

Il cambiamento climatico in Emilia-Romagna: qualche opzione di adattamento?

Stefano Tibaldi, Carlo Cacciamani e
collaboratori

Servizio IdroMeteorologico
dell'ARPA Emilia-Romagna

Reggio Emilia, 18 marzo 2008

Schema della presentazione

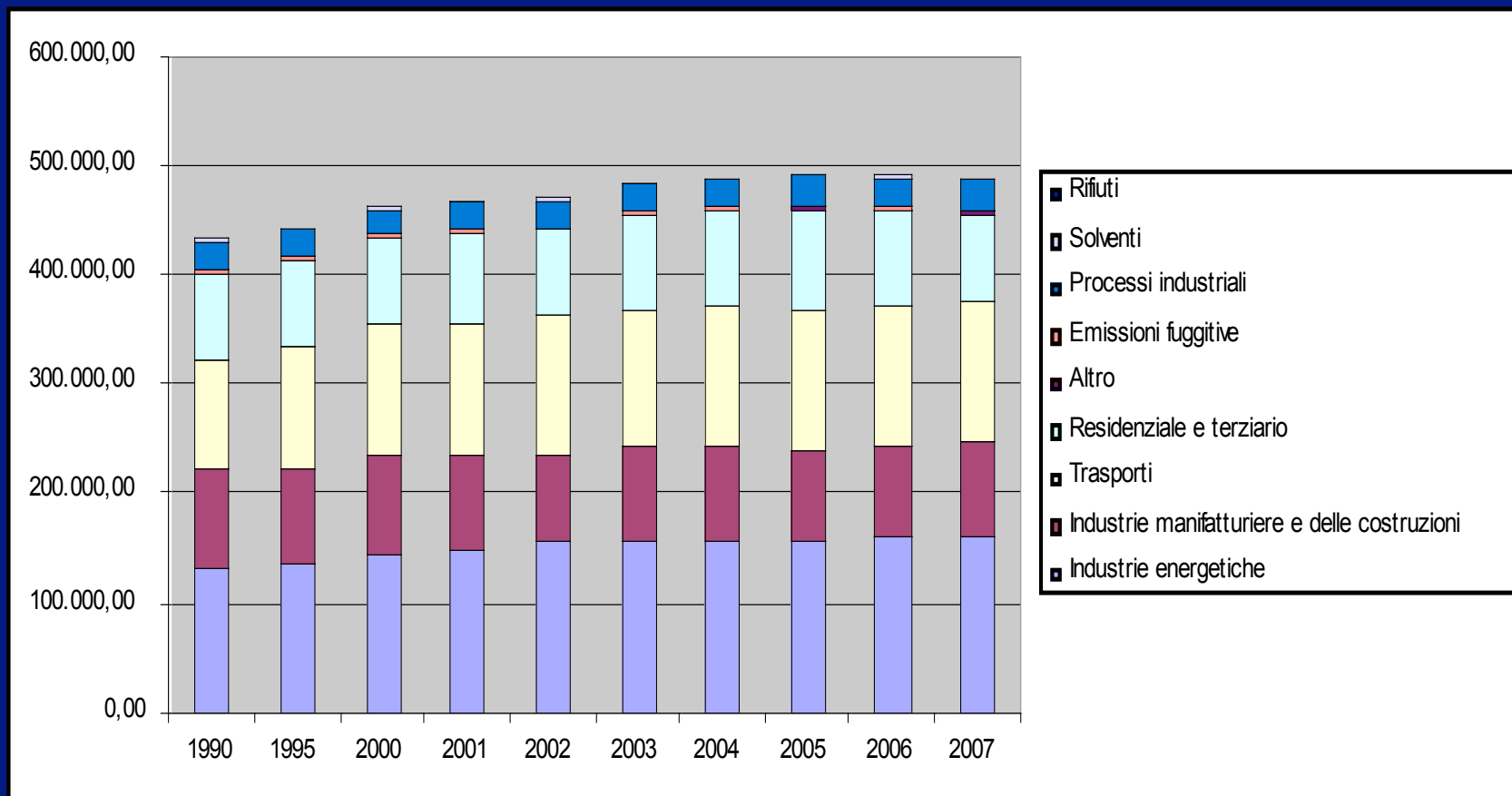
- I trend in atto: Mediterraneo, Italia, Nord-Italia, Emilia-Romagna
- Qualche anticipazione sul futuro (prevedibile?) alla scala locale
- Estremi e impatti: qualche dato e qualche proiezione
- Qualche opzione di adattamento?



APAT

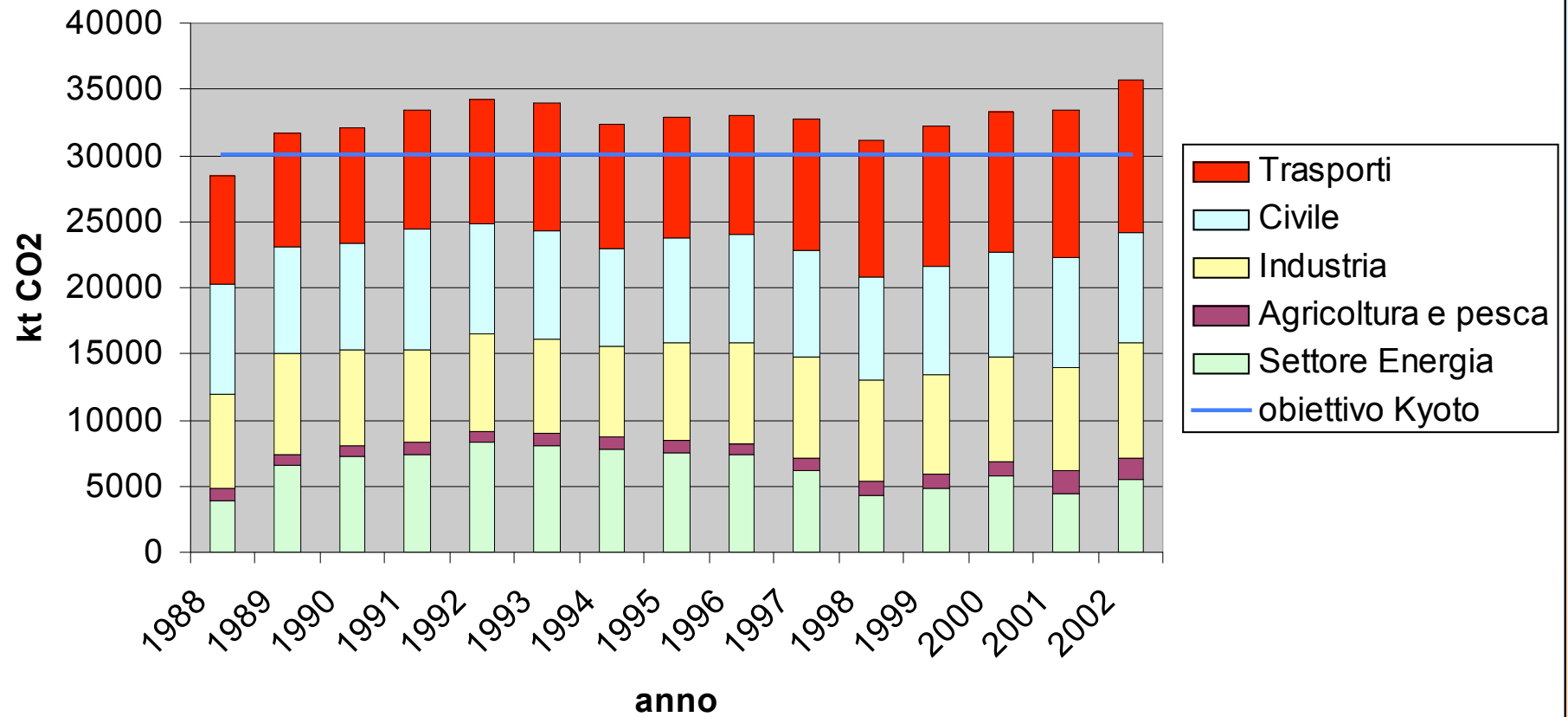
Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

Trend delle emissioni di CO₂

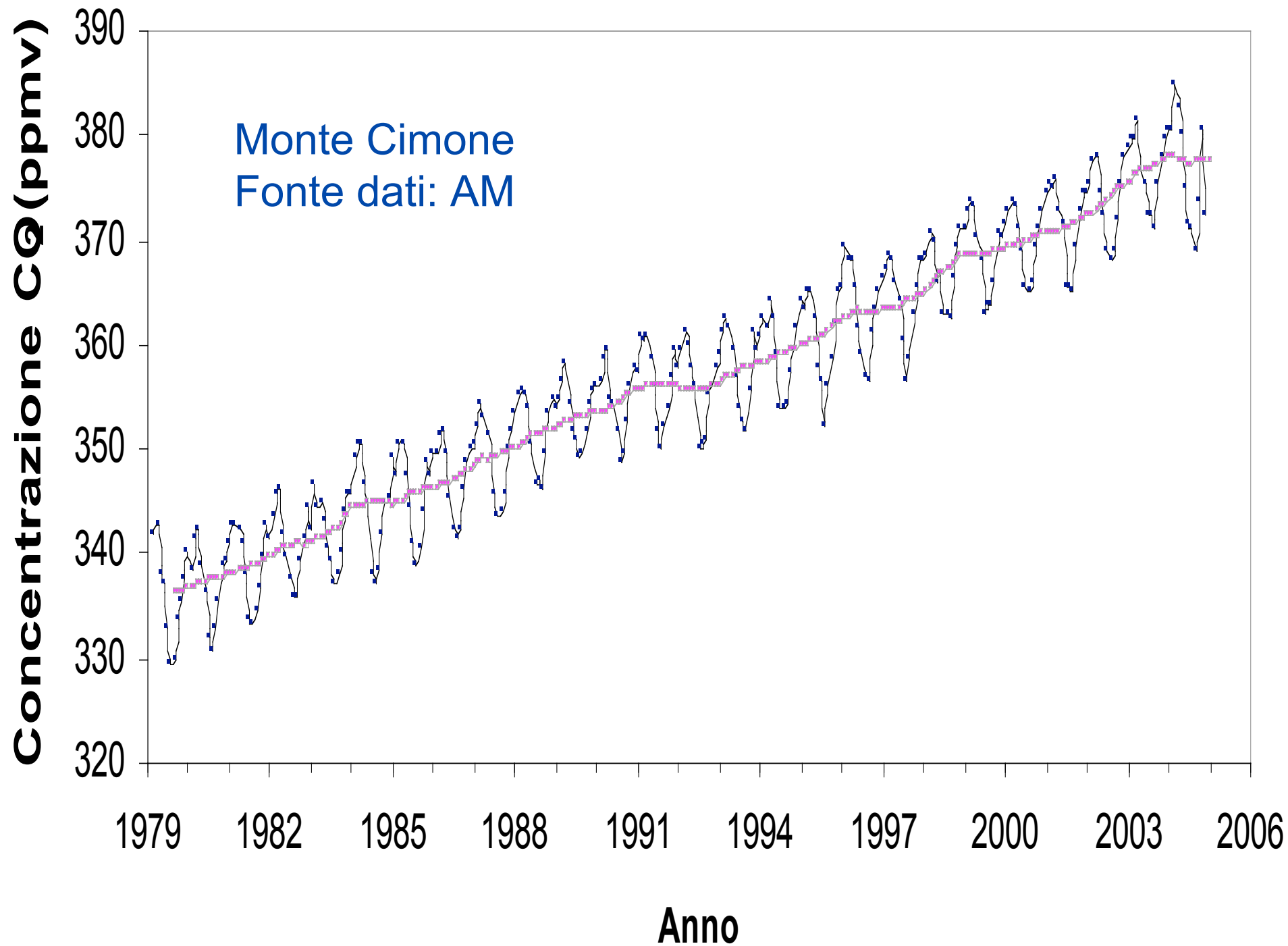


A partire dal 2006, le emissioni di CO₂ si stanno riducendo, invertendo così un trend di aumento che durava dal 1997

RER - Trend emissioni annuali CO2 (1988-2002)

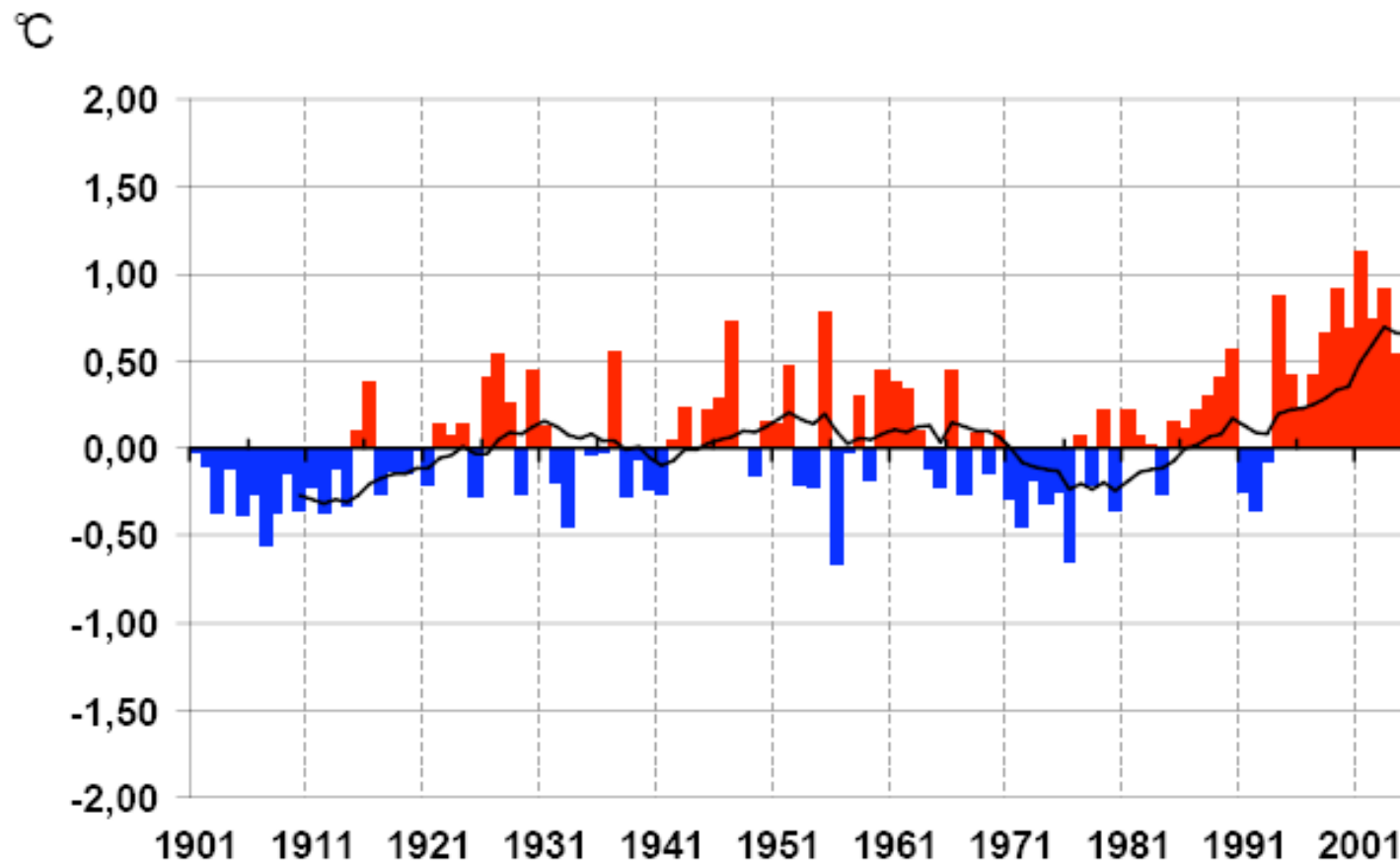


Fonte: elaborazioni Arpa Emilia-Romagna su dati Enea
S.I.E.R. - Sistema Informativo Energetico Regionale



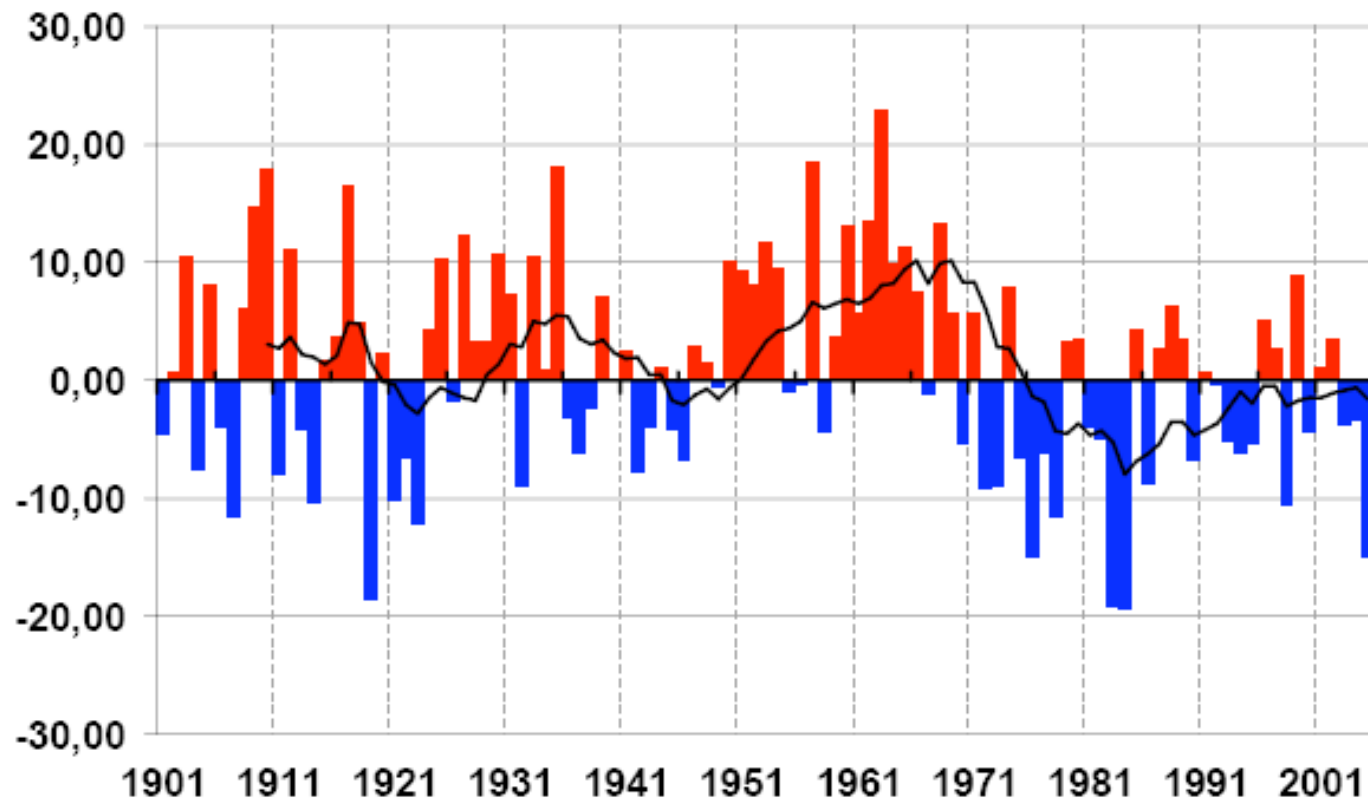
**I TREND IN ATTO:
IL MEDITERRANEO
E L'ITALIA**

Mean temperature over the Mediterranean domain (GHCN NCDC dataset)



Mean Summer precipitation over the western Mediterranean domain (GHCN NCDC dataset)

mm/month

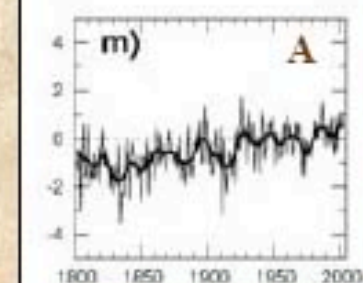
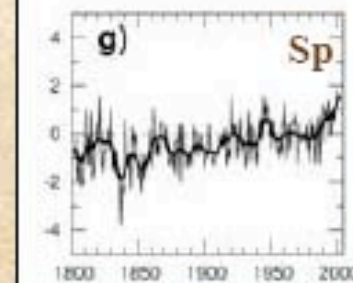
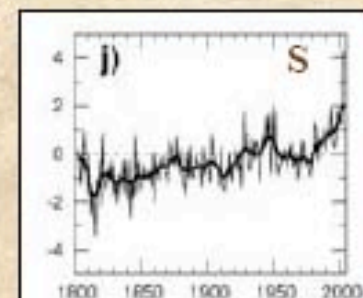
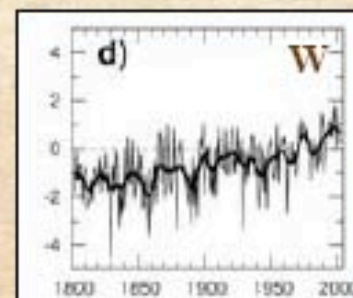
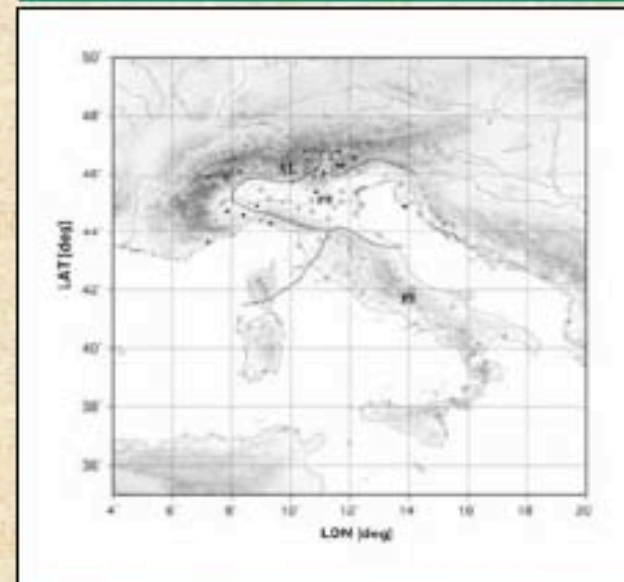
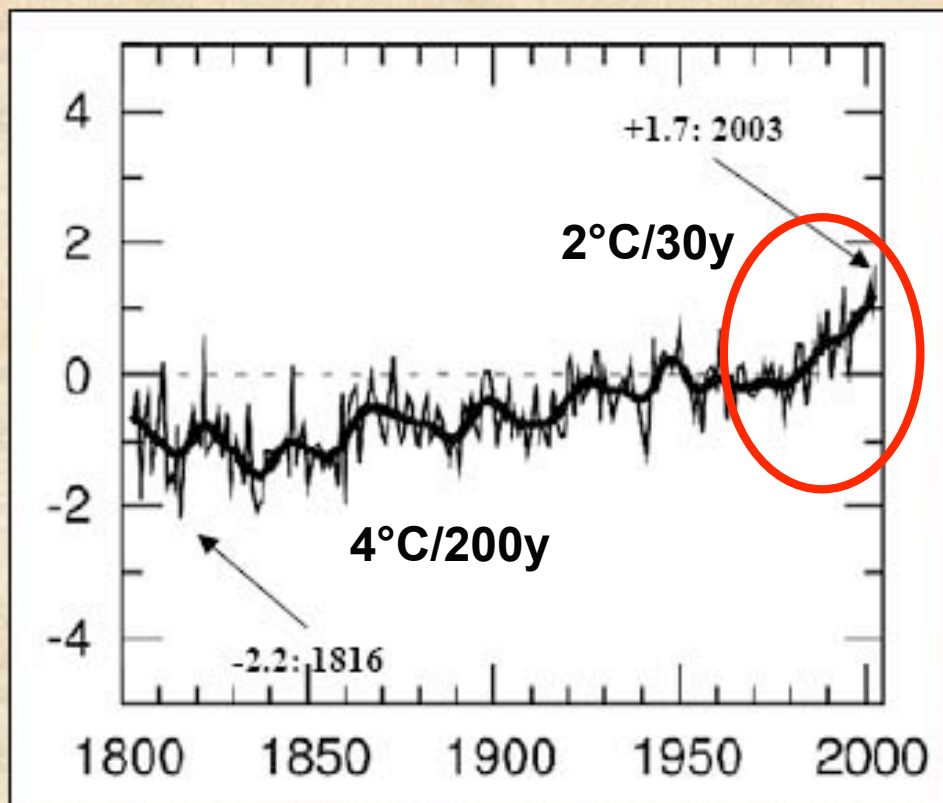


Alcuni risultati: le temperature

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.*

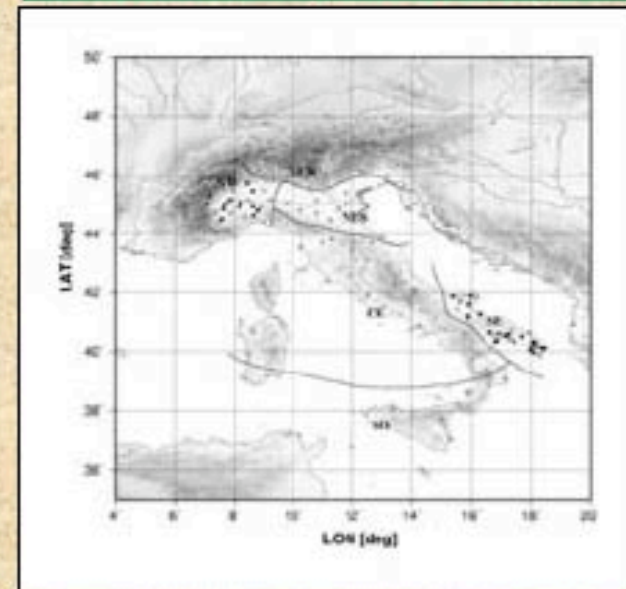
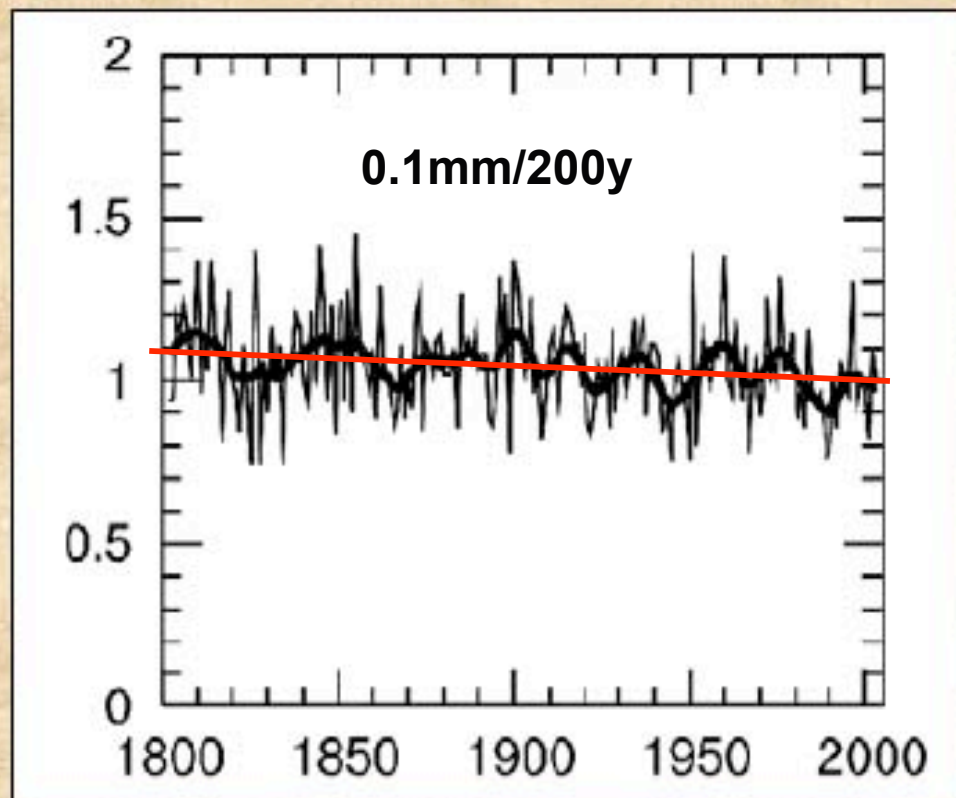
Int. J. Climatol. (submitted)

Alcuni risultati: le precipitazioni

REGIONALIZZAZIONE

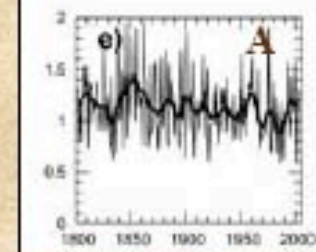
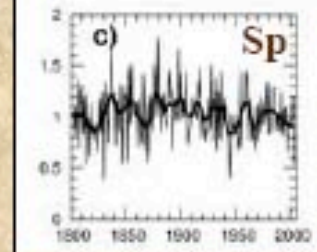
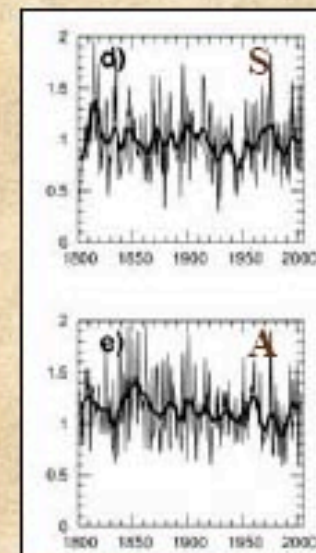
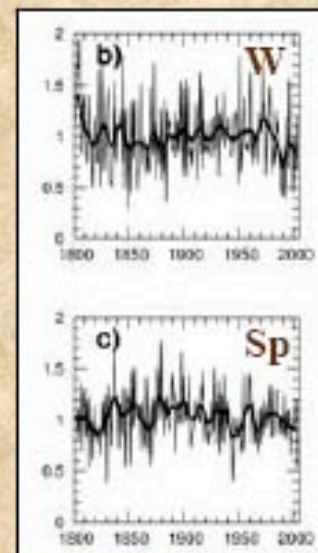
(Principal Component Analysis)

ANDAMENTI ANNUALE E STAGIONALE

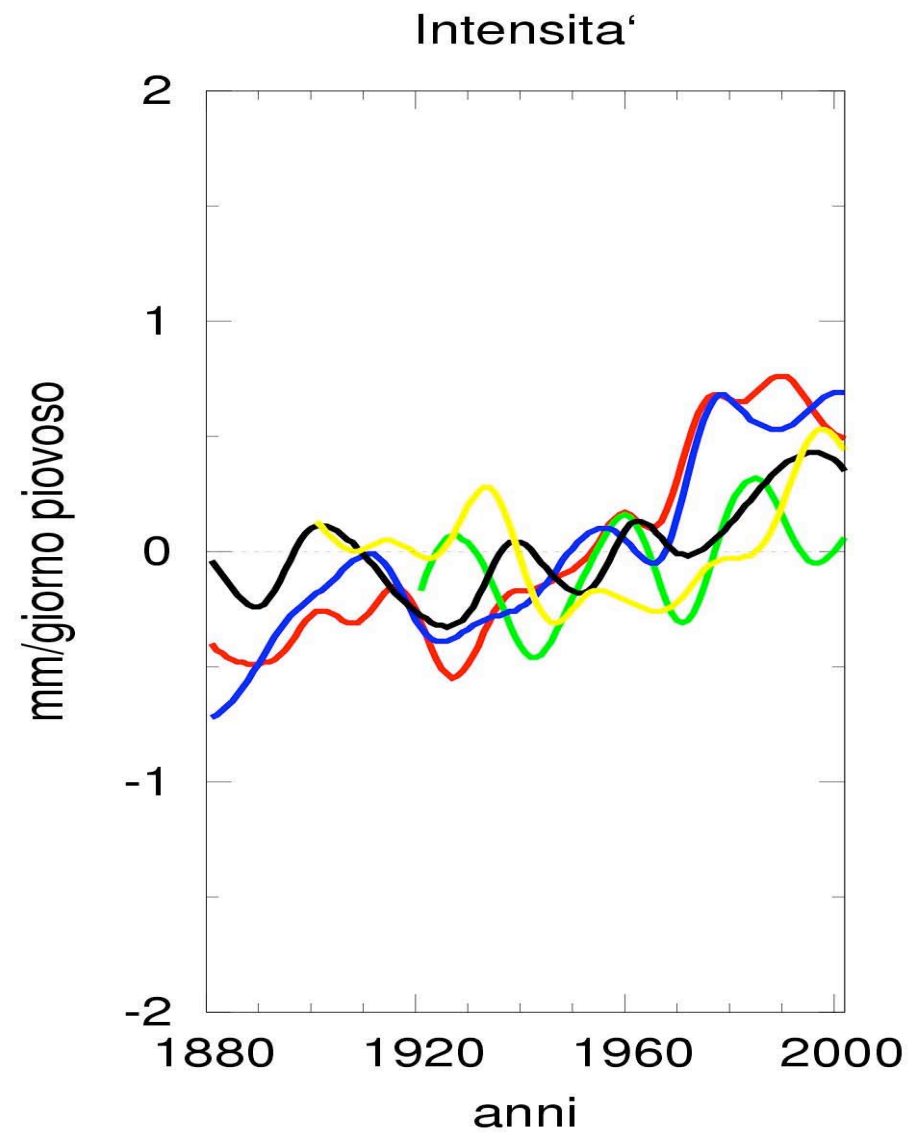
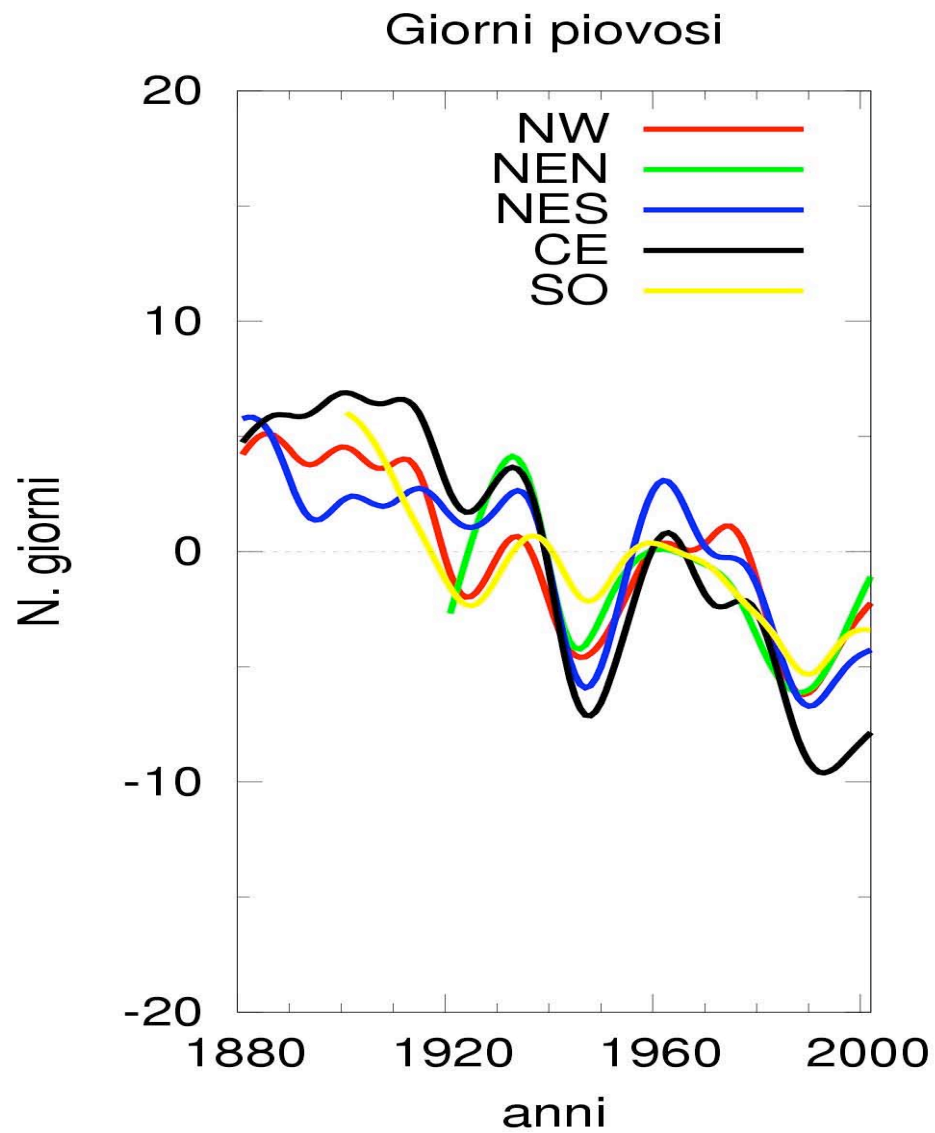


Brunetti M, Maugeri M, Monti F, Nanni T. 2005. *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series.*

Int. J. Climatol. (submitted)

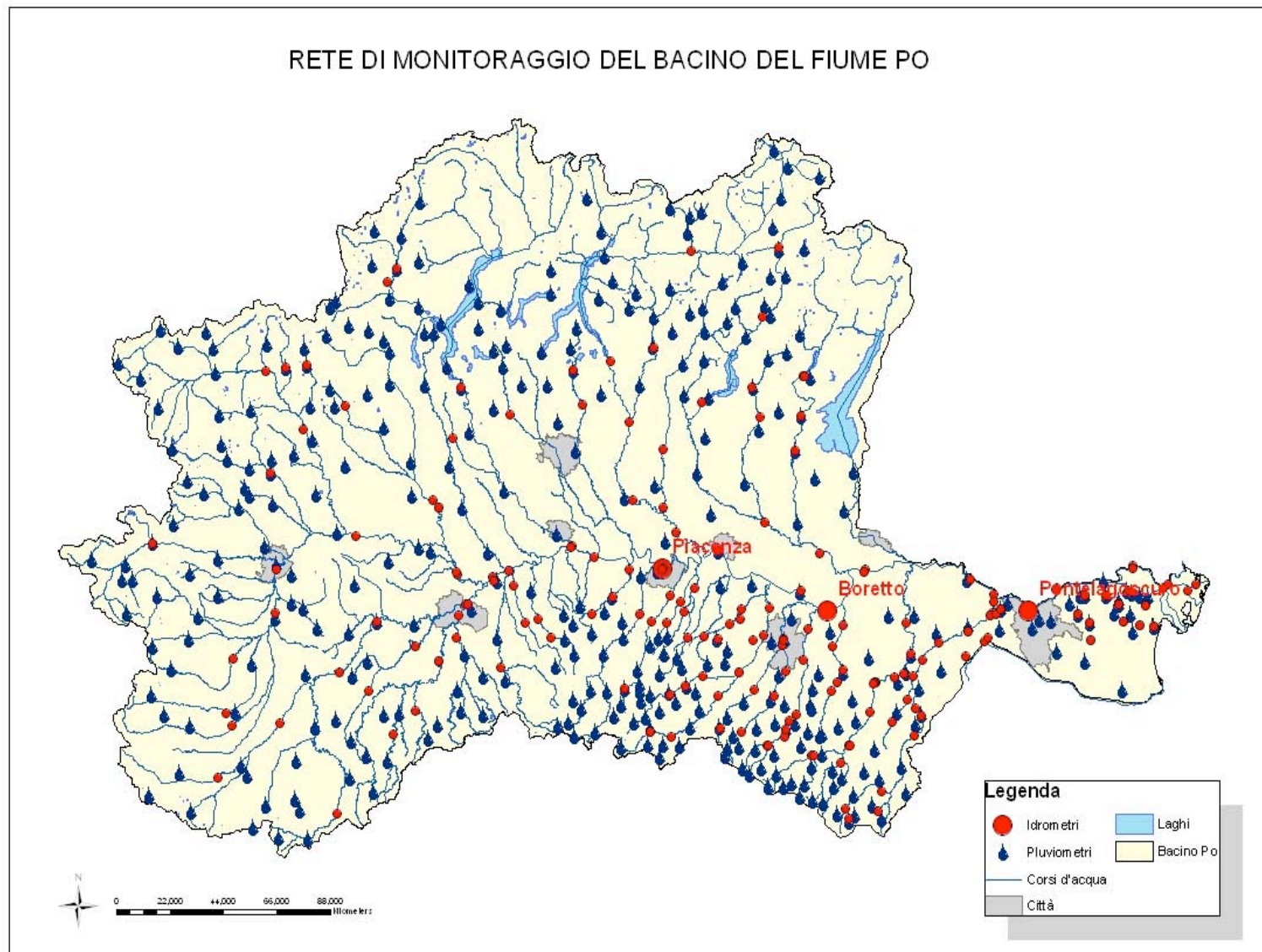


Dati CNR: la tropicalizzazione dei regimi pluviometrici in Italia

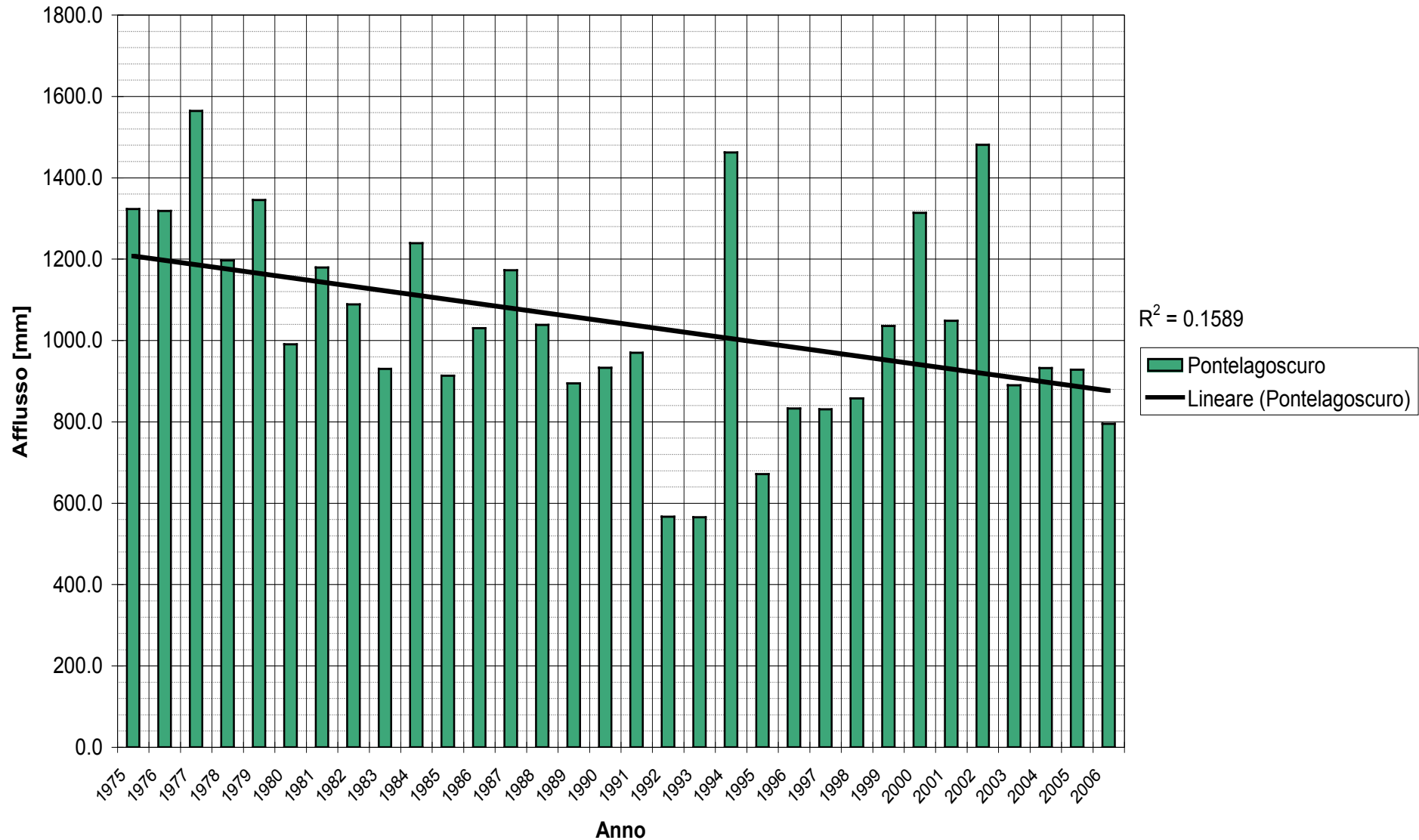


**ZOOM SUL
NORD ITALIA E SUL
BACINO DEL PO**

RETE DI MONITORAGGIO DEL BACINO DEL FIUME PO



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

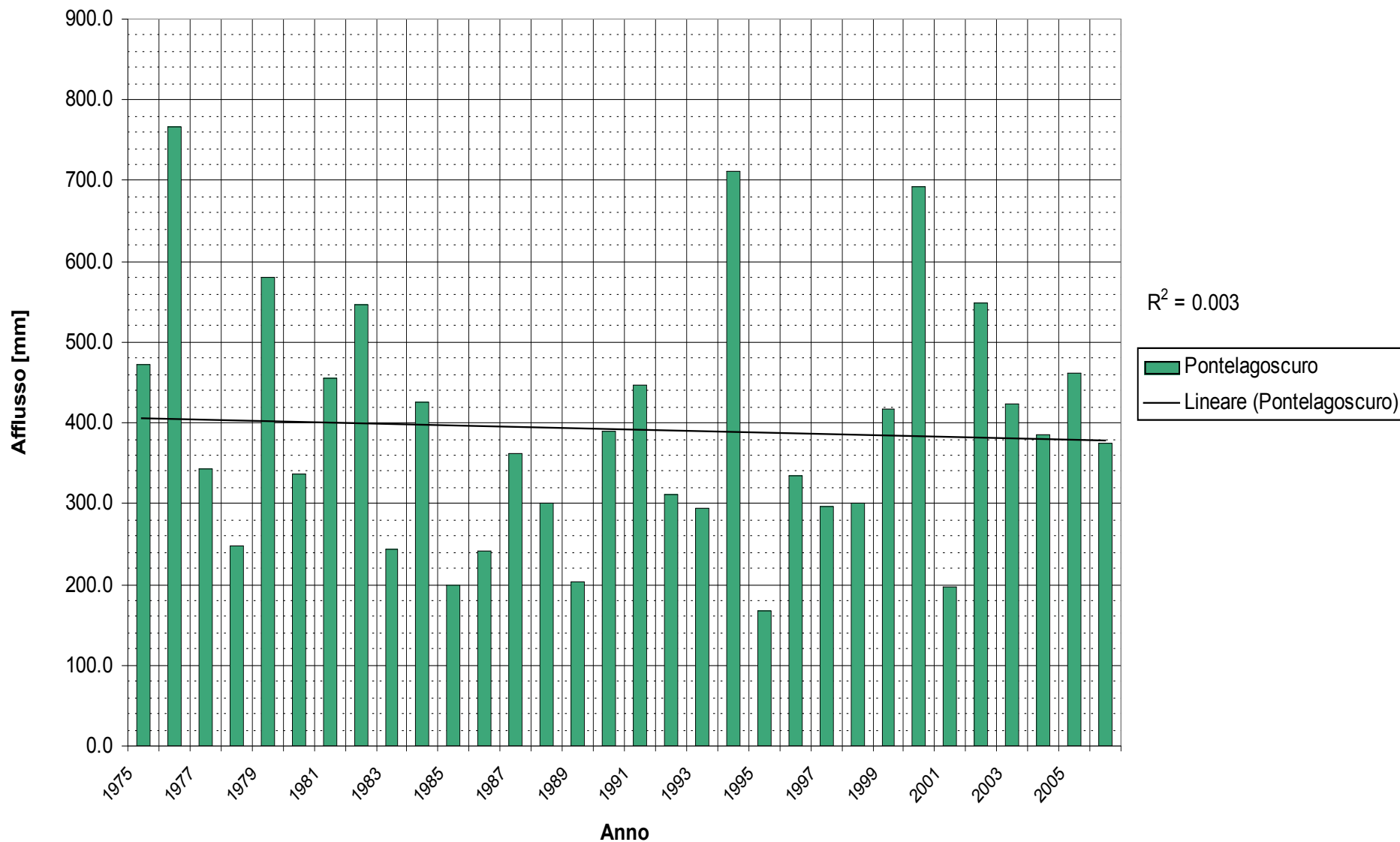


PIOGGIA MEDIA GENNAIO-AGOSTO

riduzione ancora maggiore (35%)



PIOGGIA MEDIA SETTEMBRE DICEMBRE: NIENTE RIDUZIONE E GRANDE VARIABILITA' INTERANNUALE



Precipitazioni nevose

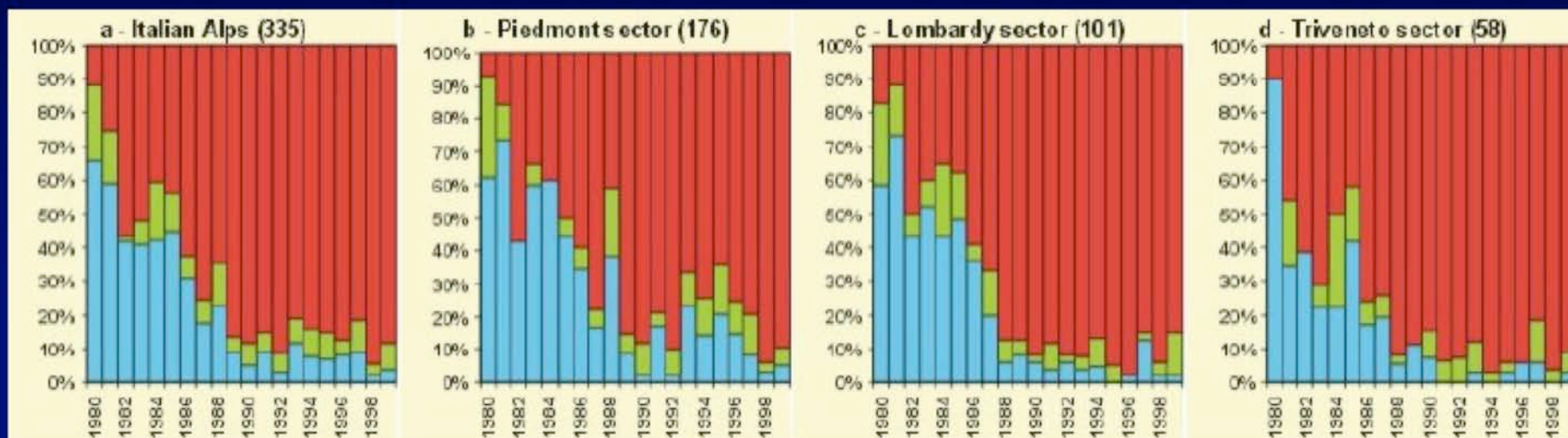


Madesimo: differenza dell'altezza media della neve tra gli anni 2000 e gli anni '70: - 38%

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



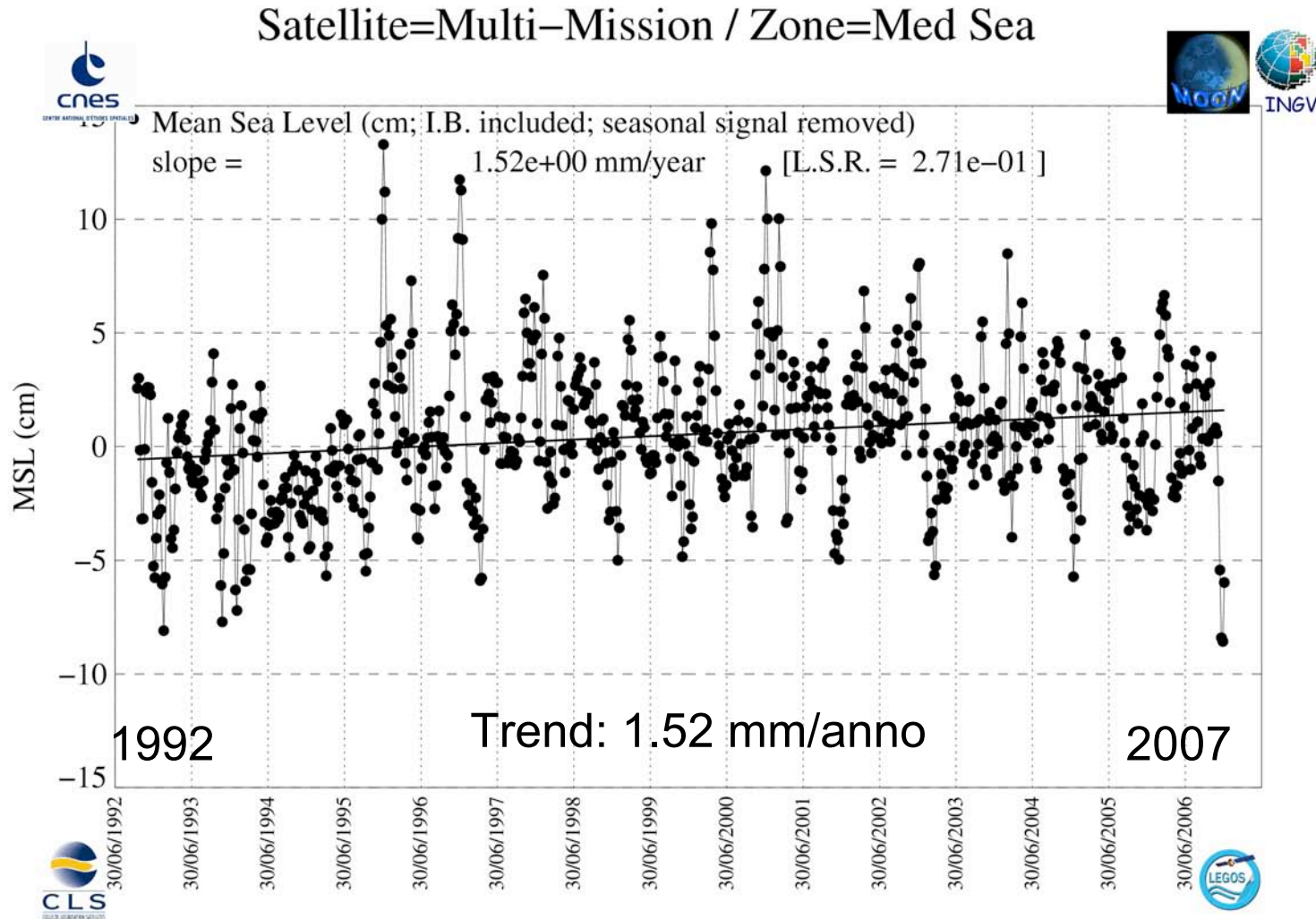
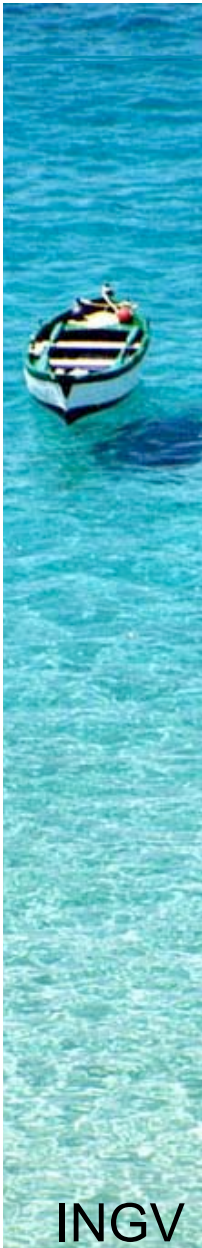
Variazione dei ghiacciai delle Alpi Italiane



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 alla
pianura padana e
all’Emilia-Romagna**

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

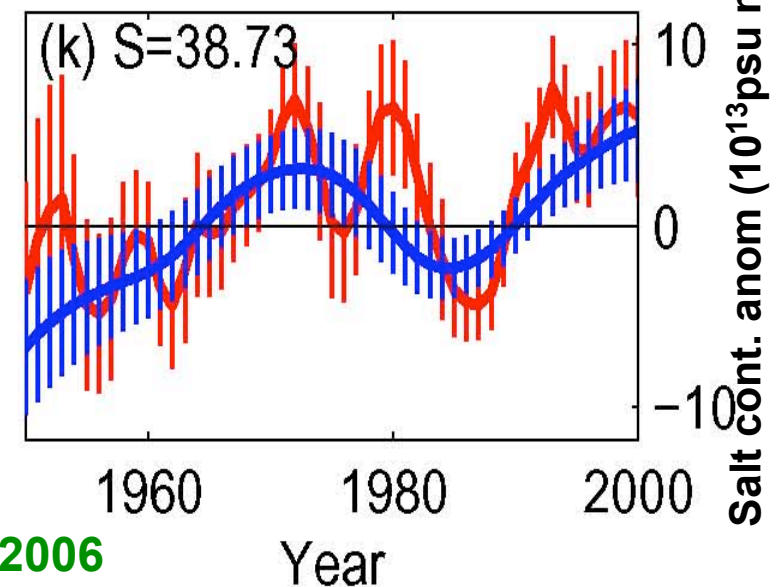
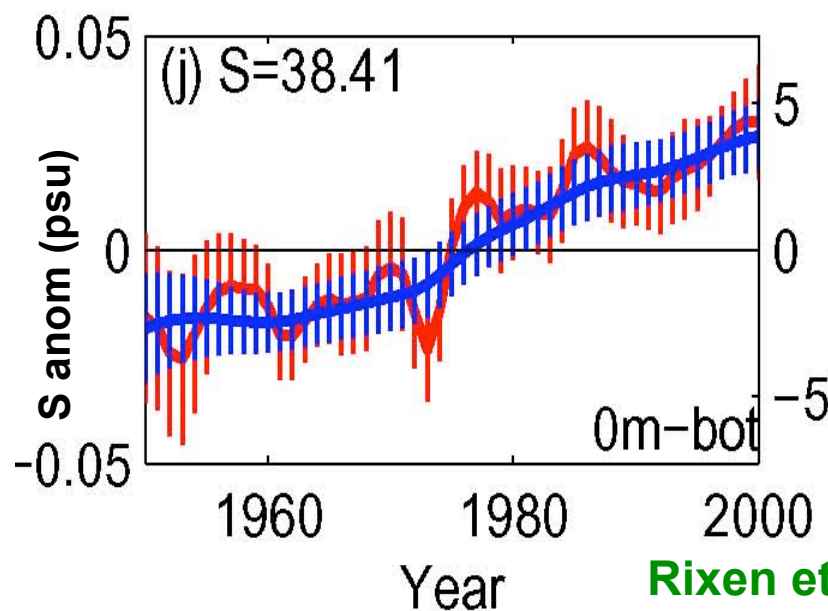
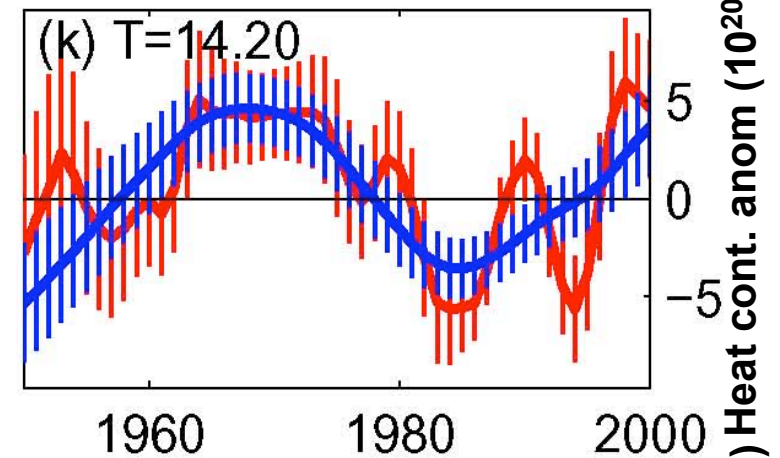
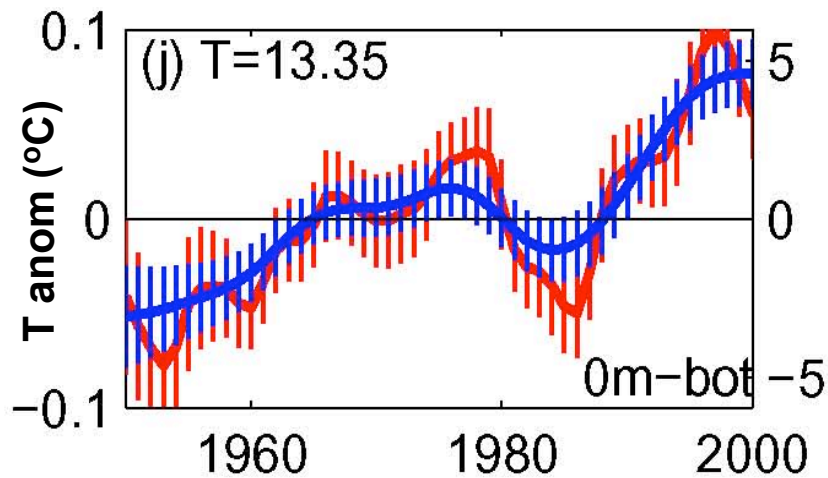


Temperatura e salinità nel Mediterraneo Occidentale e Orientale

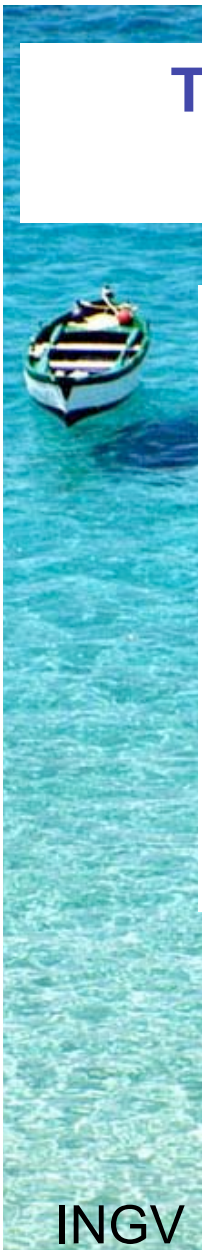
Comprehensive MedAtlas (2002) data set analysis

Western Med

Eastern Med

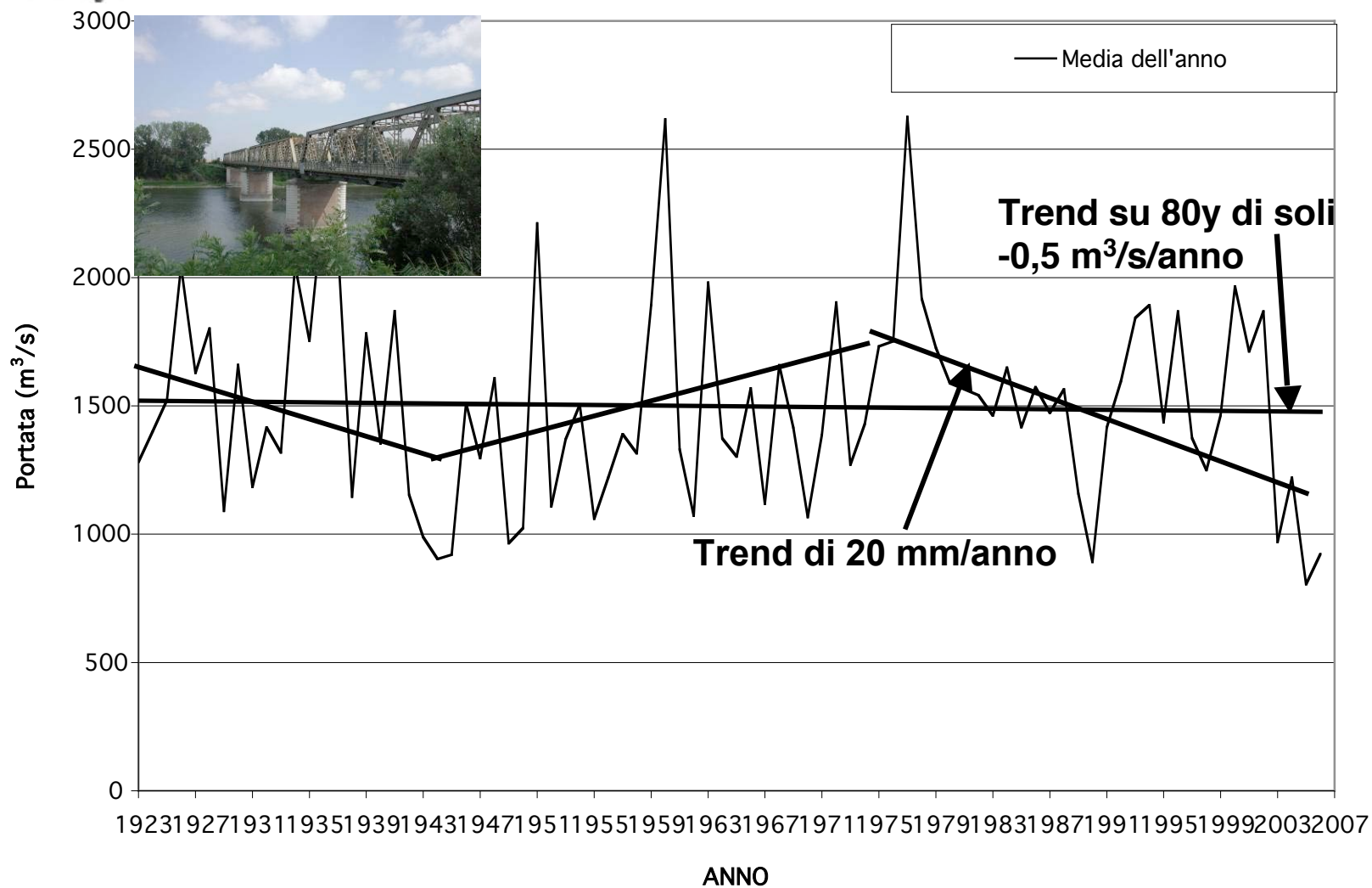


Rixen et al., 2006





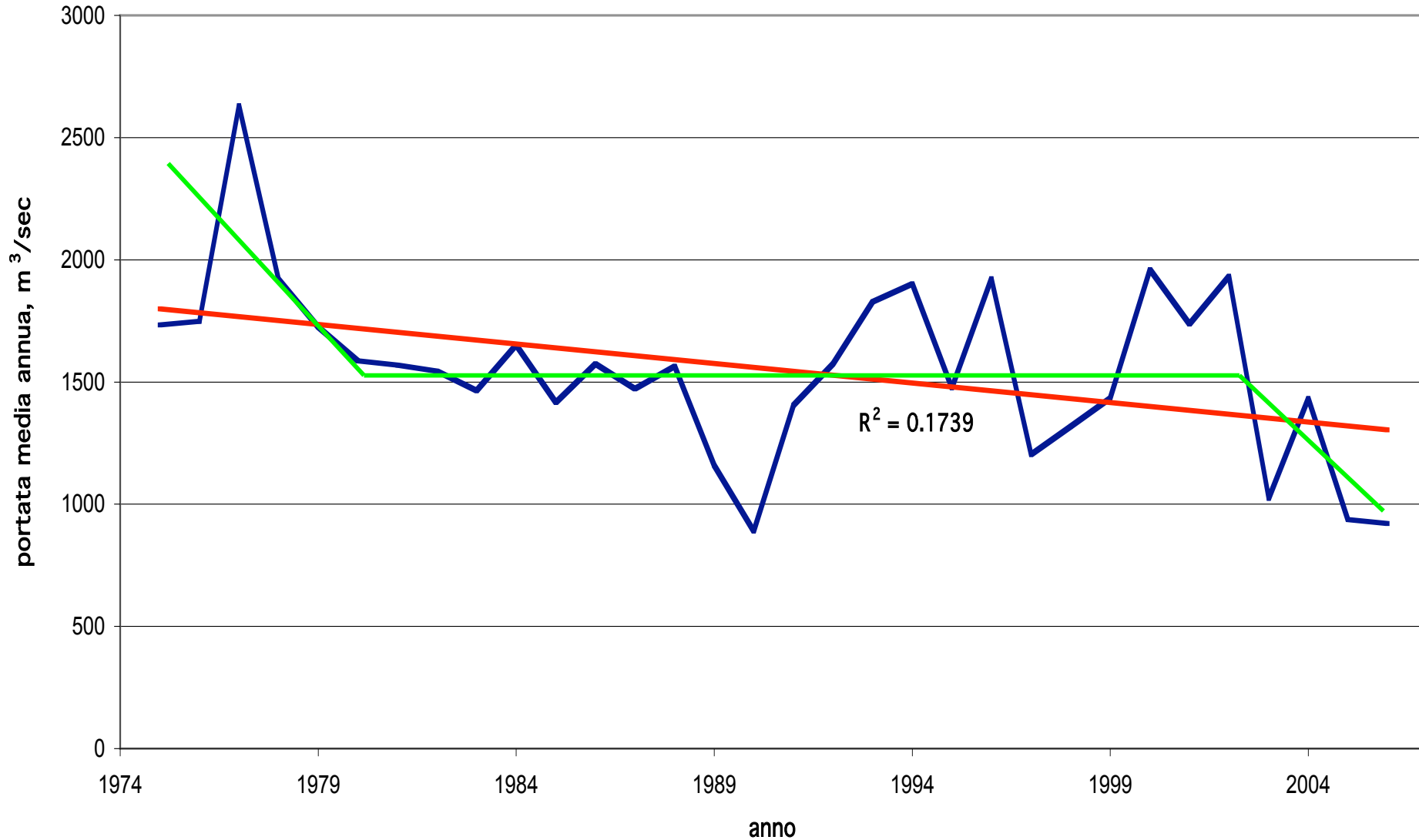
**ANDAMENTO DELLE PORTATE MEDIE ANNUALI
 FIUME PO A PONTELAGOSCURO (1923-2007)**



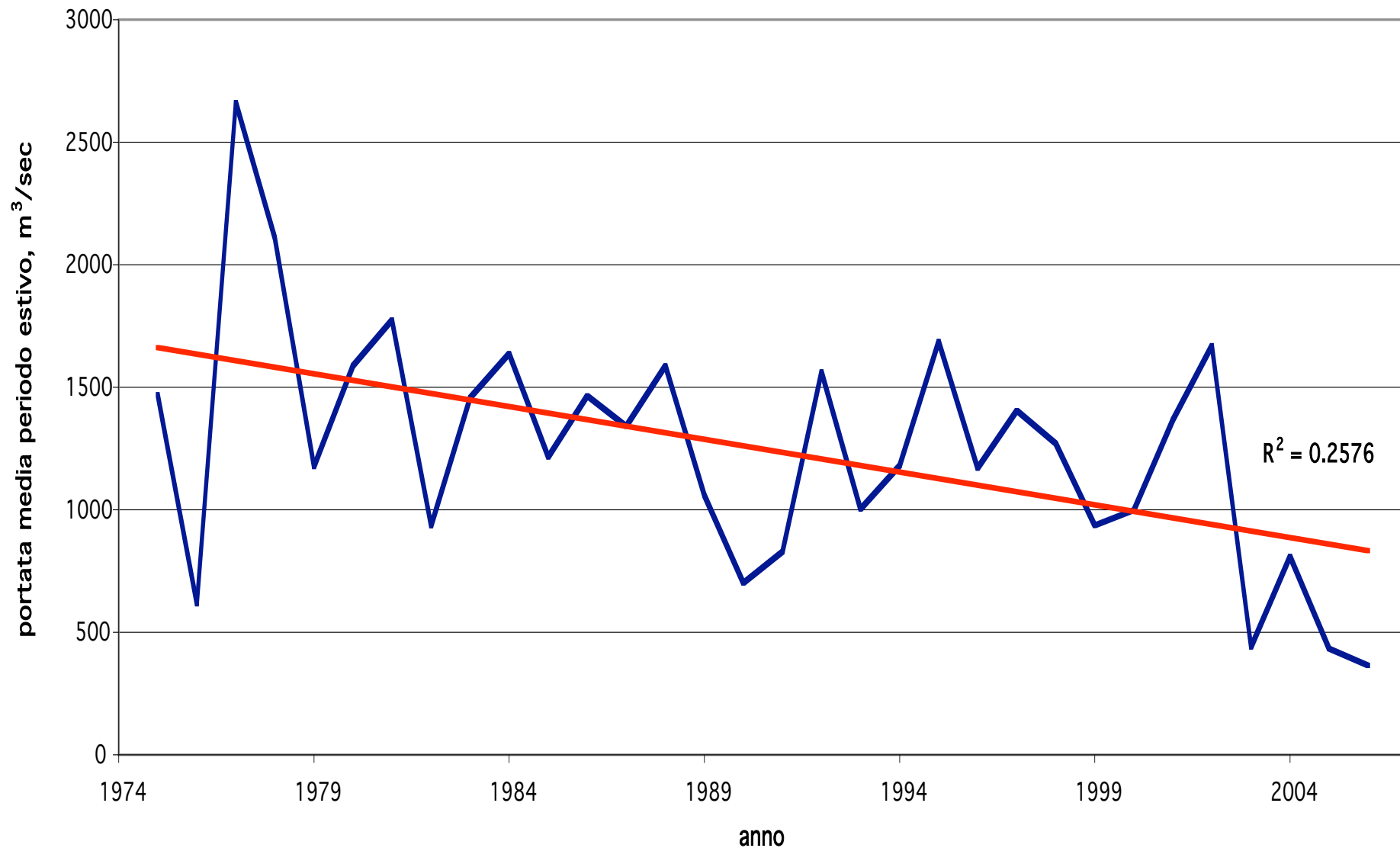
Si osservi la sequenza di anni particolarmente critici :2003, 2004, 2005, 2006 (+2007)

Portate medie annuali del Po a Pontelagoscuro 1975-2006

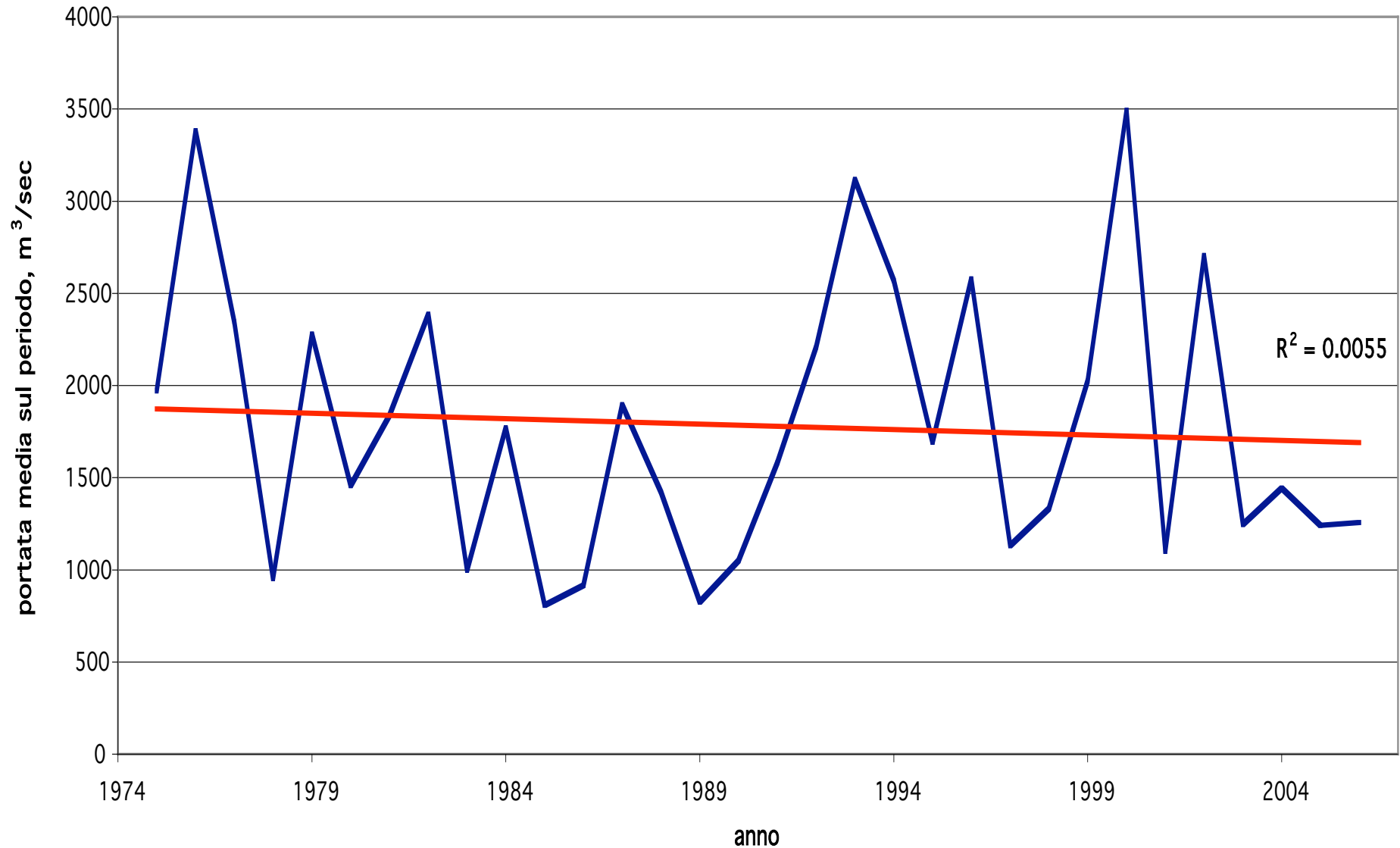
25-30% di riduzione



Portate medie solo periodo estivo a Pontelagoscuro riduzione del 40-45%

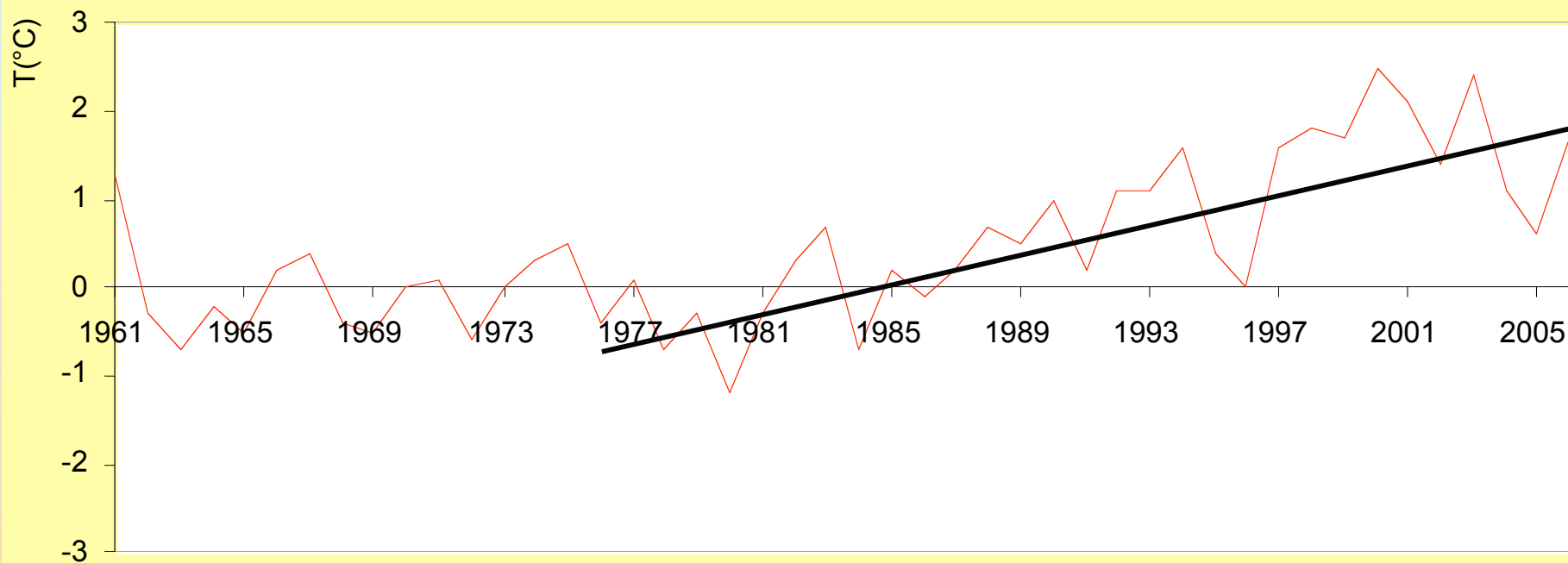


Portate medie settembre-dicembre a Pontelagoscuro: praticamente niente riduzione ma enorme variabilità



UN ULTERIORE ZOOM SULL'EMILIA-ROMAGNA

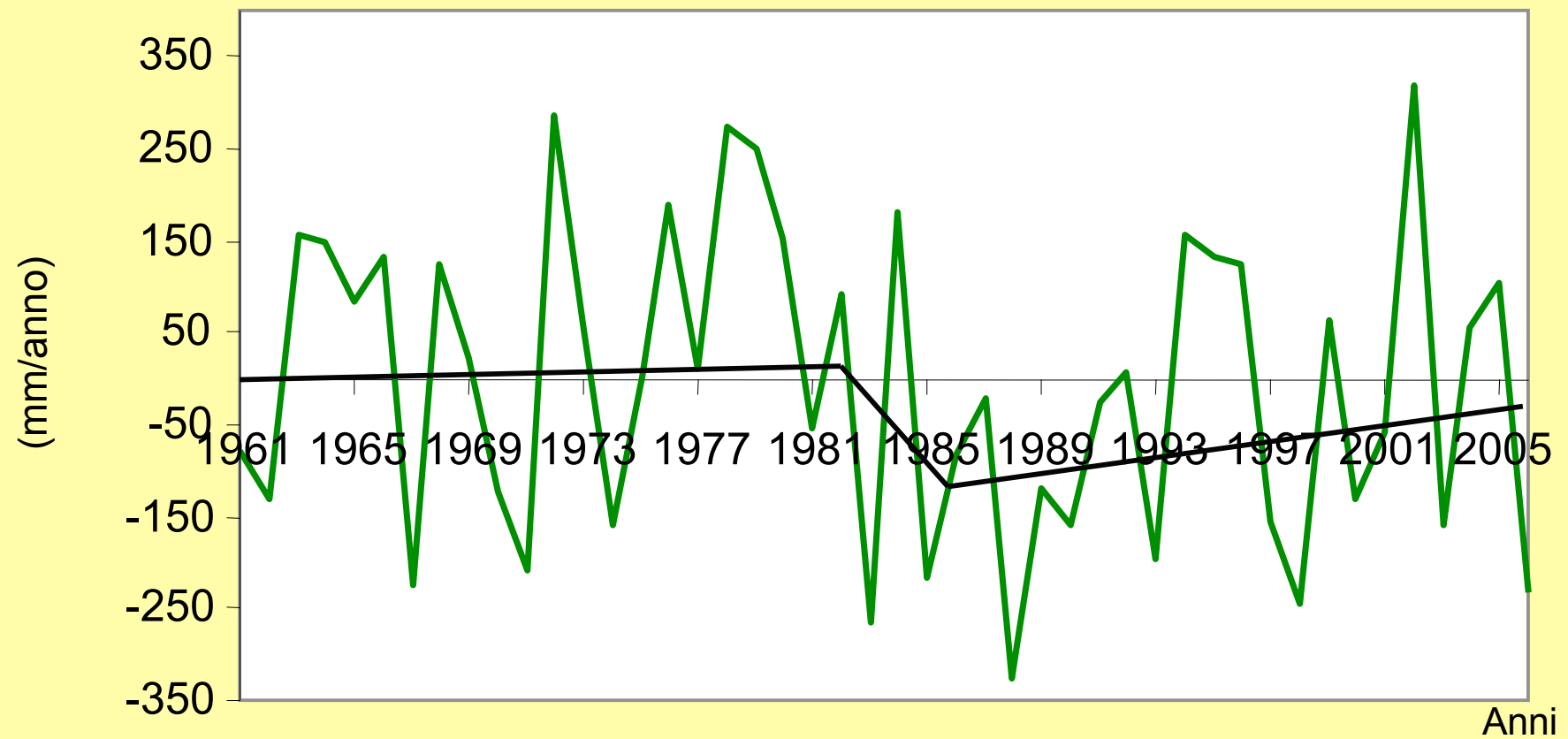
Anomalia di Temperatura massima annuale media sulla regione Emilia-Romagna



Anni

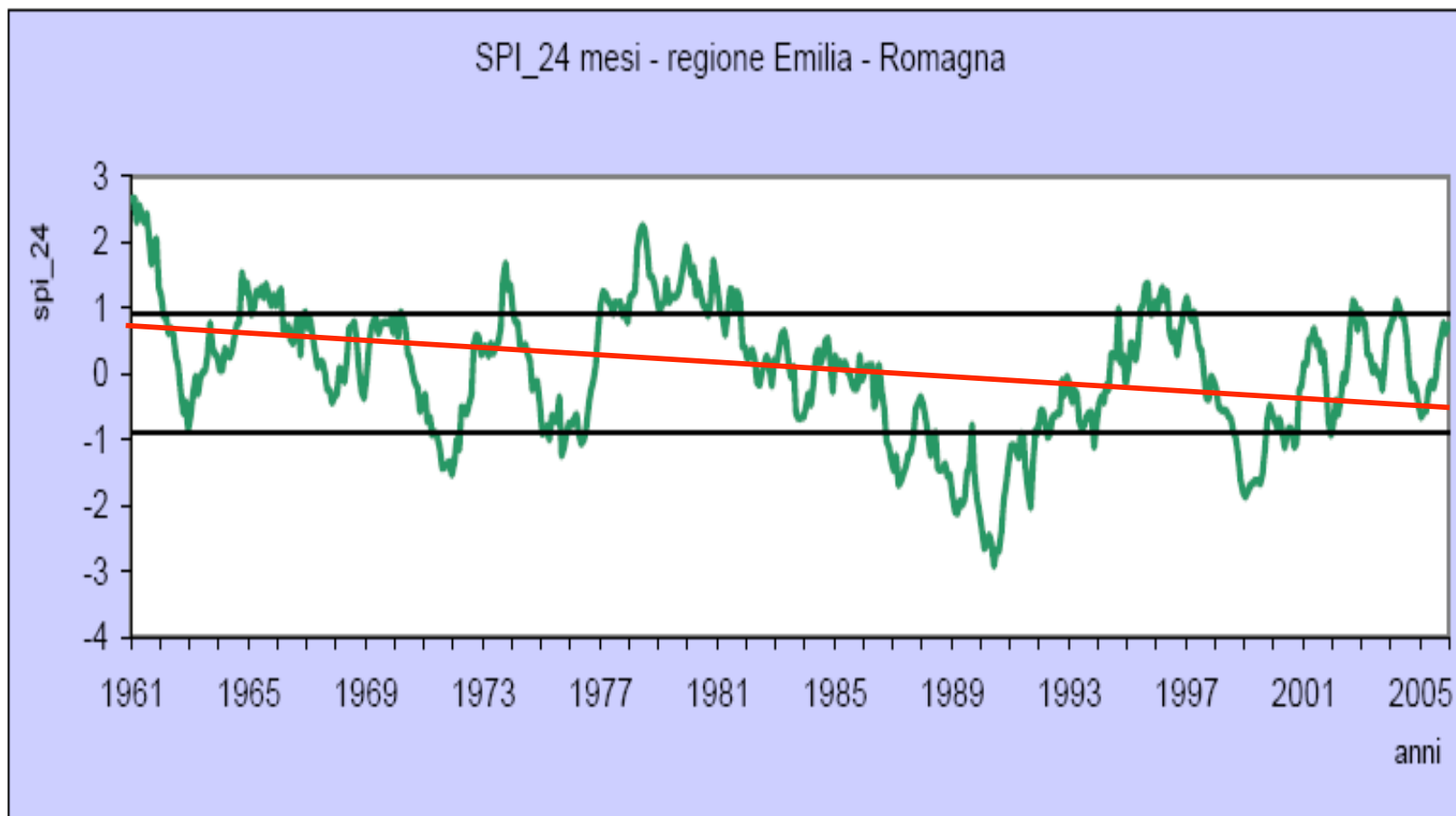
— Anomalia_Tmax

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



Alcuni punti fermi sulle tendenze in atto per il Nord Italia e per l'Emilia-Romagna

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

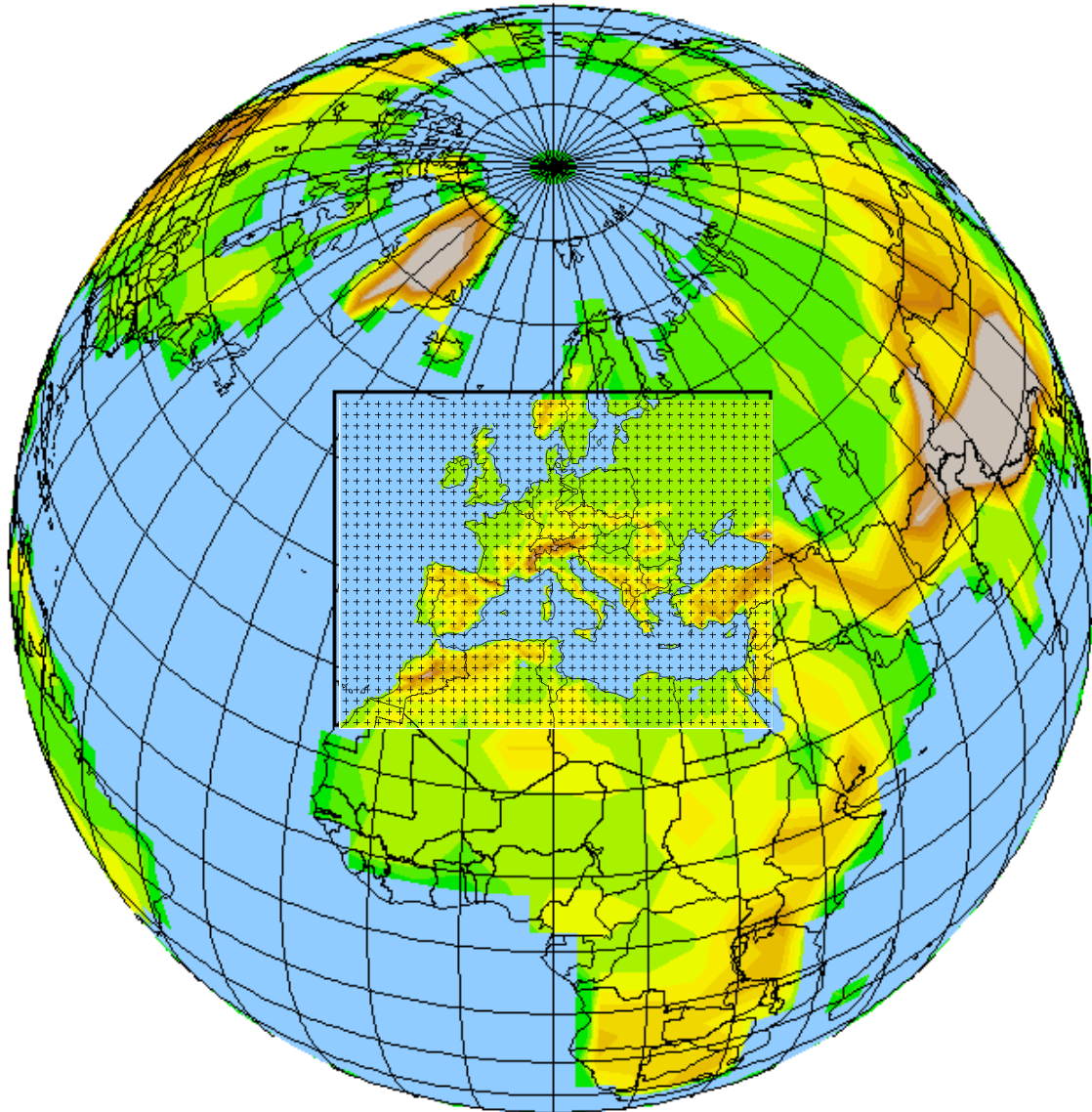
Ghiacciai alpini in decisa diminuzione, sia per l'aumento della temperatura che per la diminuzione della precipitazione, ma più per la prima causa che per la seconda

Parliamo delle previsioni
del clima che ci attende:

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

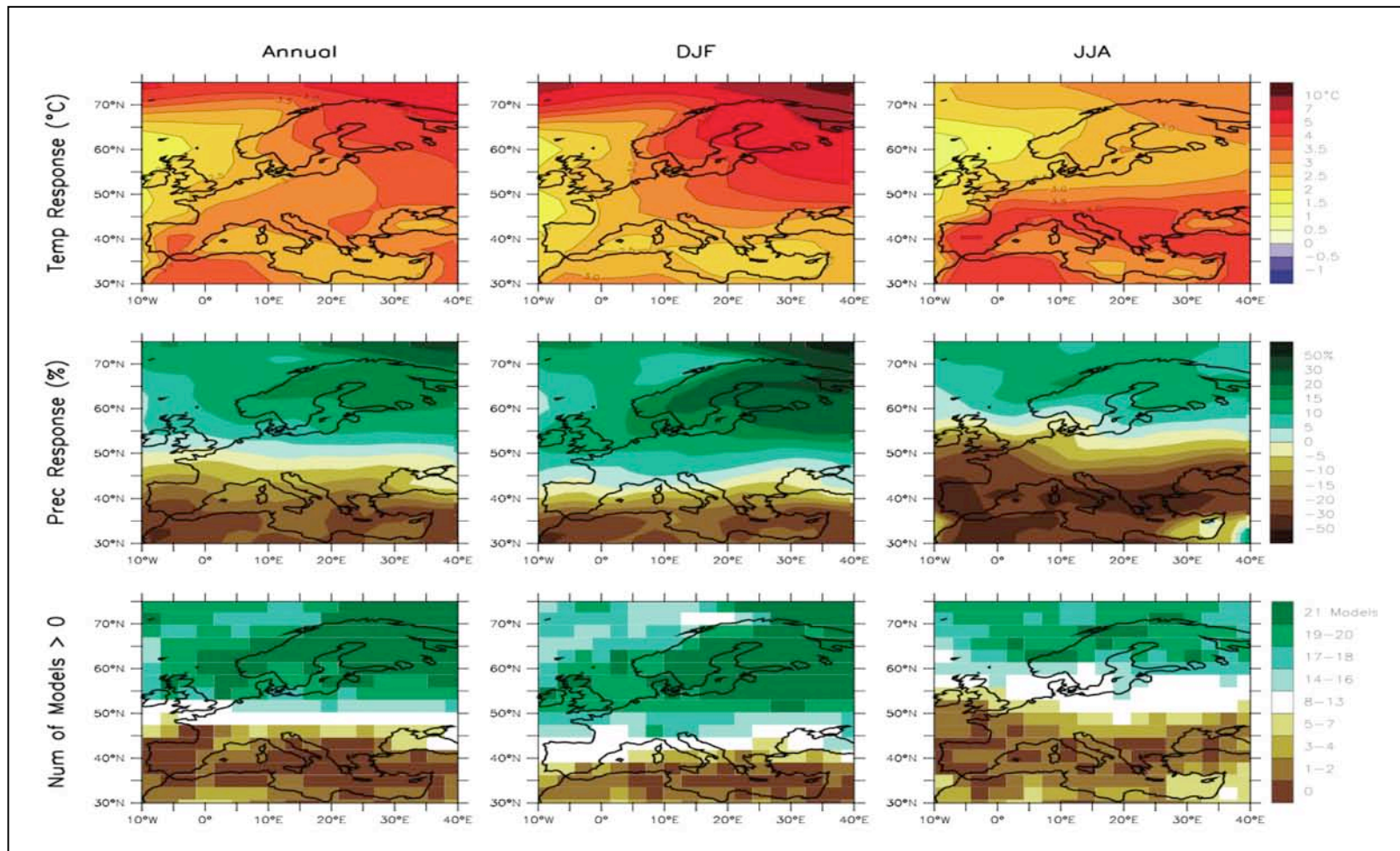
Sono attendibili?

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



Da 200km (UKMO)
a 100km (CEMCC)
al locale (Arpa-Sim)





Temperature: AUMENTO 3-4 gradi sul Mediterraneo

Precipitazioni: diminuzione del 20%

Temperature and precipitation changes over Europe from the MMD-A1B simulations. Top row: Annual mean, DJF and JJA temperature change between 1980 to 1999 and 2080 to 2099, averaged over 21 models. Middle row: same as top, but for fractional change in precipitation. Bottom row: number of models out of 21 that project increases in precipitation.

Figura 1: Variazione della temperatura media annua entro la fine del secolo¹

Temperatura: variazione della temperatura media annua [°C]

Temperature: change in mean annual temperature [°C]

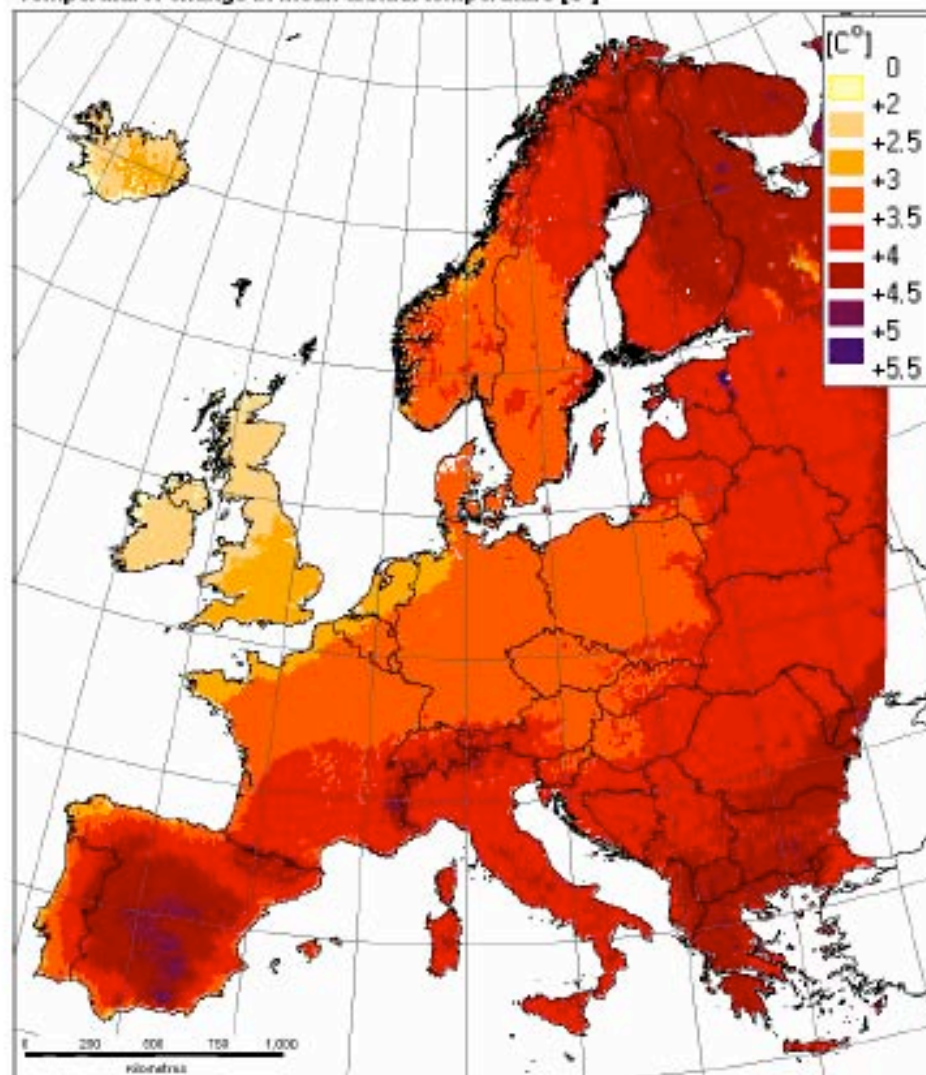
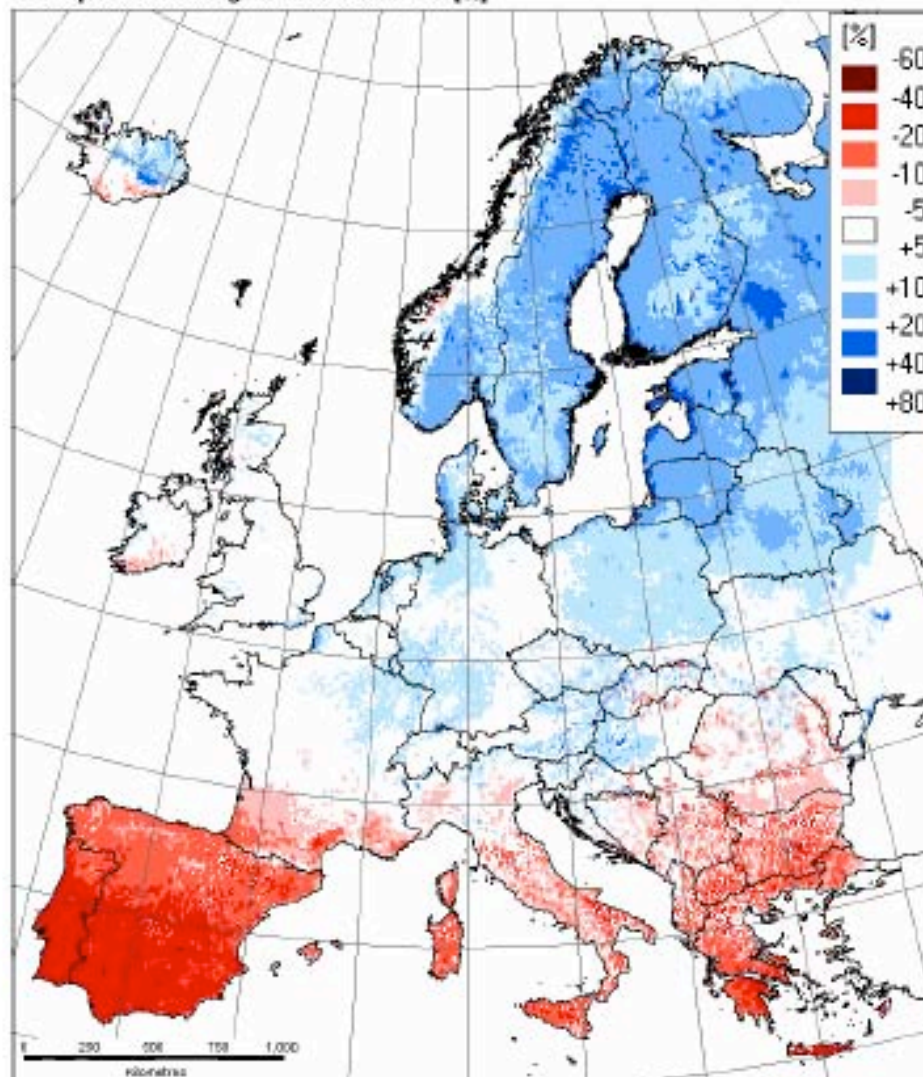


Figura 2: Variazione delle precipitazioni medie annue entro la fine del secolo

Precipitazioni: variazione del volume annuo [%]

Precipitation: change in annual amount [%]



¹ Le figure 1 e 2 si basano sullo scenario A2 contenuto nel rapporto speciale sugli scenari di emissione (SRES) dell'IPCC. Gli impatti climatici stimati si riferiscono al 2071-2100 rispetto ai dati del periodo 1961-1990. Le mappe si basano su dati DMI/PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk>) e sono state elaborate dal CCR nell'ambito dello studio PESETA da esso finanziato (<http://esetec.jrc.eu>).

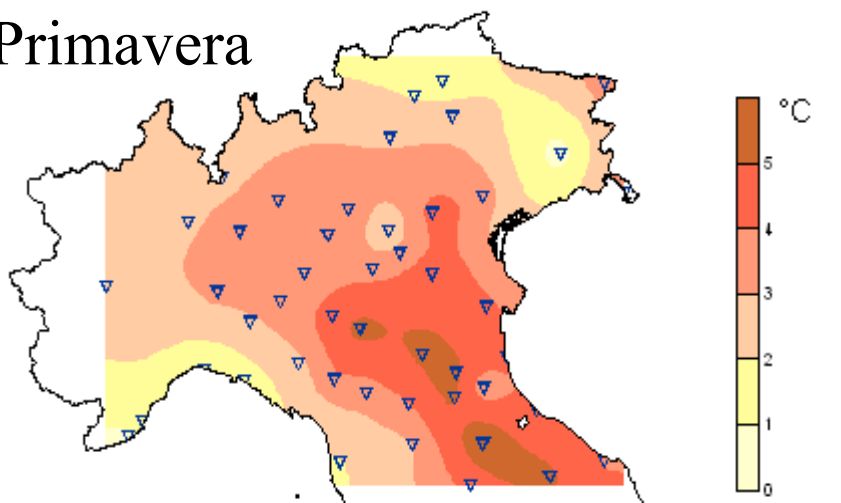
Scenario A2: (2071-2100) – (1961-1990)

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

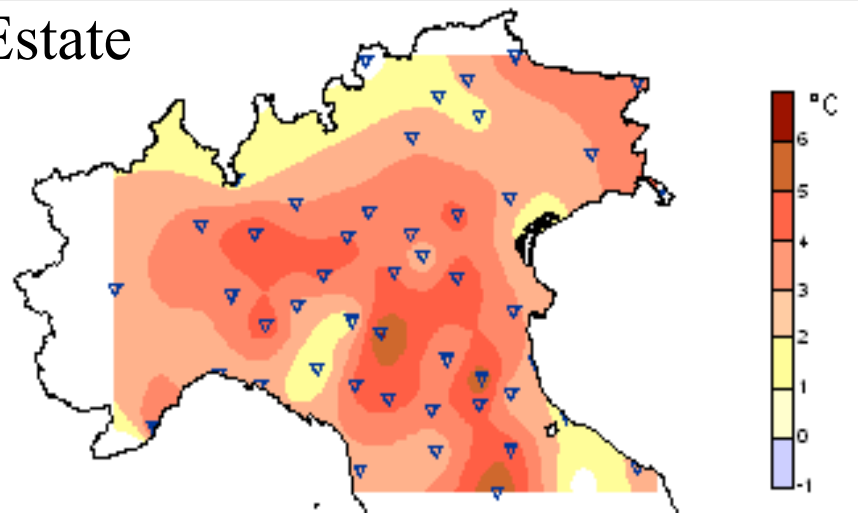
**Proiezioni dello UK Met-Office
regionalizzate da Arpa-Sim**

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

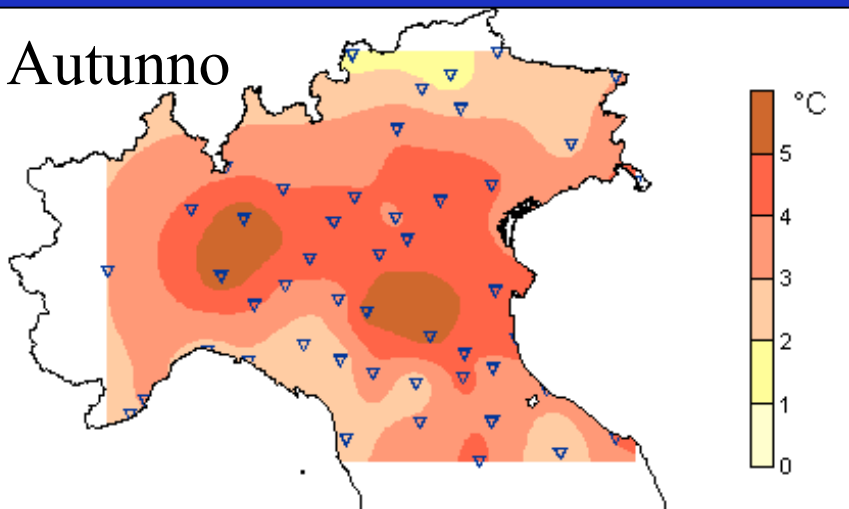
Primavera



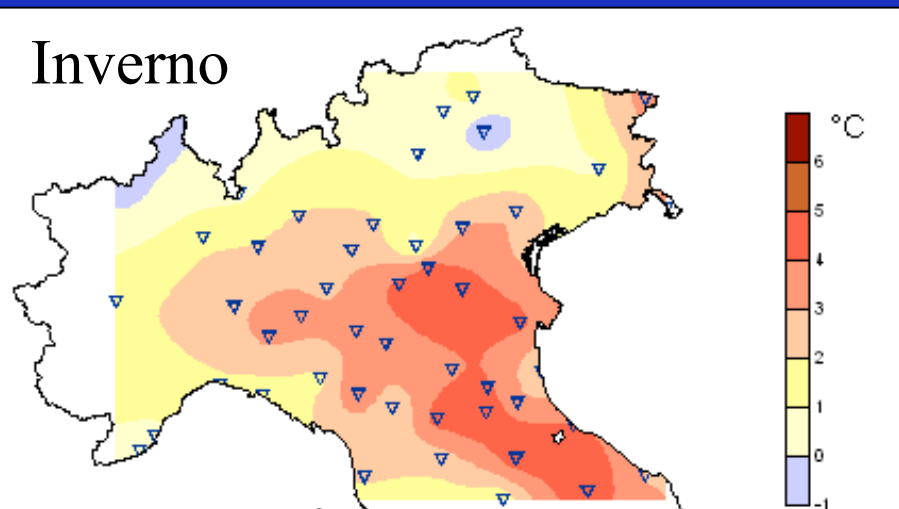
Estate



Autunno



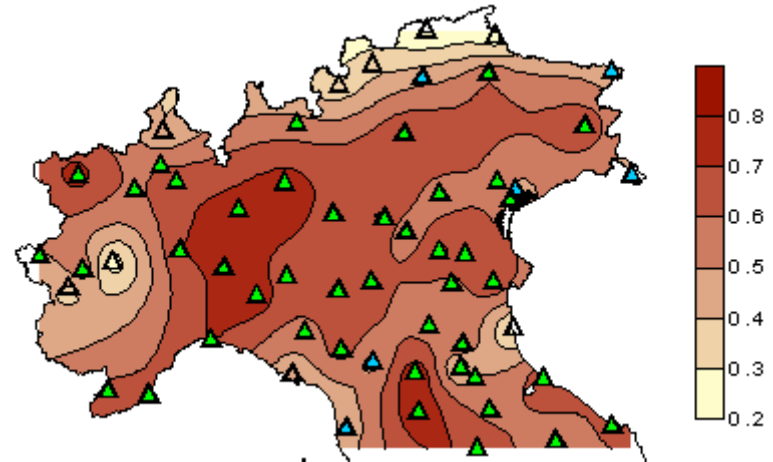
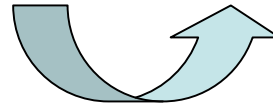
Inverno



Precipitazioni

Coeff. di correlazione tra il valore downscalato ed osservato (periodo 1979-1993)

Pred. MSLP



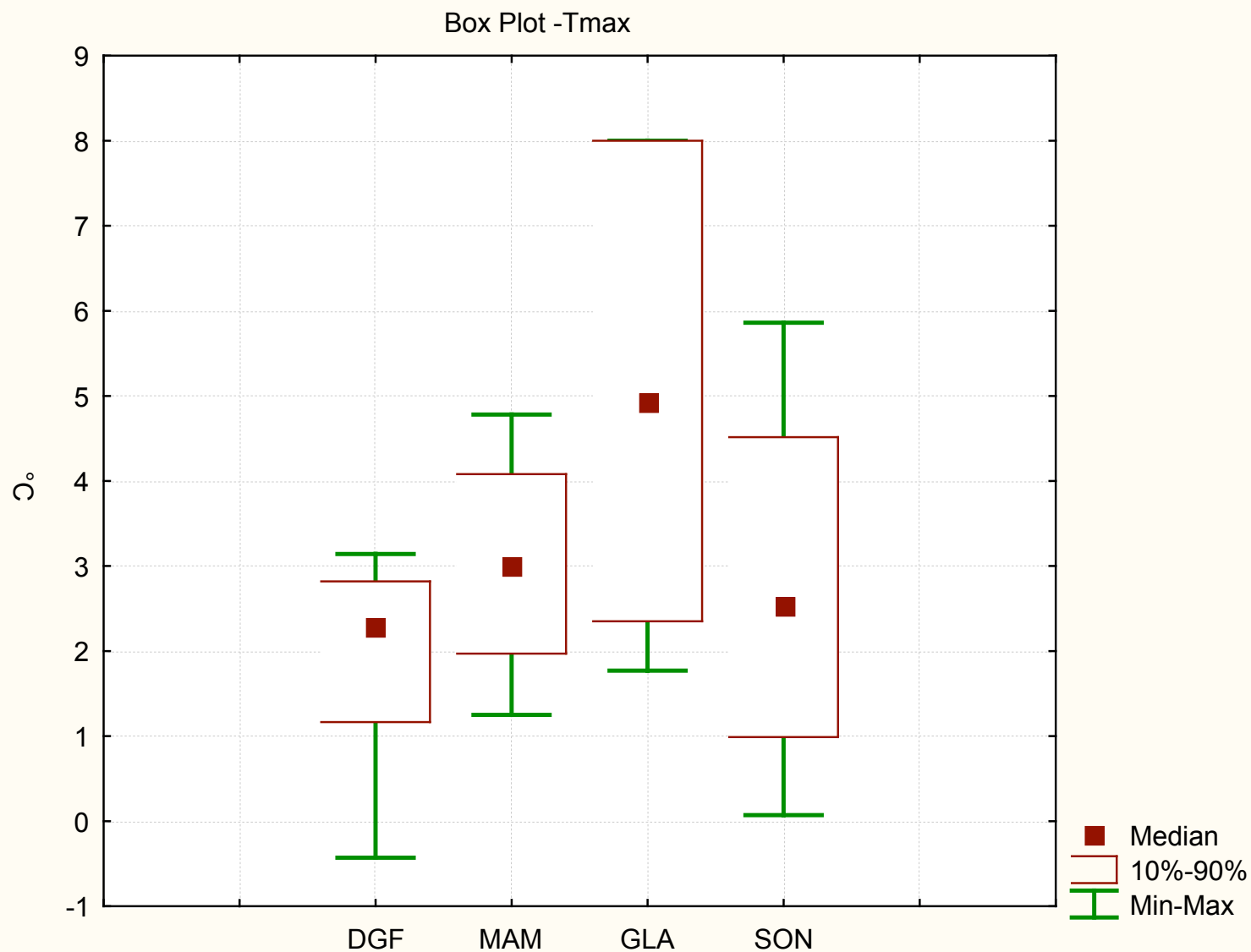
A1B-DJF (2021:2050 –1961:1990)



A1B-DJF (2071:2100 - 1961:1990)

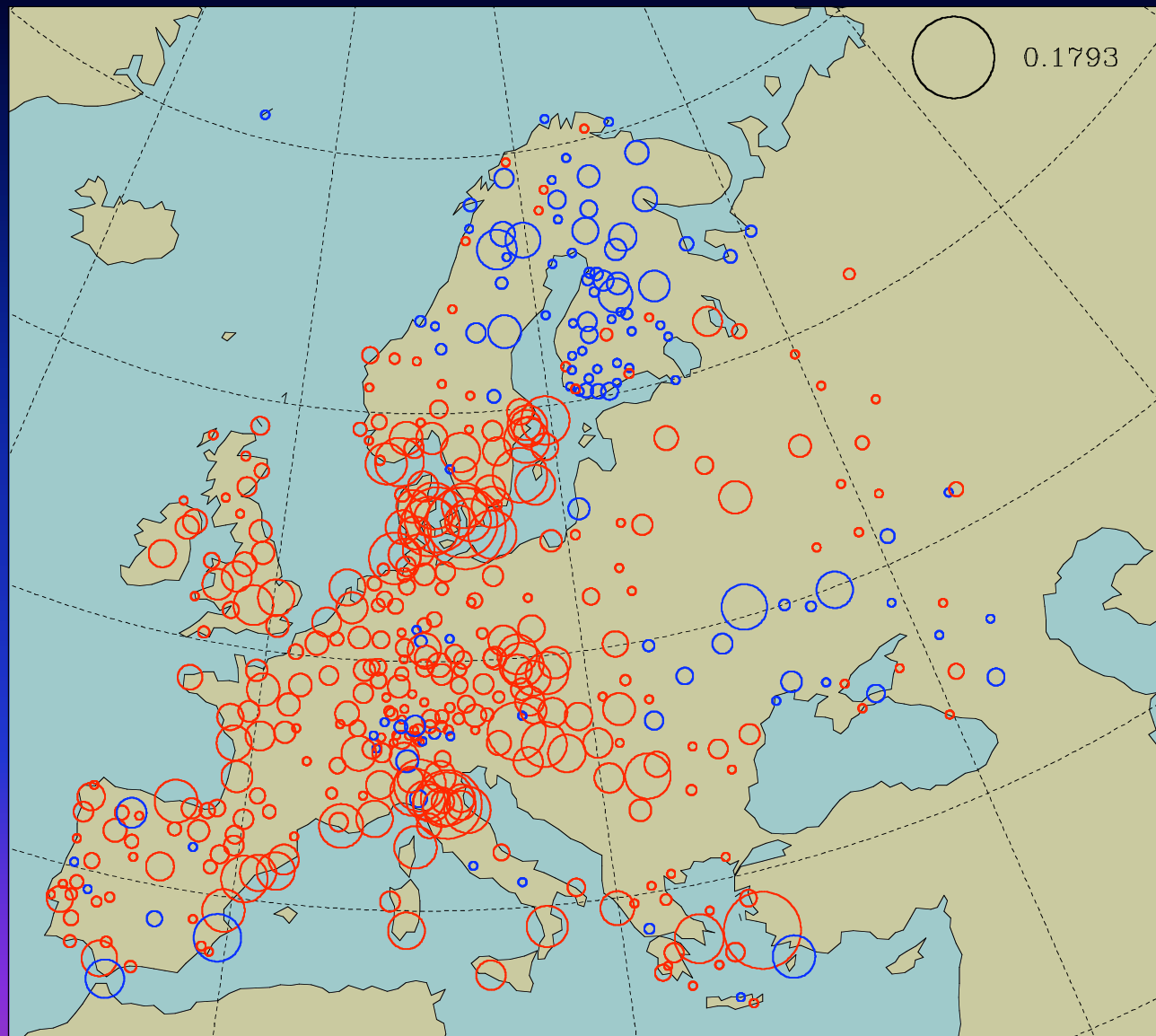


Emilia-Romagna: Cambiamenti climatici in temperatura (°C) (2070-2100 - 1960-1990)



Estremi e impatti: un po' di dati osservati sui trend in atto e un po' di proiezioni modellistiche verso il futuro che ci attende

1958-2000 trend JJA durata onde di calore

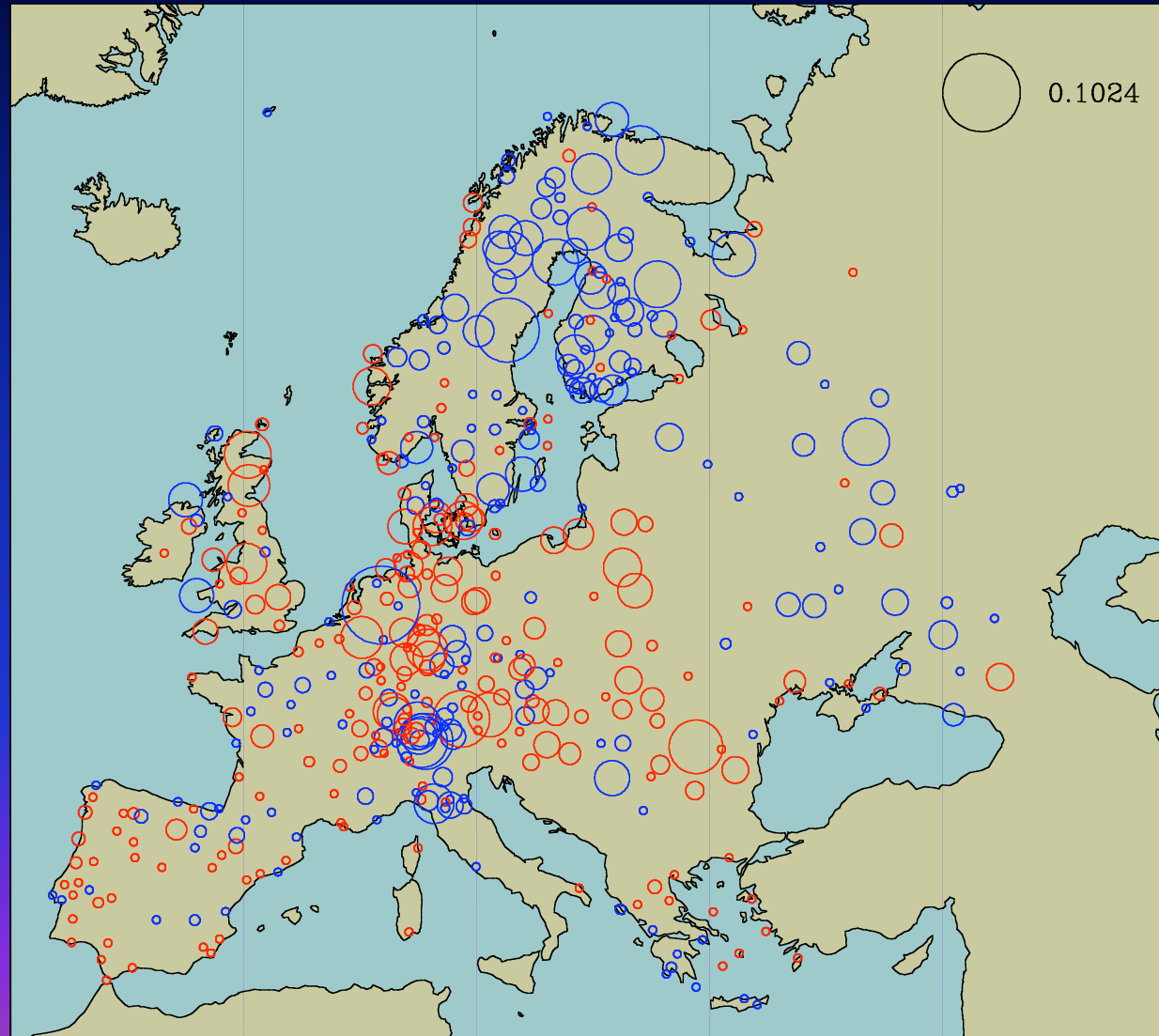


Scala: giorni/anno. Rosso cresce

Malcolm Haylock, UEA

1958-2000 trend

Eventi intensi di pioggia estate (JJA)

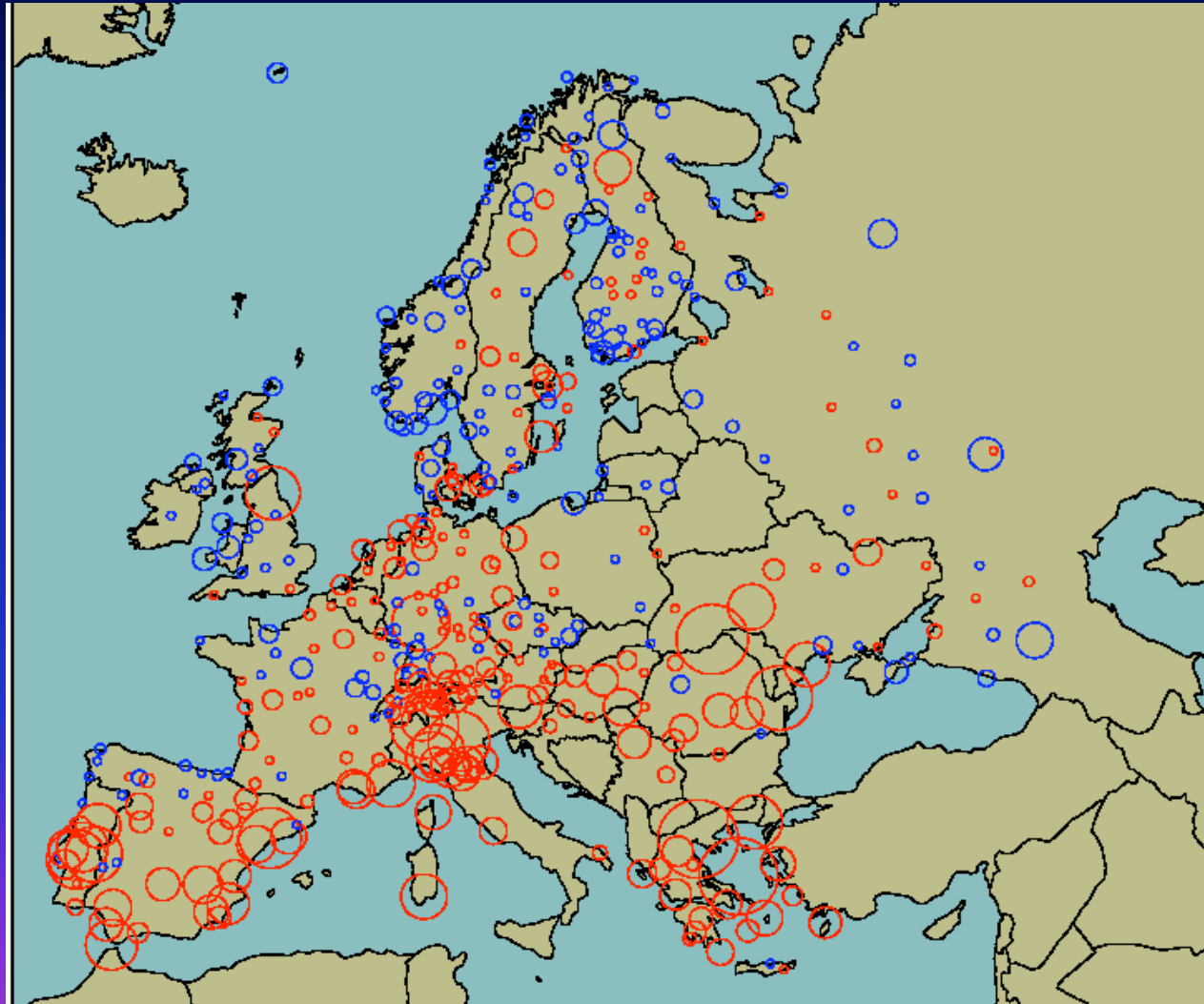


Scala: giorni/anno. Blu: aumenta

Malcolm Haylock, UEA/STARDEX

1958-2000 trend

Giorni consecutivi senza pioggia inverno

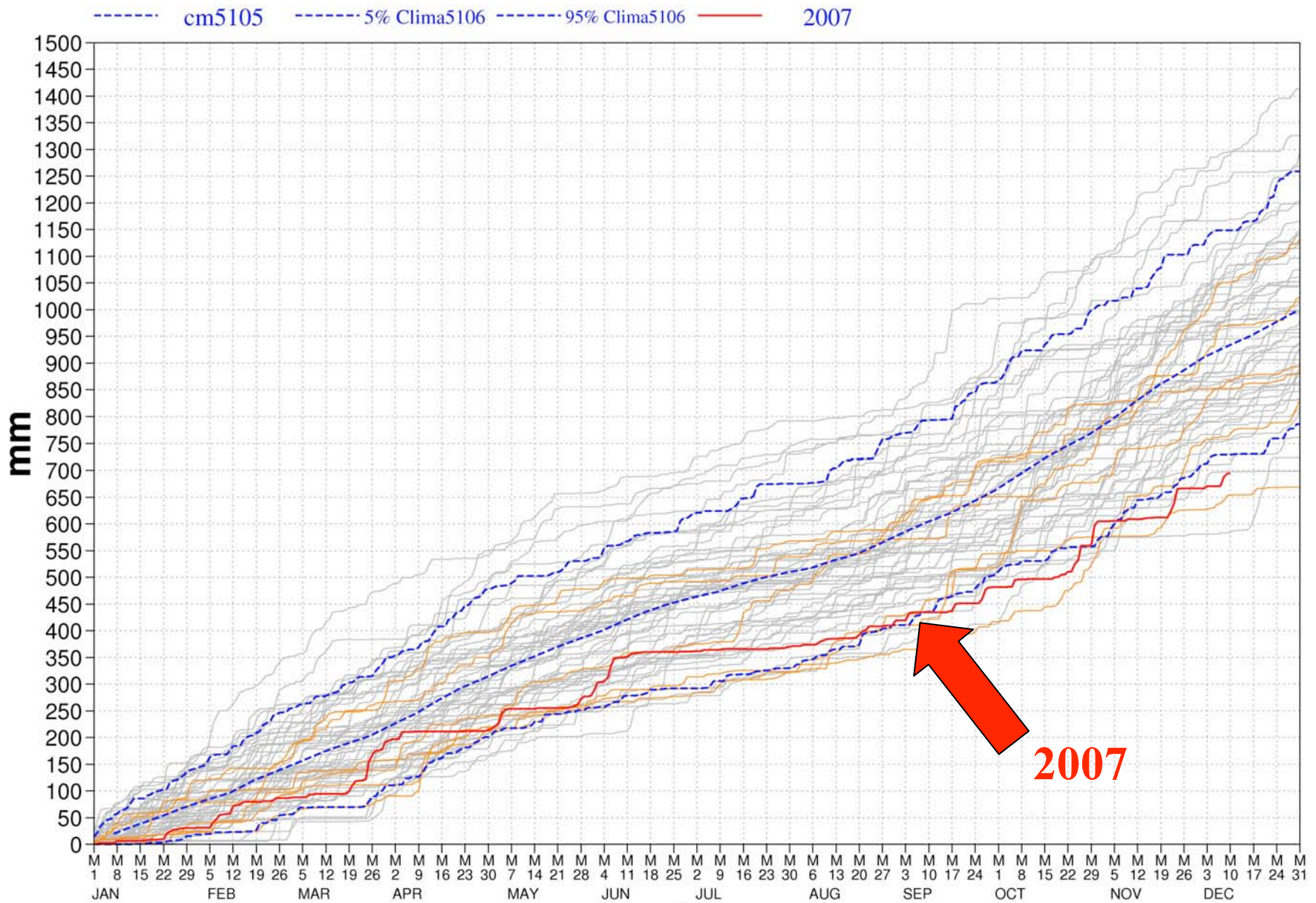


Scala: giorni/anno. Blu: cala *Malcolm Haylock, UEA/STARDEX*

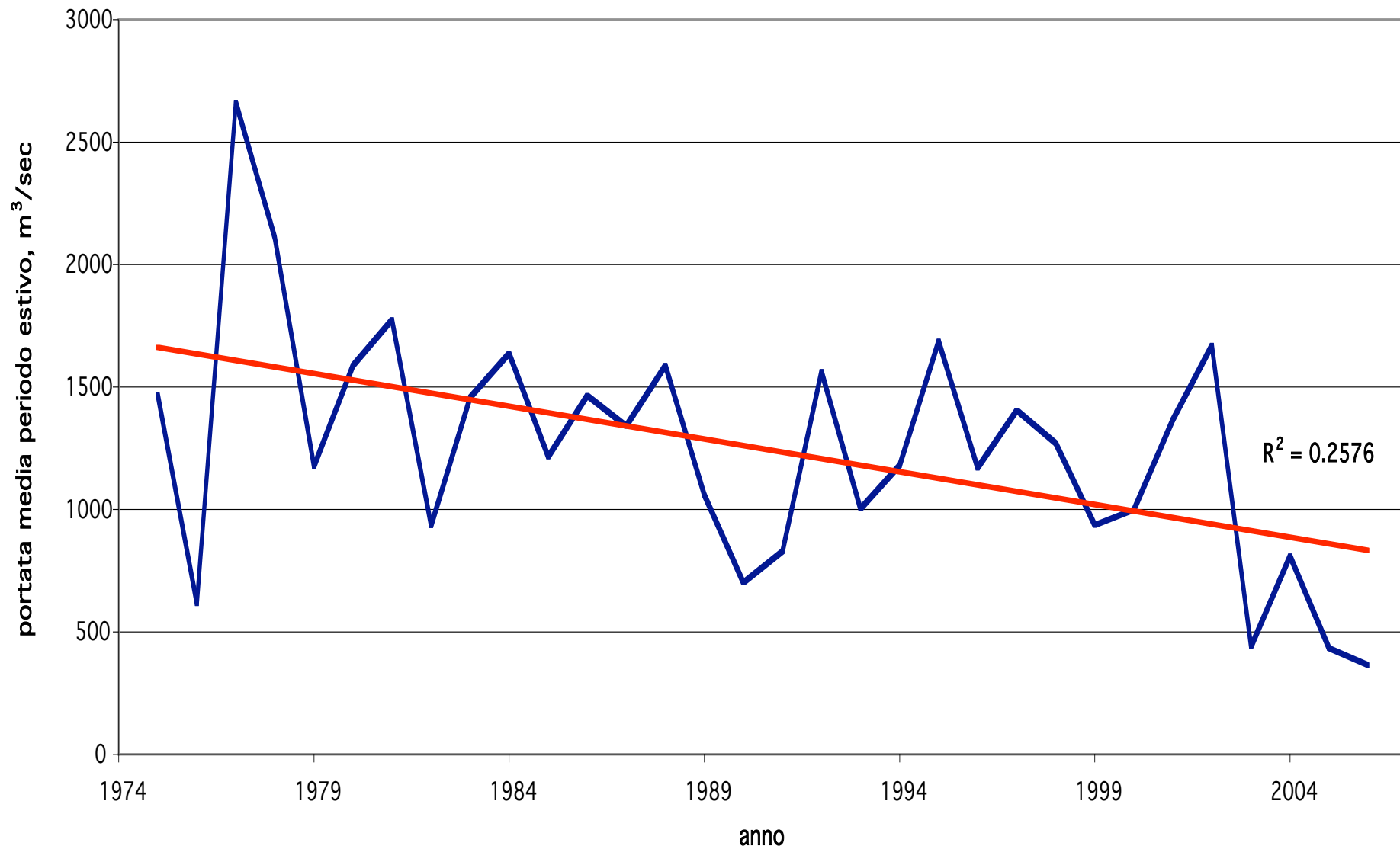
Acqua

.....Alcune regioni dell'Europa meridionale, dove le risorse di acqua dolce già scarseggiano, saranno particolarmente colpite. La siccità potrebbe essere sempre più frequente in tutta l'UE e in tal caso la qualità dell'acqua andrà deteriorandosi. In tutta l'UE diventa fondamentale applicare una gestione sostenibile della domanda: tariffe inadeguate, una pianificazione poco coerente dell'uso del suolo e una distribuzione inadeguata dell'acqua sono tutti fattori che portano automaticamente ad un uso eccessivo. L'applicazione di politiche tariffarie efficienti, la strategia di elevare il risparmio idrico a priorità e il miglioramento dell'efficienza in tutti i settori sono già elementi essenziali della strategia adottata dall'UE....

Precipitazione media areale Emilia-Romagna (cumulata)



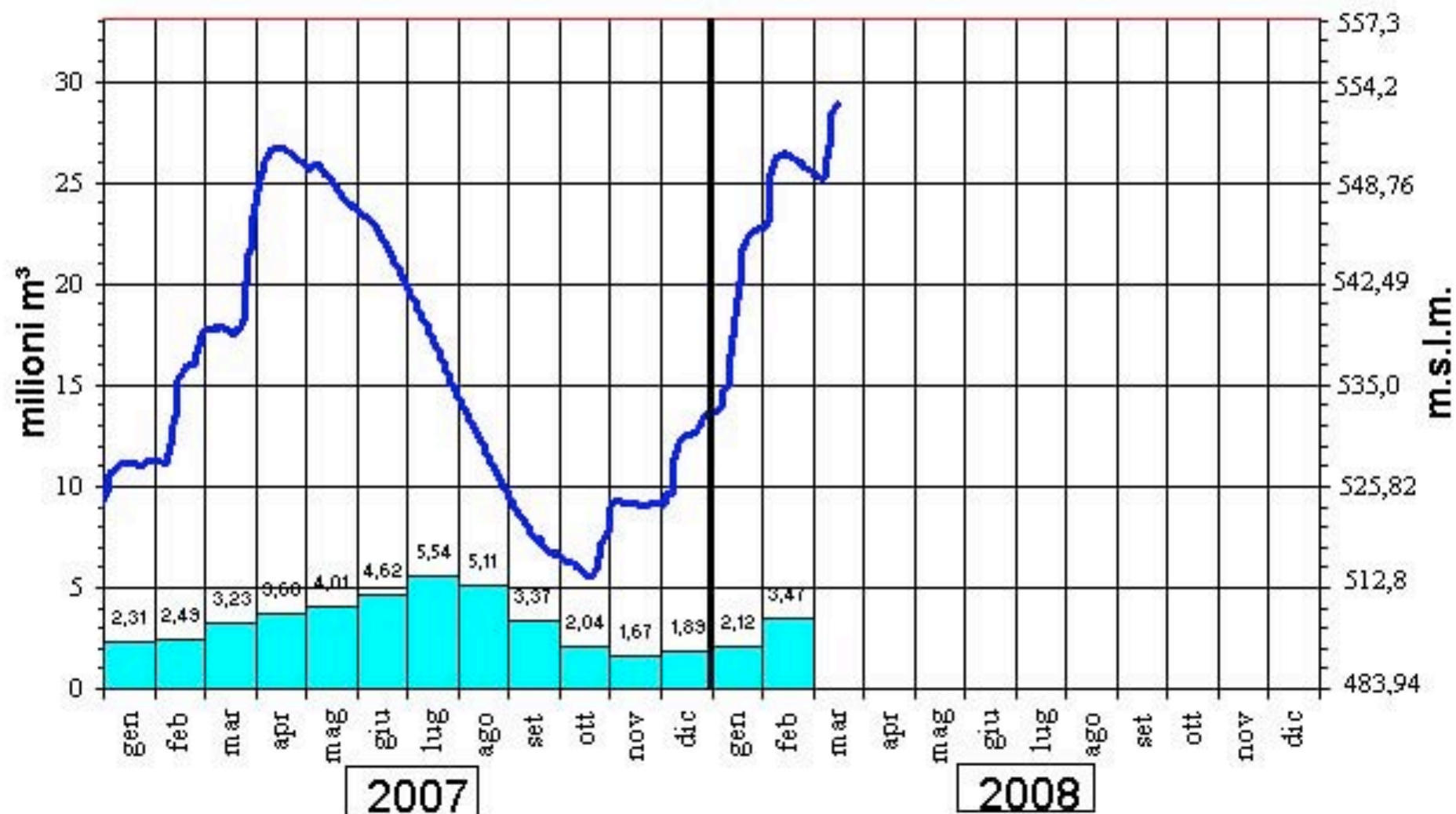
Portate medie solo periodo estivo a Pontelagoscuro riduzione del 45-50%



DIGA DI RIDRACOLI

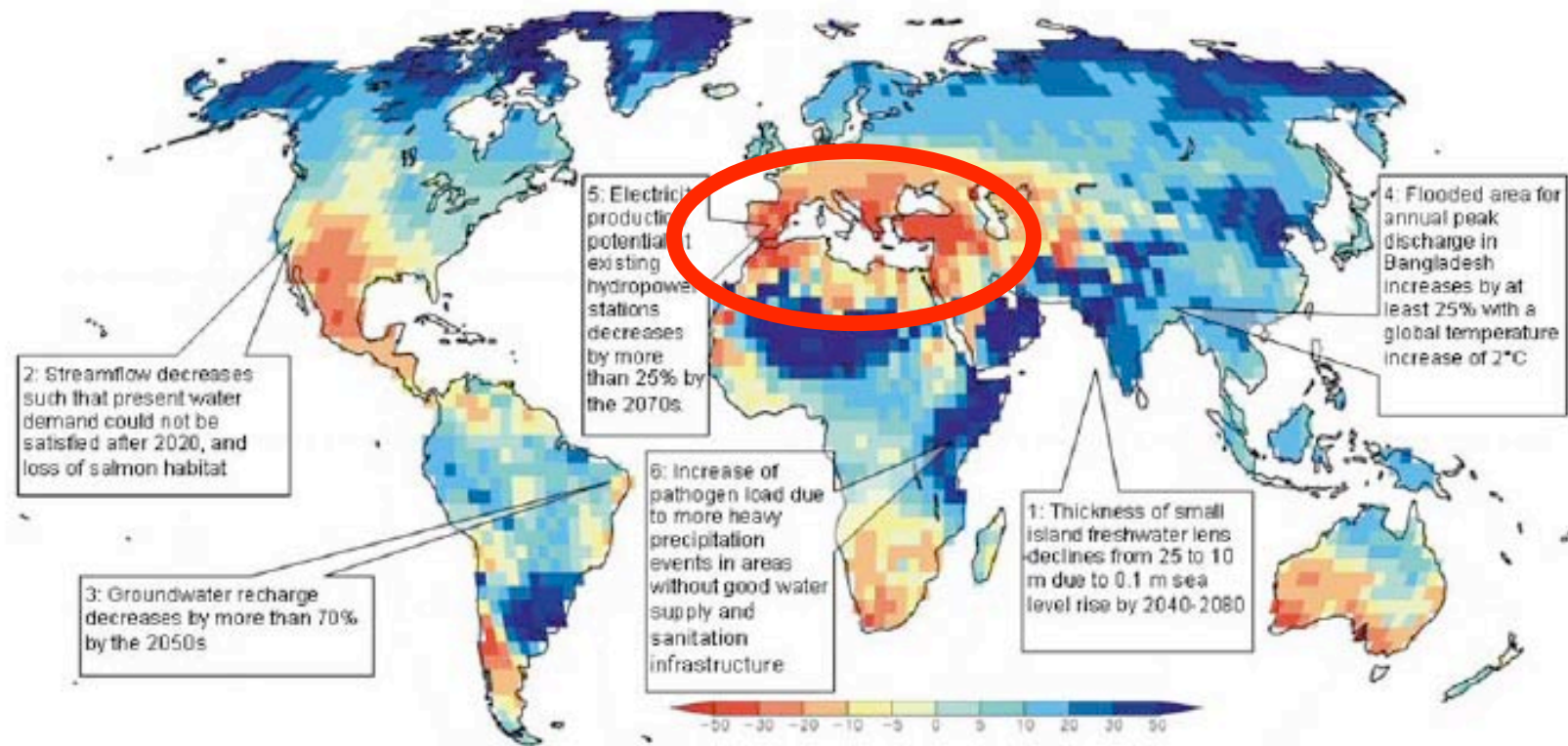
curva volumi invaso —

acqua potabilizzata



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

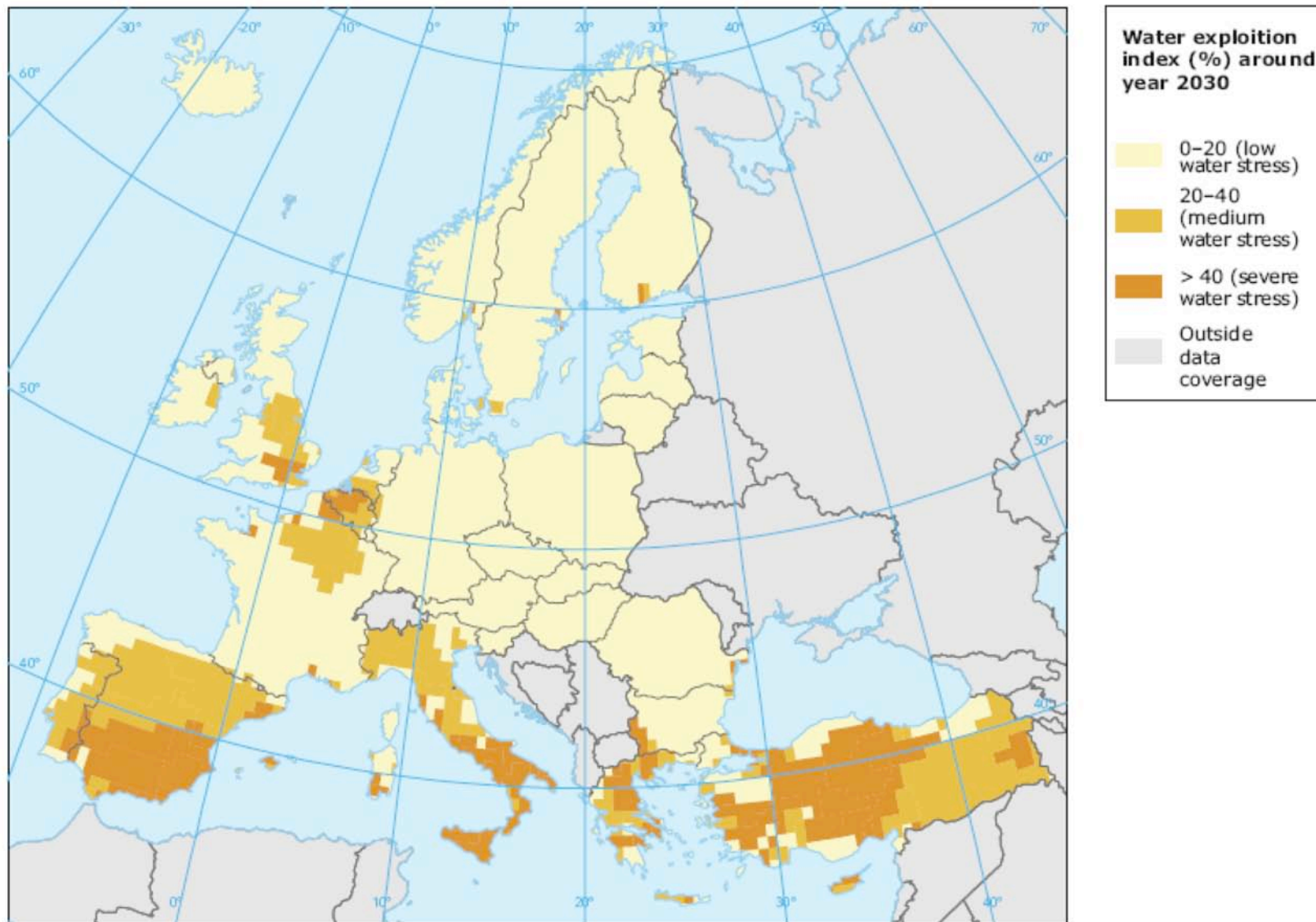
Climate Change Impacts on water runoff



GREEN PAPER FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL, THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS

Adapting to climate change in Europe – options for EU action

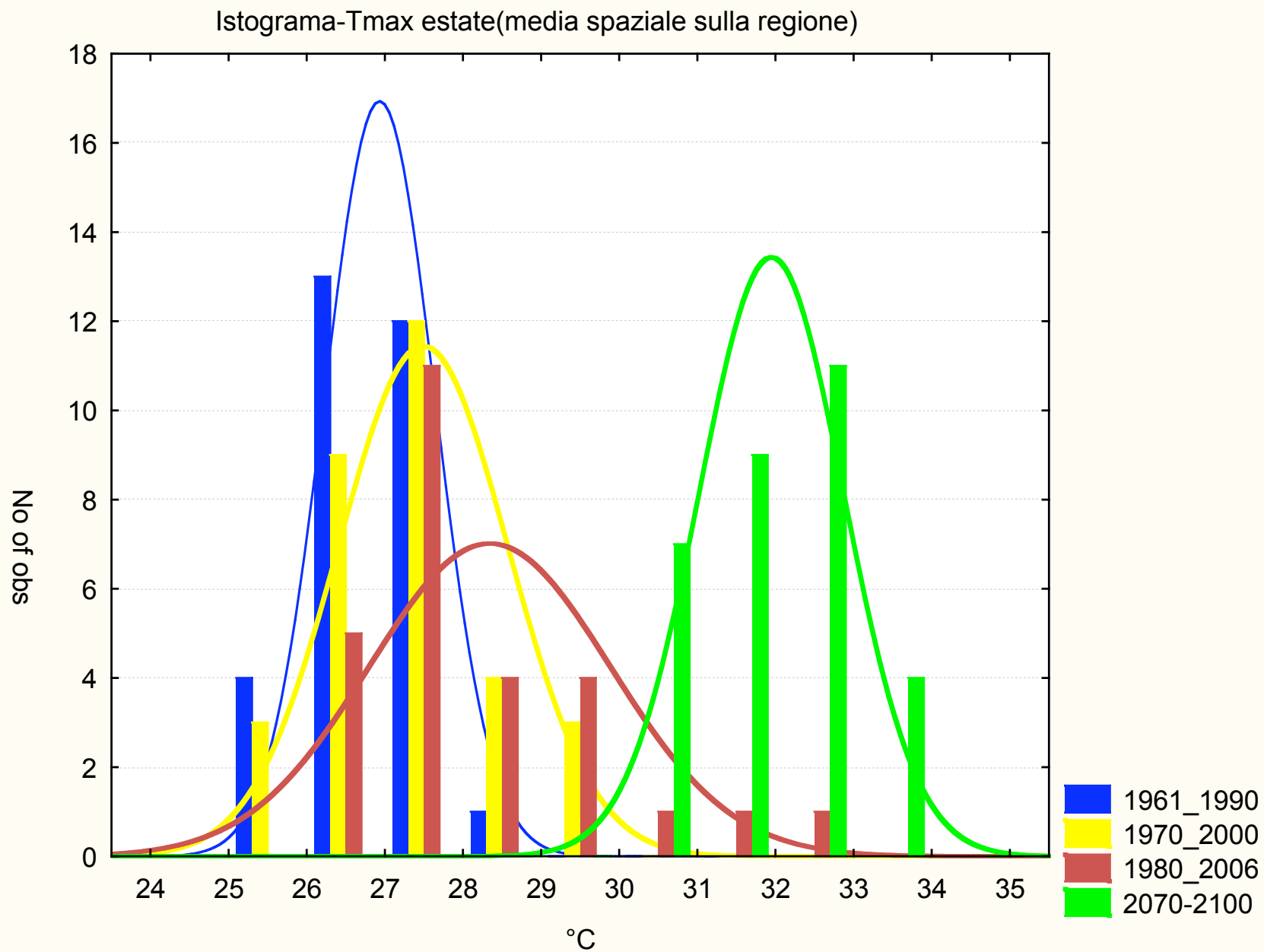
Figure 1.4 Water stress in European river basins under a base-line scenario by 2030



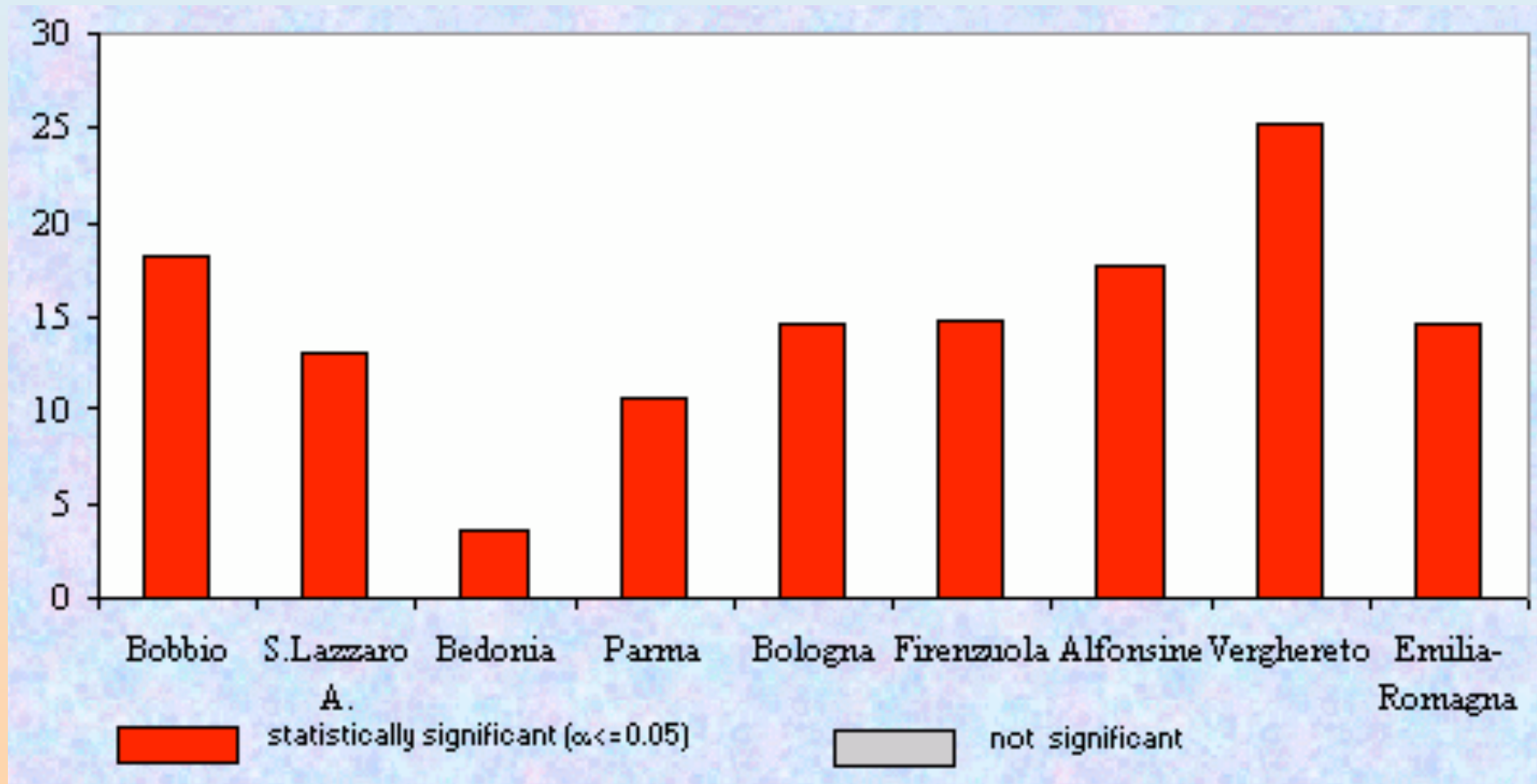
Note: The water exploitation index is the percentage of available water resource abstracted each year.

Source: EEA, 2005b.

Estate... presente e futuro



Impatto del cambiamento climatico sul numero degli eventi di ondate di calore
Evento: almeno 5 giorni consecutivi con Tmax > 90° percentile
Asse y: Variazione del n. di eventi in Estate tra il trentennio 2071-2100
e il trentennio climatico di riferimento 1961-1990

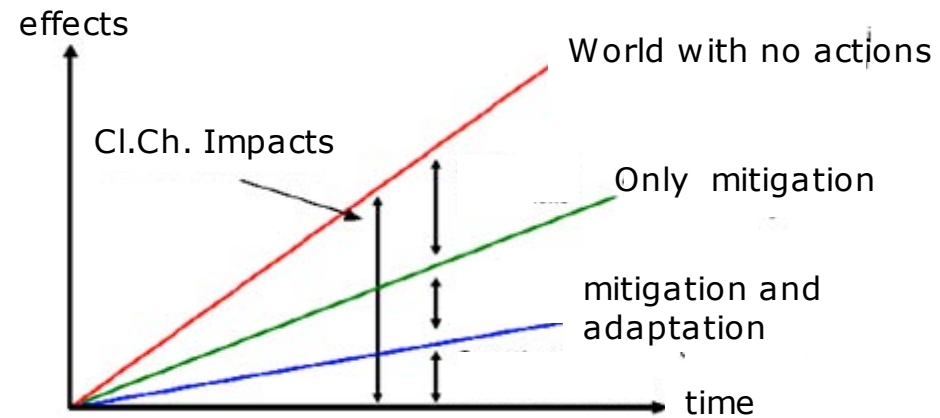
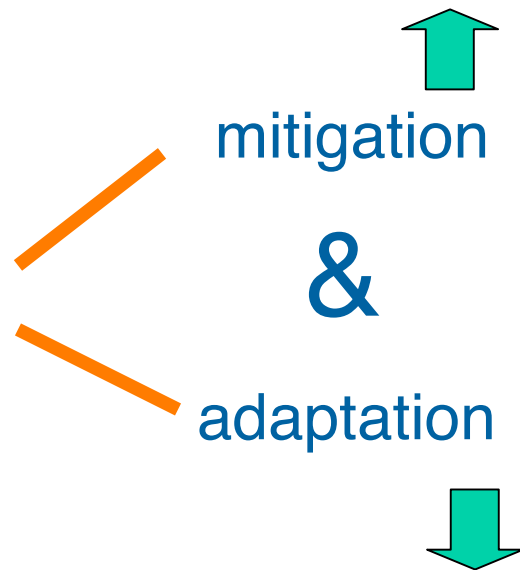


Le previsioni climatiche basate sui modelli aumentano continuamente la loro affidabilità e ci anticipano una visione del secolo che abbiamo di fronte che parla di trend simili a quelli attuali anche durante i prossimi decenni (fino a fine secolo): assieme ad azioni di **mitigazione, l'**adattamento**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

Actions: mitigation & adaptation options

CAUSE: decrease greenhouse gas emissions

- increase energetic efficiency
- use of renewable energy
- energy saving
- ri-forestation



EFFECTS: adjust systems to Climate Change to decrease damages, exploit opportunities and manage consequences

What is adaptation?

- Adaptation is a series of actions taken to cope with a changing climate, e.g. increased rainfall, higher temperatures, scarce water or more frequent storms...
- Adaptation may need to tackle present problems or anticipate changes in the future, aiming to reduce risk and damage cost-effectively, and perhaps even exploiting potential benefits
- Adaptation includes transnational/national/regional strategies and practical steps taken at community level or by individuals, and may be anticipatory or reactive. It applies to both natural and human systems.

Adattamento e mitigazione

Adattamento preventivo (proattivo), reattivo, autonomo (spontaneo), pianificato, compatibile

Adaptation

Adjustment in natural or *human systems* in response to actual or expected climatic stimuli or their effects, which moderates harm or exploits beneficial opportunities. Various types of adaptation can be distinguished, including anticipatory, autonomous and planned adaptation:

Anticipatory adaptation – Adaptation that takes place before impacts of *climate change* are observed. Also referred to as proactive adaptation.

Autonomous adaptation – Adaptation that does not constitute a conscious response to climatic stimuli but is triggered by ecological changes in natural systems and by market or *welfare* changes in *human systems*. Also referred to as spontaneous adaptation.

Planned adaptation – Adaptation that is the result of a deliberate policy decision, based on an awareness that conditions have changed or are about to change and that action is required to return to, maintain, or achieve a desired state.

Mitigation

An *anthropogenic* intervention to reduce the anthropogenic forcing of the *climate system*; it includes strategies to reduce *greenhouse gas sources* and emissions and enhancing *greenhouse gas sinks*.

Adattamento compatibile:
adattamento che non peggiora gli effetti antropici sul cambiamento climatico e le loro conseguenze (esempi contrari: condizionamento d'aria capillare, aumento delle pratiche irrigue ad alto spreco, ...)

Adaptation options

Hard approach: technological and infrastructural options

Longer realization time

Larger investment

Impacts and priority sizing

Soft approach: non structural options

Short realization time

Negligible costs and included into social/economic developing

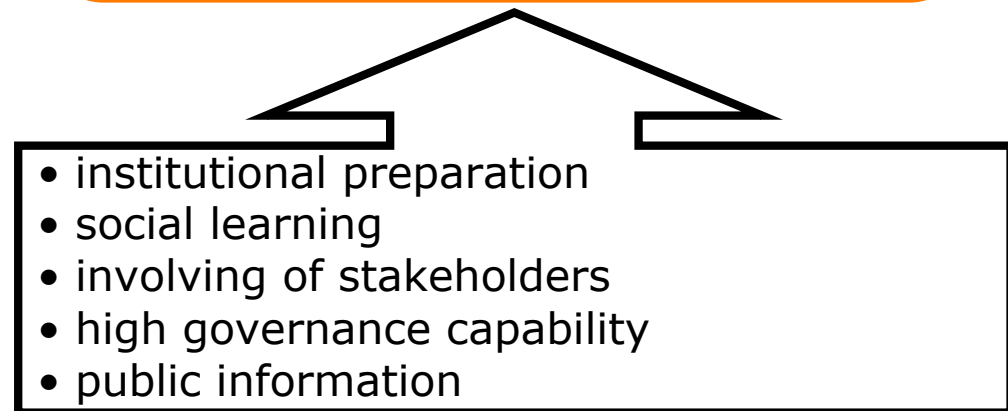
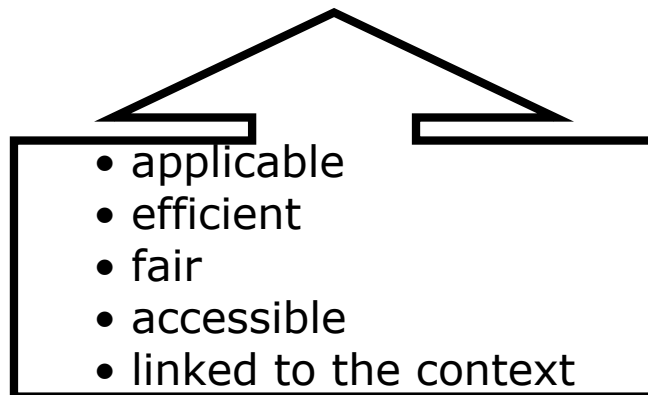
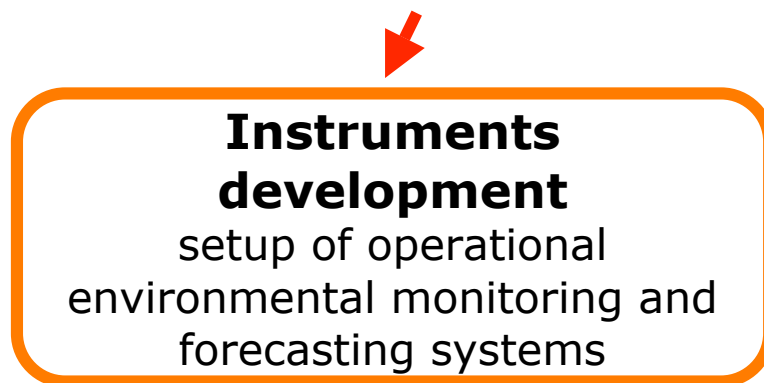
Applicable with uncertain knowledge

....some examples of hard actions

- adapting building to future climate conditions and extreme weather events
- building flood defenses and raising the levels of dykes
- developing more drought-tolerant crops
- choosing tree species and forestry practices less vulnerable to storms and fires
- setting aside land corridors to help species migrate.

Soft adaptation options

- Education
- Optimisation of use of the resources (ex.: Water !)
- Setup of risk prevention systems
- protection of environment and of population health-social-economic welfare



Possibili strategie di adattamento per l'Emilia-Romagna (1)

- Salute: pianificazione a medio e lungo termine di azioni finalizzate alla prevenzione delle conseguenze sanitarie delle ondate di calore, dell'aumento delle epidemie da vettori, delle aumentate allergie da pollini, ecc
- Risorsa idrica: miglioramento della manutenzione acquedottistica, diversificazione delle sorgenti di risorsa idrica, maggiore interconnessione degli impianti, politica dei piccoli invasi
- Rischio idrogeologico: su tempi brevi miglioramento delle capacità di monitoraggio e previsione, su tempi più lunghi pianificazione territoriale più clima-consapevole, promozione di politiche per un miglior uso del territorio (riforestazione, rilocalizzazione di insediamenti, aumento degli spazi fluviali)
- Agricoltura: modifica delle pratiche agronomiche (es. ottimizzazione dei tempi di semina e delle pratiche irrigue), transizione a colture meno idroesigenti, innovazione tecnologica (tecnologie irrigue, nuove cultivar, ecc)

Possibili strategie di adattamento per l'Emilia-Romagna (2)

- Pianificazione territoriale ed edilizia urbana: aumento della pianificazione urbana clima-consapevole e dell'utilizzo della bioarchitettura
- Aree costiere: ripascimenti costieri di alcune aree e abbandono di altre alla loro evoluzione naturale, conservazione di aree di particolare valore naturalistico (p.es. dune)
- Desertificazione: miglioramento della conoscenza della vulnerabilità territoriale e conseguente miglior uso della risorsa territorio
- Biodiversità: sinergie con azioni di protezione di risorse ambientali naturali, protezione di aree umide e di zone di acque di transizione, ampliamento e creazione di parchi e aree protette
- Energia: aumento della produzione distribuita di energia da fonti rinnovabili (solare termico, fotovoltaico, eolico), cogenerazione.

Problemi:

- **Manca un serio e completo database idro-meteo-climatico nazionale veramente accessibile alla scienza e alla pubblica amministrazione (non mancano i dati, manca la loro reale disponibilità e accessibilità). Occorre lavorare su Scia (creatura del Sistema Nazionale delle Agenzie Ambientali, Gaudioso pres prec.)**

inoltre...

- **Mancano studi quantitativi a scala nazionale, regionale e locale su costi e benefici economici e sociali delle diverse opzioni di adattamento che permettano di decidere le priorità di intervento e quindi le politiche di incentivazione e finanziamento,**

Non bisogna affidare troppe speranze al solo adattamento:
anche l'adattamento ha i suoi limiti...



Grazie per l'attenzione