

Il cambiamento climatico alla scala locale e i rischi idrogeologico e idrico

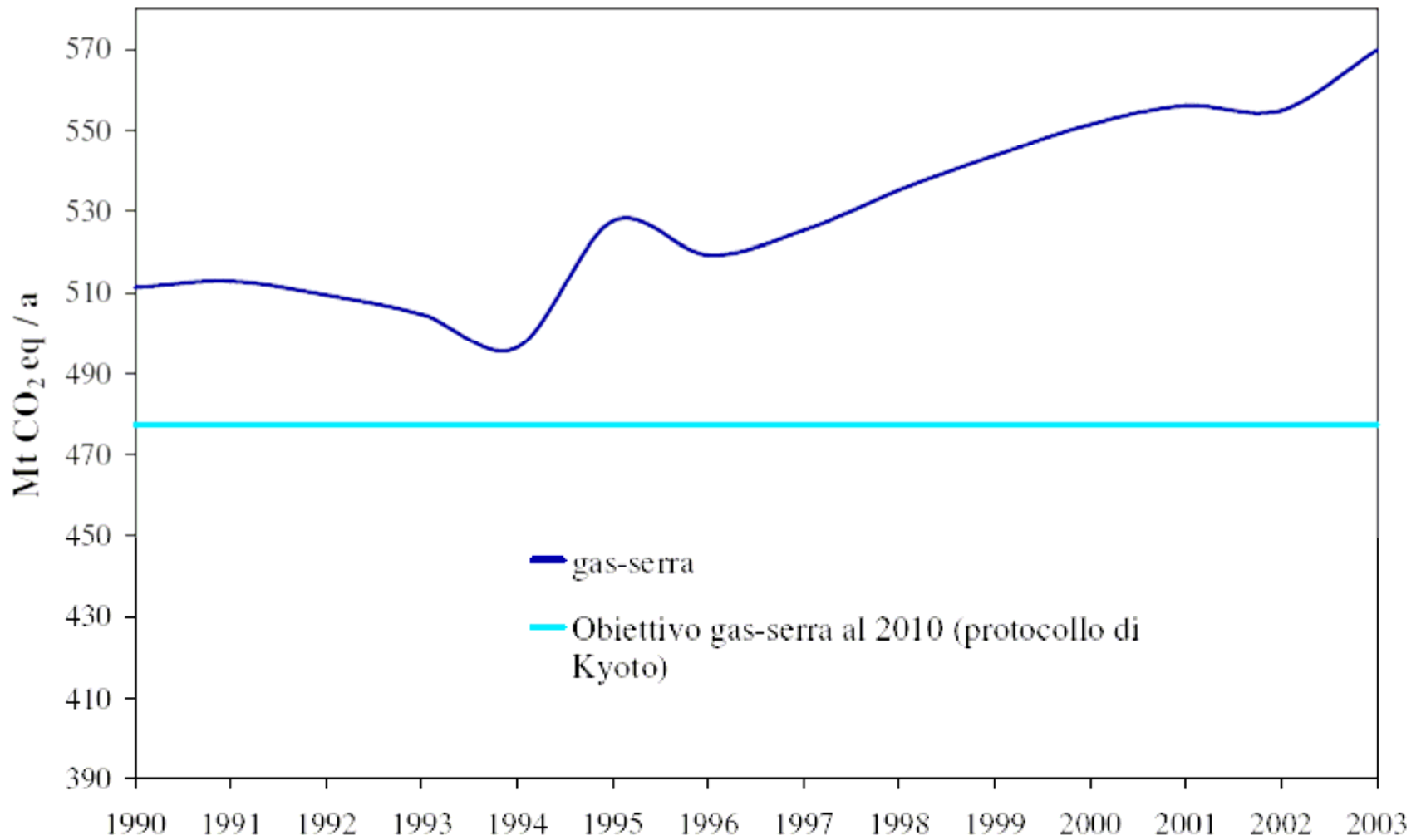
Stefano Tibaldi e collaboratori

Servizio IdroMeteorologico
dell'ARPA Emilia-Romagna

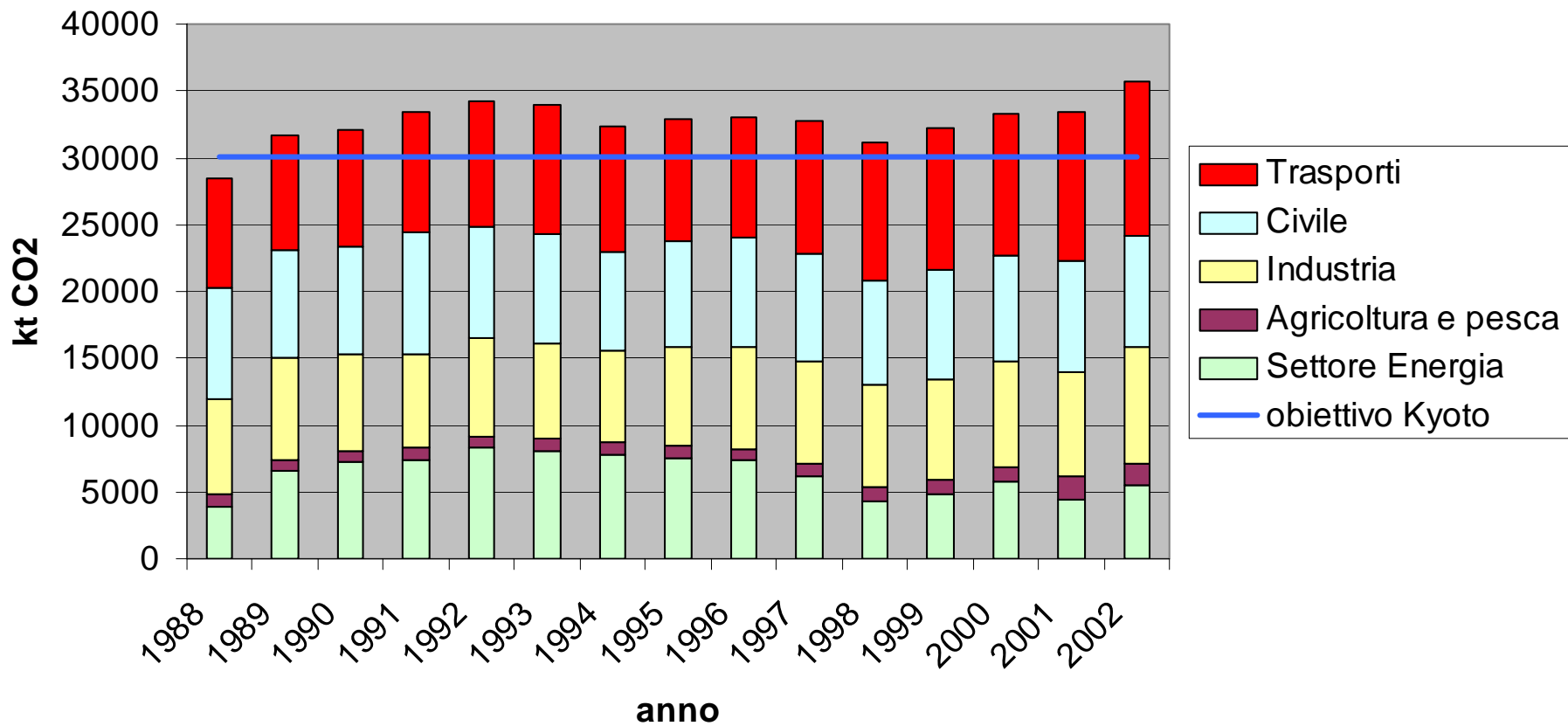
Schema della presentazione

- Due parole sulle emissioni e sulla CO2 dal punto di vista locale
- I trend in atto: Italia, Nord-Italia, Emilia-Romagna
- Estremi e rischio idrico e idraulico
- Qualche anticipazione sul futuro a scala locale

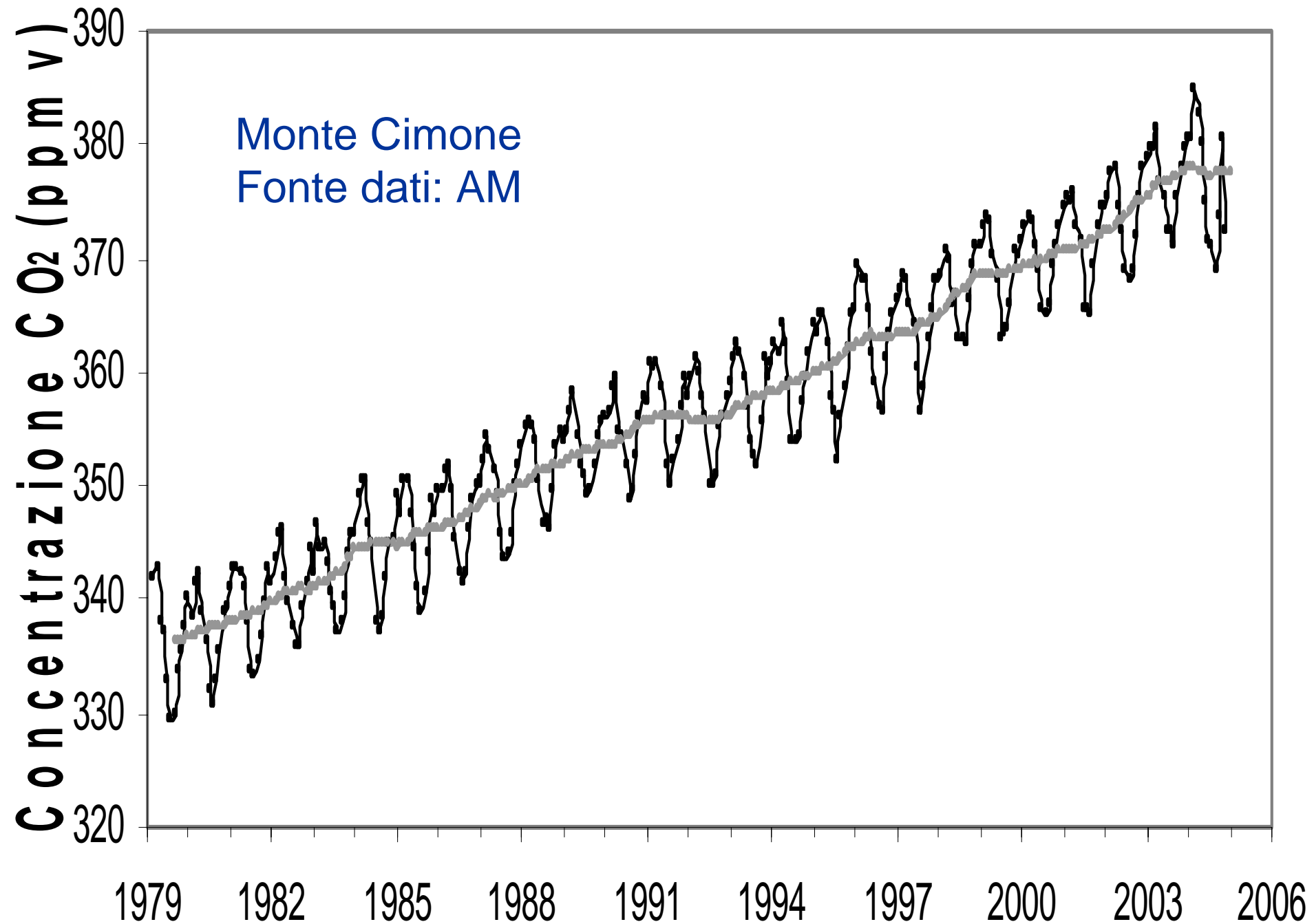
Emissioni di CO2 equivalente (Italia)



RER - Trend emissioni annuali CO2 (1988-2002)



Fonte: elaborazioni Arpa Emilia-Romagna su dati Enea
S.I.E.R. - Sistema Informativo Energetico Regionale

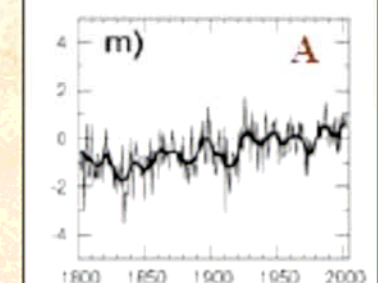
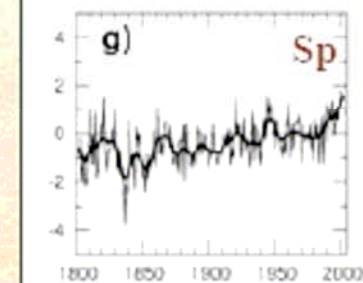
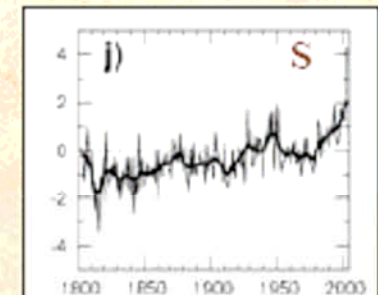
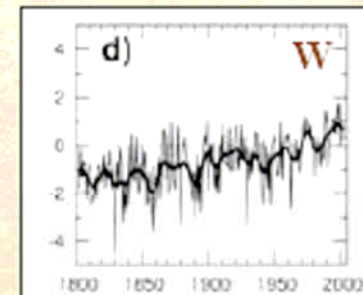
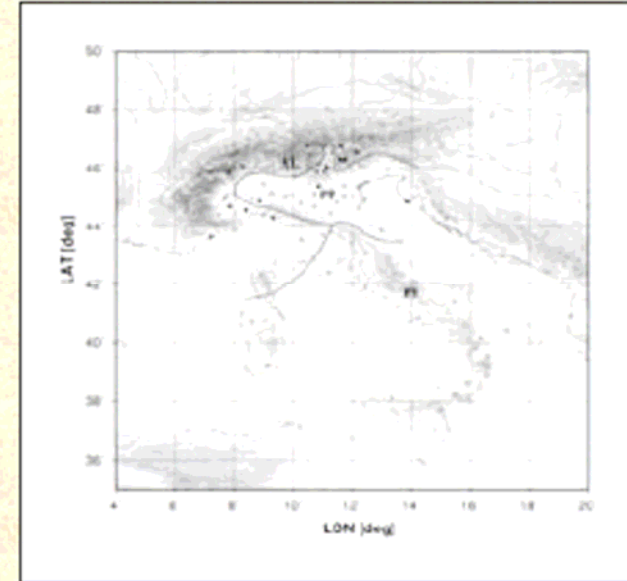
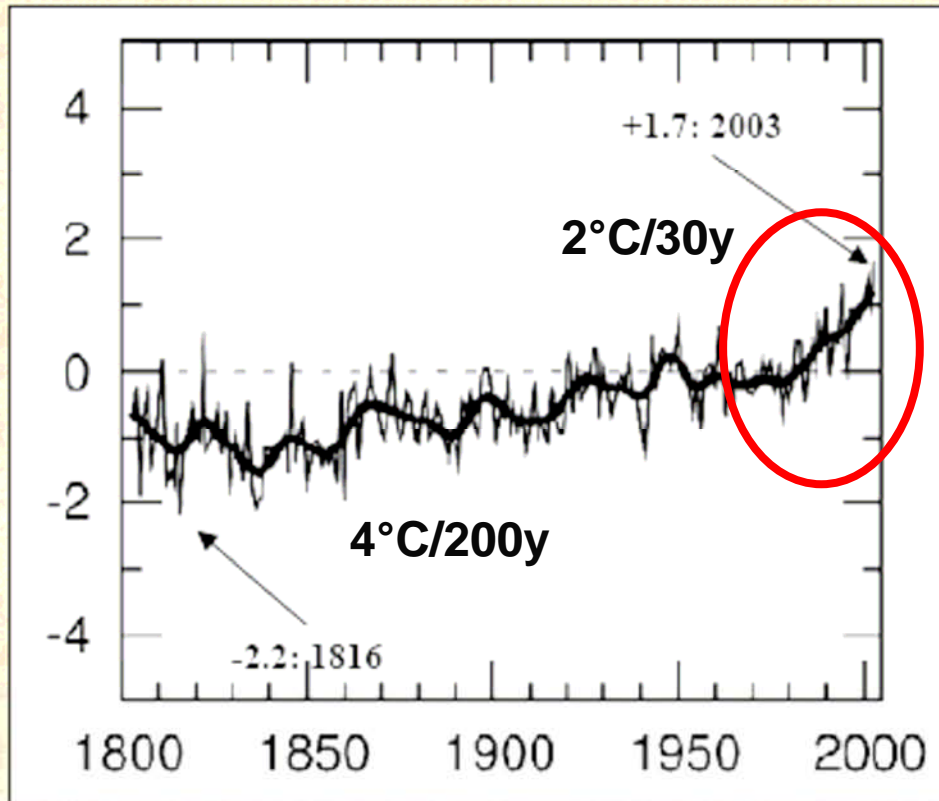


I TREND IN ATTO: L'ITALIA

Alcuni risultati: le temperature

REGIONALIZZAZIONE (Principal Component Analysis)

ANDAMENTI: ANNO E STAGIONI



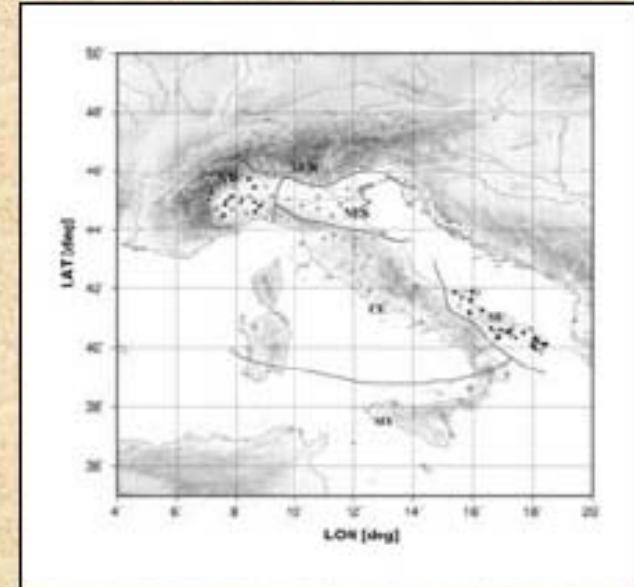
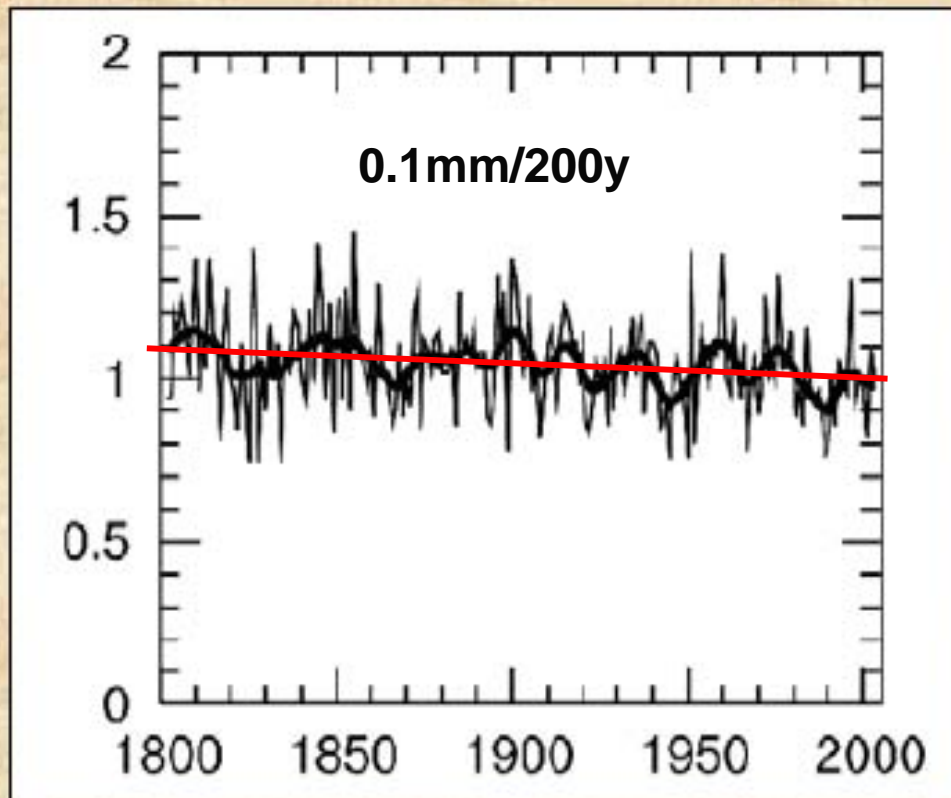
Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T. 2005. *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series.*

Int. J. Climatol. (submitted)

Alcuni risultati: le precipitazioni

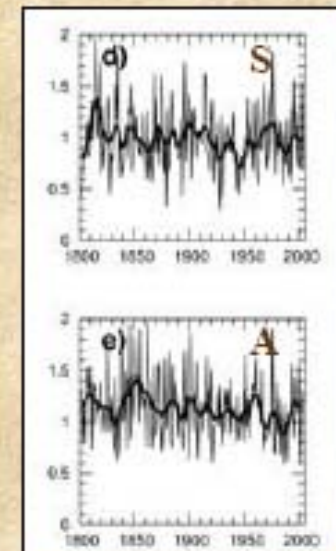
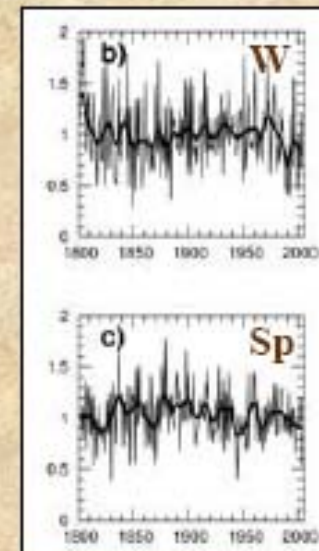
REGIONALIZZAZIONE (Principal Component Analysis)

ANDAMENTI ANNUALE E STAGIONALE

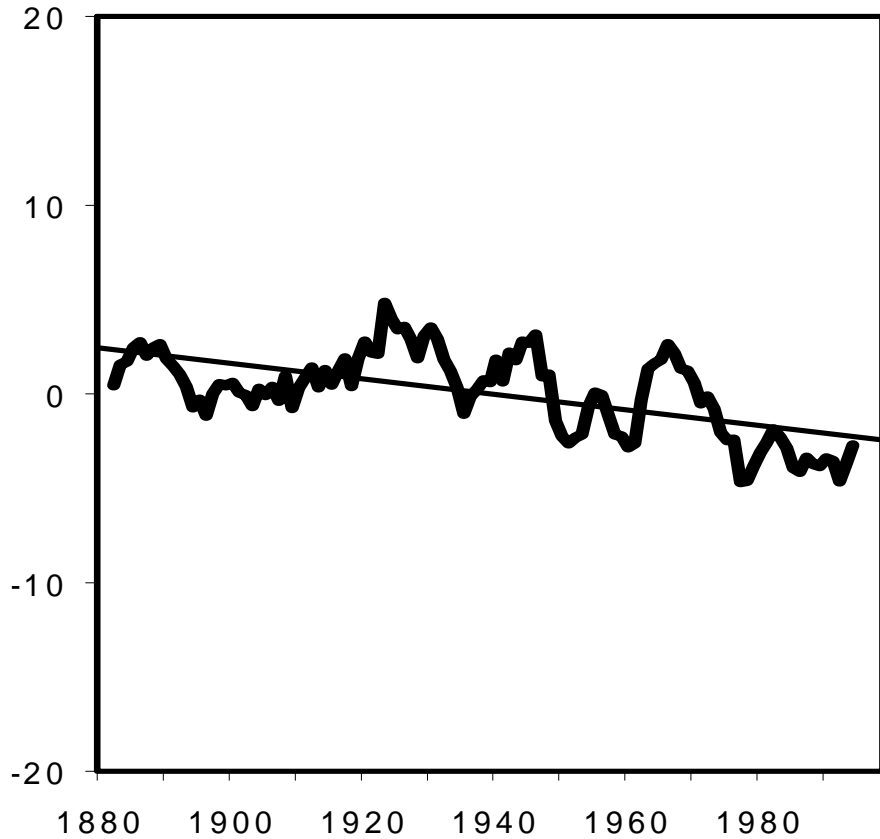


Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T. 2005. *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series.*

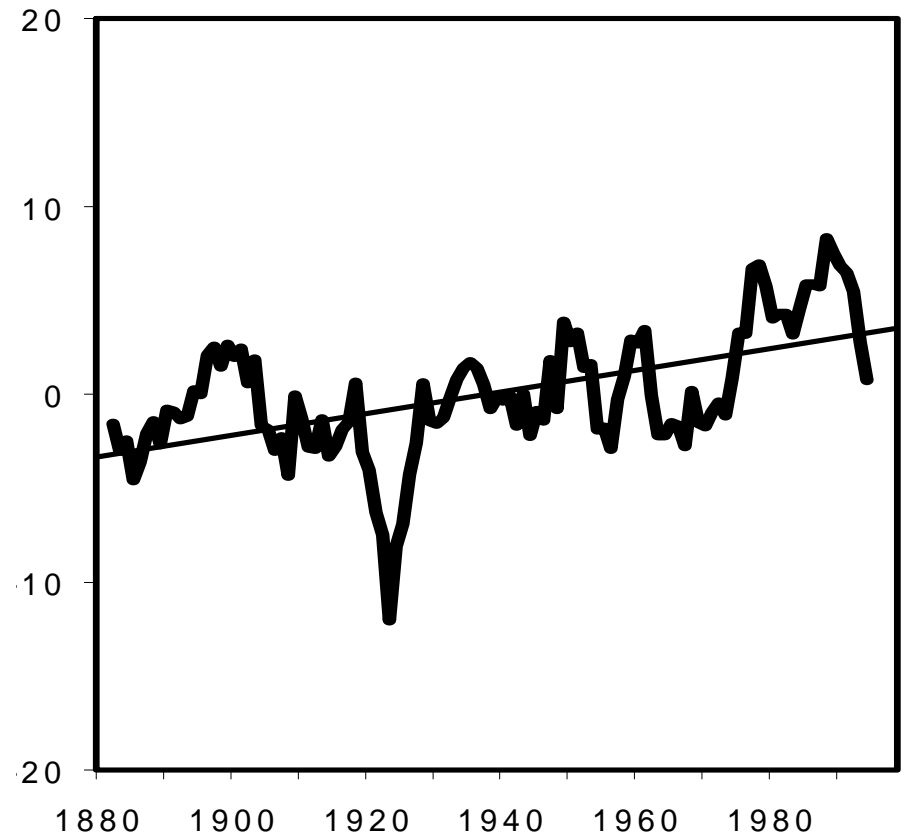
Int. J. Climatol. (submitted)



Trend della precipitazione nel nord Italia negli ultimi 120 anni: la tropicalizzazione? (Adattato da Brunetti, Maugeri, Monti, Nanni, 2004)

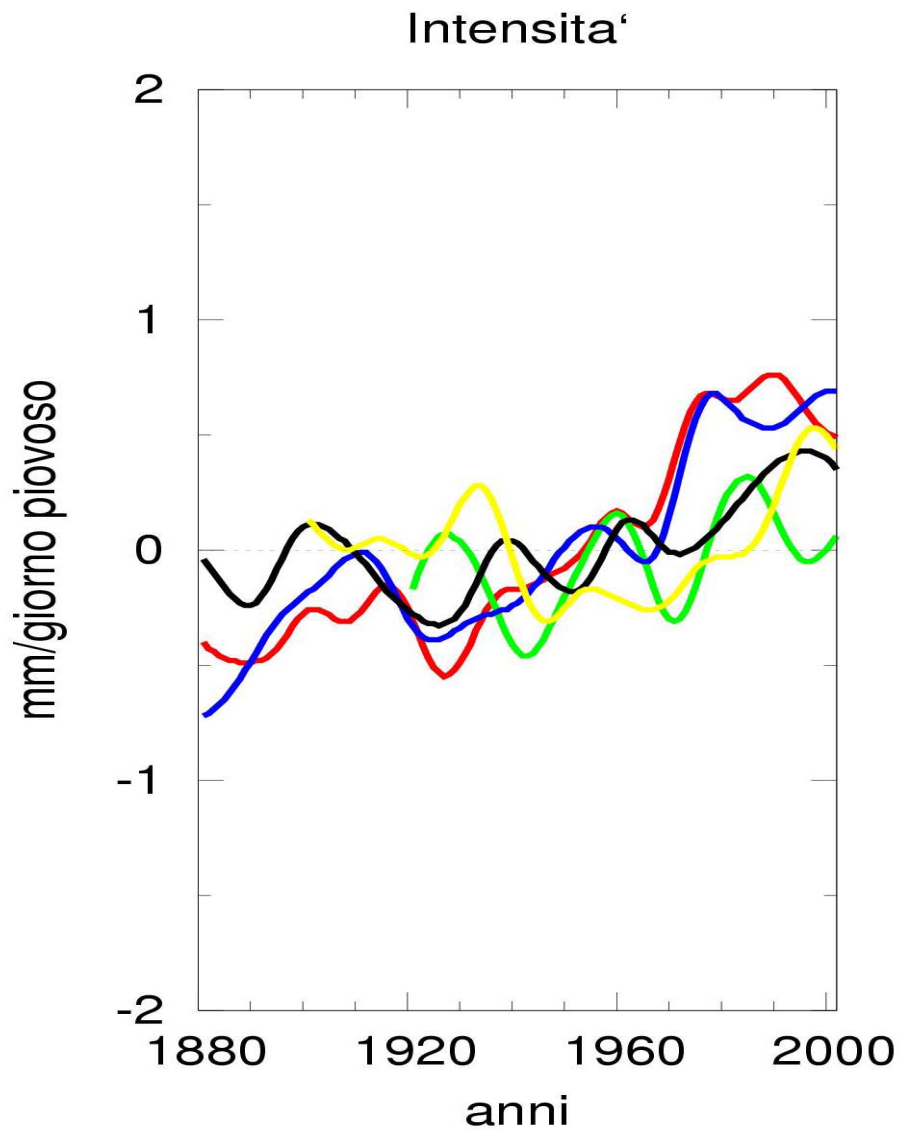
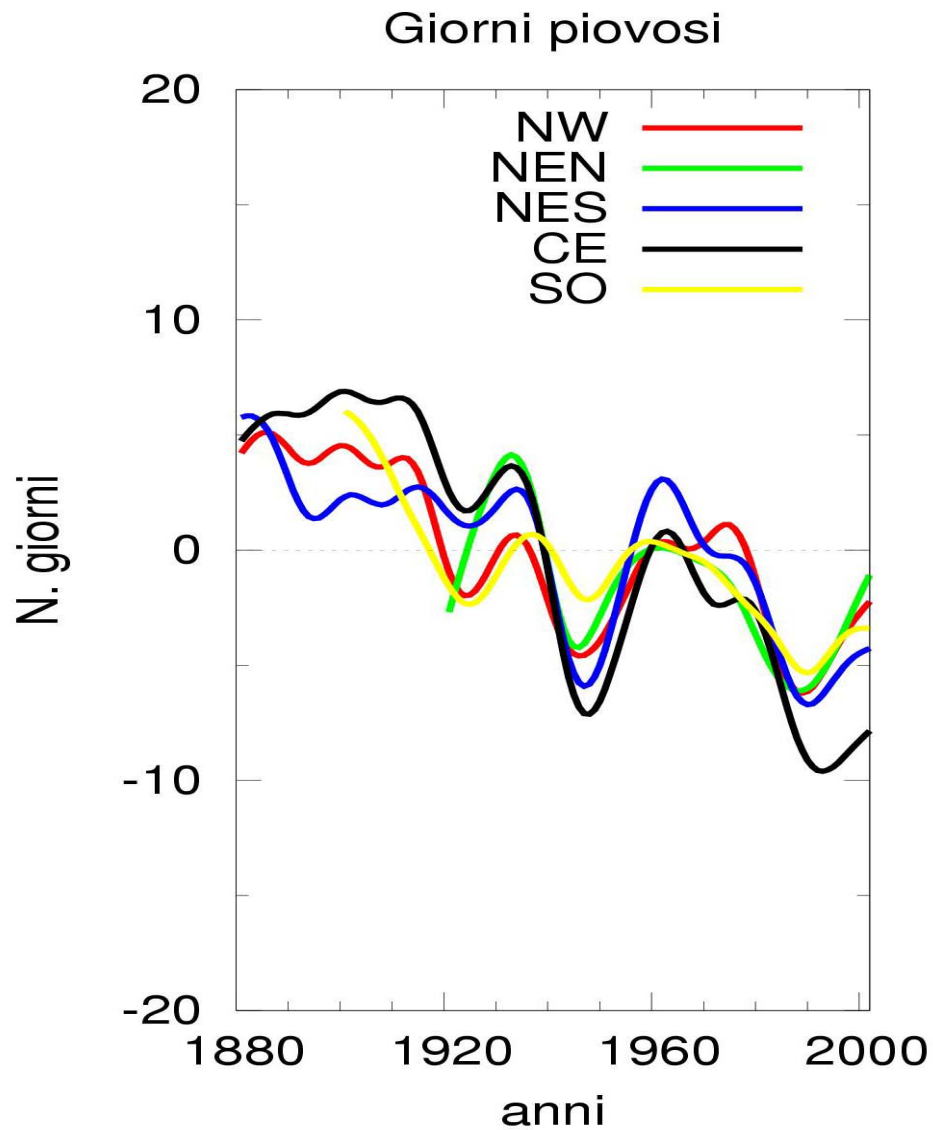


2.5-12.5 mm/day



>25 mm/day

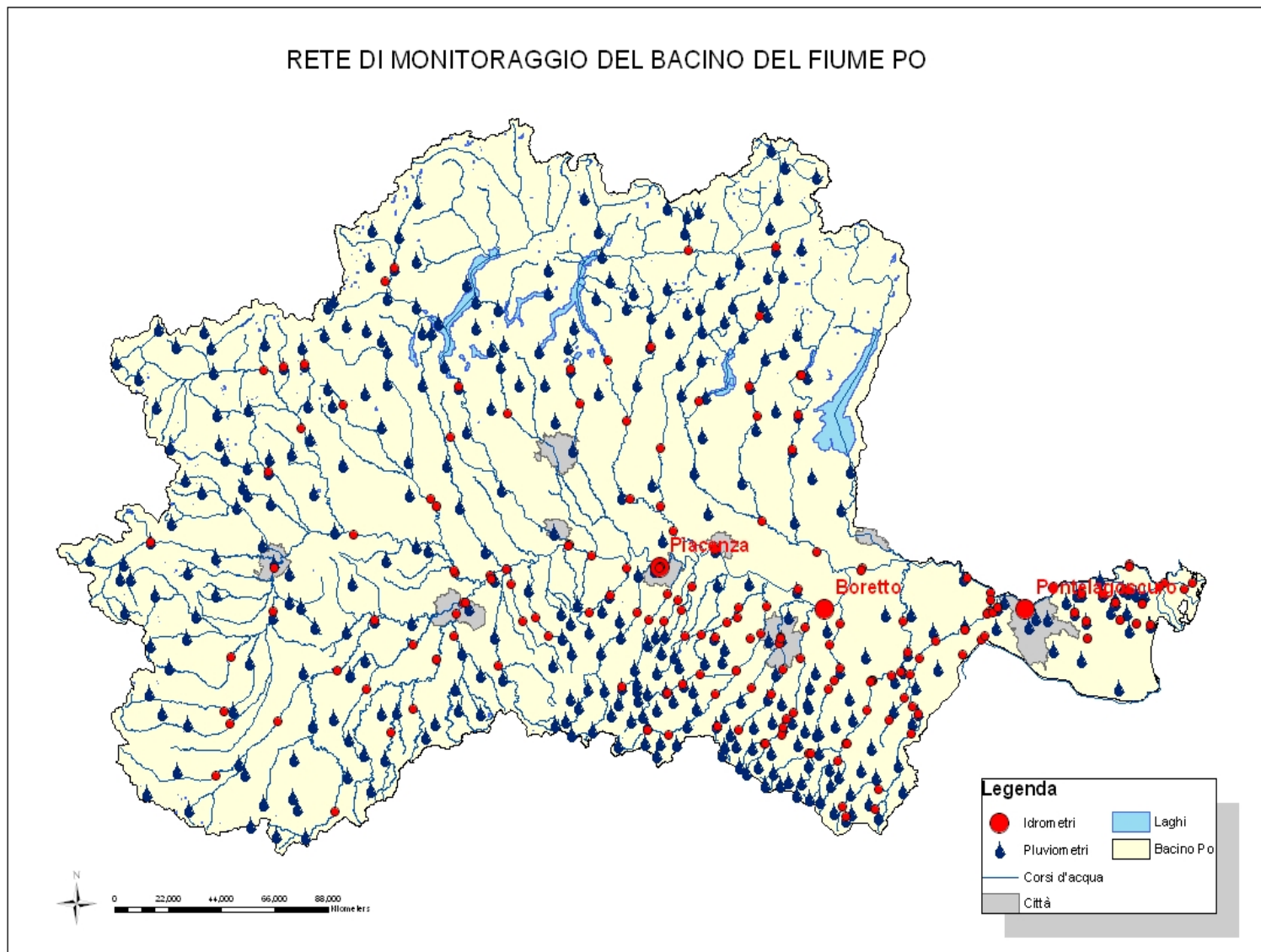
Dati CNR: la tropicalizzazione dei regimi pluviometrici in Italia



**ZOOM SUL
NORD ITALIA E SUL
BACINO DEL PO**

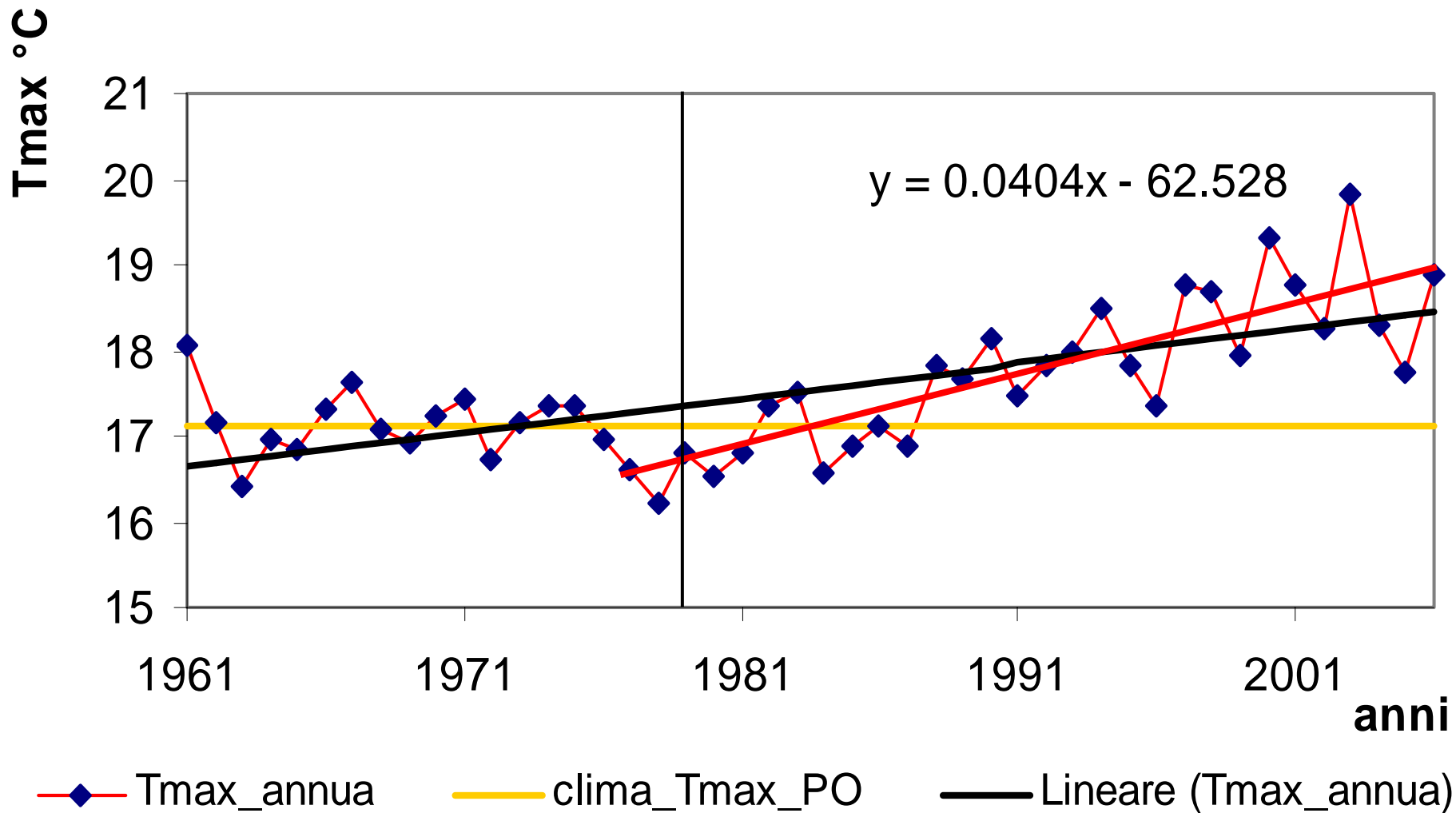
RETE DI MONITORAGGIO DEL BACINO DEL FIUME PO

RETE DI MONITORAGGIO DEL BACINO DEL FIUME PO

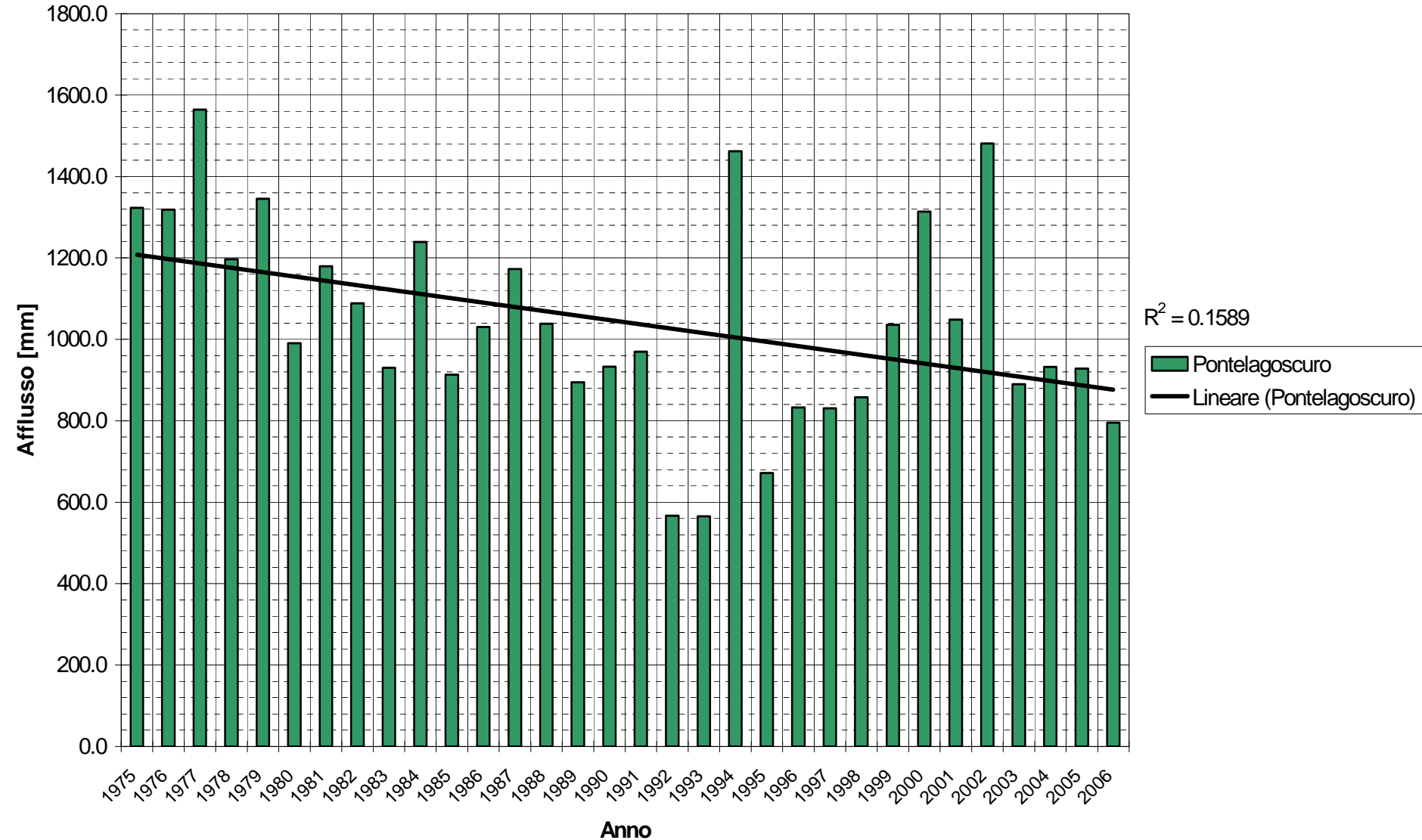


Tmax annua sul bacino del Po - 1961-2006

Trend: circa 2,5°C negli ultimi 30 anni, invece di 2°C in 45 anni

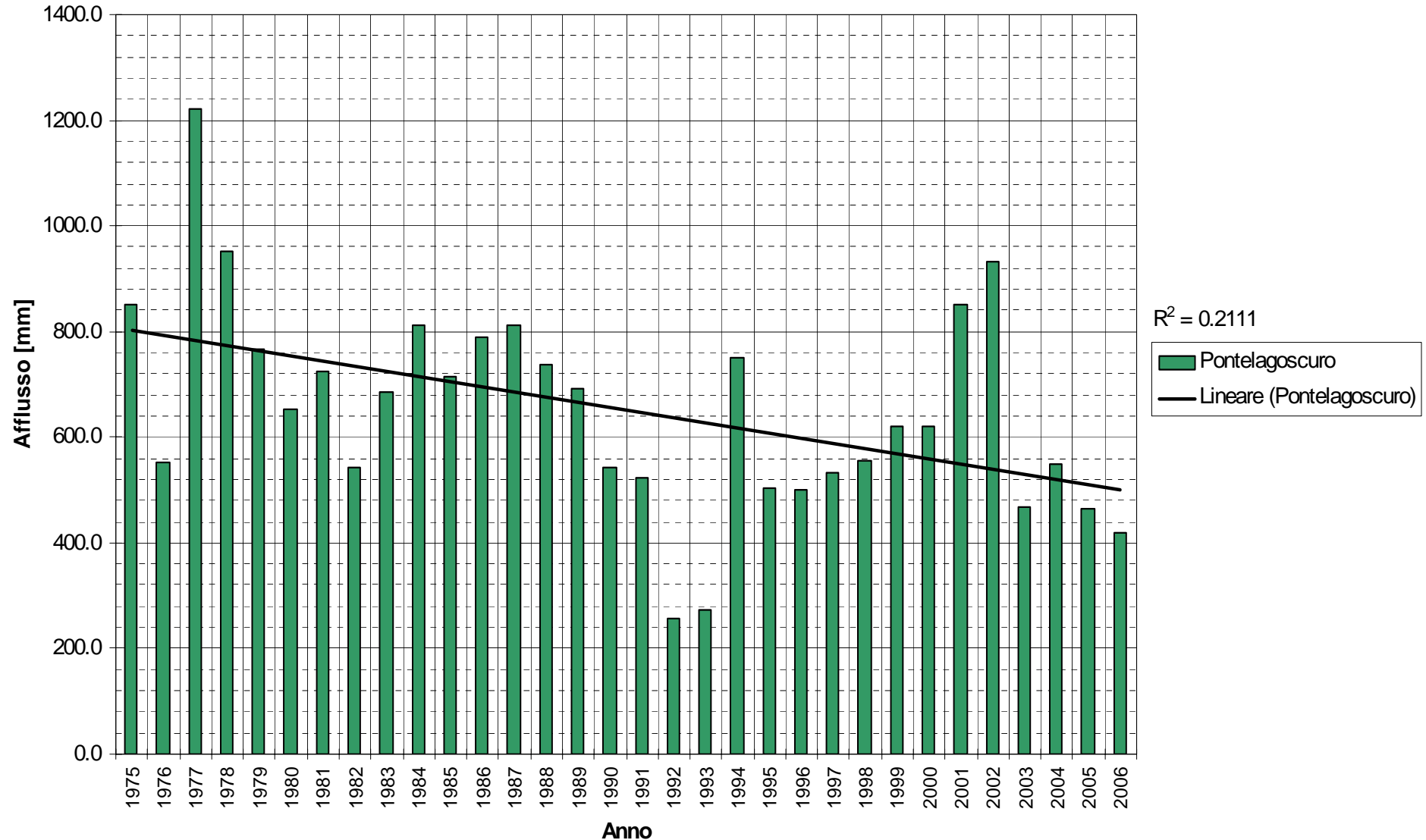


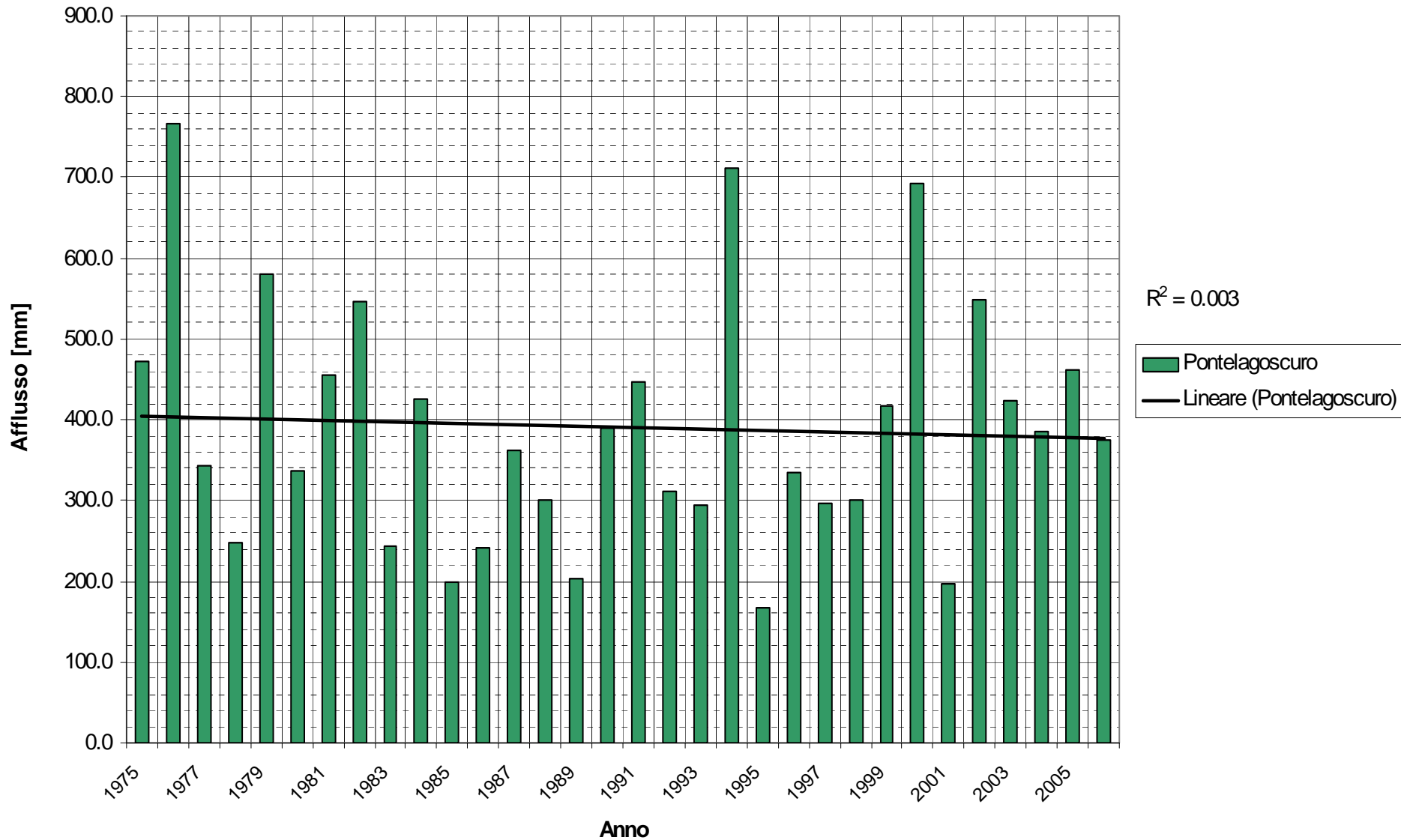
PIOGGIA MEDIA ANNUALE SUL BACINO DEL PO DAL 1975 AL 2006: RIDUZIONE DEL 20%



PIOGGIA MEDIA GENNAIO-AGOSTO

riduzione ancora maggiore (35%)



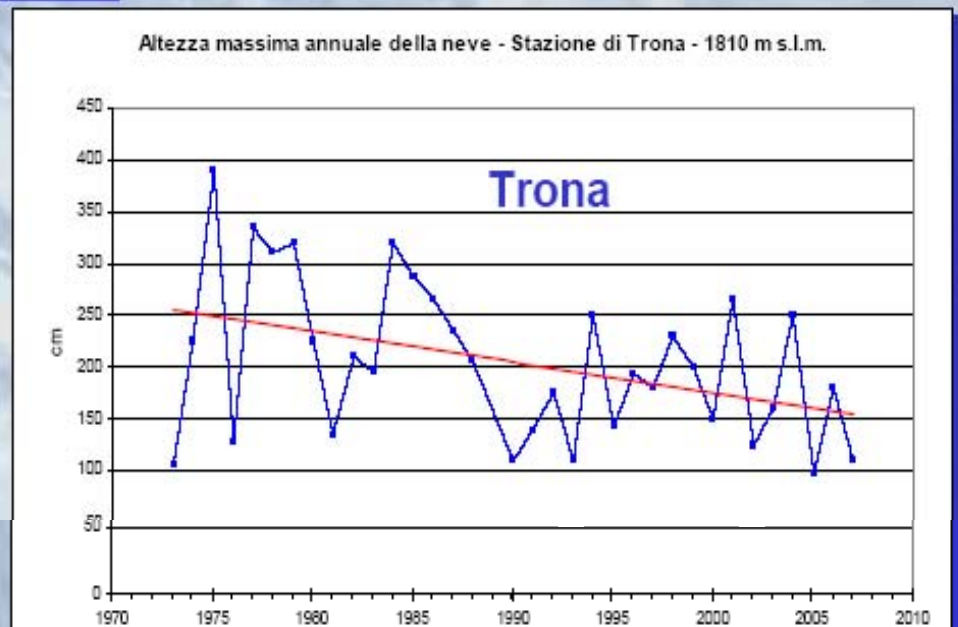


Precipitazioni nevose



Madesimo: differenza dell'altezza media della neve tra gli anni 2000 e gli anni '70: - 38%

Trona (Orobie): differenza dell'altezza media della neve tra gli anni 2000 e gli anni '70: - 32%



Esempio alpino

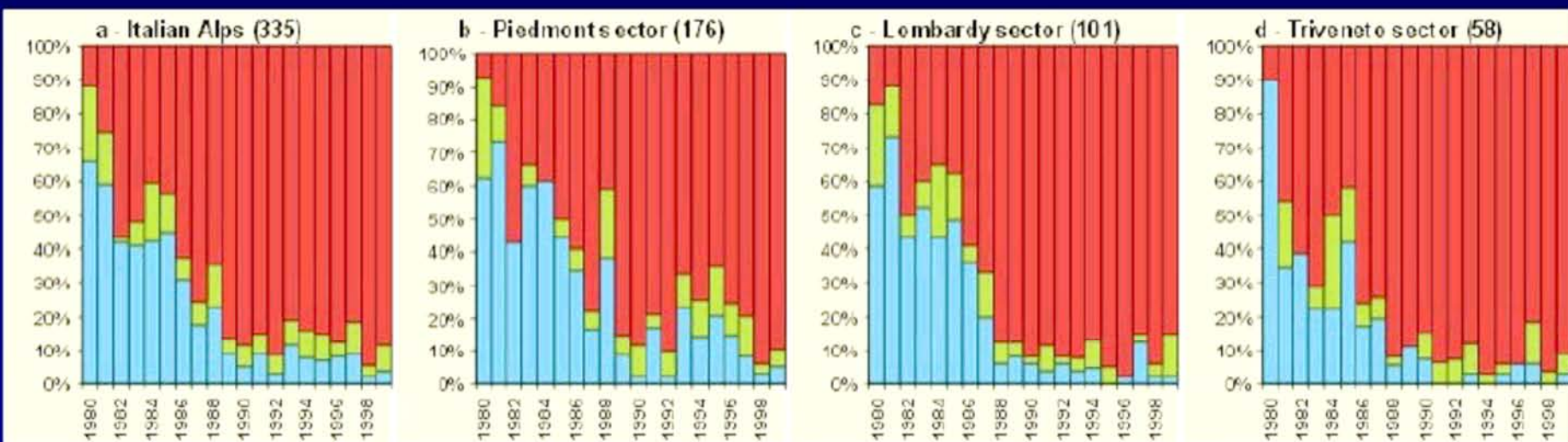
Pizzo Bernina, 1978



Pizzo Bernina, 2003



Variazione dei ghiacciai delle Alpi Italiane



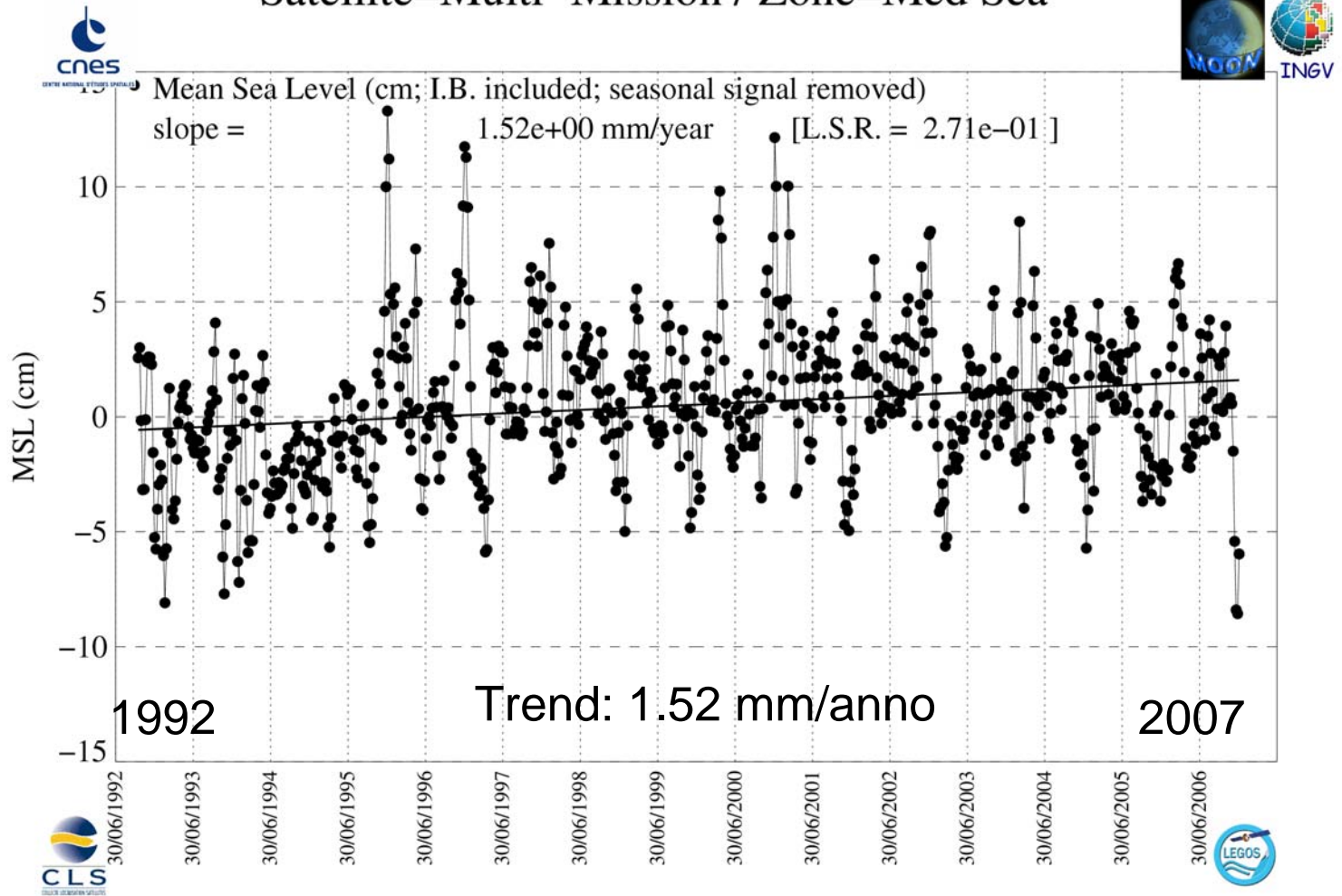
Percentuale di ghiacciai in avanzata (blu), stazionari (verde) e in ritiro (rosso) nelle Alpi italiane (a) e nei tre settori in cui sono suddivise (b, c, d), nel periodo 1980-1999 (in parentesi è riportato il numero di ghiacciai che costituisce il campione). La percentuale di ghiacciai in avanzata scende dal 66% nel 1980 al 4% nel 1999, mentre quella dei ritiri sale dal 12% all'89%. La diminuzione del numero di ghiacciai in avanzata si manifesta dapprima nel settore Triveneto e successivamente in quelli Lombardo e Piemontese-Valdostano (elaborazione M. Santilli).

**Una digressione
“mediterranea” per
tornare subito al Nord
Italia, alla pianura
padana e al Po**

Come sta cambiando il livello del Mediterraneo? Dati da altimetria satellitare



Satellite=Multi-Mission / Zone=Med Sea

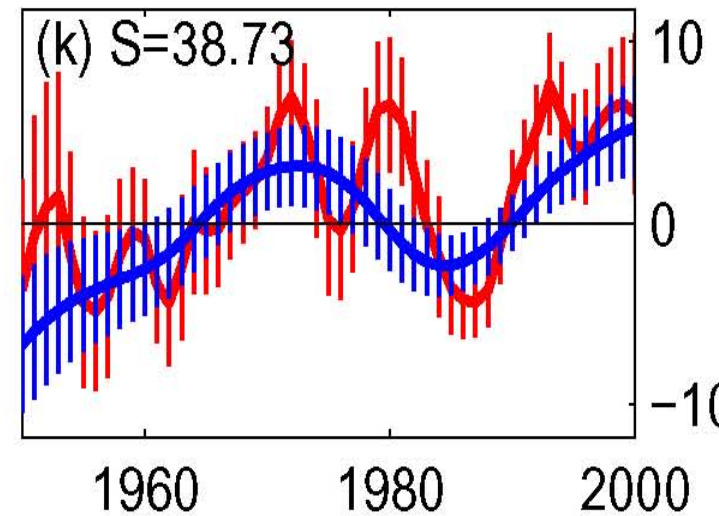
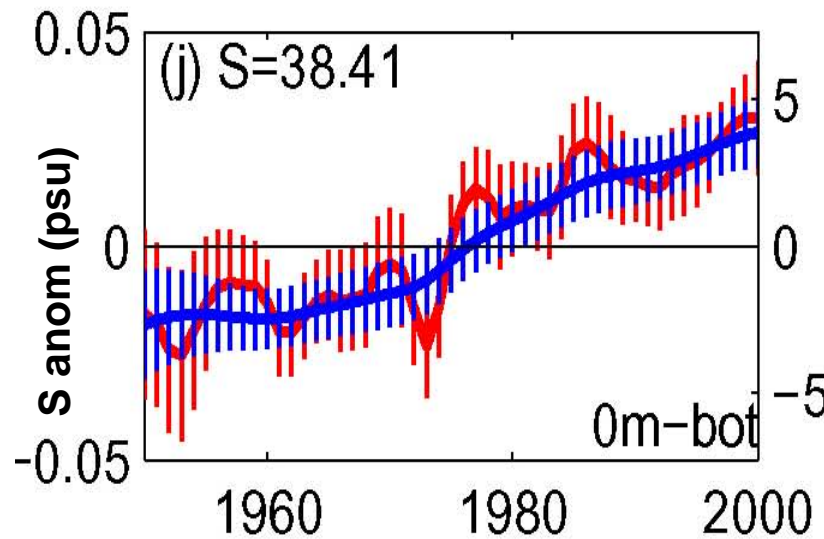
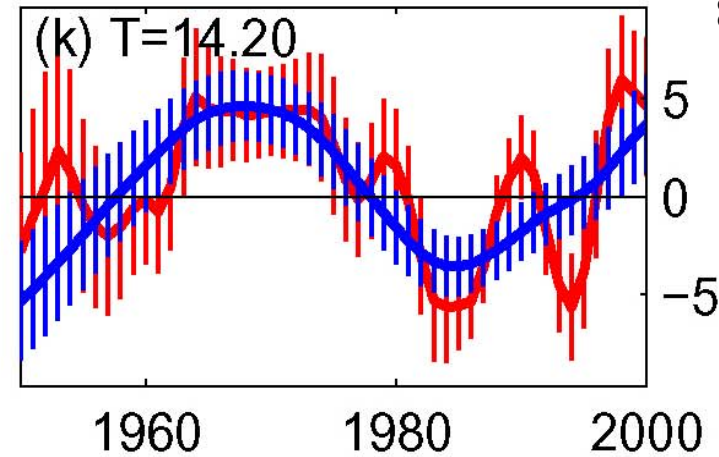
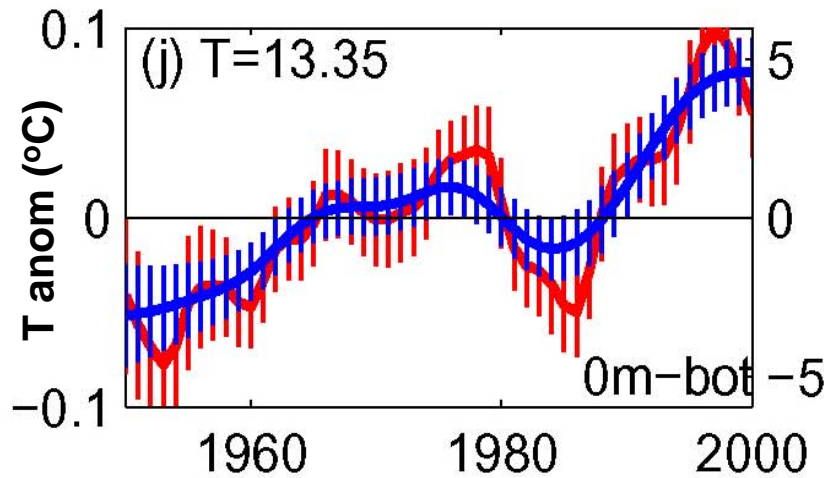


Temperatura e salinità nel Mediterraneo Occidentale e Orientale

Comprehensive Medatlas (2002) data set analysis

Western Med

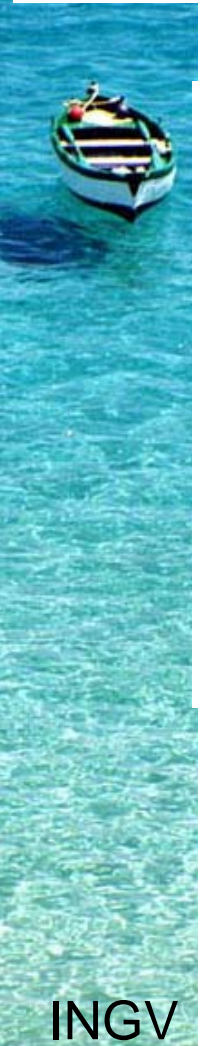
Eastern Med



Heat cont. anom (10^{20} J)

Salt cont. anom (10^{13} psu m^3)

Rixen et al., 2006

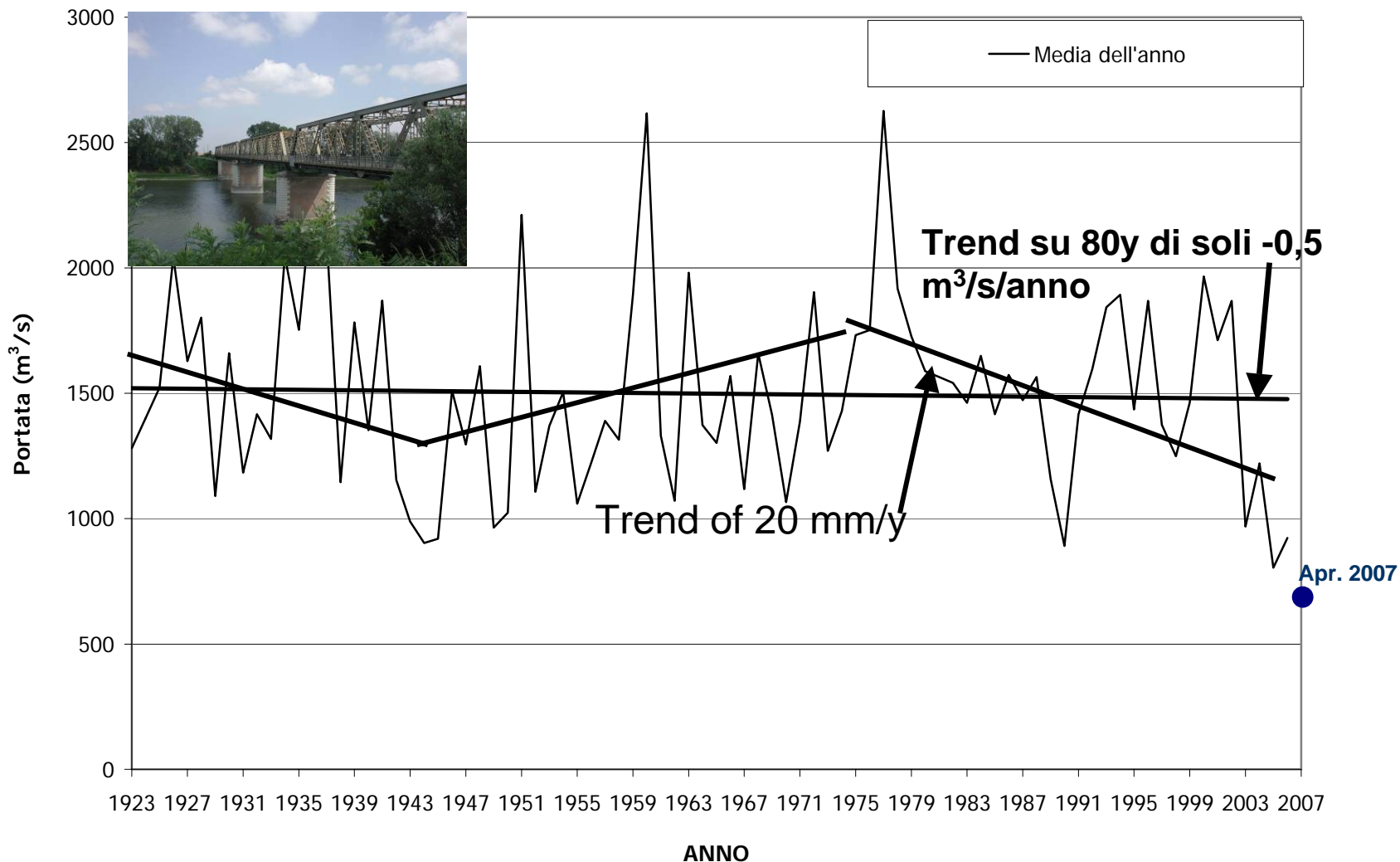


INGV





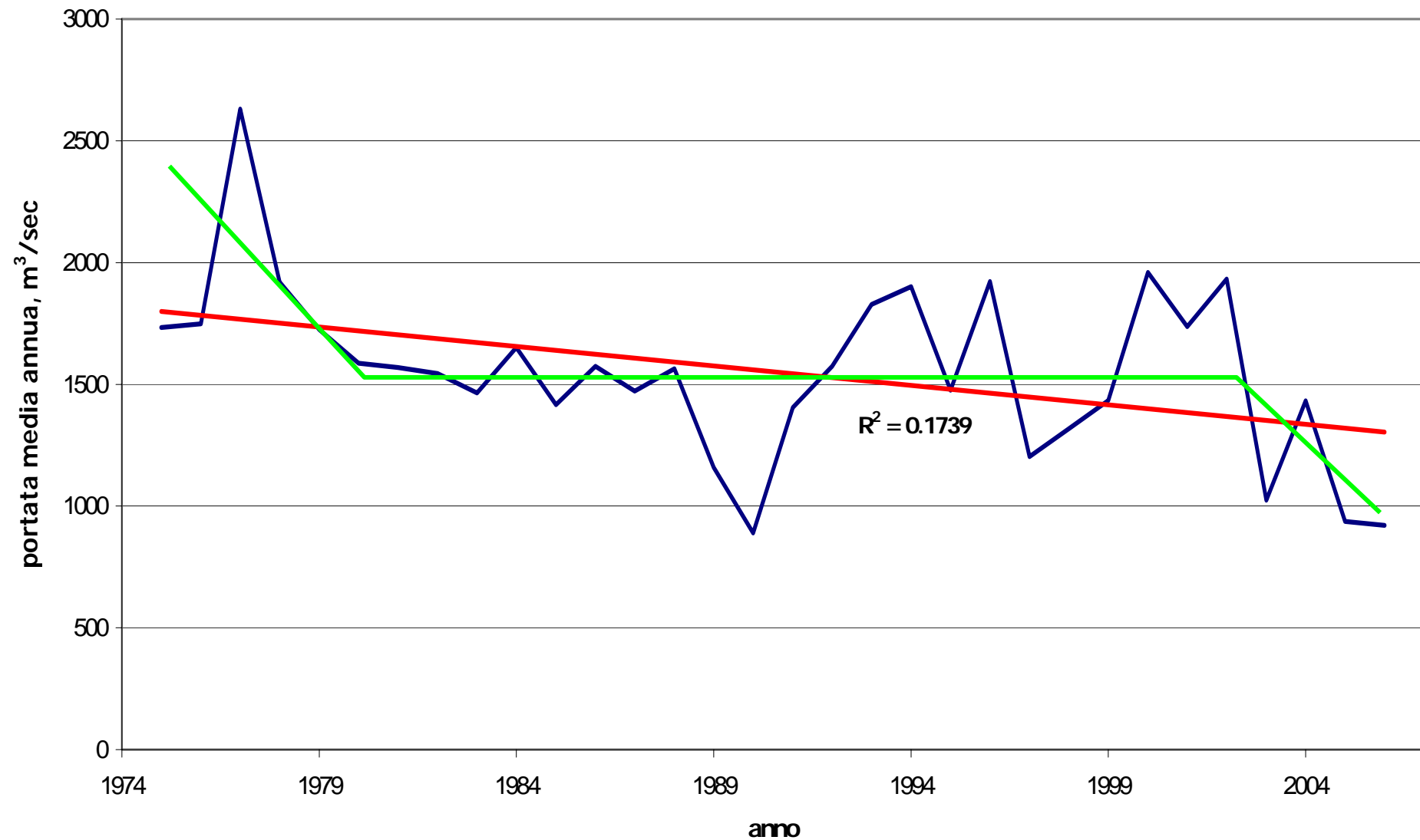
ANDAMENTO DELLE PORTATE MEDIE ANNUALI FIUME PO A PONTELAGOSCURO (1923-2007)



Si osserva la sequenza di anni particolarmente critici :2003, 2004, 2005, 2006, 2007

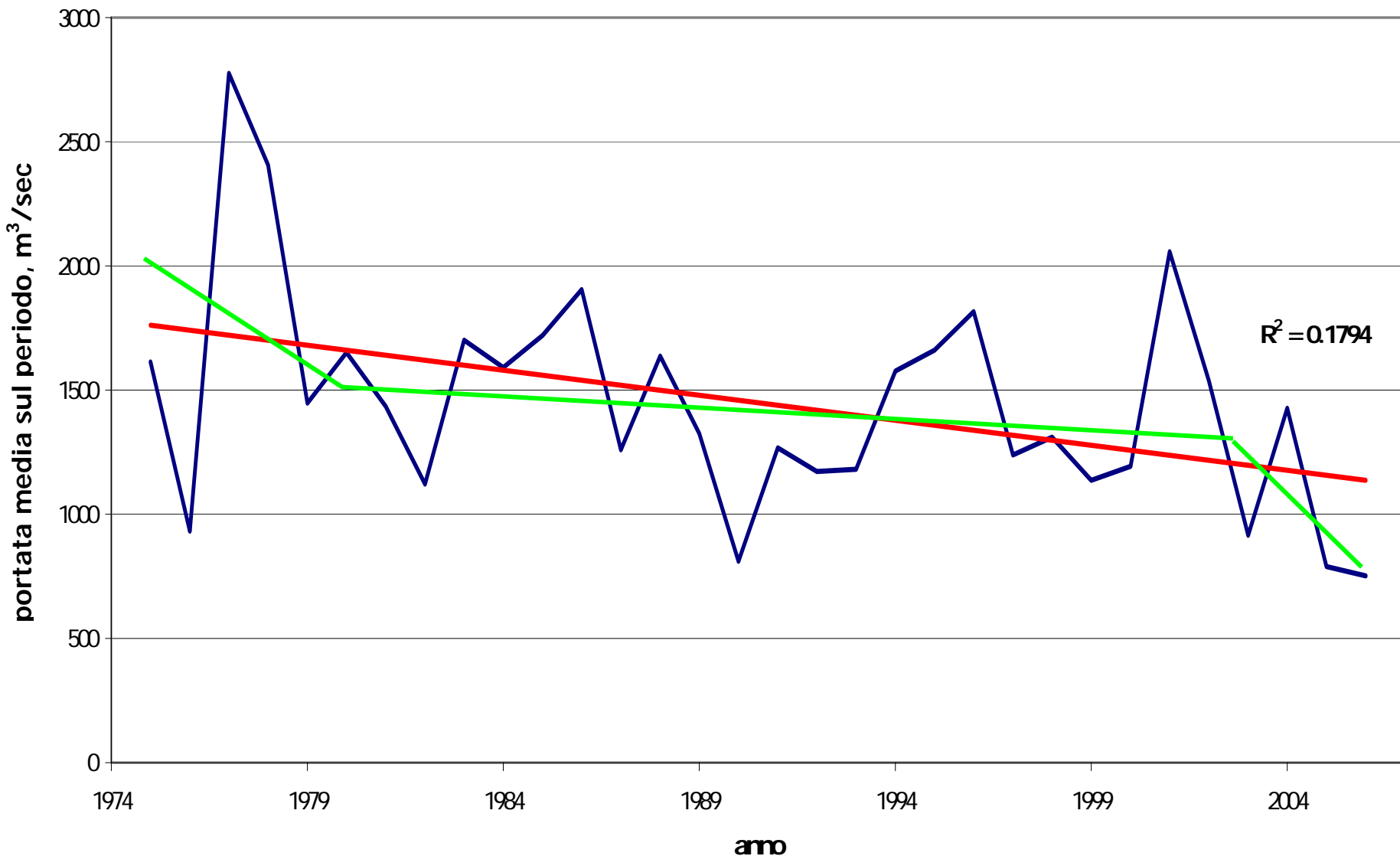
Portate medie annuali del Po a Pontelagoscuro 1975-2006

25-30% di riduzione

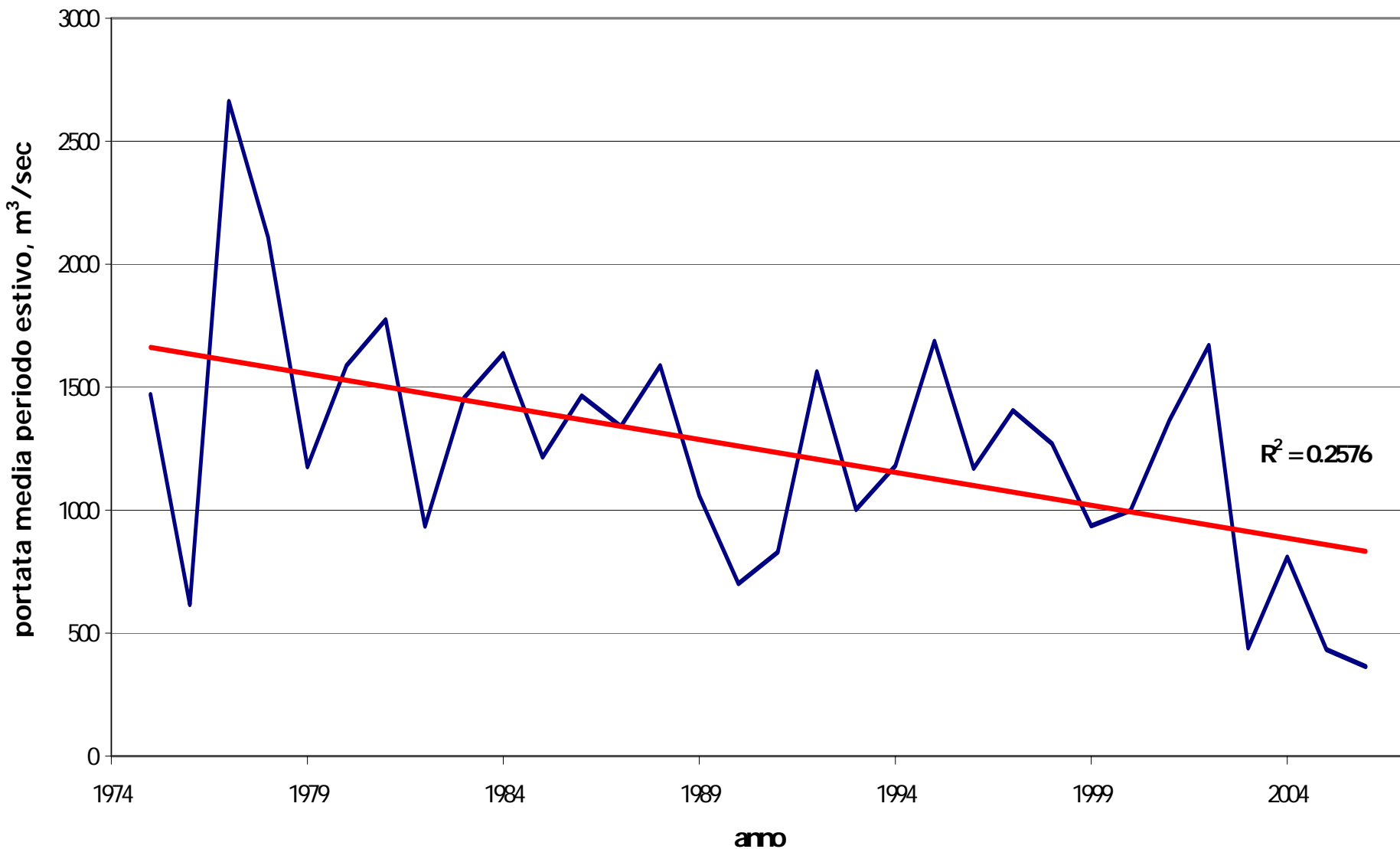


Portate medie gennaio-agosto a Pontelagoscuro 1975-2006

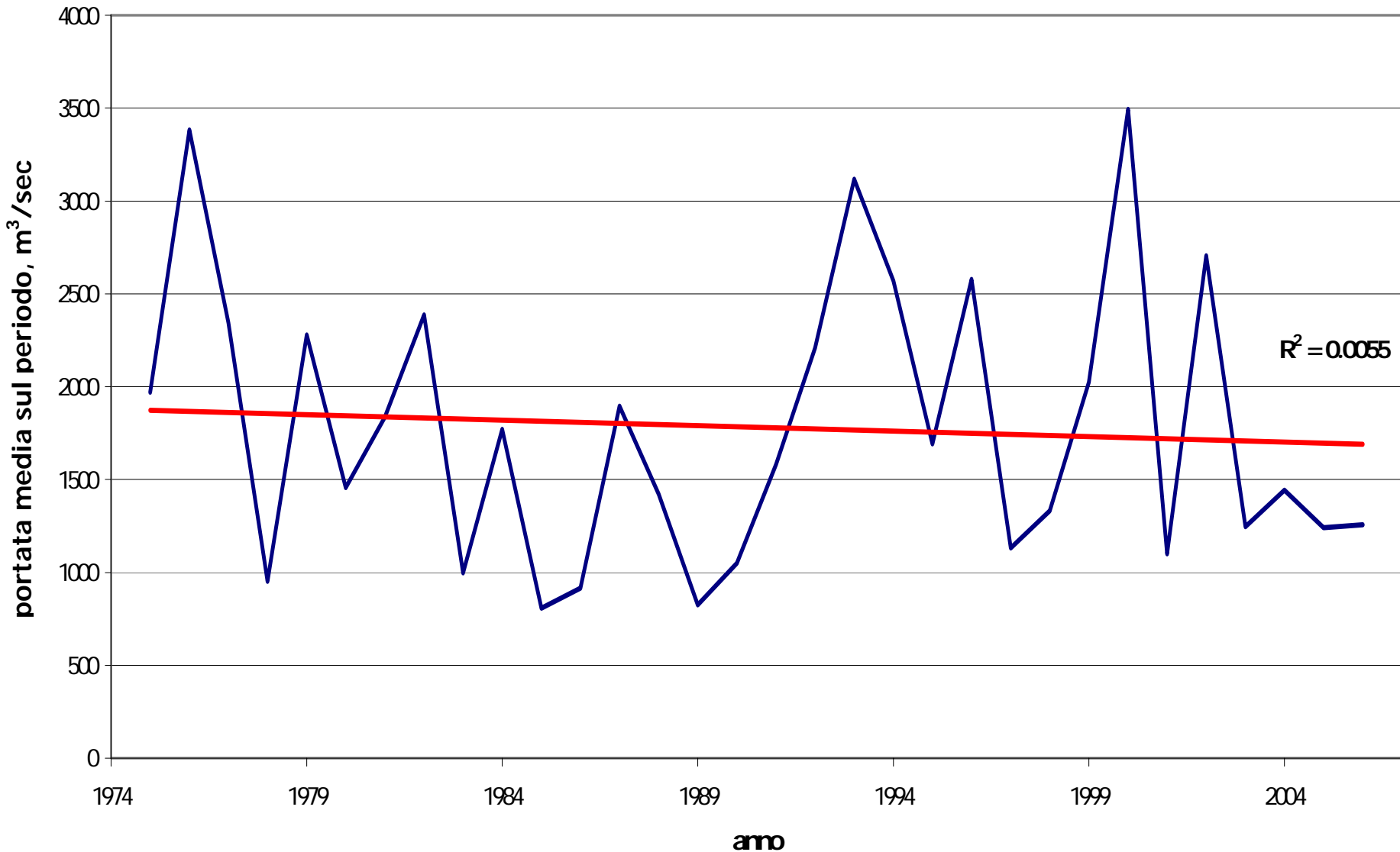
35% di riduzione



Portate medie solo periodo estivo a Pontelagoscuro riduzione del 45-50%



Portate medie settembre-dicembre a Pontelagoscuro: praticamente niente riduzione ma enorme variabilità



Alcuni punti fermi sulle tendenze in atto per il Nord Italia

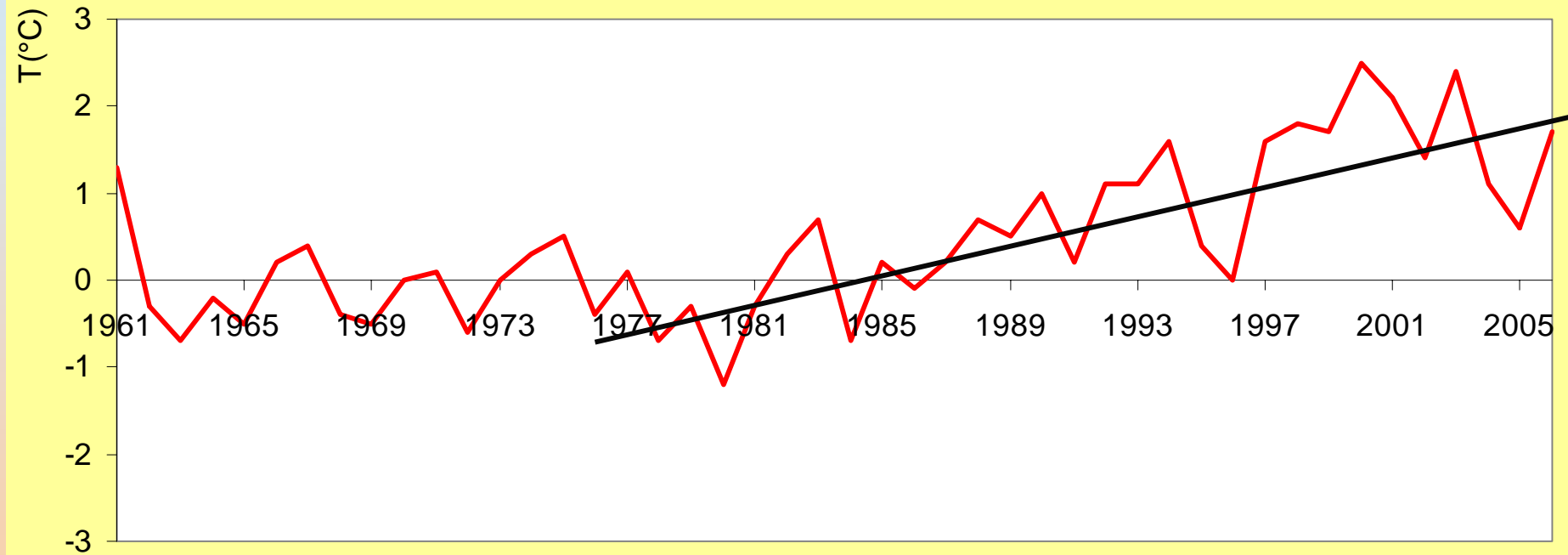
Temperature medie, minime e massime tutte in deciso aumento. Precipitazione totale in diminuzione, di più in estate, ed in più “tropicalizzazione” dei regimi di pioggia e aumento della variabilità interannuale

Aumentato rischio di periodi siccitosi estivi, soprattutto se si tiene conto dei fabbisogni irrigui, sempre in aumento, ma senza apparente diminuzione del rischio di inondazione

Ghiacciai alpini in decisa diminuzione, sia per l'aumento della temperatura che per la diminuzione della precipitazione, ma più per la prima causa che per la seconda

UN ULTERIORE ZOOM SULL'EMILIA-ROMAGNA

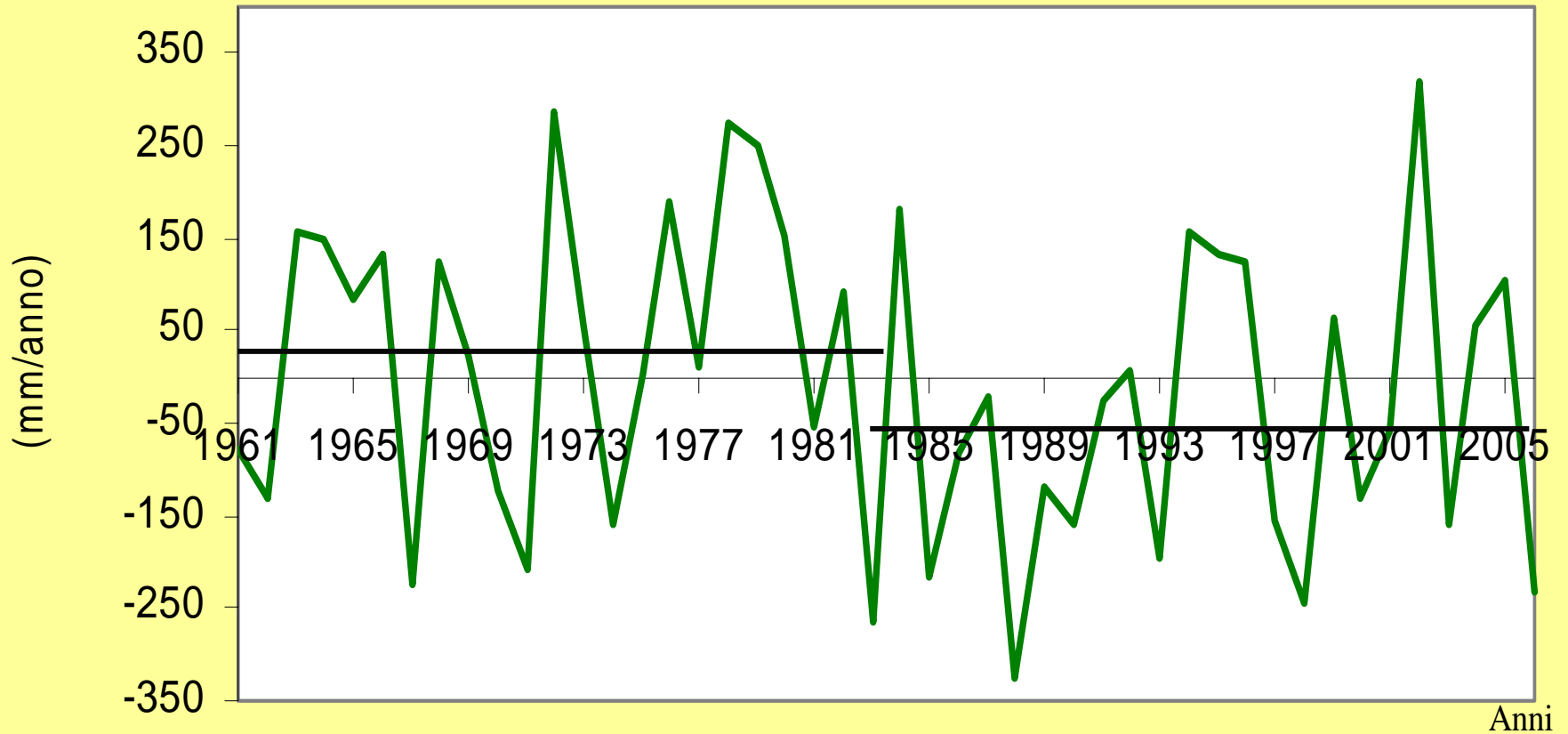
Anomalia di Temperatura massima annuale media sulla regione Emilia-Romagna



Anni

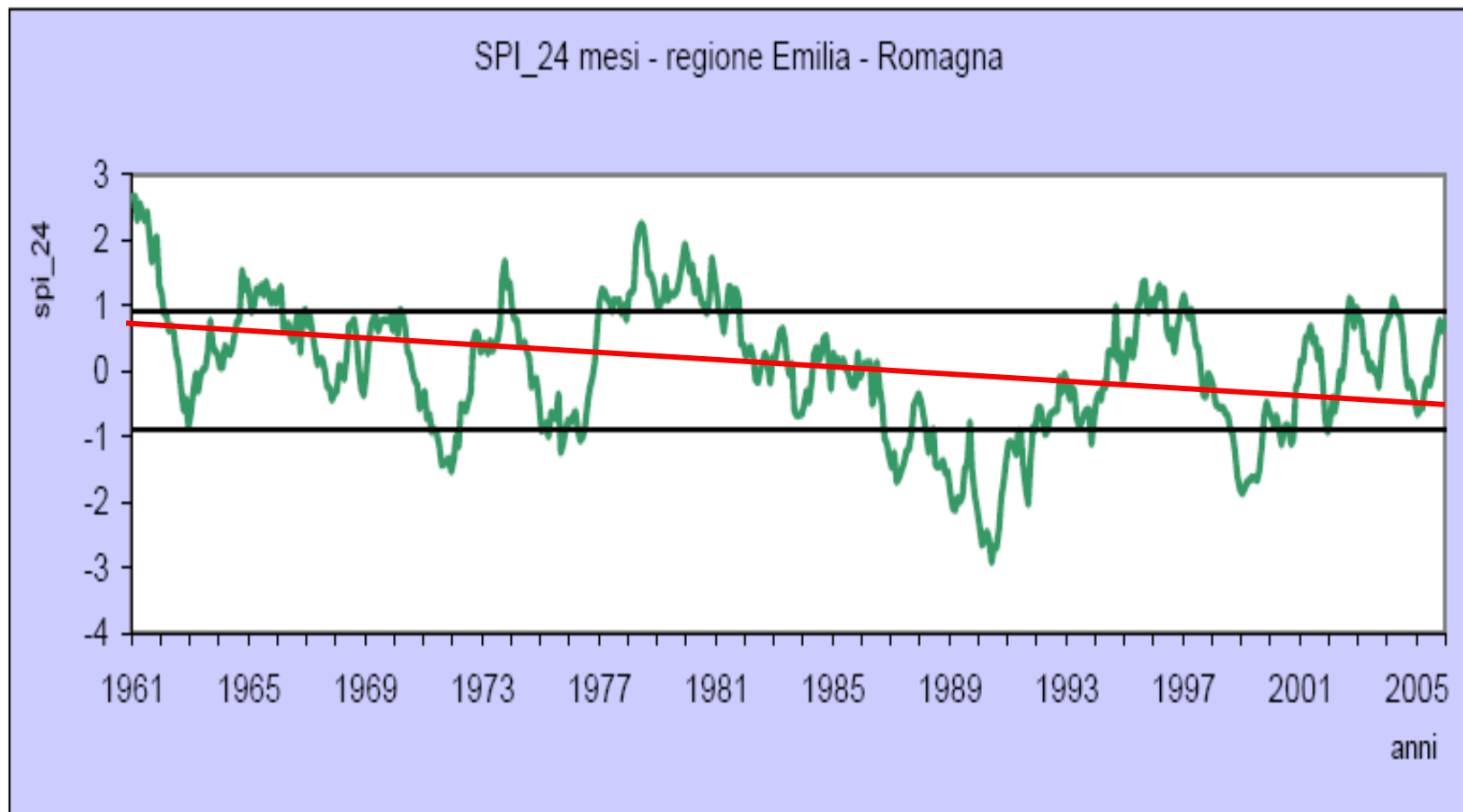
— Anomalia_Tmax

Anomalia di precipitazioni annuali sulla regione Emilia-Romagna

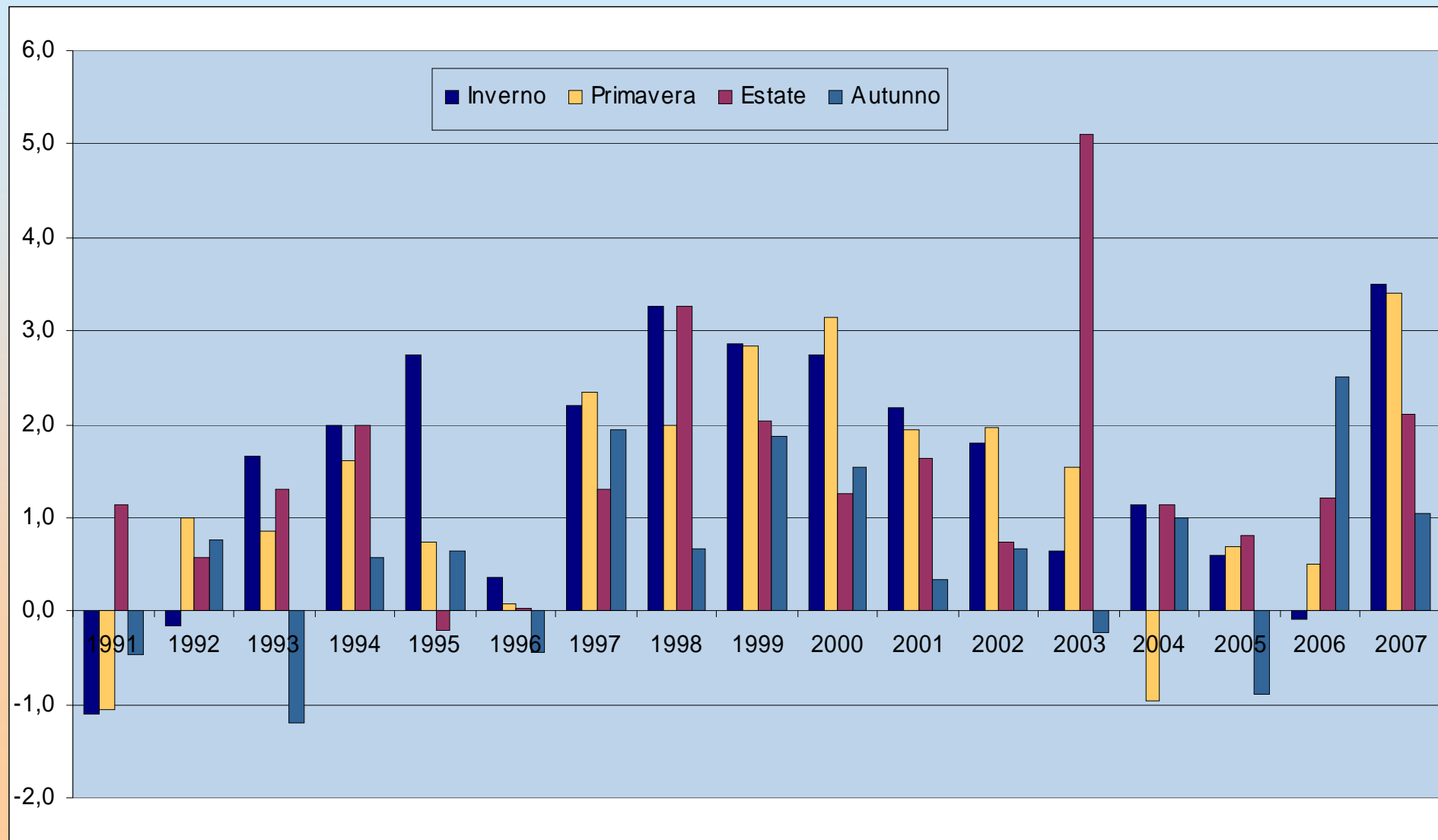


SPI-24: indice di siccità “idrologica”

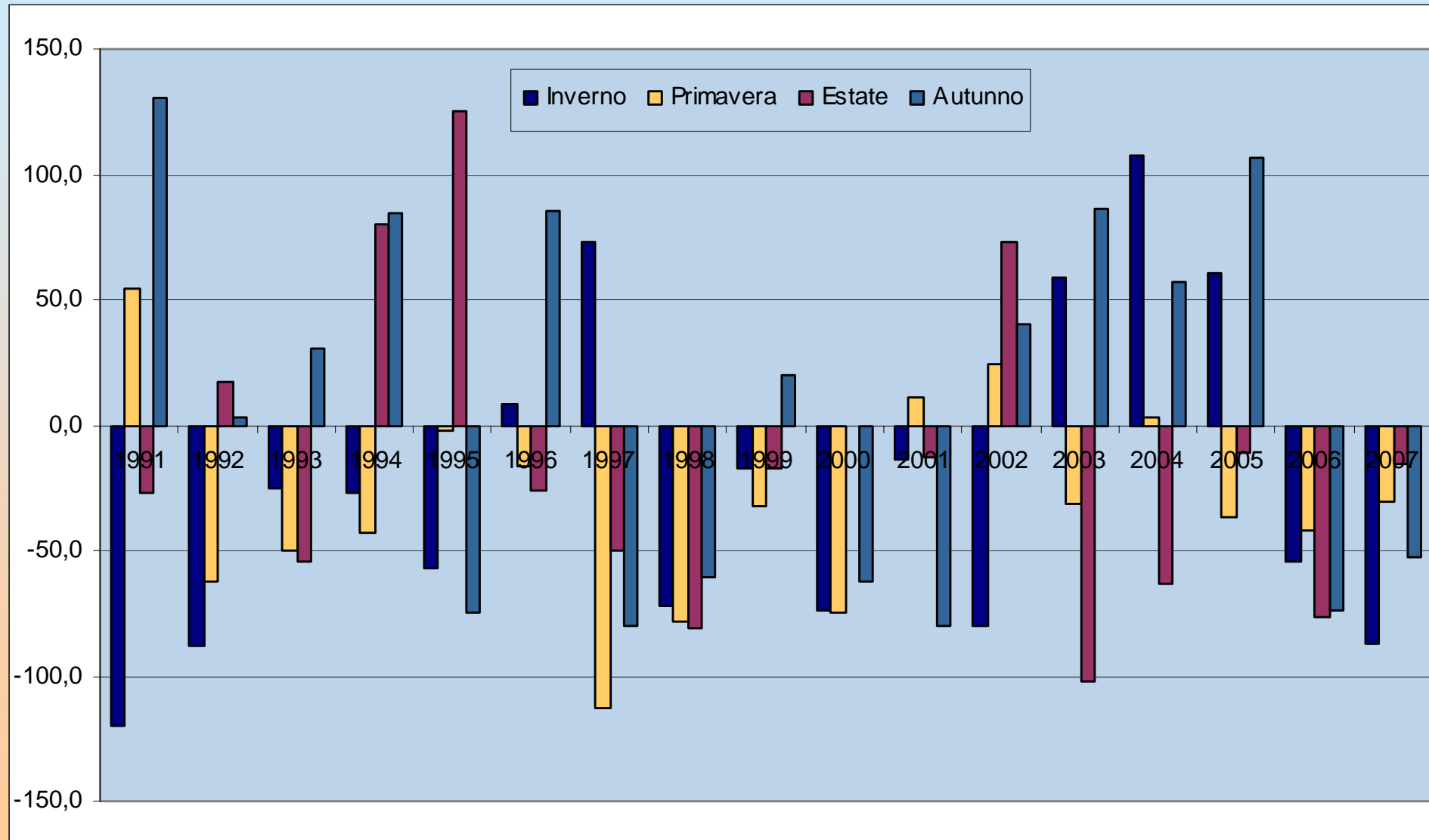
Trend sugli ultimi 45 anni in Emilia-Romagna: la probabilità di siccità aumenta



Tmax giornaliera, media stagionale (C°) a Bologna Borgo Panigale



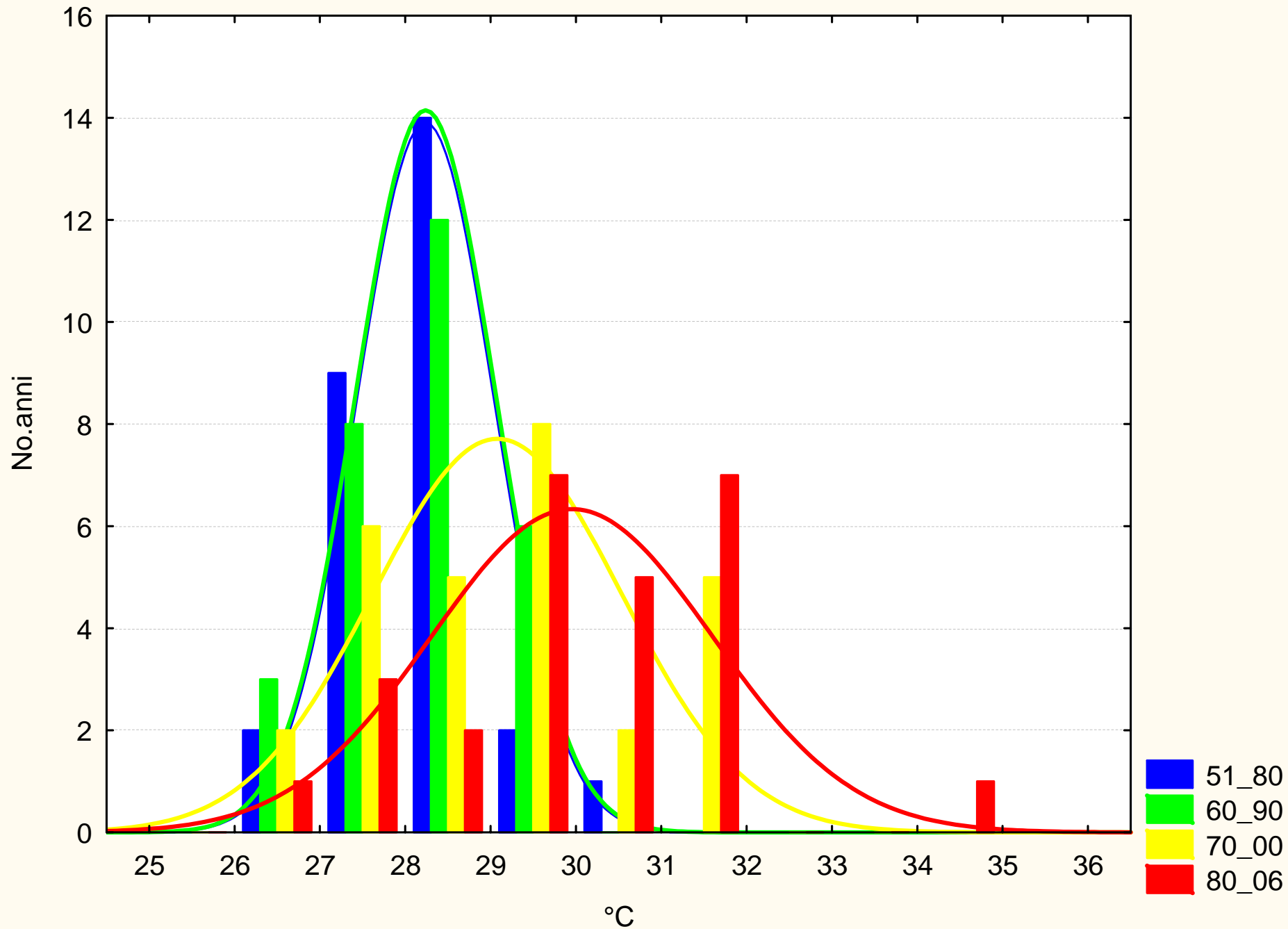
Precipitazione, media stagionale (mm/mese) a Bologna Borgo Panigale



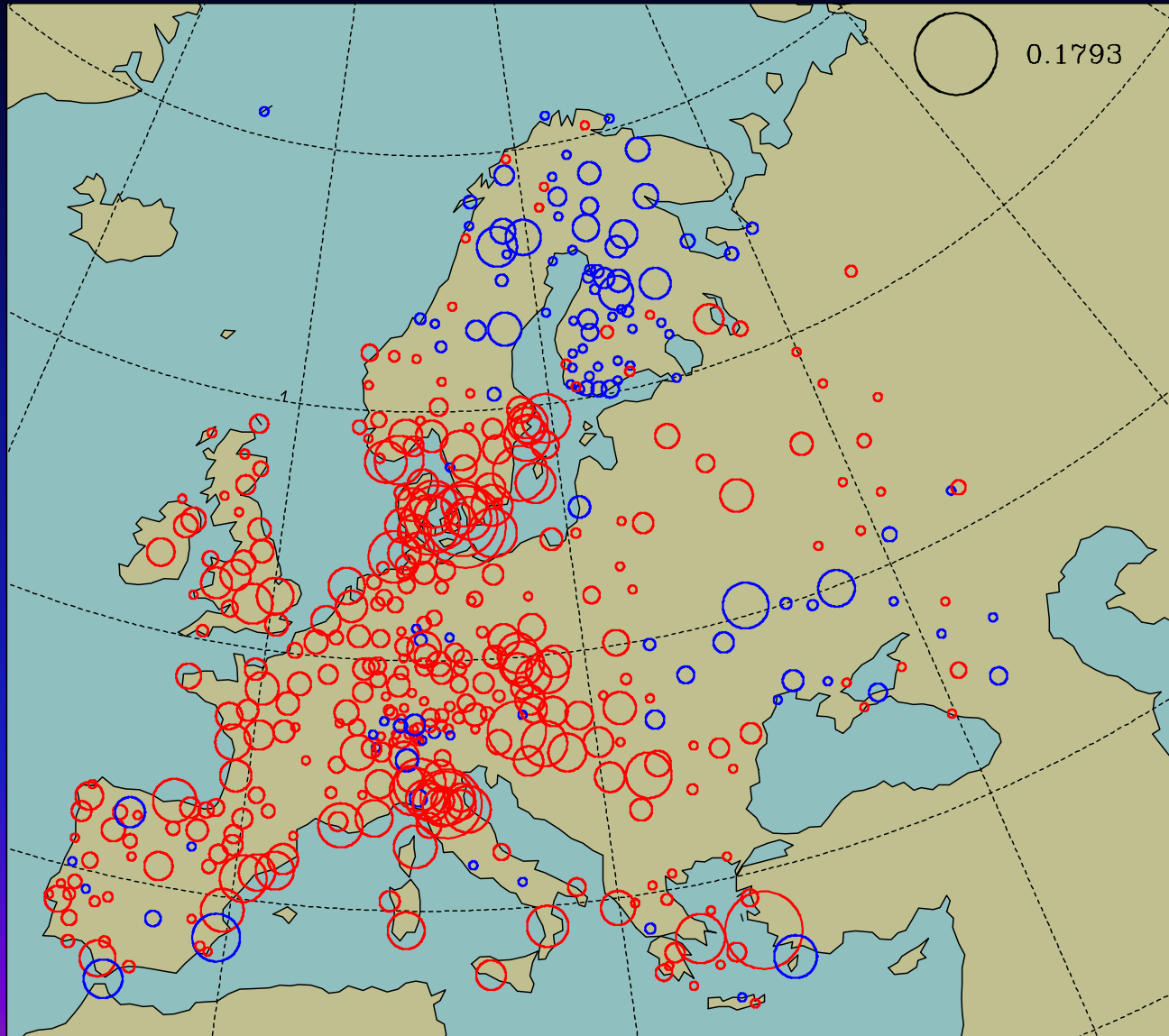
I dati sull'Emilia-Romagna confermano, rafforzandole, le considerazioni fatte sulle tendenze in atto nel Nord Italia

Gli estremi? Un po' di dati osservati e un po' di proiezioni

Temperatura massima- Ferrara



1958-2000 trend JJA durata onde di calore

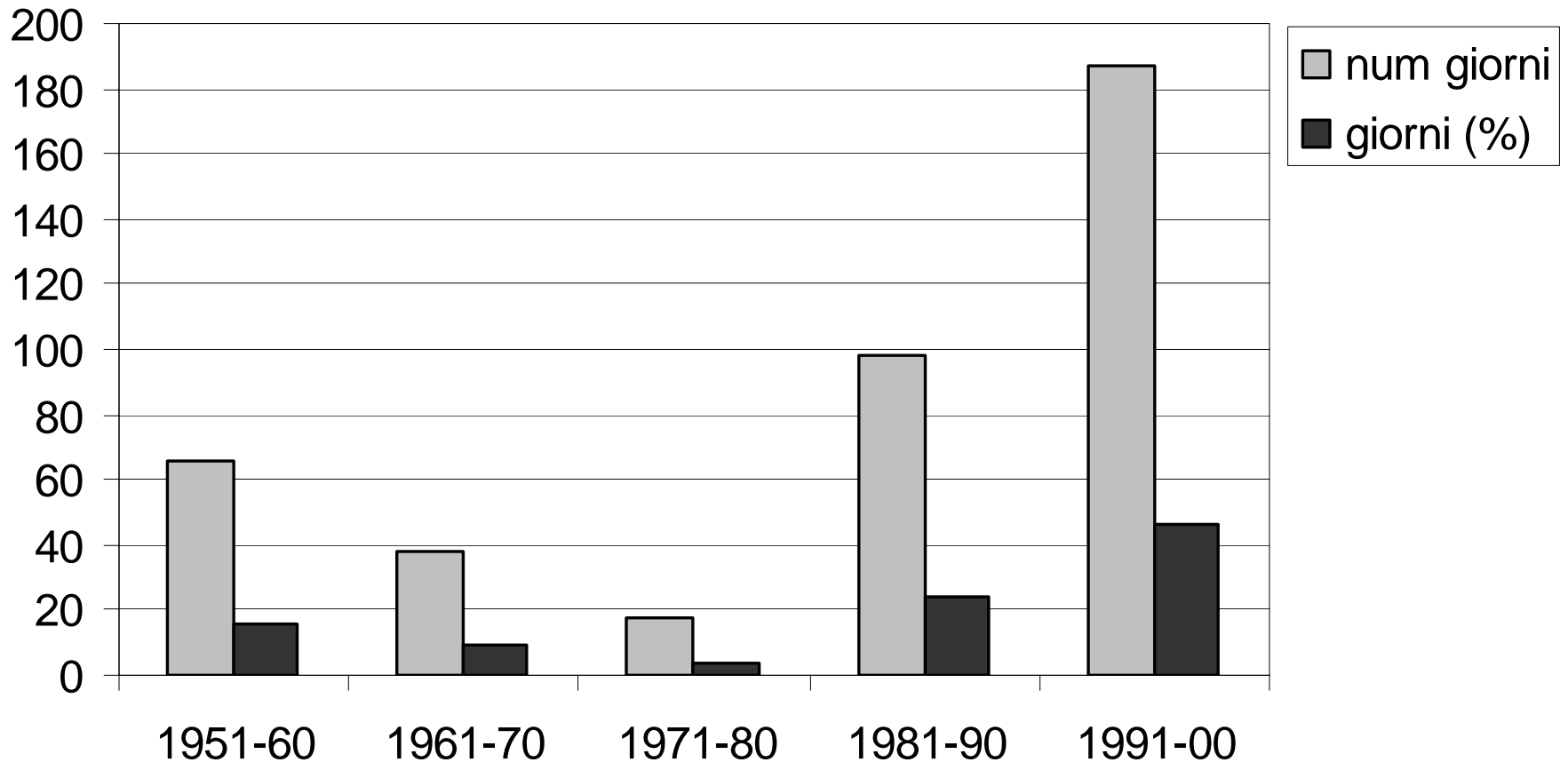


Scala: giorni/anno. Rosso cresce

Malcolm Haylock, UEA

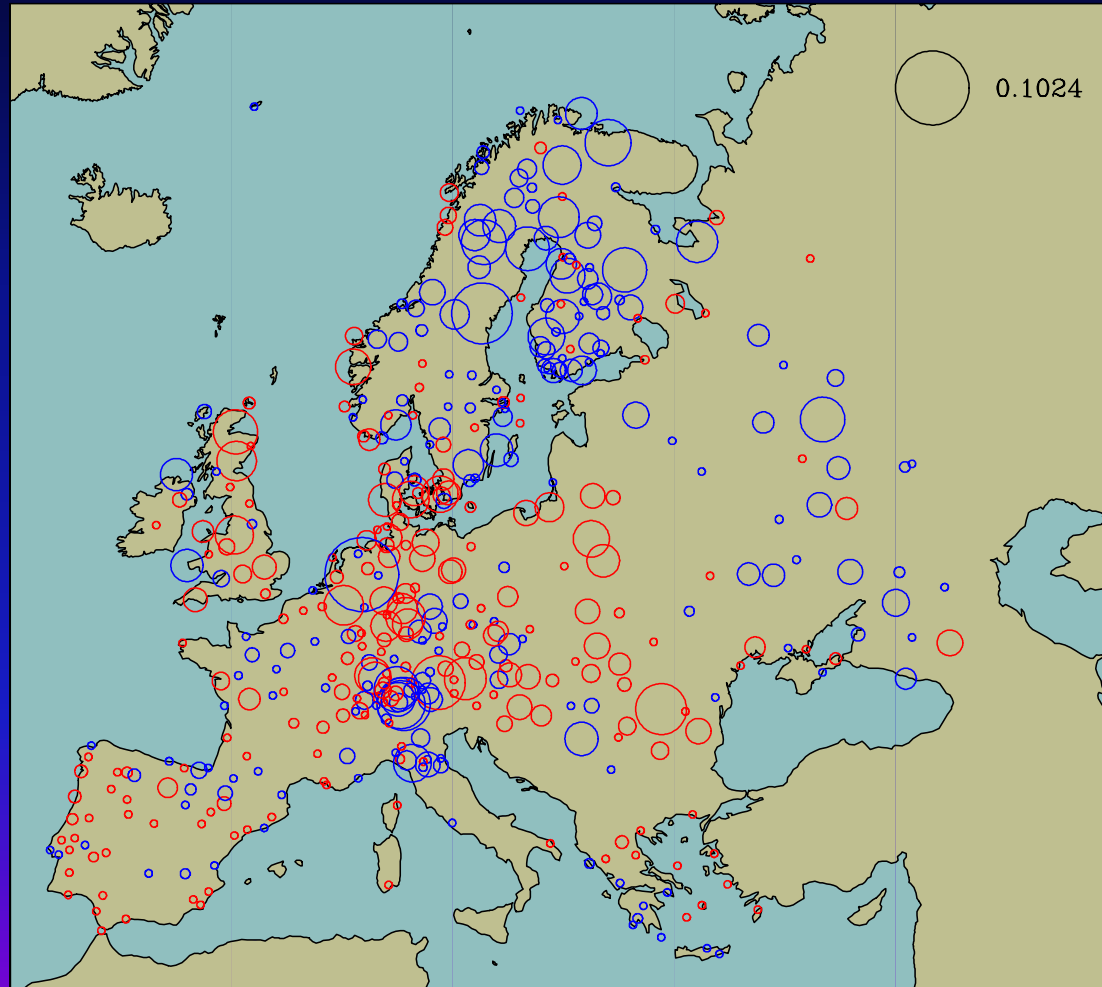
Ondate di calore: Italia

Distribuzione decennale di HW (1951-2000)



1958-2000 trend

Eventi intensi di pioggia estate (JJA)

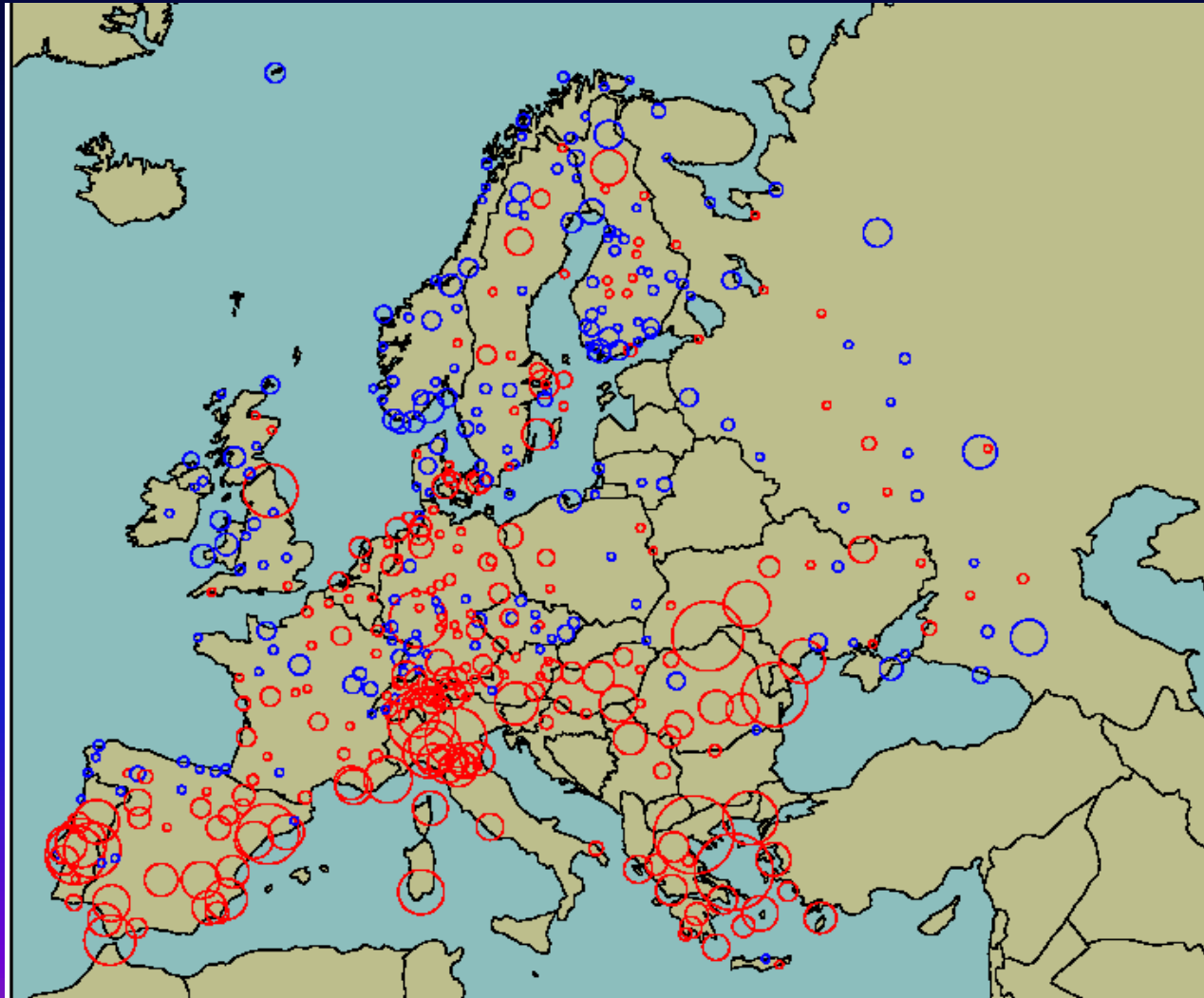


Scala: giorni/anno. Blu: aumenta

Malcolm Haylock, UEA/STARDEX

1958-2000 trend

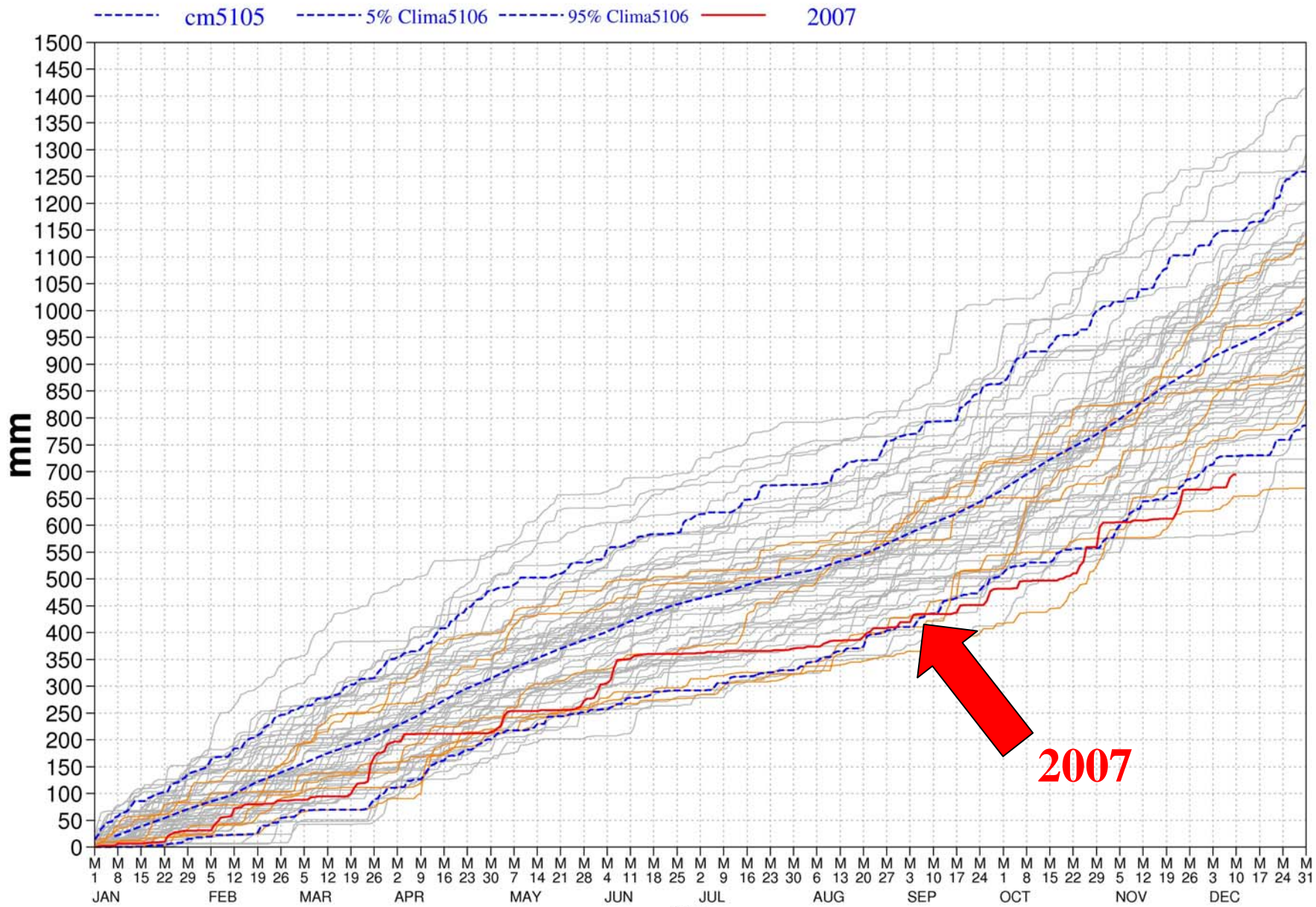
Giorni consecutivi senza pioggia inverno



Scala: giorni/anno. Blu: cala

Malcolm Haylock, UEA/STARDEX

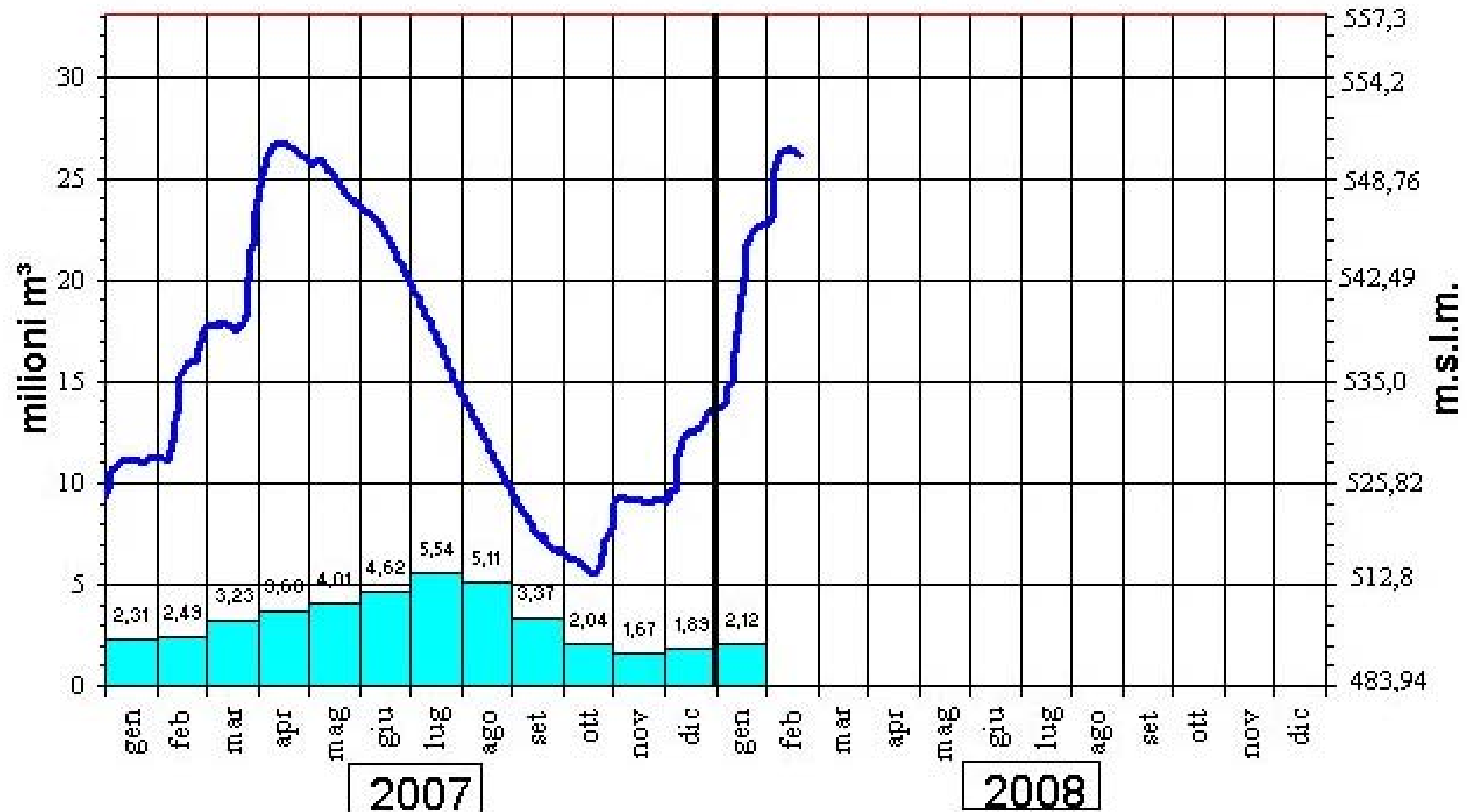
Precipitazione media areale Emilia-Romagna (cumulata)



DIGA DI RIDRACOLI

curva volumi invaso —

acqua potabilizzata



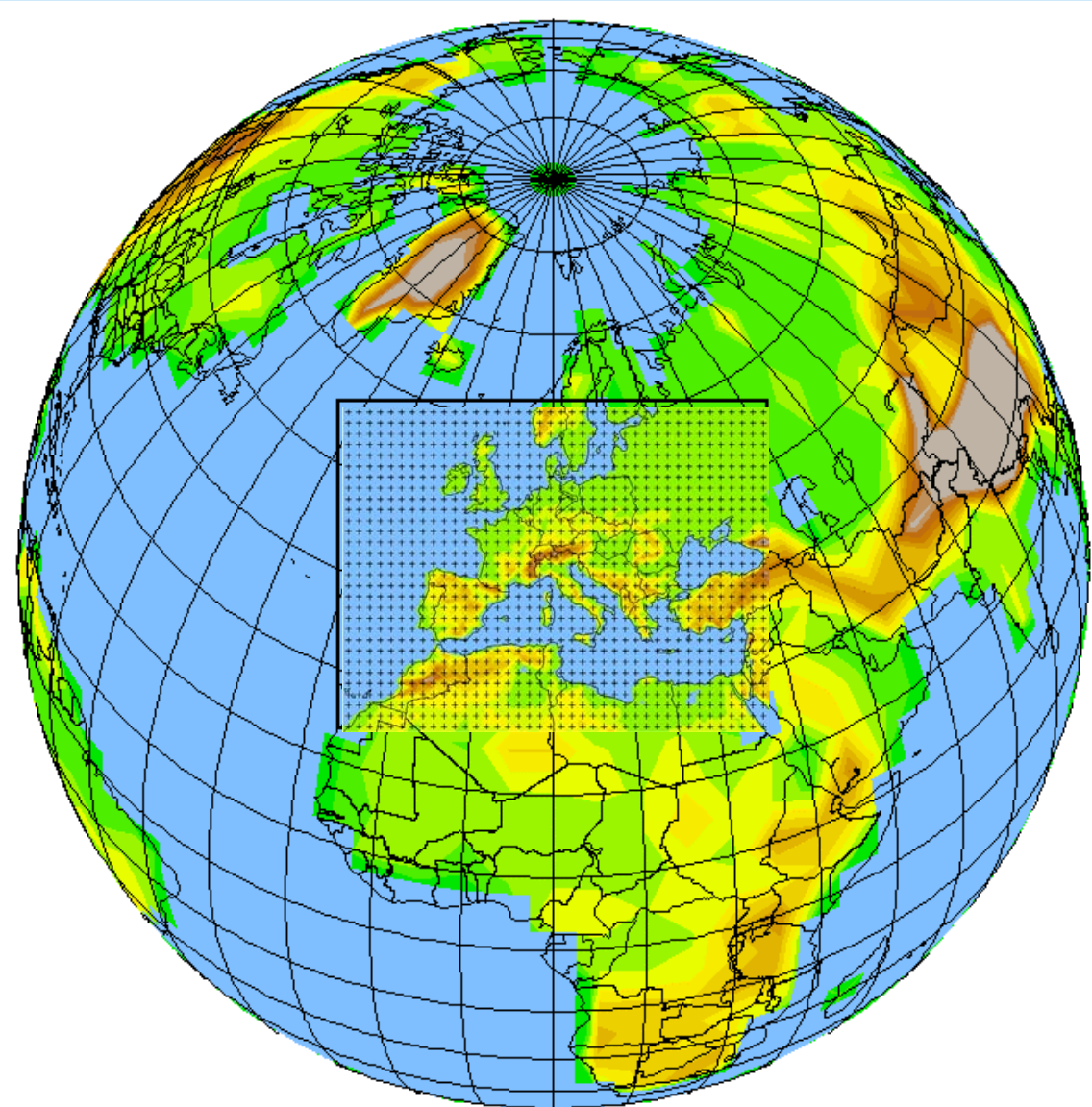
Trend in atto: sembrano aumentare gli eventi estremi che configurano rischio idrico (siccità di breve e media durata) senza che diminuiscano quelli che portano a rischio idrogeologico (piogge intense estive, piene di Po autunnali)

Parliamo delle previsioni
del clima che ci attende:

Siamo in grado di fare previsioni
a scala regionale, oltre che
previsioni globali?

Sono attendibili?

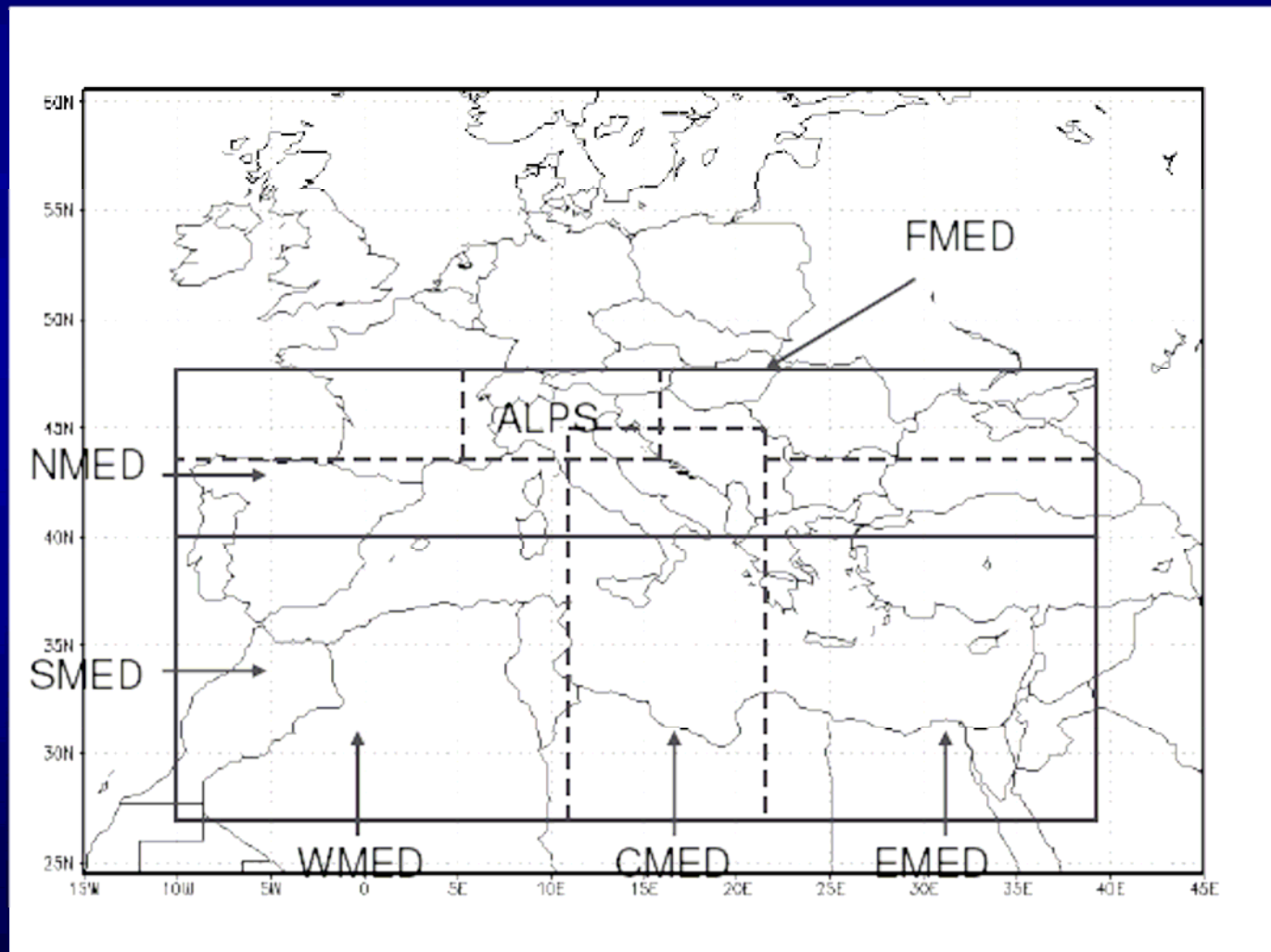
La modellistica del clima: Modelli Globali e regionalizzazione con metodi statistici



Da 200km (UKMO)
a 50km (ICTP)
al locale (Arpa-Sim)

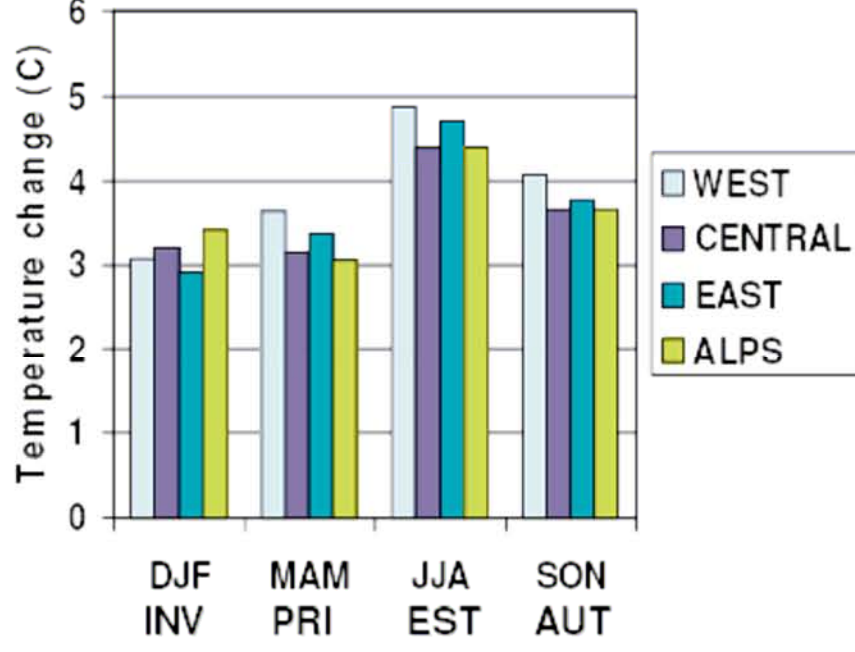
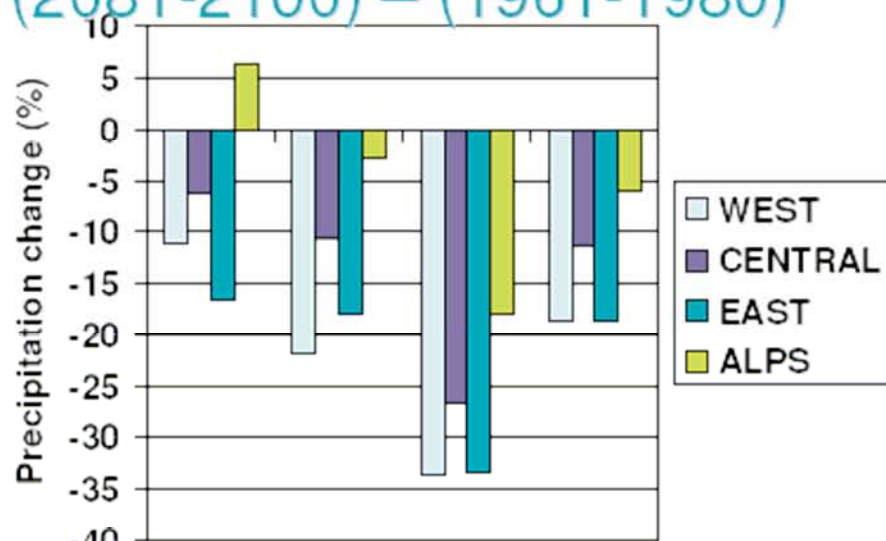
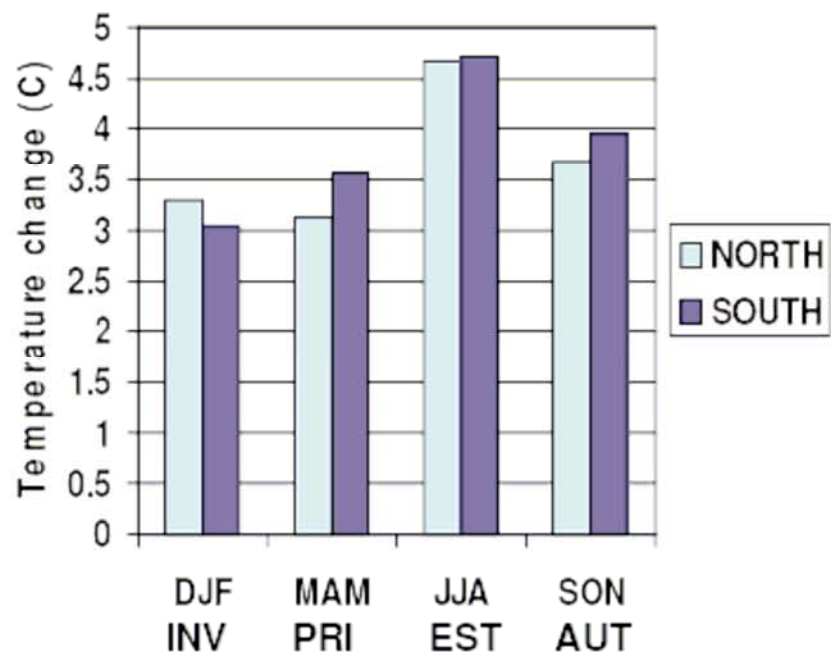
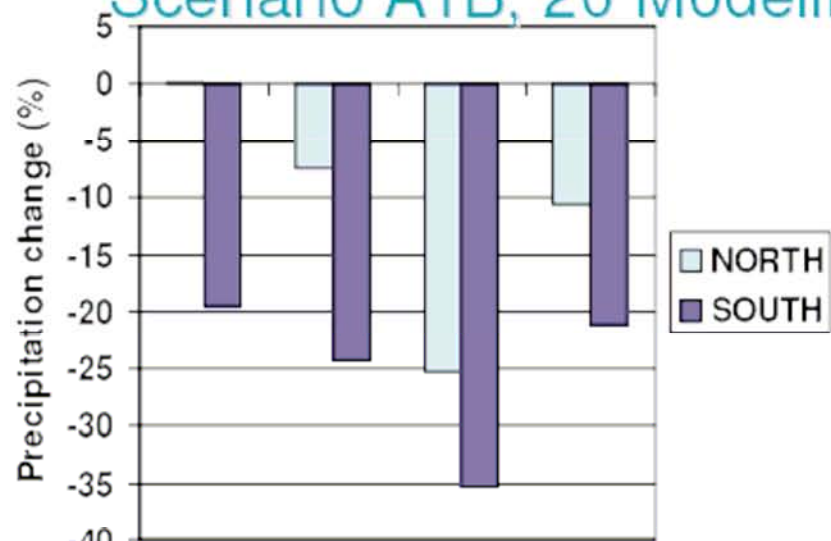


Analisi dei cambiamenti climatici su diverse regioni del Mediterraneo



Cambiamento di precipitazione e temperatura su diverse regioni del Mediterraneo

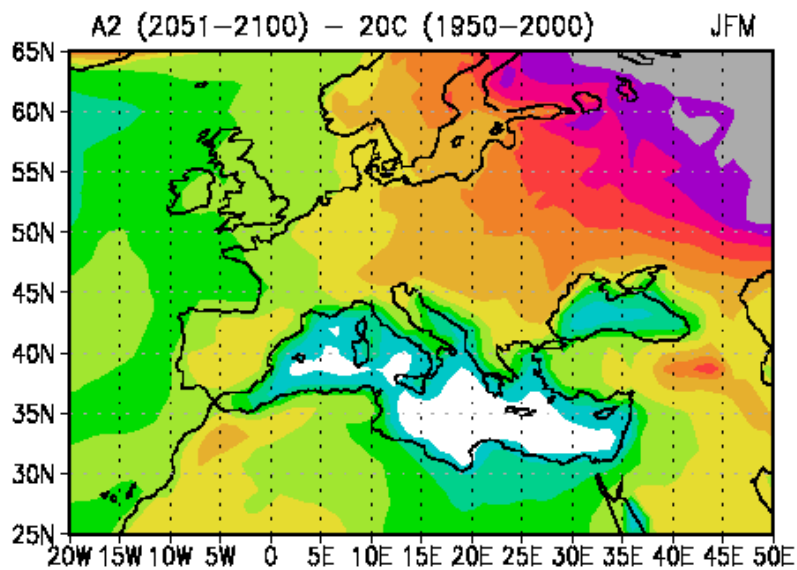
Scenario A1B, 20 Modelli, (2081-2100) – (1961-1980)



SCENARIO: **A2 - 20C**

Temperatura **A2(2051-2100) - 20C(1951-2000)** Pioggia

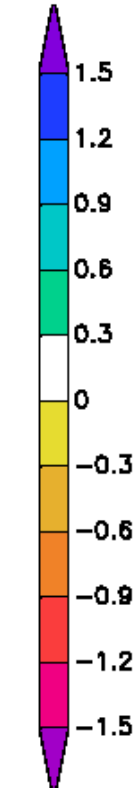
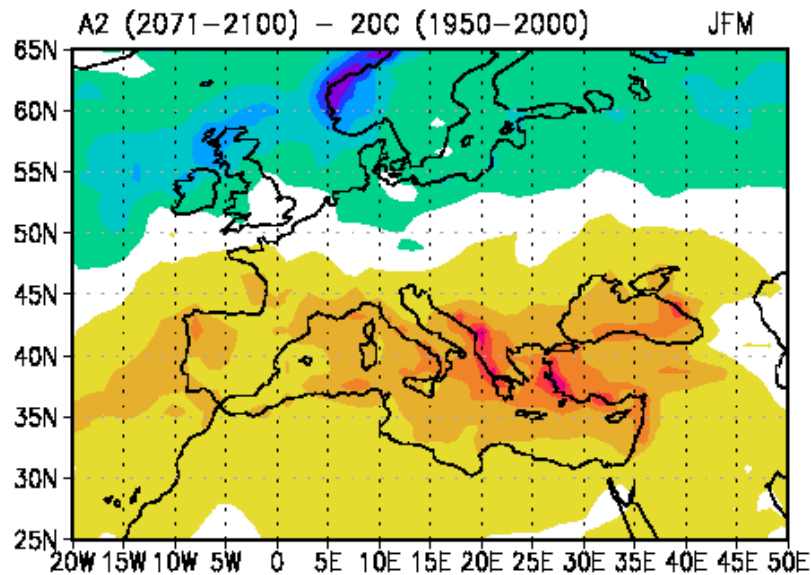
Dati CEMCC
(cort. A. Navarra)



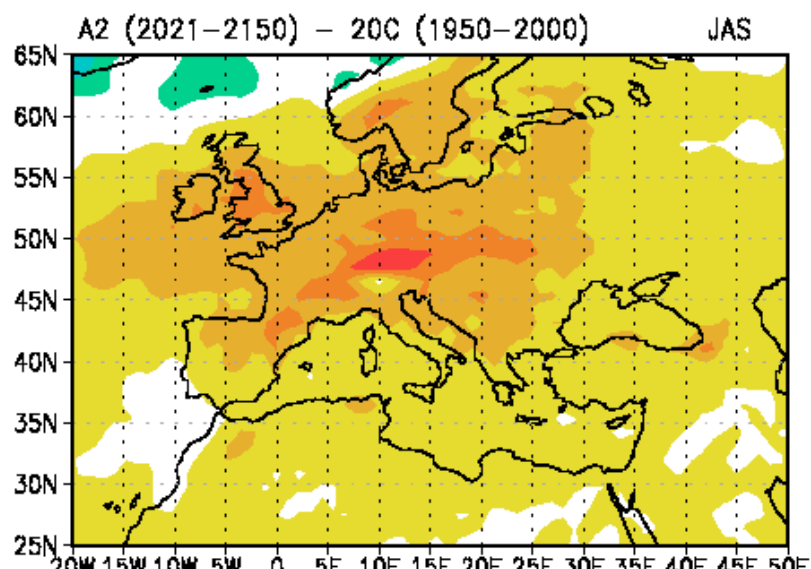
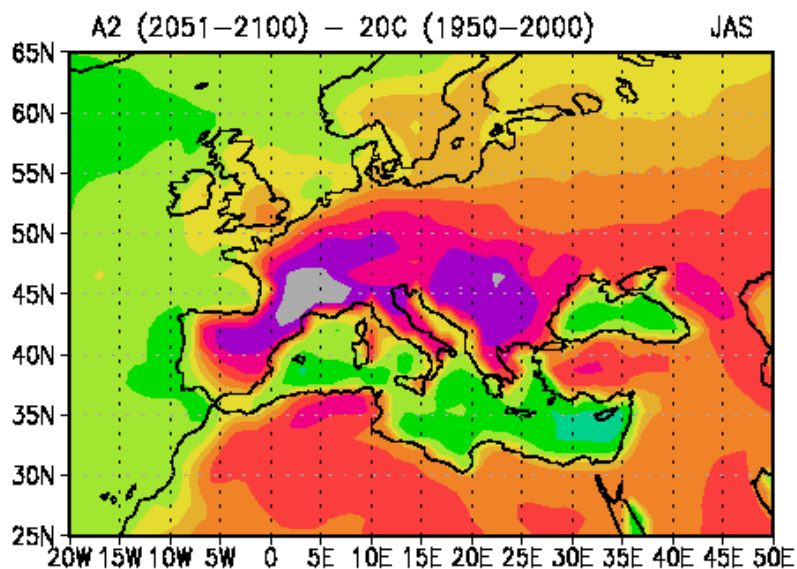
INV



EST



mm/day

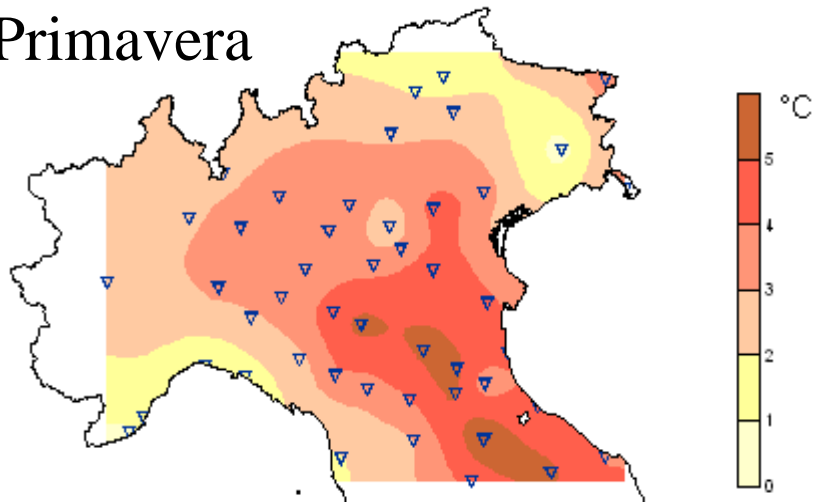


Scenari di cambiamento nell'Italia settentrionale e in Emilia-Romagna

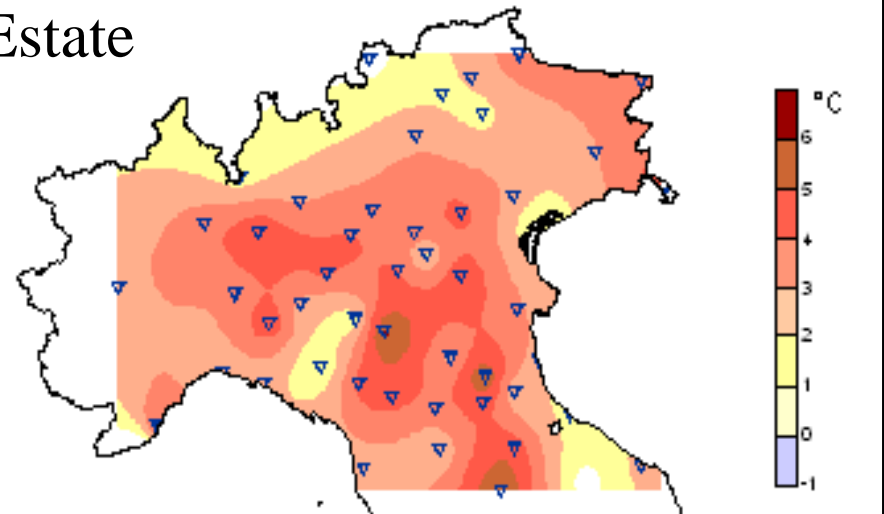
**Proiezioni dello UK Met-Office
regionalizzate da Arpa-Sim**

Proiezioni di cambiamenti climatici nel N-Italia Scenario A2 (2071:2100)-(1961:1990)

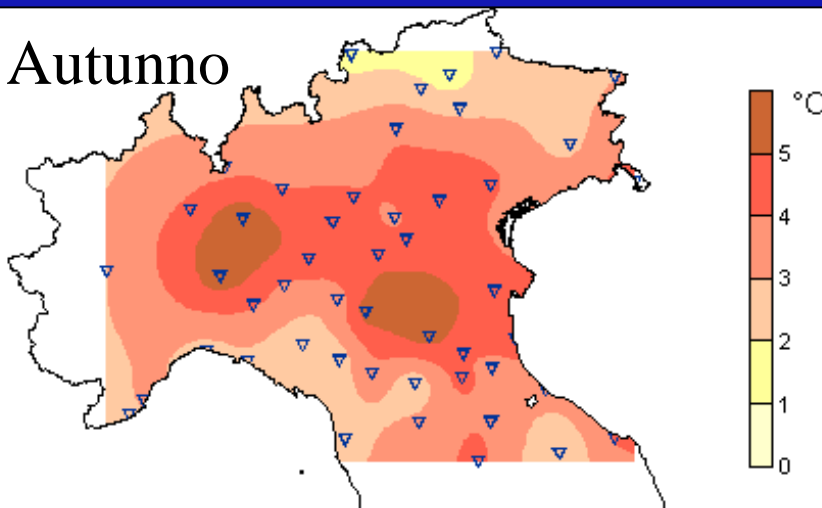
Primavera



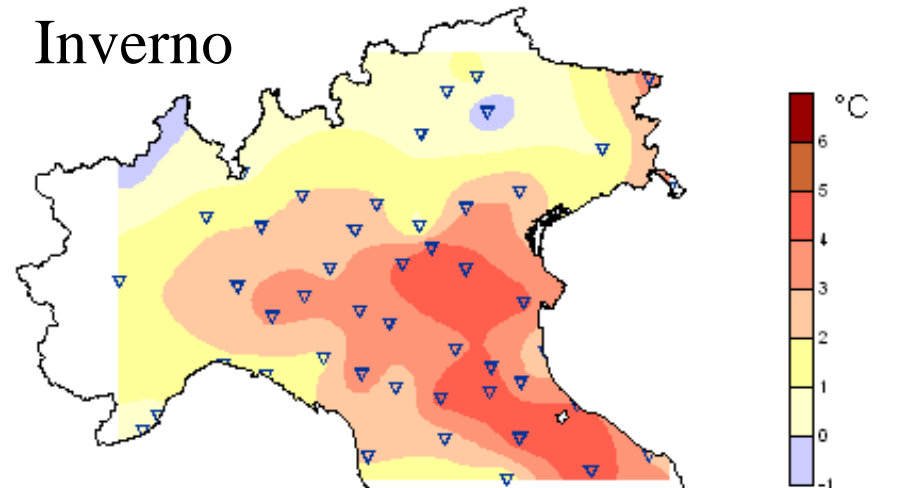
Estate



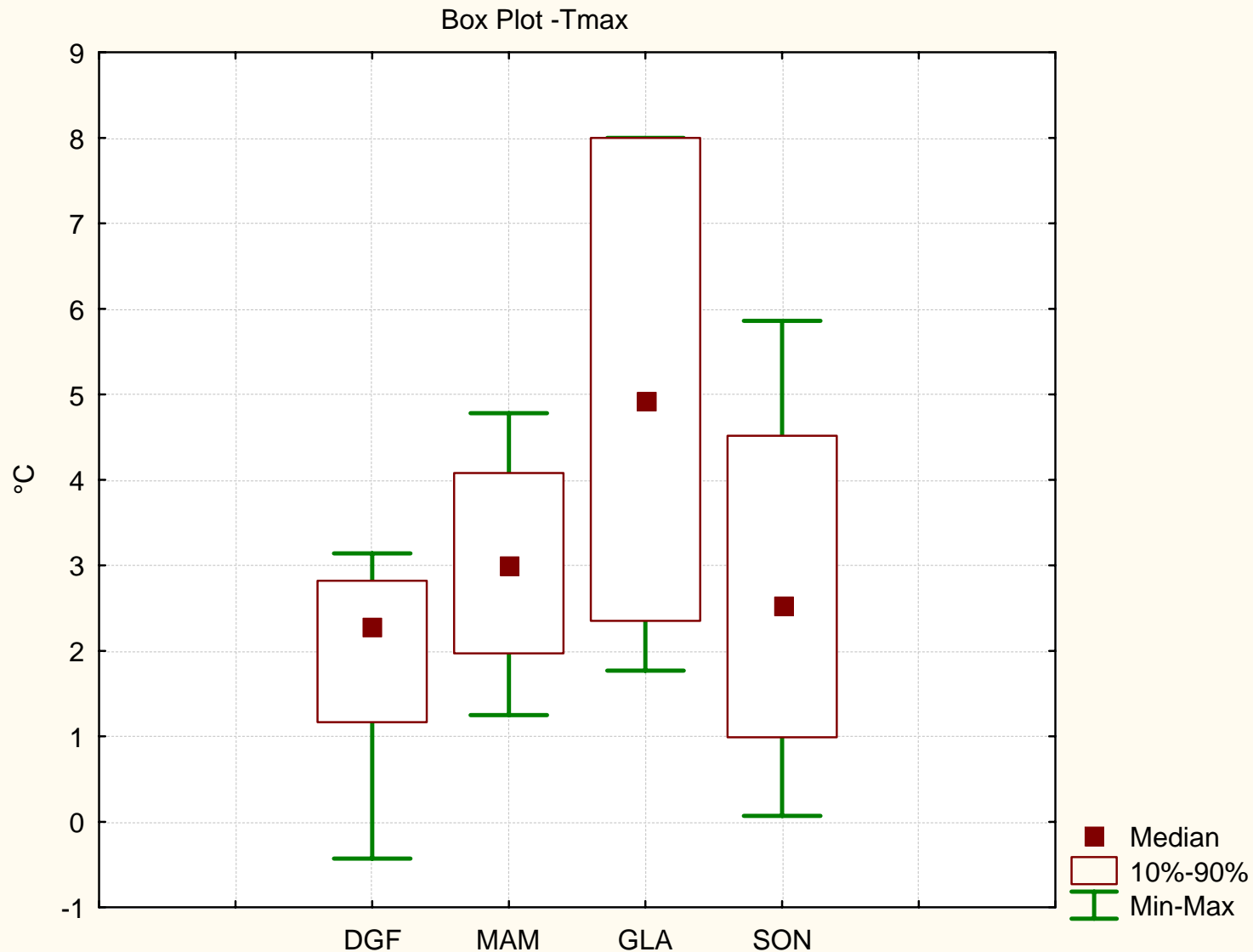
Autunno



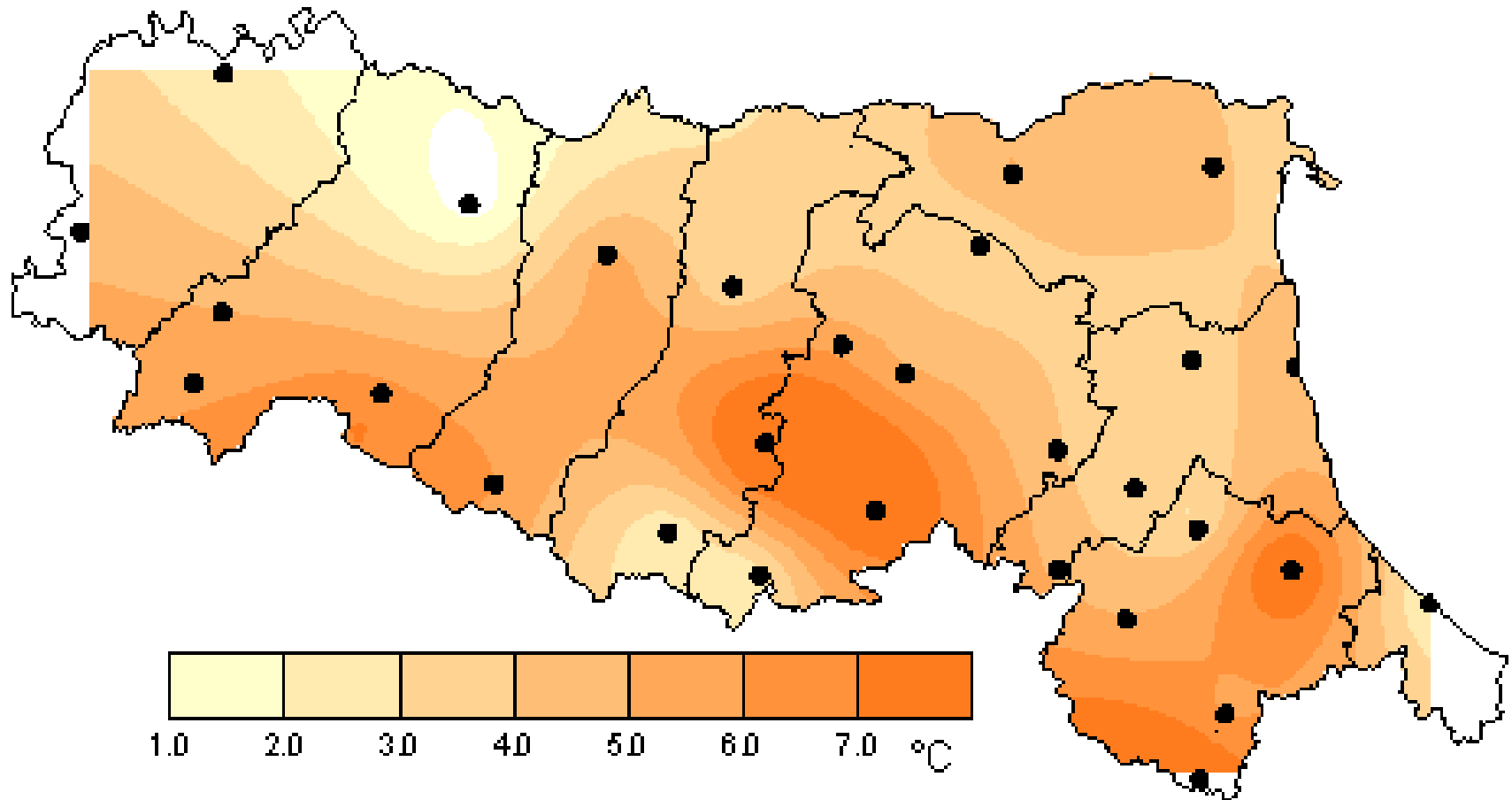
Inverno



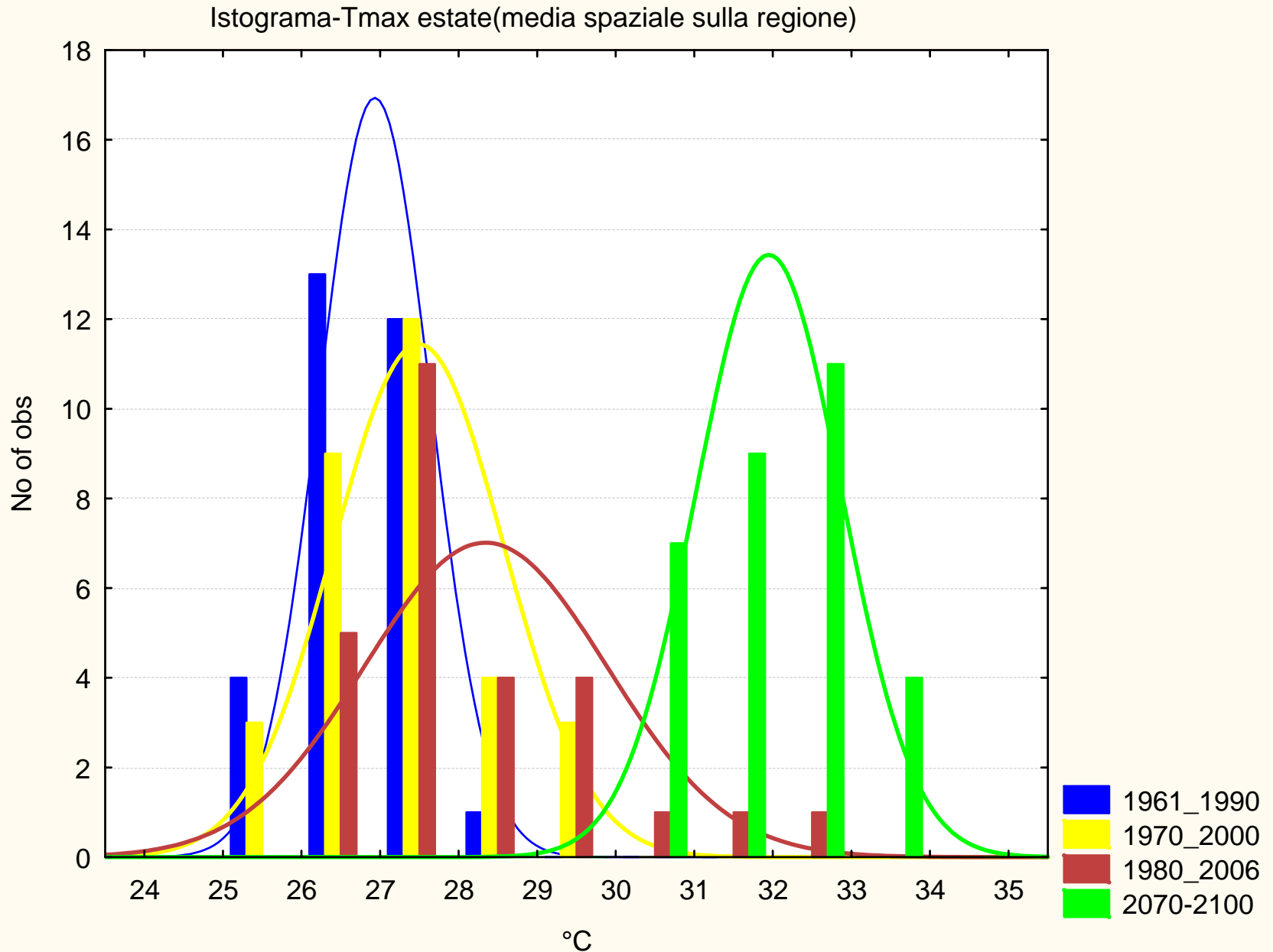
Emilia-Romagna: Cambiamenti climatici in temperatura (°C) (2070-2100 - 1960-1990)



Emilia-Romagna: Cambiamenti climatici in temperatura (°C) (2070-2100 - 1960-1990)



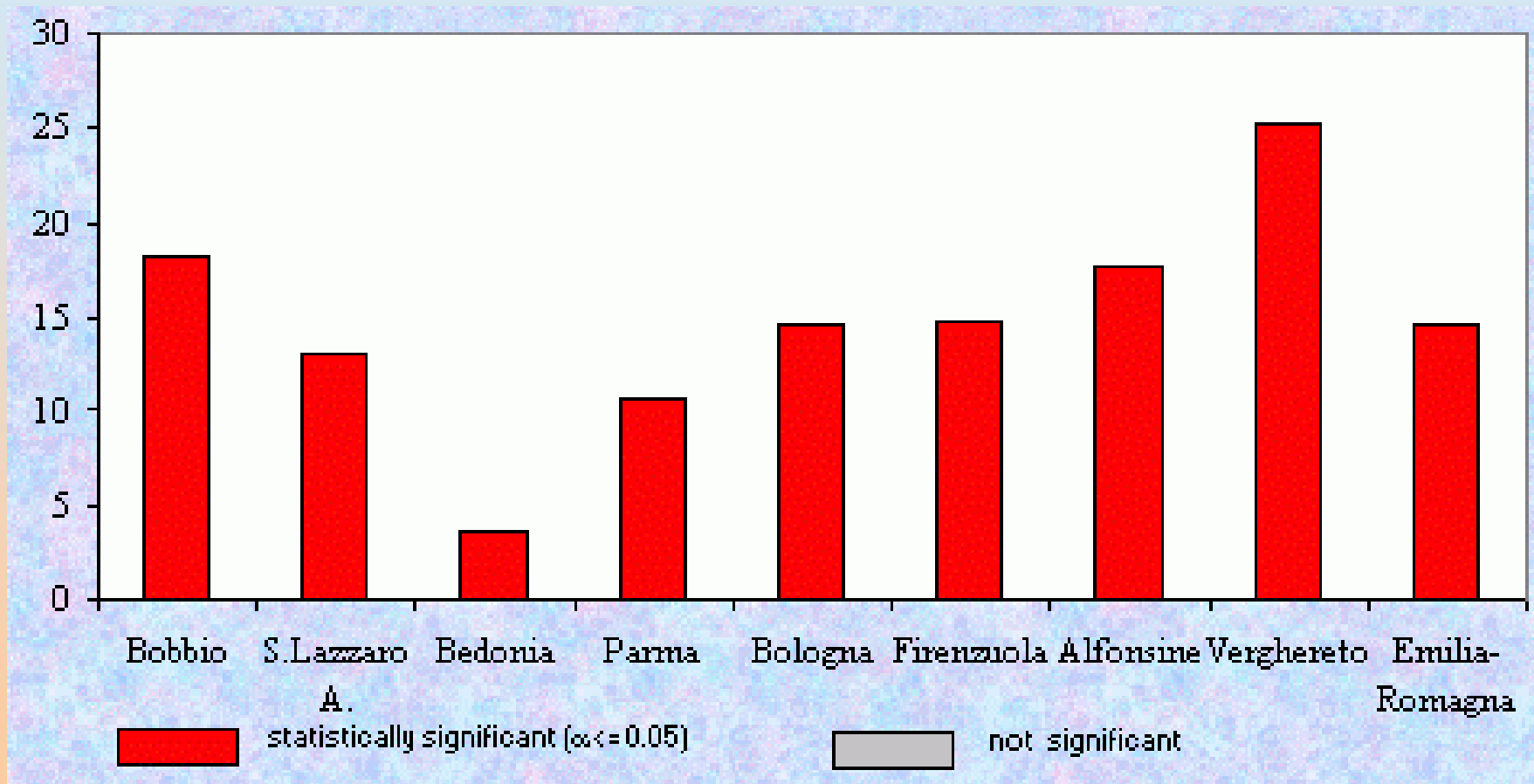
Estate... presente e futuro



Impatto del cambiamento climatico sul numero degli eventi di ondate di calore

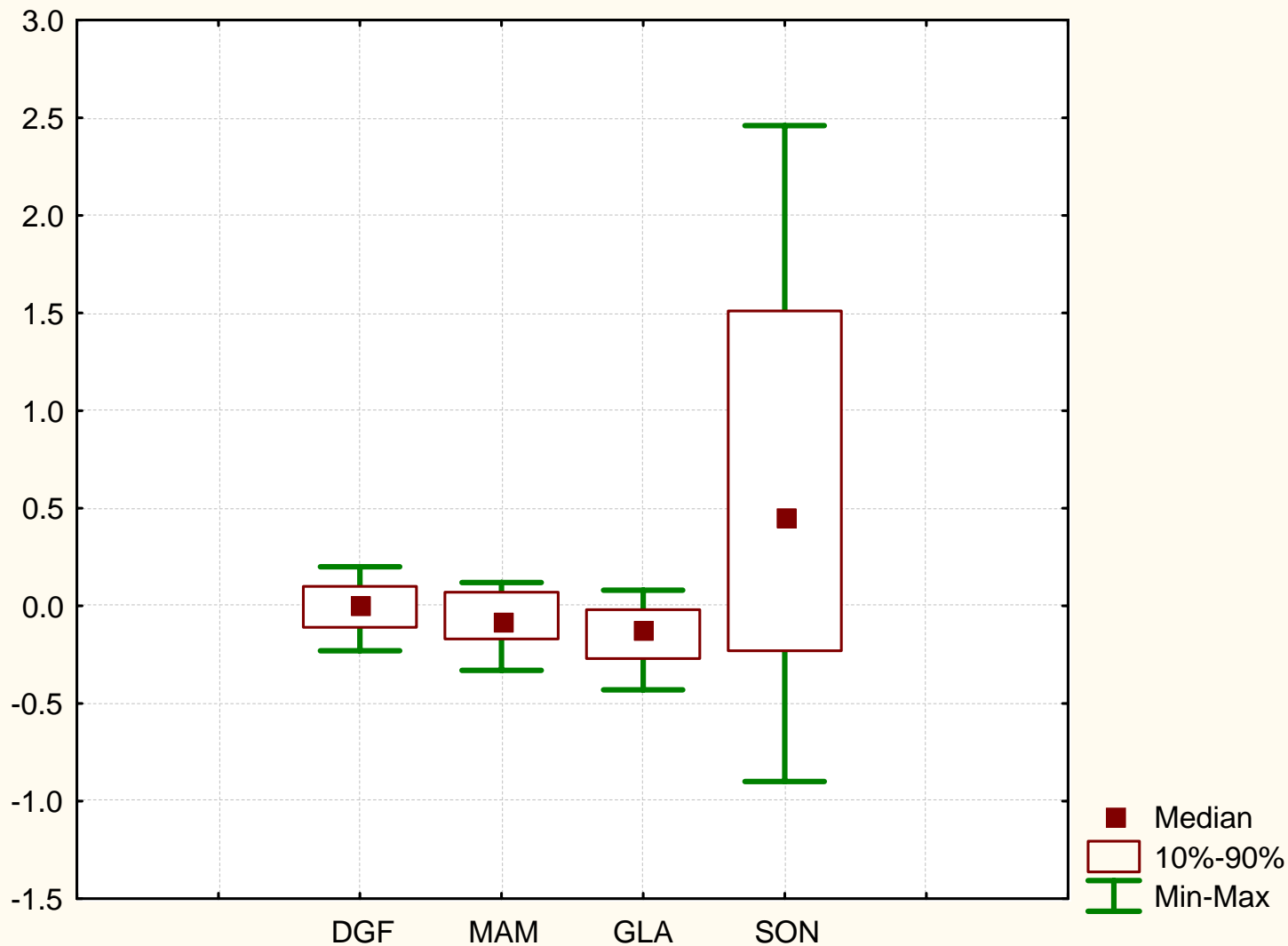
Evento: almeno 5 giorni consecutivi con $T_{max} > 90^{\circ}$ percentile

Asse y: Variazione del n. di eventi in Estate tra il trentennio 2071-2100 e il trentennio climatico di riferimento 1961-1990



Emilia-Romagna: Cambiamenti climatici in precipitazione (mm) (2070-2100 - 1960-1990)

Box Plot -Precipitazione media giornaliera



Le previsioni climatiche basate sui modelli aumentano continuamente la loro affidabilità e ci anticipano una visione del secolo che abbiamo di fronte che parla di trend simili a quelli attuali anche durante i prossimi decenni (fino a fine secolo): assieme ad azioni di mitigazione, l'adattamento sarà quindi indispensabile (e forse siamo già in ritardo)

Grazie per l'attenzione