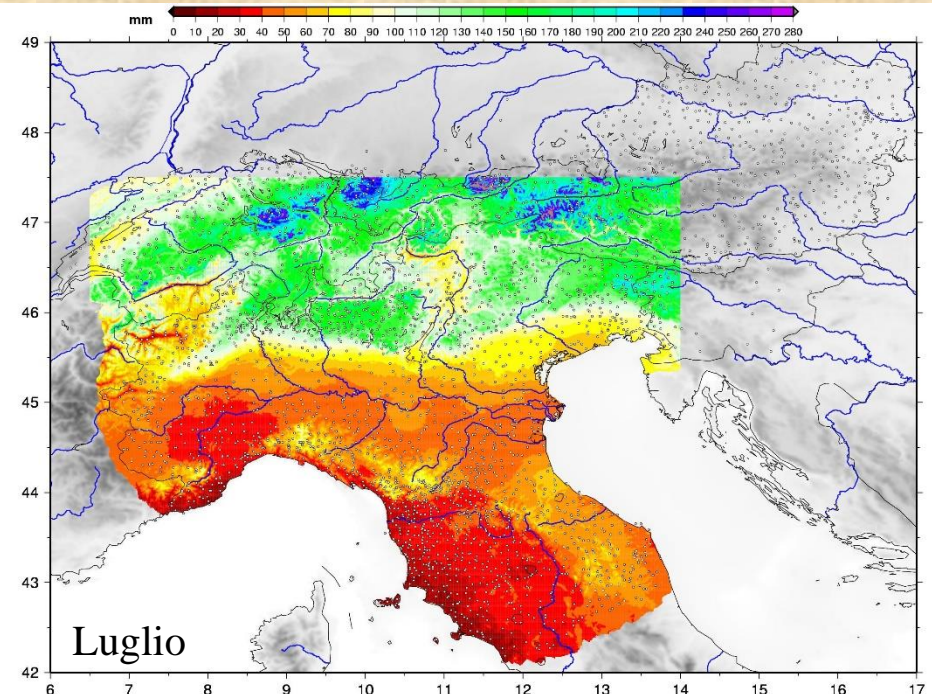
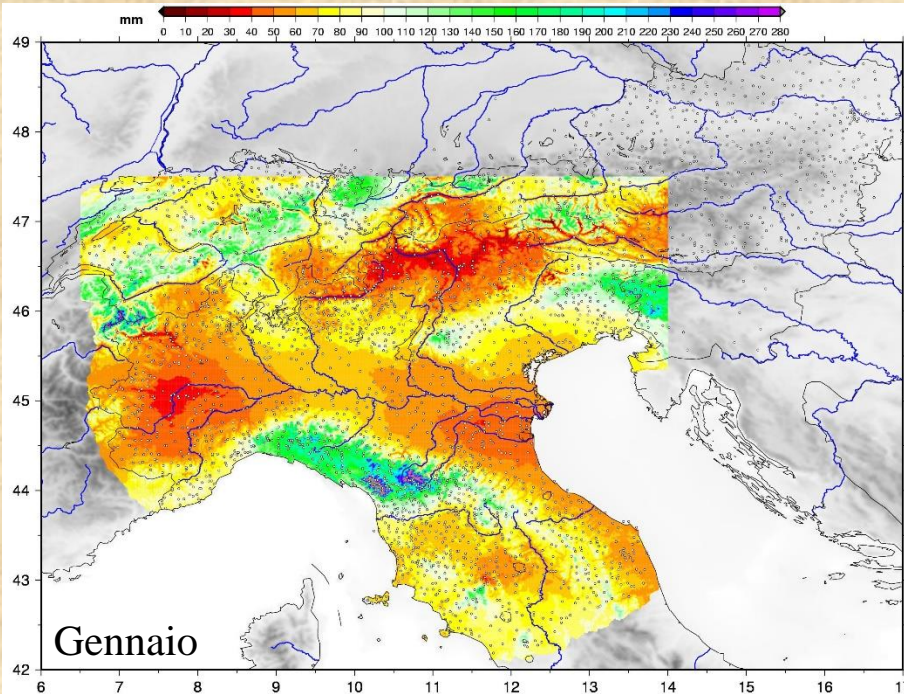
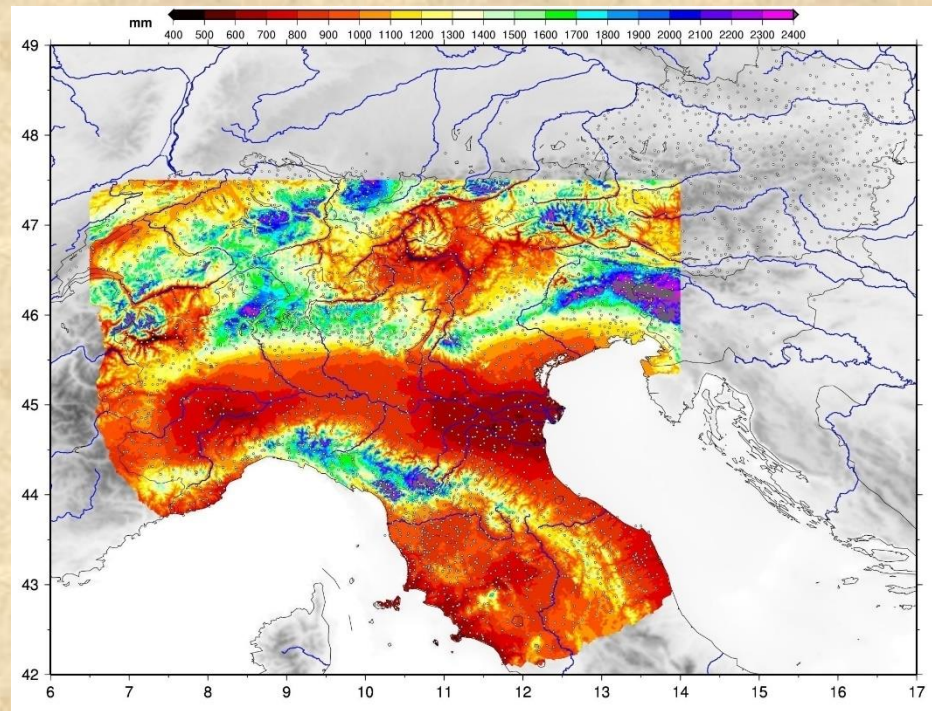


*Milano – 20 aprile 2016*

Lo sviluppo del bacino padano, così come quello di altri territori, è legato al suo clima. E' stata soprattutto rilevante la grande ricchezza di acqua. Essa è in gran parte dovuta alle montagne che circondano questo bacino.

### Climatologie 1961-1990: risultati preliminari

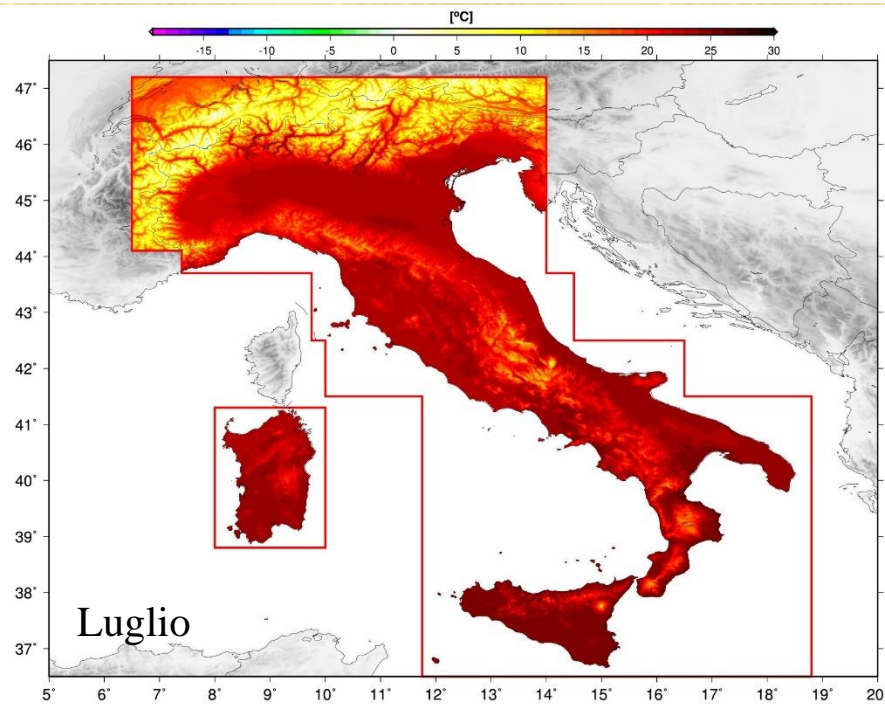
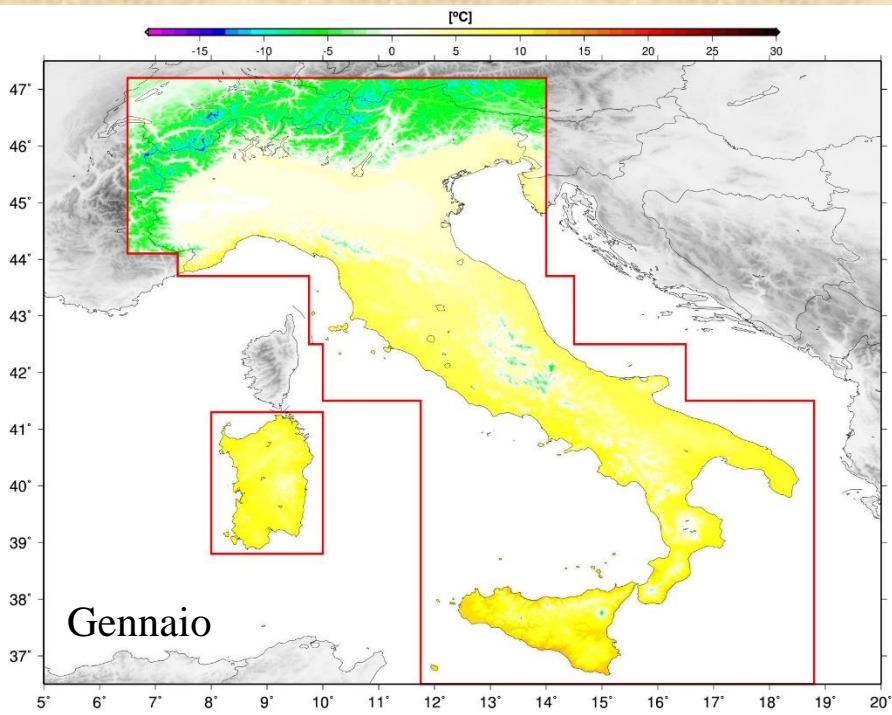
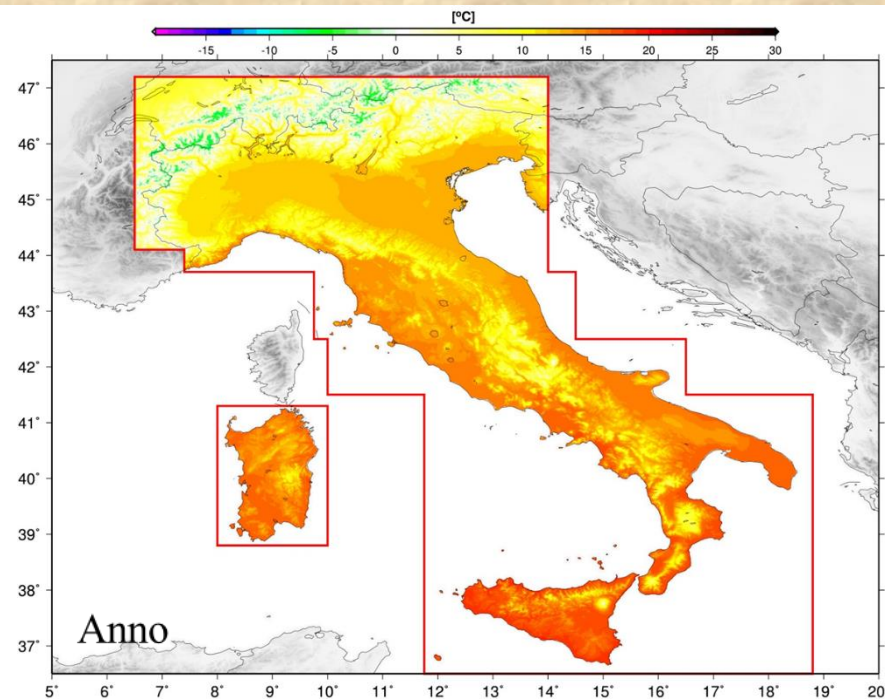
Brunetti M, Lentini G, Maugeri M, Nanni T, Simolo C, Spinoni J, 2009: 1961-90 high-resolution Northern and Central Italy monthly precipitation climatologies. *Adv. Sci. Res*, 3, 73-78, [www.adv-sci-res.net/3/73/2009/](http://www.adv-sci-res.net/3/73/2009/).

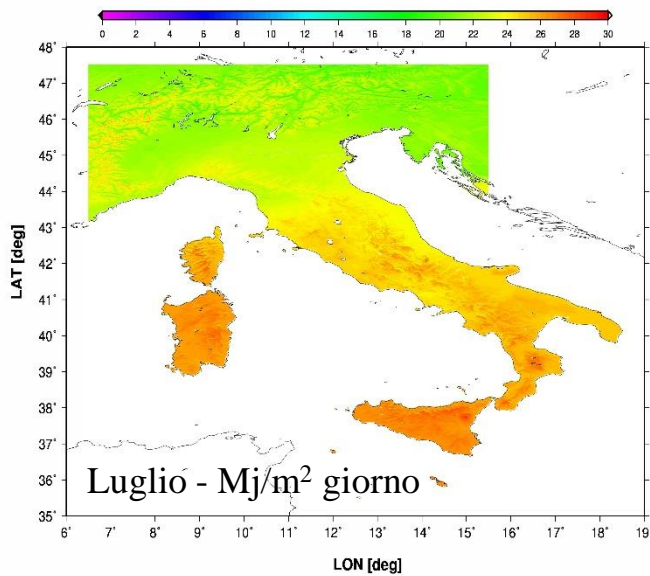
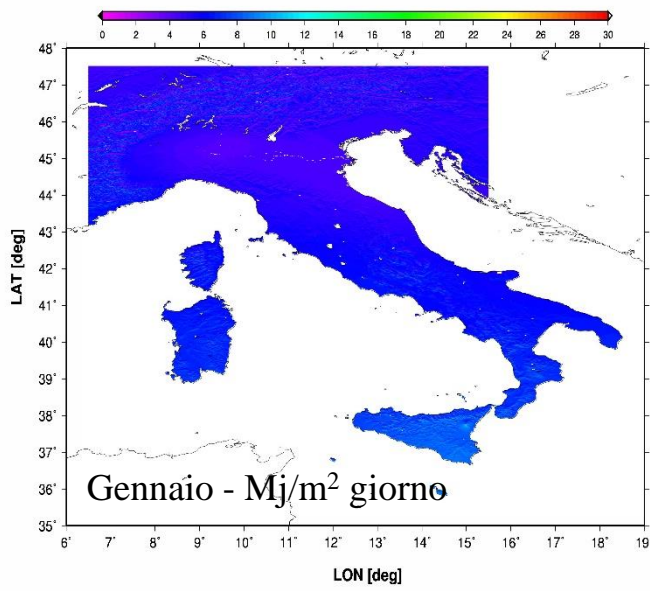


Naturalmente anche le climatologie di temperatura sono molto importanti per la ricchezza di questo bacino

### Climatologie 1961-1990: risultati preliminari

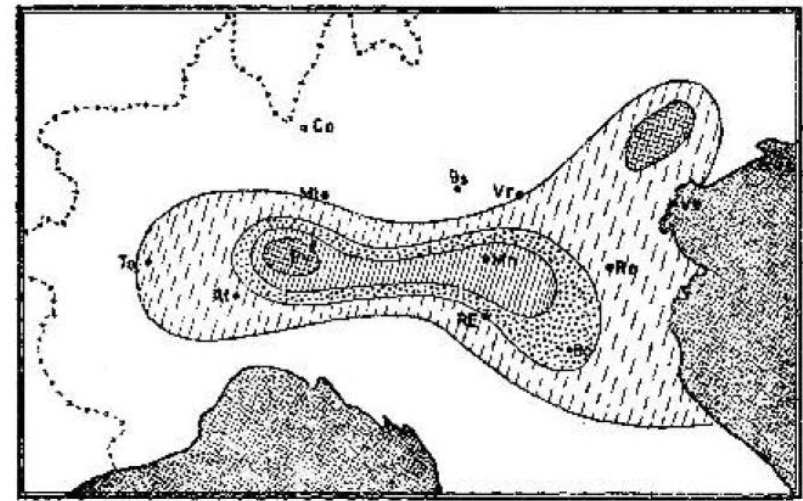
Brunetti M, Maugeri M, Nanni T, Simolo C, Spinoni J, 2014:  
High-resolution temperature climatology for Italy: Interpolation  
method intercomparison. Int. J. Climatol., 34, 1278–1296, DOI:  
10.1002/joc.3764.





Spinoni J, Brunetti M, Maugeri M, Simolo C, 2012: 1961-1990 monthly high-resolution solar radiation climatologies for Italy, Adv. Sci. Res, 8, 19-25.

C  
l  
i  
m  
a  
  
A  
l  
t  
r  
e  
  
i  
n  
f  
o

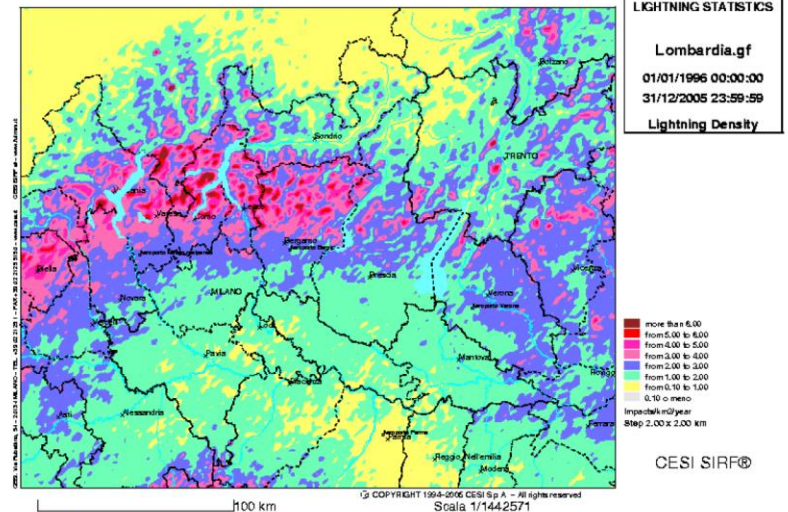


Frequenze della nebbia sulla "Vale PADANA" in autunno

meno di 10 giorni    da 11 a 15    da 16 a 20    da 21 a 25    oltre 25 giorni

Fig. 65

Numero fulmini nube-suolo per km<sup>2</sup> - anno



Lentini G, Maugeri M, 2007: Il rischio meteorologico. In: PRIM 2007-2010 Programma Regionale Integrato di Mitigazione dei Rischi – Studi preparatori – 2. Rischi maggiori in Lombardia. Regione Lombardia, Protezione Civile, Prevenzione e Polizia Locale, 191-298.

**... ma quanto sono stabili nel tempo queste condizioni...?**

**... e quali sono le scale temporali caratteristiche di eventuali variazioni...?**

**... e quale è il ruolo delle emissioni antropiche in relazione alle variazioni più recenti...?**

**... e quanto sono state rilevanti queste variazioni...?**

**... e, soprattutto, cosa dobbiamo aspettarci per il prossimo futuro...?**

# ***Ruolo delle serie storiche di dati meteorologici***

*Una fonte molto importante di informazioni è costituita dalle serie storiche di osservazioni meteorologiche. Esse sono state raccolte grazie alla passione ed all'impegno di generazioni di osservatori, la cui opera ha reso disponibili dati per migliaia di stazioni, con serie spesso lunghe più di 100 anni.*

*Peraltro, in questo settore il nostro Paese si trova in una posizione molto privilegiata, in quanto ha avuto un ruolo di primissimo piano nello sviluppo delle osservazioni meteorologiche e può disporre oggi di un patrimonio di dati osservativi d'enorme valore.*

**In questo contesto, intorno alla metà degli anni '90, un gruppo di ricercatori di UniMi e ISAC – CNR ha avviato un programma di ricerche per il recupero e l'analisi delle lunghe serie storiche italiane**

*La presentazione si pone l'obiettivo di mostrare i principali risultati raggiunti nell'ambito di questo programma per il bacino padano*

# L'approccio metodologico

- Recupero, a vasta scala, e archiviazione di osservazioni ed altre informazioni (dati e metadati).
- Analisi del livello di omogeneità dei dati (omogeneizzazione delle serie).
- Analisi dei dati (estrazione di segnali statisticamente significativi).
- Comprensione degli andamenti evidenziati alla luce di modificazioni a scala più ampia e analisi forzanti.







# *Qualità e omogeneità dei dati*

**Il problema:** il segnale climatico che si vuole ricostruire mediante l'analisi delle serie storiche di dati meteorologici è difficile da distinguere dal segnale di carattere non climatico indotto da una serie di fattori di disturbo (spostamento delle stazioni, cambiamento degli strumenti, cambiamento negli orari di osservazione e negli osservatori, cambiamenti nelle convenzioni usate, nei metodi di calcolo delle medie, ecc.....).

➔ Le serie storiche non possono essere analizzate senza che il ruolo di questi fattori di disturbo sia stato studiato

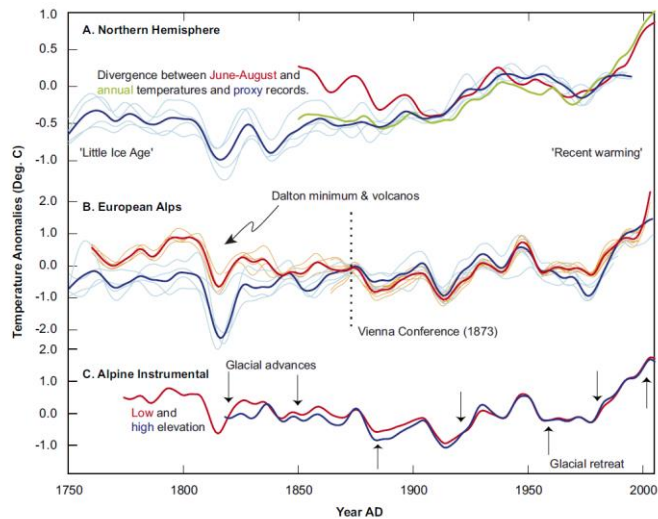


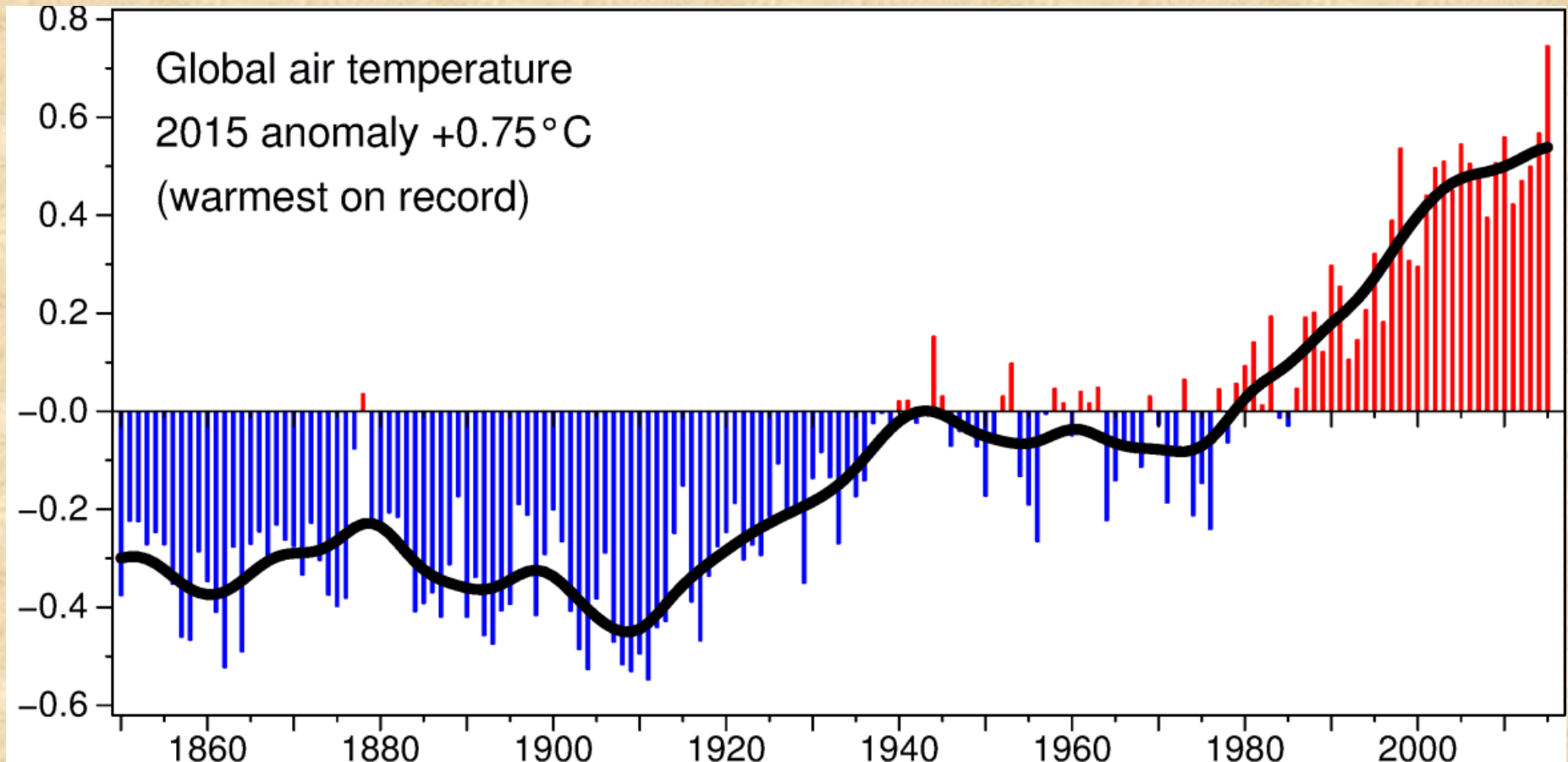
Fig. 1. Warmer early instrumental measurements and colder reconstructed temperatures: (A) comparison of large-scale tree-ring dominated warm-season temperature reconstructions (light-blue; Jones et al., 1999; Briffa, 2000; Esper et al., 2002; D'Arrigo et al., 2006) and their mean (blue), with the June–August (red) and annual (green) mean temperatures for 30–90°N (CRUTEM3; Brohan et al., 2006). Individual reconstructions scaled to summer temperature data over the 20th century common period; (B) comparison of tree-ring-based warm-season temperature reconstructions from the European Alps (light-blue; Büntgen et al., 2005; Frank and Esper, 2005b; Büntgen et al., 2006b) and their mean (blue), with the individual warm-season temperature targets (orange; Böhm et al., 2001; Auer et al., 2007) and their mean (red). Proxy series and targets as in the original publications. Mean proxy series re-scaled to instrumental mean over the 20th century; (C) mean June–August temperature records from HISTALP (Auer et al., 2007) averaged over the entire low (red) and high (blue) elevational bands across the Greater Alpine Region. Also shown are periods of glacial advance and retreat (arrows). All series smoothed using a 15-year low-pass filter.

Climatic Change (2010) 101:41–67  
DOI 10.1007/s10584-009-9649-4

## The early instrumental warm-bias: a solution for long central European temperature series 1760–2007

Reinhard Böhm · Philip D. Jones · Johann Hiebl ·  
David Frank · Michele Brunetti · Maurizio Maugeri

# Analisi dati: anomalie temperature - globo



# Analisi dati: anomalie temperature

## Area lombarda

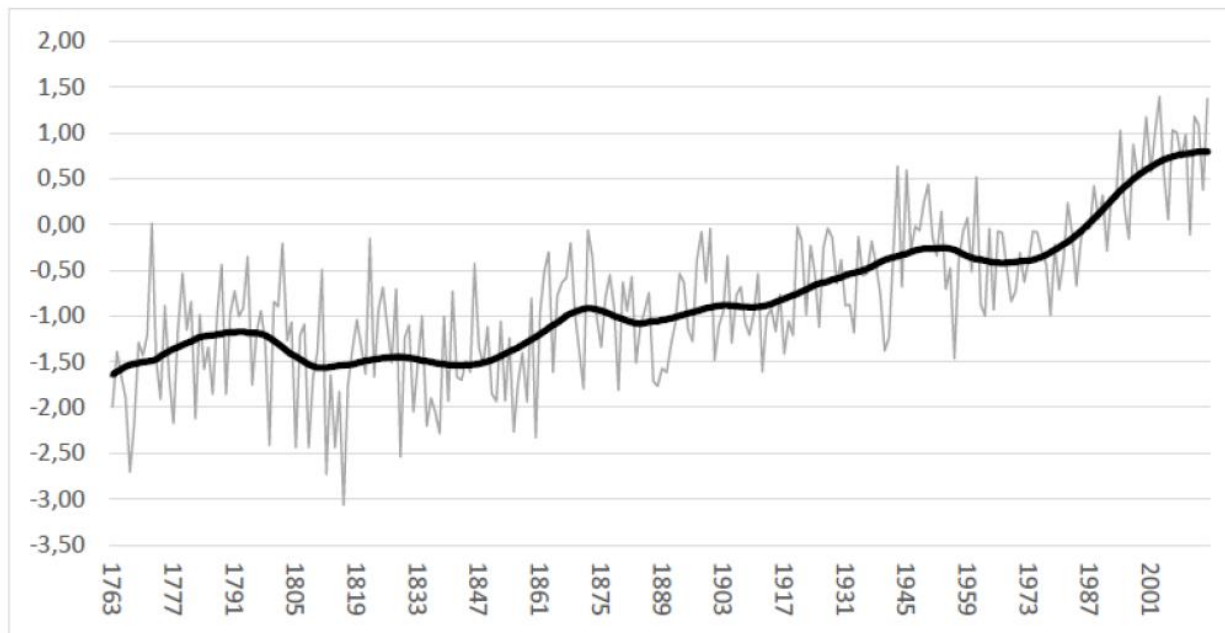
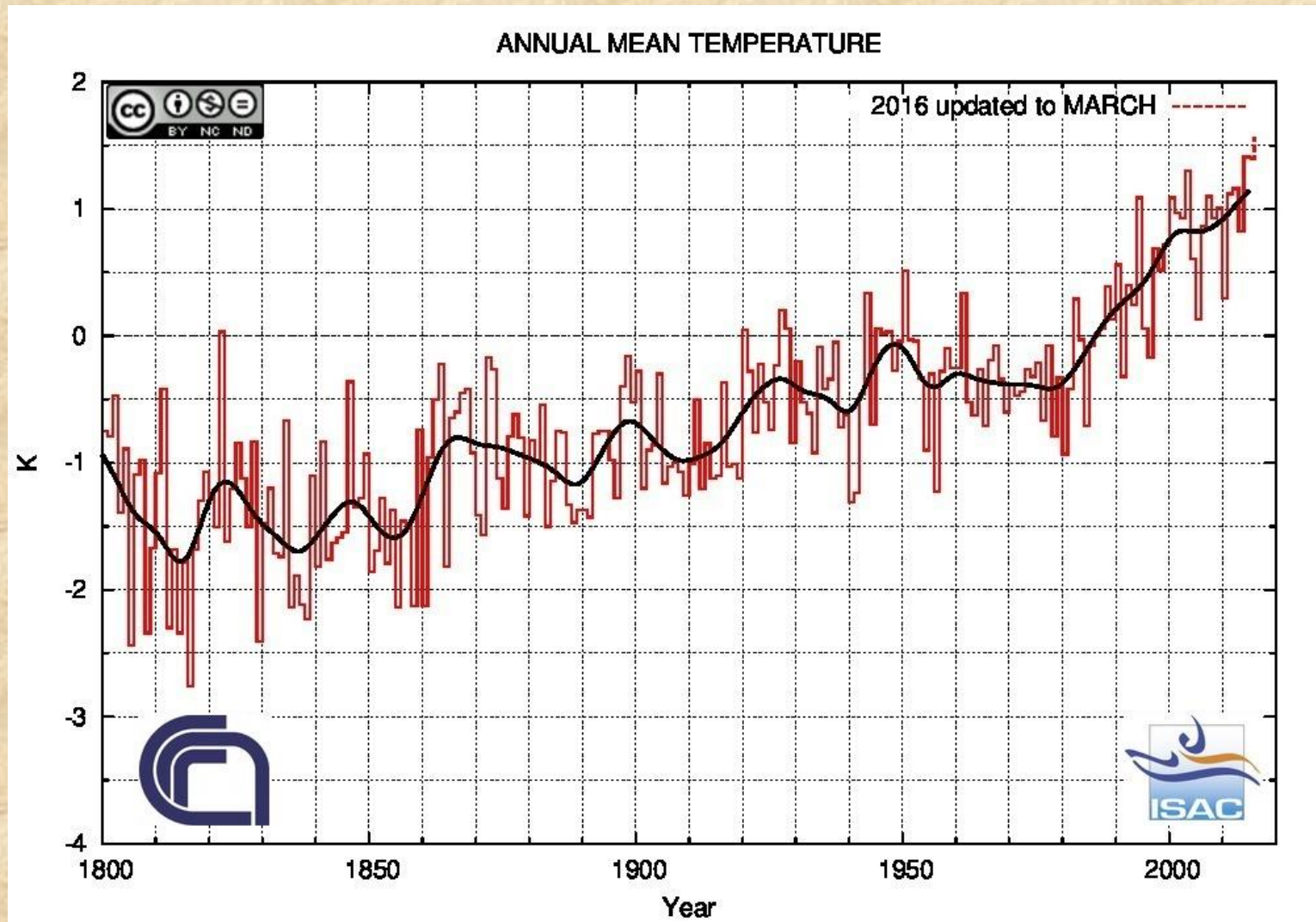


FIGURA 6 – VALORI MEDI ANNUALI (PERIODO 1763–2014) DELLE ANOMALIE TERMOMETRICHE RELATIVI A UNA SERIE RAPPRESENTATIVA DELL'INTERO TERRITORIO LOMBARDO. I DATI SONO ESPRESI IN TERMINI DI ANOMALIE ADDITIVE RISPETTO AL PERIODO 1971-2000. PER UNA PIÙ EFFICACE VISUALIZZAZIONE DEGLI ANDAMENTI A LUNGO TERMINE, VIENE ANCHE MOSTRATA LA SERIE CHE SI OTTIENE FILTRANDO I DATI MEDIANTE UN ALGORITMO MATEMATICO (FILTRO PASSA BASSO) CHE METTE IN EVIDENZA I CAMBIAMENTI RELATIVI A SCALE TEMPORALI ALMENO VENTENNALI.

# Analisi dati: anomalie temperature - Italia



[http://www.isac.cnr.it/climstor/climate\\_news.html](http://www.isac.cnr.it/climstor/climate_news.html) - Anomalie rispetto alle medie 1971-2000

Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T. 2006. *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series. Int. J. Climatol.* 26, 345-381

# Analisi dati: anomalie precipitazioni Area lombarda

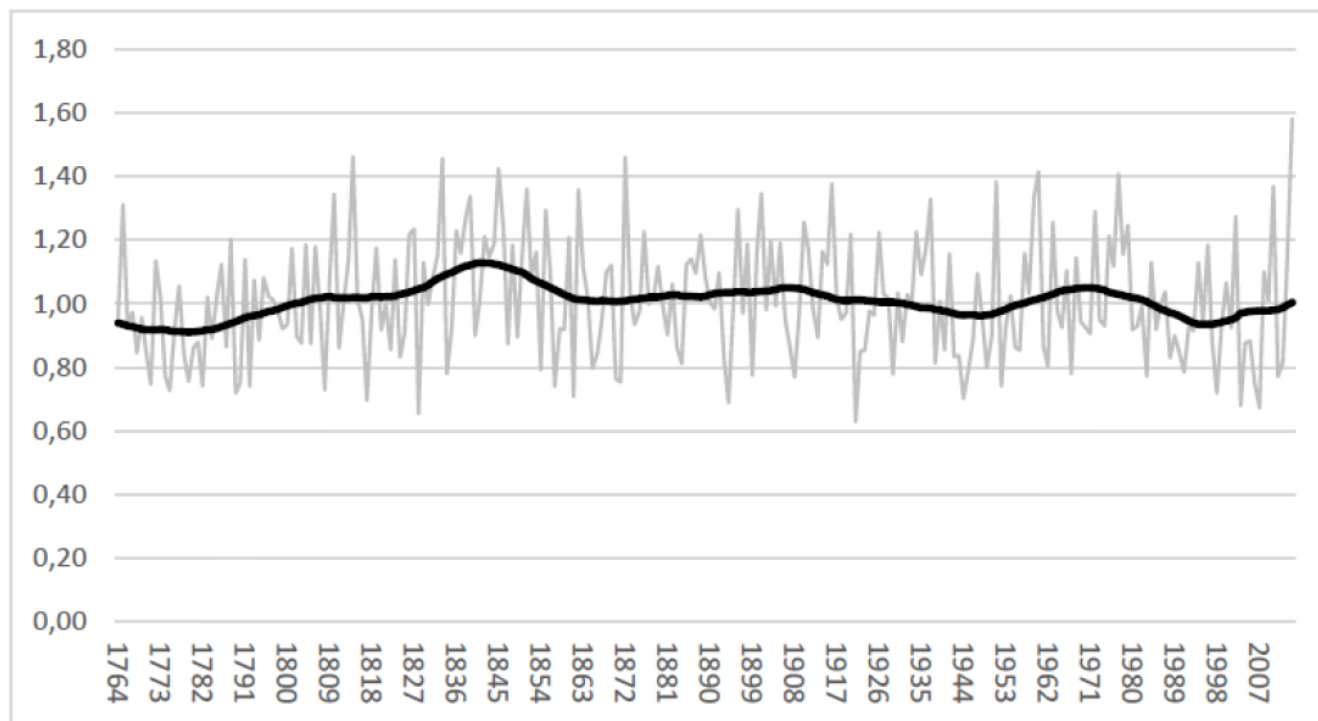
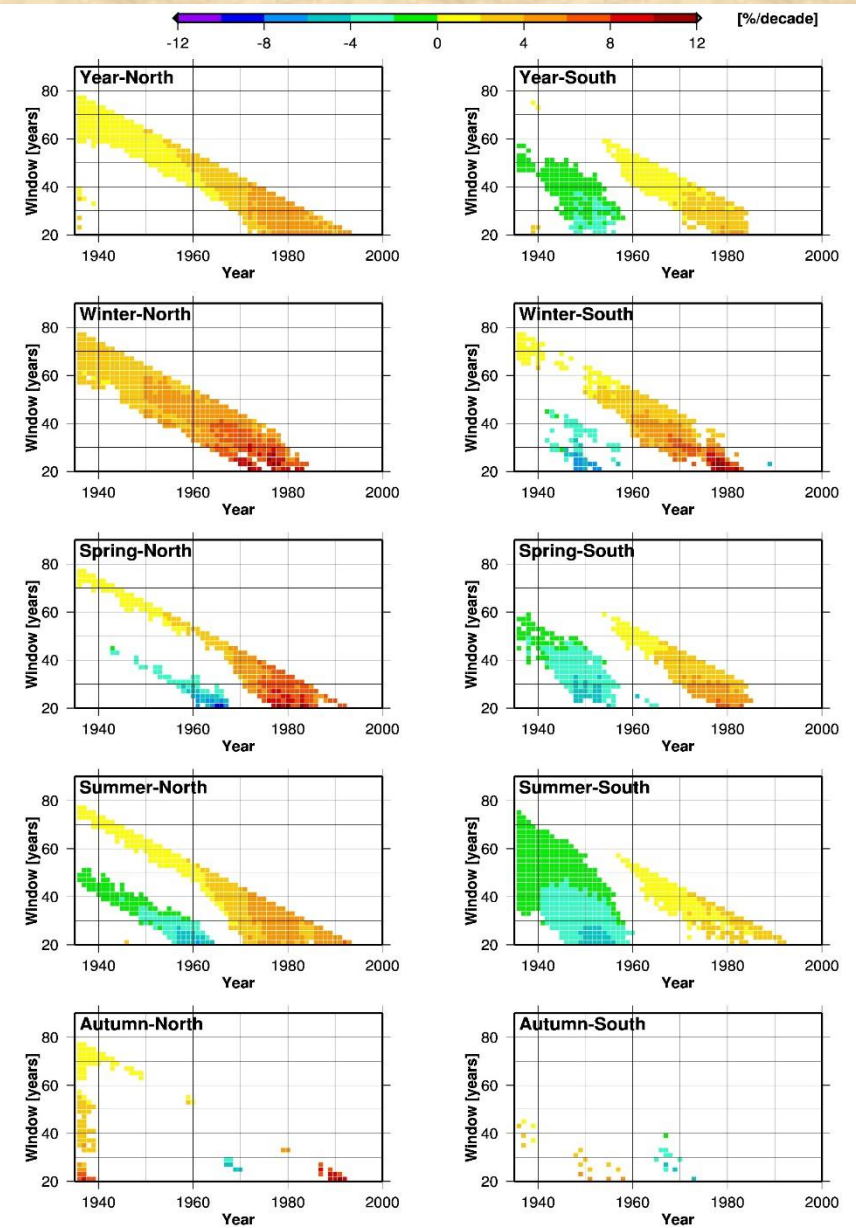
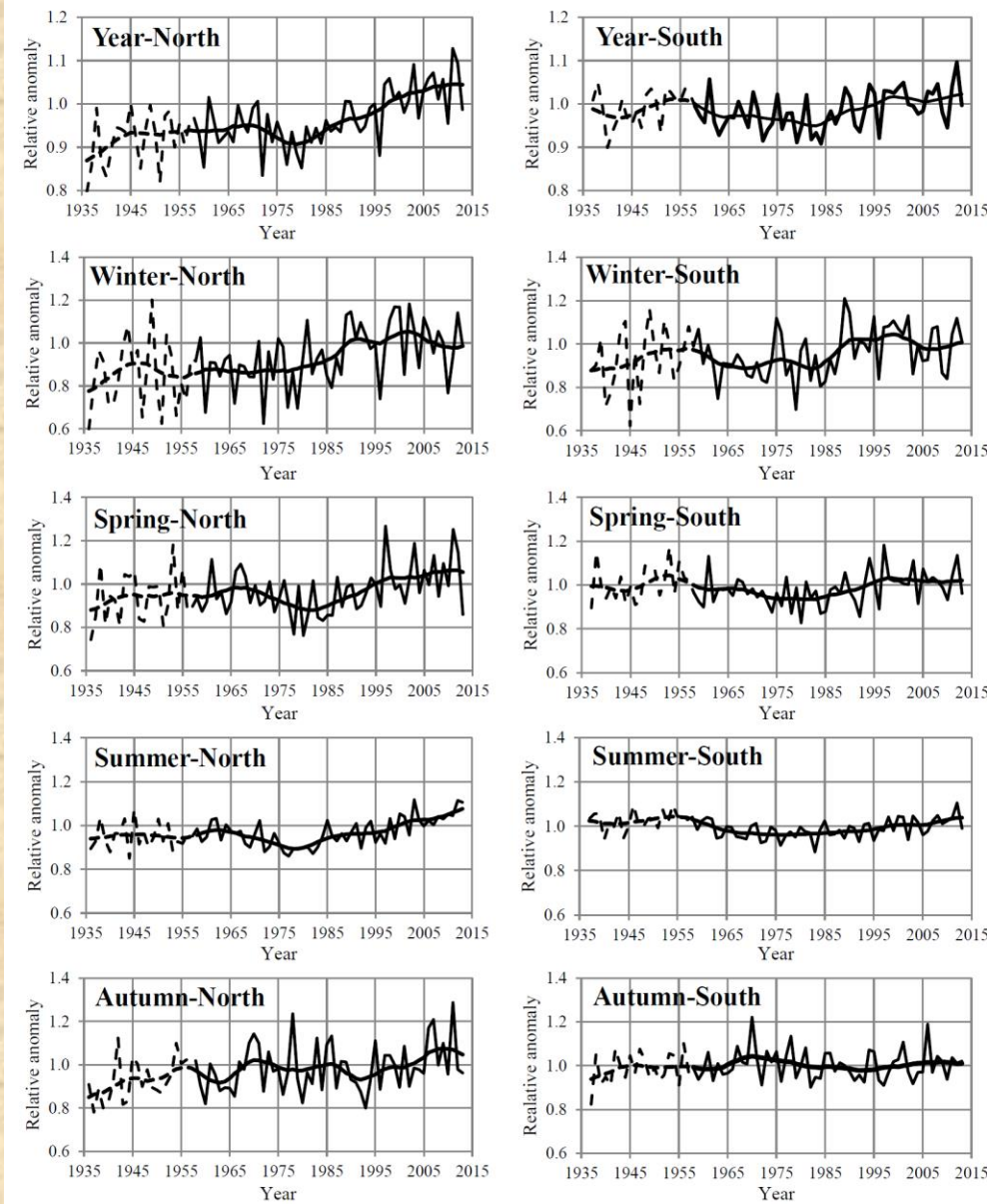
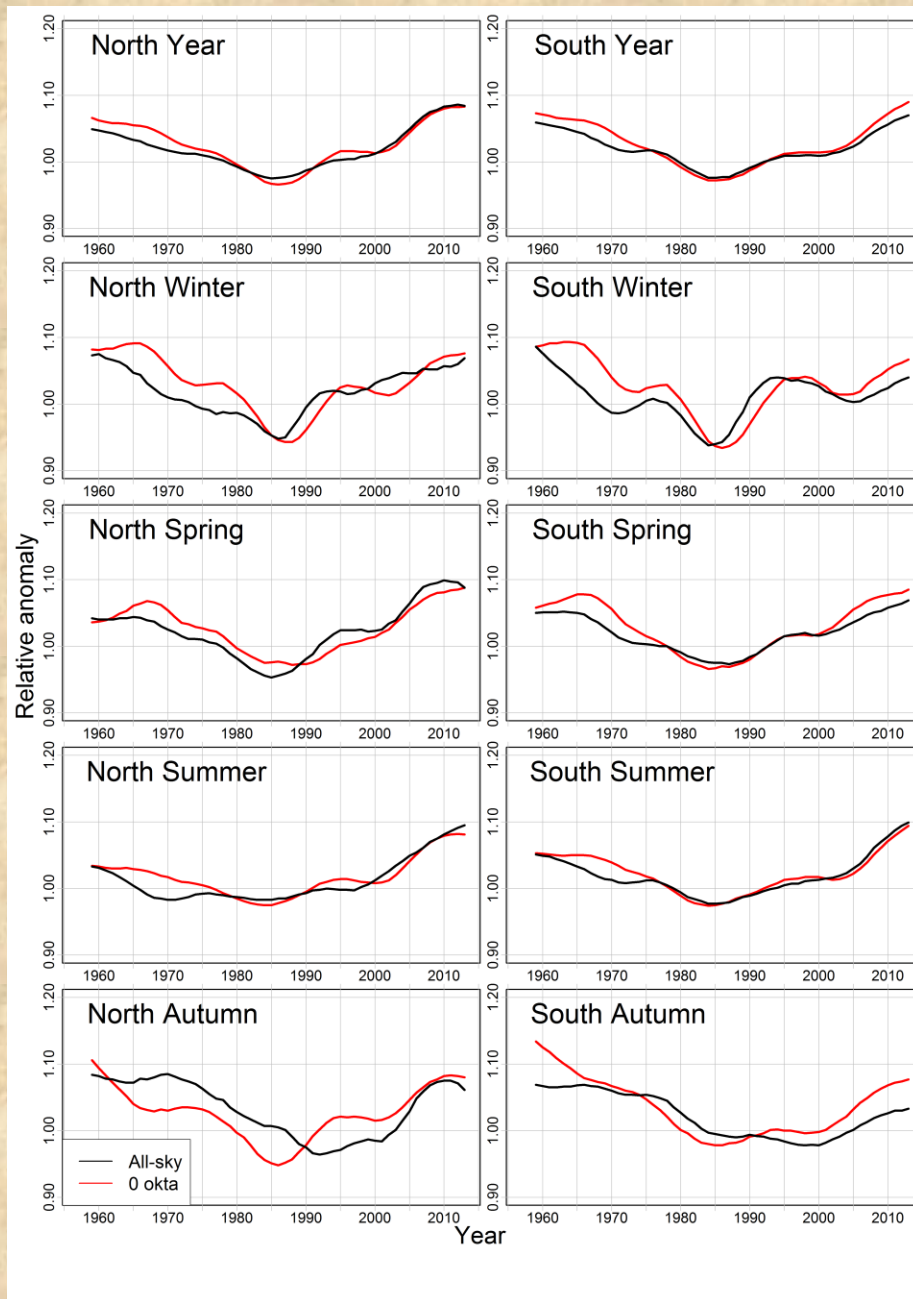


FIGURA 8 – VALORI MEDI ANNUALI (PERIODO 1764–2014) DELLE ANOMALIE PLUVIOMETRICHE RELATIVI A UNA SERIE RAPPRESENTATIVA DELL'INTERO TERRITORIO LOMBARDO. I DATI SONO ESPRESI IN TERMINI DI ANOMALIE MOLTIPLICATIVE RISPETTO AL PERIODO 1971-2000. PER UNA PIÙ EFFICACE VISUALIZZAZIONE DEGLI ANDAMENTI A LUNGO TERMINE, VIENE ANCHE MOSTRATA LA SERIE CHE SI OTTIENE FILTRANDO I DATI MEDIANTE UN FILTRO PASSA BASSO.





Manara et al., 2015: Sunshine duration variability and trends in Italy from homogenized instrumental time series (1936-2013), *J. Geophys. Res.*, 120, DOI: 10.1002/2014JD022560

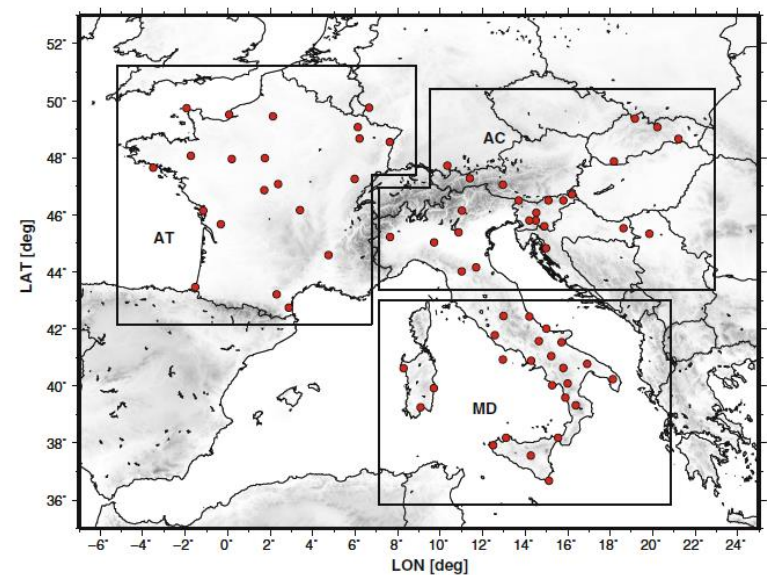
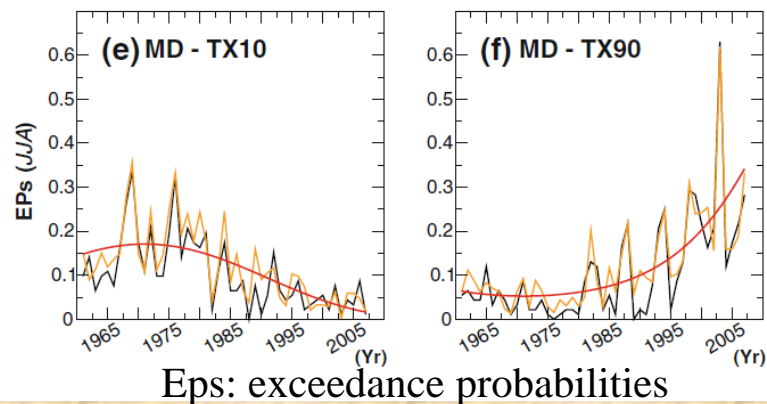
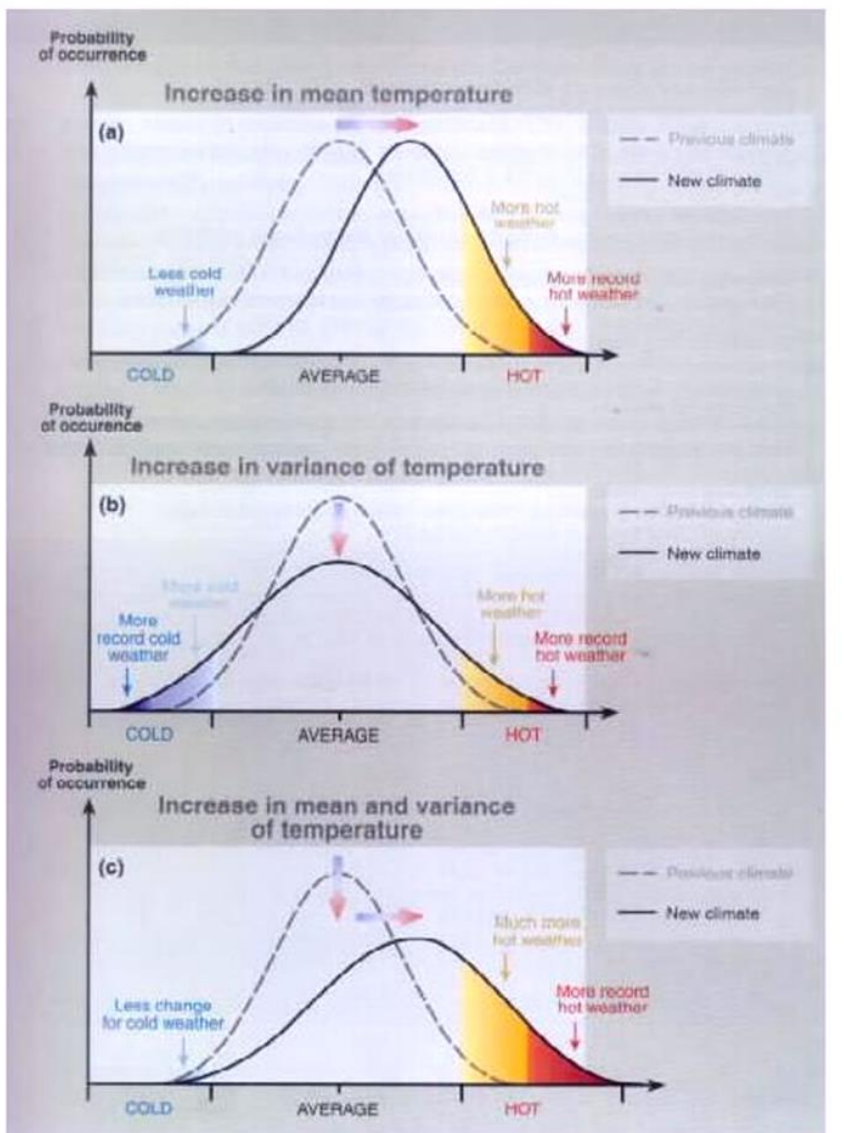


V. Manara et al., 2016: Detection of dimming/brightening in Italy from homogenized all-sky and clear-sky surface solar radiation records and underlying causes (1959-2013). Submitted.

# ... e cosa a proposito di eventuali trend nella variabilità...?

## Increasingly warm summers in the Euro-Mediterranean zone: mean temperatures and extremes

Claudia Simolo · Michele Brunetti ·  
Maurizio Maugeri · Teresa Nanni



# Distribuzione Gamma

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} & x > 0 \\ 0 & x \leq 0 \end{cases}$$

## $\alpha$ Shape parameter

Influenza la forma della curva:

$\alpha$  piccolo  $\rightarrow$  la media è piccola rispetto alla deviazione standard

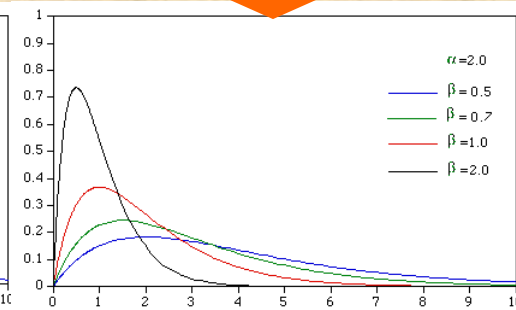
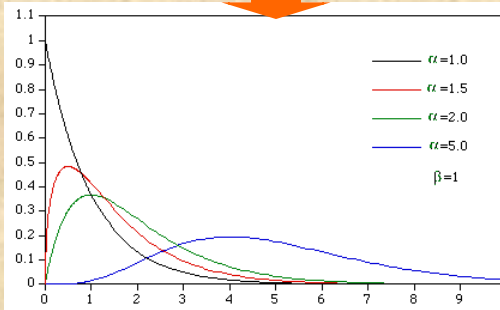
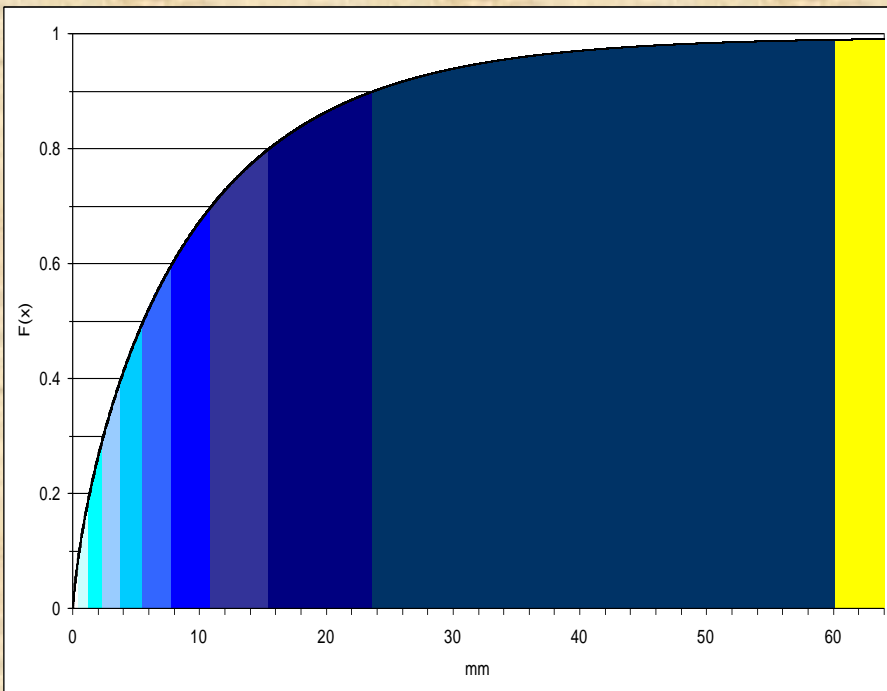
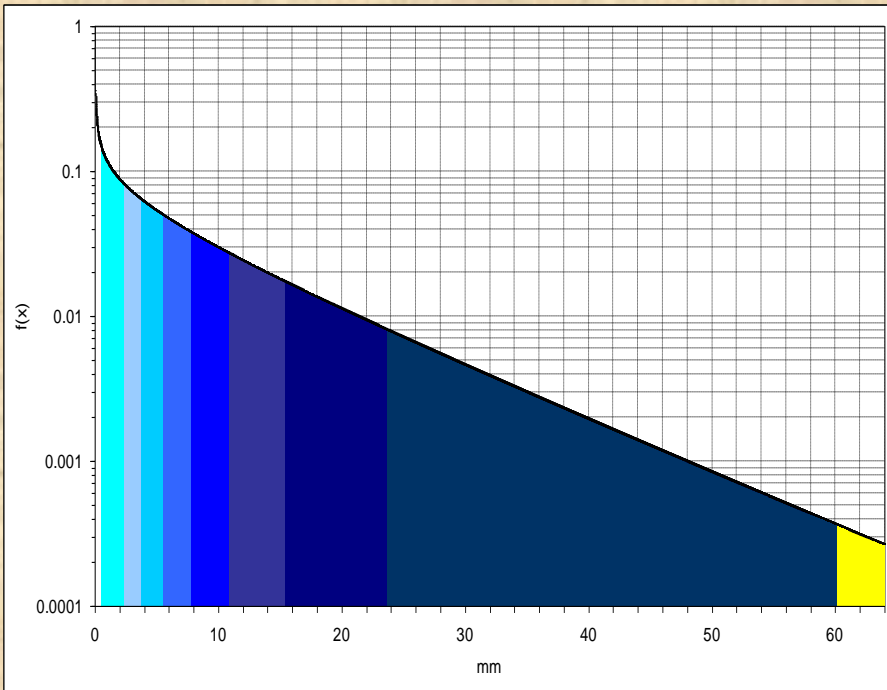
$\alpha$  grande  $\rightarrow$  la curva tende ad una gaussiana (per  $\alpha > 50$  la differenza da una gaussiana è trascurabile)

## $\beta$ Scale parameter [mm<sup>-1</sup>]

È indicativo dell'intensità:

$\beta$  piccolo  $\rightarrow$  alta intensità di precipitazioni

$\beta$  grande  $\rightarrow$  bassa intensità di precipitazioni



## Distribuzione cumulativa

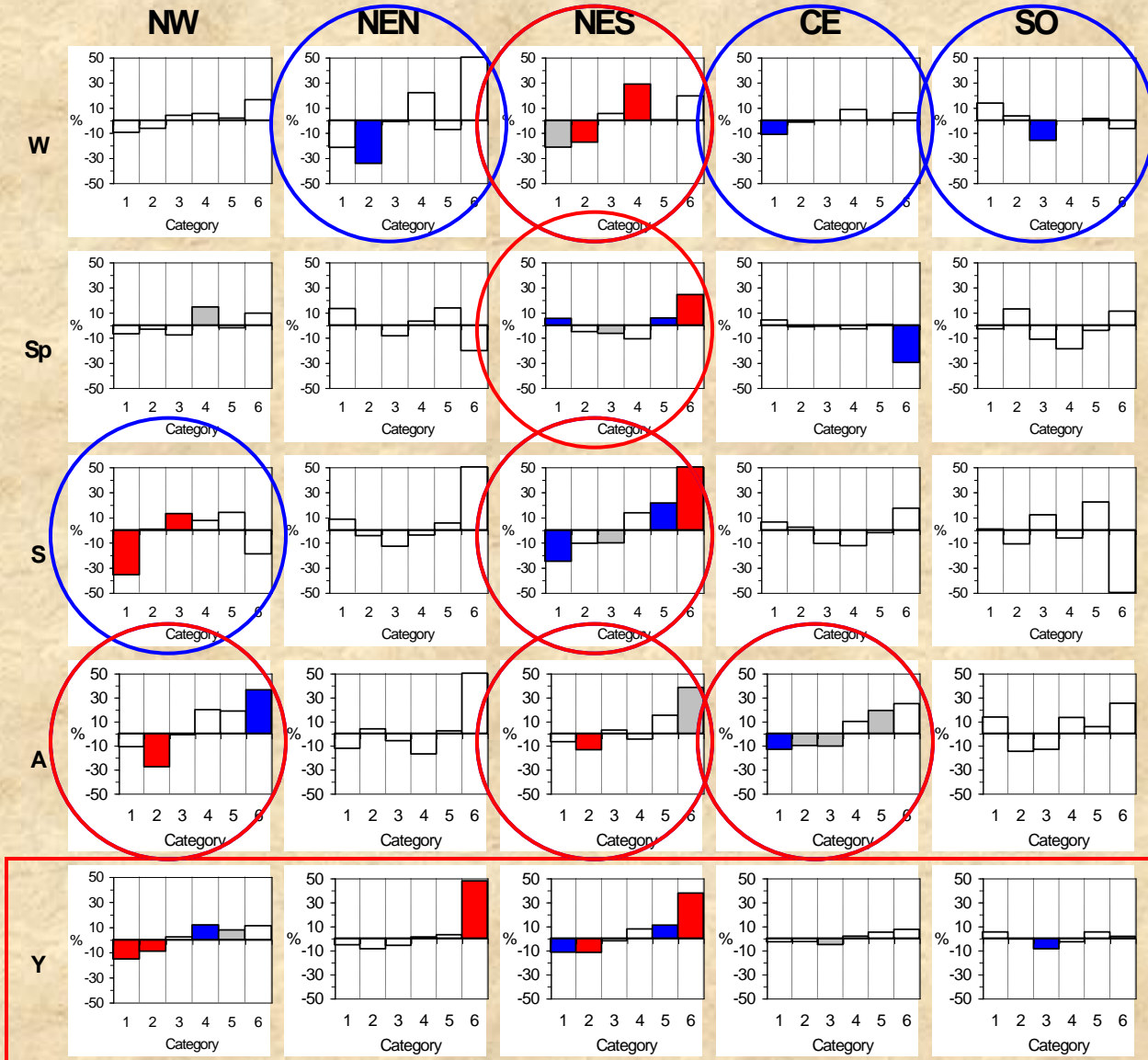
$$F(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^{x/\beta} t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

# Trend delle Classi di Precipitazioni (%/100y)

Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T. 2004. *Changes in daily precipitation frequency and distribution in Italy over the last 120 years.*

*Journal of Geophysical Research - Atmosphere*, 109, D05, doi:10.1029/2003JD004296, 2004.

C1 < 50<sup>th</sup> perc;  
 50<sup>th</sup> perc < C2 < 75<sup>th</sup> perc;  
 75<sup>th</sup> perc < C3 < 90<sup>th</sup> perc;  
 90<sup>th</sup> perc < C4 < 95<sup>th</sup> perc;  
 95<sup>th</sup> perc < C5 < 99<sup>th</sup> perc;  
 C6 > 99<sup>th</sup> perc;



Significance level > 99%

Significance level > 95%

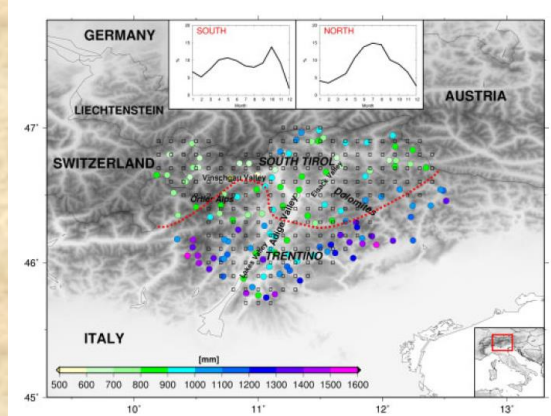
Significance level > 90%

## High-resolution analysis of daily precipitation trends in the central Alps over the last century

Y. Brugnara,<sup>a</sup> M. Brunetti,<sup>a\*</sup> M. Maugeri,<sup>a,b</sup> T. Nanni<sup>a</sup> and C. Simolo<sup>a</sup>

<sup>a</sup> ISAC-CNR, I-40129 Bologna, Italy

<sup>b</sup> Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Milano, I-20133 Milano, Italy



**NPCxx: numero di eventi nella classe xx;**  
**PCxx: quantità di pioggia Nella classe xx**

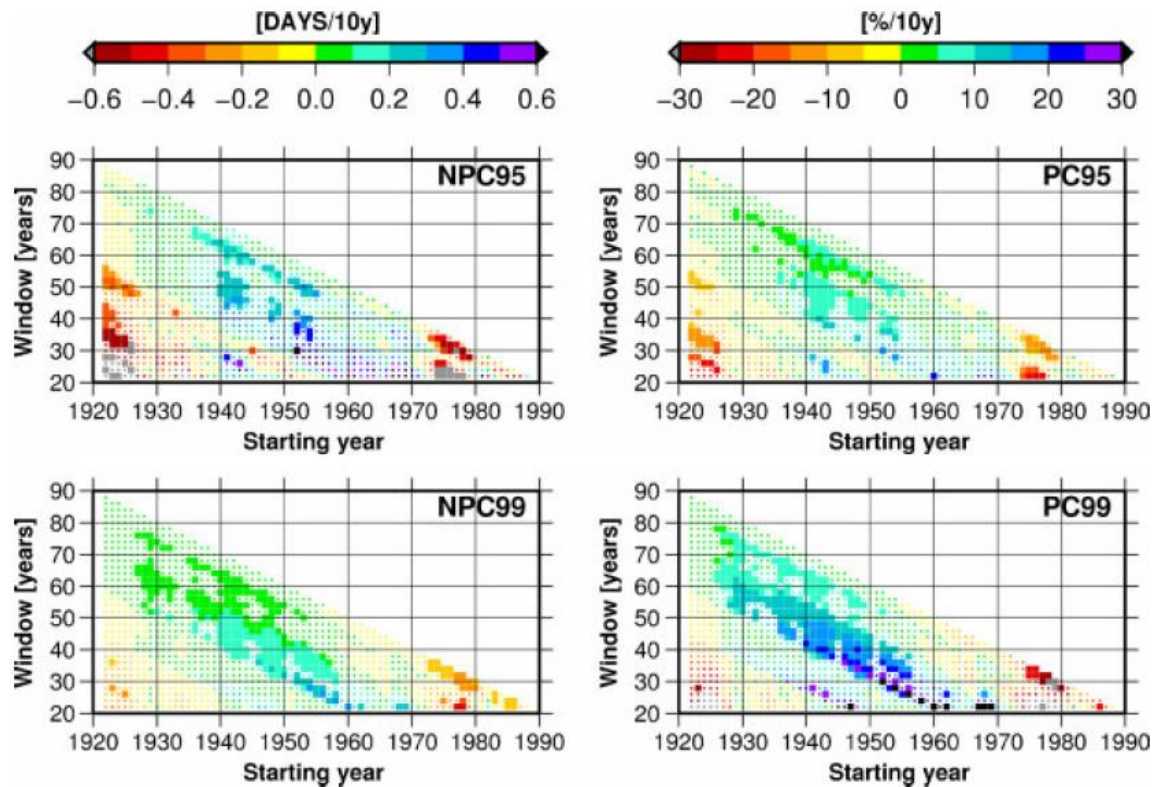


Figure 8. Running-trend analysis for mean regional series of highest intensity categories (yearly values only): (a) winter, (b) spring, (c) summer and (d) autumn. The y-axis represents the window width, whereas the x-axis represents the first year of the window over which the trend is calculated. Larger squares detect significant trends. This figure is available in colour online at [wileyonlinelibrary.com/journal/joc](http://wileyonlinelibrary.com/journal/joc)

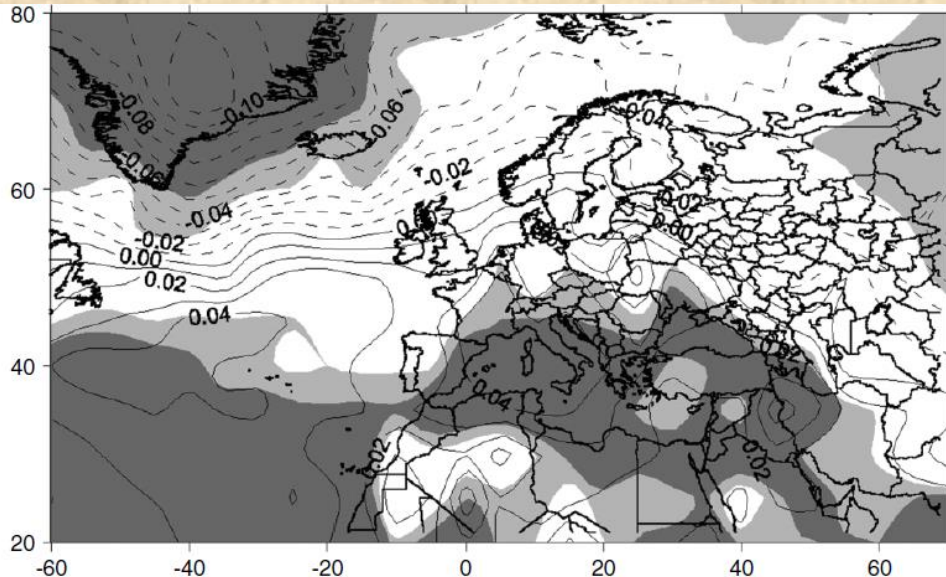
# Legami con la circolazione atmosferica e con le forzanti antropiche

... alcuni risultati preliminari, ma restano molti elementi da approfondire ...

INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY  
*Int. J. Climatol.* 22: 1455–1471 (2002)  
Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/joc.805

## ATMOSPHERIC CIRCULATION AND PRECIPITATION IN ITALY FOR THE LAST 50 YEARS

MICHELE BRUNETTI,<sup>a,b</sup> MAURIZIO MAUGERI,<sup>b</sup> TERESA NANNI<sup>b,\*</sup>



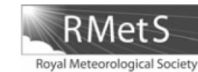
INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY  
*Int. J. Climatol.* 24: 437–455 (2004)  
Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/joc.991

## SEA-LEVEL PRESSURE VARIABILITY IN THE PO PLAIN (1765–2000) FROM HOMOGENIZED DAILY SECULAR RECORDS

MAURIZIO MAUGERI,<sup>a,\*</sup> MICHELE BRUNETTI,<sup>a,b</sup> FABIO MONTI<sup>a</sup> and TERESA NANNI<sup>b</sup>  
<sup>a</sup> Istituto di Fisica Generale Applicata, Università di Milano, Via Brera, 28, I-20121 Milan, Italy  
<sup>b</sup> ISAC-CNR, Via Gobetti, 101, I-40129 Bologna, Italy

Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society

*Q. J. R. Meteorol. Soc.* 137: 1–28, January 2011 Part A



## Review Article The Twentieth Century Reanalysis Project

G. P. Compo,<sup>a,b\*</sup> J. S. Whitaker,<sup>b,‡</sup> P. D. Sardeshmukh,<sup>a,b</sup> N. Matsui,<sup>a,b</sup> R. J. Allan,<sup>c,†</sup> X. Yin,<sup>d</sup> B. E. Gleason, Jr.,<sup>e,‡</sup> R. S. Vose,<sup>e,‡</sup> G. Rutledge,<sup>e,‡</sup> P. Bessemoulin,<sup>f</sup> S. Brönnimann,<sup>g,h</sup> M. Brunet,<sup>i,j</sup> R. I. Crouthamel,<sup>j</sup> A. N. Grant,<sup>g</sup> P. Y. Groisman,<sup>e,k</sup> P. D. Jones,<sup>l</sup> M. C. Kruk,<sup>d</sup> A. C. Kruger,<sup>m</sup> G. J. Marshall,<sup>n</sup> M. Maugeri,<sup>o</sup> H. Y. Mok,<sup>p</sup> Ø. Nordli,<sup>q</sup> T. F. Ross,<sup>r,‡</sup> R. M. Trigo,<sup>s</sup> X. L. Wang,<sup>l</sup> S. D. Woodruff,<sup>b,‡</sup> and S. J. Worley<sup>u</sup>

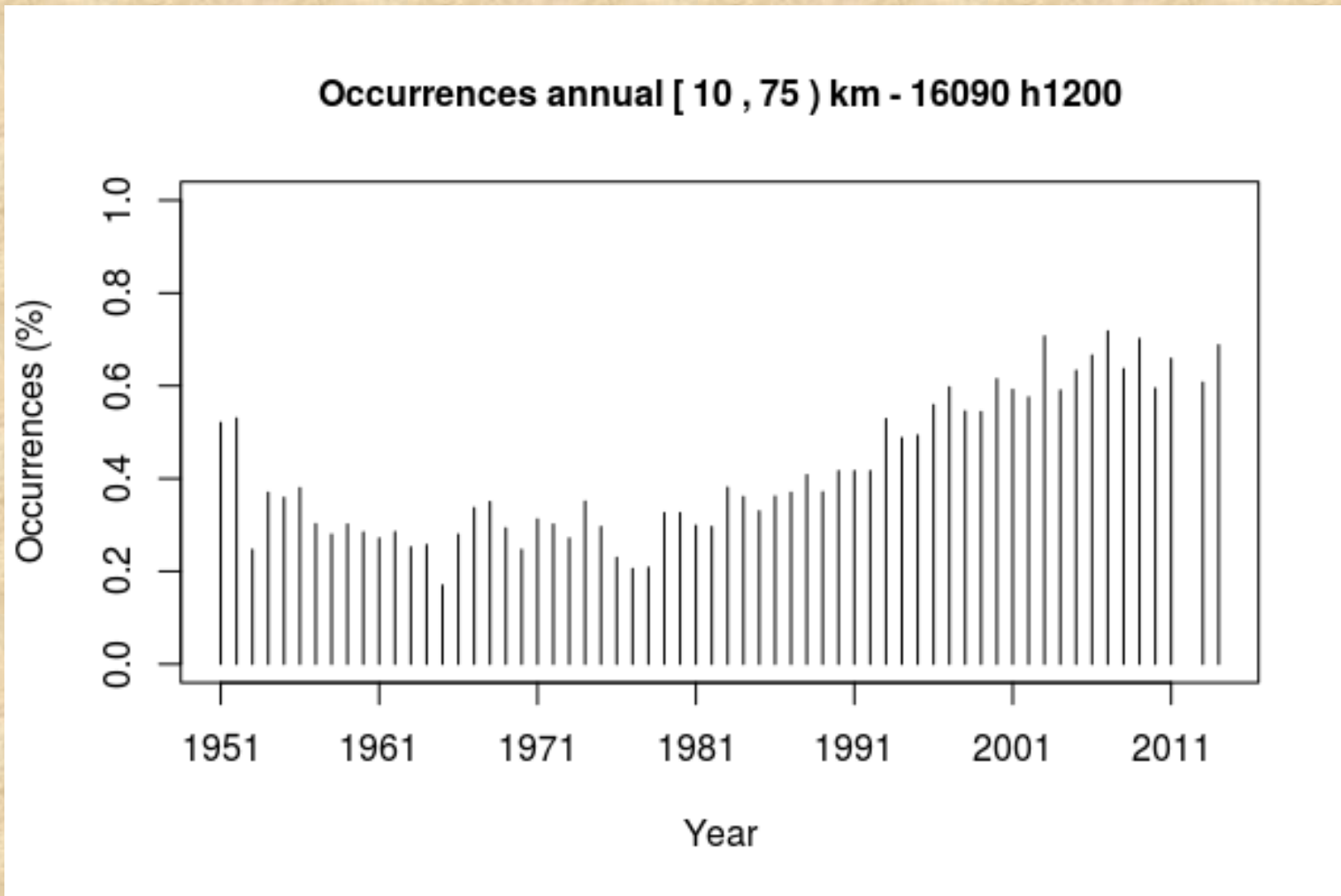
*Clim. Past*, 11, 1027–1047, 2015  
www.clim-past.net/11/1027/2015/  
doi:10.5194/cp-11-1027-2015  
© Author(s) 2015. CC Attribution 3.0 License.



## A collection of sub-daily pressure and temperature observations for the early instrumental period with a focus on the “year without a summer” 1816

Y. Brugnara<sup>1,2</sup>, R. Auchmann<sup>1,2</sup>, S. Brönnimann<sup>1,2</sup>, R. J. Allan<sup>3</sup>, I. Amer<sup>4</sup>, M. Barriéndos<sup>5</sup>, H. Bergström<sup>6</sup>, J. Bhend<sup>7</sup>, R. Brázdil<sup>8,9</sup>, G. P. Compo<sup>10</sup>, R. C. Cornes<sup>11</sup>, F. Dominguez-Castro<sup>12,13</sup>, A. F. V. van Engelen<sup>14</sup>, J. Filipiak<sup>15</sup>, J. Holopainen<sup>16</sup>, S. Jourdain<sup>17</sup>, M. Kunz<sup>18</sup>, J. Luterbacher<sup>19</sup>, M. Maugeri<sup>20</sup>, L. Mercalli<sup>21</sup>, A. Moberg<sup>22,23</sup>, C. J. Mock<sup>24</sup>, C. Pichard<sup>25</sup>, L. Reznicková<sup>8,9</sup>, G. van der Schrier<sup>14</sup>, V. Slonosky<sup>26</sup>, Z. Ustrnul<sup>27</sup>, M. A. Valente<sup>28</sup>, A. Wypych<sup>27</sup>, and X. Yin<sup>29</sup>

*... e non solo gas-serra, ma anche aerosol...*



**Visibilità Verona Villafranca – occorenze valori > 10 km**



*Grazie*