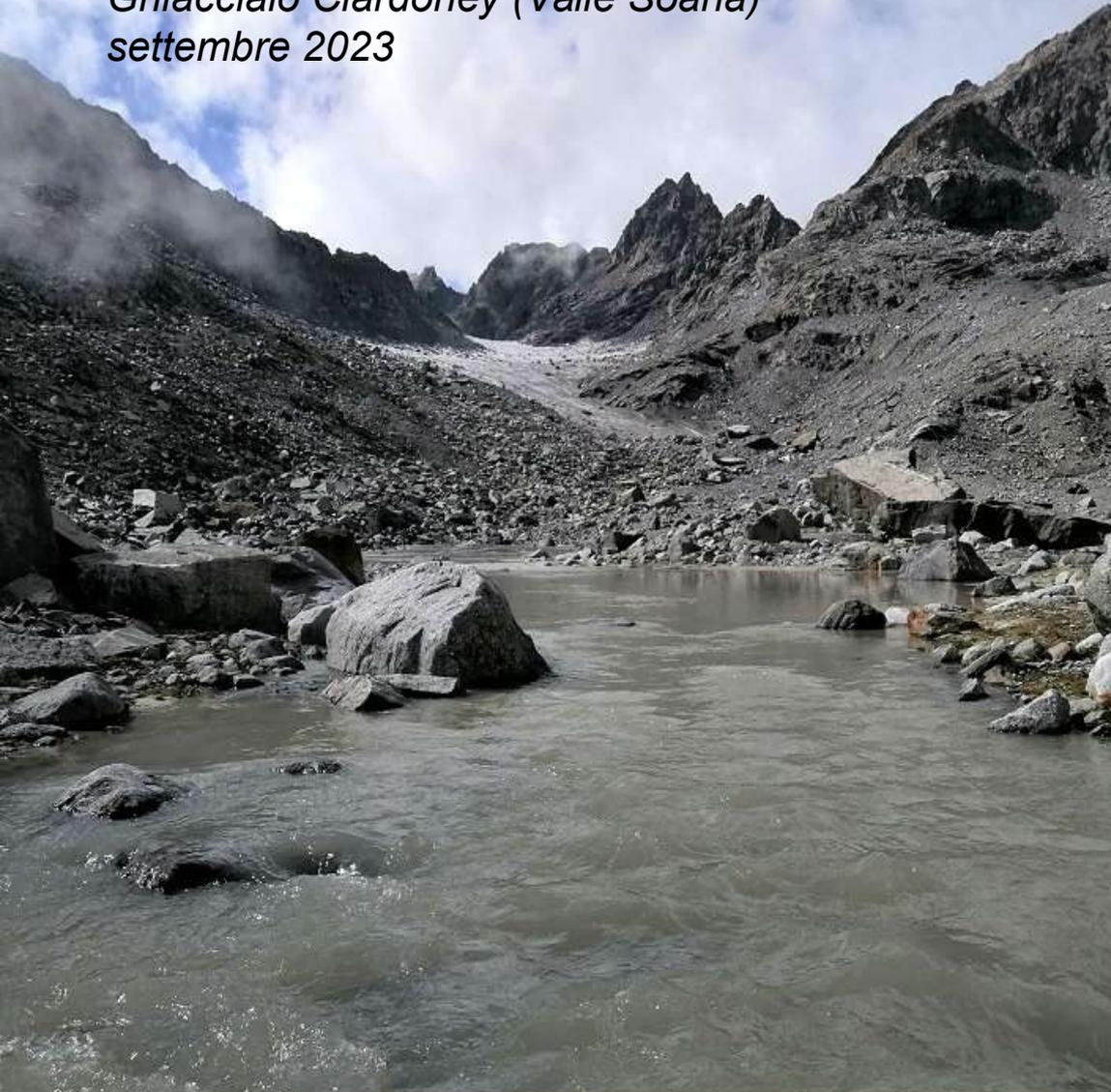


Ghiacciaio Ciardoney (Valle Soana)
settembre 2023



**GHIACCIO
FRAGILE**

29 LUGLIO / 3 AGOSTO

**SUMMER
SCHOOL**

L'addio ai ghiacci

Una trasformazione storica della montagna

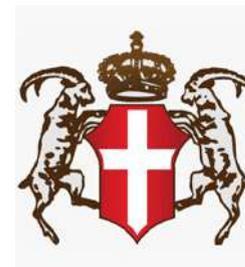
Daniele Cat Berro

Società Meteorologica Italiana

Comitato Glaciologico Italiano

Summer School "Ghiaccio Fragile"

Ceresole Reale, 2 agosto 2024

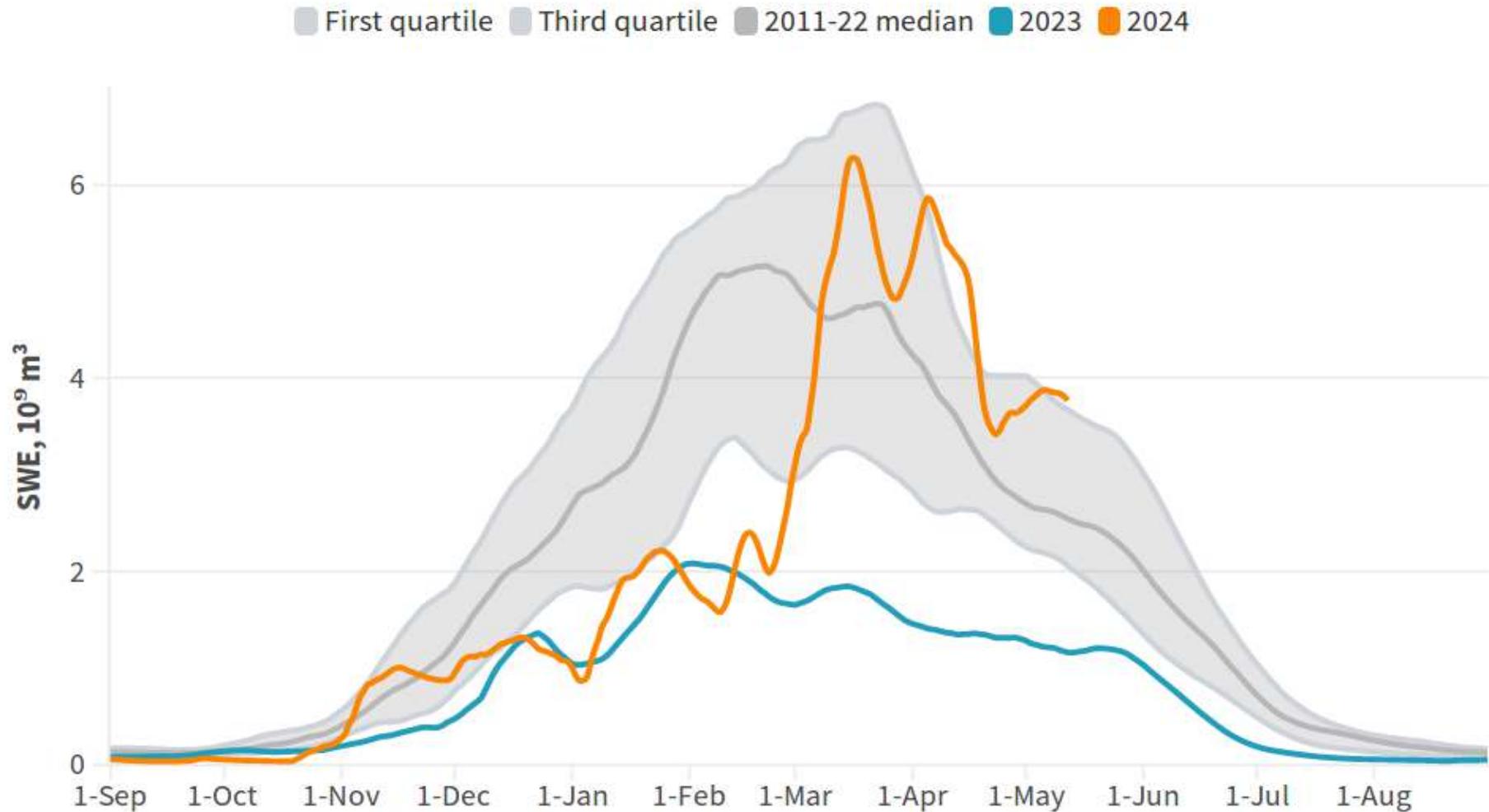




Ceresole Reale, marzo 2024 (f. Pierluigi Cullino)

Total snow water volume

PO | anomaly 48%



Primavera 2024: straordinario volume d'acqua immagazzinato nel manto nevoso stagionale sulle Alpi

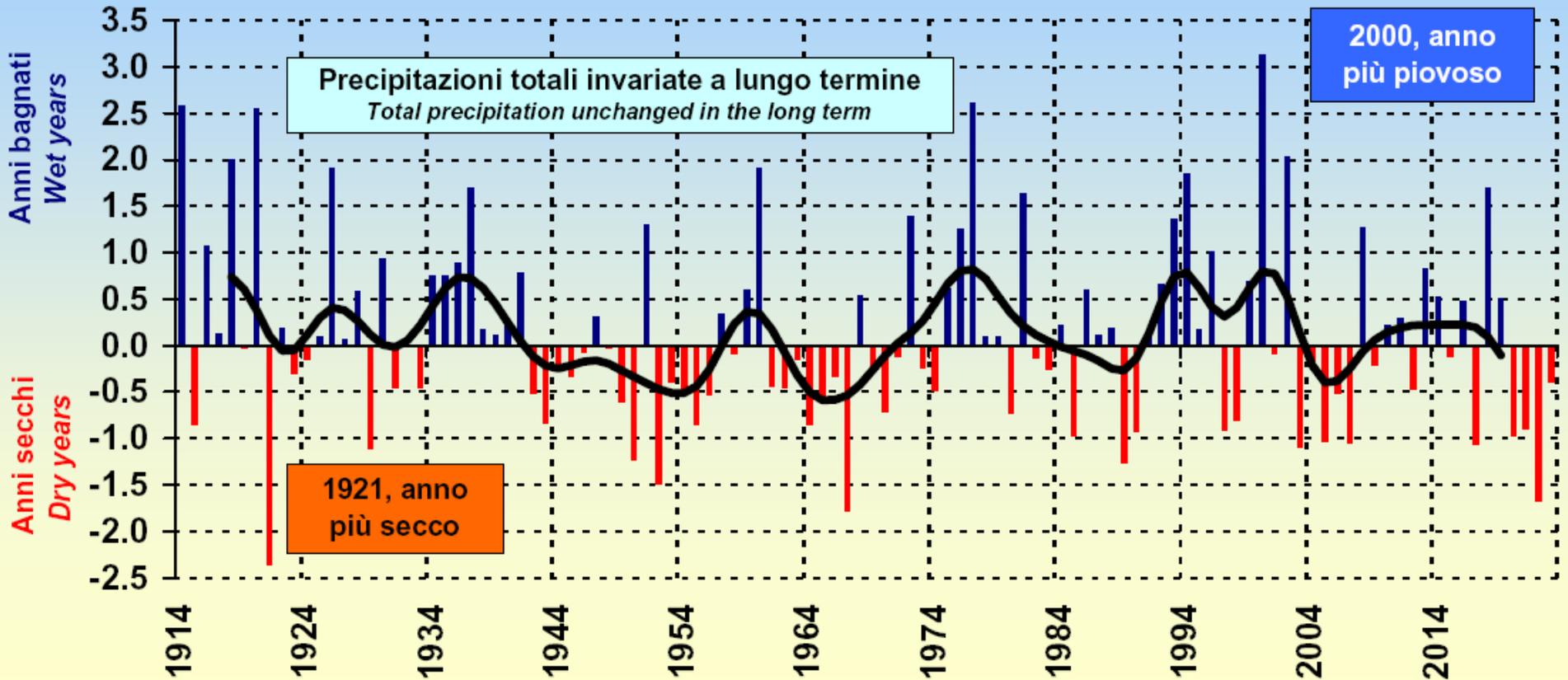
Solo due anni fa, invece...

Nivolet / Pian Borgno, 2600 m - 31 luglio 2022



Parco Gran Paradiso - Indice di anomalia annuale delle precipitazioni
dal 1914 al 2023 (rispetto alla media del periodo 2002-2021)

Gran Paradiso National Park - Annual precipitation anomaly index, 1914 - 2023
(deviation from 2002-2021 mean)

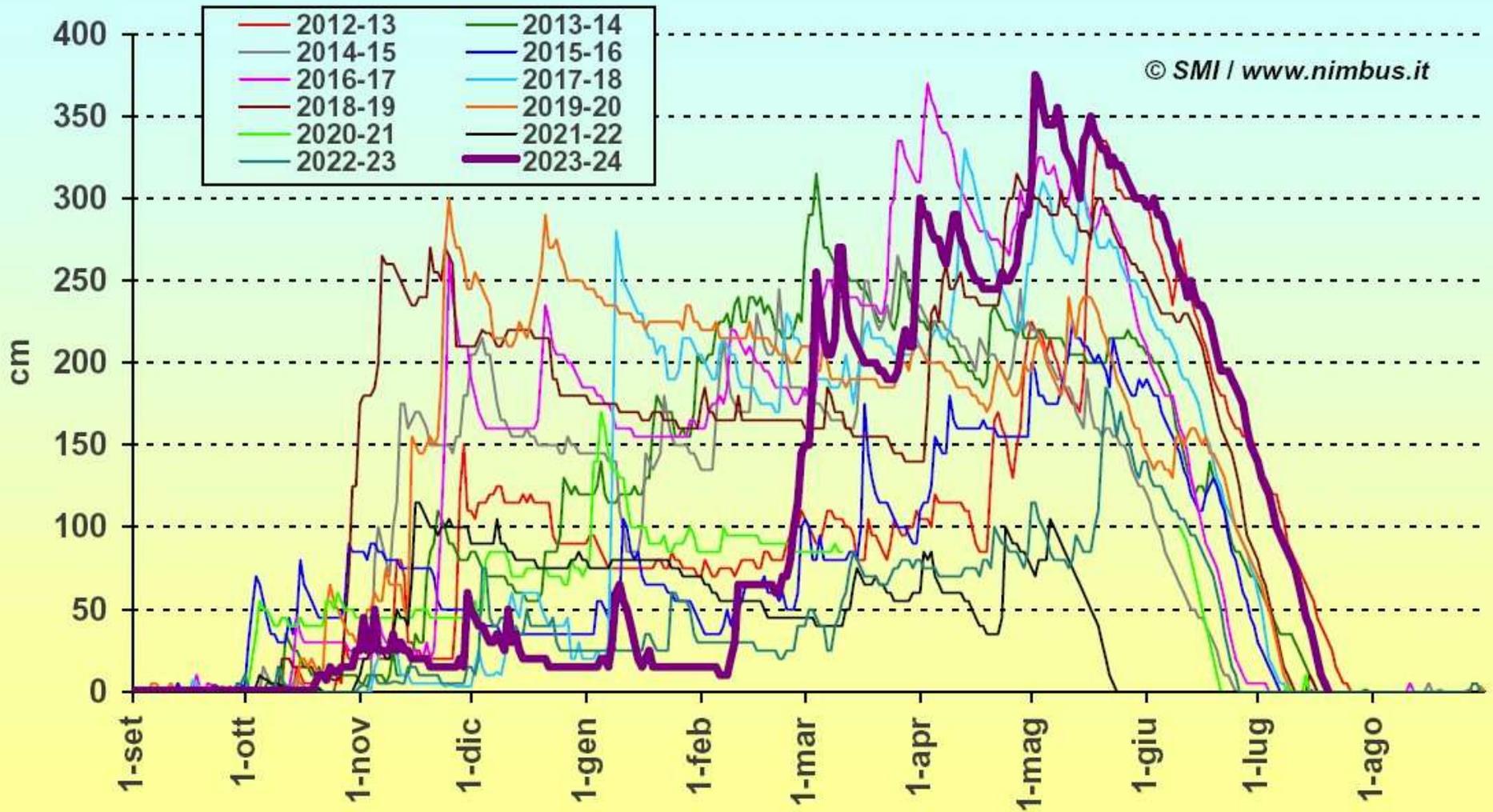


Precipitazioni totali: forte variabilità interannuale, **stazionarie a lungo termine**, ma atmosfera e oceani più caldi predispongono le condizioni fisiche per **eventi più estremi, anche di segno opposto** (siccità/alluvioni)



Il riscaldamento di atmosfera e oceani innesca una complessa “cascata” di conseguenze, a partire dal ciclo dell'acqua. Per ogni grado Celsius di aumento termico l'aria può contenere il 7% di vapore acqueo in più (legge di Clausius-Clapeyron), disponibile per produrre piogge più intense.

Ghiacciaio Ciardoney (2850 m, Gran Paradiso)
Spessore manto nevoso osservato da "snowcam"



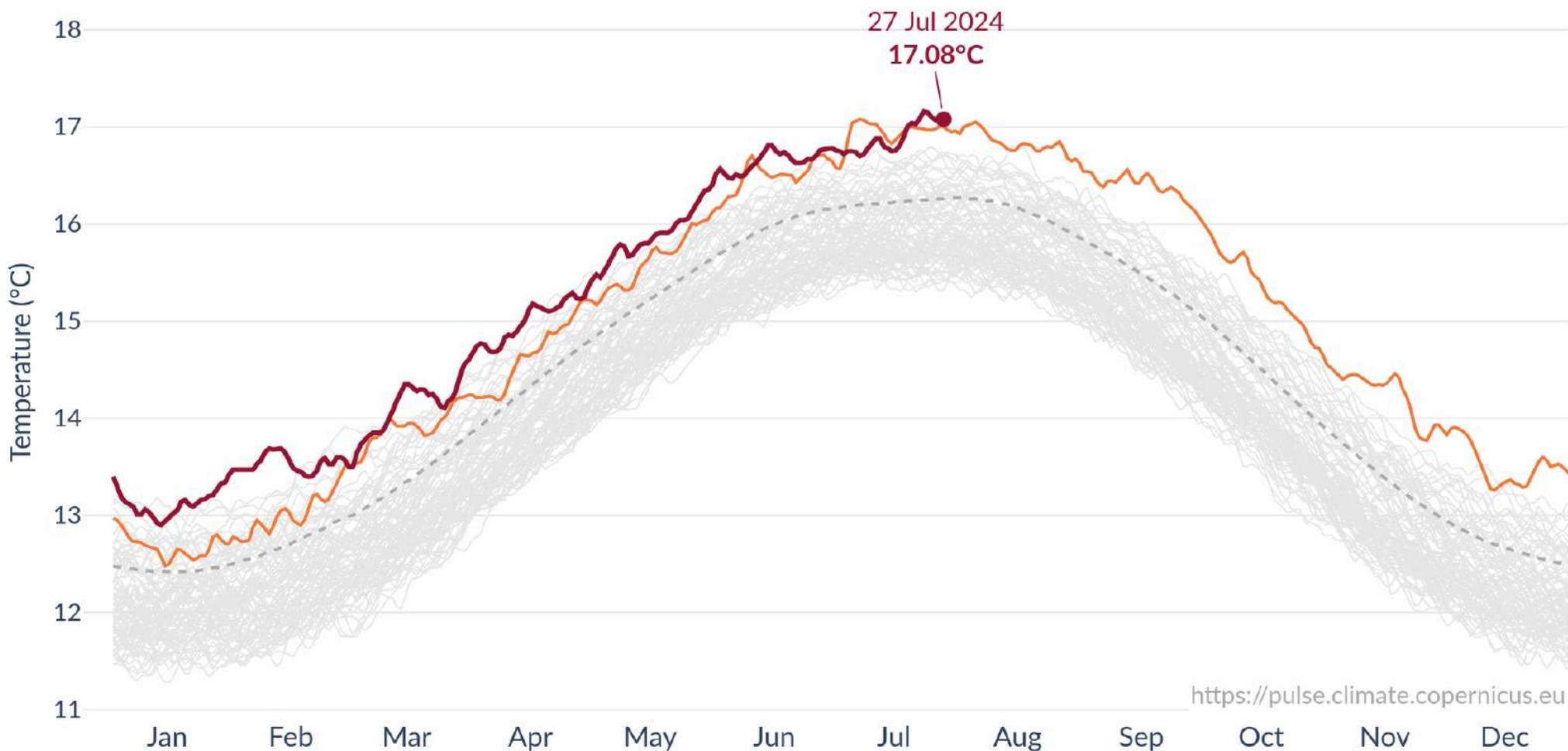
Fusione del manto nevoso 2024: tardiva nel contesto dei recenti decenni caldi, mentre sarebbe stata normale fino agli Anni Ottanta. **Ma difficilmente i ghiacciai potranno beneficiarne (troppo caldo!)**

Daily global surface air temperature

Data: ERA5 1940-2024 • Credit: C3S/ECMWF



— 2024 — 2023 — 1940-2022 - - - 1991-2020 average



<https://pulse.climate.copernicus.eu>

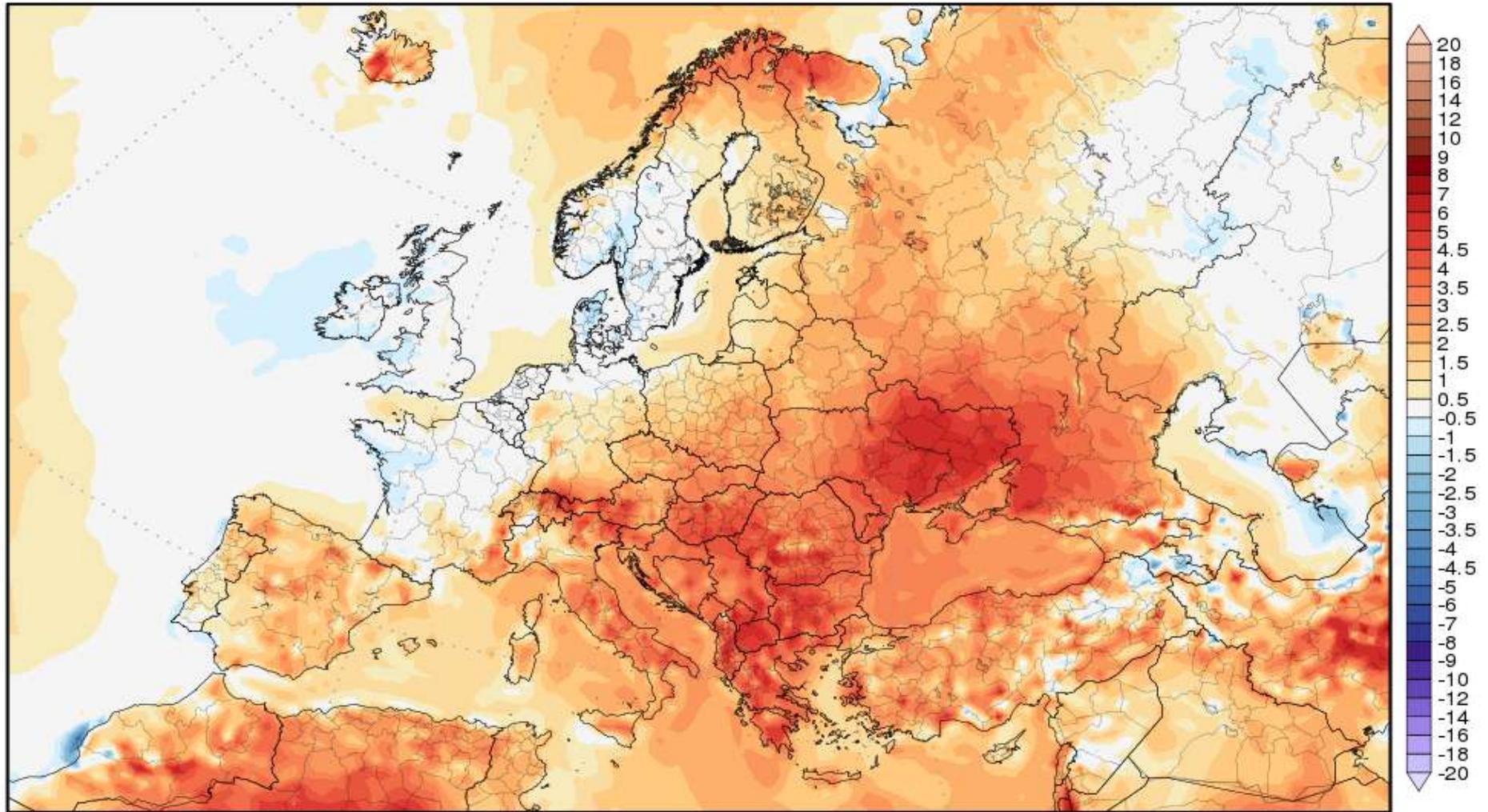


PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



21-24 luglio 2024: i giorni più caldi da quanto esistono misure strumentali di temperatura a diffusione globale

Temperature anomaly 2m (°C)



Anomaly D: 1.016K

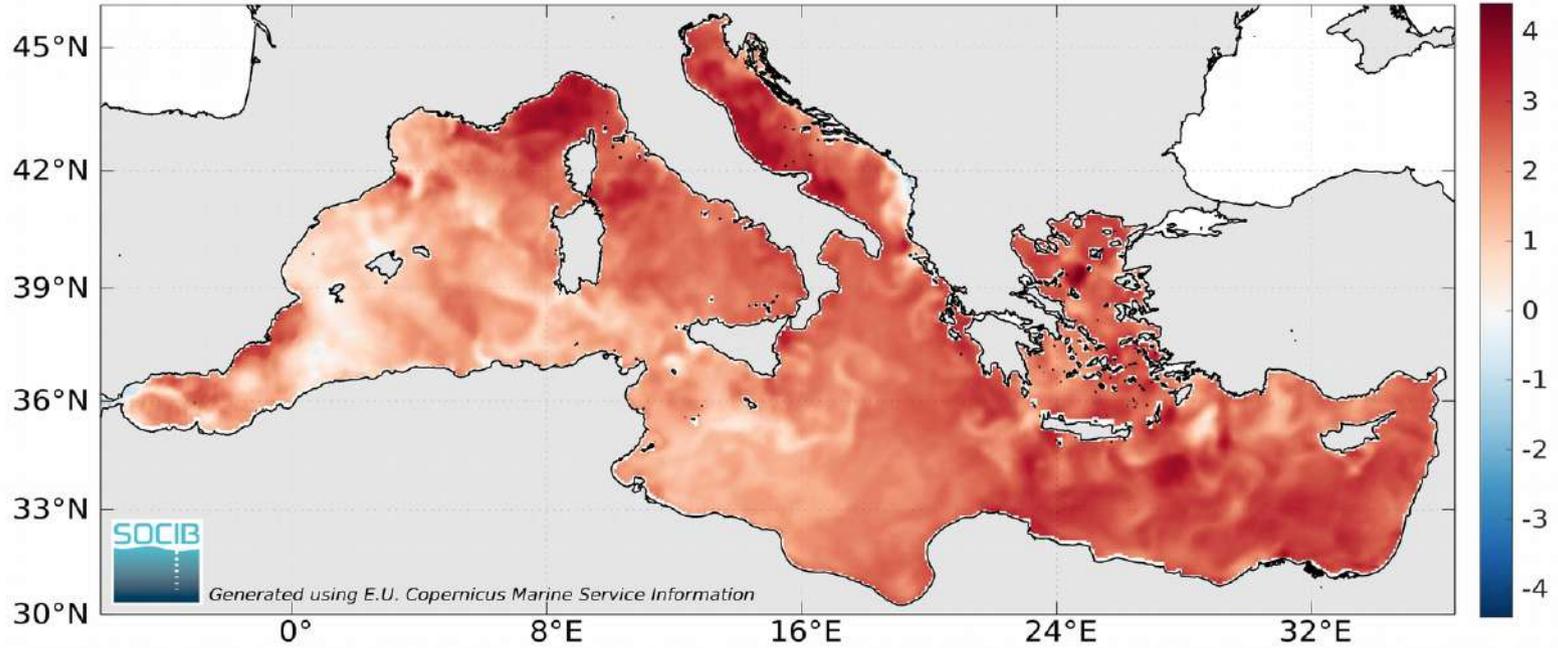
F: 0.364K

UK: -0.15K

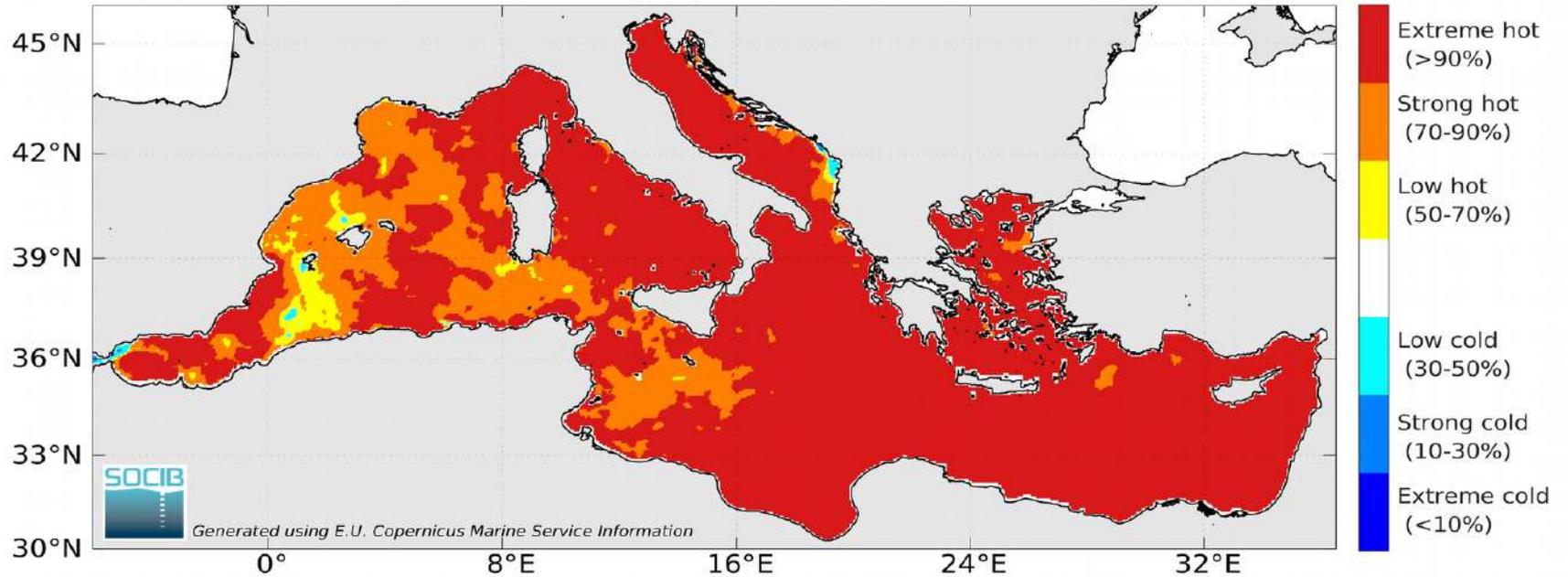
E: 1.701K

Luglio 2024 un po' fresco solo tra Francia e Regno Unito,
caldo estremo in Europa orientale

Sea surface temperature anomaly in Mediterranean Sea - 2024-07-29 °C



Sea surface temperature category in Mediterranean Sea - 2024-07-29

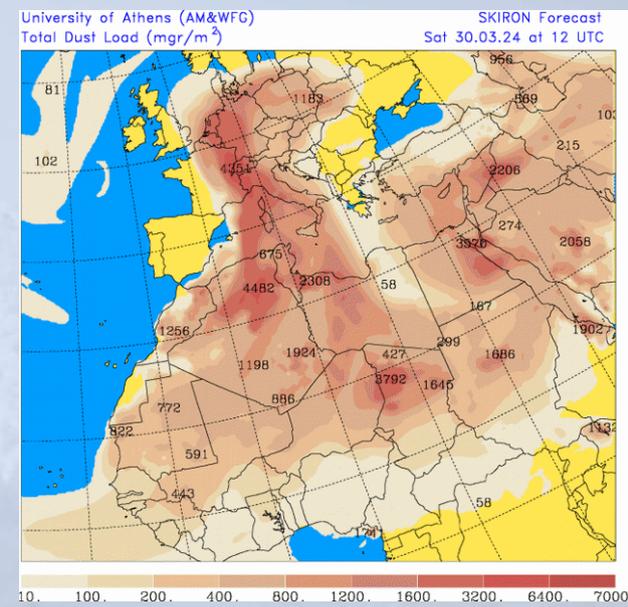


Istituto A. Mosso (Monte Rosa),
10 aprile 2024, 360 cm di neve al suolo
(f. D. Cat Berro)

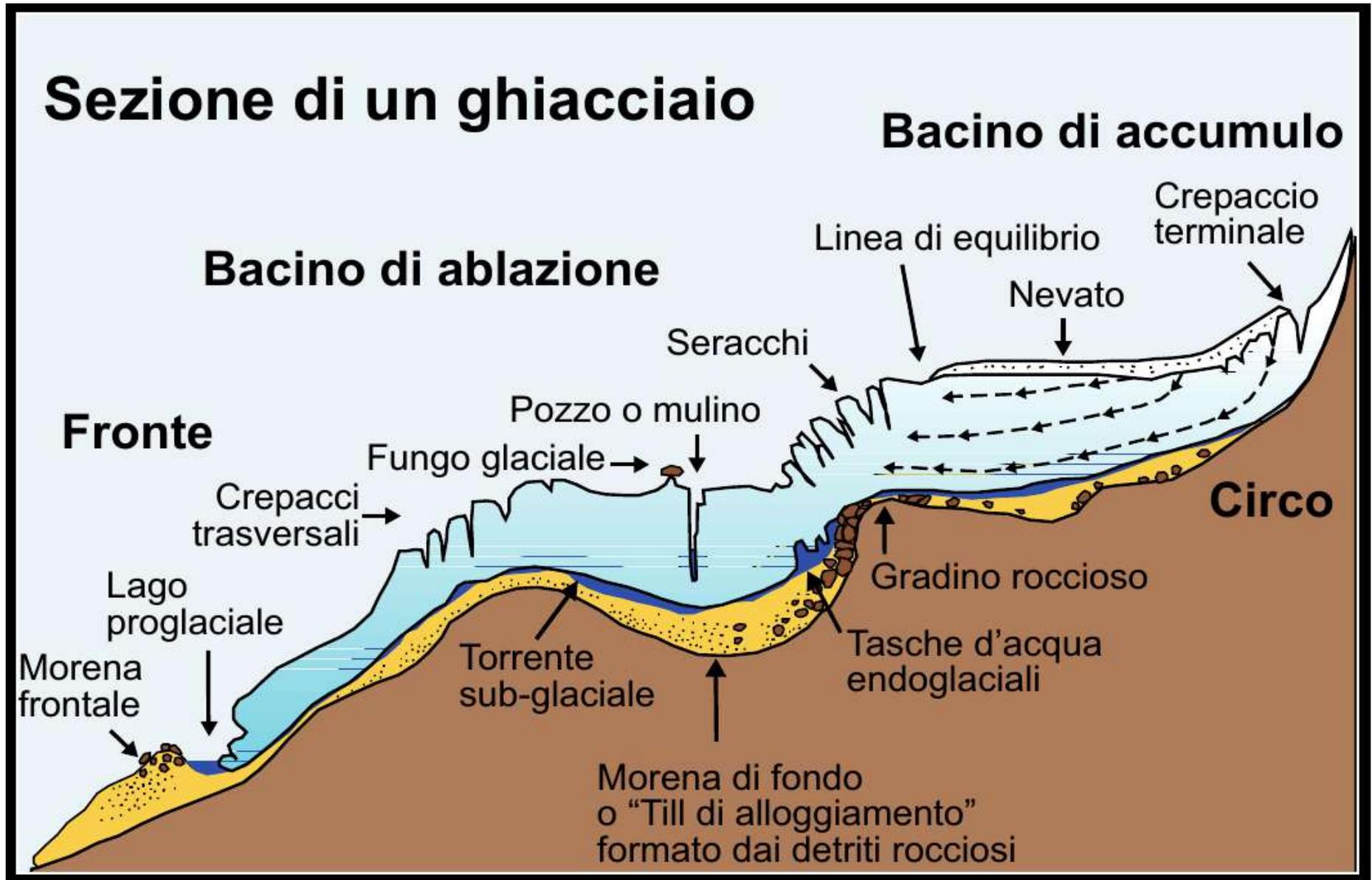
9 aprile
2024



30-31
marzo
2024

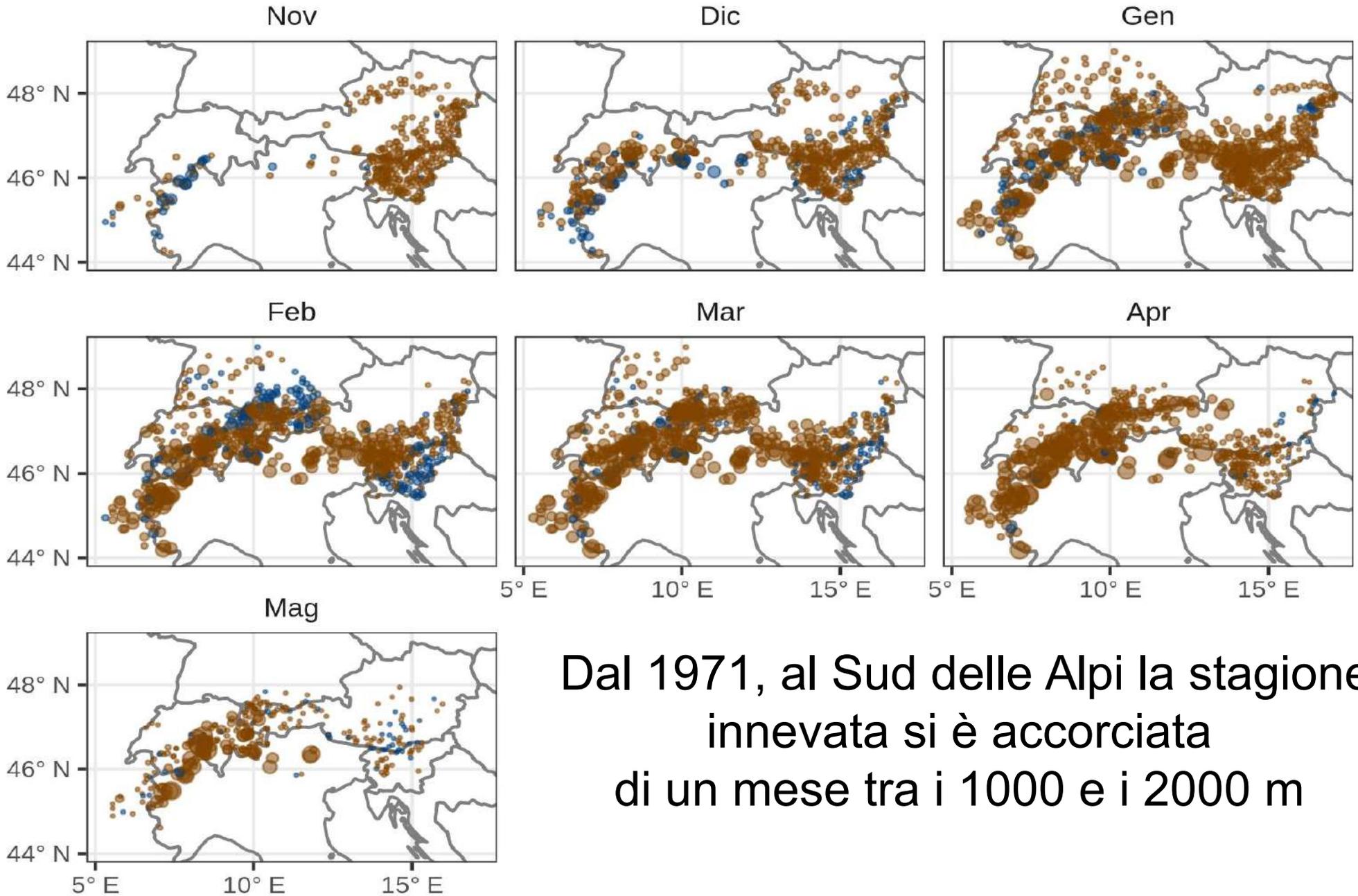


Ripetuti trasporti di polvere sahariana. 30-31 marzo 2024 (Pasqua):
deposizione più marcata dall'evento del 21 febbraio 2004



La sopravvivenza di un ghiacciaio dipende dalla persistenza o meno della neve in estate

Prima analisi dell'evoluzione dell'innevamento sull'intero arco alpino, a cura di EURAC Research (marzo 2021, rivista "The Cryosphere")



Dal 1971, al Sud delle Alpi la stagione innevata si è accorciata di un mese tra i 1000 e i 2000 m

Ginepri d'alta quota: testimoni secolari dell'innevamento alpino

f. Marco Carrer

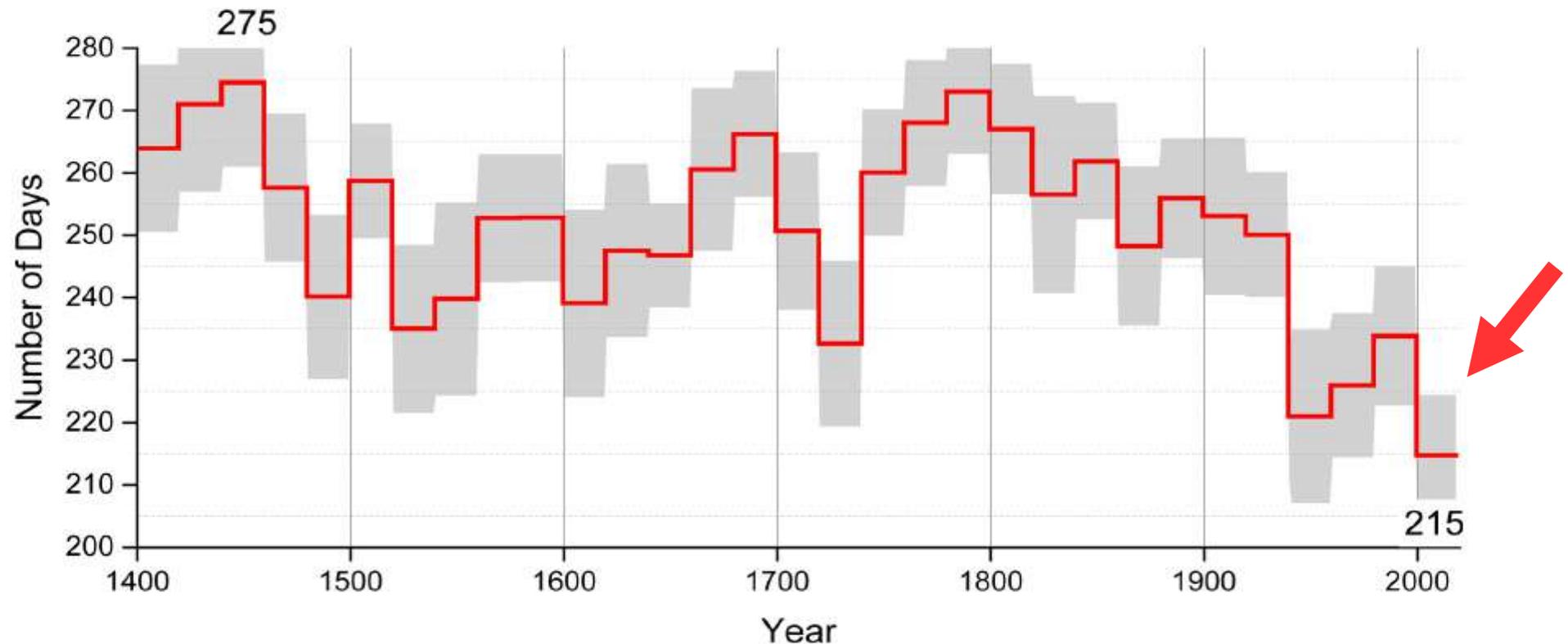


Recent waning snowpack in the Alps is unprecedented in the last six centuries

Received: 7 June 2022

Marco Carrer ¹✉, Raffaella Dibona ¹, Angela Luisa Prendin ^{1,2} & Michele Brunetti ³

Accepted: 6 December 2022



Extended Data Fig. 7 | Decadal variability in the reconstructed snow cover duration. 20-y average of the reconstructed snow cover duration (red line) together with its standard deviation (grey boxes). Values within the plot highlight the two periods with the maximum and minimum duration in the last 600 years.

Ghiacciaio Ciardoney
14 luglio 2022
(f. Pierluigi Cullino)

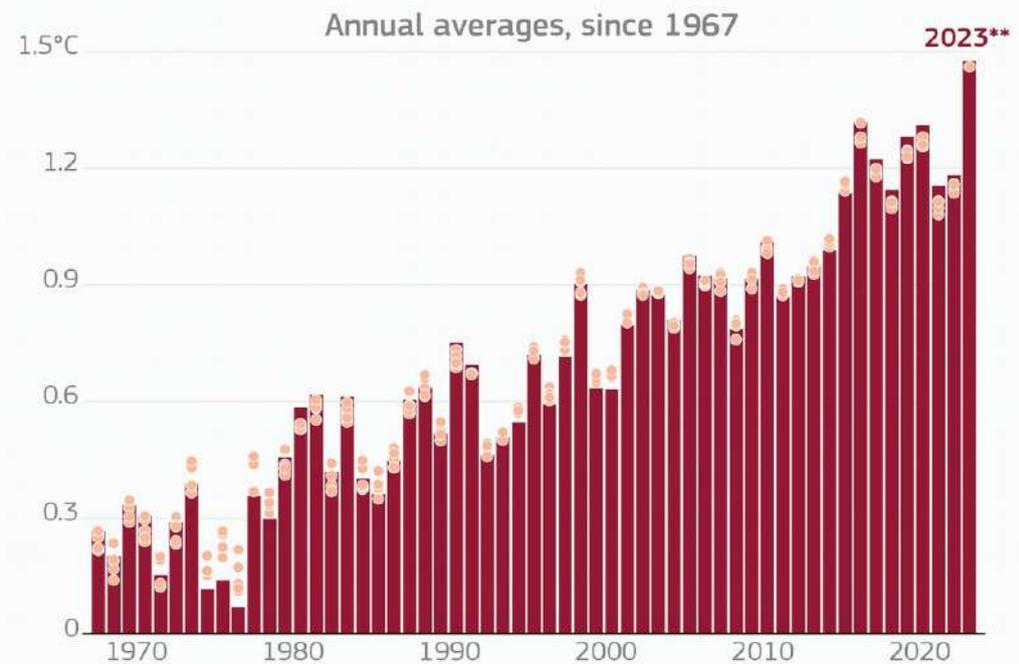
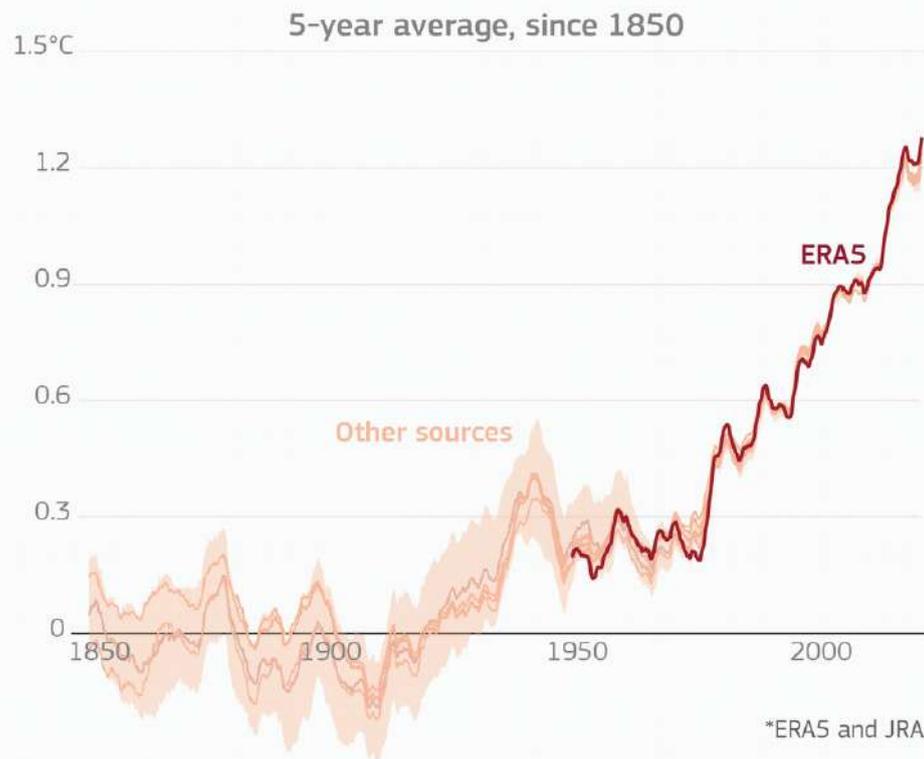


Ghiacciai spesso spogli di neve già a metà estate, privi di alimentazione, appiattiti e coperti di detrito (scongelamento permafrost, frane)

La nevosità è in diminuzione (e in ghiacciai in ritiro) non per minori precipitazioni, ma per l'aumento delle temperature (fusione più rapida)

GLOBAL SURFACE TEMPERATURE: INCREASE ABOVE PRE-INDUSTRIAL LEVEL (1850-1900)

■ ERA5 data ● Other sources* (including JRA-3Q, GISTEMPv4, NOAA GlobalTempv5, Berkeley Earth, HadCRUT5)



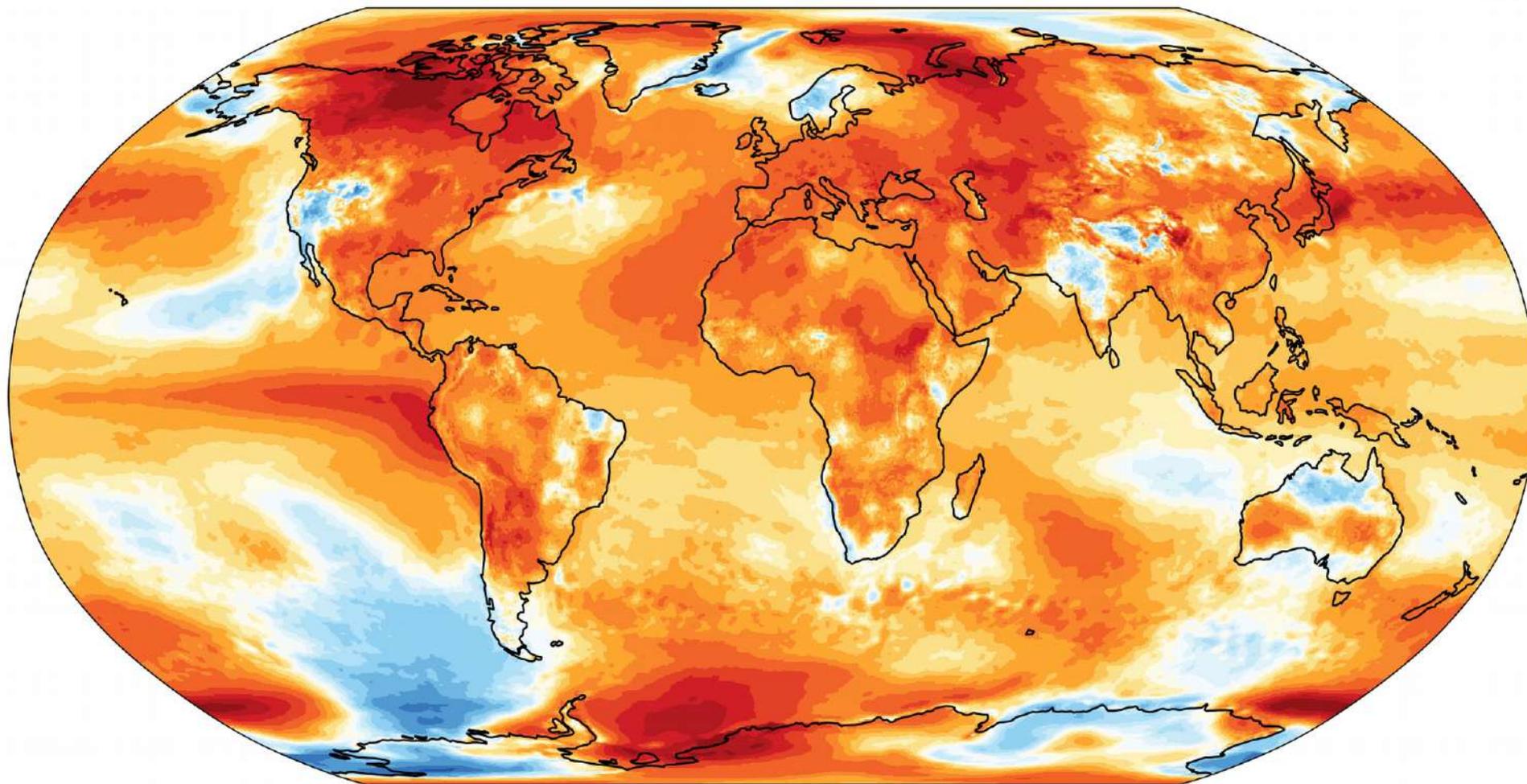
*ERA5 and JRA-3Q data are only shown from 1948. Shaded area represents the uncertainty for HadCRUT5 data

**Estimate for 2023 based on ERA5 and JRA-3Q data only

Credit: C3S/ECMWF

SURFACE AIR TEMPERATURE ANOMALY • 2023

Data: ERA5 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



Temperature anomaly (°C)



PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



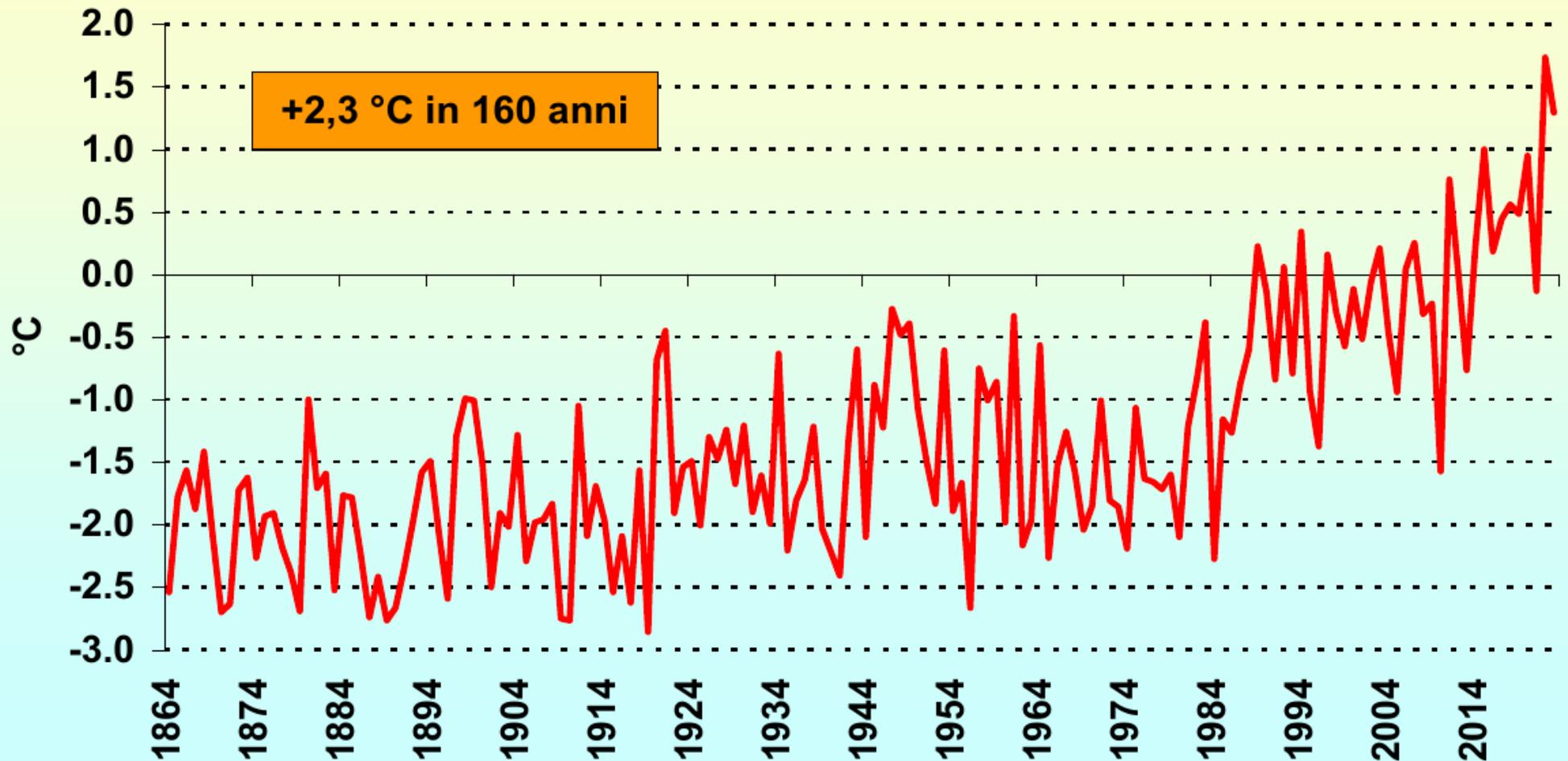
IMPLEMENTED BY



Climate
Change Service
climate.copernicus.eu

Sulle Alpi, riscaldamento doppio rispetto alla media globale

Gran San Bernardo (2472 m) - Temperature medie annue dal 1864 al 2023 (serie omogeneizzata; fonte Meteosvizzera)

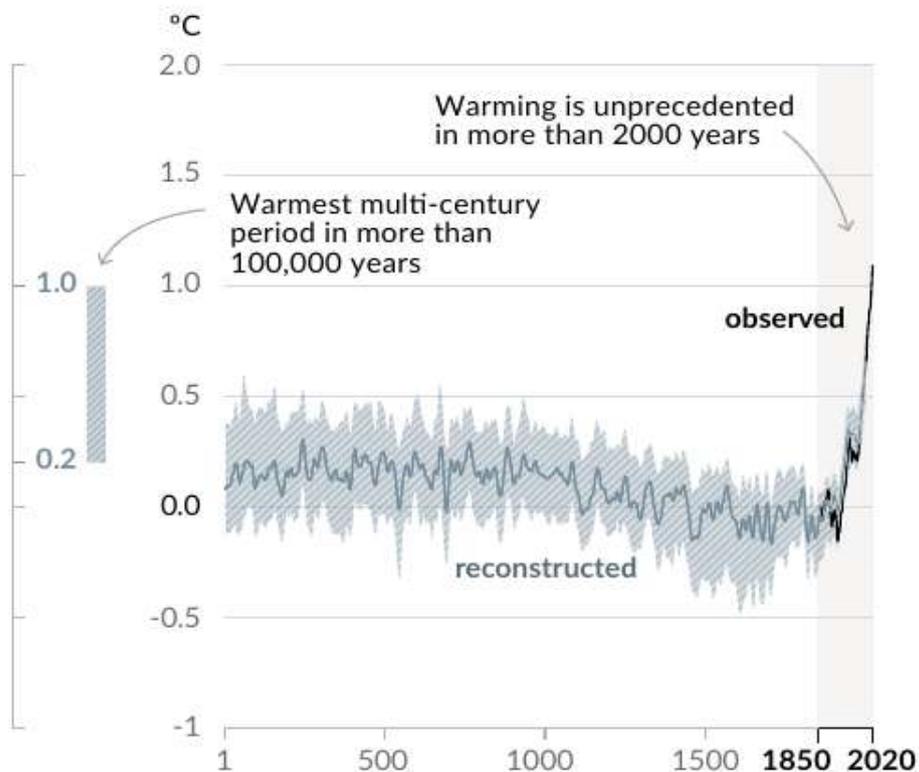


Forzanti naturali del clima: stazionari. E' colpa delle attività umane

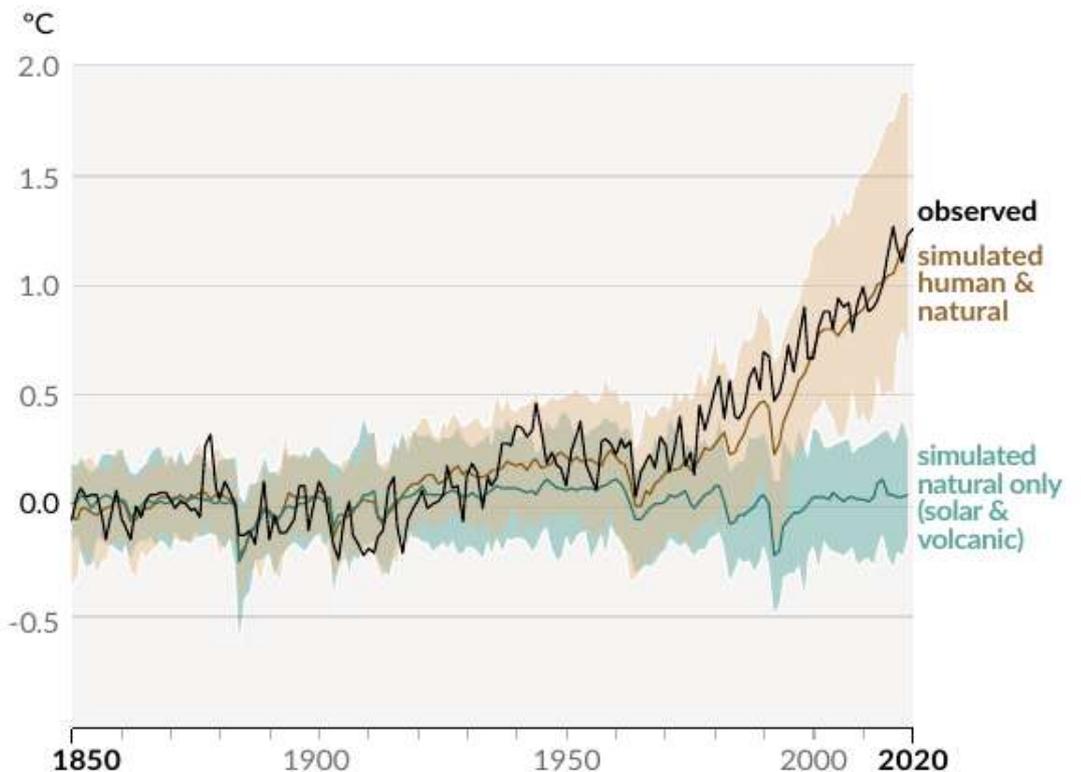
Human influence has warmed the climate at a rate that is unprecedented in at least the last 2000 years

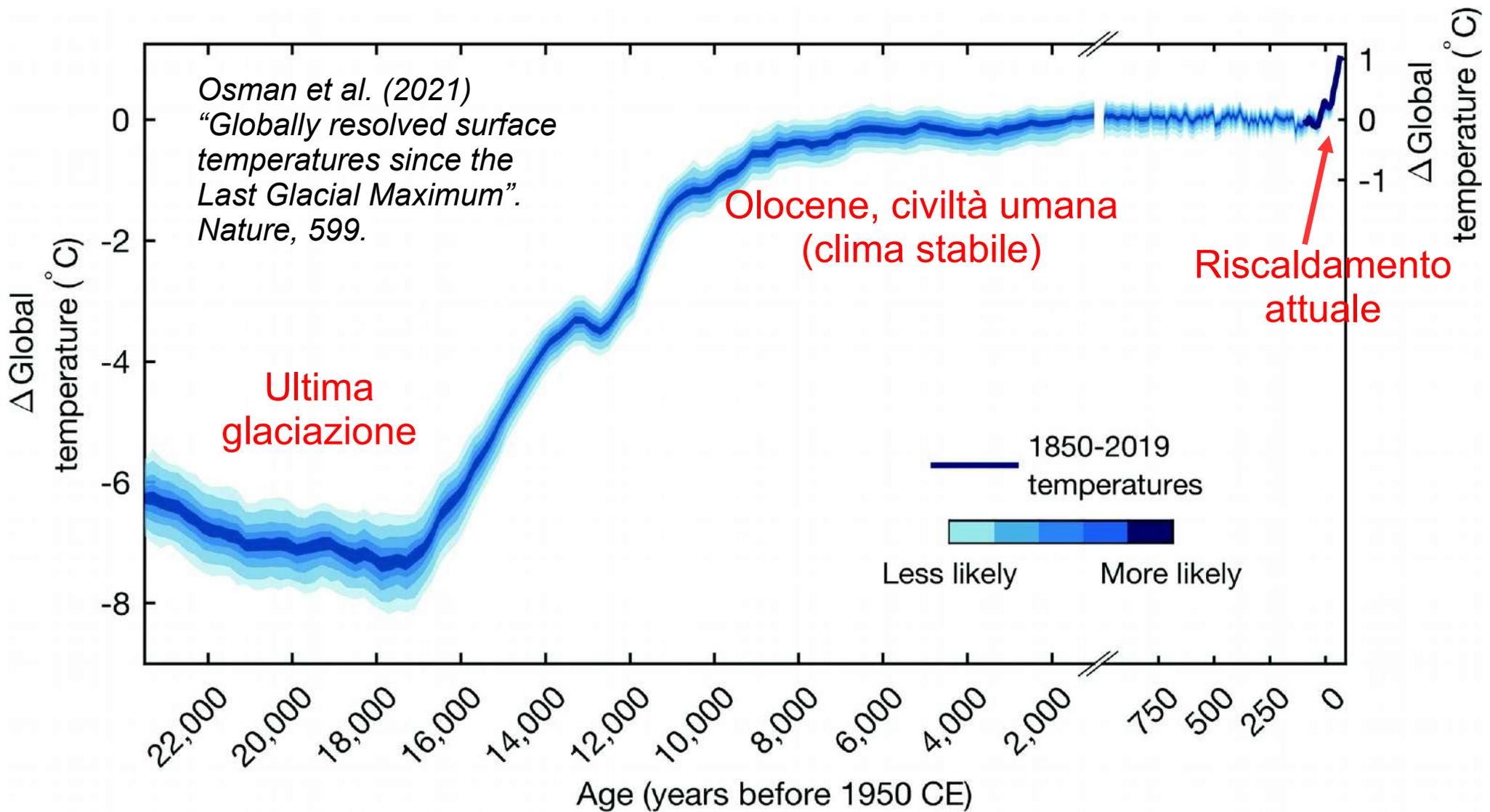
Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1-2000) and **observed** (1850-2020)



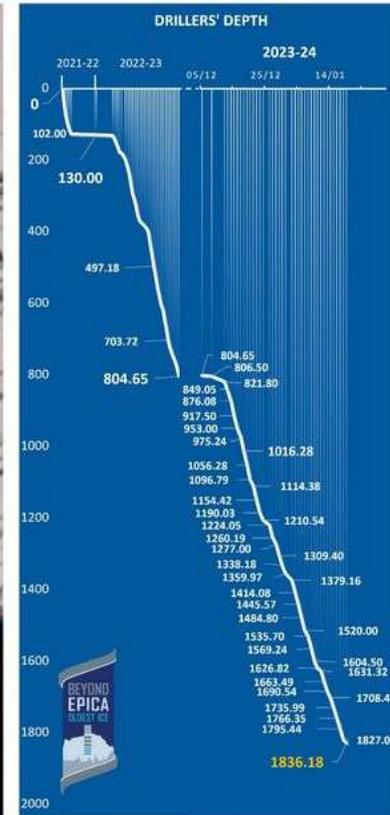
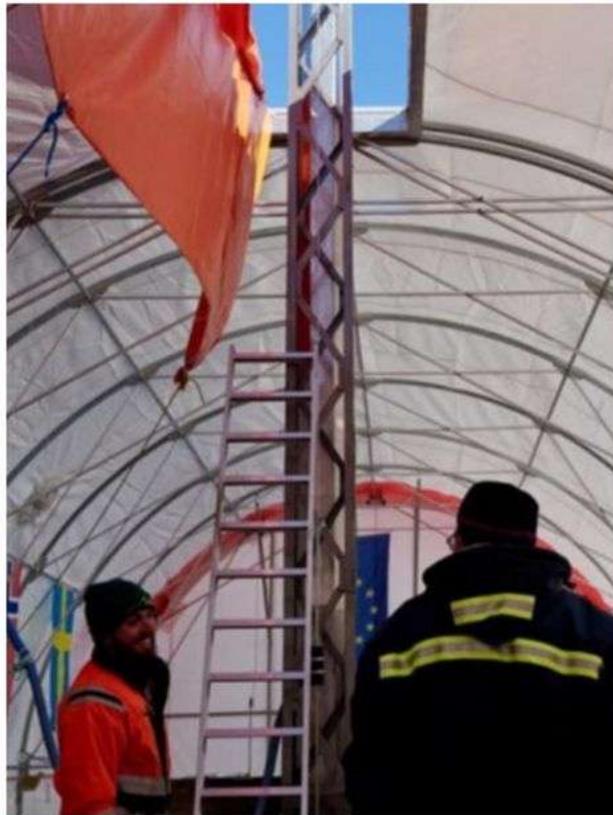
b) Change in global surface temperature (annual average) as **observed** and simulated using **human & natural** and **only natural** factors (both 1850-2020)





Mai così caldo (e così in fretta)
 da almeno 24.000 anni !

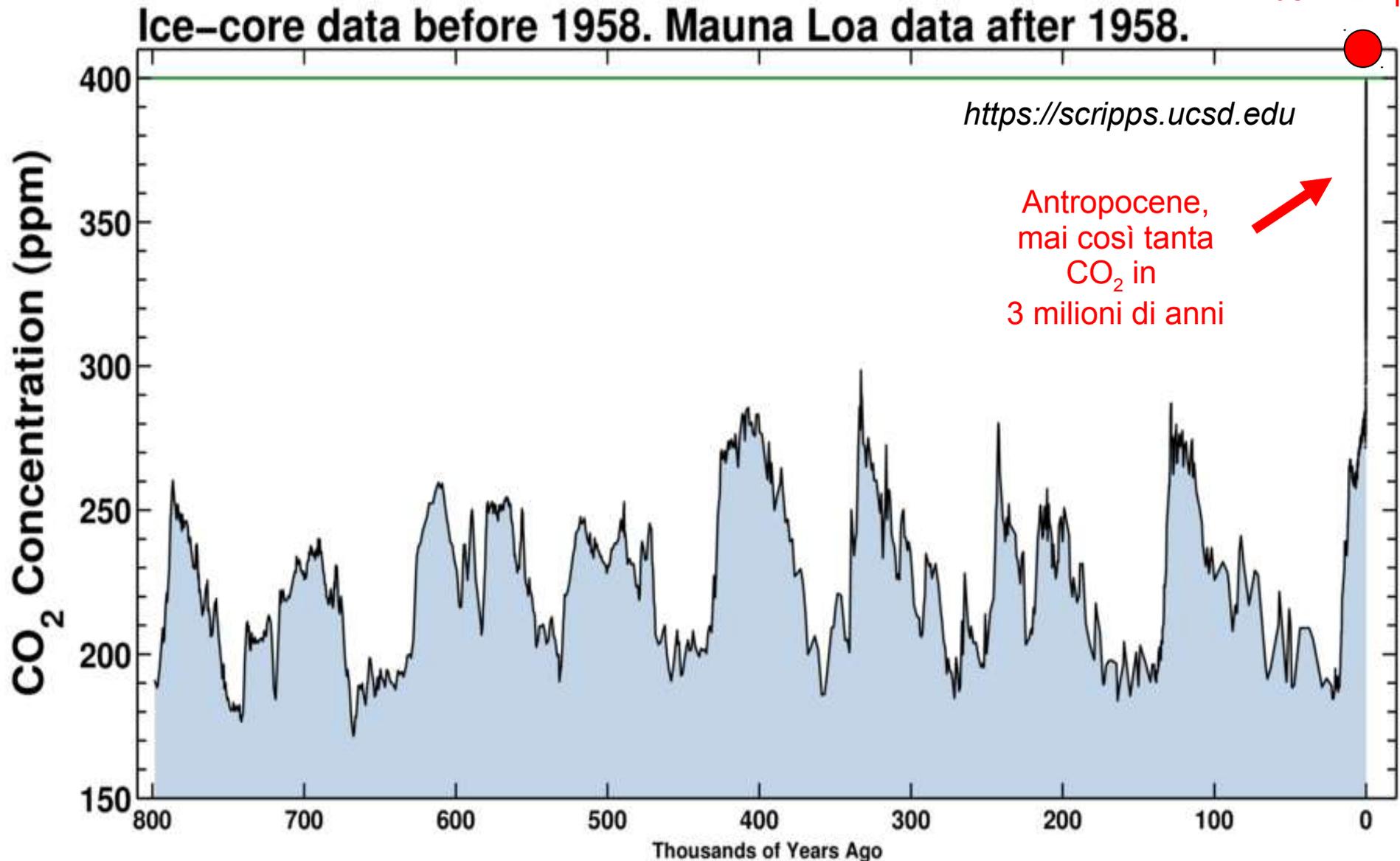
Stiamo entrando in un "territorio climatico" sconosciuto
 e ostile all'umanità.



Dai ghiacci polari, risposte sul clima antico.
In corso in Antartide l'estrazione di ghiaccio vecchio di
di 1,5 milioni di anni con il progetto
“Beyond Epica – Oldest Ice”

La concentrazione attuale di CO₂ è la più alta da 800.000 anni (ma anche da 3 milioni di anni e più, in base all'analisi dei sedimenti oceanici)

Oggi siamo a ben 424 ppm



“Ice Memory”: mettere in salvo la storia climatica custodita nel ghiaccio, prima che fonda



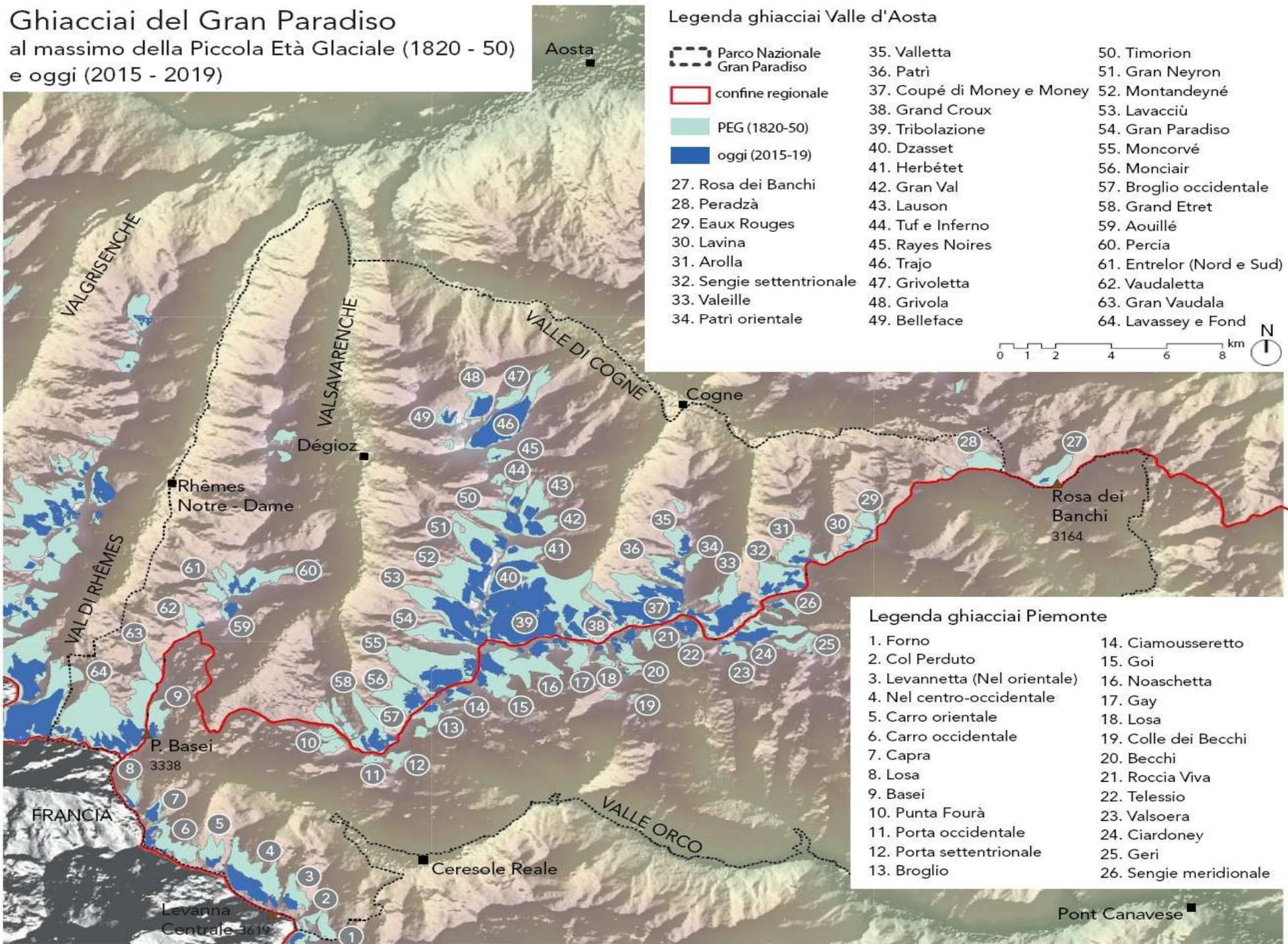
Ottobre 2023, carotaggio glaciale al Colle del Lys, Monte Rosa
(cortesia Ufficio Stampa CNR)

(cortesia Ufficio Stampa CNR)



Ghiacciai del Gran Paradiso

al massimo della Piccola Età Glaciale (1820 - 50)
e oggi (2015 - 2019)



Fonti dati: CNR-IRPI, Università di Torino (Dip. di Scienze della Terra/GeoSITlab, cortesia Mauro Palomba), Fondazione Montagna Sicura



1890



2020

Ghiacciaio della Tribolazione (Cogne)

Repeat photography

Progetto
“Sulle tracce dei
ghiacciai”

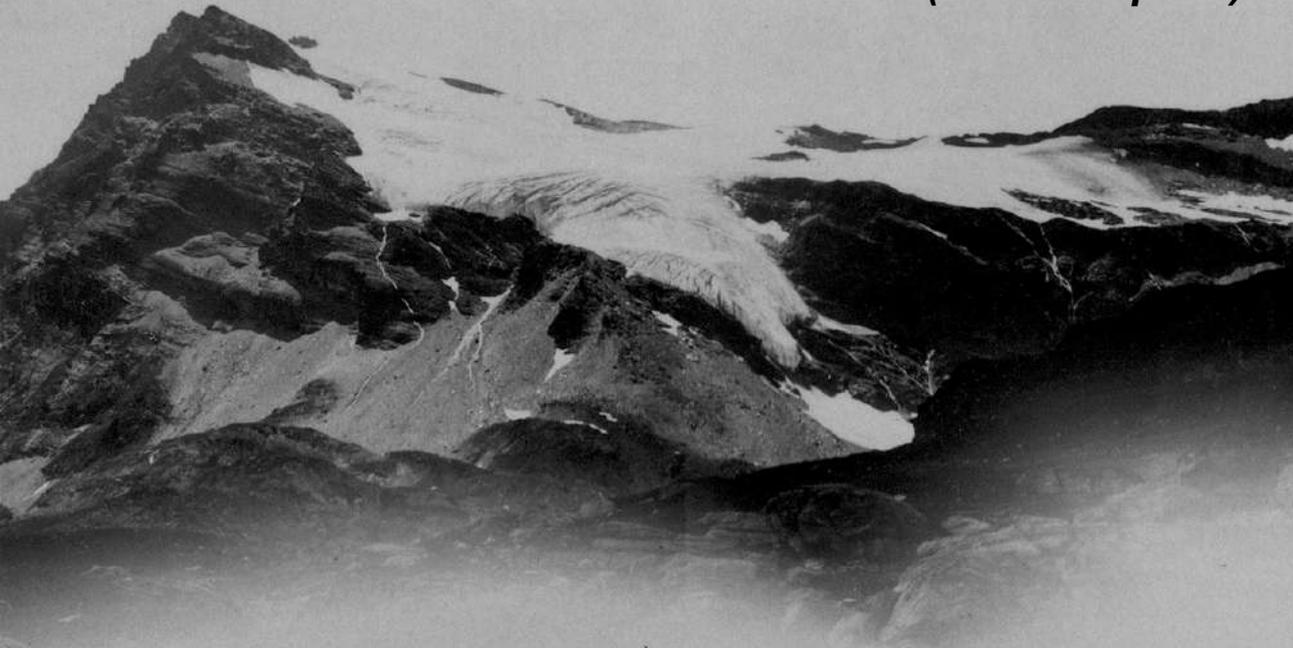


<https://sulletraccedeighiacciai.com>

Ghiacciaio Basei

1928

(f. C. F. Capello)



In meno di due secoli
l'area dei ghiacciai
alpini si è ridotta del
60%!

(da circa 4500
a meno di 1800 km²)

2023

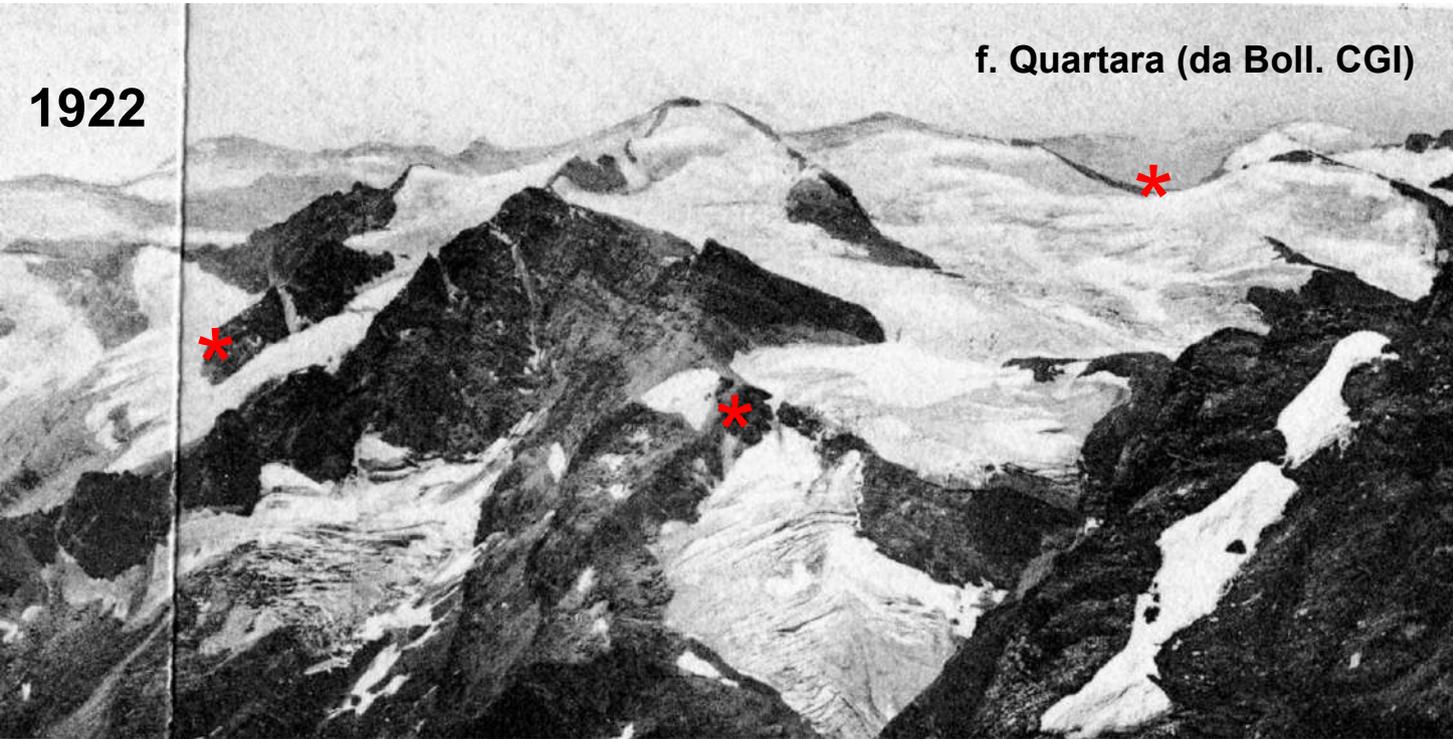
(f. P. Cullino)



Sul Gran Paradiso
(Piemonte e Val
d'Aosta) di oltre il
65%, da circa 88 a
meno di 30 km².

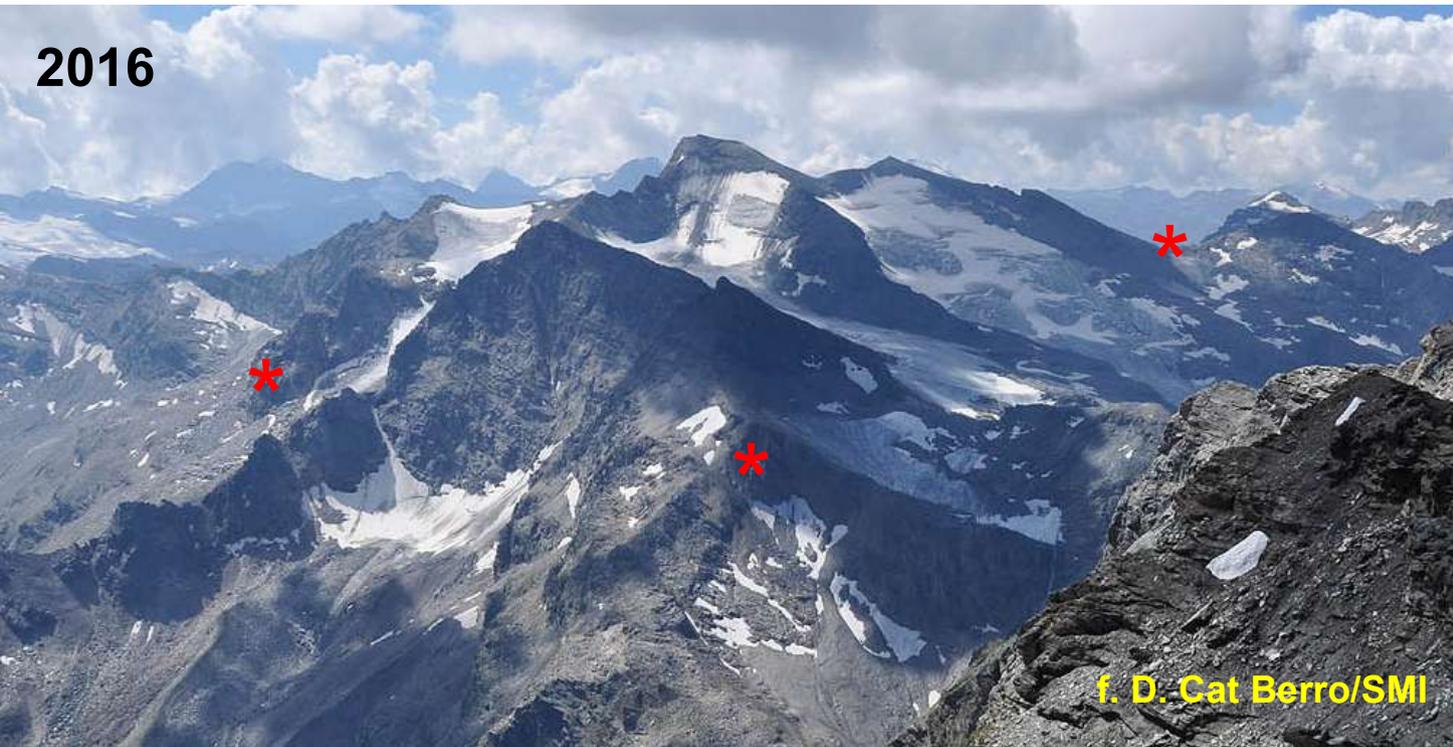
1922

f. Quartara (da Boll. CGI)



2016

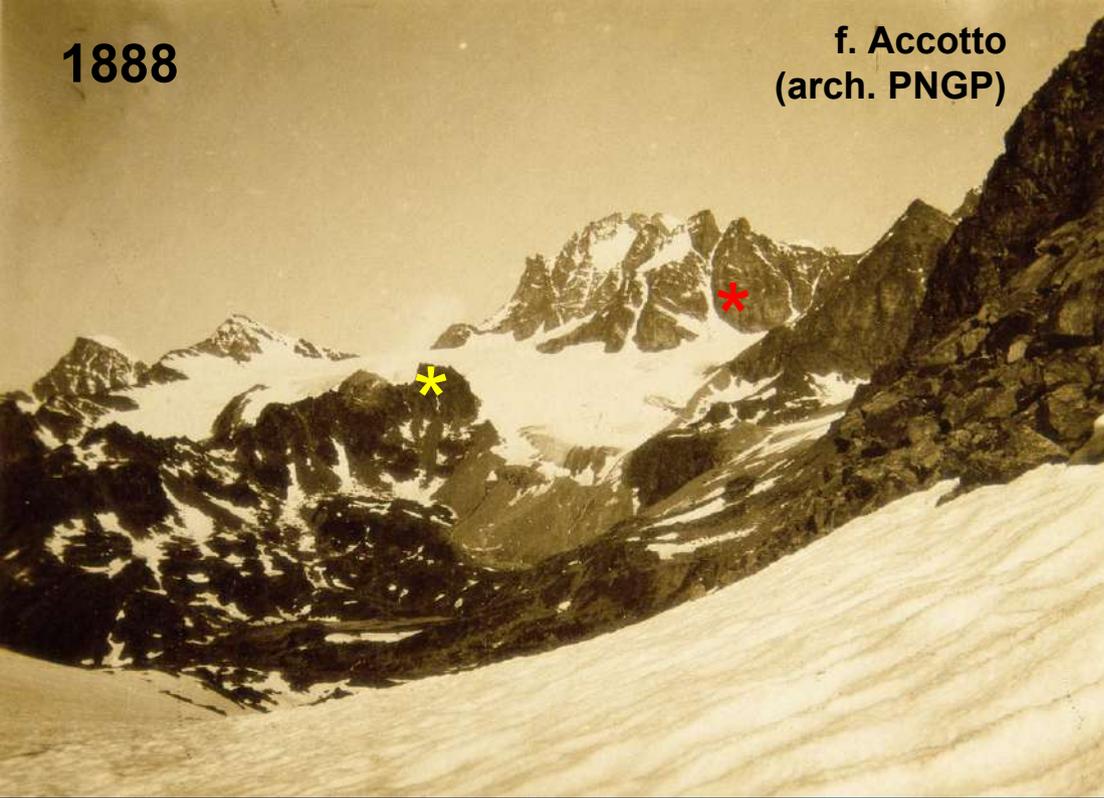
f. D. Cat Berro/SMI



Gh. Carro
Ovest,
Capra
e Losa
dalla Punta
Basei

1888

f. Accotto
(arch. PNGP)



2017

f. D. Cat Berro/SMI



Ghiacciaio
di Noaschetta
e Gran Paradiso
dal Colle dei Becchi

1850



LA TOUR DU GRAND ST. PIERRE,
APRÈS NATURE, PAR M. A. A. REILLY.

2017

f. D. Cat Berro/SMI



Ghiacciaio di Teleccio (Piantonetto)

1991



Trasformazioni del territorio montano evidenti già **in pochi anni.**

2022



Ghiacciai **in totale disequilibrio con il clima odierno**, privi di alimentazione e condannati all'estinzione entro pochi decenni sotto i 3500 metri.

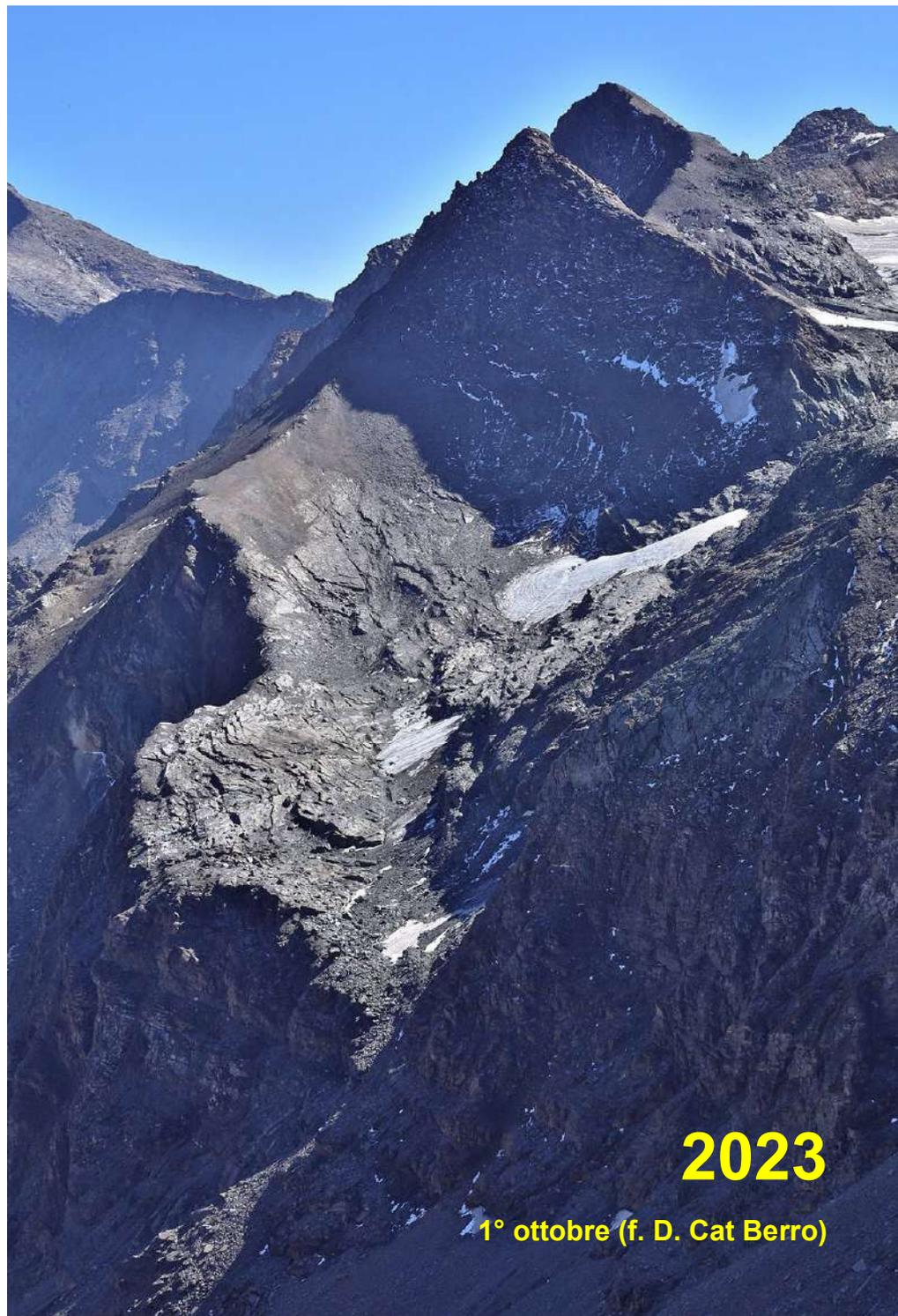
Ghiacciaio Ciardoney (Val Soana)

Ghiacciaio della Losa
Valle Orco, Gran Paradiso



2005

31 luglio (f. D. Cat Berro)



2023

1° ottobre (f. D. Cat Berro)



Ghiacciaio Gran Neyron
Valsavarenche, Gran Paradiso

2000

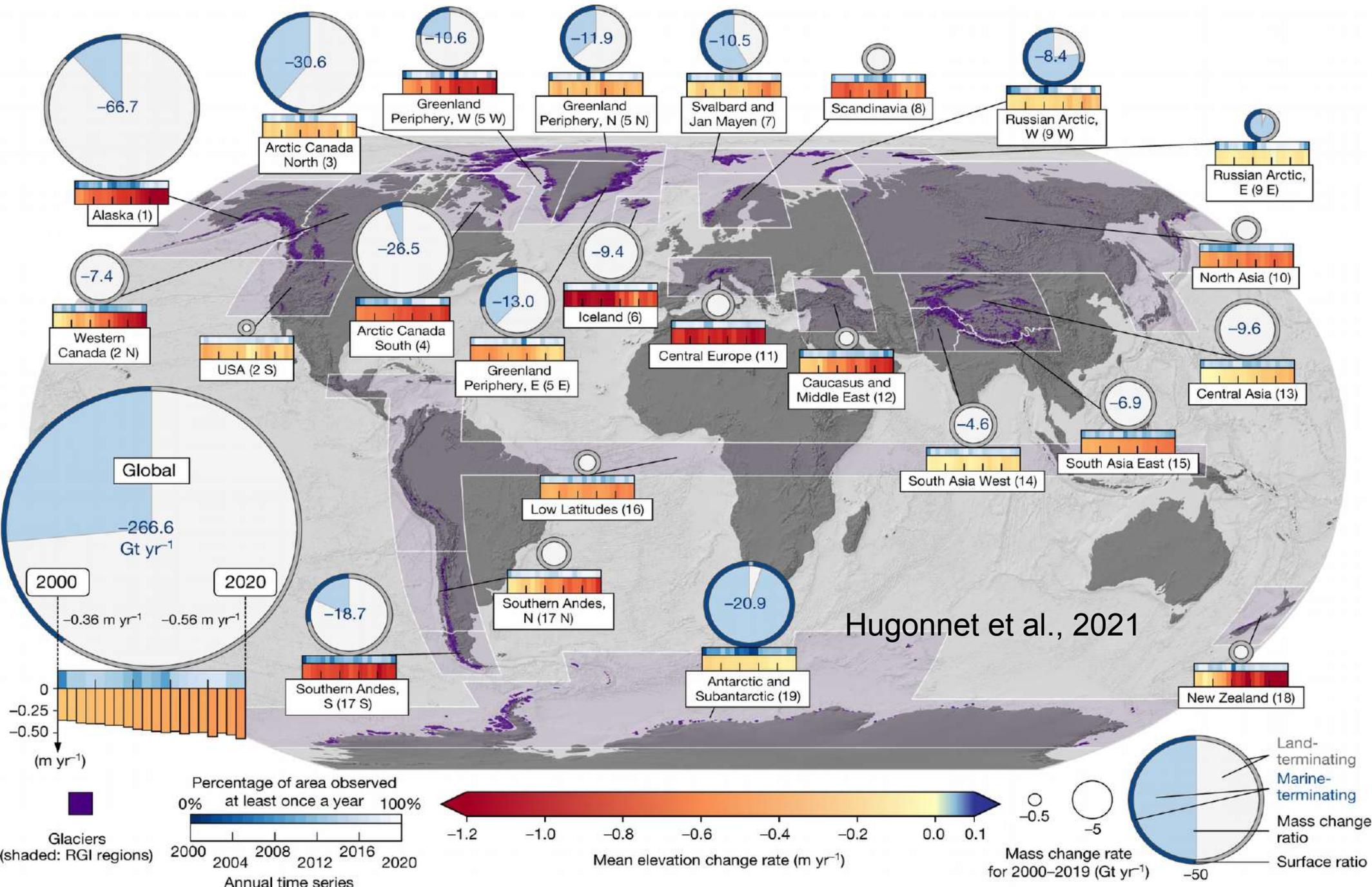
6 settembre (f. D. Cat Berro)



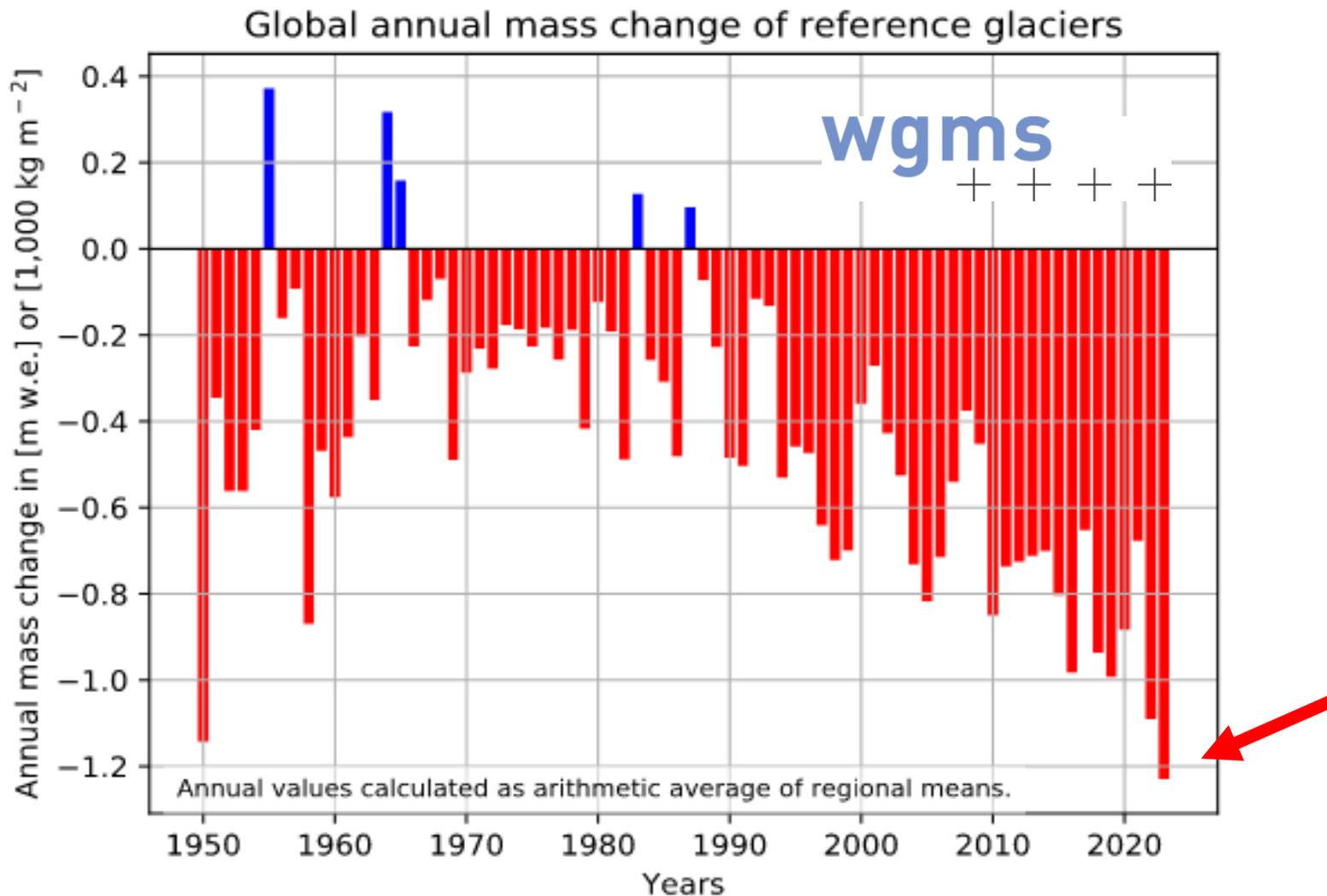
2023

22 agosto (f. D. Cat Berro)

La deglaciazione è estesa a tutto il mondo



Hugonnet et al., 2021



2023: le peggiori perdite di massa nei ghiacciai montani del mondo, al di fuori di Groenlandia e Antartide (serie dal 1950). Ghiacciai campione (>30 anni di bilancio di massa, per l'Italia Gh. Careser e Ciardoney)

www.iceman.it



Evidenze paleoambientali e scoperte archeologiche come la mummia Ötzi (1991), risalente a circa 5300 anni fa, ci dicono che **la deglaciazione attuale è eccezionale a scala plurimillenaria...**

2015-16: **1806 km²** (4395 unità),
di cui 20% in Italia

Glacier shrinkage in the Alps continues unabated as revealed by a new glacier inventory from Sentinel-2

Frank Paul¹, Philipp Rastner¹, Roberto Sergio Azzoni², Guglielmina Diolaiuti², Davide Fugazza², Raymond Le Bris¹, Johanna Nemeč³, Antoine Rabatel⁴, Mélanie Ramusovic⁴, Gabriele Schwaizer³, and Claudio Smiraglia²

¹Department of Geography, University of Zurich, Zurich, Switzerland

²Department of Environmental Science and Policy, University of Milan, Milan, Italy

³ENVEO IT GmbH, Innsbruck, Austria

⁴Institut des Géosciences de l'Environnement, Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, Grenoble, France

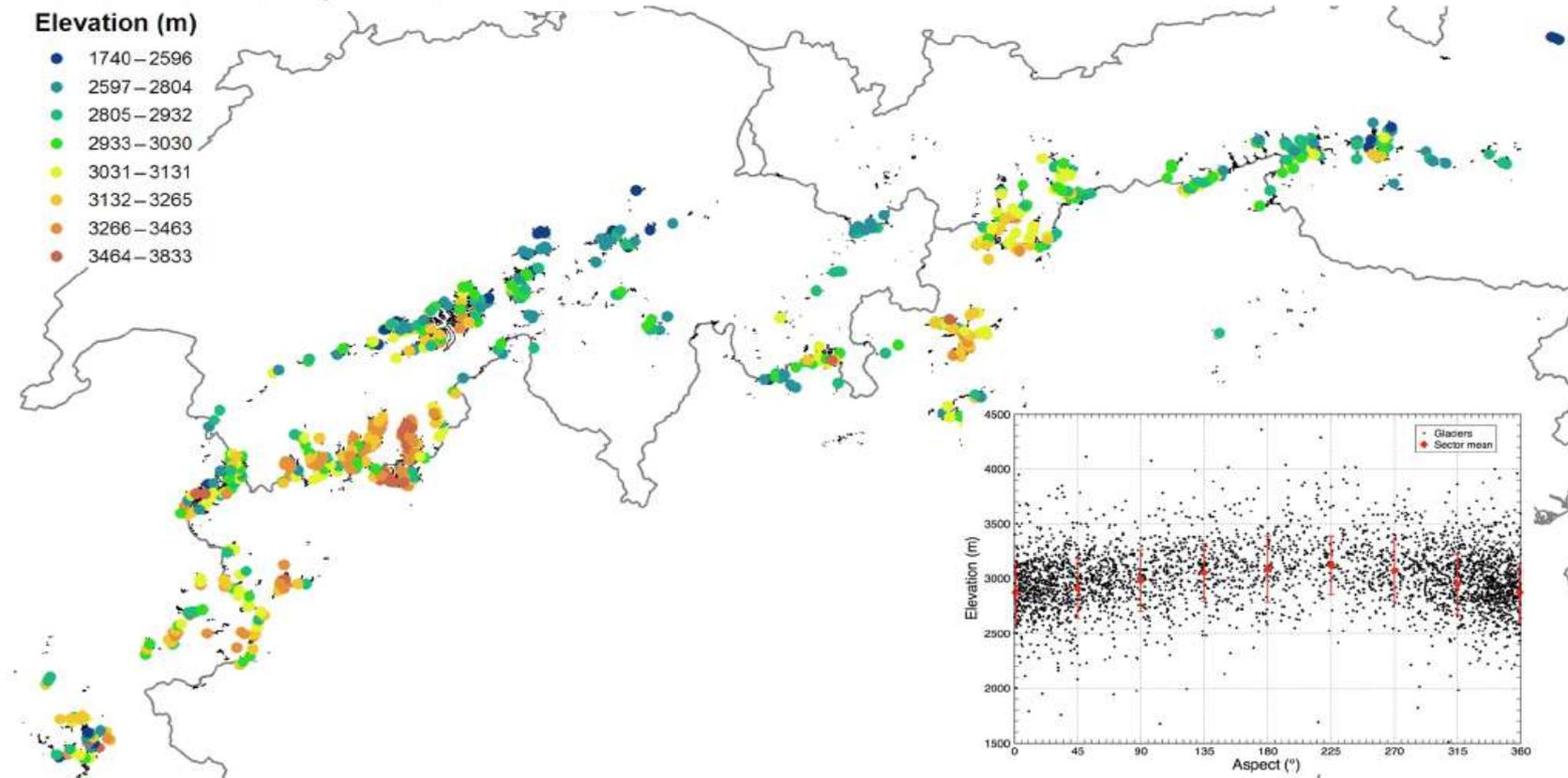
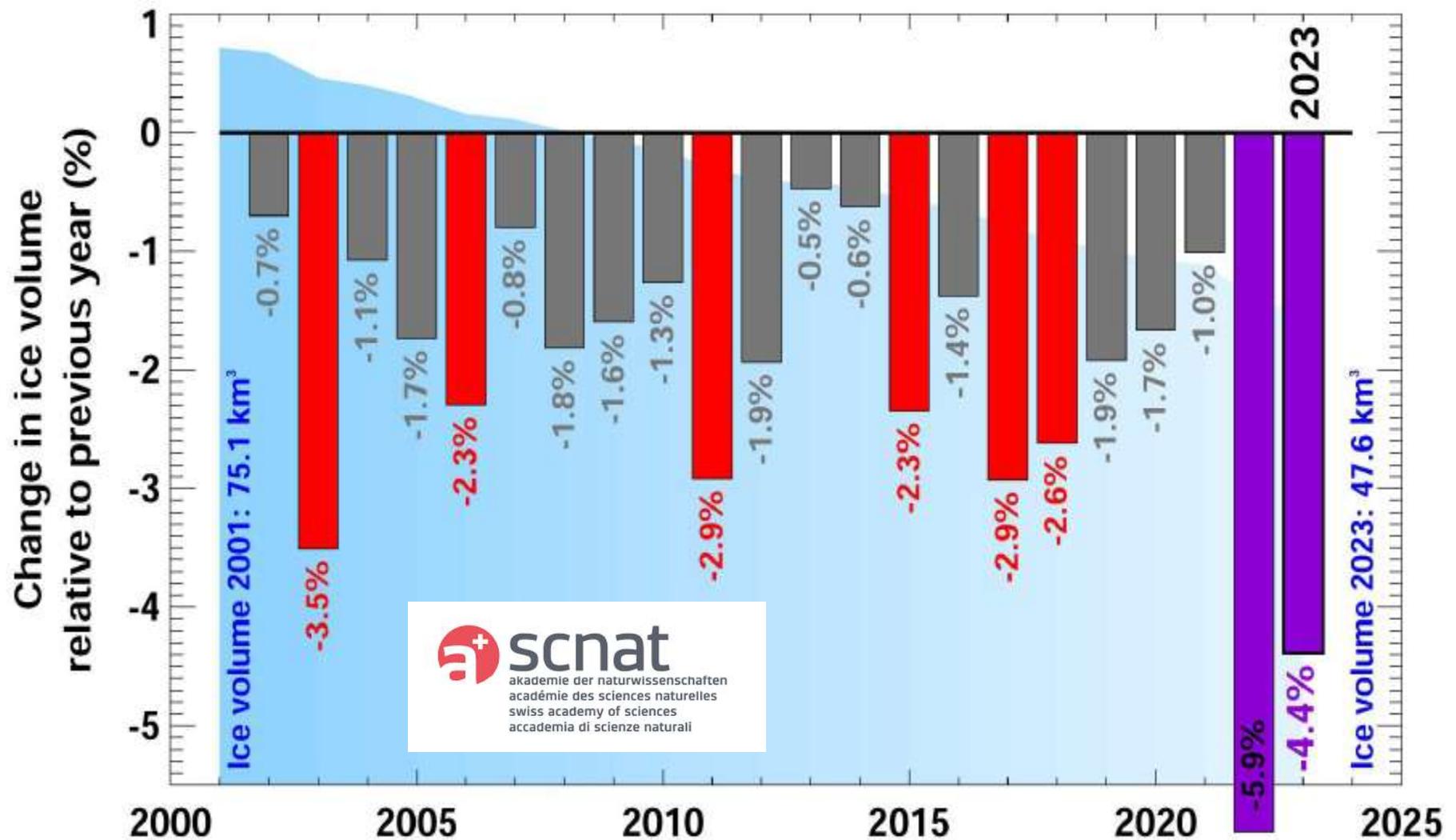


Figure 7. Spatial distribution of median elevation (colour-coded) for glaciers larger 0.5 km². The inset shows a scatterplot depicting glacier aspect (counted from north at 0°) vs. median elevation and values averaged for each cardinal direction.



Siamo reduci da un biennio di perdite glaciali estreme sulle Alpi: in due estati la Svizzera ha perso un decimo del suo volume glaciale (10,3%) !

Bilancio di massa Ghiacciaio Ciardoney (Gran Paradiso)





*Comitato
Glaciologico
Italiano*

Home

Comitato

Pubblicazioni

I ghiacciai italiani

La criosfera



Gran Pilastro Glacier

Valle di Vizze Alpi Noriche, Aurine chain (Bolzano)...

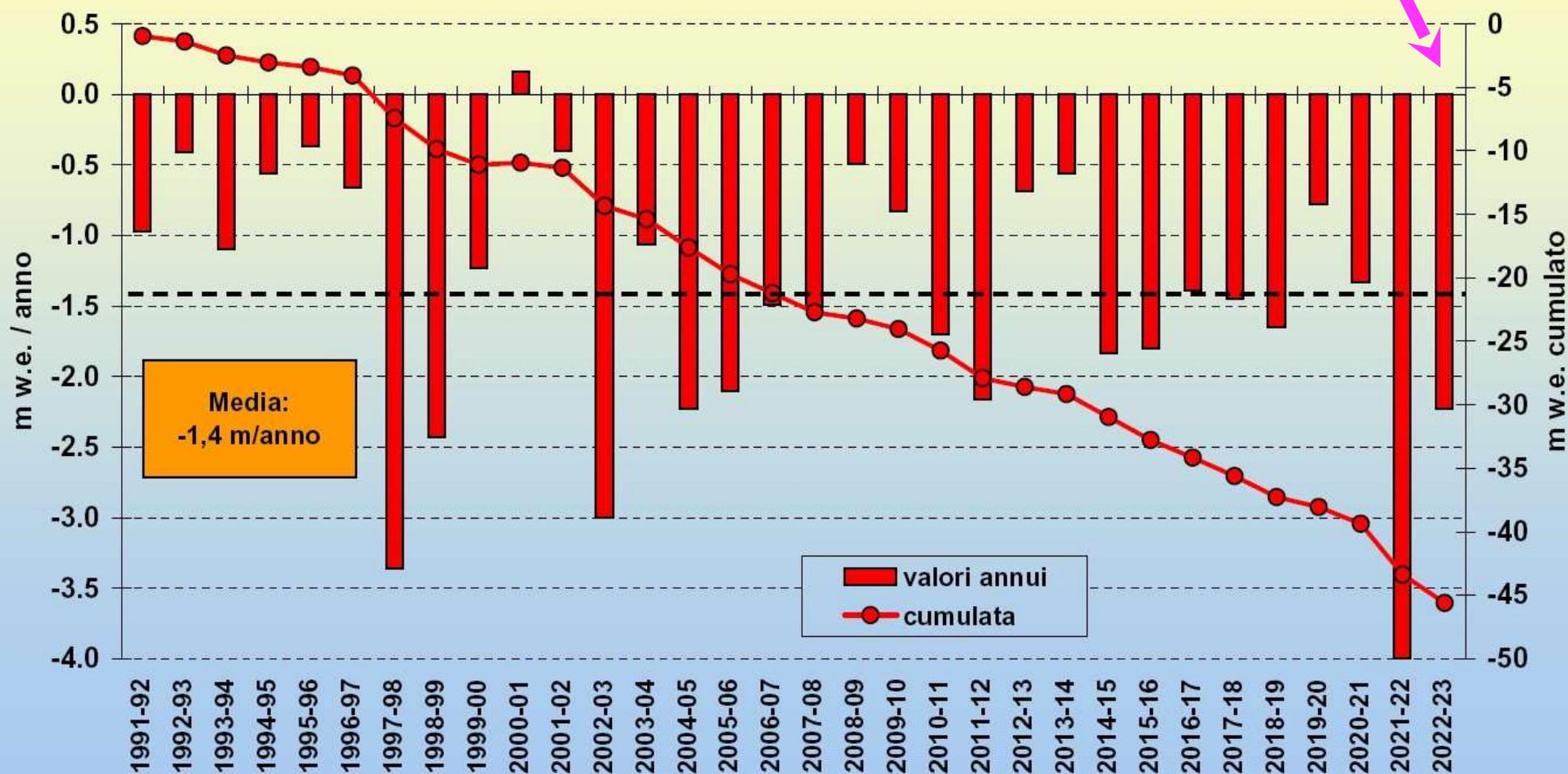
[12345678910](#)

www.glaciologia.it

Dal 1895, l'istituzione italiana di riferimento
per la sorveglianza dei ghiacciai

Ghiacciaio Ciardoney (Gran Paradiso) - Bilancio di massa annuo e cumulato tra le stagioni 1991-92 e 2022-23

© SMI - www.nimbus.it

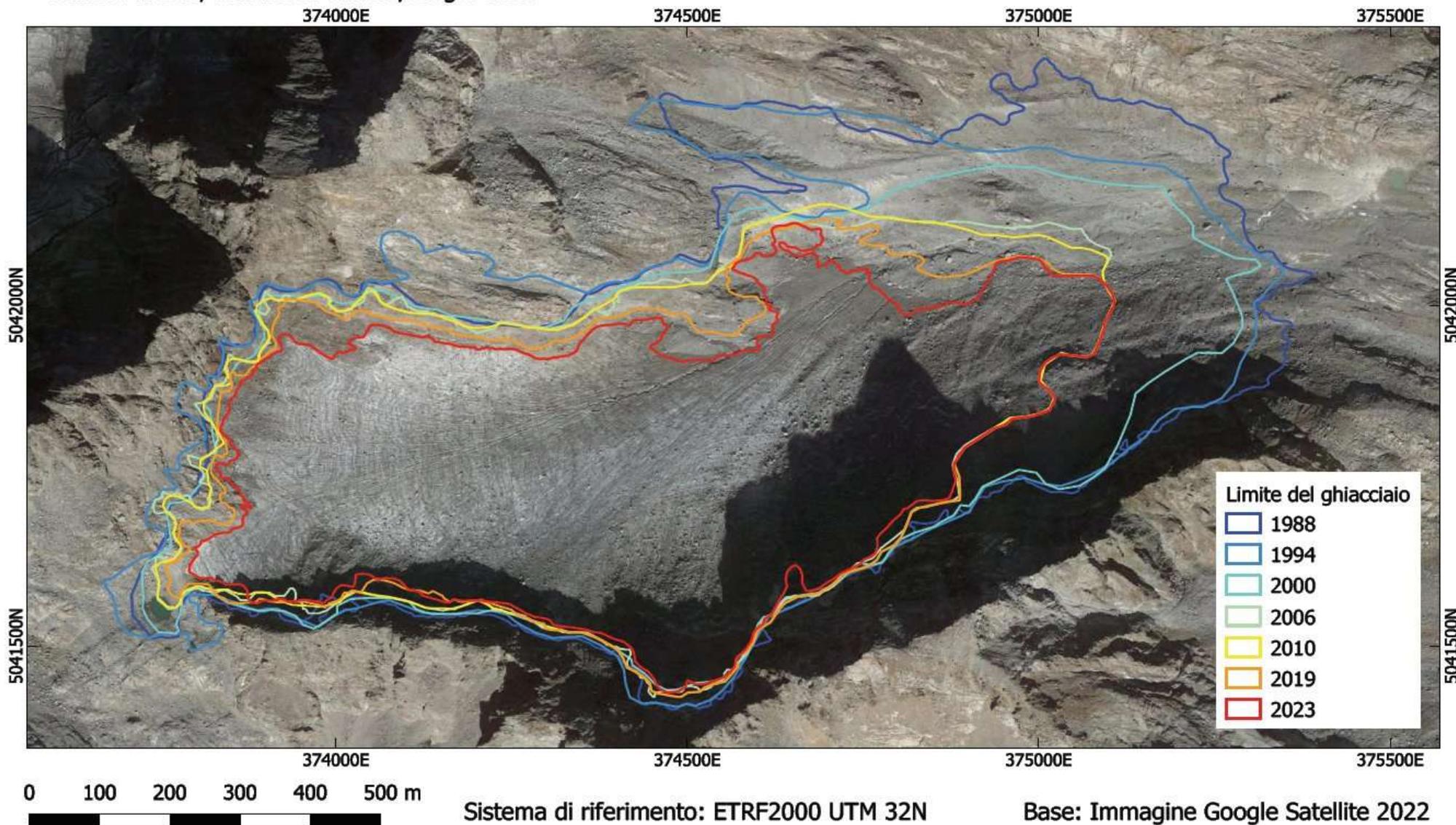


Ghiacciaio Ciardoney, Valle Soana

Variazioni areali



Walter Alberto, Francesco Parizia, Luigi Perotti

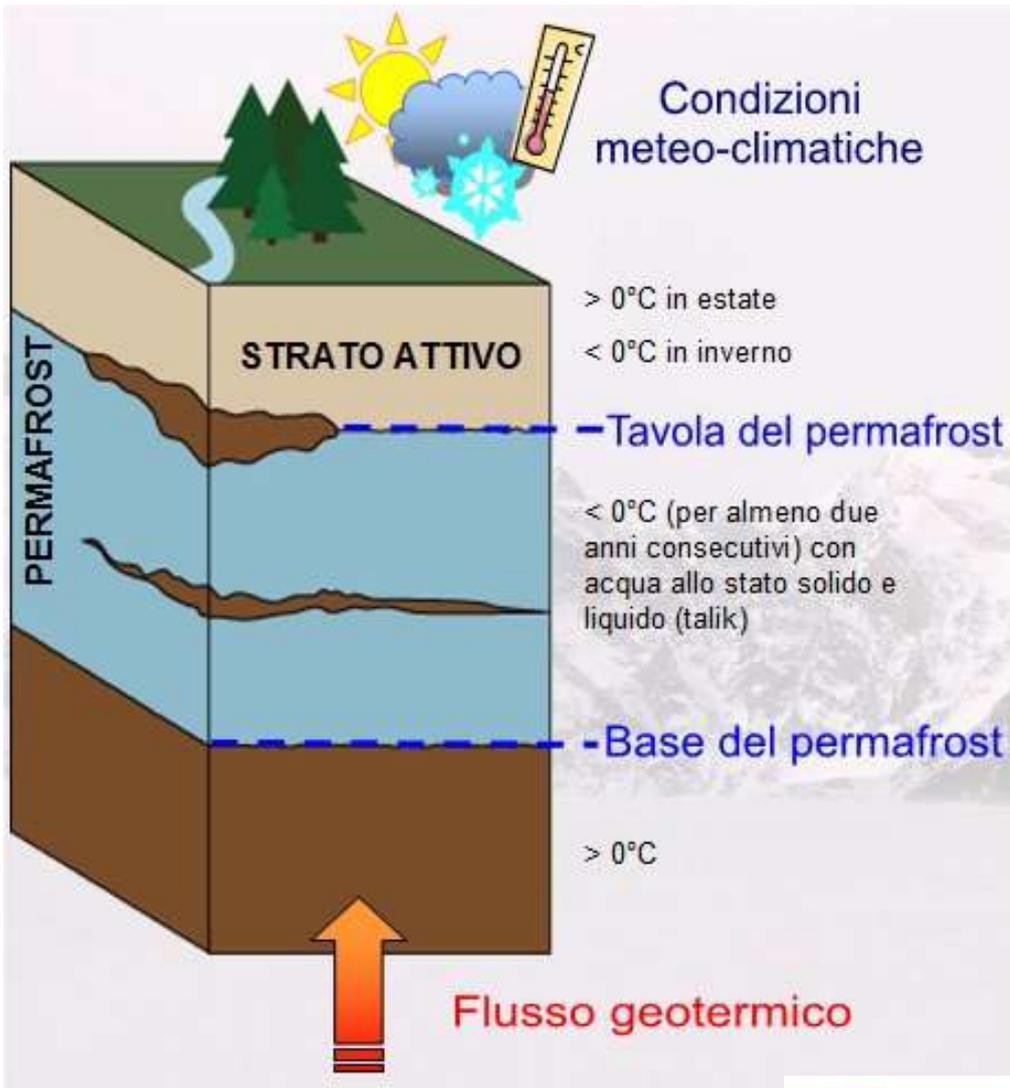


Aggiornamento area 2023: 0,46 km²,
-11%, -44% e -73% rispetto al 2019, 1988 e circa 1850.

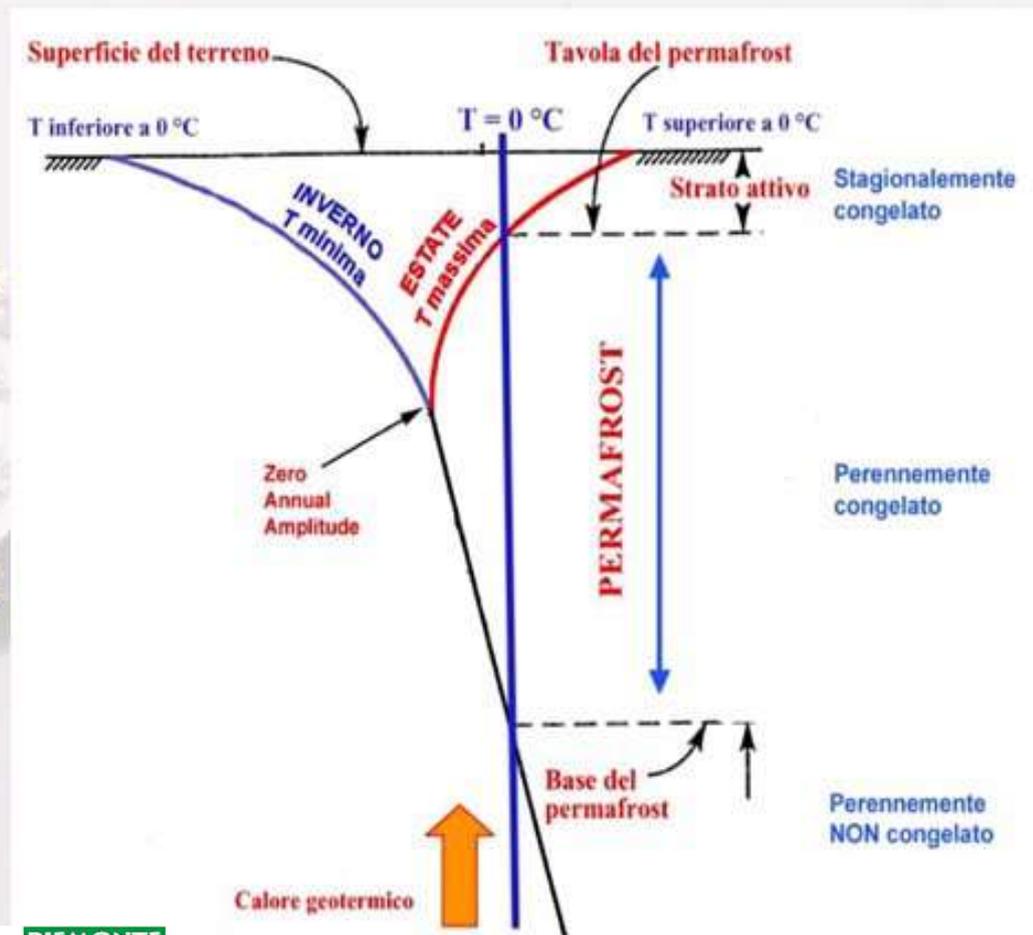


5 giugno 2024: 3,85 – 6,10 m di accumulo nevoso + densità straordinarie (660-700 kg/m³) = SWE ai massimi in un trentennio

Permafrost, il ghiaccio “fantasma”



Curva caratteristica del permafrost

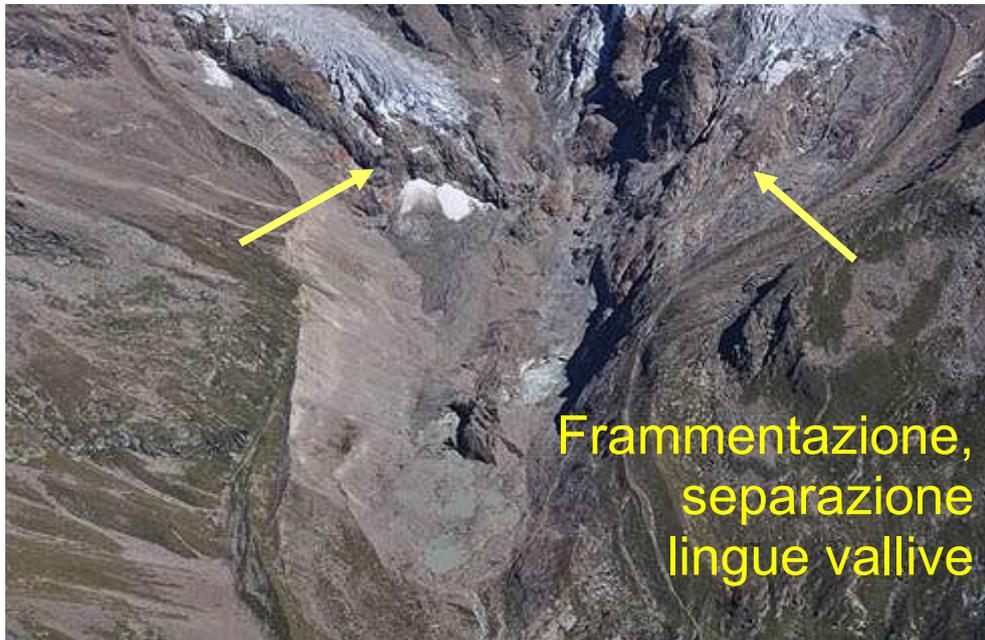


Molteplici trasformazioni in rapido sviluppo

Più crolli rocciosi
in quota e aumento
detriti



Nuovi laghi



Disarticolazione e
collasso morene

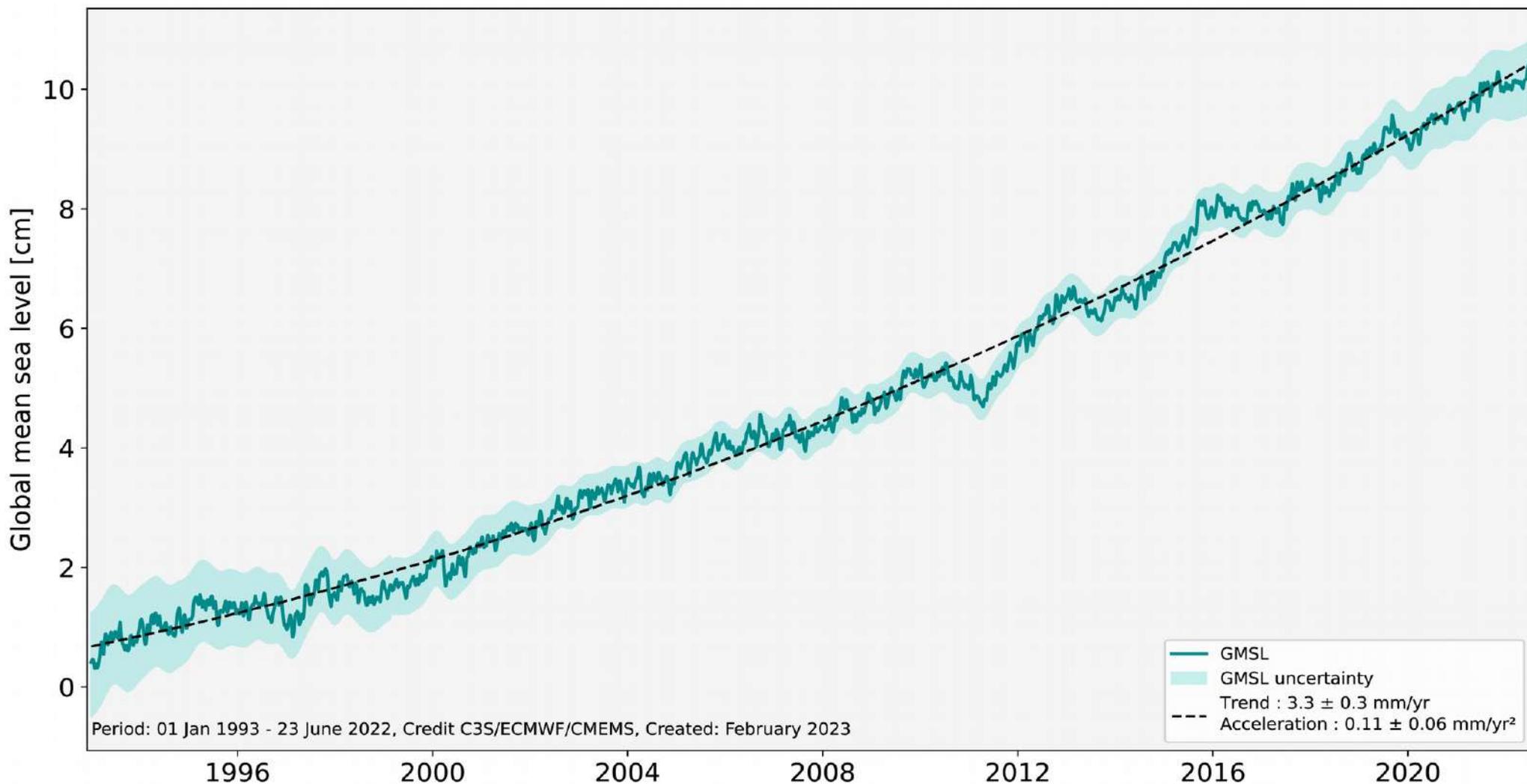


Ghiacciai in regresso, clima più caldo, la vegetazione cambia
+2 °C = risalita di circa 300-400 m
delle fasce climatico-vegetazionali

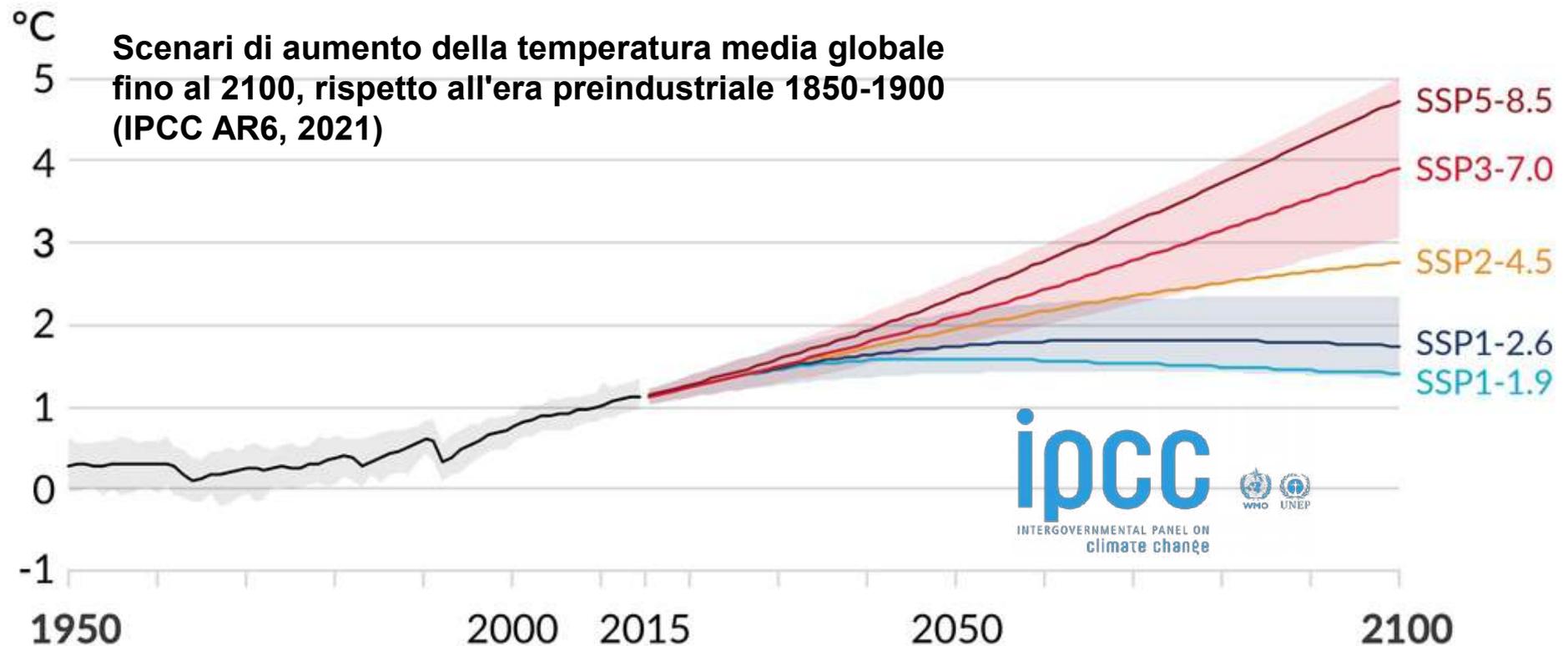
*1° giugno 2022, Ghiacciaio Ciardoney
(Gran Paradiso)*



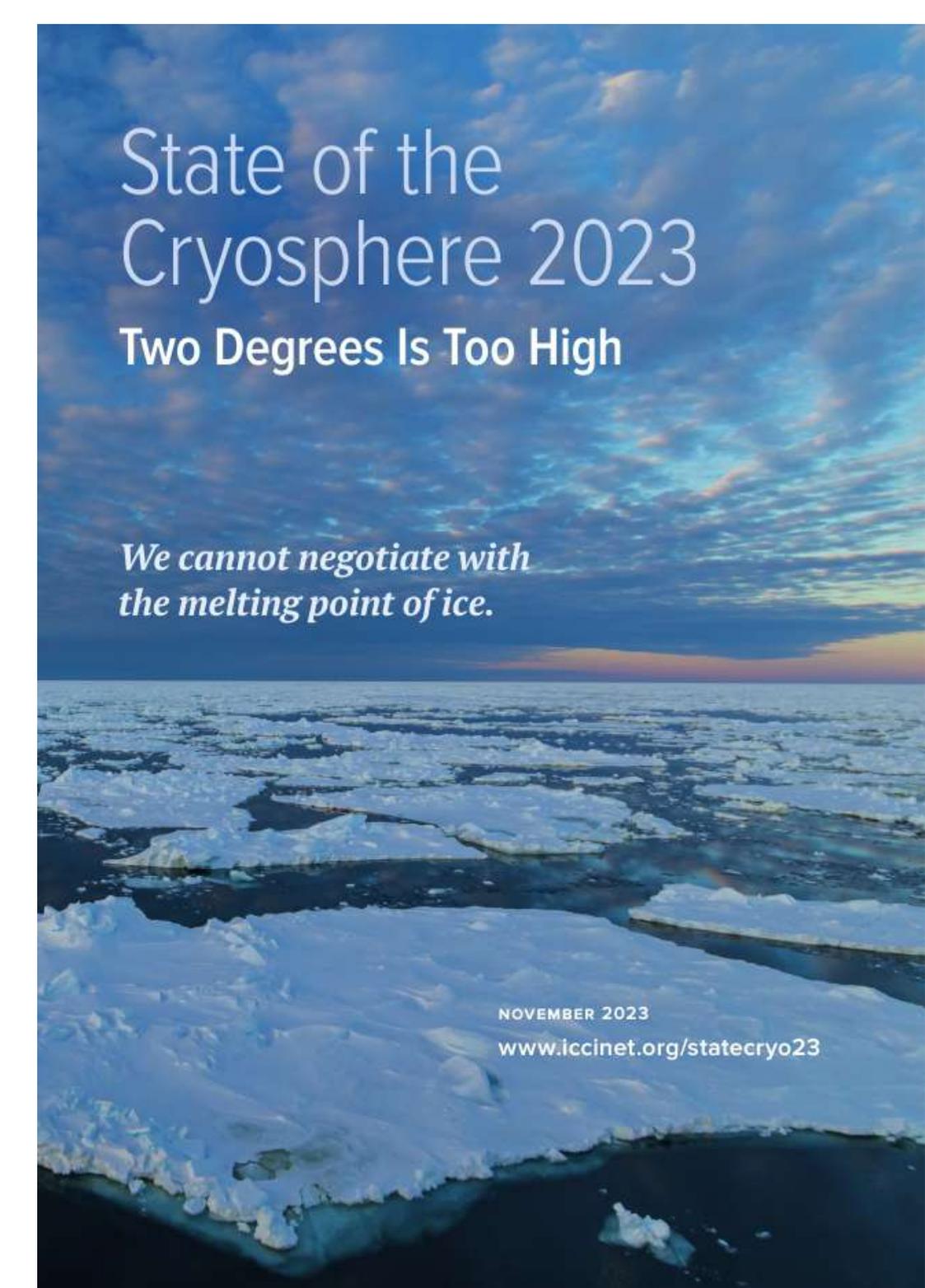
Infine, il problema più grande di tutti: l'aumento dei livelli marini
(+10 cm in un trentennio, forse un metro entro un secolo)



Il futuro: sempre più caldo. Quanto? Dipende dalle nostre scelte



Entro il 2100 le temperature medie globali potranno aumentare, rispetto all'era preindustriale, di valori da circa **+1,5 °C** nel caso di una massiccia e rapida decarbonizzazione dell'economia (scenari SSP1) a **oltre +4 °C** con scenari a elevate emissioni serra (SSP3 e SSP5).



State of the Cryosphere 2023

Two Degrees Is Too High

*We cannot negotiate with
the melting point of ice.*

NOVEMBER 2023

www.iccinet.org/statecryo23

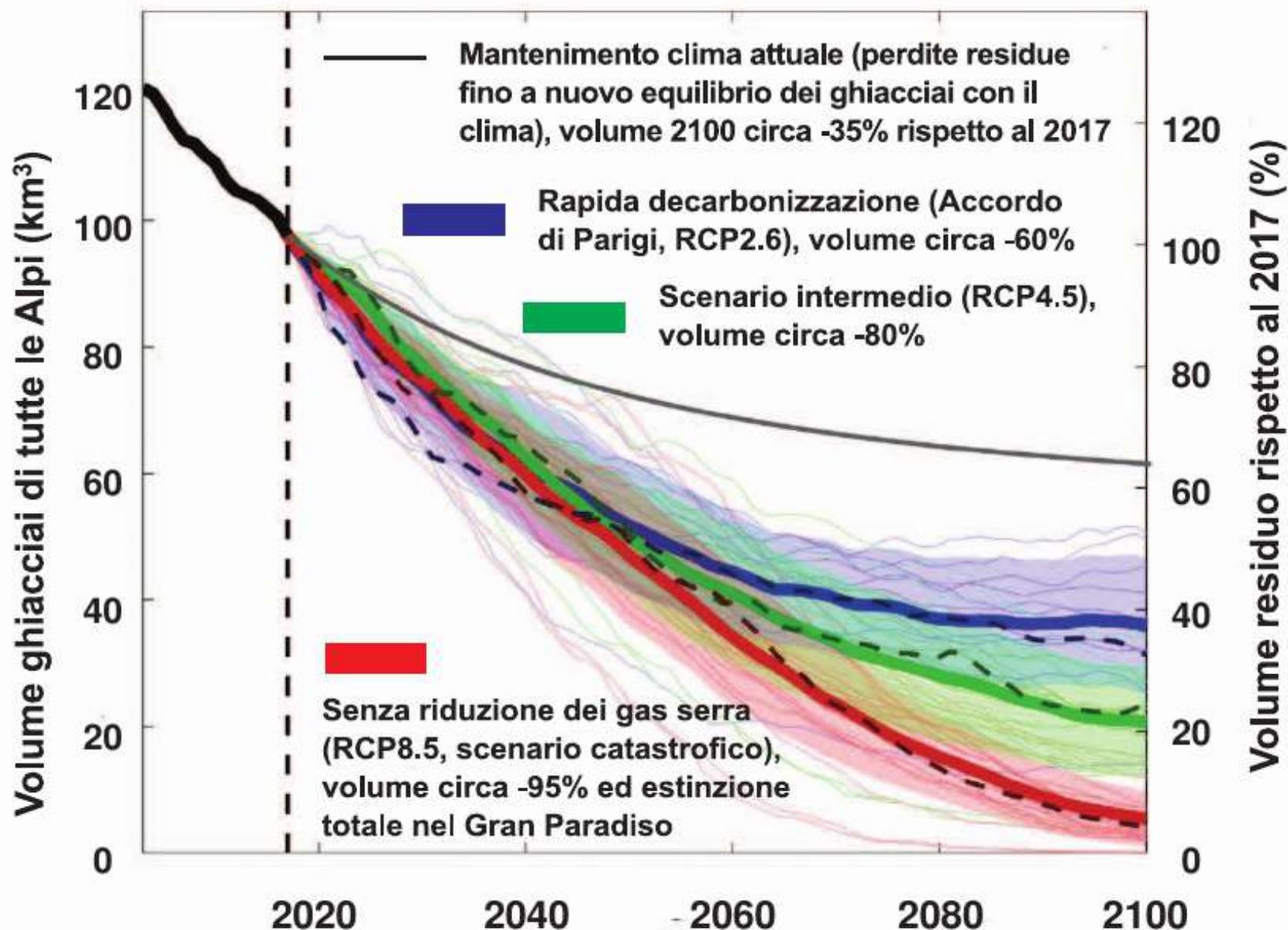
Aggiornamento del report
sulla criosfera globale della
International Cryosphere
Climate Initiative

**+2 °C rispetto all'era
industriale:
già troppi per ghiacciai,
permafrost e banchise
polari**

www.iccinet.org/statecryo23

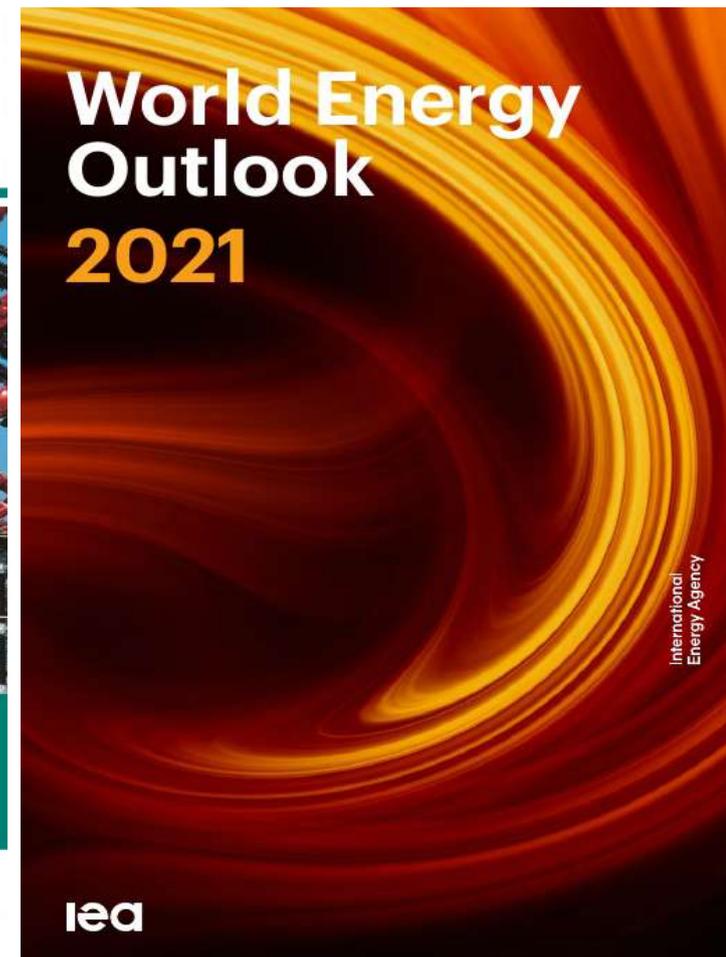
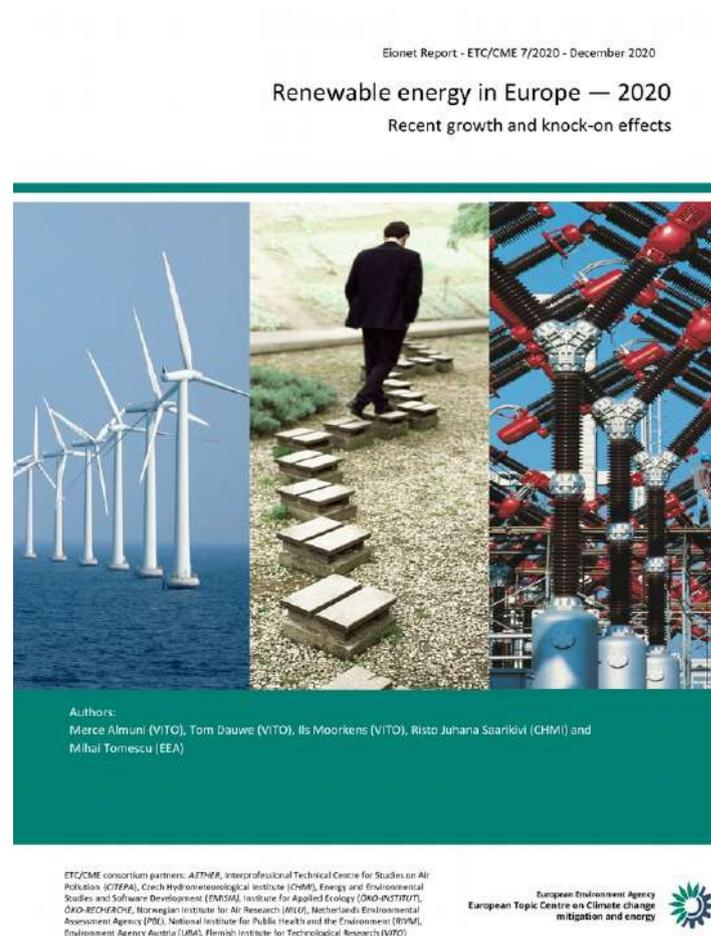
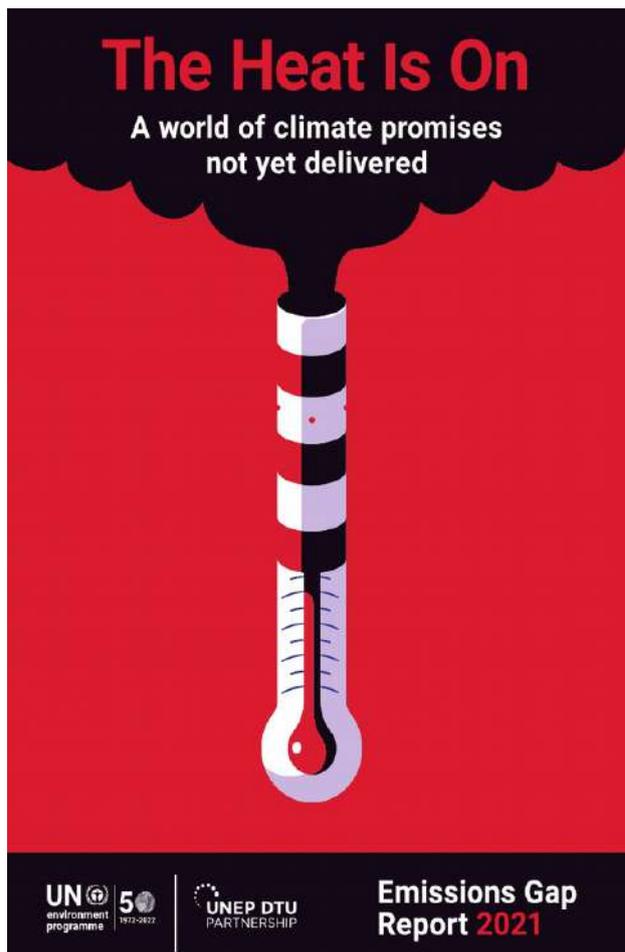
Scenari di deglaciamento sulle intere Alpi

(perdita di volume glaciale, da Zekollari et al., 2019)



La scienza è chiara: **ridurre la domanda di energia** (sobrietà, efficienza) e **abbattere le combustioni specie di prodotti fossili** (carbone, petrolio, gas), a vantaggio delle rinnovabili (+ indipendenza energetica!)

I combustibili fossili vanno lasciati sempre più sotto terra...





Fresco di
pubblicazione...
un consiglio di
lettura “glaciale”
per l'estate

<https://www.peoplepub.it/>
<https://storieminerali.it/>

GHIACCIAI



NUMERO DI GHIACCIAI

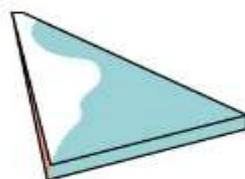
VALORE 2020

184

VALORE 1999

216

32 ghiacciai persi in 22 anni.



SUPERFICIE

VALORE 2020

120

chilometri quadrati

VALORE 1999

154

chilometri quadrati

34 chilometri quadrati di ghiaccio persi in 22 anni, pari ad una riduzione di 1,5 chilometri quadrati all'anno. In 22 anni, sul territorio regionale è stato perso il 22% della superficie glaciale.



VARIAZIONE FRONTALE

VALORE 2023

-18

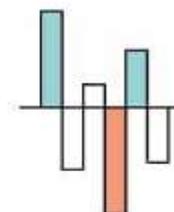
metri

VALORE 2022

-46

metri

Le fronti dei ghiacciai osservati si sono ritirate mediamente di 18 metri. Un altro anno negativo, seppur meno sfavorevole dell'anno precedente dove il ritiro medio era stato addirittura di 46 metri.



BILANCIO DI MASSA

VALORE 2023

-2123

millimetri di
acqua equivalente

VALORE MEDIO 2001-2022

-1089

millimetri di
acqua equivalente

La perdita di massa (ghiaccio) è stata quasi doppia rispetto alla media già negativa degli ultimi ventidue anni.

LA CAROVANA DEI GHIACCIAI

V EDIZIONE

5 AGOSTO (ANTEPRIMA),
DAL 18 AGOSTO AL 9 SETTEMBRE 2024

SAVE THE DATE

Un viaggio attraverso la montagna di alta quota
per raccontare l'inesorabile declino dei ghiacciai
a causa del riscaldamento globale.

Campagna Internazionale promossa da **Legambiente** con
la partnership scientifica del **Comitato Glaciologico Italiano (CGI)**
e in collaborazione con **CIPRA Italia**.

**Monitoraggi, mobilitazioni, escursioni in quota,
arte e musica dedicati ai ghiacciai.**

Per coltivare la consapevolezza sulla necessità di **combattere la crisi climatica.**



05/08 (ANTEPRIMA)
CLEAN UP THE GLACIER,
UN CESTO D'AMORE
PER I GHIACCIAI
GHIACCIAIO DEI FORNI
[VALTELLINA,
LOMBARDIA, ITALIA]

18-19/08
GHIACCIAIO
MER DE GLACE
[CHAMONIX - MONT BLANC,
ALTA SAVOIA, FRANCIA]

19-22/08
GHIACCIAI DELLA
VALPELLINE
[VALPELLINE,
VALLE D'AOSTA, ITALIA]

22-26/08
GHIACCIAIO
DI FLUA
[VALSESIA,
PIEMONTE, ITALIA]

28-31/08
GHIACCIAIO
FELLARIA
[VALMALENCO,
LOMBARDIA, ITALIA]

31/08 - 05/09
GHIACCIAI DELLE
ALPI GIULIE
[FRIULI VENEZIA GIULIA,
ITALIA - SLOVENIA]

05-09/09
GHIACCIAIO
MARMOLADA
[VENETO - TRENTO, ITALIA]



UN PROGETTO DI



PARTNER SCIENTIFICO



IN COLLABORAZIONE CON



PARTNER SOSTENITORE



PARTNER TECNICO



MEDIA PARTNER



SEGUICI SU



Torna la "Carovana dei Ghiacciai" di
Legambiente, dal Monte Bianco alle Alpi Giulie



2025 is declared as the International Year of Glaciers' Preservation

Iniziativa promossa dal governo del Tagikistan e approvata dall'Assemblea Generale ONU. Svariati eventi in vista, anche promossi dal World Glacier Monitoring Service.

Grazie per l'attenzione

