

Evoluzione del clima

Luigi Mariani

Università degli Studi di Brescia

Società agraria di Lombardia

Museo Lombardo di Storia dell'Agricoltura



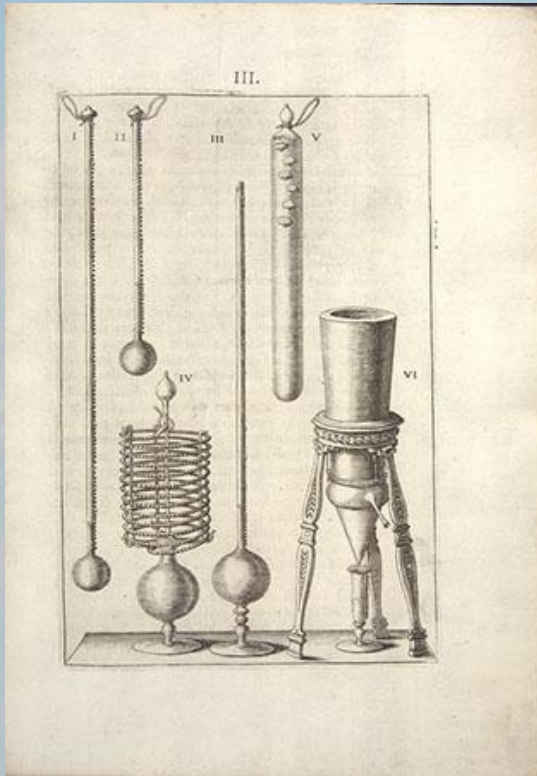
Le mie 10 pubblicazioni scientifiche più recenti (agrometeorologia, climatologia applicata, paleoclimatologia...)

- Alimonti G, Mariani L. (2023). **Is the number of global natural disasters increasing?**, Environmental Hazards, <https://doi.org/10.1080/17477891.2023.2239807>
- Colangelo, G.; Sanesi, G.; Mariani, L. et al 2022. **Circulation Weather Type Analysis of Urban Effects on Daily Thermal Range for Milan (Italy)**. Atmosphere, 2022, 13, 1529. <https://doi.org/10.3390/atmos13091529>
- Mariani L. Ferrero A. Cola G (2021). **The evolution of cereal yields in Italy over the last 150 years: The peculiar case of rice**, Agronomy Journal, May 2021, <https://doi.org/10.1002/agj2.20710>
- Bononi F., Tateo F., Failla O., Quaglia G., 2020. **Meteorological Based Modeling of $\delta^{18}O$ Values for Wines with the "Prosecco" Controlled Designation of Origin**, American Journal of Enology and Viticulture
- Pasquali S., Mariani L. et al., 2020. **Development and calibration of a model for the potential establishment and impact of Aedes albopictus in Europe**, Acta Tropica 202 (2020) 105228
- Cola G., Mariani L., Toscano S., Romano D., Ferrante A. (2020). **Comparison of Greenhouse Energy Requirements for Rose Cultivation in Europe and North Africa**, Agronomy 2020, 10, 422; doi:10.3390/agronomy10030422
- Cola G., Mariani L., Magradze D., Failla O., 2019. **Changes in thermal resources and limitations for Georgian viticulture**, Australian Journal of Viticulture, doi: 10.1111/ajgw.12412
- Ferrante A., Mariani L., 2018. **Agronomic Management for Enhancing Plant Tolerance to Abiotic Stresses: High and Low Values of Temperature, Light Intensity, and Relative Humidity**, Horticulturae 2018, 4, 21; doi:10.3390/horticulturae4030021
- Mariani L., Cola G., Maghradze D., Failla O., Zavatti F., 2018. **Influence of climate cycles on grapevine domestication and ancient migrations in Eurasia**, Science of the Total Environment 635 (2018) 1240–1254
- Parisi S.G., Cola G., Gilioli G., Mariani L., 2018. **Modeling and improving Ethiopian pasture systems**, Int J Biometeorol <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1492-0>

Galileo come riferimento costante



Galileo Galilei: padre della meteorologia moderna perché la sua scuola inventa gli strumenti per misurare i fenomeni atmosferici (termometro, pluviometro, barometro ed evaporimetro).



Lettera al gesuita Pietro Dini del 21 maggio 1611:
*“i primi inventori trovarono et acquistarono le cognizioni più eccellenti delle cose naturali e divine con gli studii e contemplazioni fatte sopra **questo gradissimo libro, che essa natura continuamente tiene aperto innanzi a quelli che hanno occhi nella fronte e nel cervello**”*

*“**occhi sulla fronte**” per osservare e “**occhi nel cervello**” per interpretare!*

Occhi sulla fronte - Misurare Esempio di stazione meteorologica aziendale



Occhi sulla fronte – Misurare con giudizio... non con pregiudizio



La stazione meteorologica universitaria di Stoccolma rilevò temperature record nell'estate 2018

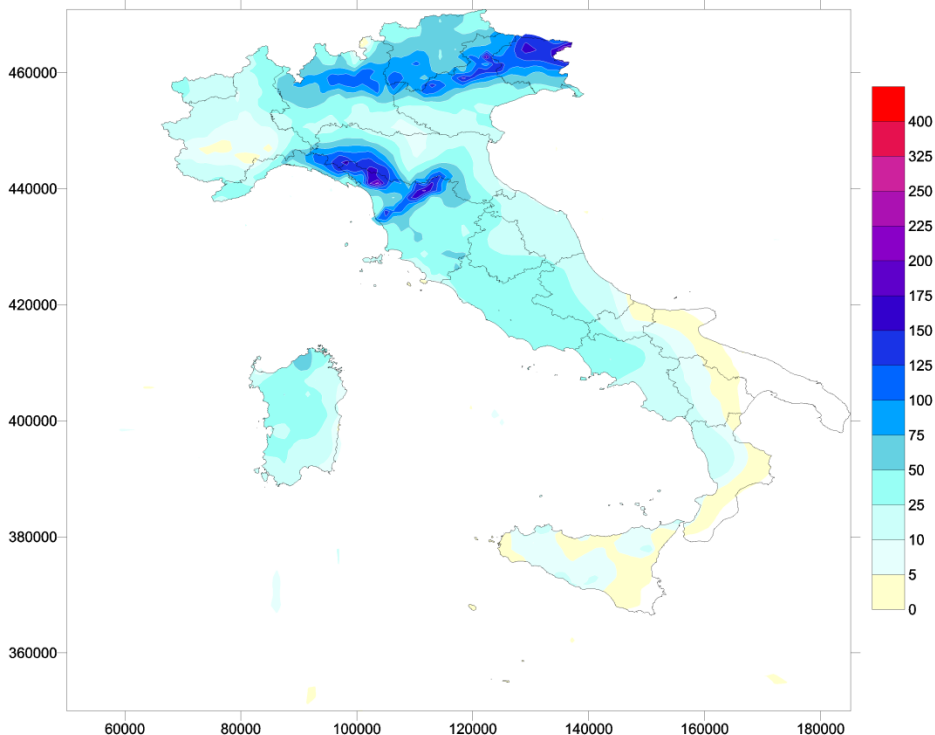
Fu vero record ?

A mio avviso no ma la notizia intento fece il giro del mondo e fu diffusa acriticamente dai grandi media.

Occhi nel cervello - confronto fra due alluvioni

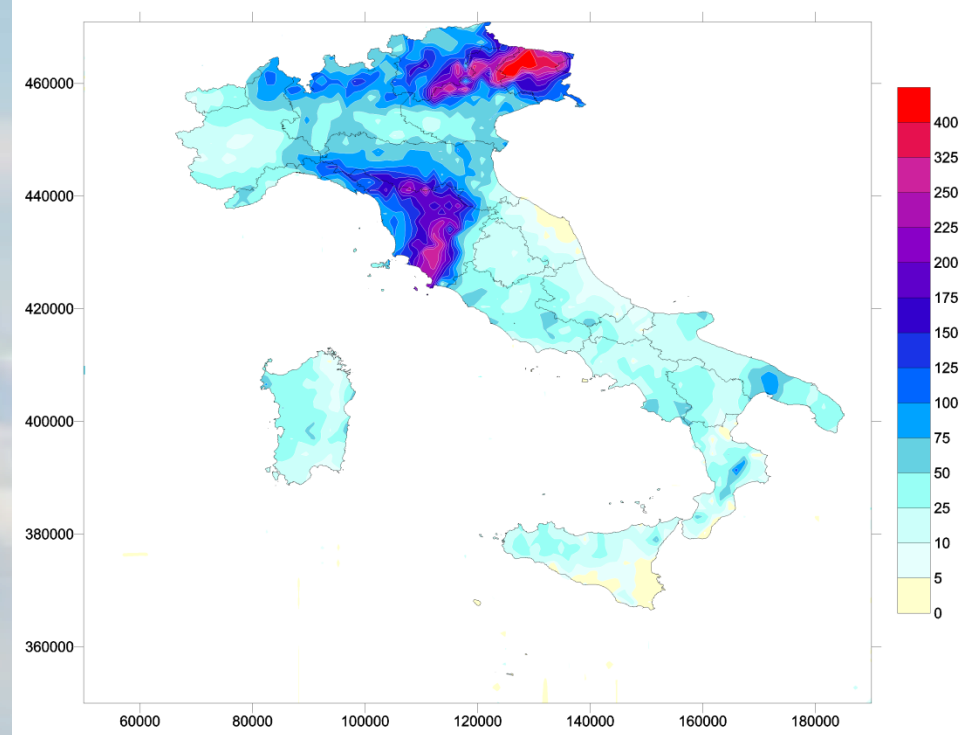
Alluvione di Pisa, Firenze e Prato
Massimi di 210 mm in 2 giorni
8 morti

2-3 novembre 2023 - Precipitazioni totali (mm)



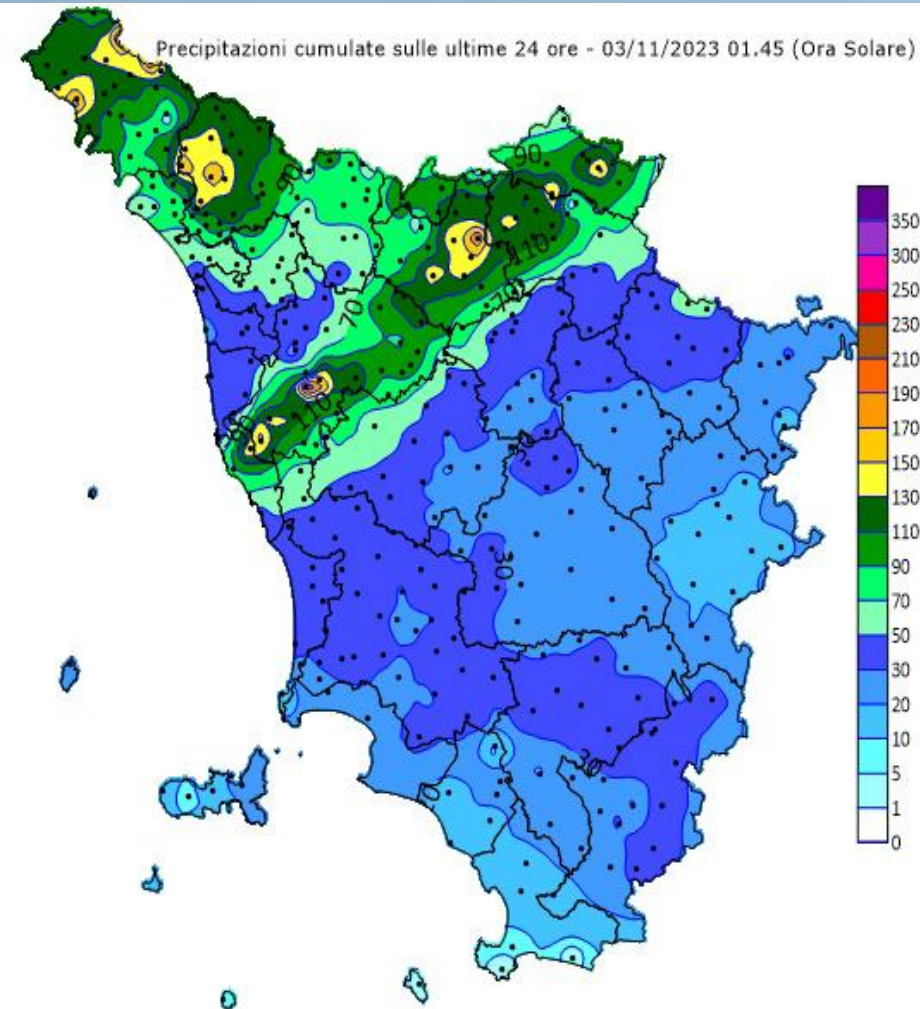
Alluvione di Firenze
Massimi di oltre 400 mm in 2 giorni
35 morti

4-5 novembre 1966 - Precipitazioni totali (mm)

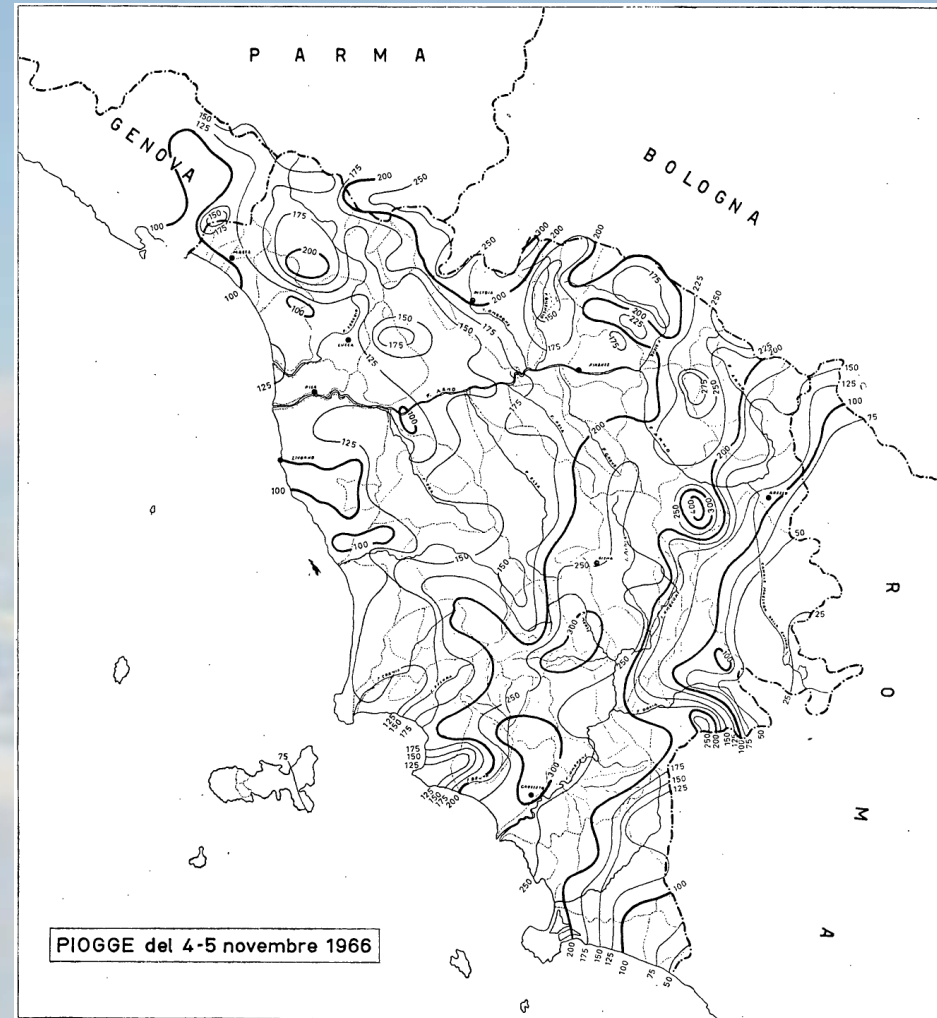


Elaborazioni di Luigi Mariani (1 nov. 2023) su dati Servizio Idrografico e dati onte: SIR Servizio Idrologico regionale della Toscana

Cartografie di dettaglio

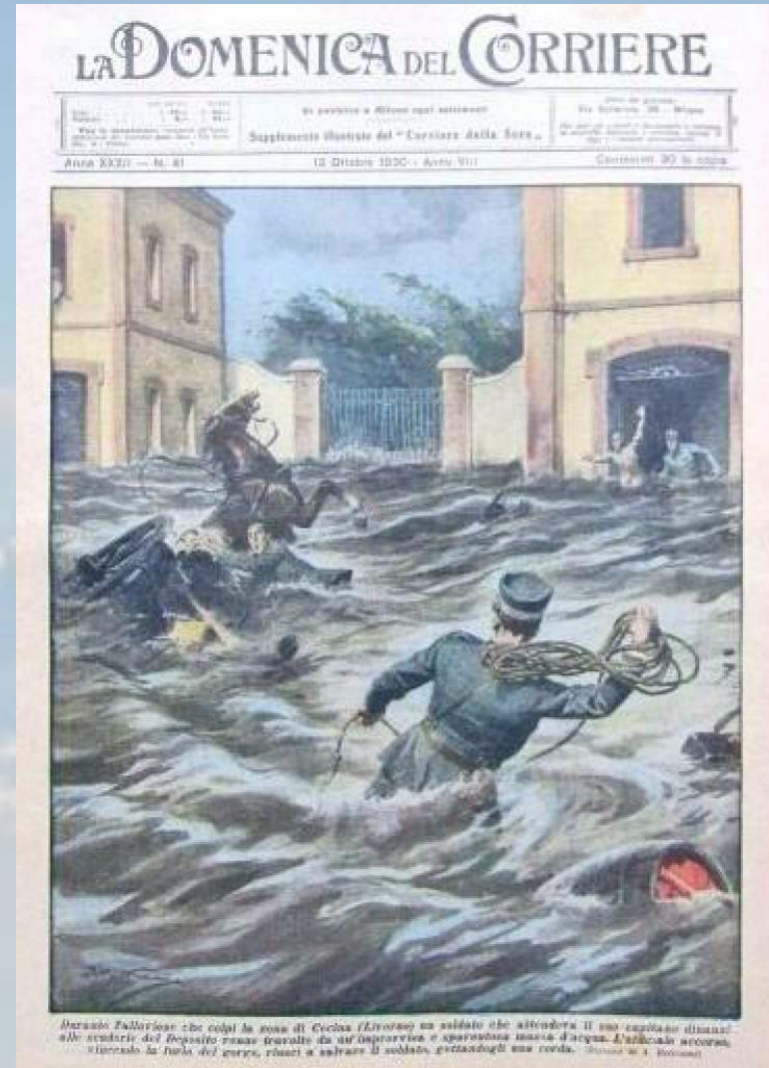
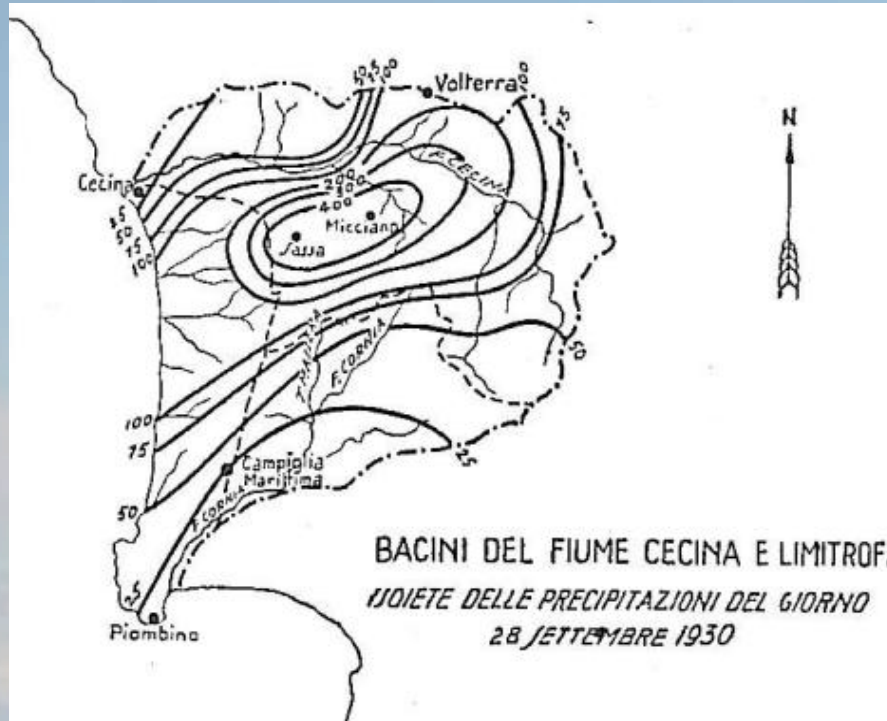


Fonte: SIR Servizio Idrologico regionale



Fonte: Servizio Idrografico – annali idrologici

Bacino del Cecina (LI) – Alluvione del 28 settembre 1930 440 mm in un giorno



“La Domenica del Corriere” – 13 ottobre 1930 –
esondazione del Fiume Cecina

Nelle stazioni di Sassa e Micciano, tra le ore 15:00 e le ore 23:00 furono registrati dei valori di precipitazione cumulata rispettivamente di 410 e 440 mm. Si tratta di valori fra i più elevati mai registrati in Toscana ove il record assoluto (478 mm in un giorno) spetta a Pomeziana nel famoso episodio del giugno 1996.

Fonte: SIR Toscana, 2021. Un secolo di precipitazioni estreme in Toscana,
https://www.sir.toscana.it/supports/pdf/precipitazioni/un_secolo_di_precipitazioni_estreme.pdf

Alluvione di Genova del 7 ottobre 1970 (44 morti) 948 mm in 24 ore

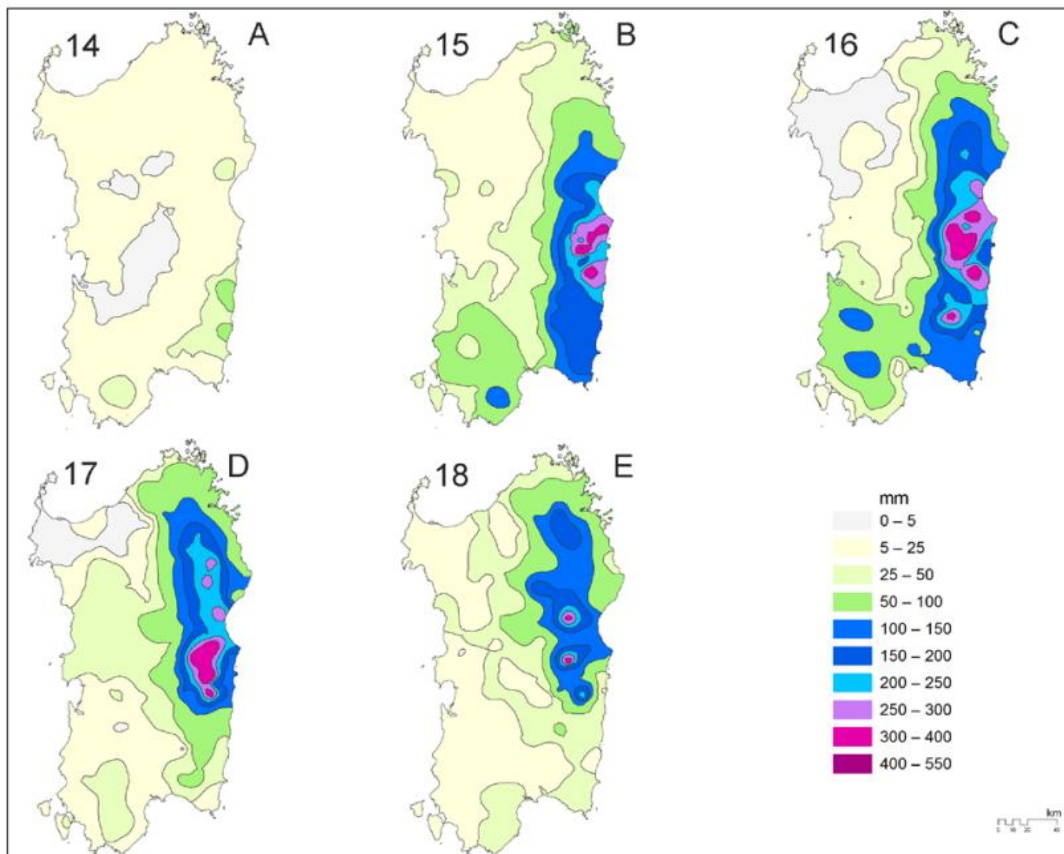


Località	mm in 24 ore
Bolzaneto	948
Valleregia	932
Pontedecimo	749
Monte Cipellino	732
Vallenzona	422
Crocefieschi	401
diga del Brugneto	308

Fonte dei dati: Lino Cati, 1981. IDROGRAFIA E IDROLOGIA DEL PO - Pubblicazione 19 dell'Ufficio Idrografico del Po. Editore: Ist. Poligrafico e Zecca dello Stato.

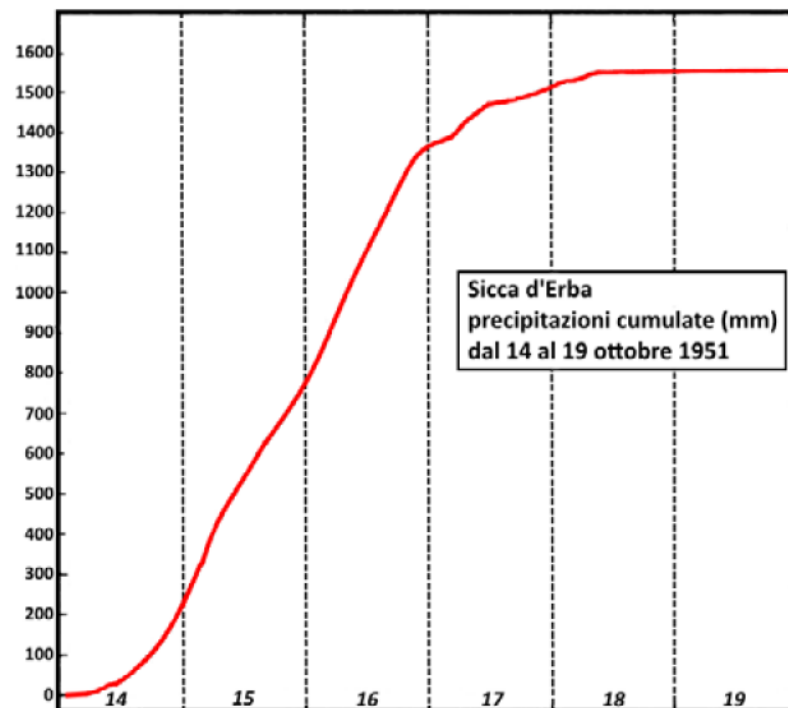
L'alluvione di Sicca d'Erba (14-18 ottobre 1951) 1536 mm in 5 giorni

FIGURA 2 – Carte a isoiete degli afflussi giornalieri (mm) dal 14 al 18 ottobre 1951



FONTE: Elaborazione degli Autori

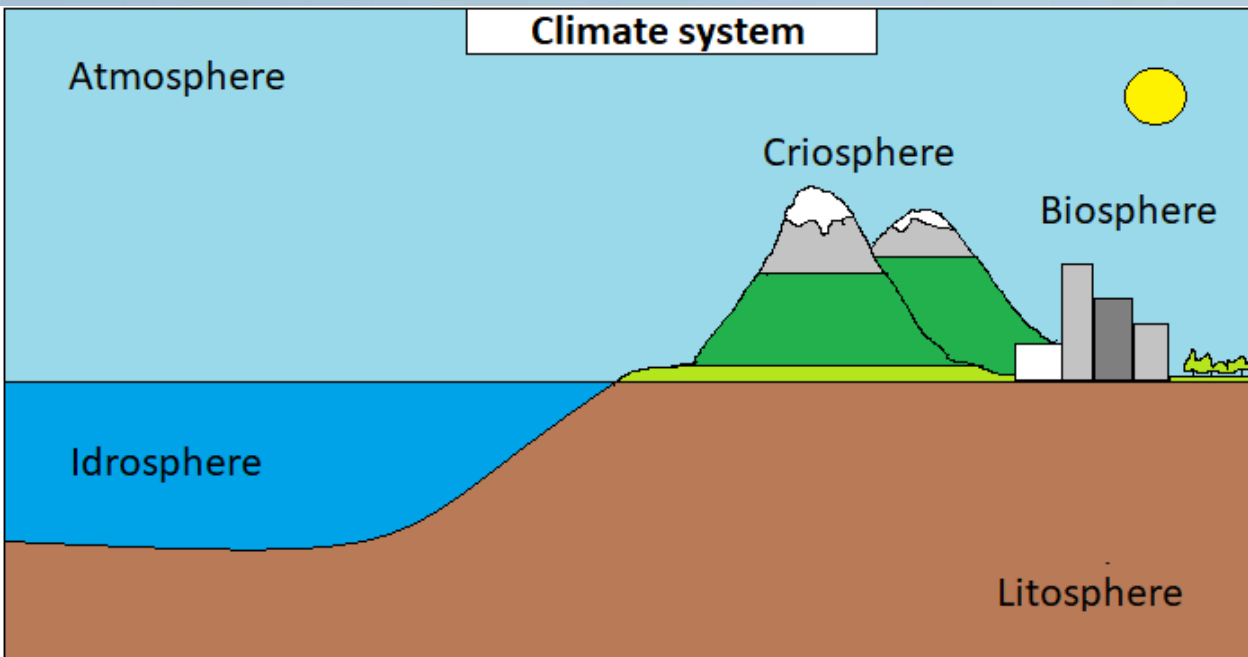
FIGURA 3 – Precipitazioni orarie cumulate a Sicca d'Erba



FONTE: Annali Idrologici, sez. Cagliari, Parte II
(rielaborazione dagli Autori)

Pinna S. e Gava M., 2016. *Le piogge alluvionali dell'ottobre 1951 in Sardegna. Considerazioni climatologiche e rappresentazioni cartografiche*, *Bollettino della ASSOCIAZIONE ITALIANA di CARTOGRAFIA*, 2016 (157), 72-81
https://www.researchgate.net/publication/346330361_Le_piogge_alluvionali_dell%27ottobre_1951_in_Sardegna_Considerazioni_climatologiche_e_rappresentazioni_cartografiche

Occhi nella mente – conoscere il sistema climatico



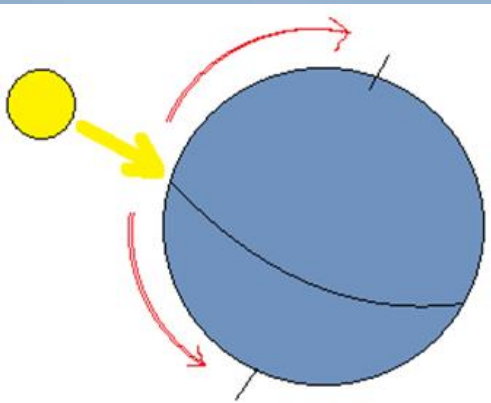
Prodotti del sistema climatico sono le variabili atmosferiche e di conseguenza:

La meteorologia

Il clima

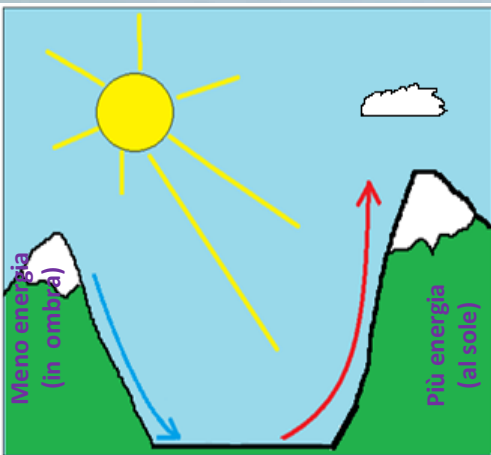
Il cambiamento climatico

I 3 pilastri su cui si fonda il sistema climatico

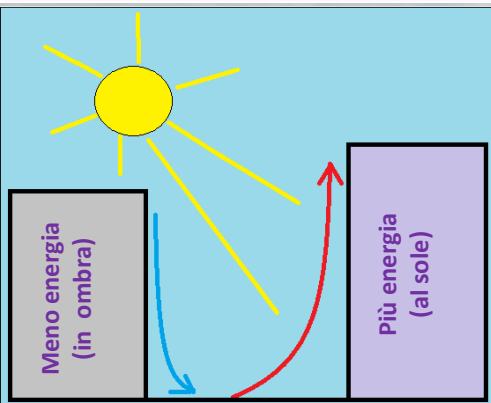


- l'**equilibrio** negli scambi energetici con lo spazio esterno (235 W m^{-2} arrivano da Sole, 235 W m^{-2} sono emessi dalla Terra verso lo spazio)

- lo **squilibrio energetico** continuamente imposto dall'ineguale ripartizione della radiazione solare in arrivo alla superficie del pianeta e il cui riequilibrio avviene a tutte le scale (il pianeta, una vallata, un canyon urbano) per mezzo **della circolazione atmosferica** (responsabile dell'80% del riequilibrio globale) e **oceanica** (responsabile del rimanente 20%).

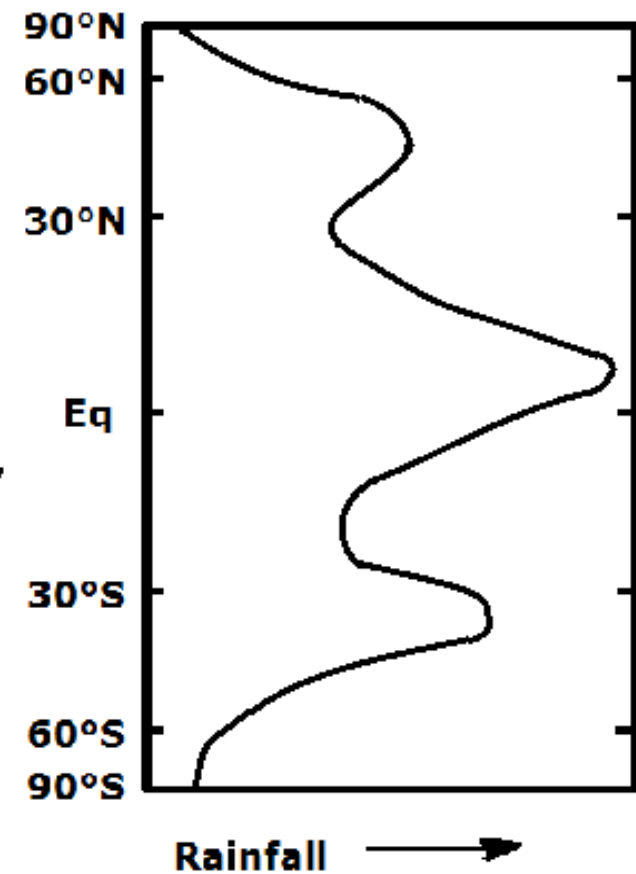
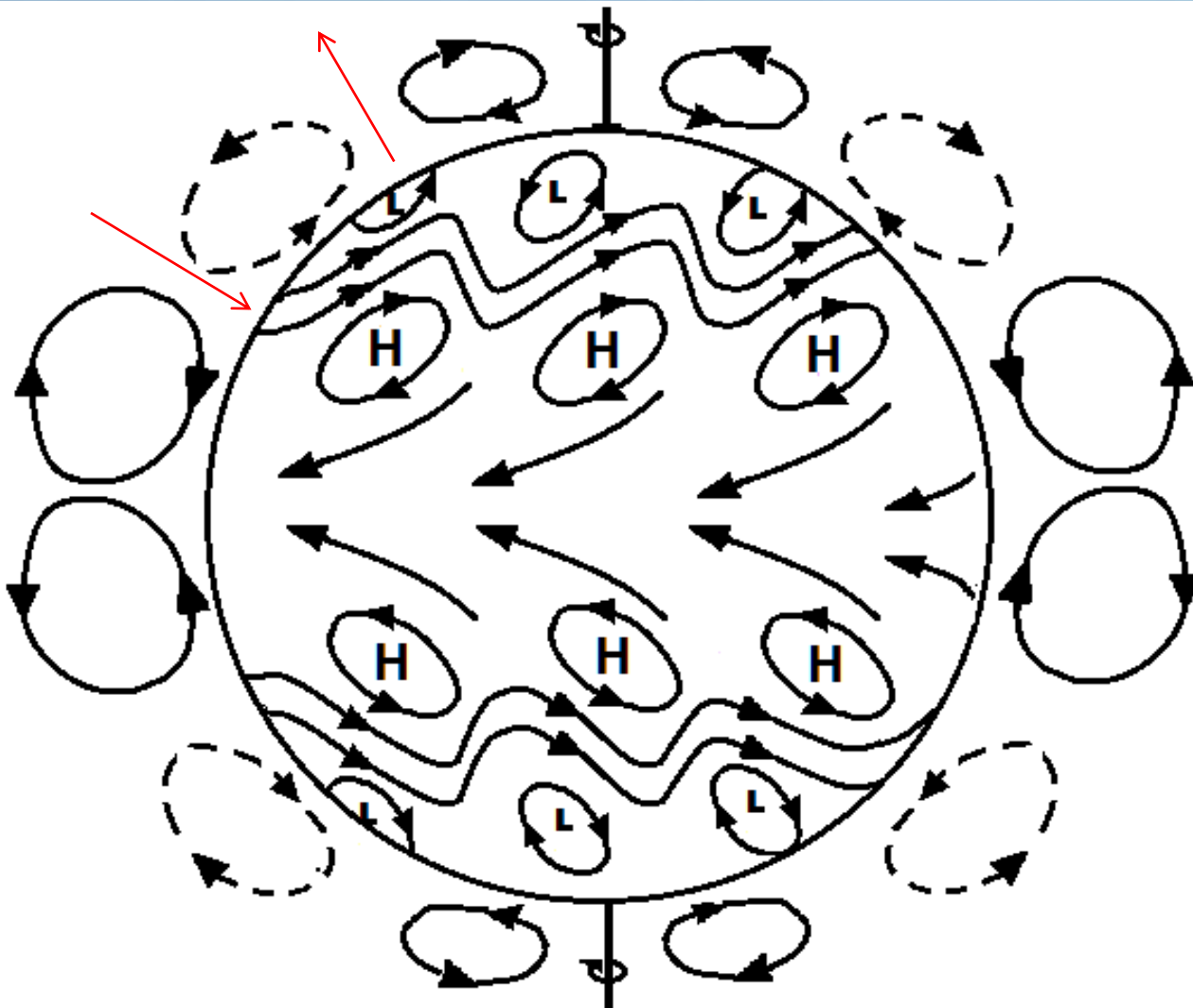


- **effetto serra**: è come se la terra fosse riscaldata da 2 soli...



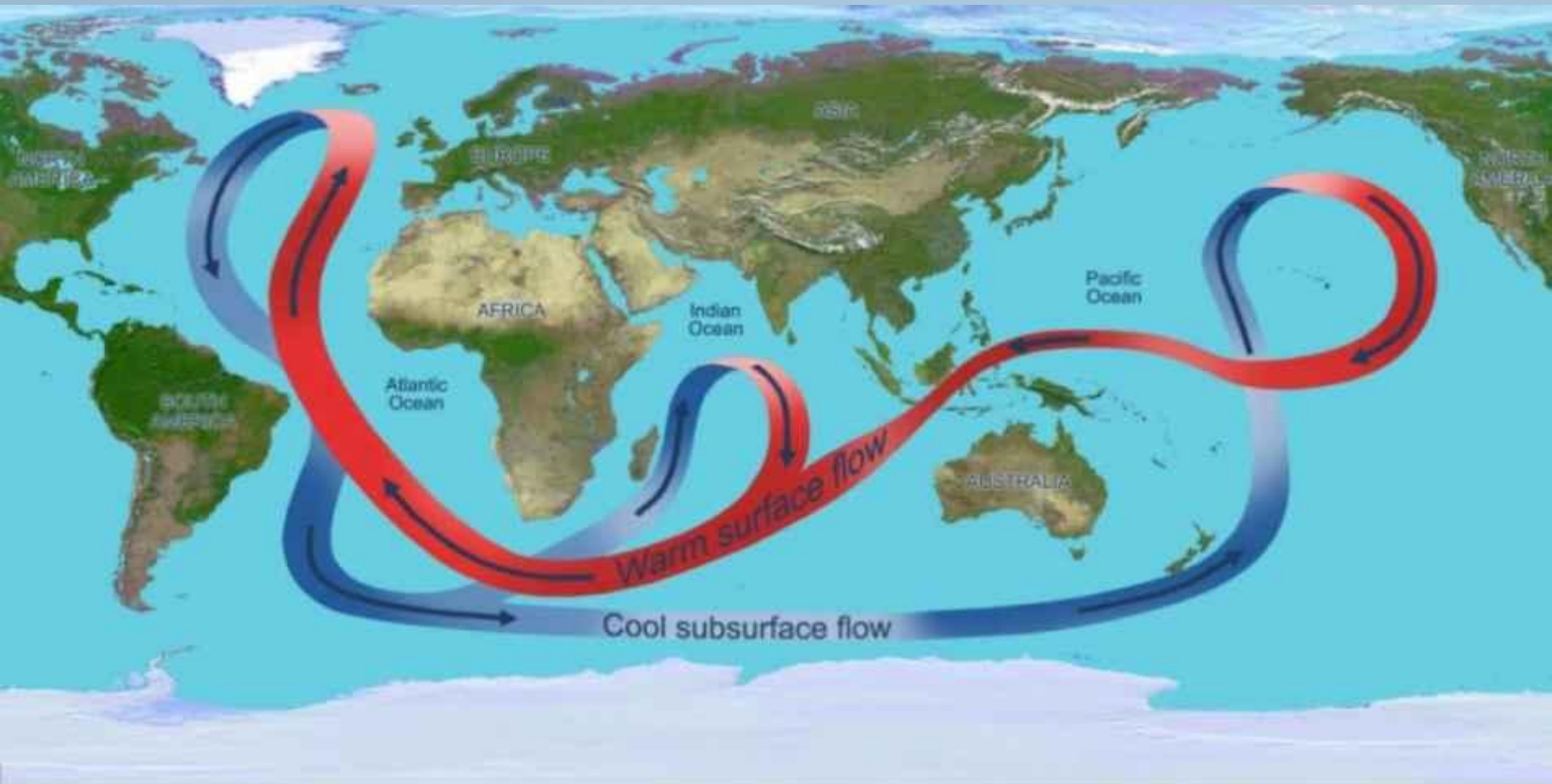
Circolazione atmosferica

(80% degli scambi energetici globali equatore-polo)



Circolazione oceanica

(20% degli scambi energetici equatore-polo)



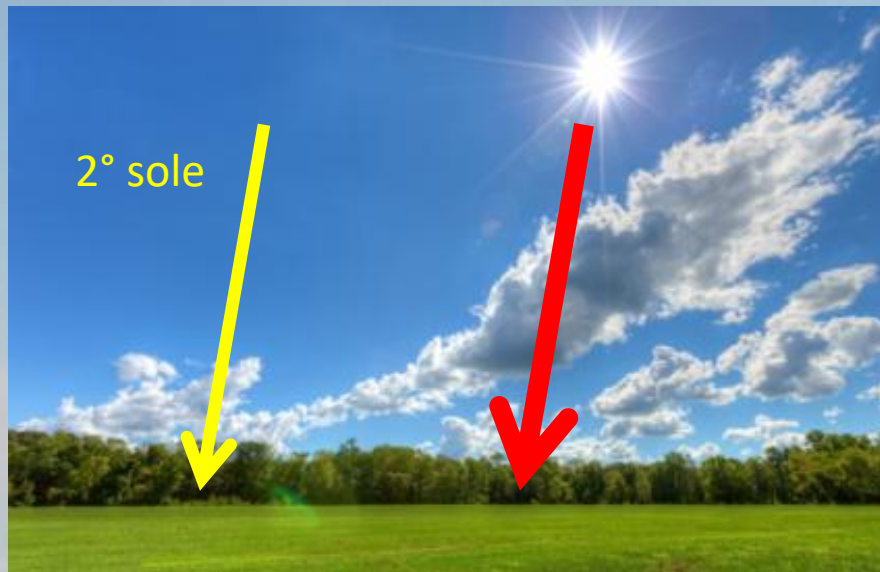
This is a depiction of the global ocean circulation. In the Atlantic Ocean, warm water travels north at the surface, while cooler water travels south at depth. Researchers are studying what controls the strength of this circulation.

Credit: NASA



L'effetto serra

La superficie è riscaldata da due soli: il sole e l'atmosfera.

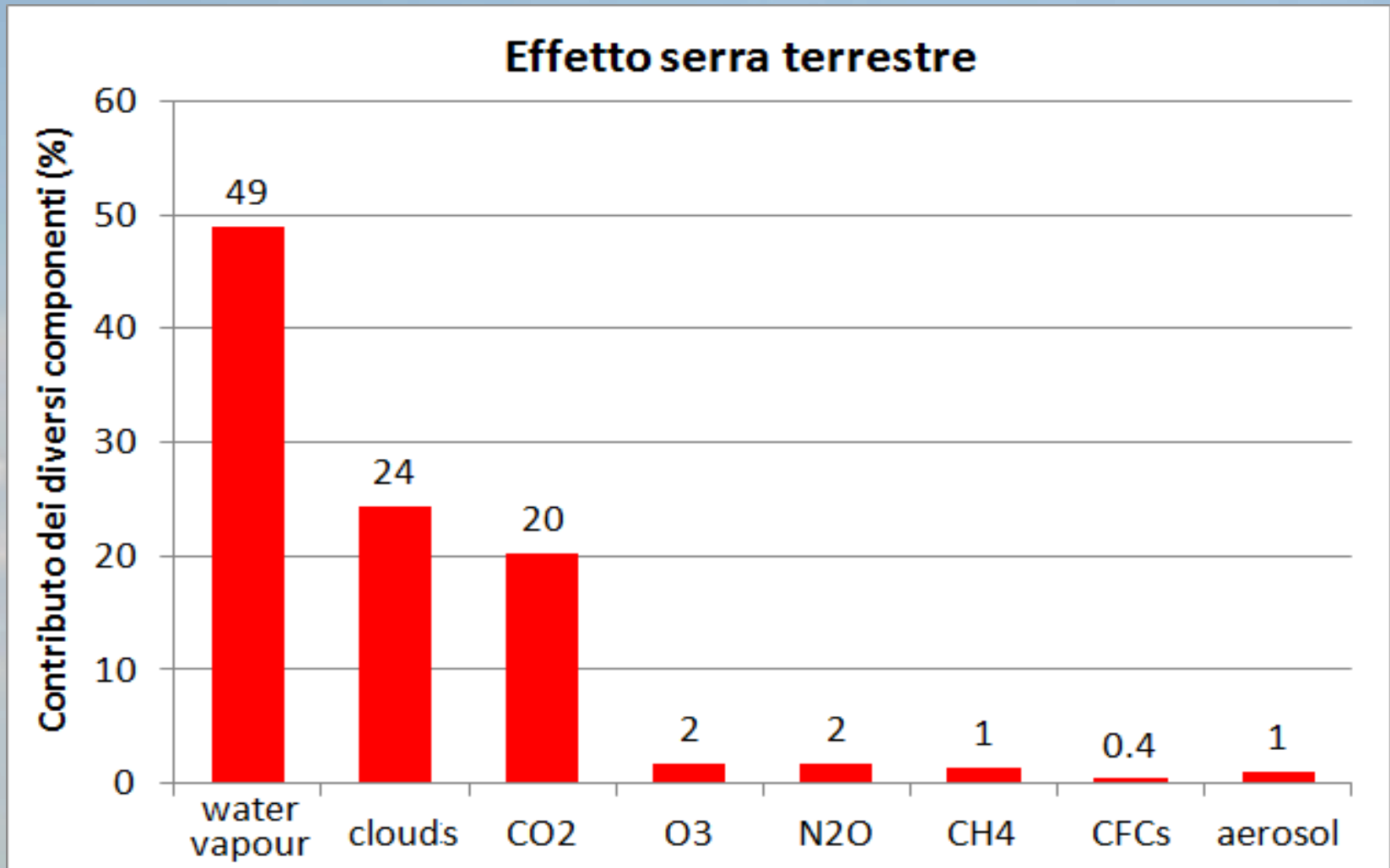


L'atmosfera intrappola i fotoni uscenti dalla superficie del pianeta reirraggiandoli in parte verso terra ed è attiva sia di giorno sia di notte.

L'effetto serra pesa 33°C. In sua assenza non vi sarebbe vita nelle forme attuali. Occorre contrastare il potenziamento antropico dell'effetto serra e non il fenomeno in sé...

Peso dei diversi componenti dell'effetto serra

Acqua = "gigante" dell'effetto serra -> responsabile del 73% del fenomeno



Fonte- LACIS A.A., Schmidt G.A., Rind D. Ruedy R.A., 2010. Atmospheric CO₂: Principal Control Knob Governing Earth's Temperature, Science, 15 OCTOBER 2010 VOL 330.

Effetti della CO₂ e dei feed-back sulle temperature globali

Legge di Stefan Boltzmann e l'equazione di Mihre (Ipcc, AR5): nel passaggio di CO₂ dai livelli pre-industriali (anno 1750 - 280 ppmv) al raddoppio (560 ppm, atteso per il 2090 circa) le temperature aumenteranno di 1.2°C.

Poi ci sono i feed-back (da vapore acqueo, neve, nubi che dovrebbero portare l'effetto finale al raddoppio a +1.5/+4.5°C (IPCC AR5) con valori più probabili di +2/+3°C (Sherwood, più volte citato in IPCC AR6).

Il feedback più incerto è quello legato alle nubi nel senso che il pianeta si riscalderebbe se aumenteranno le nubi alte (cirri) mentre si raffredderebbe se aumenteranno le nubi basse (cumuli, strati). Sul futuro delle nubi c'è un'enorme incertezza.

Le nubi, tallone d'Achille dei modelli climatici globali

“Uncertainties in predicting this radiative feedback from clouds are the largest cause of spread in model predictions of future global warming” (Wang et al., 2021).



Source: NASA – Cumulus humilis and mediocris on the ocean

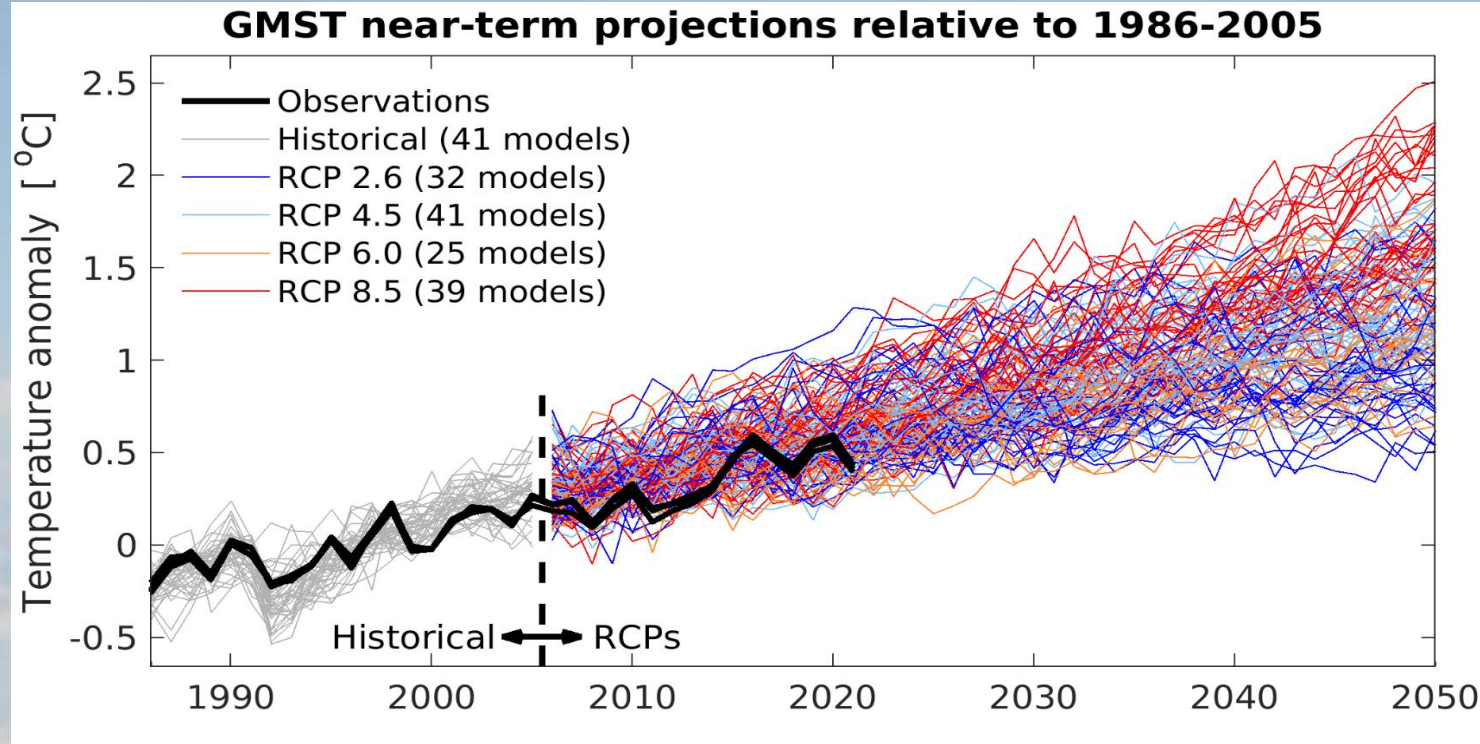
Scenari da GCM e confronto con le misure

Nell'incertezza c'è forse lo zampino delle nubi (Wang et al., 2021)

TEMPERATURE

138 simulazioni a confronto con 4 dataset osservativi

(Ipcc AR5, cap. 11, pag 1011 – fig 11.25). Emergono rilevanti sovrastime rispetto alle osservazioni.



Dati osservativi aggiornati al 2021

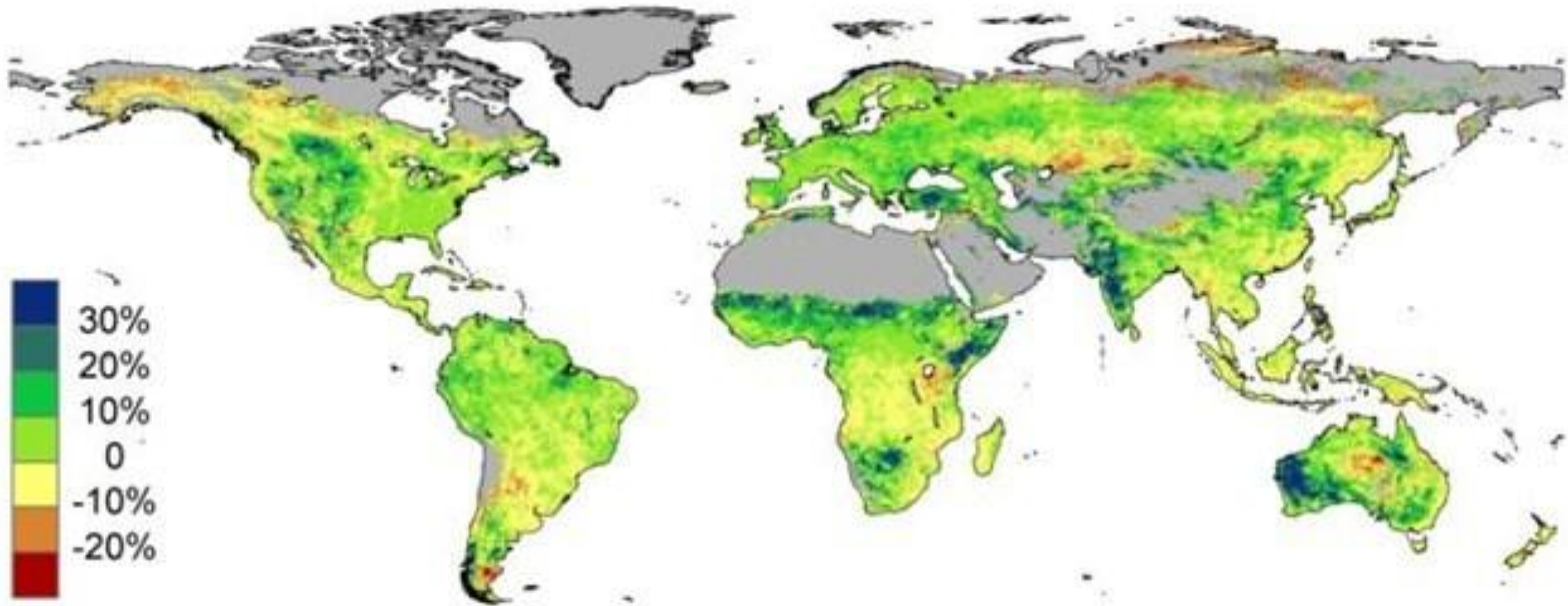
(<https://www.climate-lab-book.ac.uk/comparing-cmip5-observations/>)

PRECIPITAZIONI (Ipcc AR5, cap 9, pag. 749):

”La simulazione di modelli di precipitazione su larga scala è leggermente migliorata rispetto all'AR4, sebbene i modelli continuino a funzionare meno bene per le precipitazioni rispetto alla temperatura superficiale”

L'agricoltura – mitigazione del cambiamento climatico

Gestione del ciclo del carbonio tramite la fotosintesi



<http://www.csiro.au/en/Portals/Media/Deserts-greening-from-rising-CO2.aspx>

Il global greening fa arretrare i deserti

Il 50% del global greening va a beneficio dell'agricoltura

L'agricoltura – adattamento al cambiamento climatico

La cassetta degli attrezzi dell'agronomo



Miglioramento genetico e innovazione varietale

Tecnica degli avvicendamenti

Irrigazione

Nutrizione vegetale

Sistemazioni idraulico-agrarie di piano e di colle

.....

L'approccio galileiano antidoto conto il climatismo e i suoi enormi danni

Climatismo: è l'ideologia che pone il clima alla base di qualunque fenomeno negativo che accada nel mondo (Hulme, 2023).

Il climatismo ha implicazioni psicologiche profonde, nel senso che **gli slogan ispirati a scenari cupi e senza speranza non motivano all'azione, ma provocano ansia o disimpegno (Hulme, 2023).**

Jim Skea, professore all'Imperial College di Londra e attuale direttore dell'IPCC, in un'intervista del luglio 2023 ha affermato che “*Se si comunica costantemente il messaggio che siamo condannati all'estinzione, si paralizzano le persone e si impedisce loro di intraprendere le misure necessarie per controllare il cambiamento climatico*”

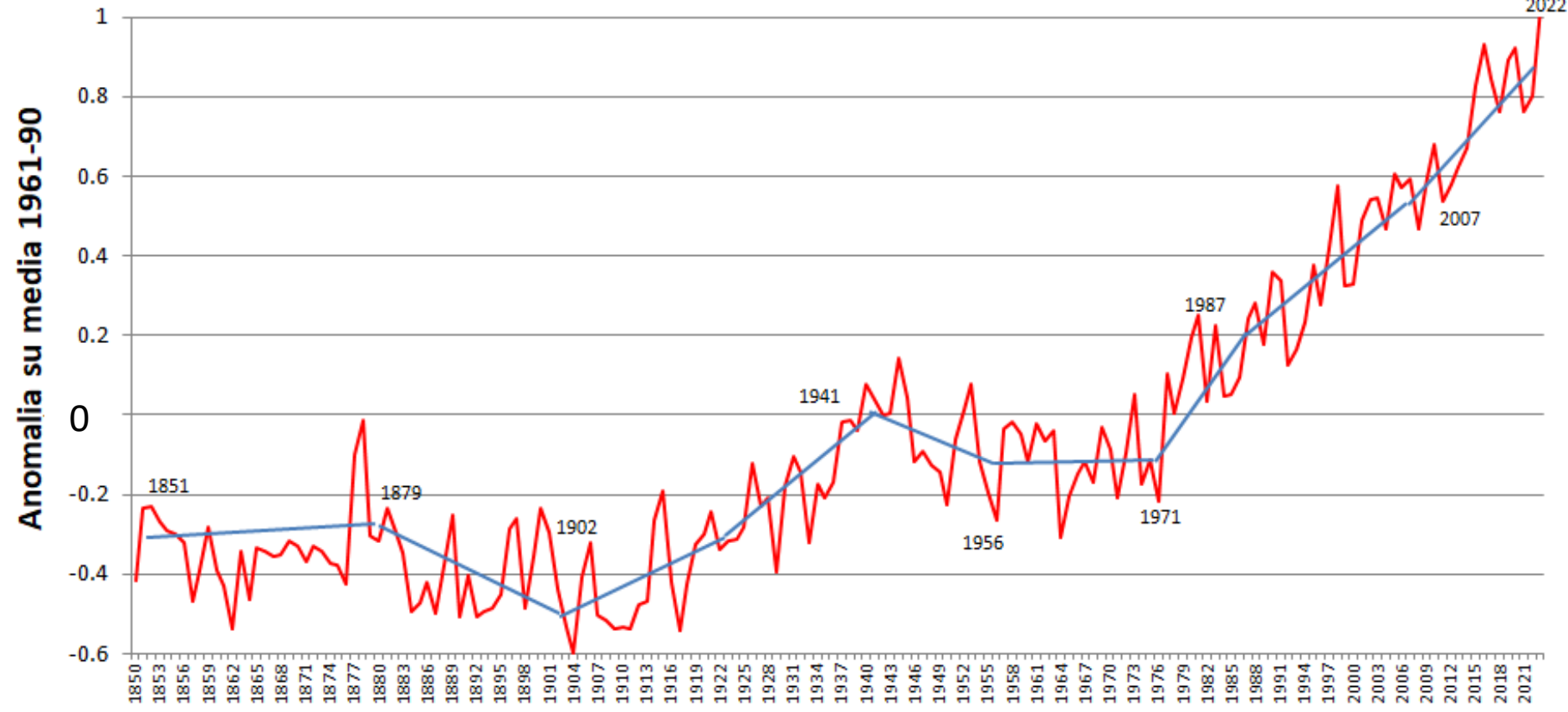
Hulme, 2023. *“Climate Change Isn't Everything: Liberating Climate Politics From Alarmism* (Polity, 2023, 208 pages). **(Mike Hulme è professore di geografia umana all'università di Cambridge).**



Cambiamento climatico
Trend termo-pluviometrici

Temperature GLOBALI 1850 – 2023 (CRU East Anglia University)

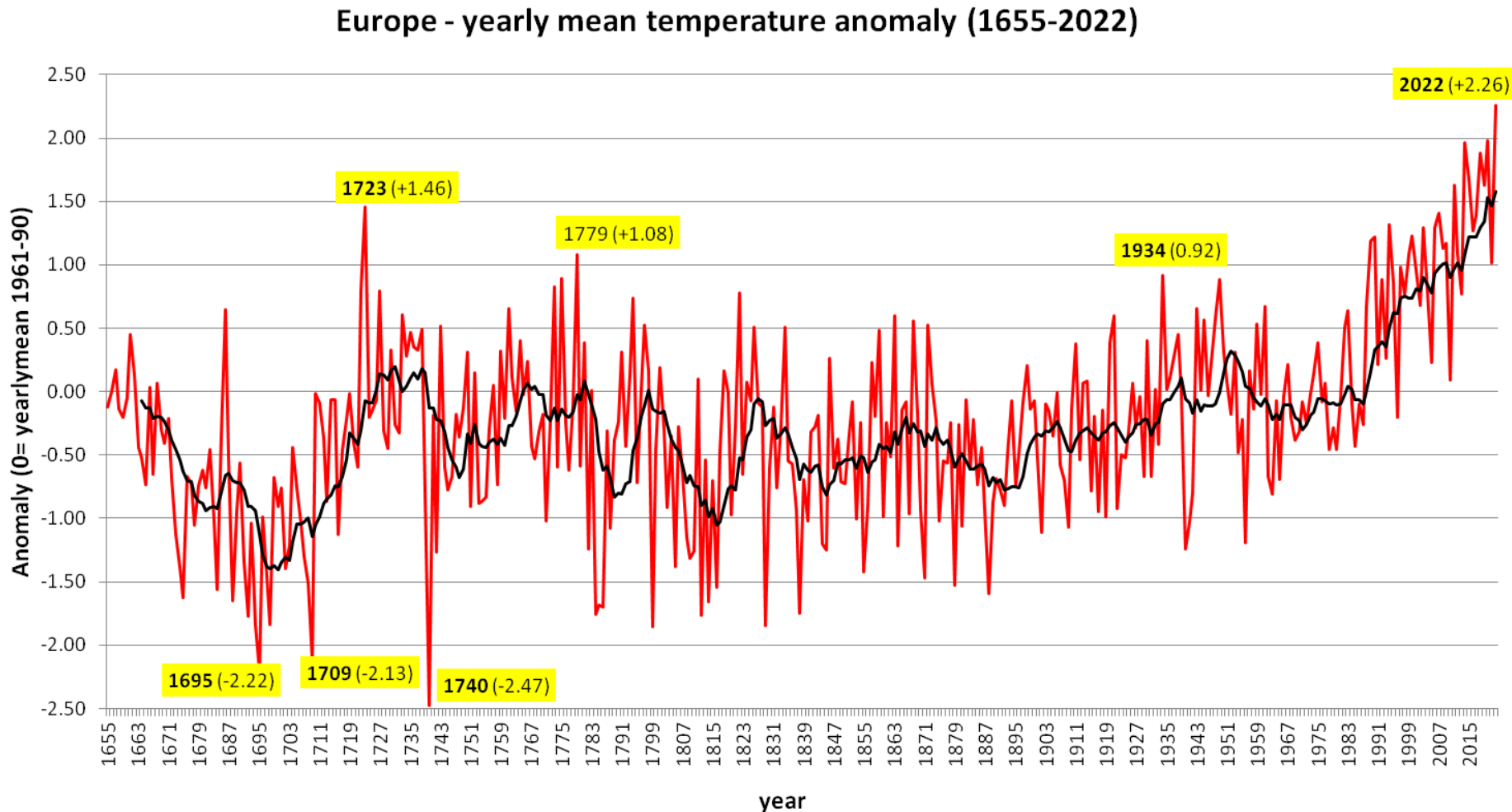
Temperature globali Hadcrut5 (1850-2023)



La linea azzurra è un'interpolante a spezzate raccordate. Nodi della spezzata (1851,1879, 1911, ecc.) calcolati con il metodo di Tome e Miranda.

<https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5/data/current/download.html>

Anomalia delle temperature europee (1655-2022)



Mariani L., Zavatti F., 2017. Multi-scale approach to Euro-Atlantic climatic cycles based on phenological time series, air temperatures and circulation indexes, *Science of the Total Environment* 593–594 (2017) 253–262

Precipitazione media GLOBALE 1850 – 2023 (Hadex3)



Fig. 4 Global yearly precipitation anomaly (difference in mm from the 1961–1990 average). Processing carried out on data from Hadex3 dataset [29]—figure S27 of supplementary materials

Precipitazioni – l'enorme problema delle reti di misura

Aspetti globali

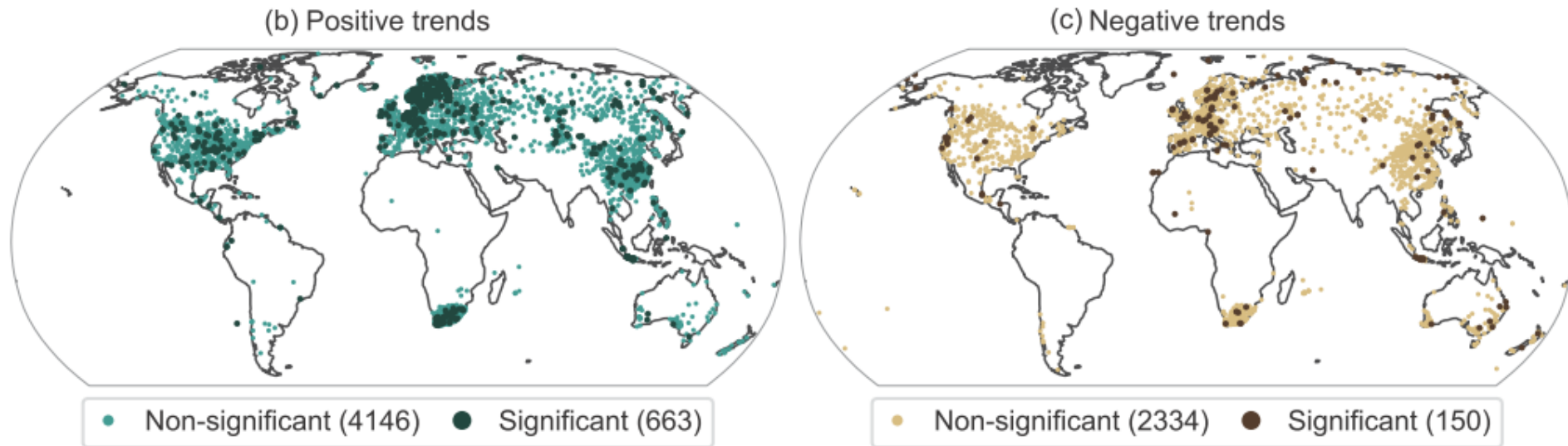


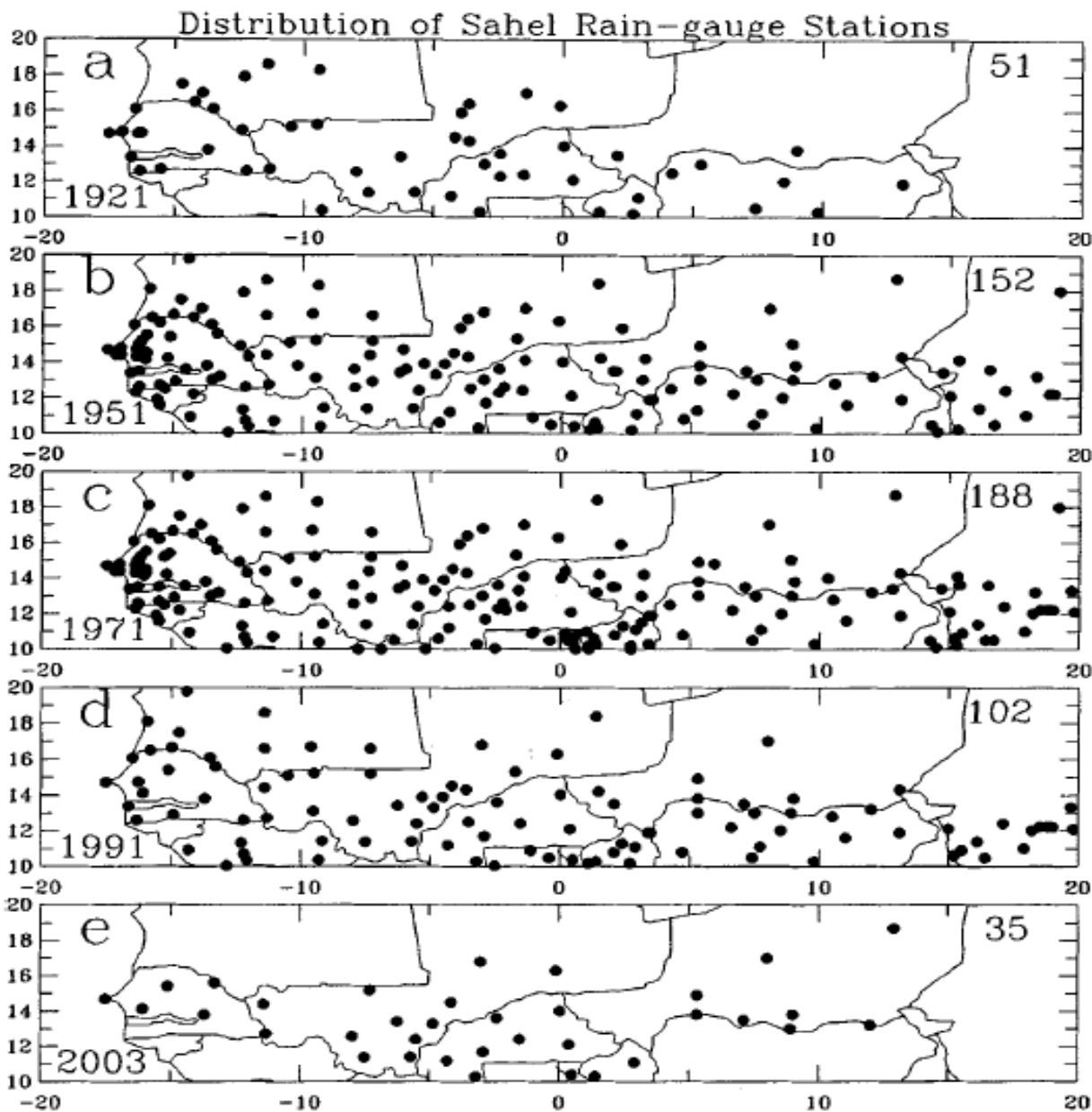
Figure 11.13 | Signs and significance of the observed trends in annual maximum daily precipitation (Rx1day) during 1950–2018 at 8345 stations with sufficient data. (a) Percentage of stations with statistically significant trends in Rx1day; green dots show positive trends and brown dots negative trends. Box and 'whisker' plots indicate the expected percentage of stations with significant trends due to chance estimated from 1000 bootstrap realizations under a no-trend null hypothesis. The boxes mark the median, 25th percentile, and 75th percentile. The upper and lower whiskers show the 97.5th and the 2.5th percentiles, respectively. Maps of stations with positive (b) and negative (c) trends. The light colour indicates stations with non-significant trends, and the dark colour stations with significant trends. Significance is determined by a two-tailed test conducted at the 5% level. Adapted from Sun et al. (2021). Figure copyright © American Meteorological Society (used with permission). Further details on data sources and processing are available in the chapter data table (Table 11.SM.9).

IPCC AR6 cap 11 – p. 1560

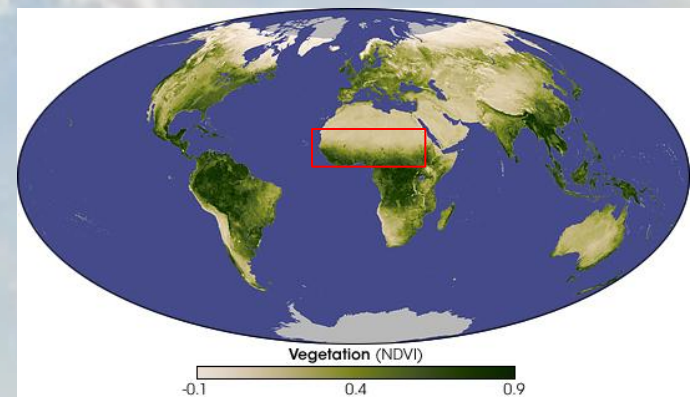
Sun Q., Zhang X., Zwiers F., Westra S., Alexander L.V.,., 2021. A Global, Continental, and Regional Analysis of Changes in Extreme Precipitation, *Journal of climate*, n. 34, 243-258. doi: 10.1175/JCLI-D-19-0892.1


Precipitazioni – l'enorme problema delle reti di misura

Il caso del Sahel



Dai A., Lamb P.J.,
Trenberth K.E., Hulme M.,
Jones P.D., Xie P, 2004.
Comment - the recent
sahel drought is real. Int. J.
Climatol. 24: 1323–1331



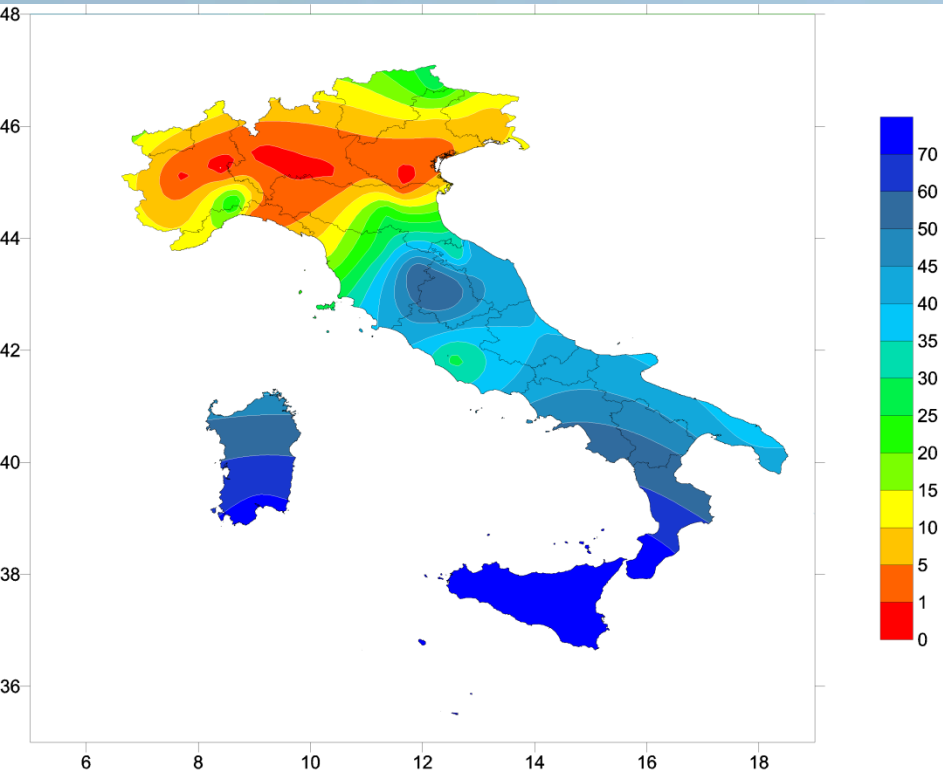


**Cambiamento climatico
trend di alcuni eventi estremi**

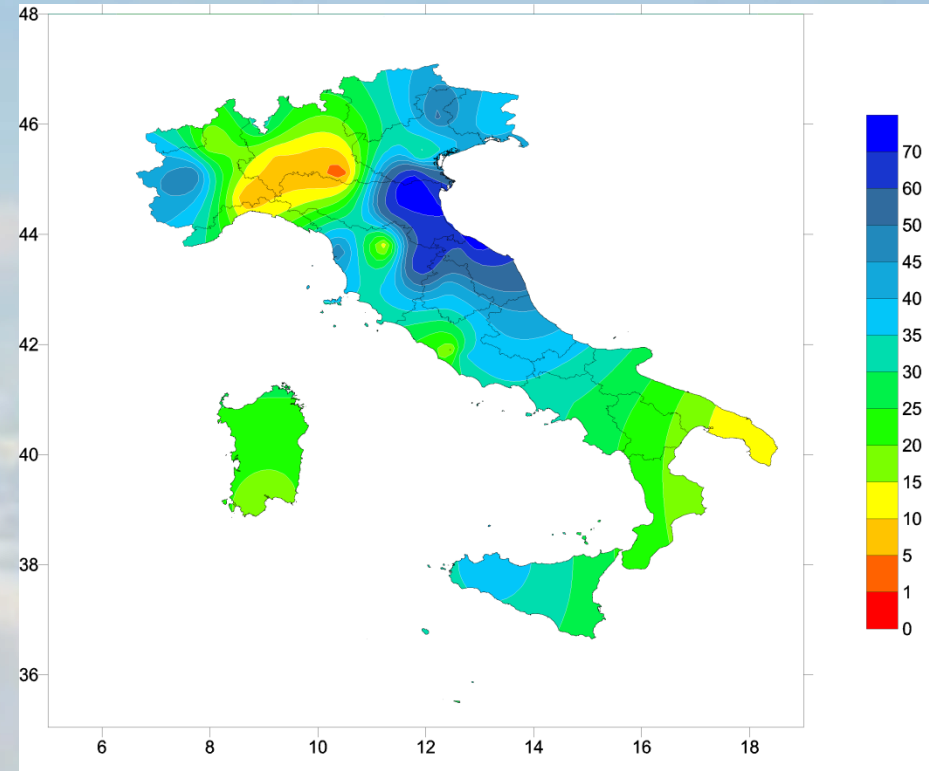
Siccità idrologica – Italia

Numero anni per secolo con precipitazioni inferiori al 2022 e al 2023

2022

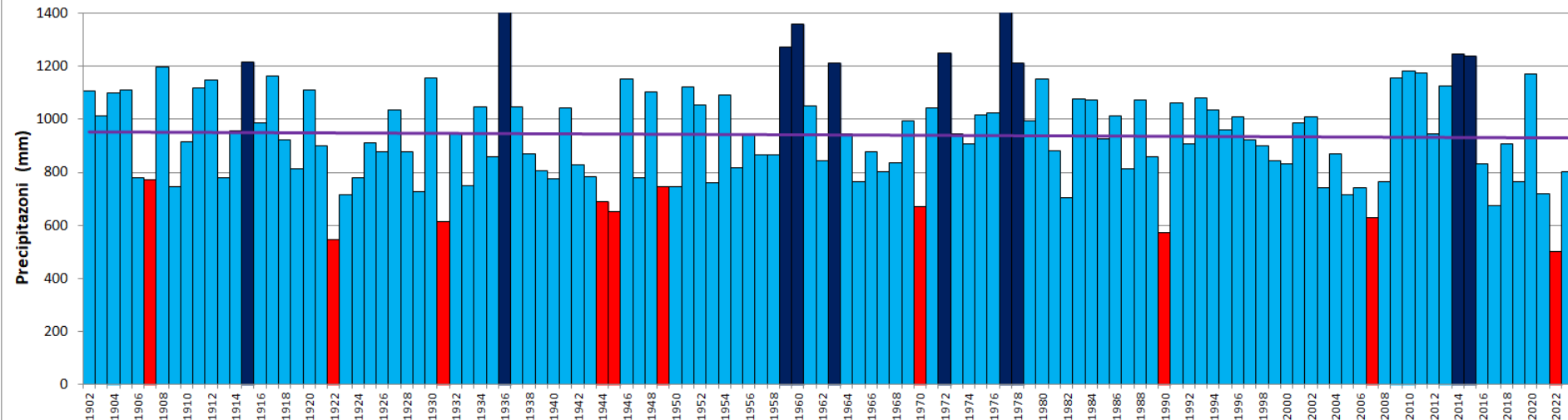


2023



Siccità idrologica - Nordovest

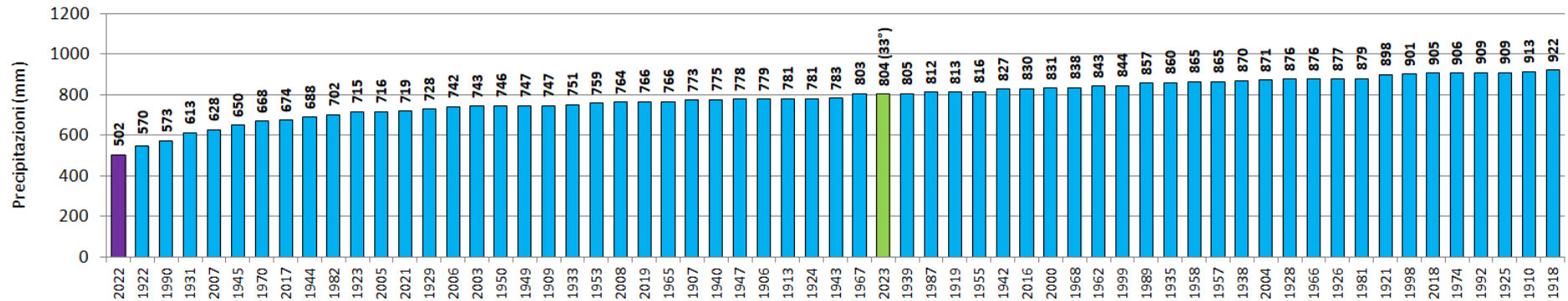
Nordovest - precipitazioni nell'anno idrologico per il periodo 1902-2023 - media di 8 stazioni*
(in rosso i 10 anni meno piovosi, in blu i 10 più piovosi)



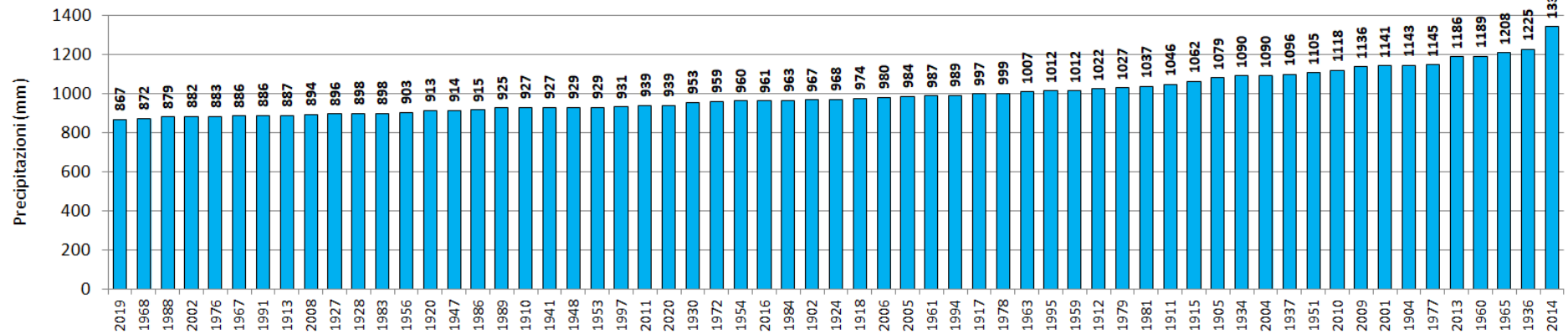
(*) Media per l'anno idrologico per 5 stazioni (Torino, Milano, Genova, Cuneo e Casale Monferrato)

Siccità idrologica - Nordovest

Nordovest - 50% inferiore delle piovosità in ordine crescente (1902-2023 - media di 5 stazioni*)

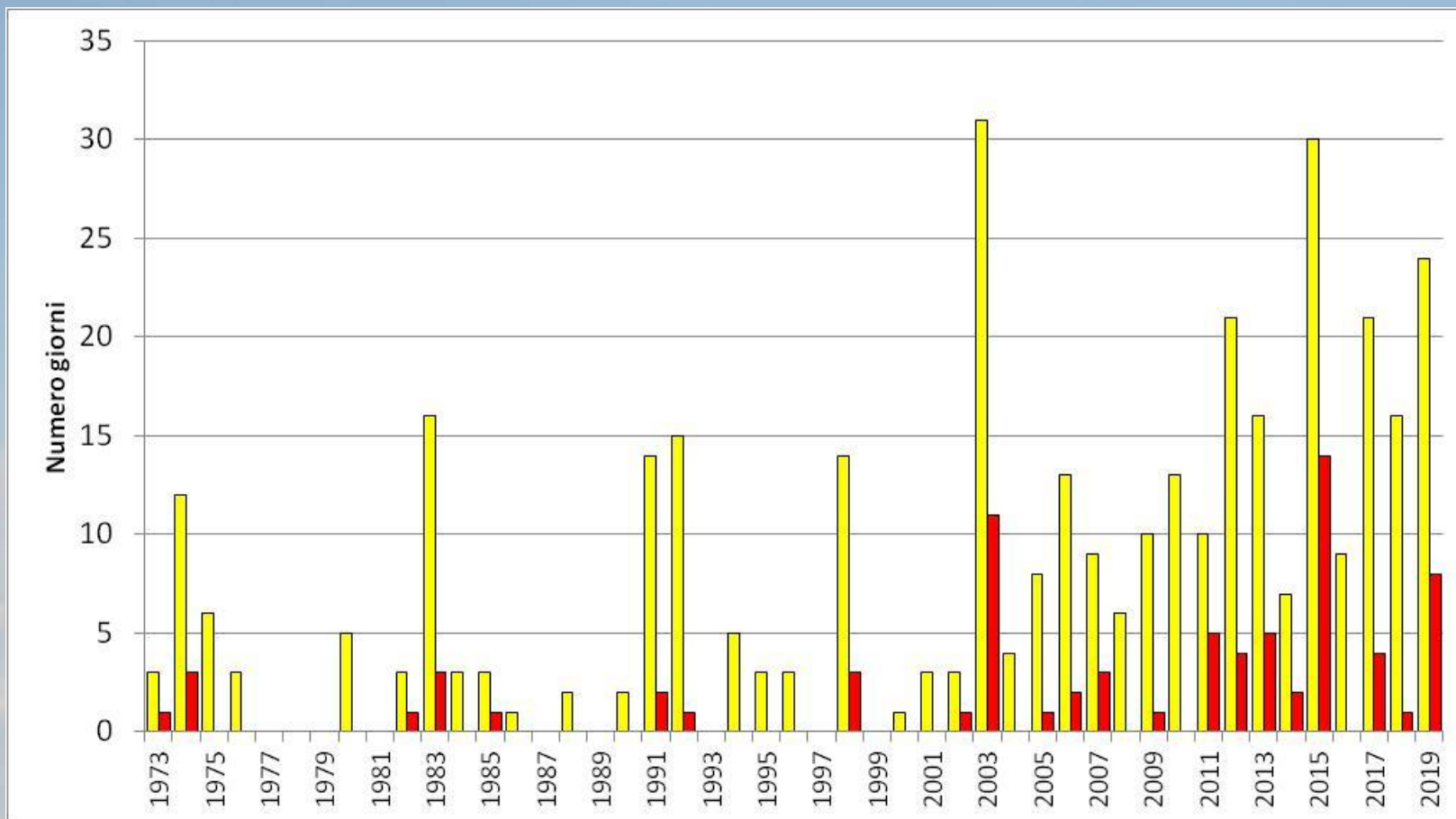


Nordovest - 50% superiore delle piovosità in ordine crescente (1902-2023 - media di 5 stazioni*)



(*) Media per l'anno idrologico per 5 stazioni (Torino, Milano, Genova, Cuneo e Casale Monferrato)

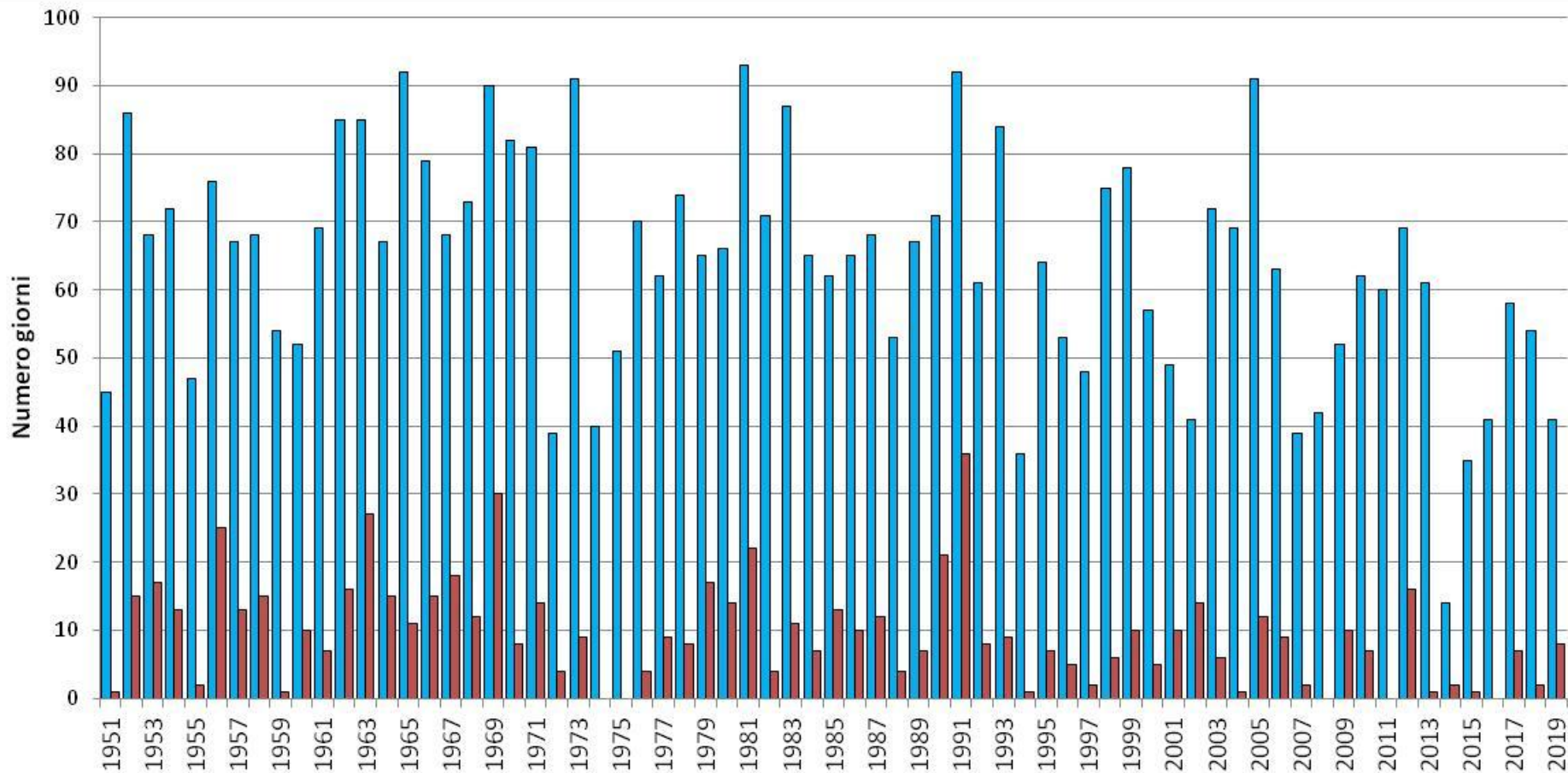
Montanaso - ondate di calore (Tx>33 e >35°C) [Dati A.M. e Crea]



	<u>ndd con Tx>=33</u>	<u>ndd con Tx>=35</u>
<u>media 1973-87 (ini)</u>	3.3	0.4
<u>media 1988-2000</u>	4.5	0.5
<u>media 2001-2018 (fin)</u>	13.4	3.3
<u>delta fin-ini</u>	10.1	2.8
<u>delta fin-ini (%)</u>	308.8	654.6

**Dati aggiornati
al 5 ottobre
2019**

Montanaso - Giorni con gelo ($T < 0$ e $T < -5^{\circ}\text{C}$) [dati A.M. e Crea]



	<u>ndd con $T_n \leq 0$</u>	<u>ndd con $T_n \leq -5$</u>
<u>media 1951-87 (ini)</u>	70	12
<u>media 1988-2000</u>	65	9
<u>media 2001-2019 (fin)</u>	53	6
<u>delta fin-ini</u>	-16.3	-5.9
<u>delta fin-ini (%)</u>	-23.4	-51.0

**Dati aggiornati
al 24 luglio 2019**

Eventi precipitativi estremi

Italia strutturalmente esposta a eventi piovosi estremi



- E' circondata da un mare sede di masse d'aria caldo-umida (Mediterraneo)
- E' sede di un'orografia importante (Alpi ed Appennini) -> intensificazione orografica, genesi di vortici depressionari mediterranei
- E' vicina a regioni sorgenti di massa d'aria fredda (Atlantico settentrionale, Entroterra eurasiatico, Artide)
- E' vicina ad aree che generano strutture meteorologiche favorevoli alle precipitazioni (sistemi frontali).
- Si trova nella zona dell'emisfero Nord più favorevole alla genesi di strutture di blocco.

In teoria l'intensità delle precipitazioni dovrebbe aumentare. Nel concreto cosa sta accadendo?

Aumentando le temperature aumenta la dimensione del serbatoio atmosferico in cui stoccare vapore acqueo. Da ciò potremmo dedurre un maggiore rischio di eventi estremi.

Tuttavia l'analisi delle serie storiche non avvalorava per ora una tale teoria.

Questo forse accade perché per avere un evento estremo non basta avere più umidità in atmosfera ma occorre anche che si generino sistemi (perturbazioni violente) in grado di estrarre tale umidità tramutandola in rovesci di pioggia.

Su questo si consideri che il gradiente termico fra alte e basse altitudini, da cui dipende la genesi di perturbazioni violente, si sta riducendo.

Trend di intensità pluviometrica per l'area italiana (Libertino et al., 2019)



Geophysical Research Letters

RESEARCH LETTER
10.1029/2019GL083371

Key Points:

- A reconciled data set in Italy allows for a full-scale trend assessment of rainfall extremes.
- A record-breaking analysis suggests that in the last decades the frequency of extremes is slowly, but not significantly, increasing.
- Intensity of extremes displays only local significant trend patterns, compatible with previous studies.

Supporting Information:

- Supporting Information S1

Correspondence to:
A. Libertino,
andrea.libertino@polito.it

Citation:
Libertino, A., Ganora, D., & Claps, P. (2019). Evidence for increasing rainfall extremes remains elusive at large spatial scales: The case of Italy. *Geophysical Research Letters*, 46, 7437–7446. <https://doi.org/10.1029/2019GL083371>

Evidence for Increasing Rainfall Extremes Remains Elusive at Large Spatial Scales: The Case of Italy

A. Libertino¹, D. Ganora¹, and P. Claps¹

¹Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino, Torino, Italy

Abstract The widespread perception of an increase in the severity of extreme rainstorms has not found yet clear confirmation in the scientific literature, often showing vastly different results. Especially for short-duration extremes, spatial heterogeneities can affect the outcomes of large-scale trend analyses, providing misleading results dependent on the adopted spatial domain. Based on the availability of a renewed and comprehensive database, the present work assesses the presence of regional trends in the magnitude and frequency of annual rainfall maxima for subdaily durations in Italy. Versions of the Mann-Kendall test and a record-breaking analysis, which considers the spatial correlation, have been adopted for the scope. Significant trends do not appear at the whole-country scale, but distinct patterns of change emerge in smaller domains having homogeneous geographical characteristics. Results of the study underline the importance of a multiscale approach to regional trend analysis and the need of more advanced explanations of localized trends.

1. Introduction

Climate change and its impact on the frequency and intensity of extreme rainfall is a debated topic in hydrology. Basically, atmospheric temperature is expected to strongly influence the intensity of extreme rainfall, as warmer air is capable of holding more water than cooler air, following the Clausius-Clapeyron equation

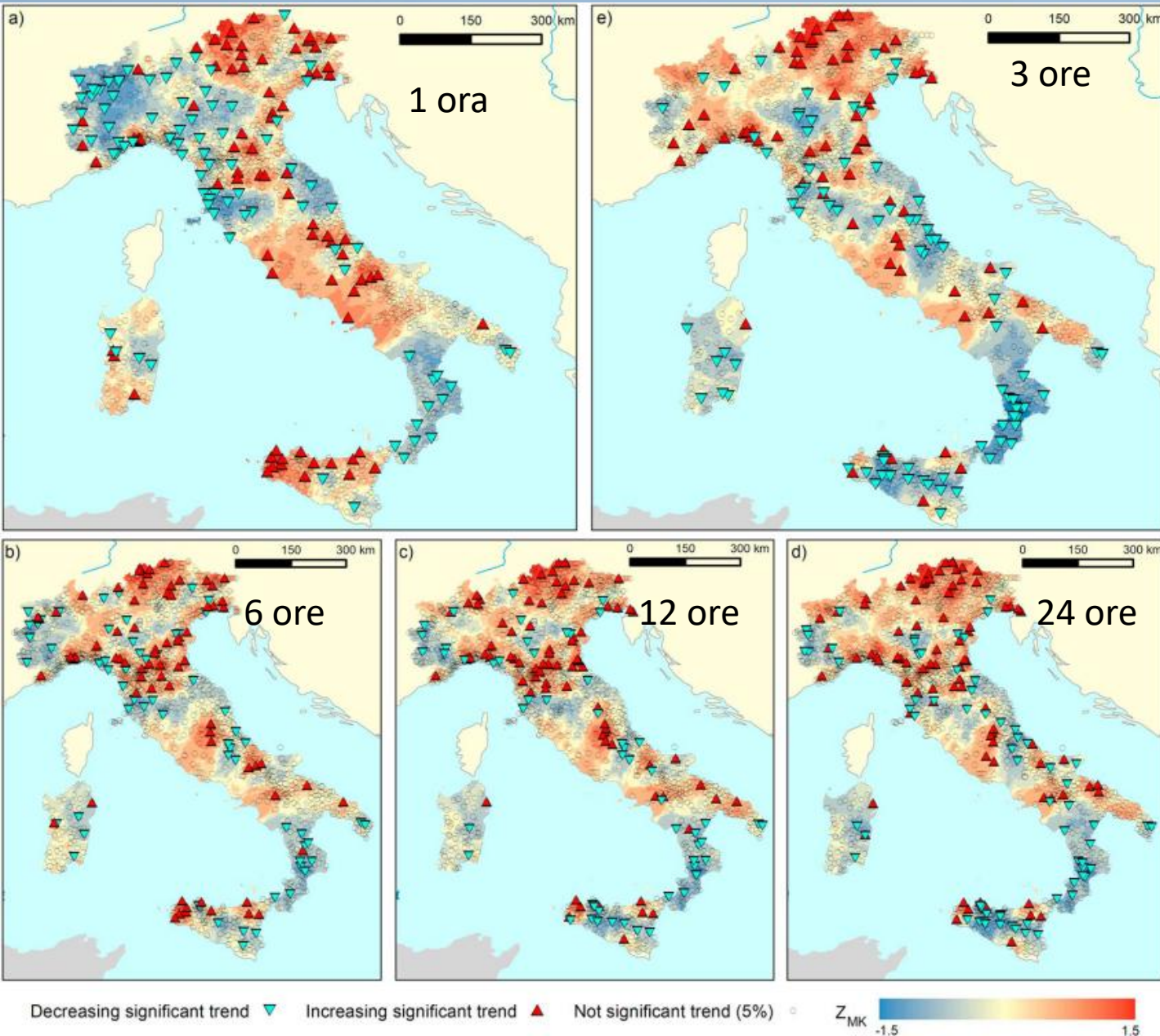
5. Conclusions

A spatial analysis of the trends in extreme rainfall for different subdaily durations has been carried out in Italy, as a wide and morphologically complex domain with significant features for the Mediterranean region. The analysis takes into account both the frequency of occurrence of large events and the recorded intensities, aiming to give a comprehensive overview of the evolution of the extreme rainfall regime.

Concerning the frequency, the outcomes show that all the observed trends are nonsignificant, that is, are compatible with the hypothesis of stationary climate. Despite this, a continuous increase in the positive RB anomalies in the last decade emerges. This outcome stresses the importance of deepening the analysis of the “extremes of the extremes” component, to assess if the increased RB anomaly is the hint of a real variation in the extreme rainfall regime or if the test result are partially biased by other external factors (e.g., increases in the accuracy of the measurements).

With regard to the intensities of the events, a clear trend in extreme rainfall magnitude can not be detected at the country-scale. However, local trends in some specific areas are significant for certain durations. These spatial-dependent outcomes underline the importance of exploring different spatiotemporal scales when

Intensità pluviometrica – Trend per l'Italia (Libertino et al., 2019)



Lavoro riferito a oltre 5000 stazioni per il periodo 1915-2015. Trend per intervalli da 1 a 24 ore. La grande maggioranza delle stazioni (circolini) presenta trend non significativi. Più nello specifico, a seconda degli intervalli (1, 3, 6, 12 e 24 ore), **l'86-91% delle stazioni non ha trend, il 4-7% ha trend significativo crescente e il 5-7% ha trend significativo decrescente.**

Precipitazioni massime annuali di 1 giorno per macroaree (da Sun et al., 2022)

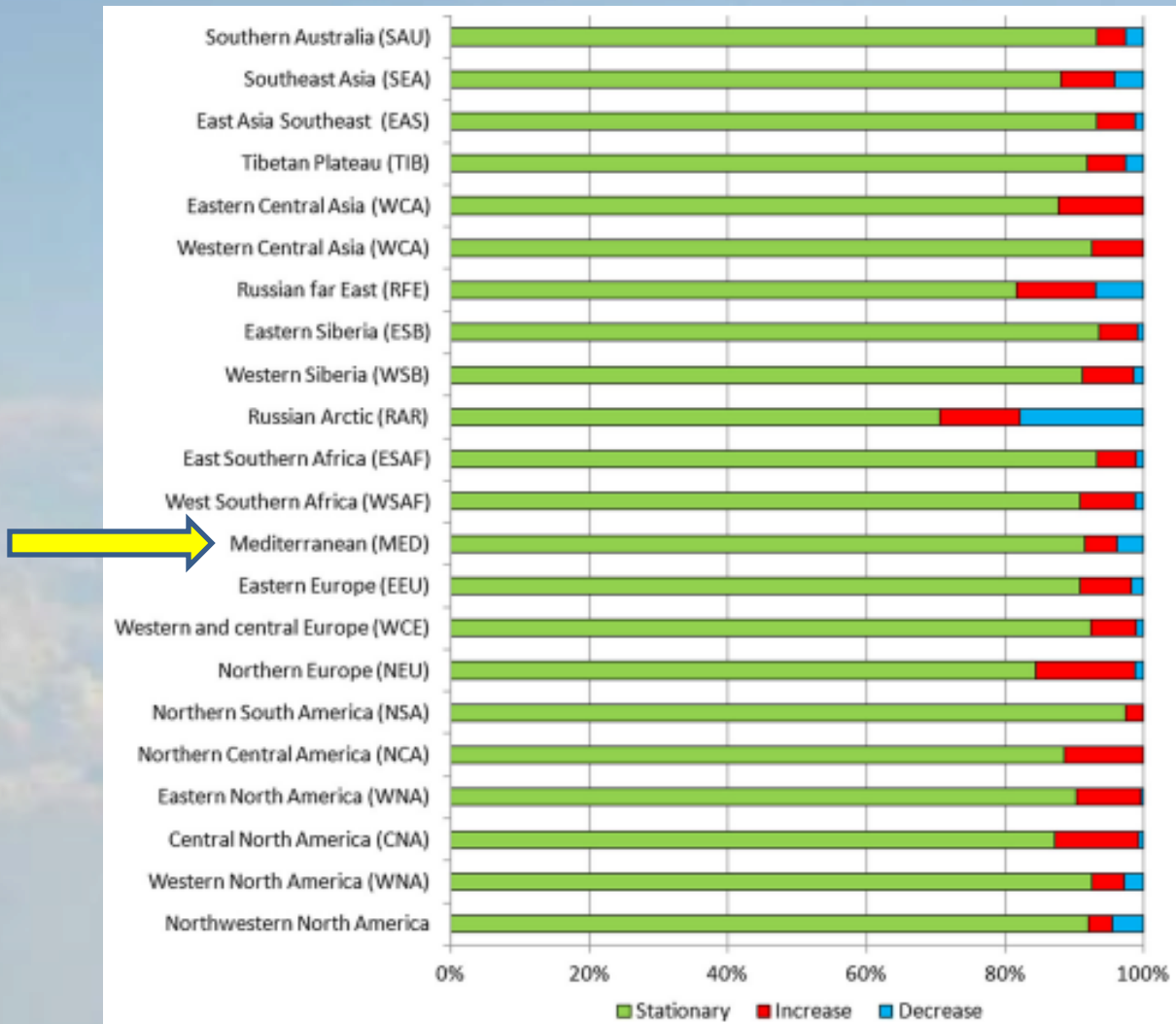
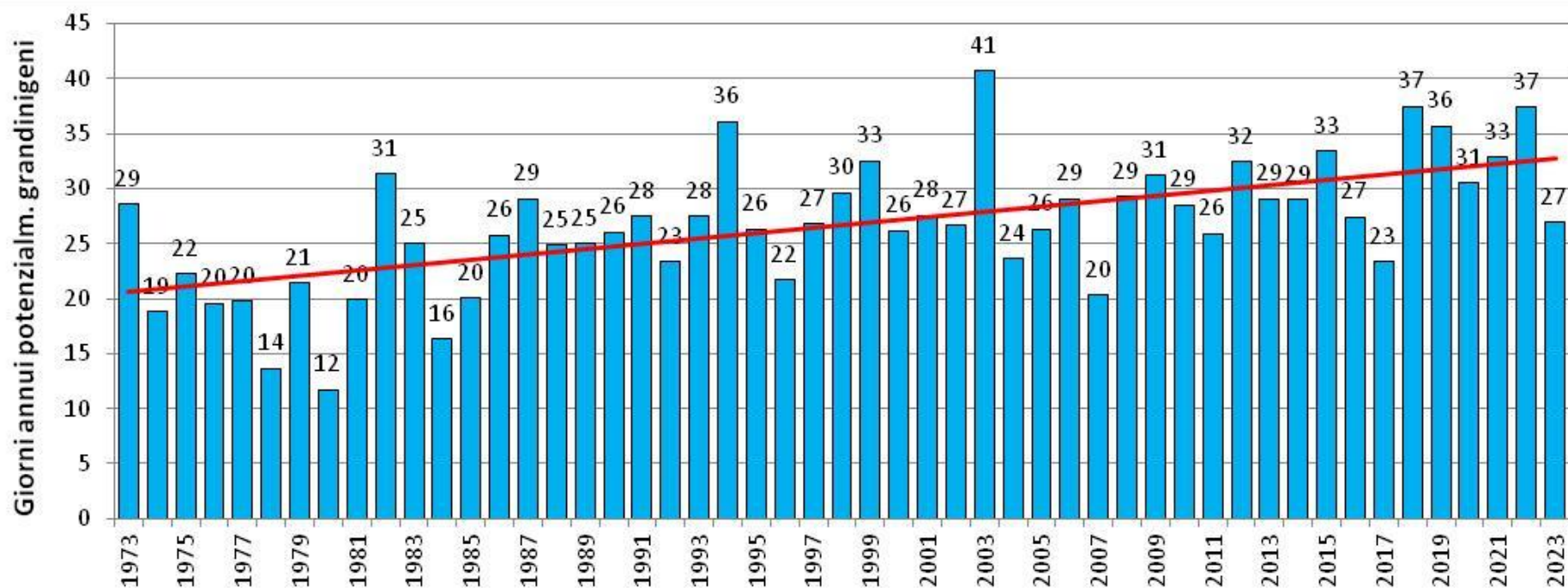


Fig. 5 Percentage of stations with stationary, statistically significant increasing and statistically significant decreasing trends in annual maxima of 1-day precipitation based on the Mann–Kendall test during the 1950–2018 period. Processing carried out on data from [32]

Grandine

Potenziale grandinigeno per il Nord Italia (1973-2023)

Il dato 2023 (aggiornati al 20 settembre). Il trend lineare è positivo.



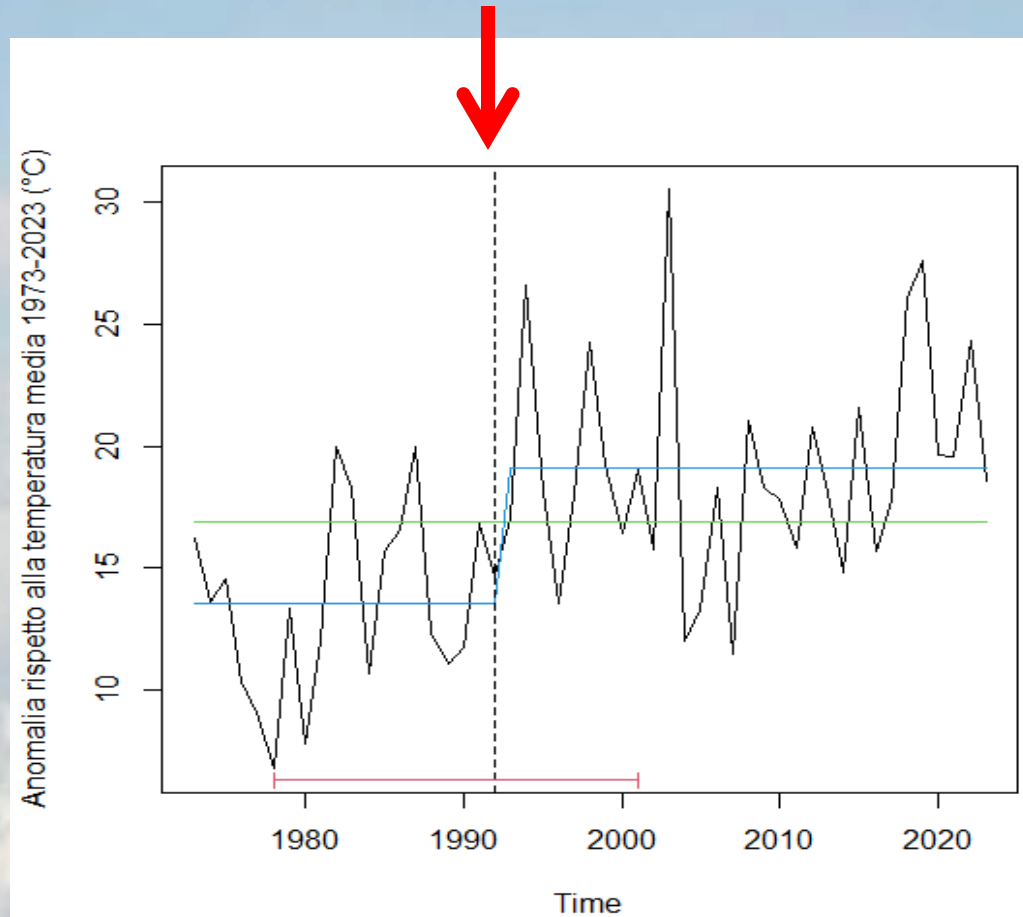
Analisi di discontinuità

L'analisi visuale della serie indica la presenza di due sottoperiodi, indagati con l'analisi di discontinuità (test di Bai e Perron – modulo strucchange di R).

Risultati

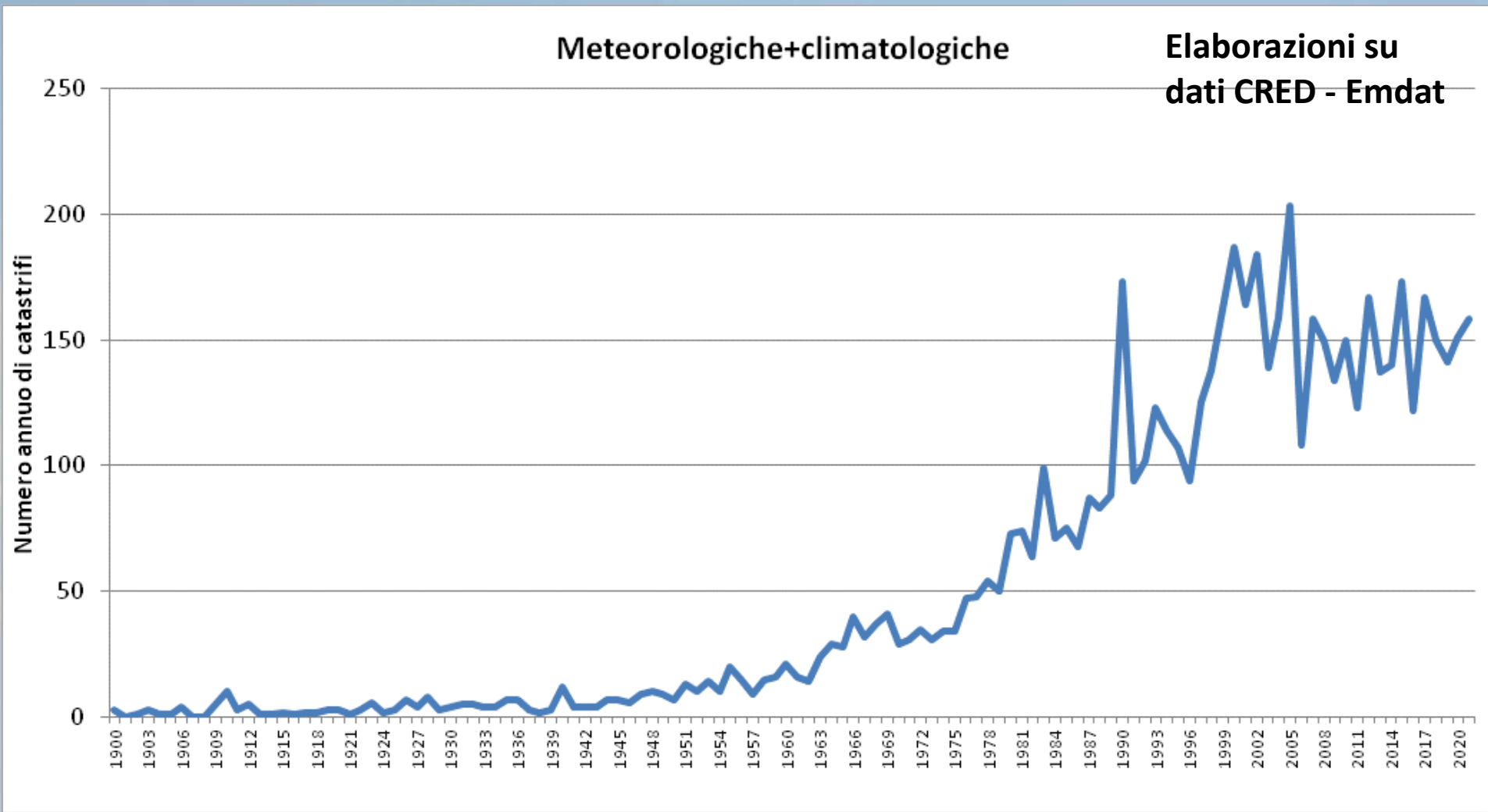
Con una confidenza del 99% è possibile affermare che la serie manifesta una discontinuità (breakpoint) compresa fra 1978 e 2001 (barra orizzontale in rosso) e che ha come anno più probabile il 1992.

La media di giorni potenzialmente è di 13,6 per il periodo 1973-1992 e di 19,1 per il periodo 1993-2023 (+5,5).



Numero globale annuo catastrofi meteo+climatiche

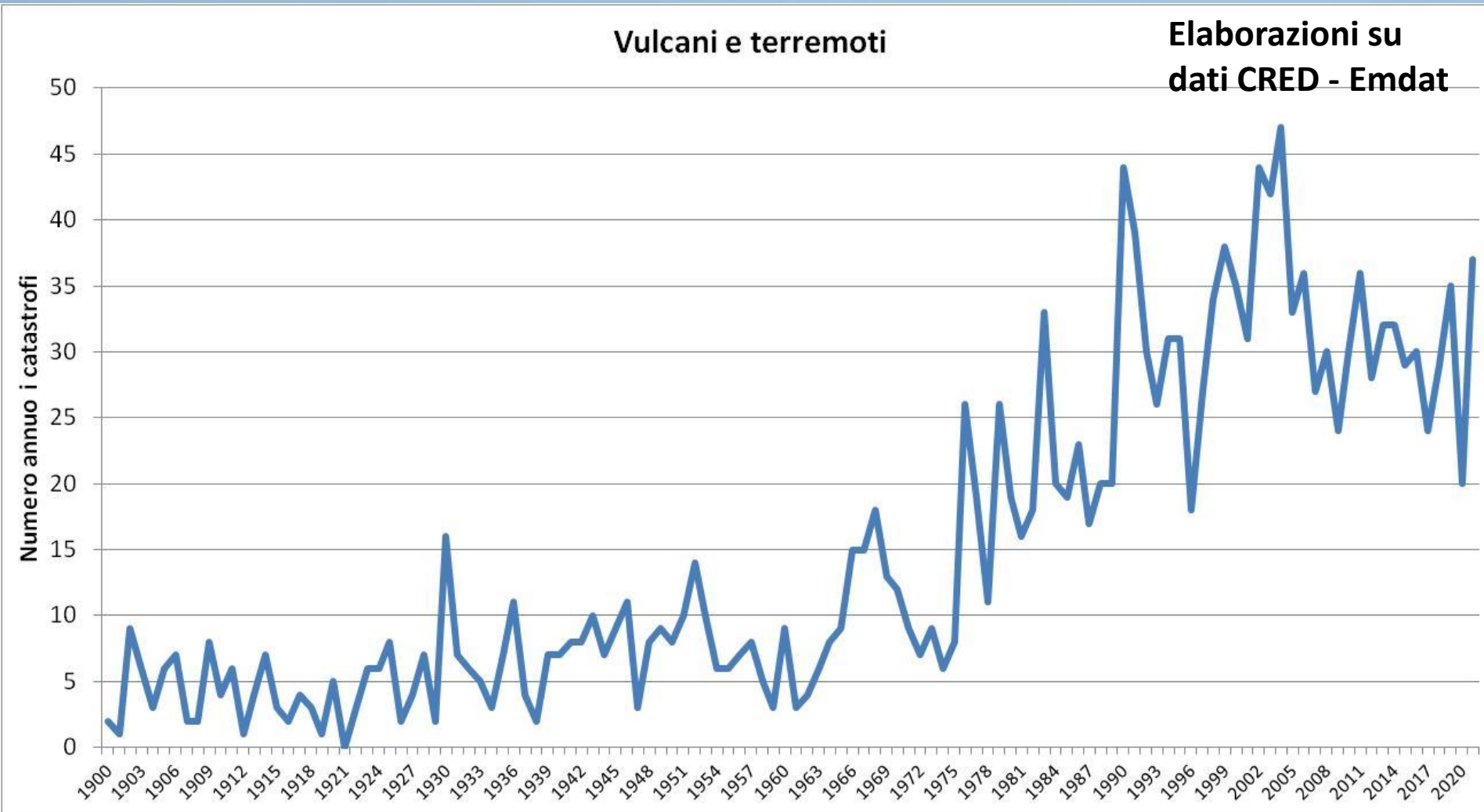
Stazionario o in lieve calo dal 2000 circa



Alimonti G, Mariani L. (2023). **Is the number of global natural disasters increasing?**, Environmental Hazards, <https://doi.org/10.1080/17477891.2023.2239807>

Numero globale annuo catastrofi da vulcani e terremoti

Stazionario o in lieve calo dal 2000 circa



Alimonti G, Mariani L. (2023). **Is the number of global natural disasters increasing?**, Environmental Hazards, <https://doi.org/10.1080/17477891.2023.2239807>

Mortalità da catastrofi naturali

In sensibile calo

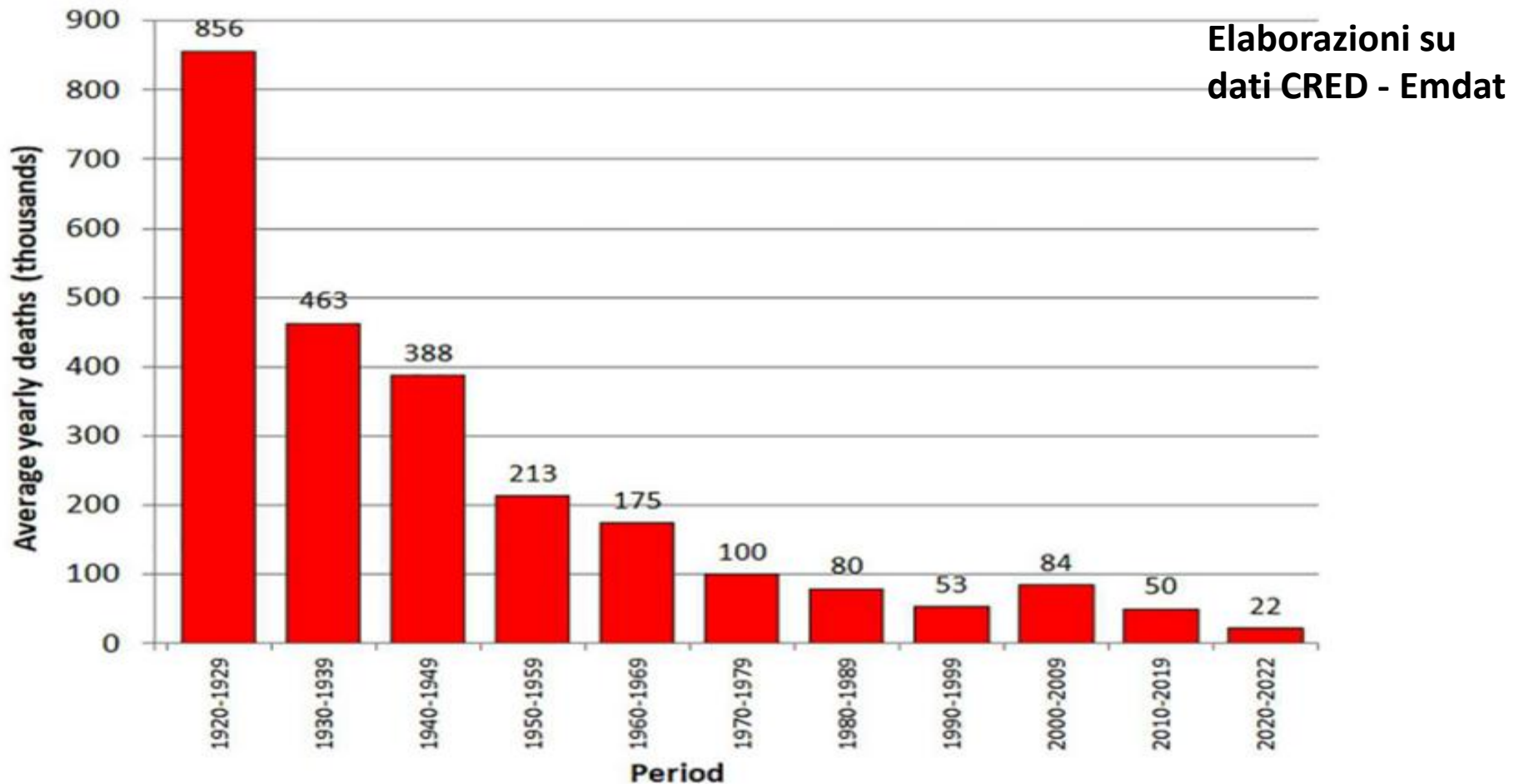
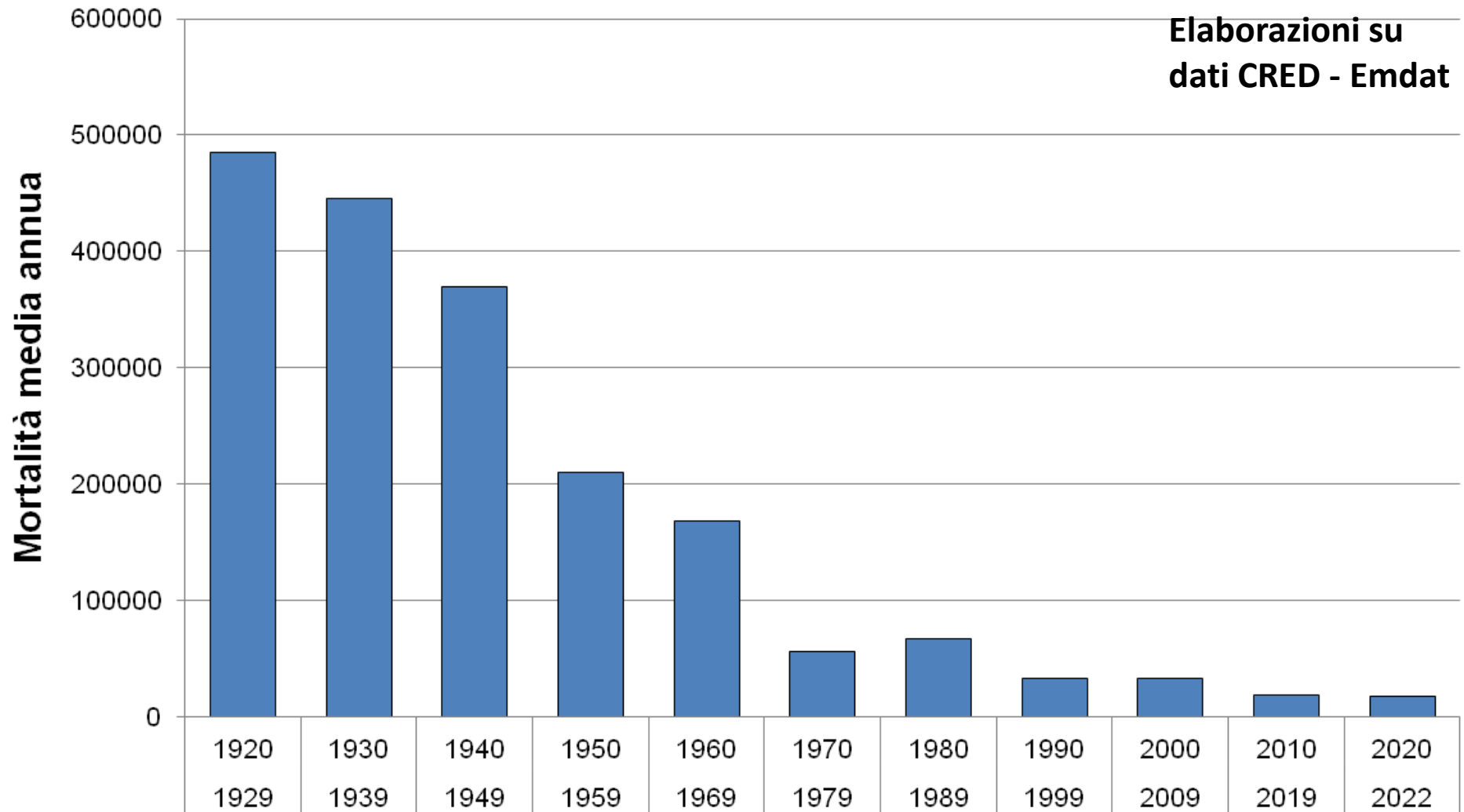


Figure 4. Average yearly deaths caused by natural disasters grouped by decade (the last bar is a three-year average).

Mortalità da catastrofi meteo-idro-climatiche

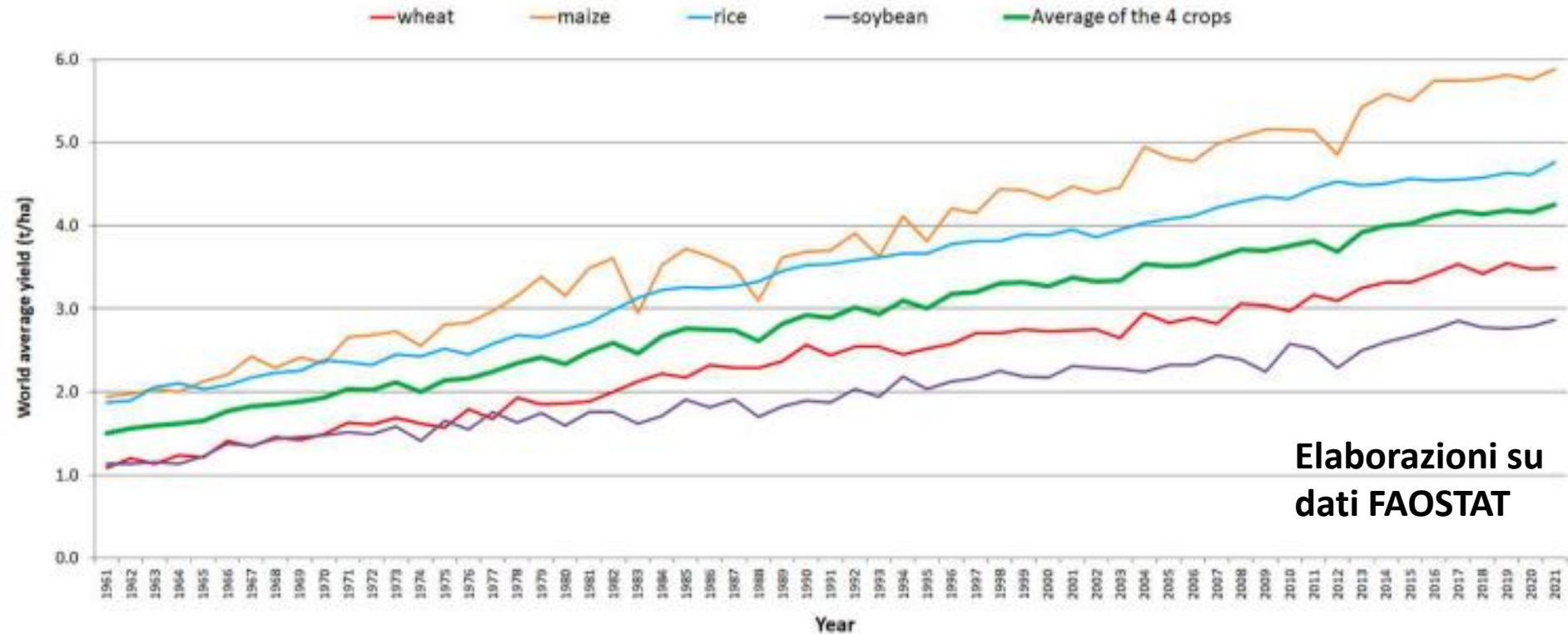
In sensibile calo



Alimonti G, Mariani L. (2023). **Is the number of global natural disasters increasing?**, Environmental Hazards, <https://doi.org/10.1080/17477891.2023.2239807>

Rese globali delle grandi colture

In crescita sostenuta



Elaborazioni su
dati FAOSTAT

Figure 7. The 1961–2021 time series of the global average yields (t/ha) for maize, rice, soybean, and wheat, and for the average of the four crops.

Scostamenti rispetto alla linea di trend

Non si nota un accentuarsi degli scostamenti negativi

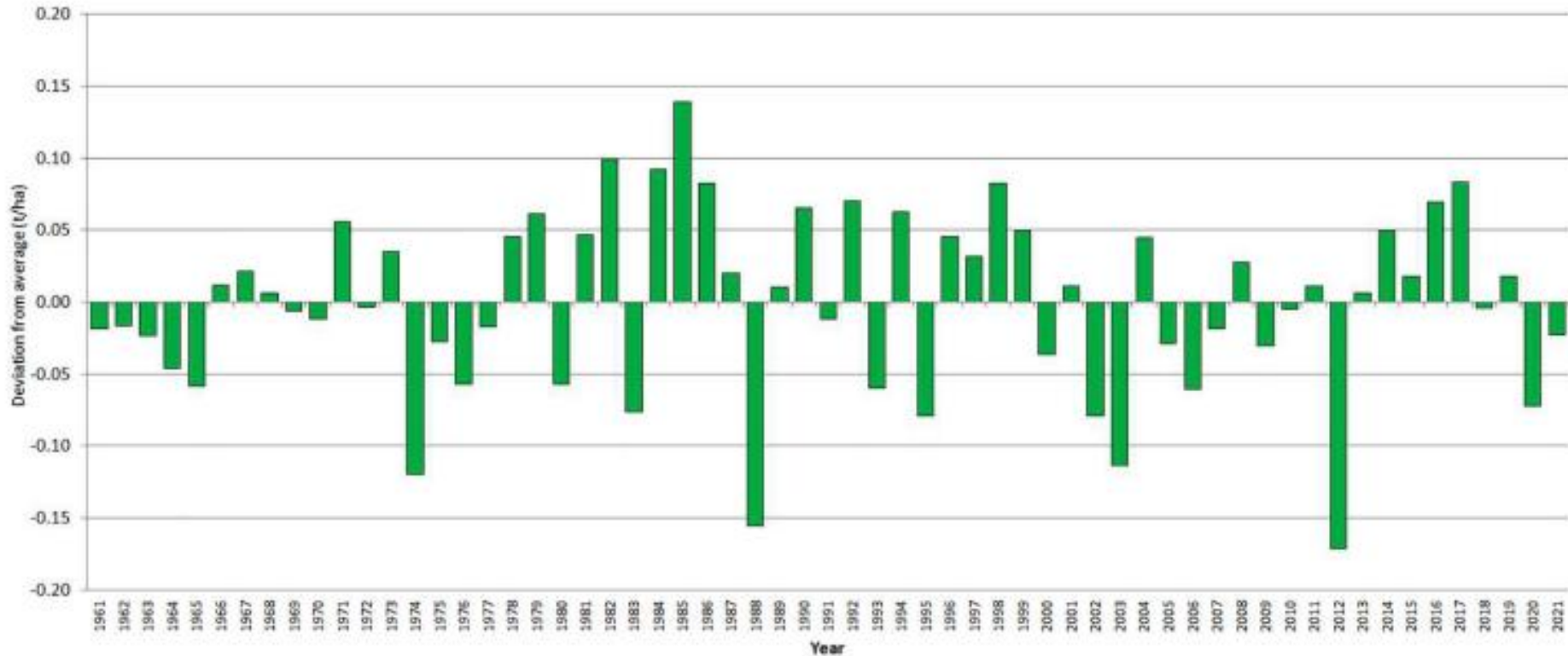


Figure 8. The 1961–2021 residuals (t/ha) for the average yield of the four crops (the green line in Figure 7).

IPCC su eventi estremi (Climate Impact Drivers- CID)

Table 12.12 | Emergence of CIDs in different time periods, as assessed in this section. The colour corresponds to the confidence of the region with the highest confidence: white cells indicate where evidence is lacking or the signal is not present, leading to overall *low confidence* of an emerging signal.

Climatic Impact-driver Type	Climatic Impact-driver Category	Already Emerged in Historical Period	Emerging by 2050 at Least for RCP8.5/SSP5-8.5	Emerging Between 2050 and 2100 for at Least RCP8.5/SSP5-8.5
Heat and Cold	Mean air temperature	1		
	Extreme heat	2	3	
	Cold spell	4	5	
	Frost			
Wet and Dry	Mean precipitation		6	7
	River flood			
	Heavy precipitation and pluvial flood			8
	Landslide			
	Aridity			
	Hydrological drought			
	Agricultural and ecological drought			
Wind	Fire weather			
	Mean wind speed			
	Severe wind storm			
	Tropical cyclone			
Snow and Ice	Sand and dust storm			
	Snow, glacier and ice sheet		9	10
	Permafrost			
	Lake, river and sea ice	11		
	Heavy snowfall and ice storm			
	Hail			
Coastal	Snow avalanche			
	Relative sea level		12	
	Coastal flood			
Open Ocean	Coastal erosion			
	Mean ocean temperature			
	Marine heatwave			
	Ocean acidity			
	Ocean salinity	13		
Other	Dissolved oxygen	14		
	Air pollution weather			
	Atmospheric CO ₂ at surface			
	Radiation at surface			

Medium confidence of increase

High confidence of increase

Low confidence in direction of change

High confidence of decrease

Medium confidence of decrease

Occhi nella fronte e nel cervello...

WWW.SNOOPY.COM



o se preferite
...fa balà l'oeucc