



30 anni di SGL

Quale presente e quale futuro per i ghiacciai in Lombardia

Riccardo Scotti

*Servizio Glaciologico Lombardo
Comitato Glaciologico Italiano*



I 30 ANNI DEL SERVIZIO GLACIOLOGICO del CAI Alto Adige
Mutamenti climatici ed evoluzione del paesaggio glaciale
Sabato 15 ottobre 2022, Bolzano



Odv scientifica no-profit

dal 1992

Monitoraggio e ricerca

60 operatori glaciologici

50 ghiacciai monitorati ogni anno

bilanci di massa, variazioni frontali, indagini radar, telerilevamento, sperimentazione di nuovi strumenti





Odv scientifica no-profit

dal 1992

Formazione

13 corsi per operatori glaciologici





Odv scientifica no-profit

dal 1992

Sentieri glaciologici

«Vittorio Sella» al Ventina, 1992

«Luigi Marson» al Fellaria, 1996

«Nangeroni – Belotti» al Dosdè, 2023



SENTIERO GLACIOLOGICO MARSON

SABATO
05.08.2017
ORE 10:30
LANZADA

Inaugurazione, ampliamento e valorizzazione
SENTIERO GLACIOLOGICO MARSON

ore 10:30 - Ritrovo presso l'area antistante il rifugio Magrone
ore 10:45 - Cerimonia di inaugurazione
ore 11:15 - Rinfresco
ore 13:00 - Possibilità di percorrere con gli esperti del Servizio Glaciologico Lombardo parte del sentiero glaciologico

IN CASO DI BRITTO TRAPPO LA CERIMONIA DI INAUGURAZIONE
SI TERRA ALL'1845 PRESSO LA SALA CONSIGLIERI DEL COMUNE DI LANZADA





Odv scientifica no-profit

dal 1992

Divulgazione

2 libri (catasti)

14 numeri della rivista Terra Glacialis

Serate e lezioni nelle scuole

Mostre fotografiche



I ghiacciai sentinelle del clima



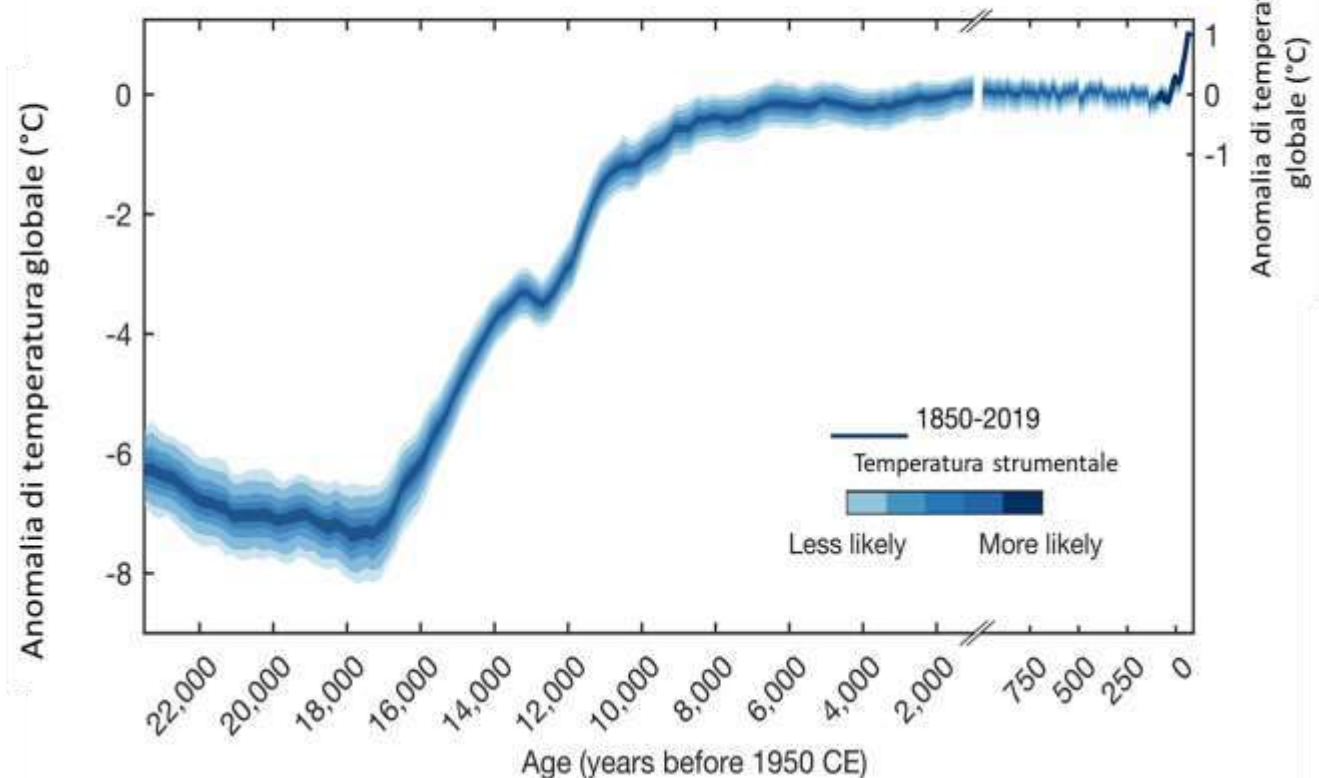
foto A. Corti

Archivio Corti – CAI sez. Valtellinese

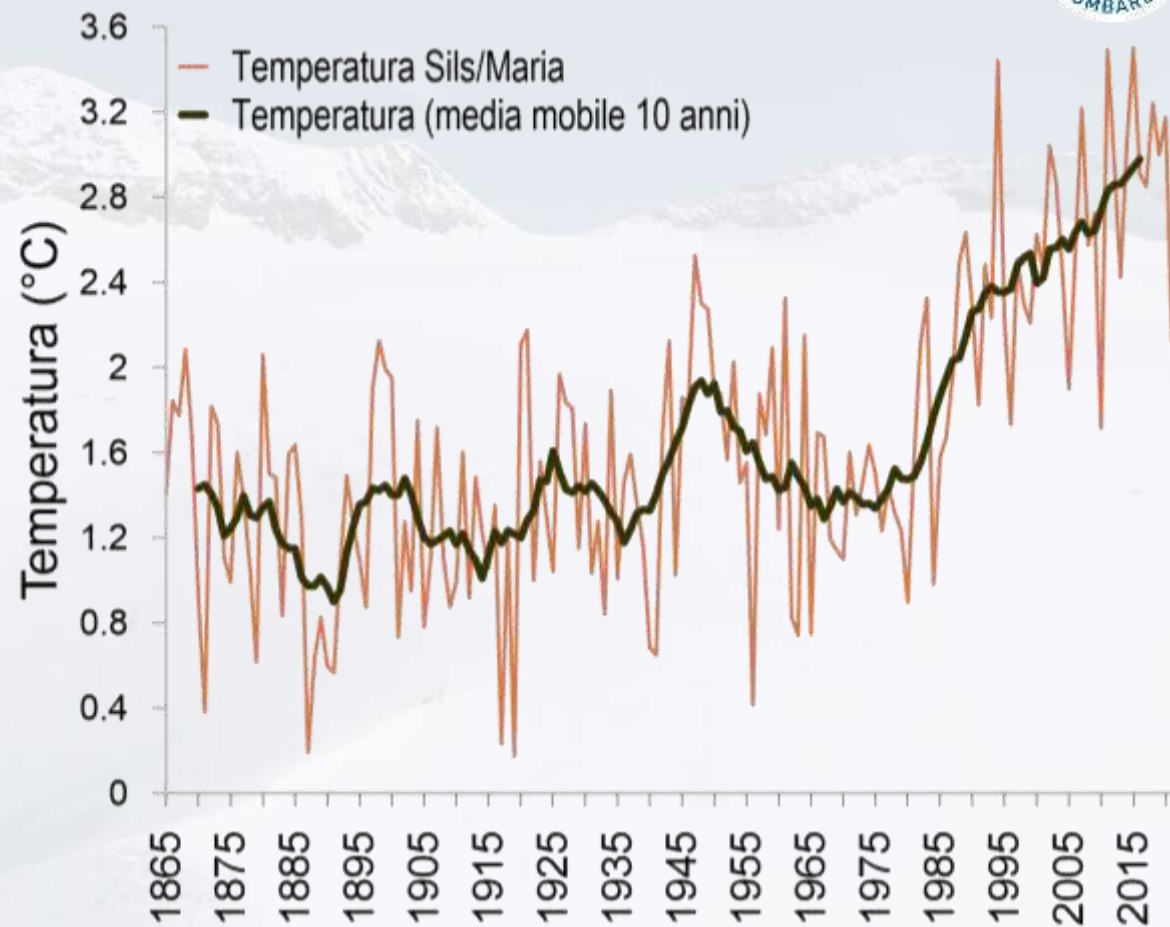
Alpi ~ + 2 °C dall'epoca pre-industriale



Ricostruzione della temperatura del pianeta negli ultimi 24.000 anni

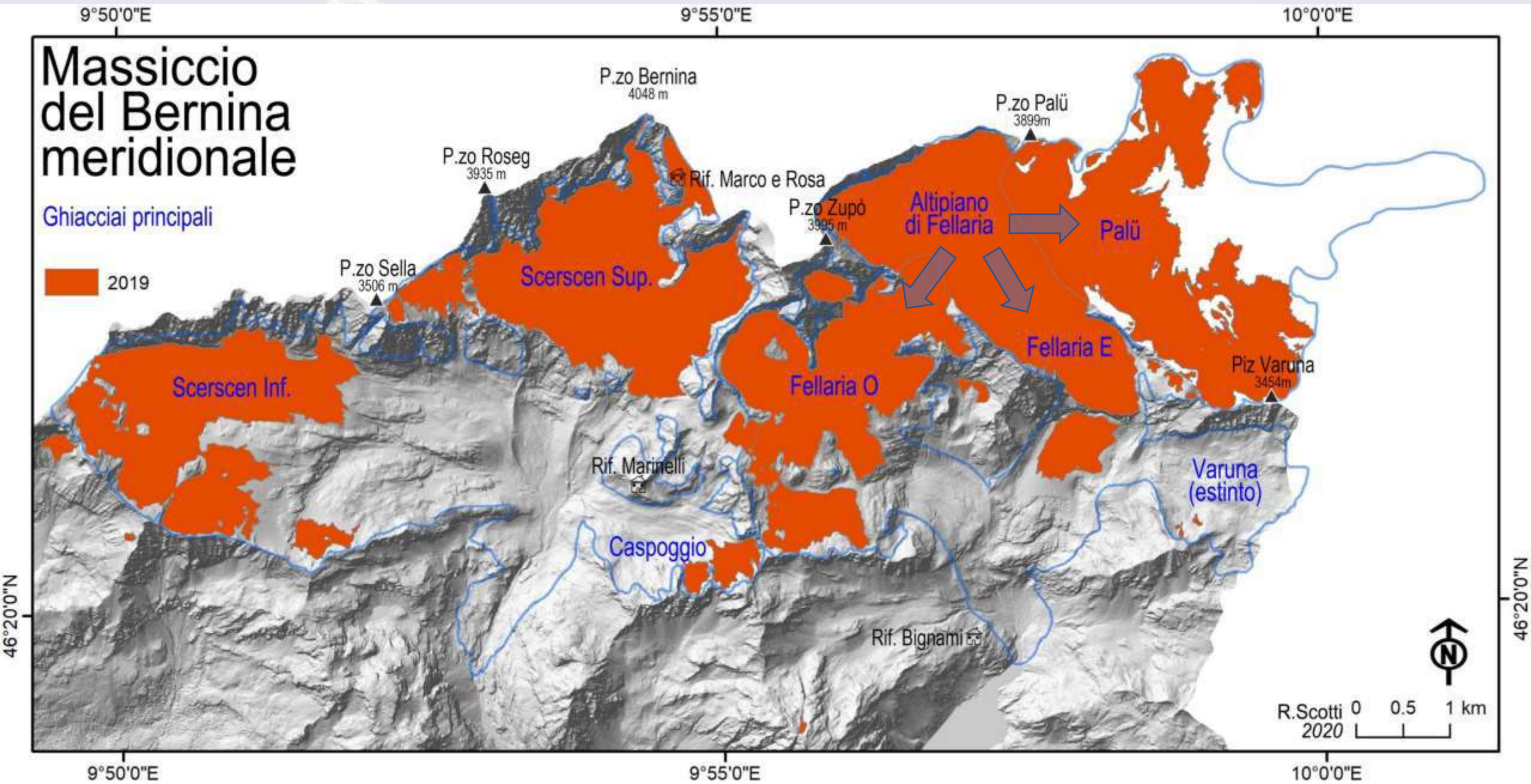


Osman, M. B., Tierney, J. E., Zhu, J., Tardif, R., Hakim, G. J., King, J., & Poulsen, C. J. (2021). Globally resolved surface temperatures since the Last Glacial Maximum - Nature.



Dati meteorologici: meteoswiss, elaborazione R.Scotti - SGL

Dalla fine della Piccola Età Glaciale (1850): - 54%



Forni - Valfurva



2022
R. Scotti

Gran Zebrù - Valfurva



2011
E. Benedetti

Fellaria - Valmalenco



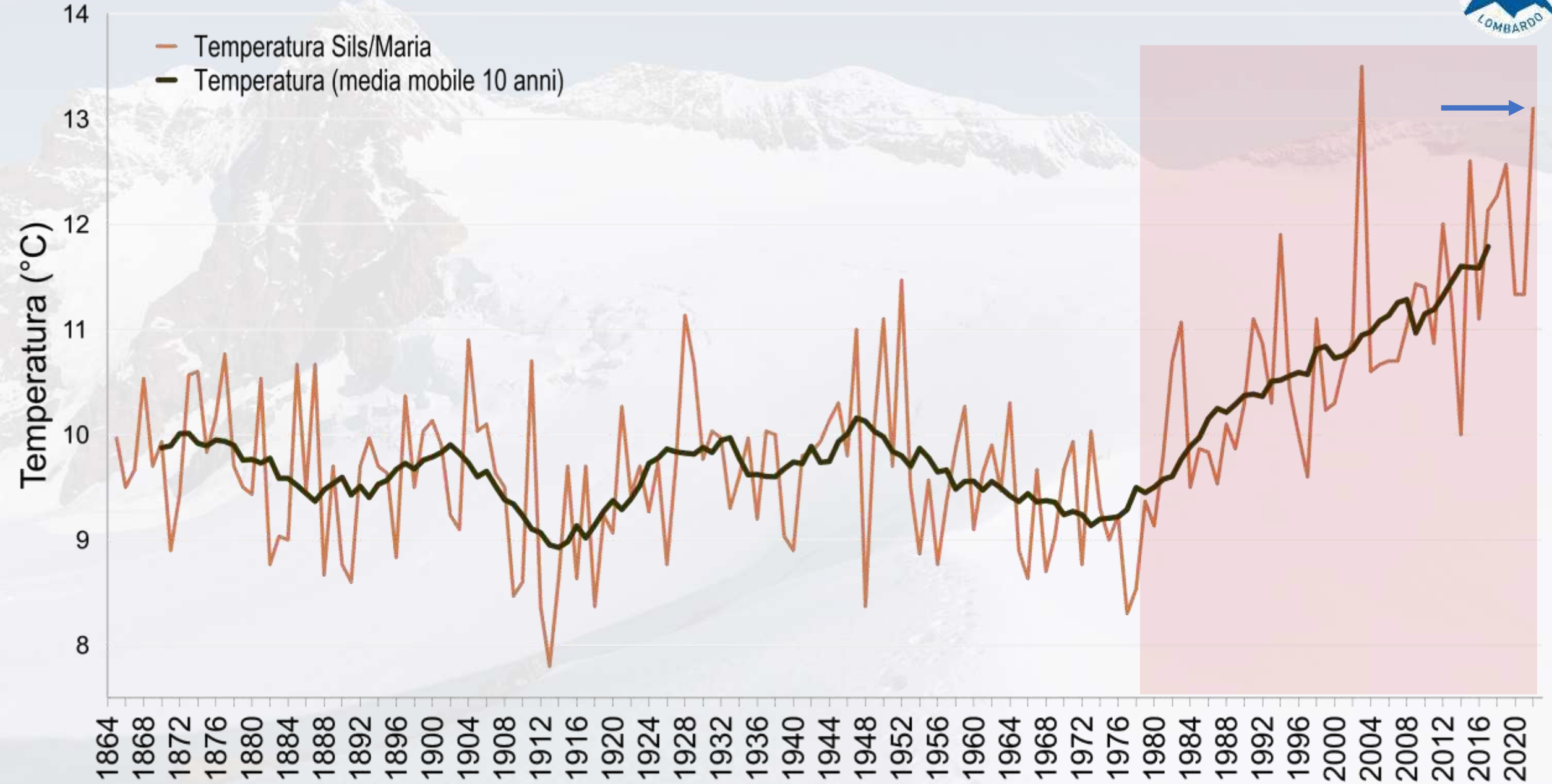
2021
R. Scotti



Trobio - Valseriana

2019
S. D'Adda

Accentuato aumento delle temperature estive negli ultimi 40 anni



Pisgana – Valcamonica Adamello



2021
G. Mondati



Fellaria occidentale - Valmalenco

18.10.2021
M. Oreggioni

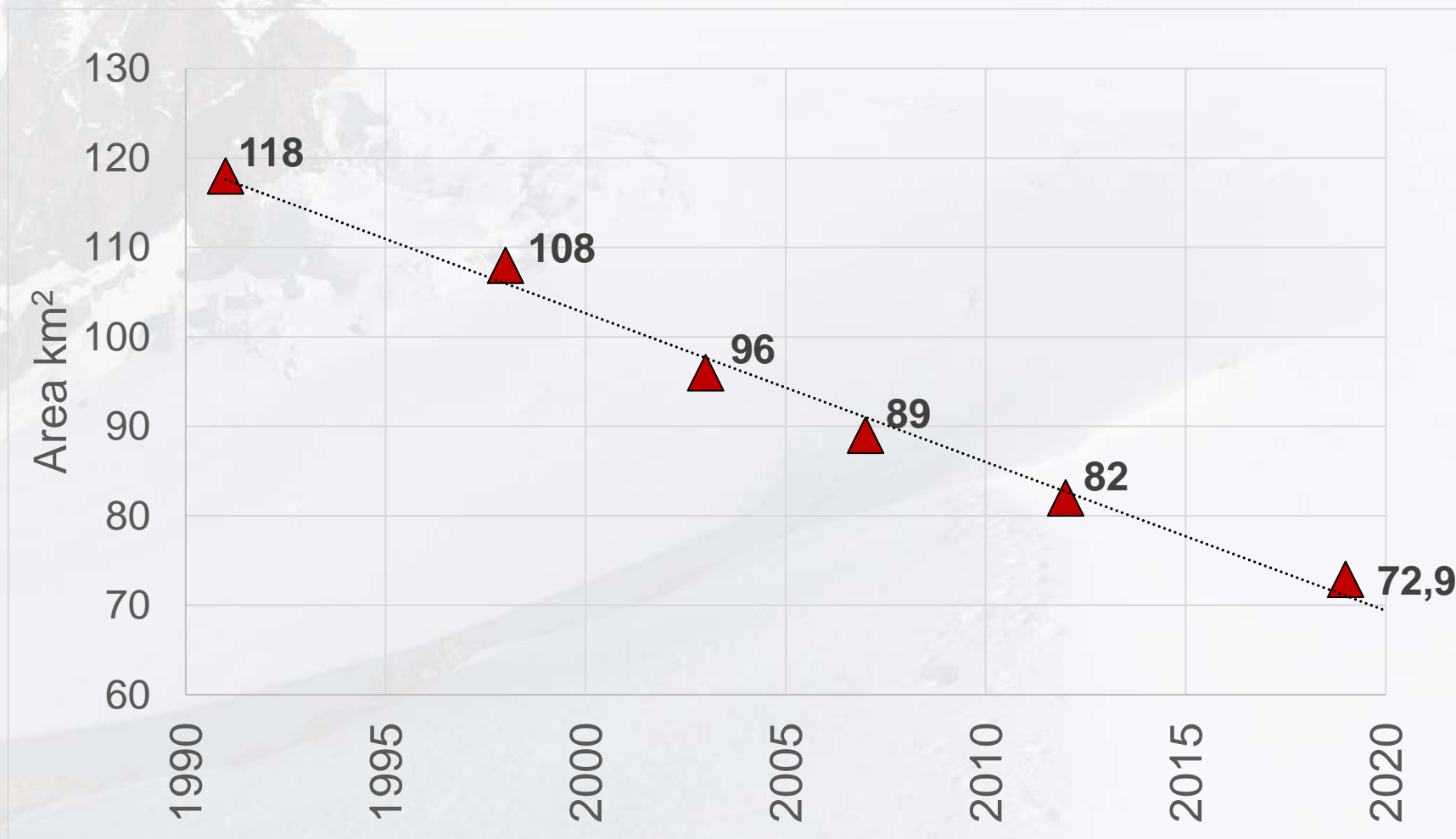


2022
R. Scotti

Ghiacciai in Lombardia



- Numero attuale: 203
- Estinti dal 1991: 124
- Area persa dal 1991: - 38%
- Area persa ogni anno: 1.6 km² (220 campi da calcio)




Pizzo Varuna - Valmalenco



2012
R. Scotti



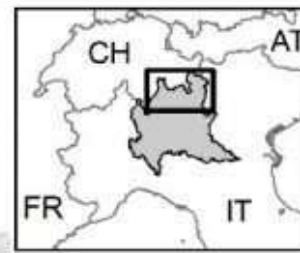
Siti nivologici (SWE)

 Ghiacciai campione (quota)

Ghiacciai (2019)

Settore

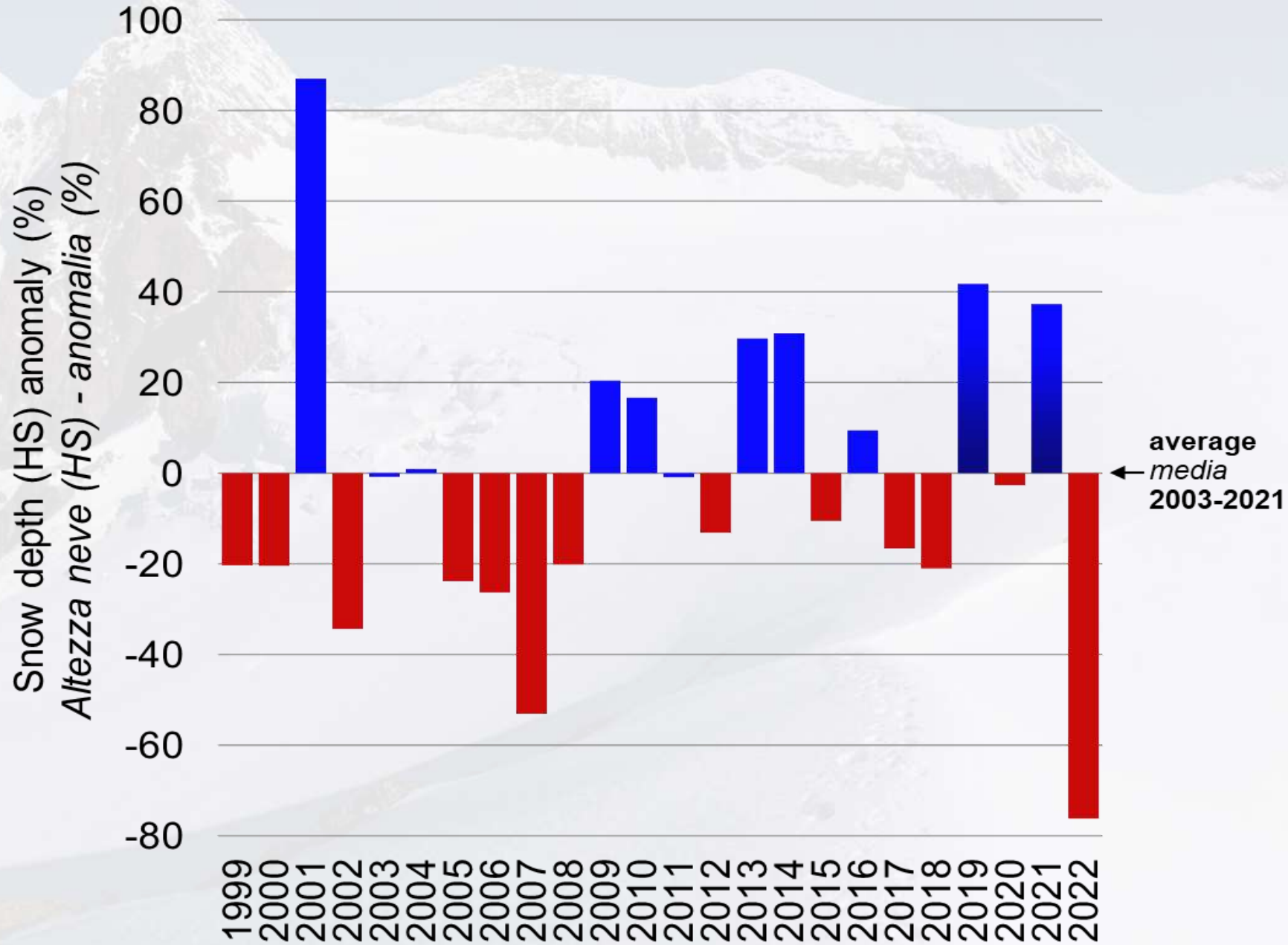
-  Spluga-Lej
-  Codera-Masino-Disgrazia
-  Bernina-Scalino
-  Dosdè-Piazzzi-Livigno
-  Ortles-Cevedale
-  Adamello
-  Orobie



0 10 20 km



Anomalia altezza neve (media dei 7 siti campione SGL)



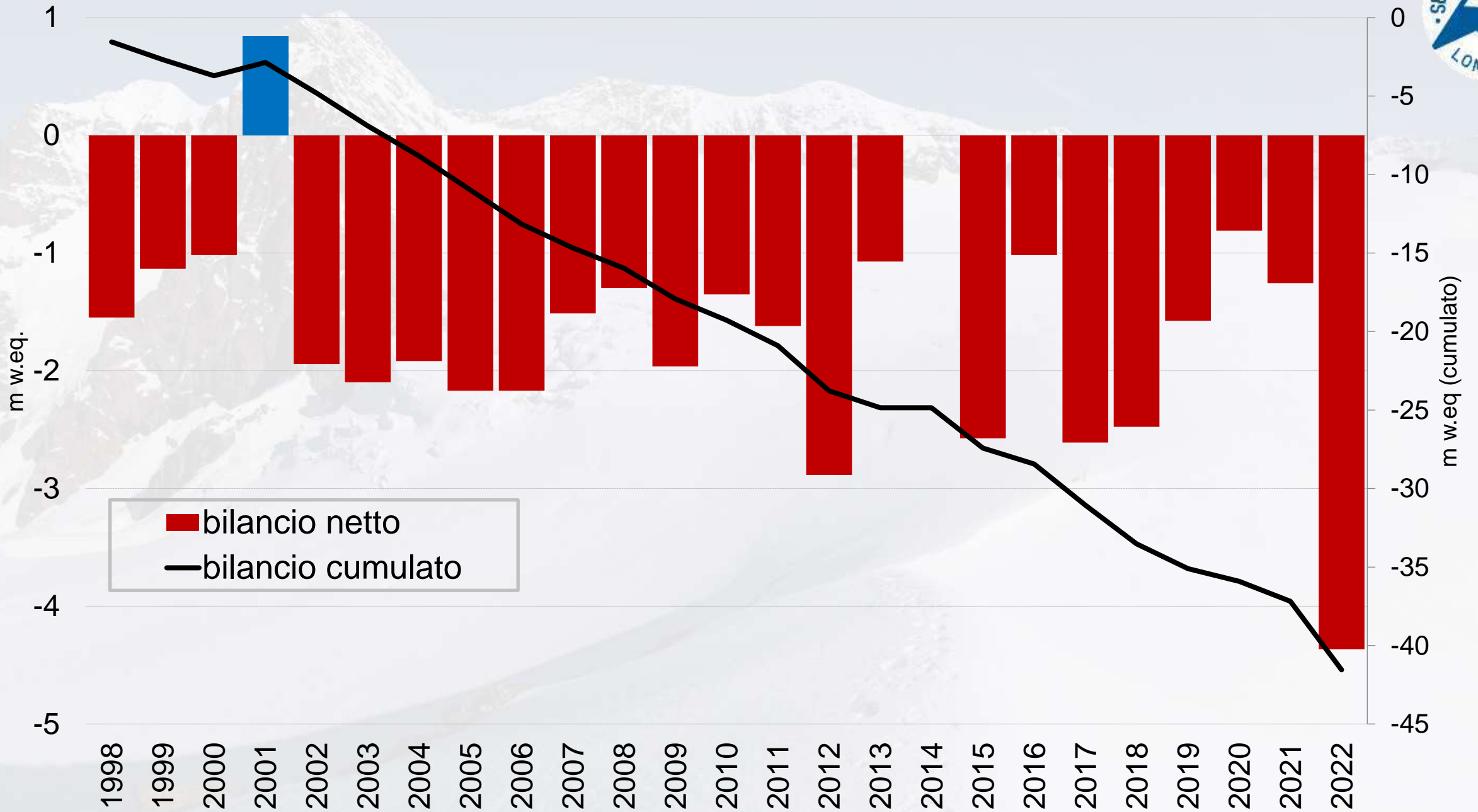
Ghiacciaio Alpe Sud (M. Sobretta – Ortles/Cevedale)



22 giugno 2022, rilievi nivologici?

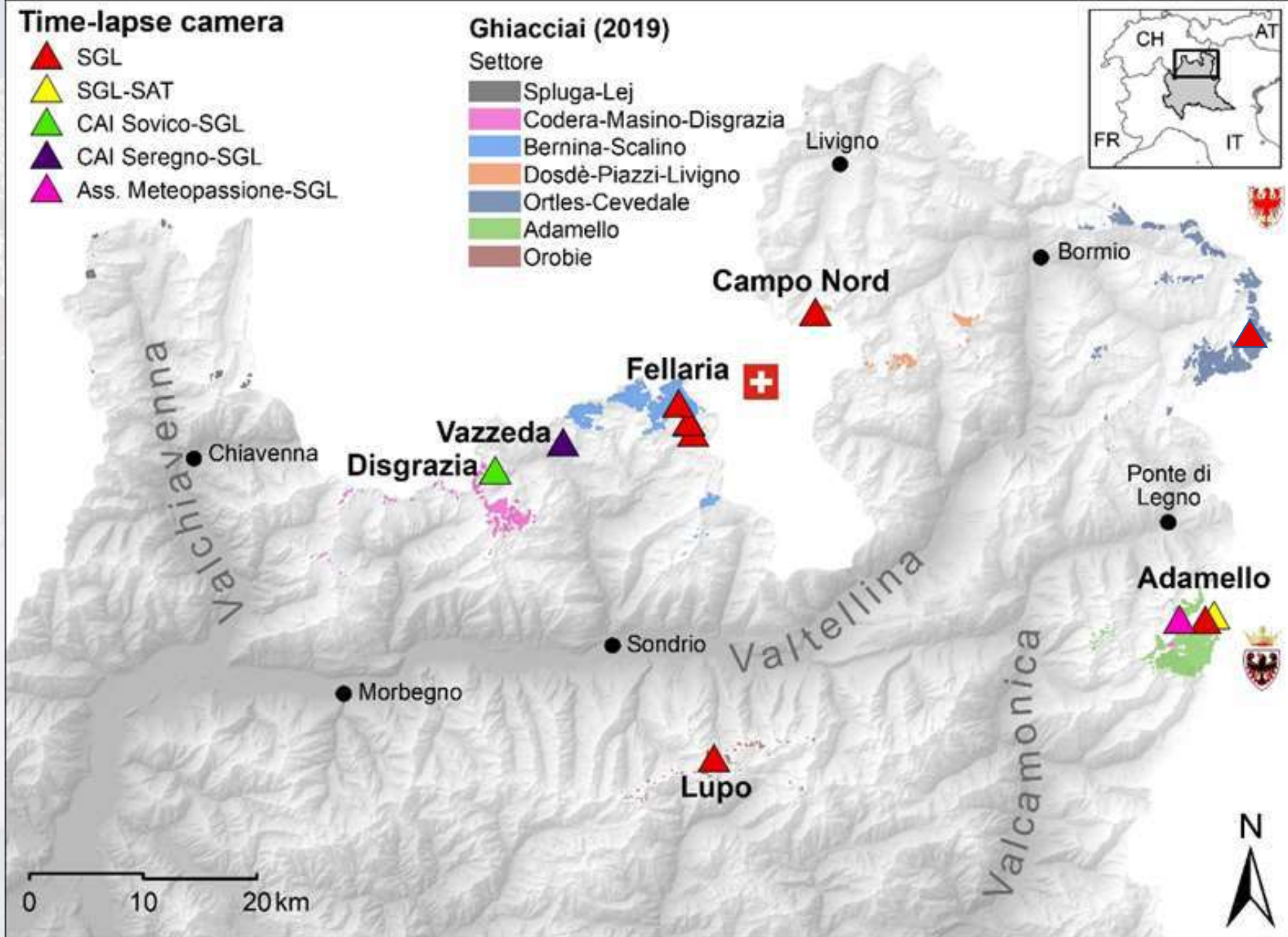
Foto V. Ortelli

Ghiacciaio di Alpe Sud (3180-3140 m s.l.m.) in collaborazione con ARPA Lombardia



Time-lapse camera

11 fotocamere
5 online



Time-lapse camera

Prima installazione
Ghiacciaio di Fellaria 2017





2 giugno 2018 – 1 ottobre 2020 (2 anni e 4 mesi)
1 foto ogni 30' - 365g

ghiacciaio di Fellaria

la calda estate 2022 in time-lapse





Come cerchiamo di diffondere i video time-lapse

- Canali social-media (facebook, youtube)
- Conferenze al pubblico
- Lezioni scolastiche ed universitarie

Sono stati diffusi da:

- Quotidiani nazionali
- Tv
- Documentari



Dispatch #6 On the trail of the glaciers - Alpi 2020

More from Fabrizio Ventura

Autore tutti video



Dispatch #6 On the trail of the glaciers - Alpi 2020

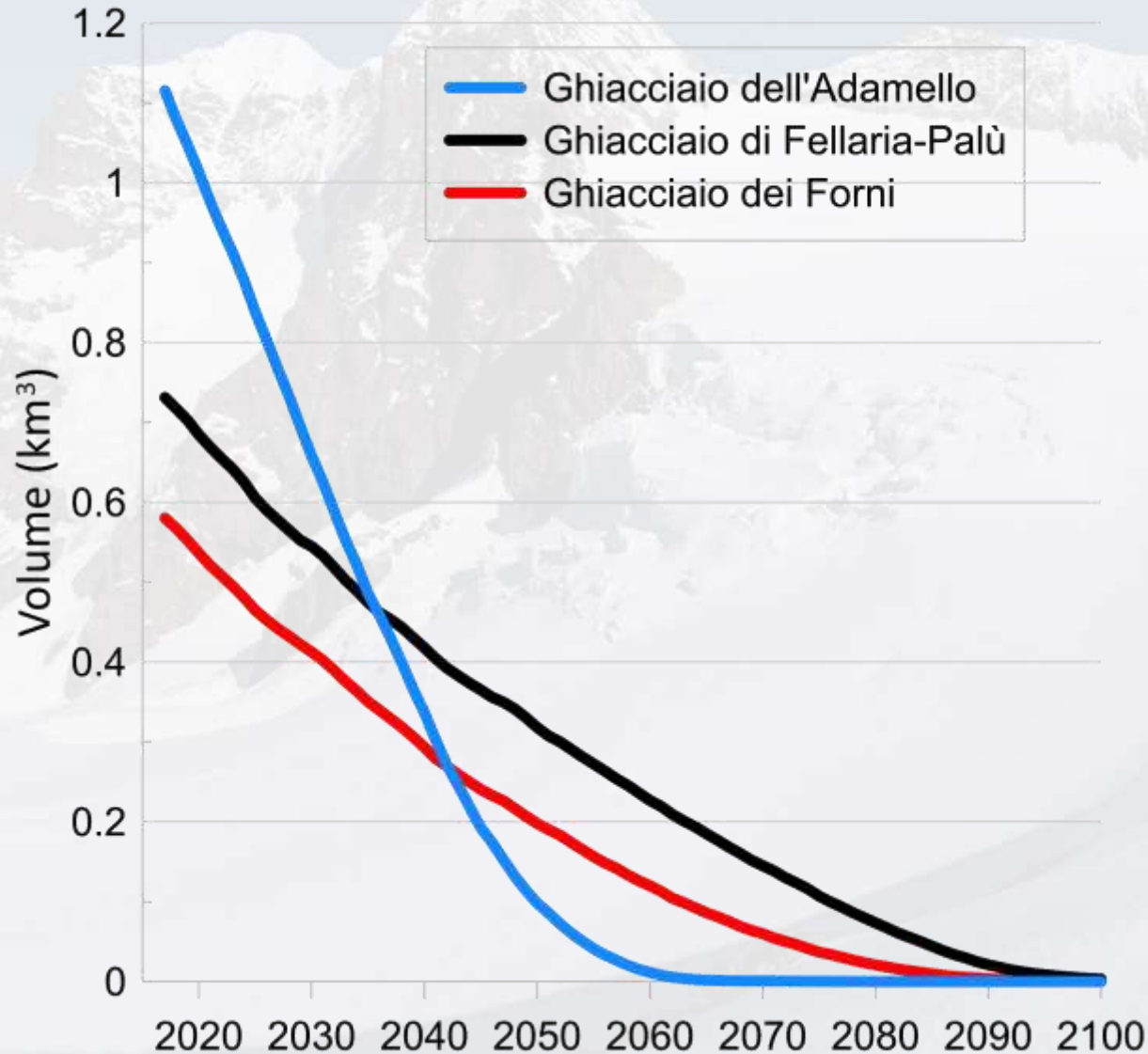


Dimostrando un grande valore nel sensibilizzare l'opinione pubblica sui problemi legati alla crisi climatica antropogenica

Il futuro dei ghiacciai in Lombardia



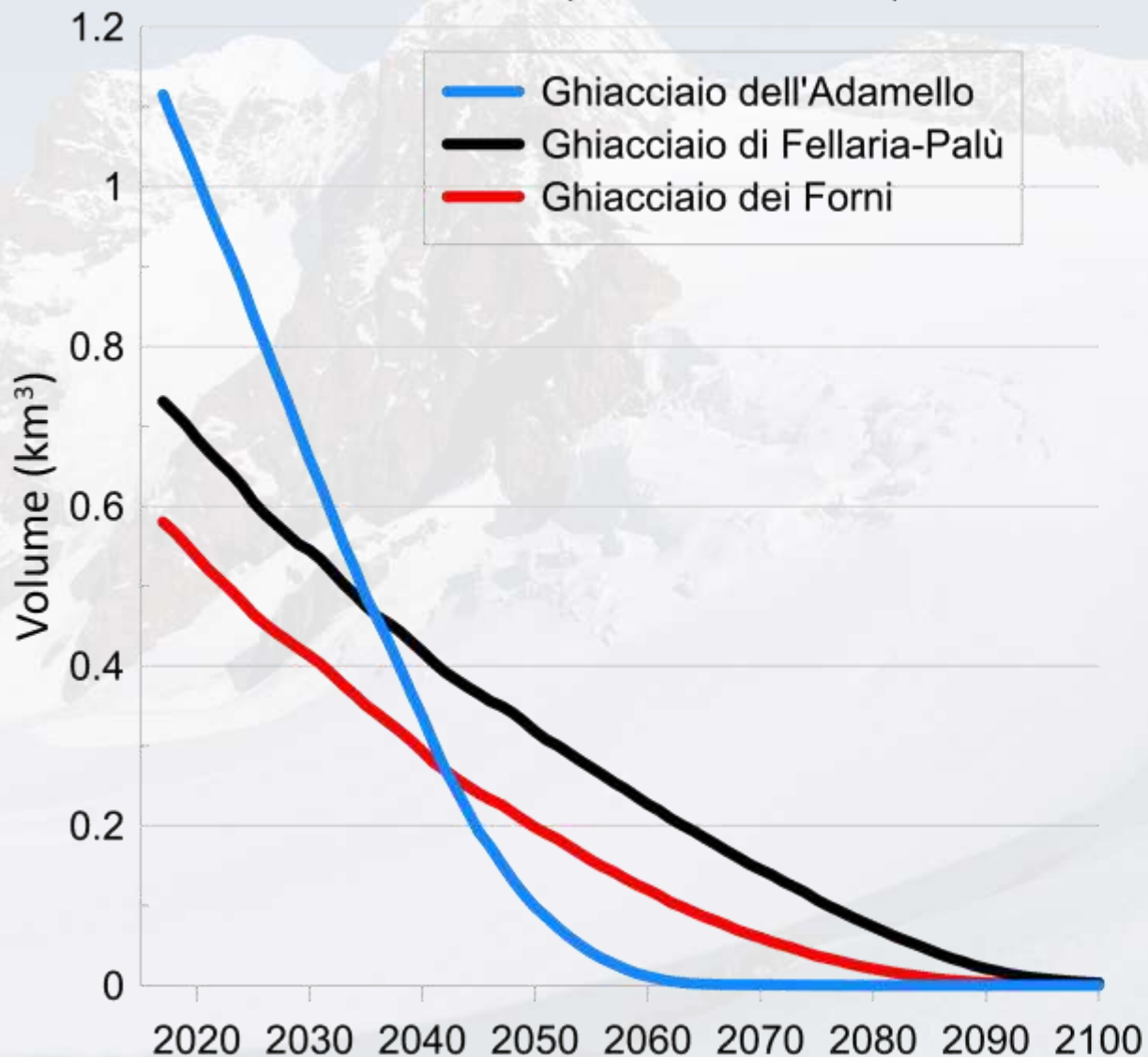
Scenario RCP8.5 (*business as usual*)



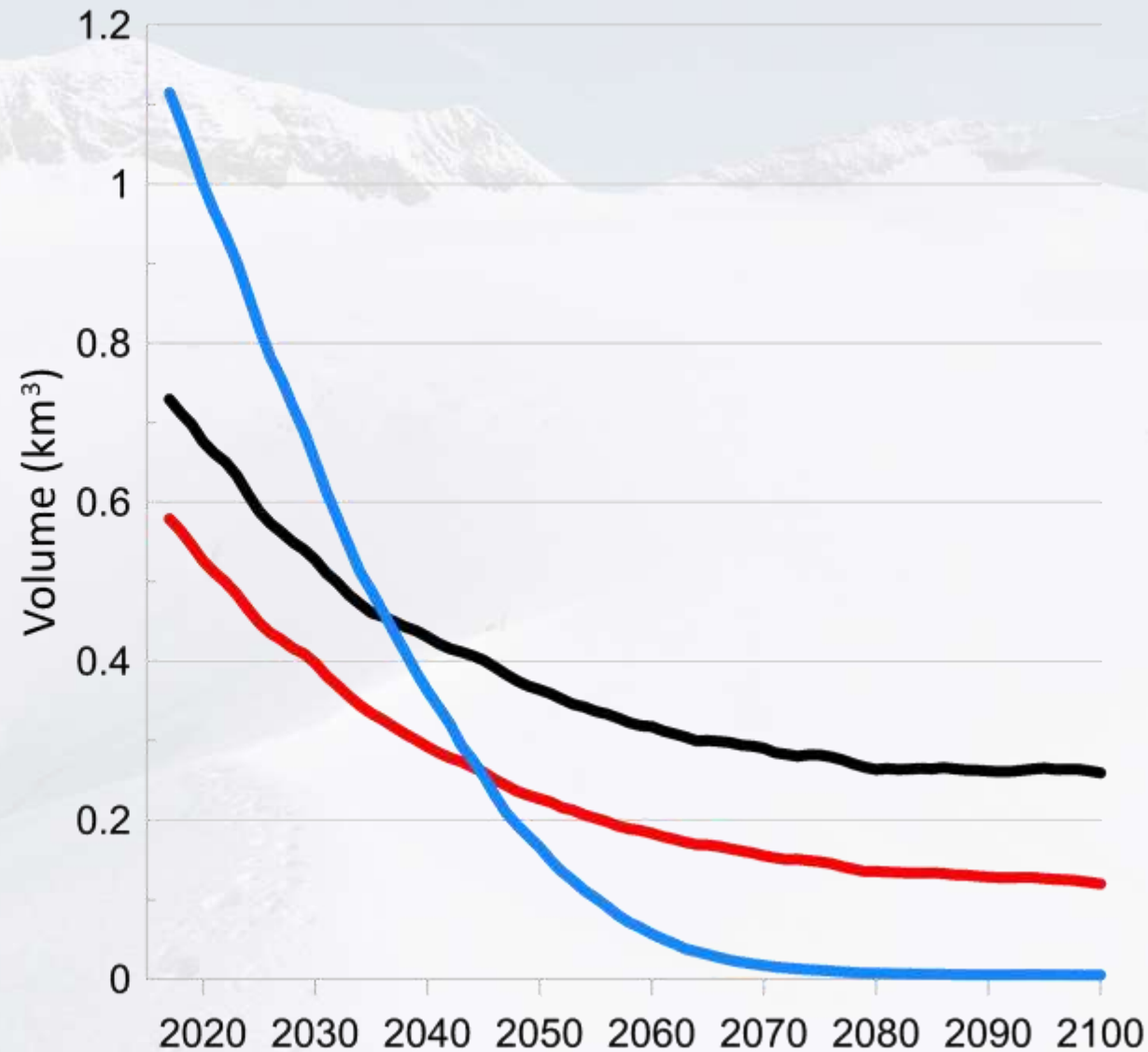
Il futuro dei ghiacciai in Lombardia



Scenario RCP8.5 (*business as usual*)



Scenario RCP2.6 (Accordo di Parigi)



...e gli operatori glaciologici del futuro?

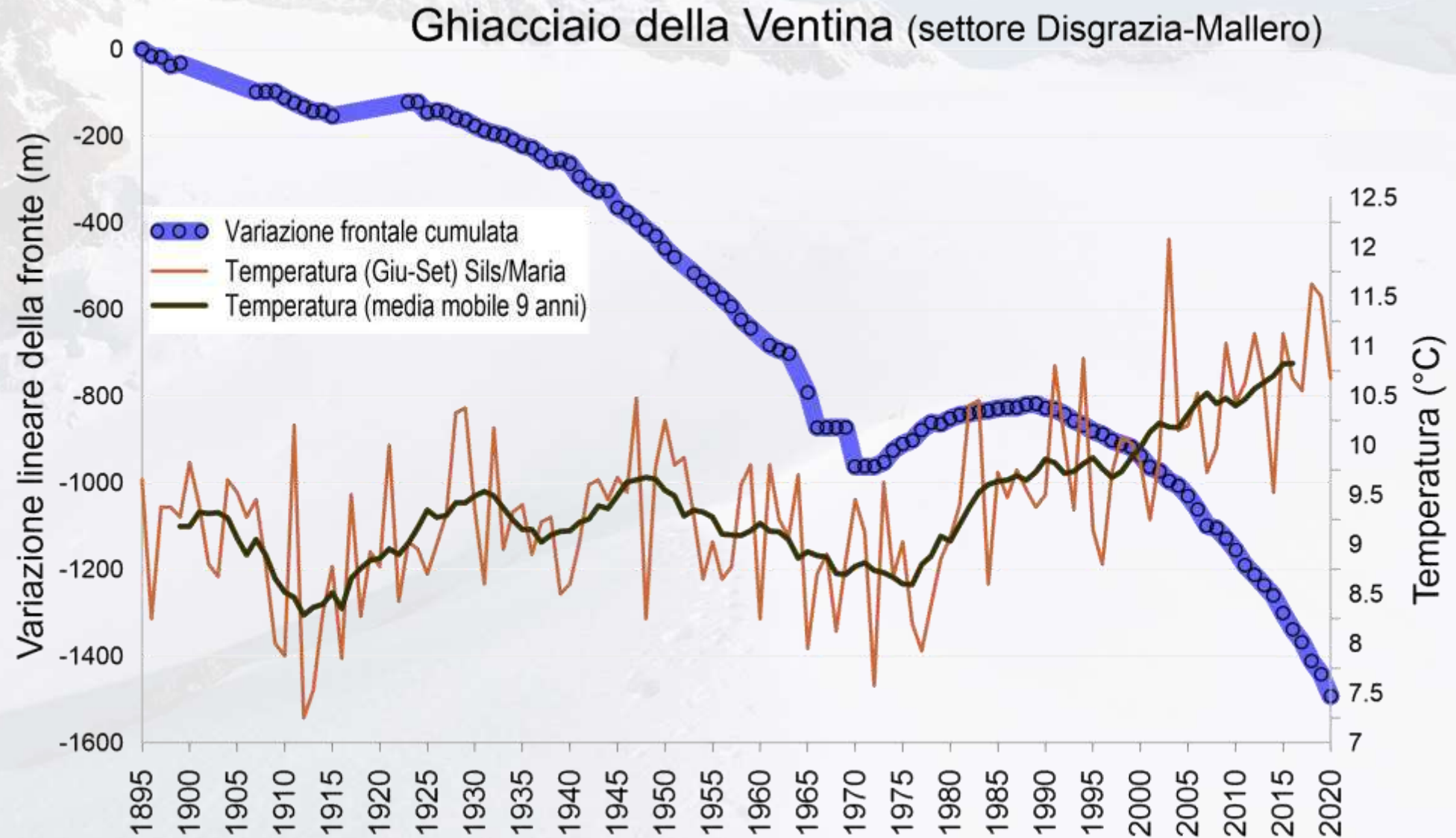
dove la tecnologia non può arrivare

ruolo umano e storico culturale



...e gli operatori glaciologici del futuro?

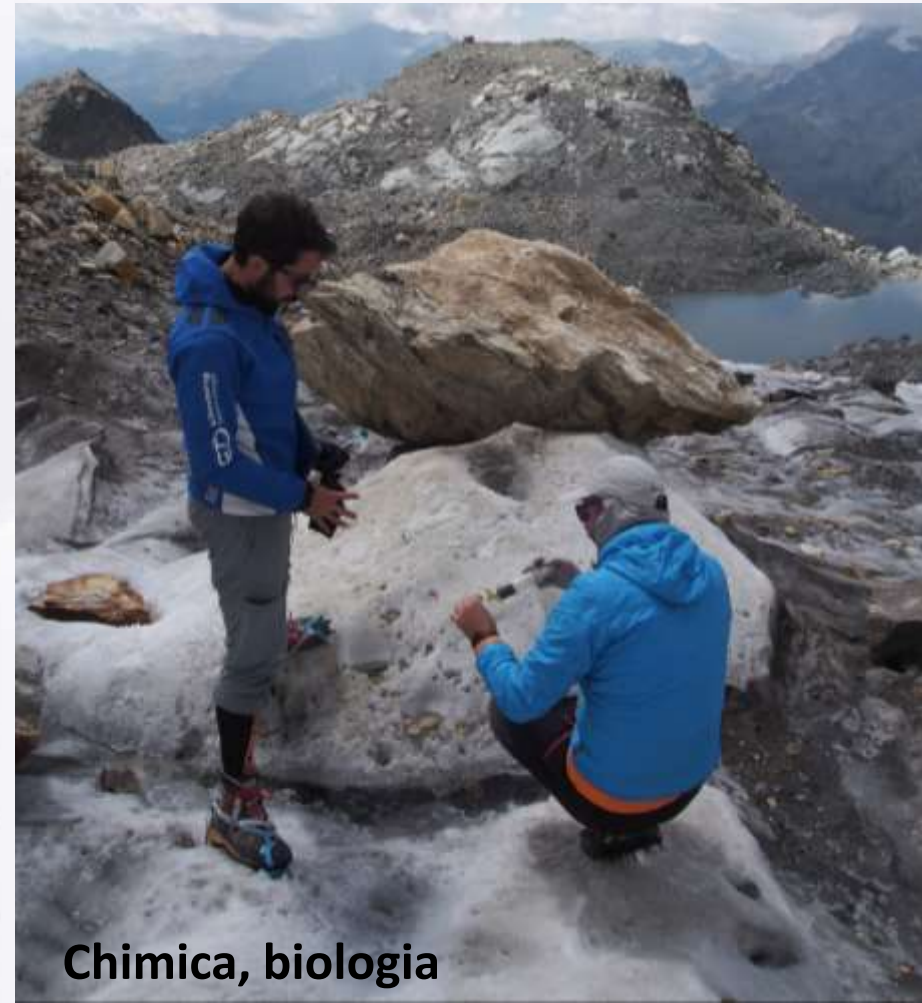
- Serie storiche di misura frontale



...e gli operatori glaciologici del futuro?

- Osservazioni e raccolta immagini da terra
trasformazione del territorio - nuovi fenomeni da monitorare in
ambiente glaciale e de-glacializzato

Temperatura del suolo - Permafrost



Chimica, biologia

...e gli operatori glaciologici del futuro?



- **Divulgazione**

Sentieri glaciologici, confronti fotografici, time-lapse, uscite guidate, comunicazione

Creare consapevolezza raccontando quello che succede ai ghiacciai e al clima



A faded background image of a mountain range with a river valley. The mountains are rugged and snow-capped, with a river valley winding through the center. The overall tone is light and desaturated.

riserve

Ventina - Valmalenco

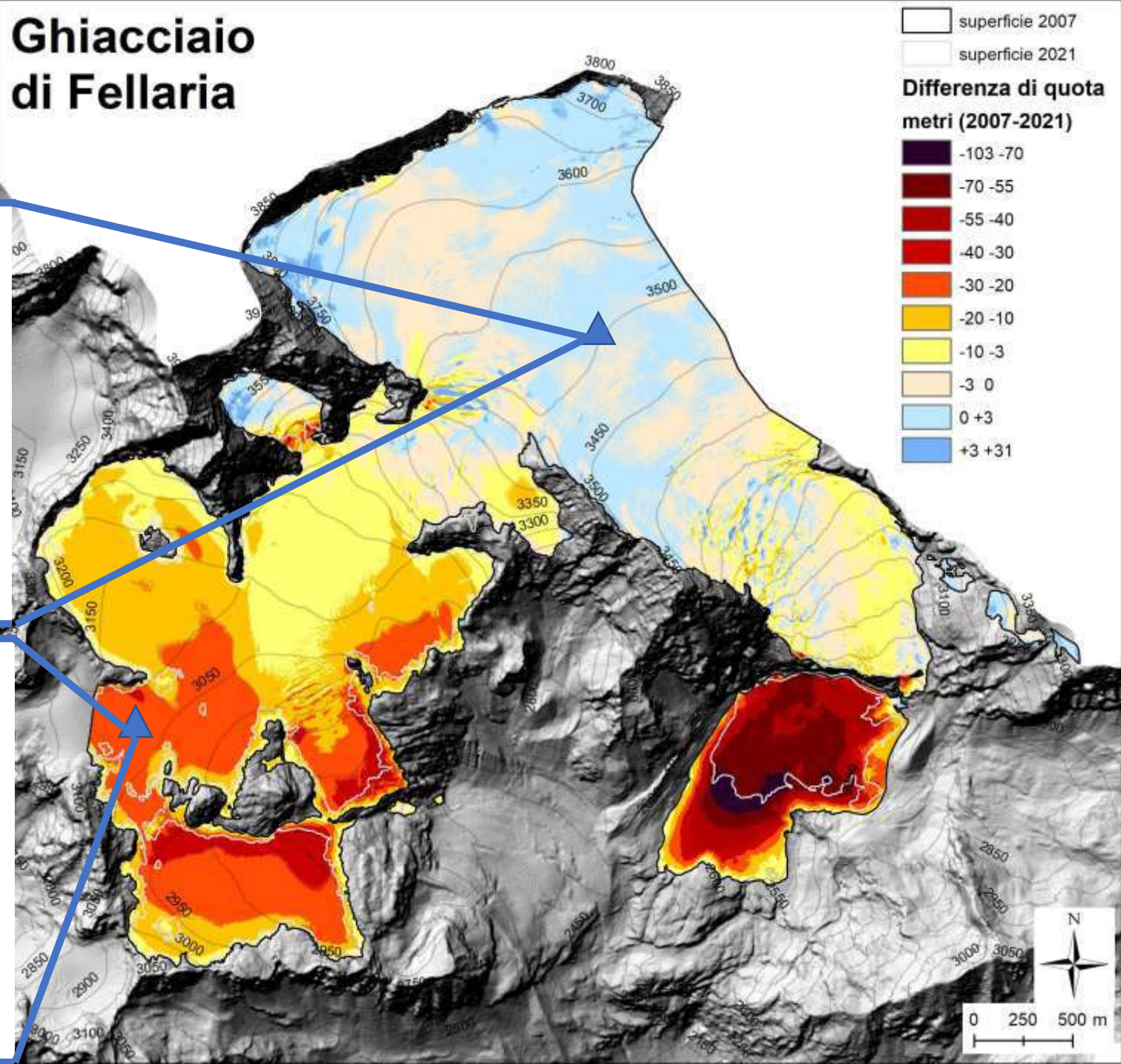
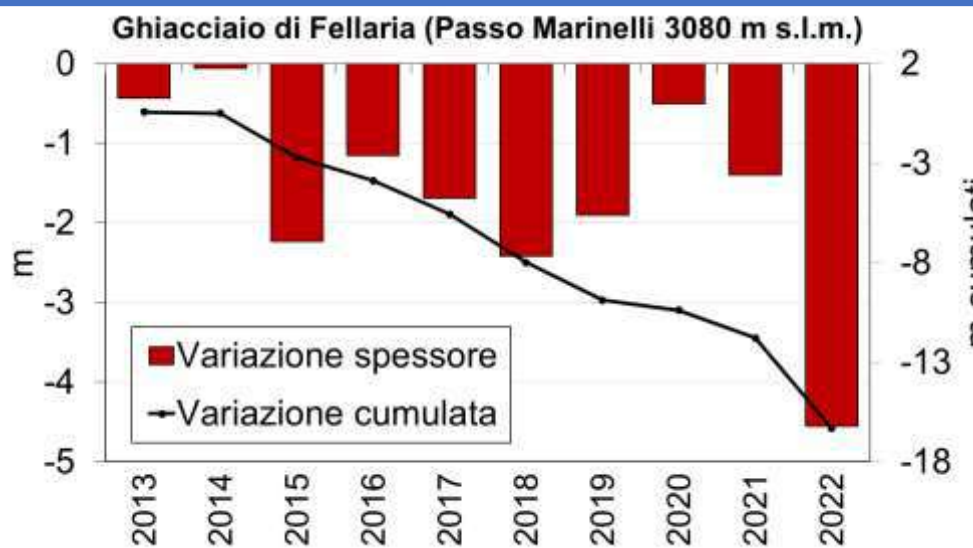
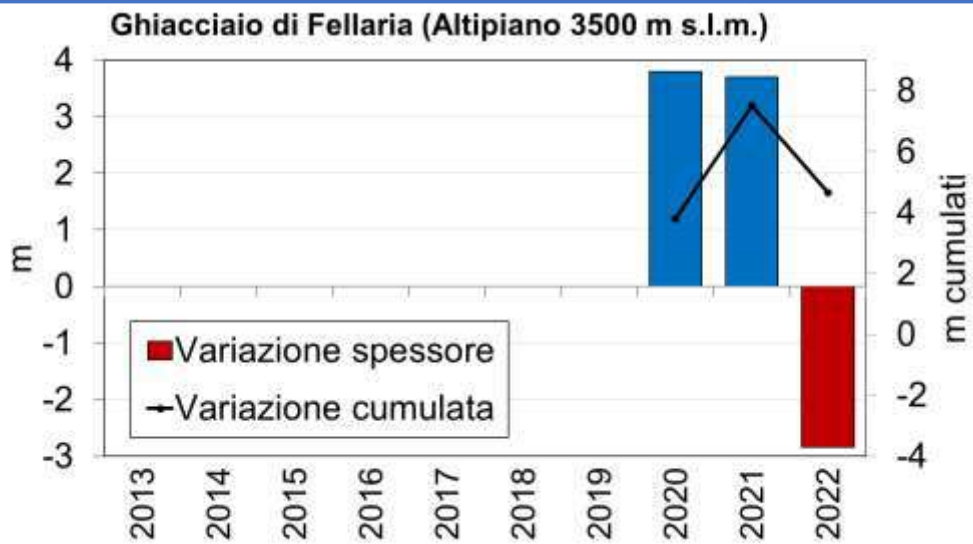


2021
R. Scotti

- Variazione volumetrica del ghiacciaio su base pluriennale**

Acquisizione di un Modello Digitale del Terreno aggiornato

Ghiacciaio di Fellaria





Pisgana – Valcamonica Adamello



2021
G. Mondati

Adamello Mandrone – Fronte

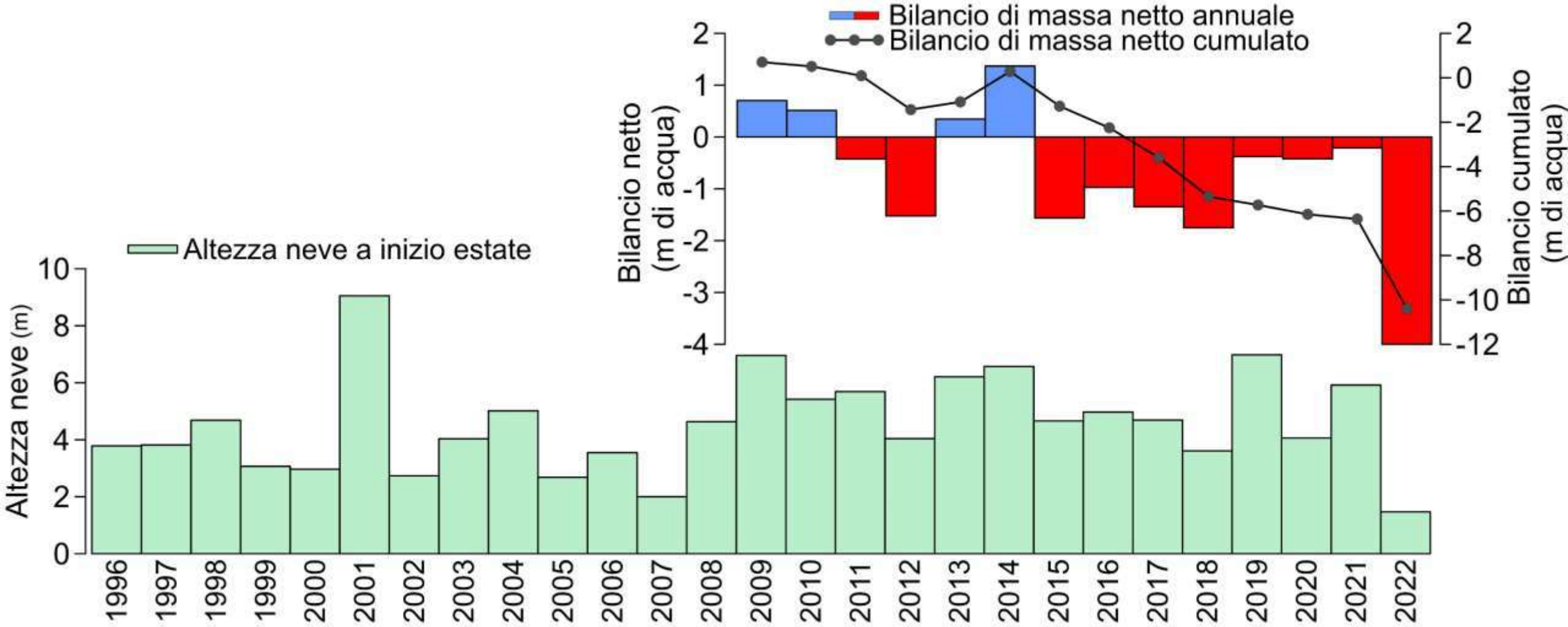
2005-2018-2022



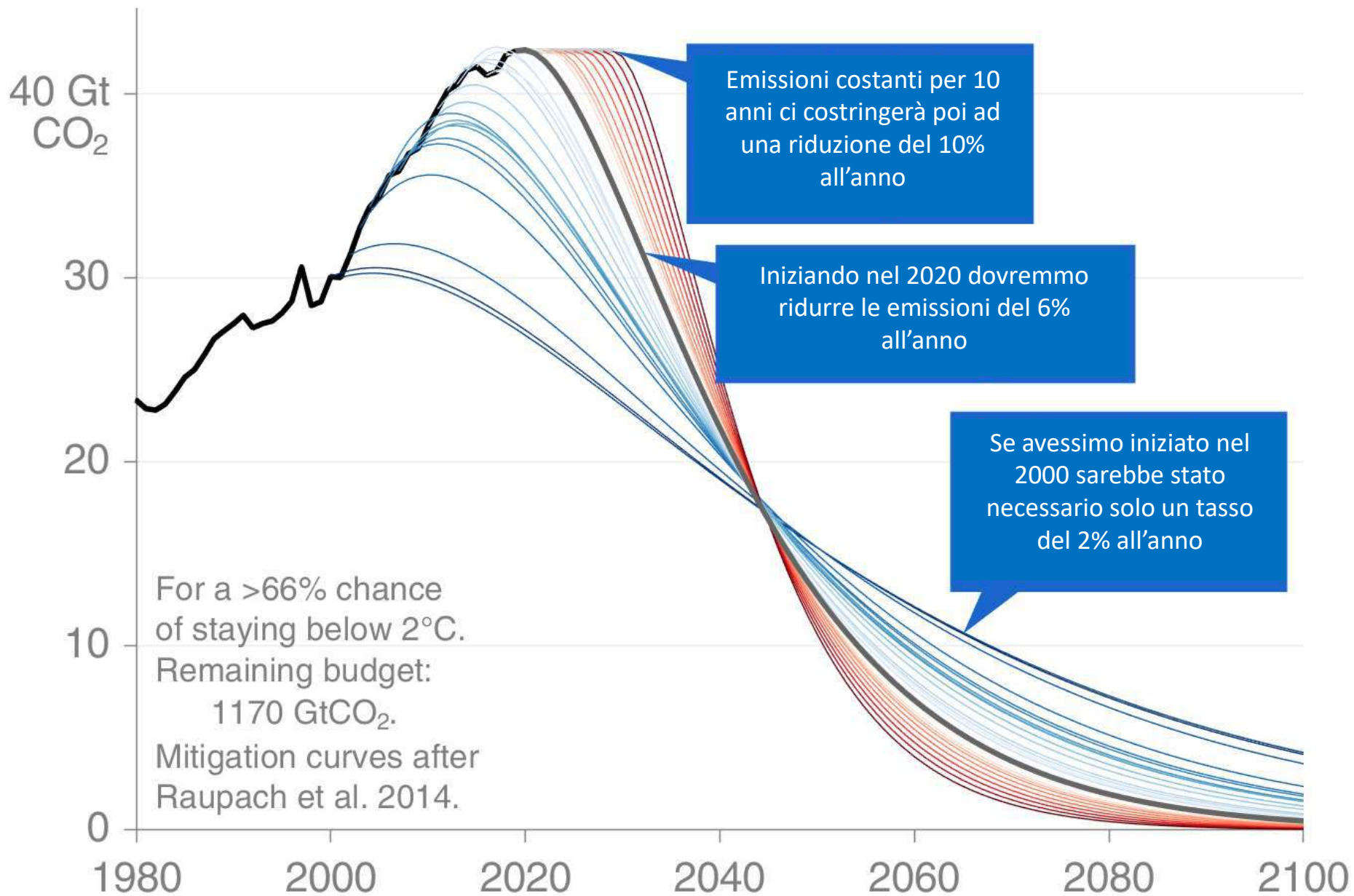
Ghiacciaio laboratorio del Lupo (Orobic Valtellinesi)



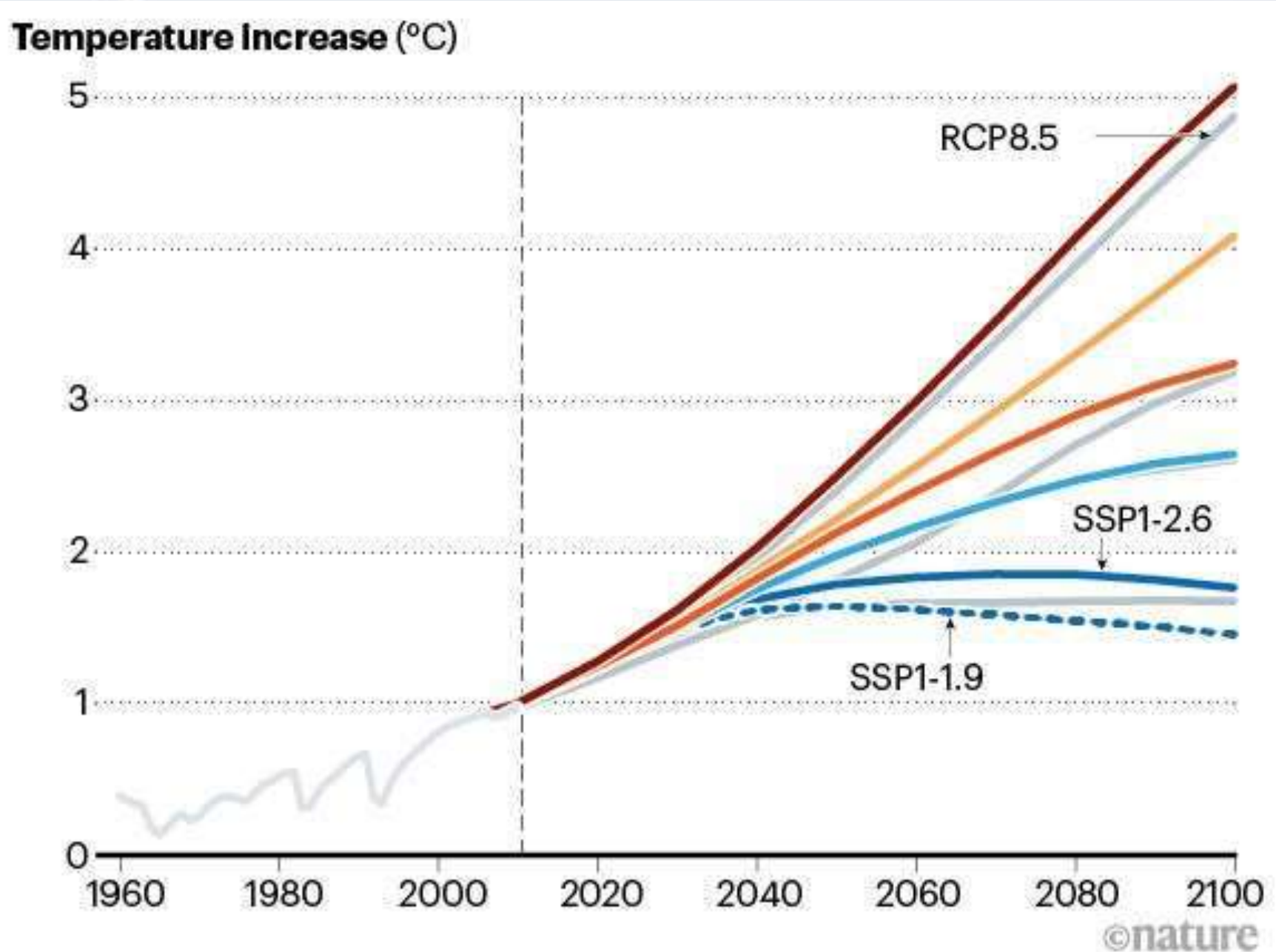
Ghiacciaio laboratorio del Lupo (Orobic Valtellinesi)



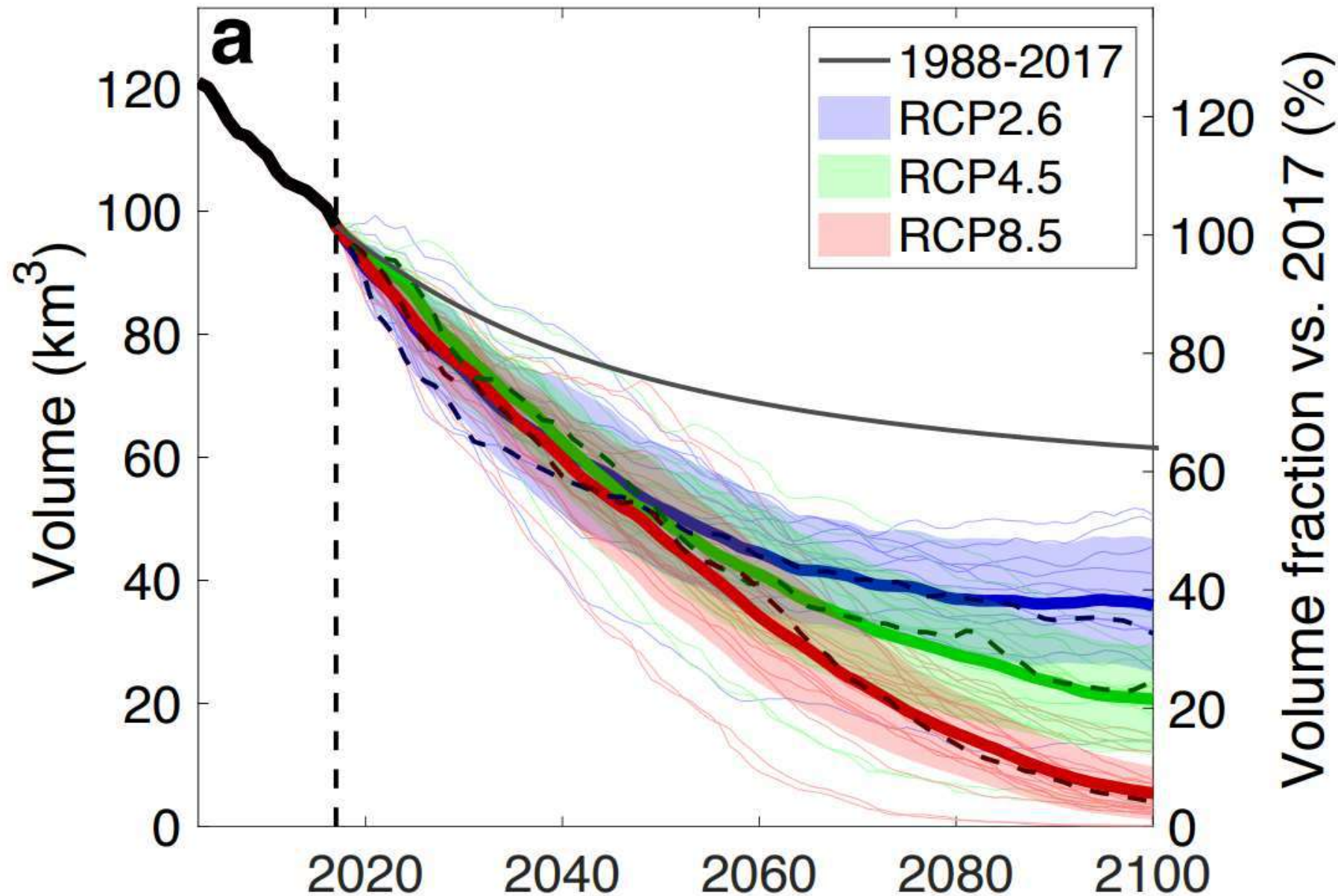
Percorso di riduzione delle emissioni di CO₂



Gli scenari climatici per questo secolo



Scenari climatici e ghiacciai alpini



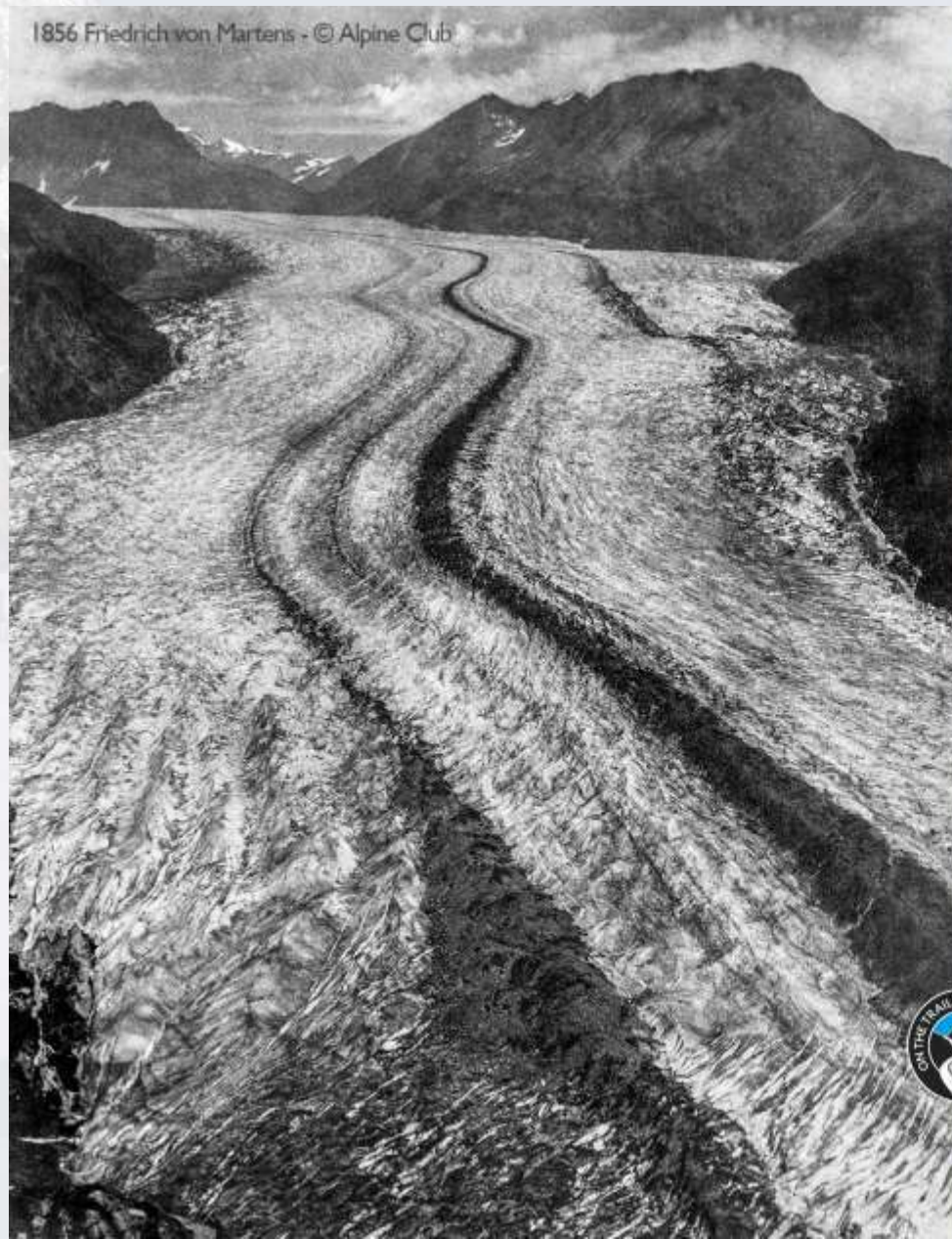
Già con le temperature medie degli ultimi 20 anni - 40%

Scenario migliore perdiamo comunque il 60% del volume

Avanti così e perdiamo quasi tutto il ghiaccio delle Alpi in 80 anni

Ghiacciai nelle Alpi

- 4395 ghiacciai -
Area attuale:
1806 km² (2015)
- Area persa dal
2003 al 2015: 300
km² (- 15%)
- Area persa ogni
anno: 25 km² (3400
campi da calcio)



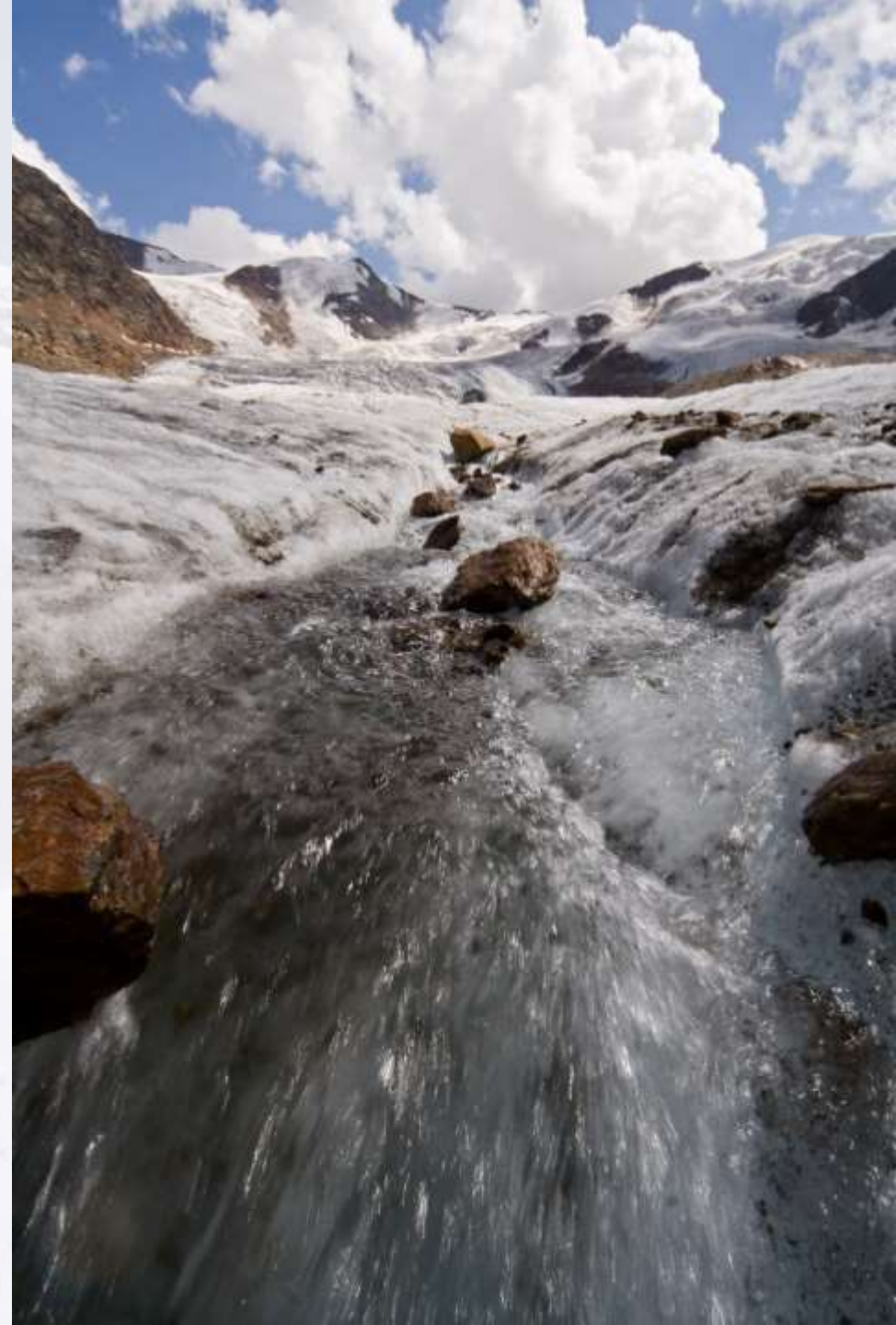
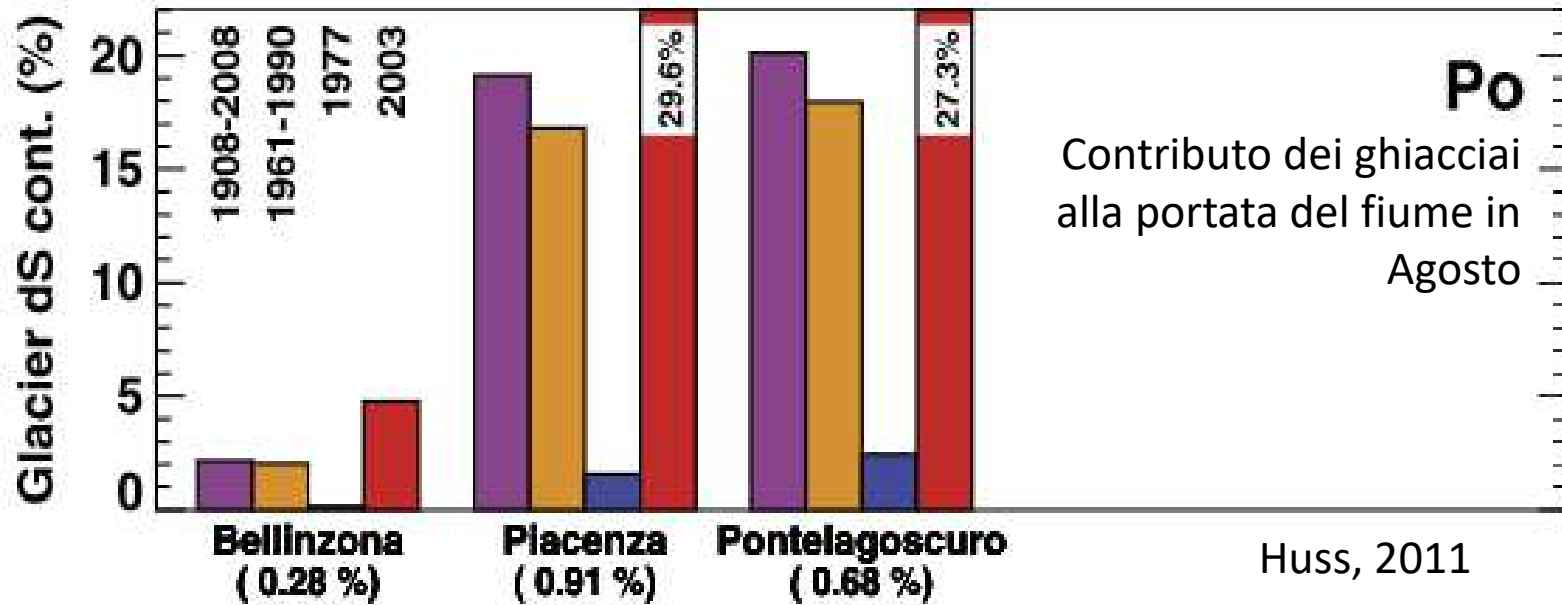
Paul, Frank, et al. "Glacier shrinkage in the Alps continues unabated as revealed by a new glacier inventory from Sentinel-2." *Earth System Science Data* 12.3 (2020): 1805-1821.

Risorsa idrica

Lombardia: **3.5 km³** di acqua

Alpi: **117 km³** di acqua nei ghiacciai

(Huss and Farinotti, 2012)





Diga Alpe Gera (Valmalenco)

Contributo attuale dei ghiacciai 30%

Al 2065

- Volume ghiacciai – 90%
- Produzione elettrica – 24%

Modello: Marco Bongio (POLIMI)



22.09.2022

R.Scotti

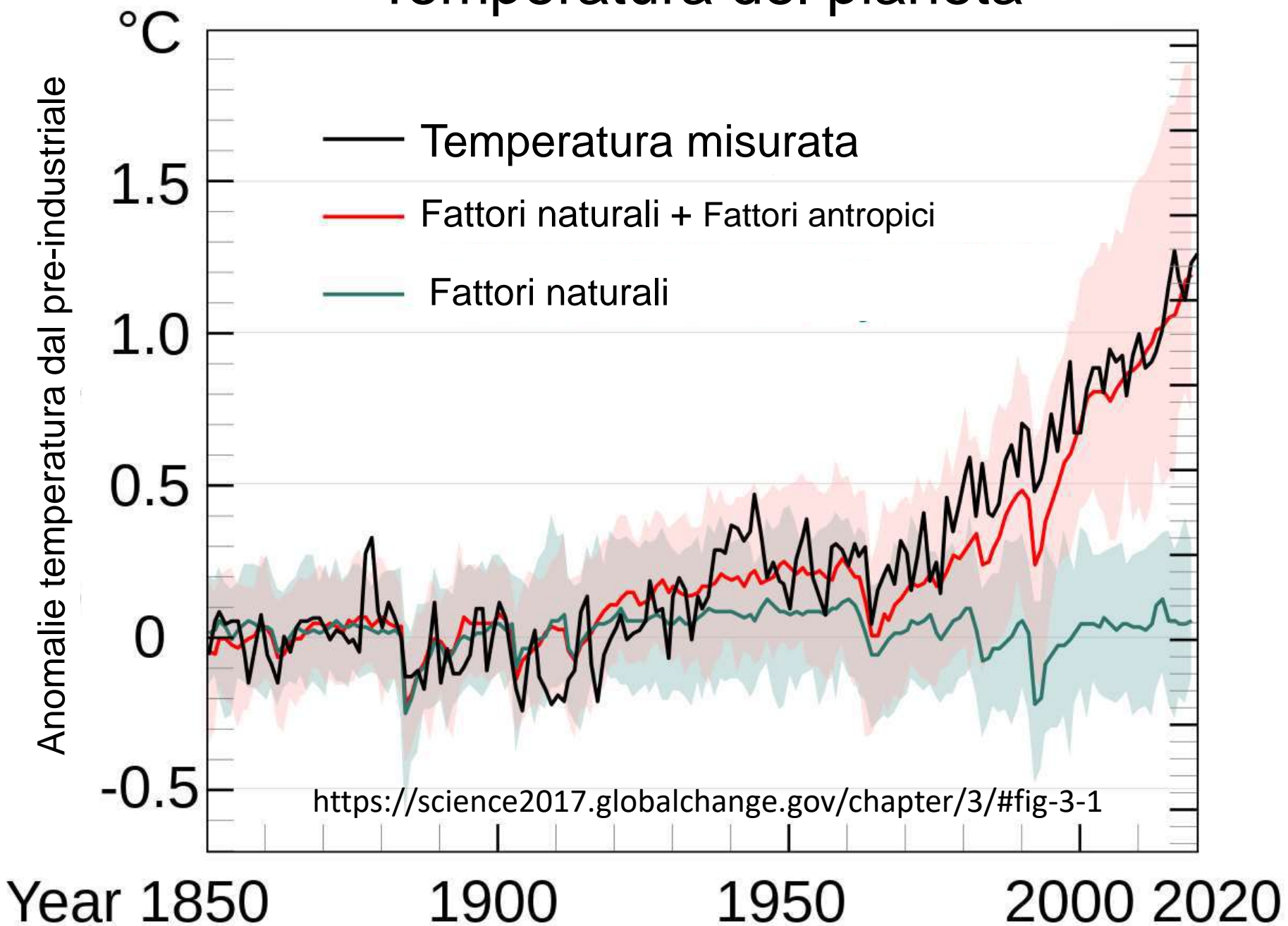




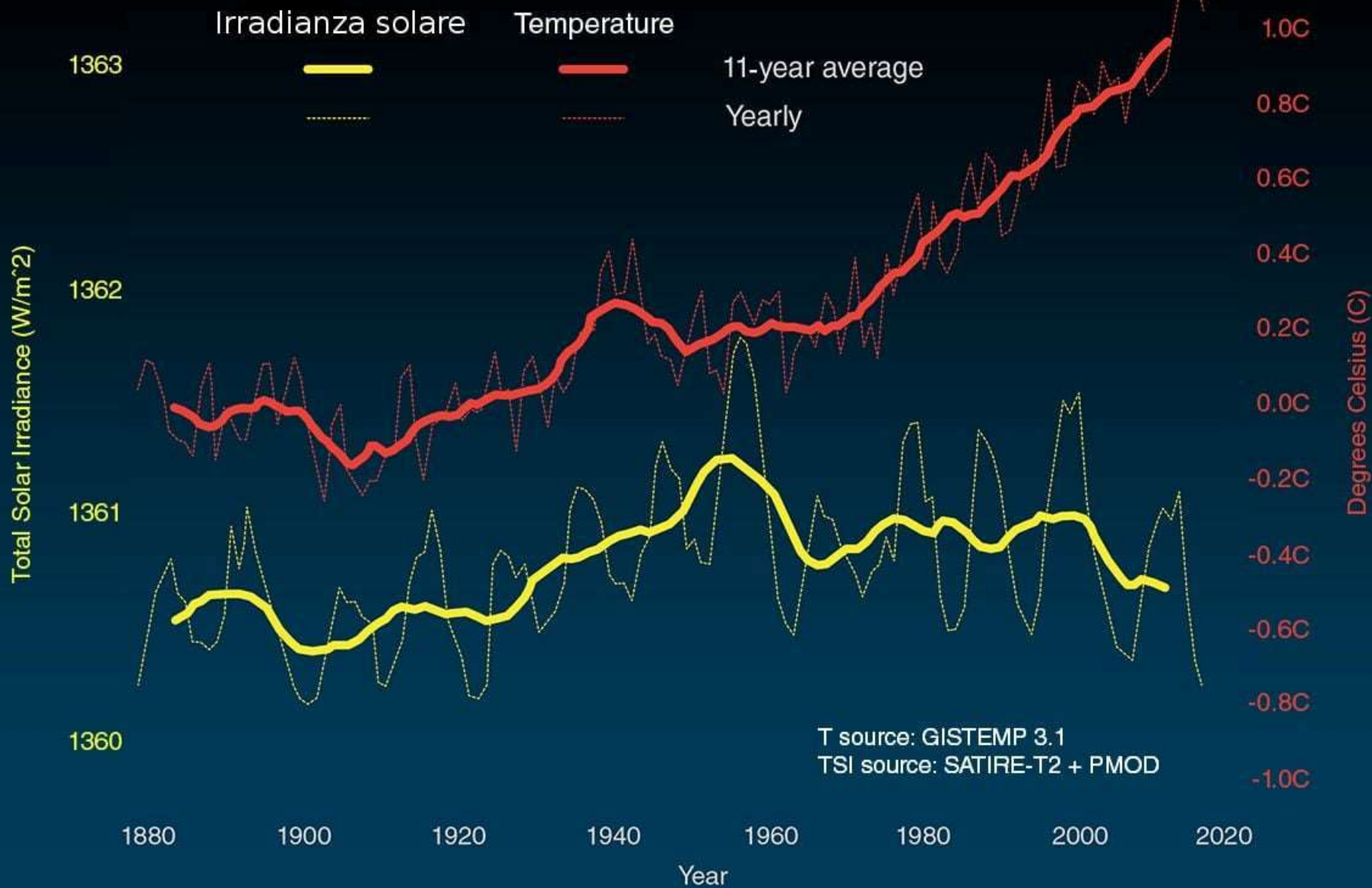
Altipiano di Fellaria

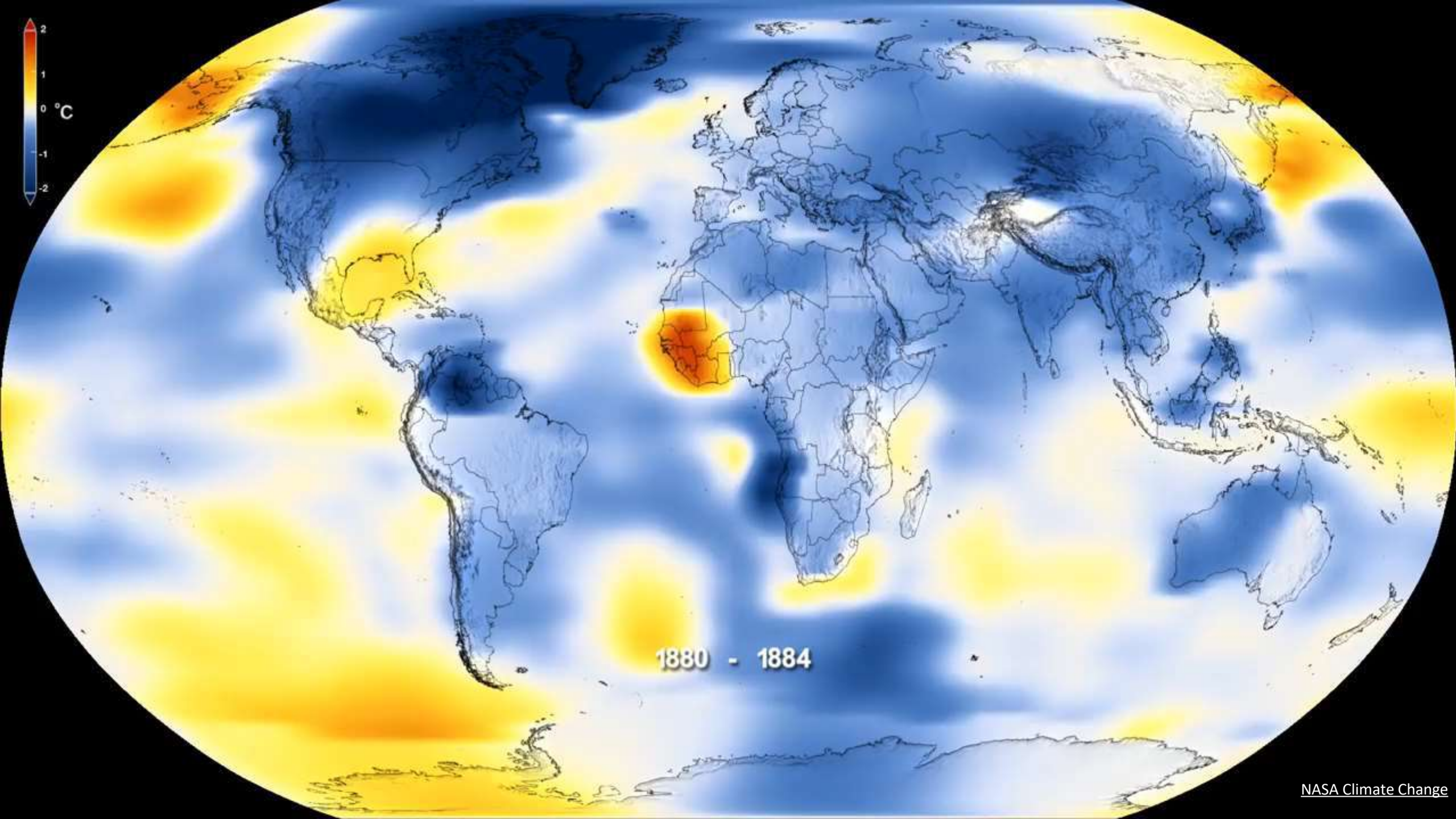


Temperatura del pianeta



Temperatura vs Attività Solare





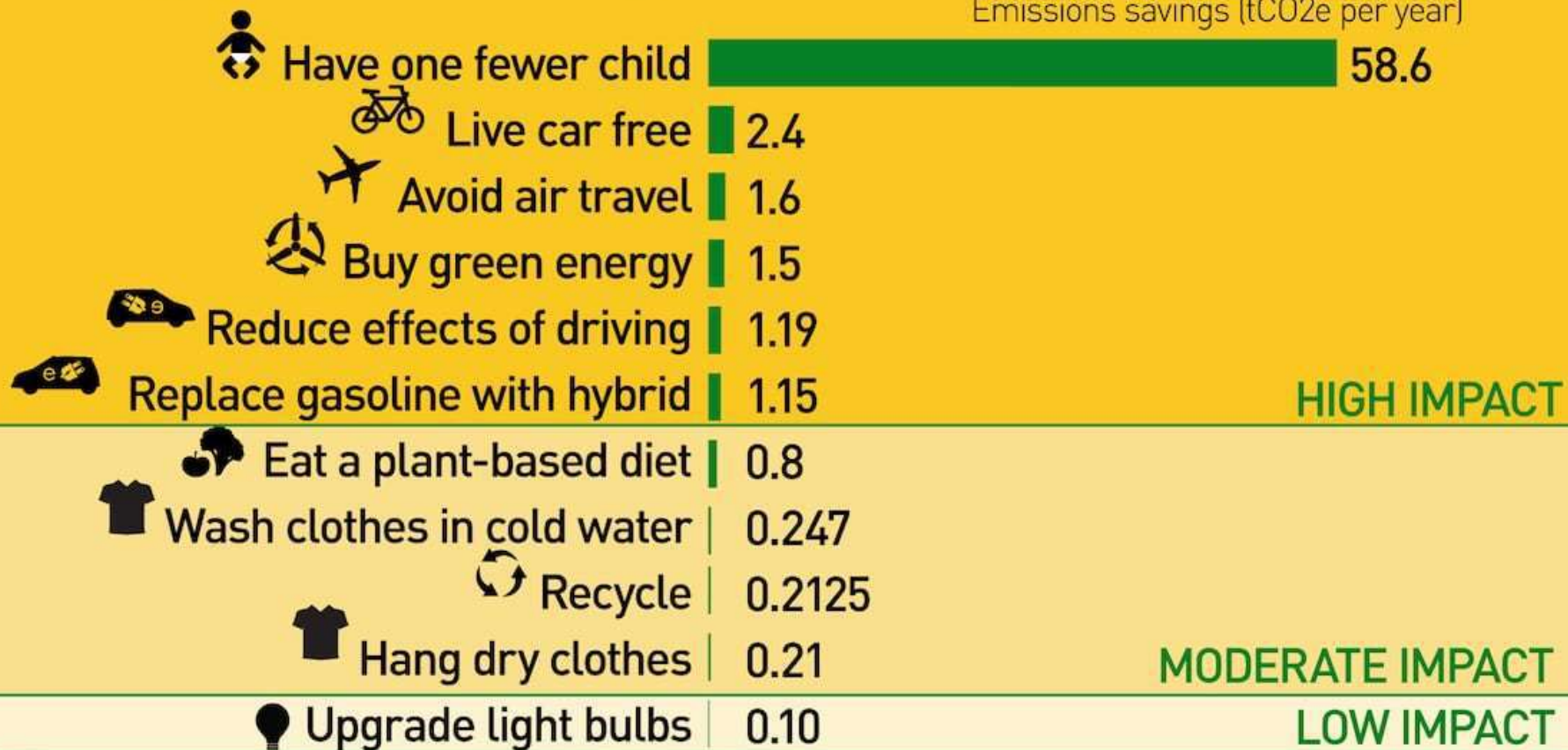
2
1
0 °C
-1
-2

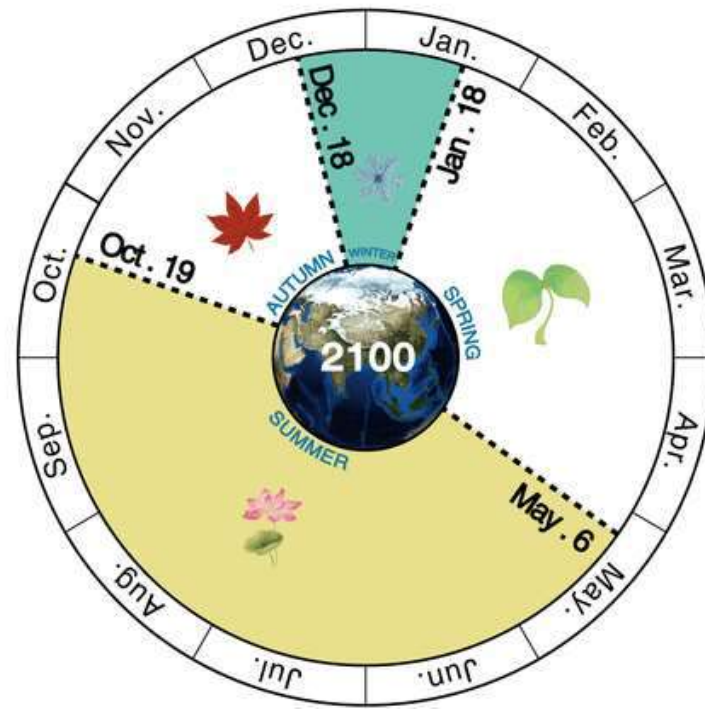
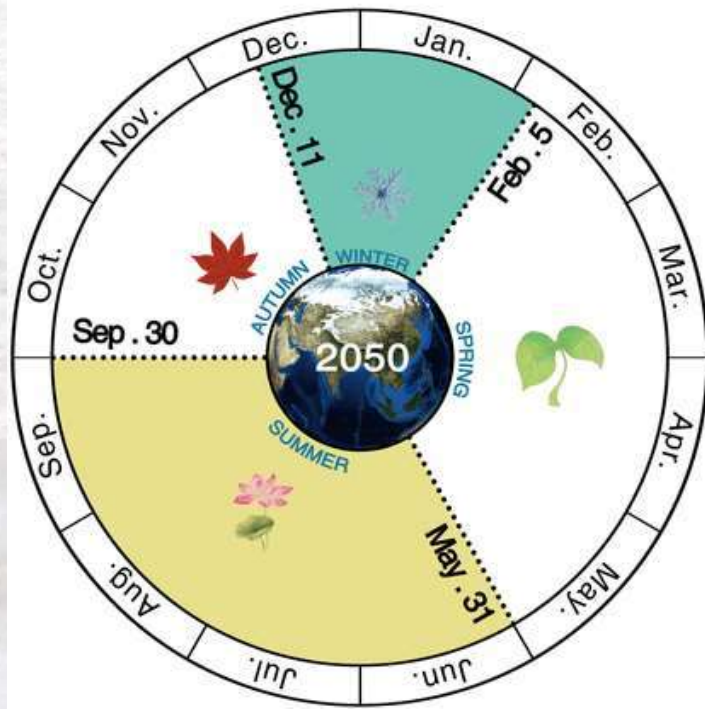
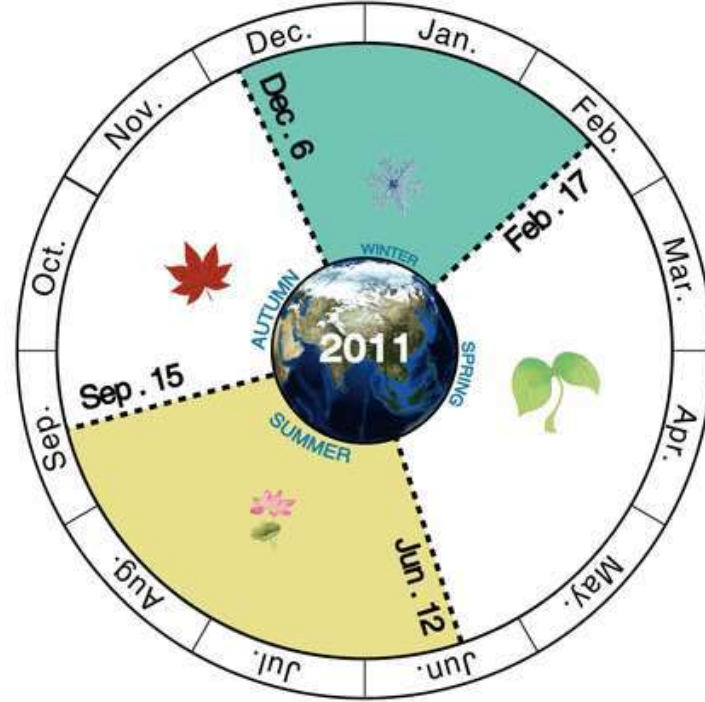
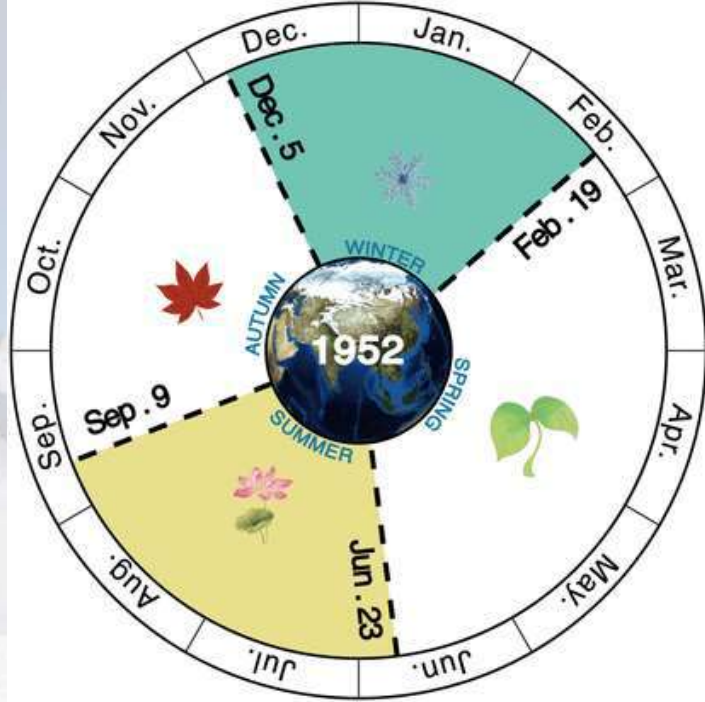
1880 - 1884

Le scelte

11 things you can do to mitigate climate change

Emissions savings (tCO₂e per year)





COMMENT · 27 NOVEMBER 2019

Climate tipping points – too risky to bet against

The growing threat of abrupt and irreversible climate changes must compel political and economic action on emissions.

Timothy M. Lenton, Johan Rockström, Olof Guffey, Stefan Rahmstorf, Katherine Richardson, Will Steffen & Hans Joachim Schellnhauer

B: riduzione ghiaccio artico

D: foresta boreale: incendi e parassiti

H: degradazione del Permafrost

G: Groenlandia: maggior perdita di ghiaccio

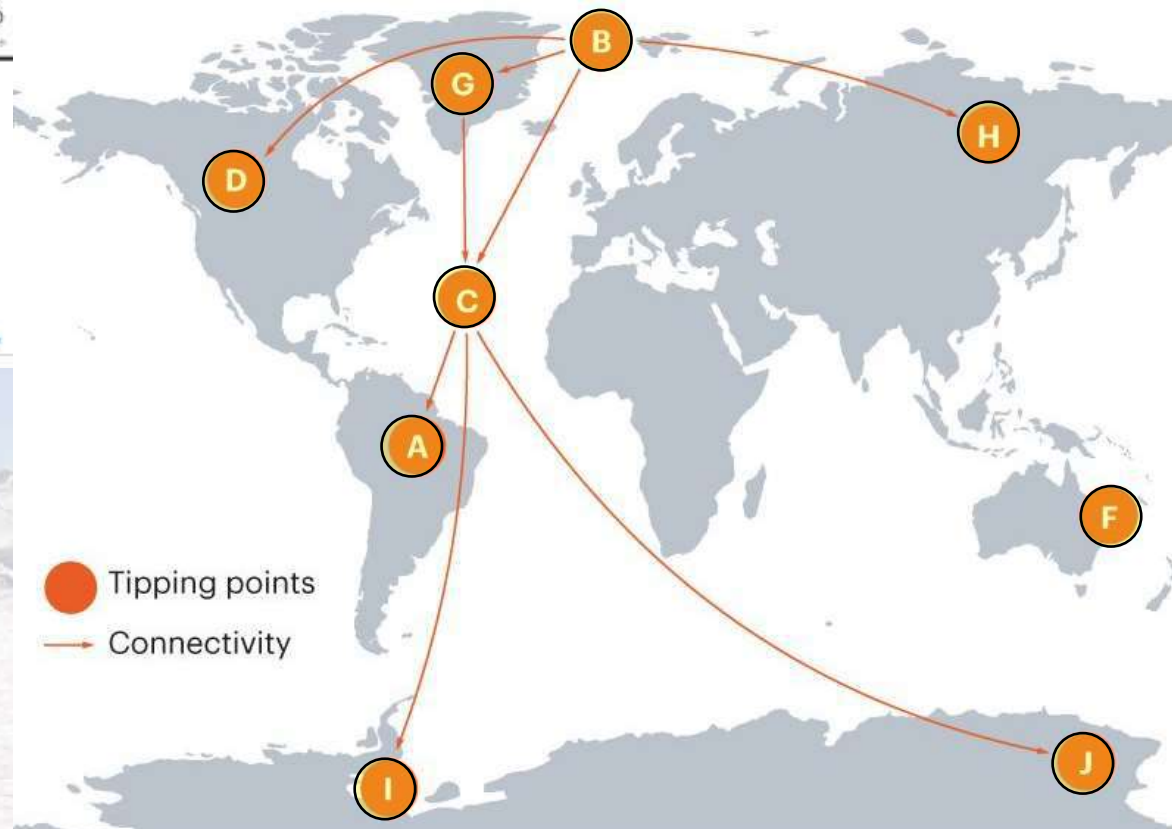
C: Circolazione oceanica atlantica: in rallentamento dal 1950

A: Amazonia: siccità più frequenti

I: Calotta occidentale antartica: destabilizzazione per perdita di ghiaccio accelerata

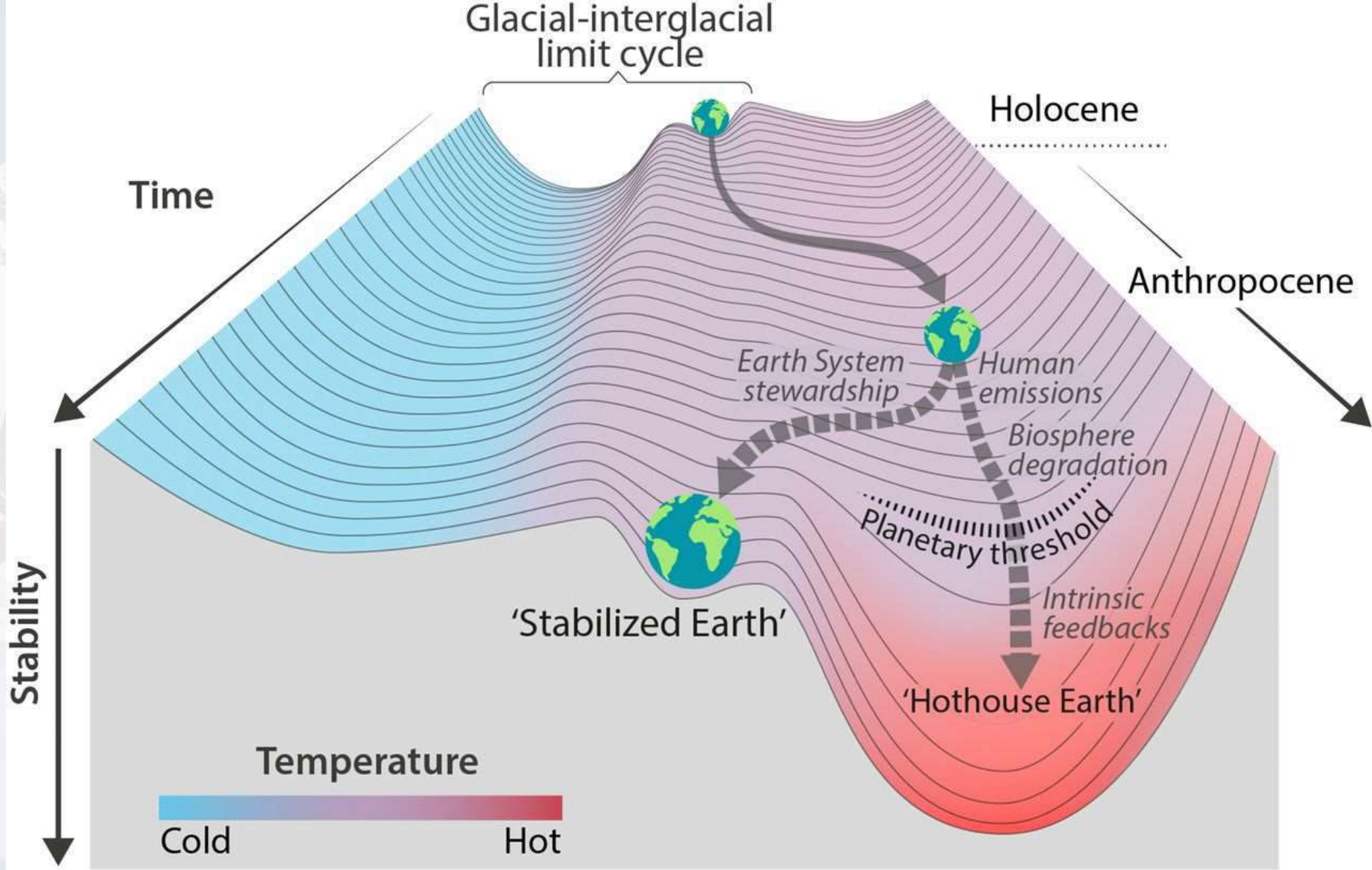
J: Calotta orientale antartica: destabilizzazione per perdita di ghiaccio accelerata (Wilkes Basin)

F: Barriera corallina: moria su larga scala



«Secondo noi, anche solo le evidenze che arrivano dai punti critici, suggeriscono che siamo in uno stato di emergenza planetaria.

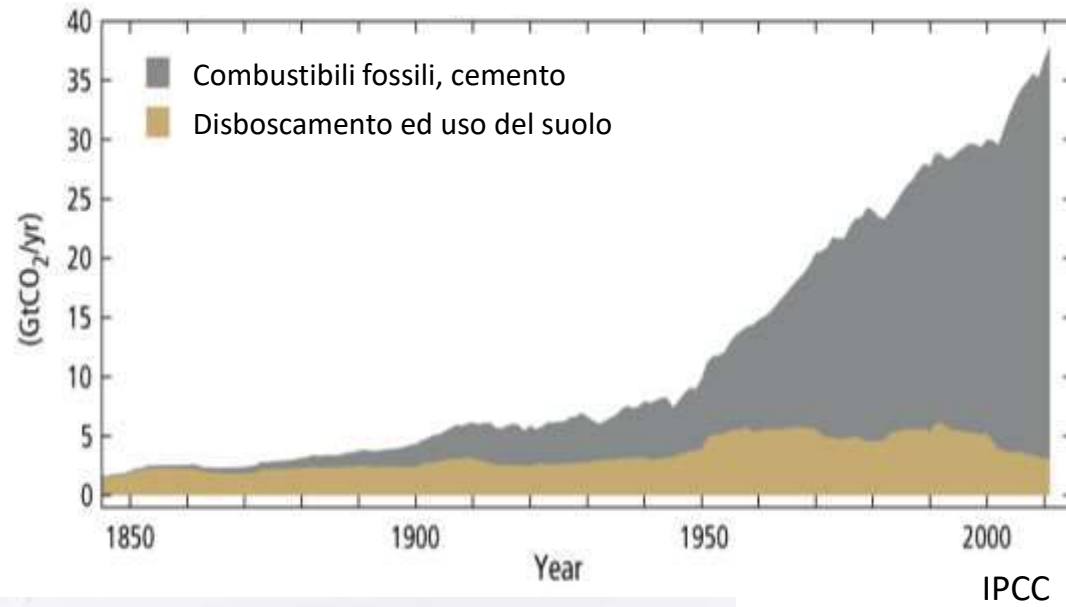
La stabilità e la resilienza del nostro pianeta sono in pericolo. L'azione internazionale, non solo a parole, deve tenerne conto»



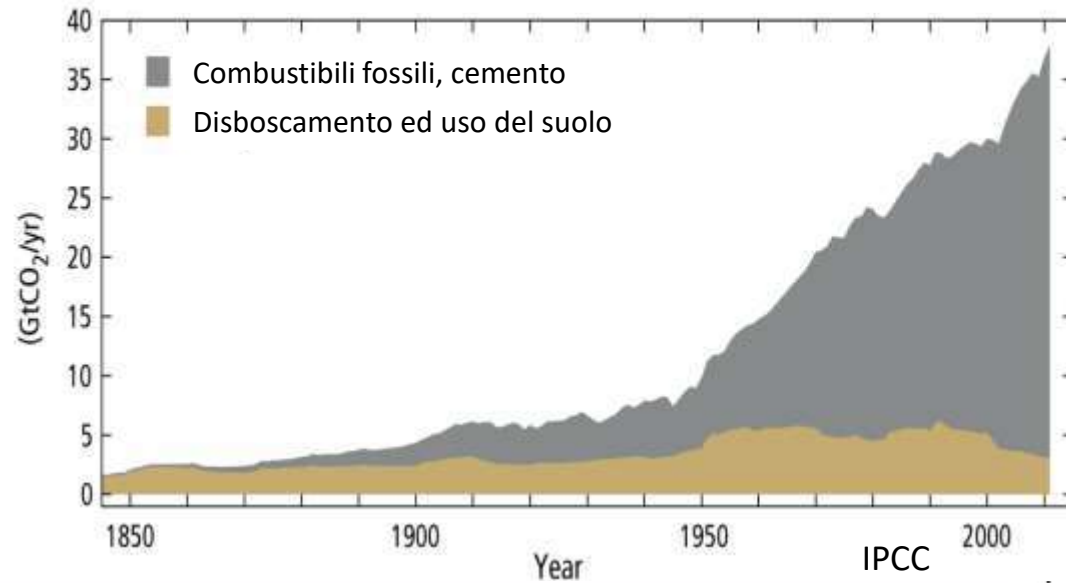


2022-06-25 10:45

Emissioni antropogeniche di CO₂



Emissioni antropogeniche di CO₂

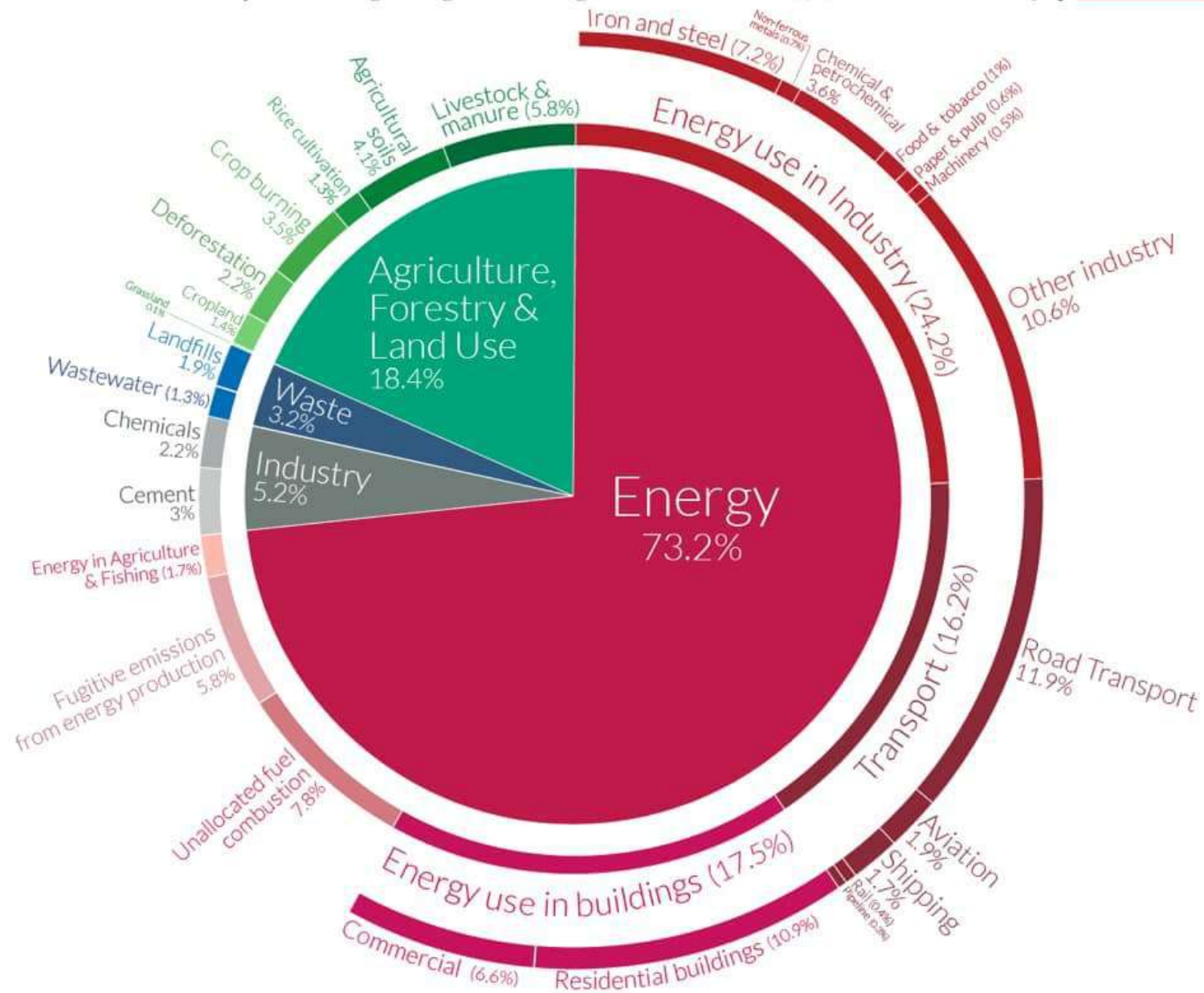


Concentrazione di CO₂ in atmosfera

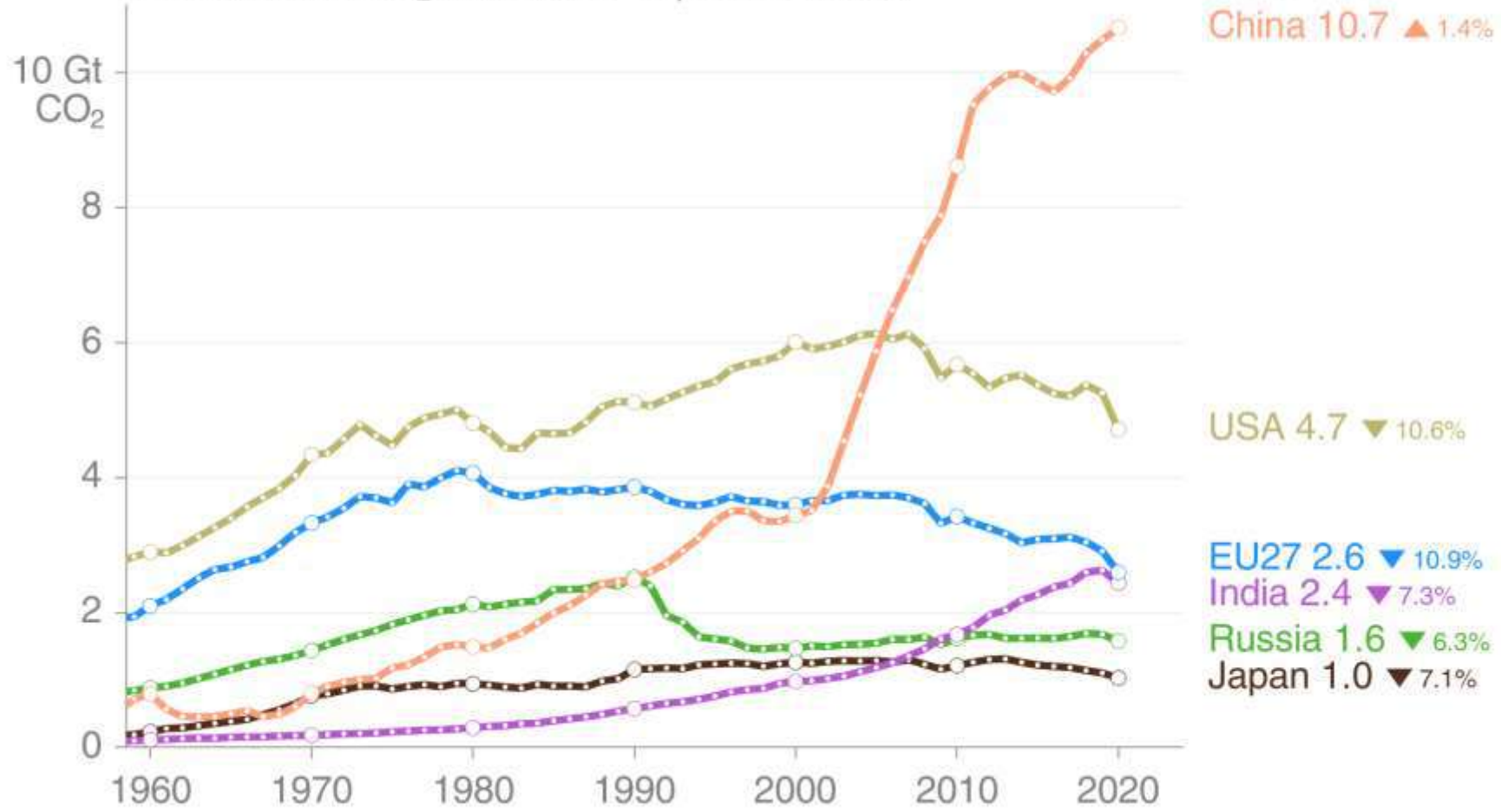


Global greenhouse gas emissions by sector

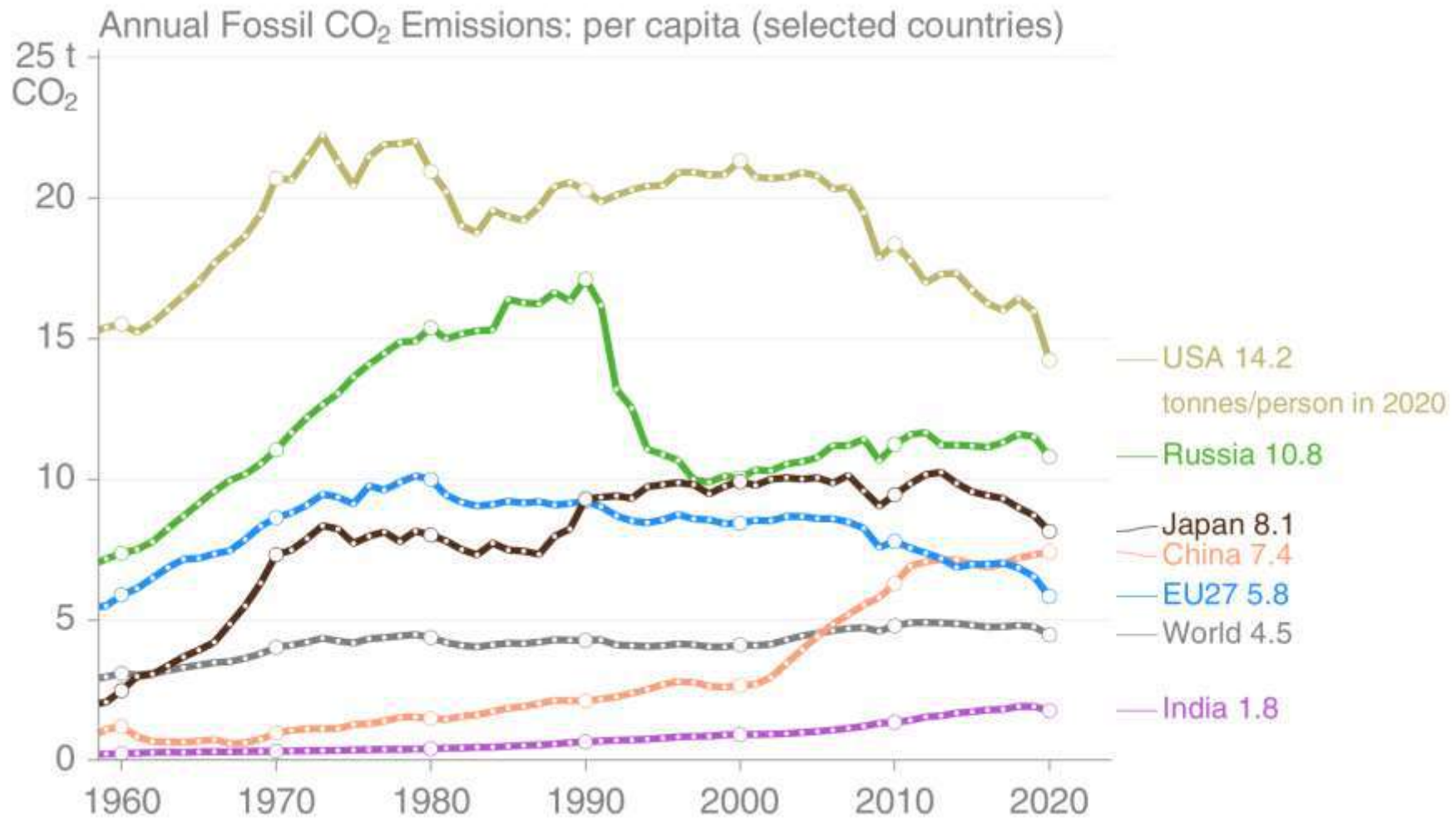
This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.



Annual Fossil CO₂ Emissions: Top Six Emitters

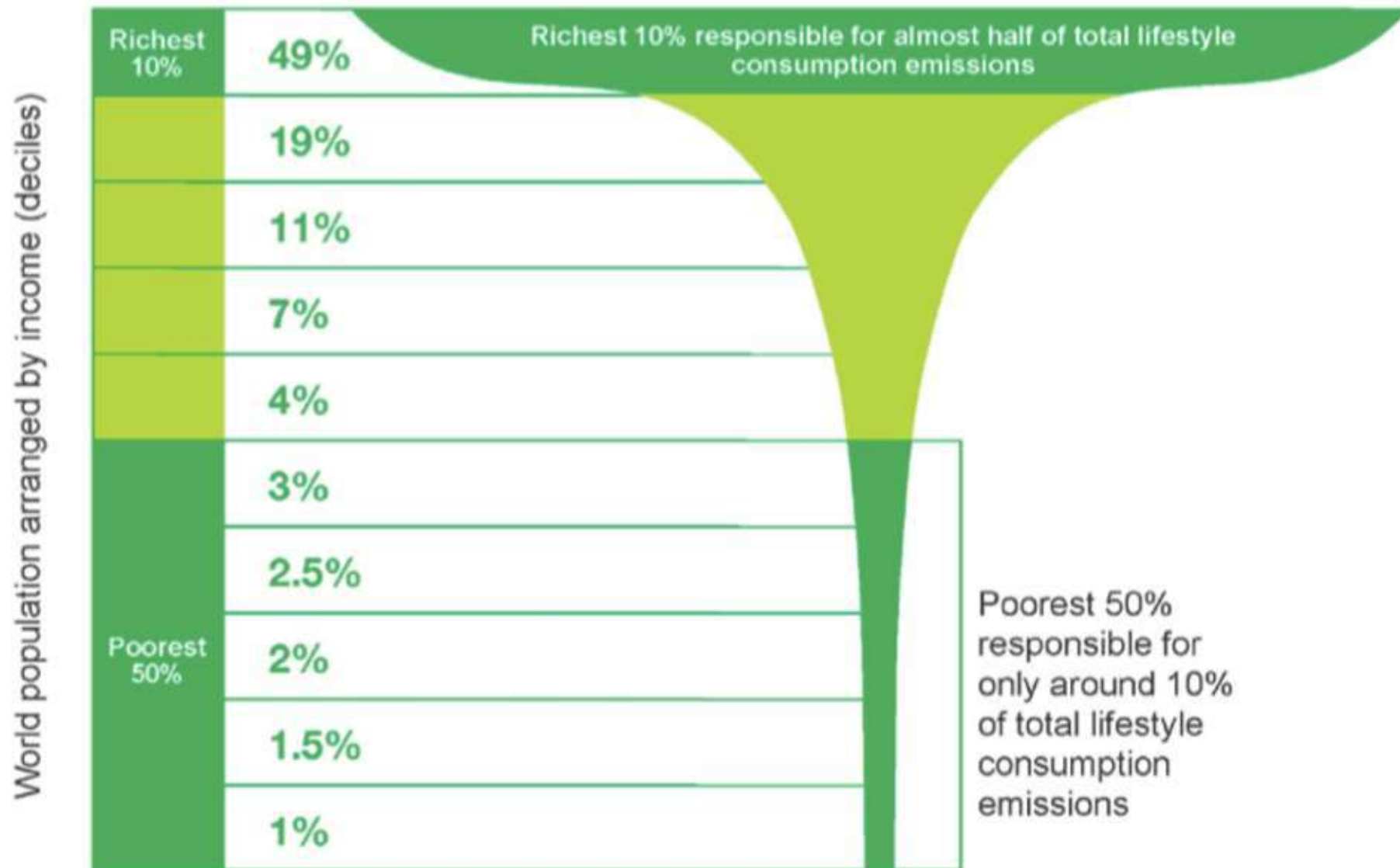


© Global Carbon Project

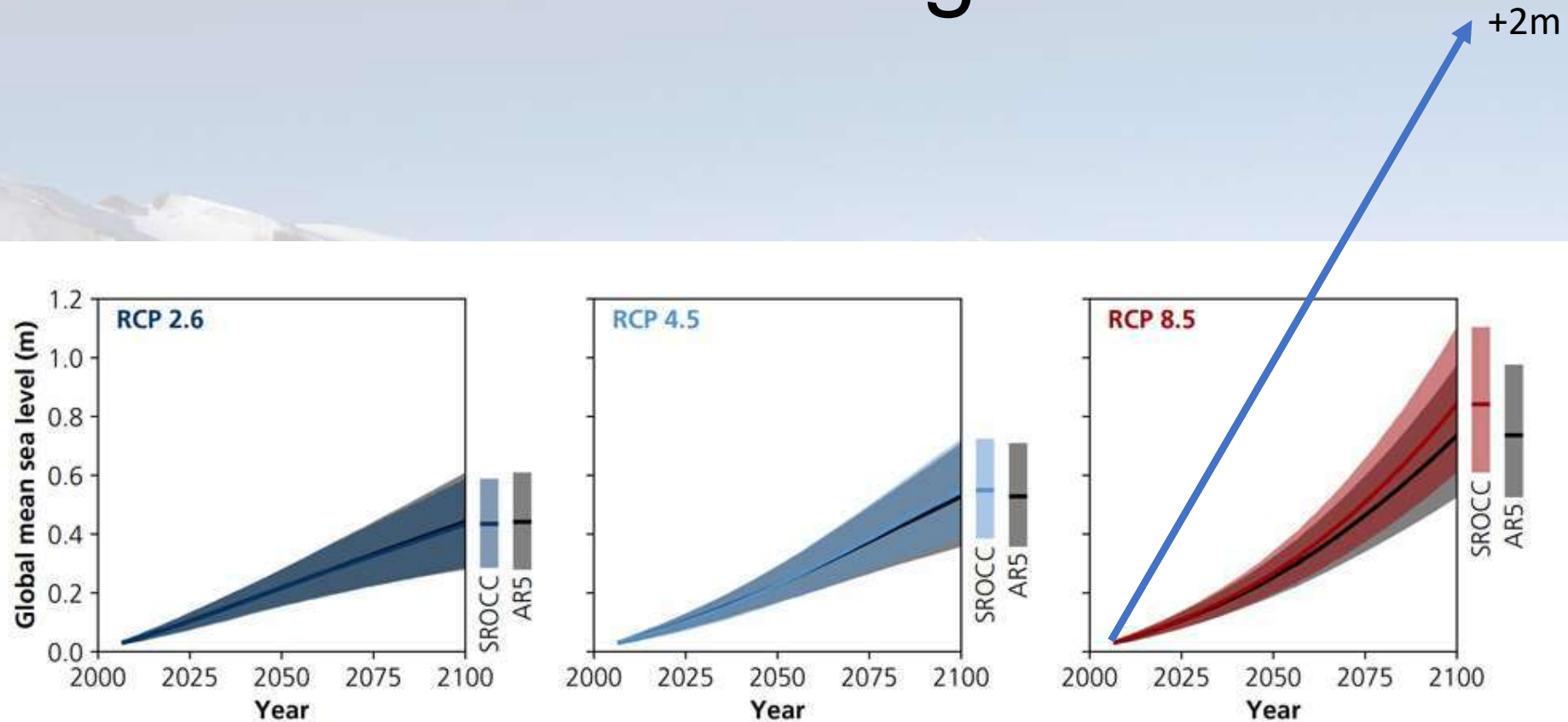


© Global Carbon Project

Percentuale di emissioni di CO2 sulla base della ricchezza



Innalzamento degli oceani



Senza adattamento, l'innalzamento del livello del mare, la crescita demografica e la subsidenza potrebbero determinare l'inondazione di 136 principali città costiere con danni da 6 miliardi di dollari all'anno fino a 1.000 miliardi di dollari entro il 2050.

Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment

Jonathan L. Bamber, Michael Oppenheimer, Robert E. Kopp, Willy P. Aspinall, and Roger M. Cooke

PNAS June 4, 2019 116 (23) 11195-11200, first published May 20, 2019 <https://doi.org/10.1073/pnas.1817205116>

Edited by Stefan Rahmstorf, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany, and accepted by Editorial Board Member Hans J. Schellnhuber April 8, 2019 (received for review October 5, 2018)

perdita di terreni per 1,79 milioni di km²
187 milioni di persone potrebbero essere costrette a emigrare

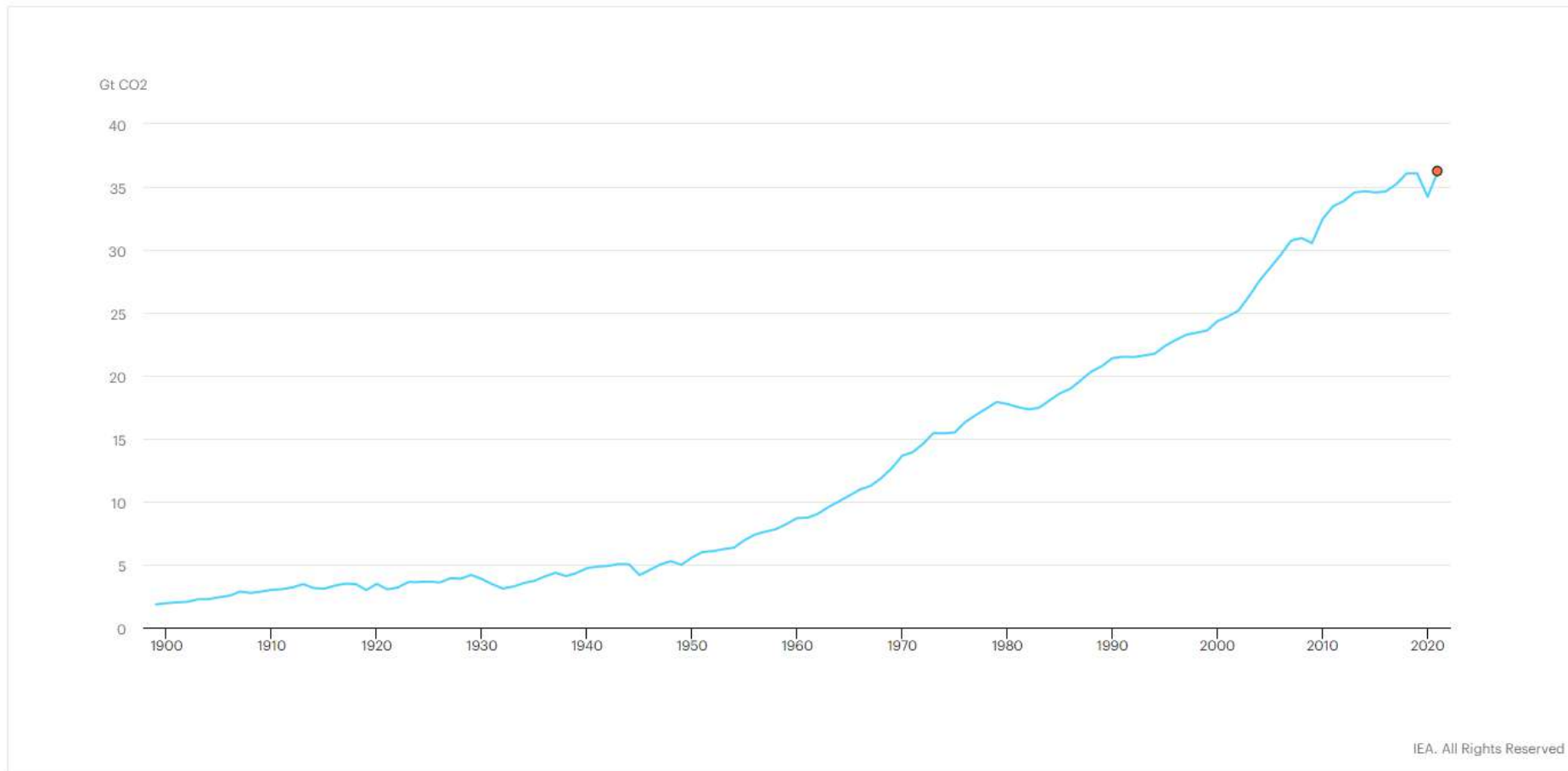
Emissioni antropogeniche di CO₂ 1900-2021



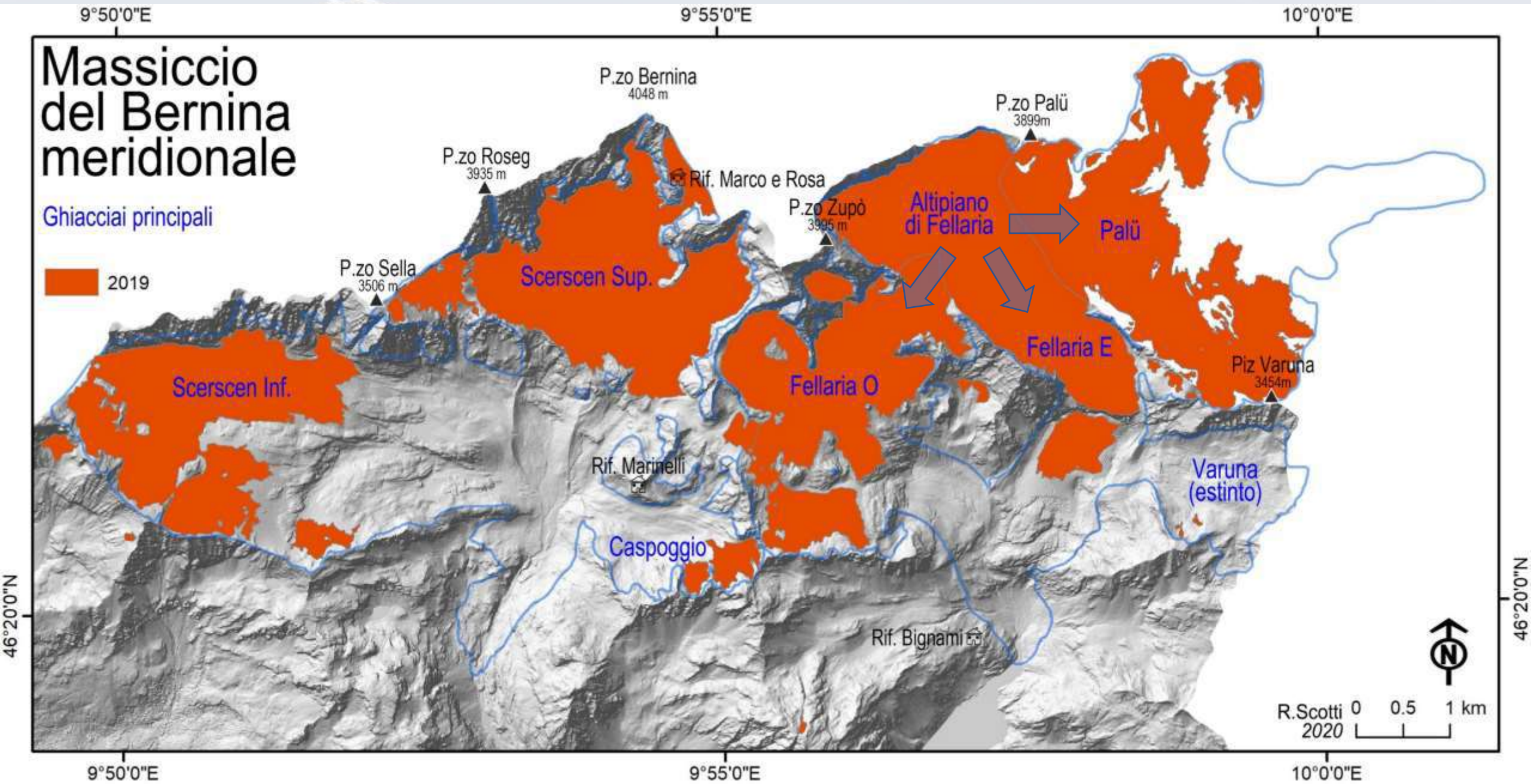
Last updated 8 Mar 2022

Download chart ↓

2020: – 5.2%
2021: + 6%



Dalla fine della Piccola Età Glaciale (1850): - 54%



Ghiacciaio del Disgrazia/Mallero

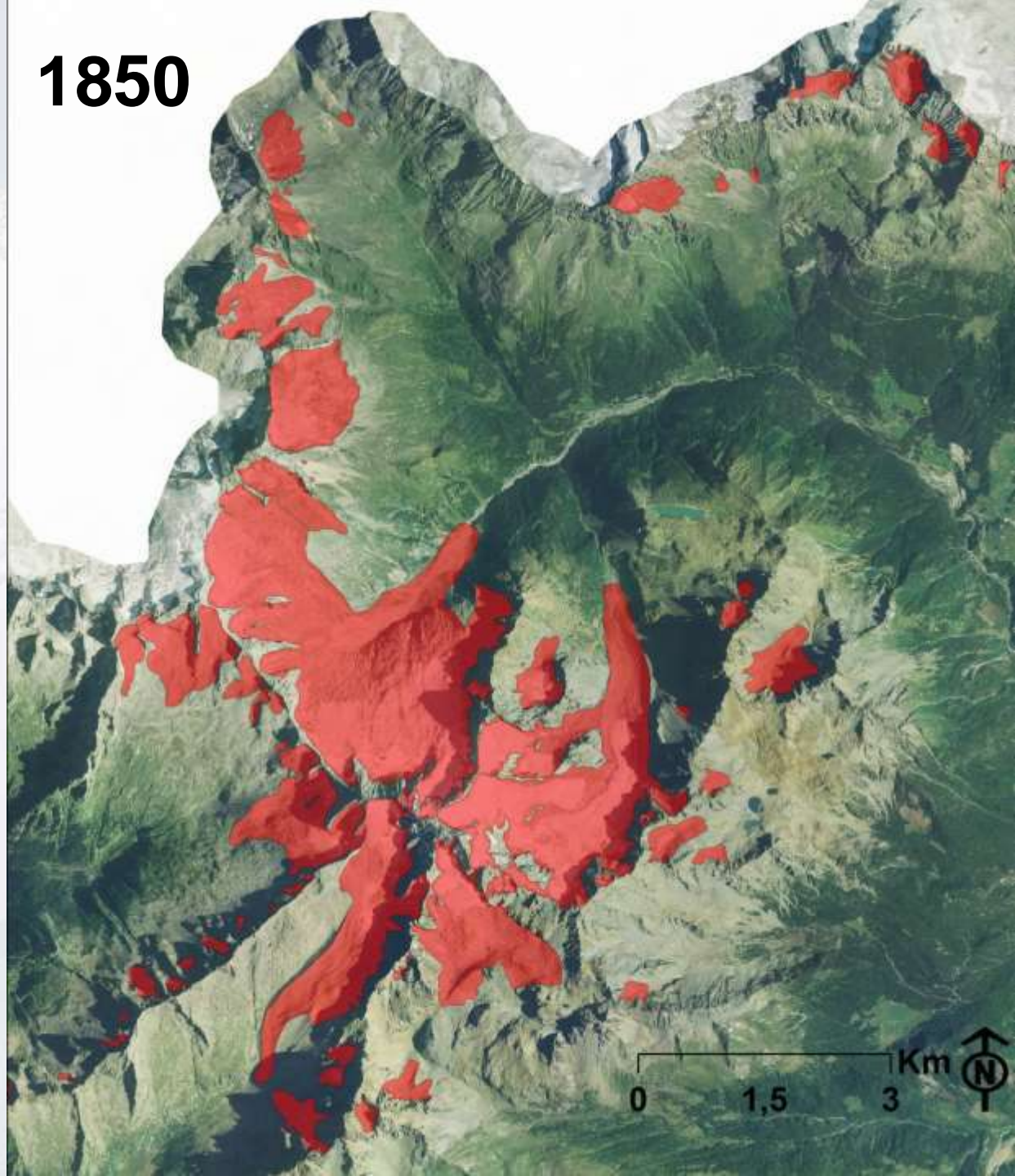
1850: 20.3 km²

2007: 7.1 km²

-65.1% al 2007

Scotti et al., 2014: Post LIA glacier change along a latitudinal transect in the Central Italian Alps – The Cryosphere, 8, 2235-2252

1850



Ghiacciaio del Disgrazia/Mallero

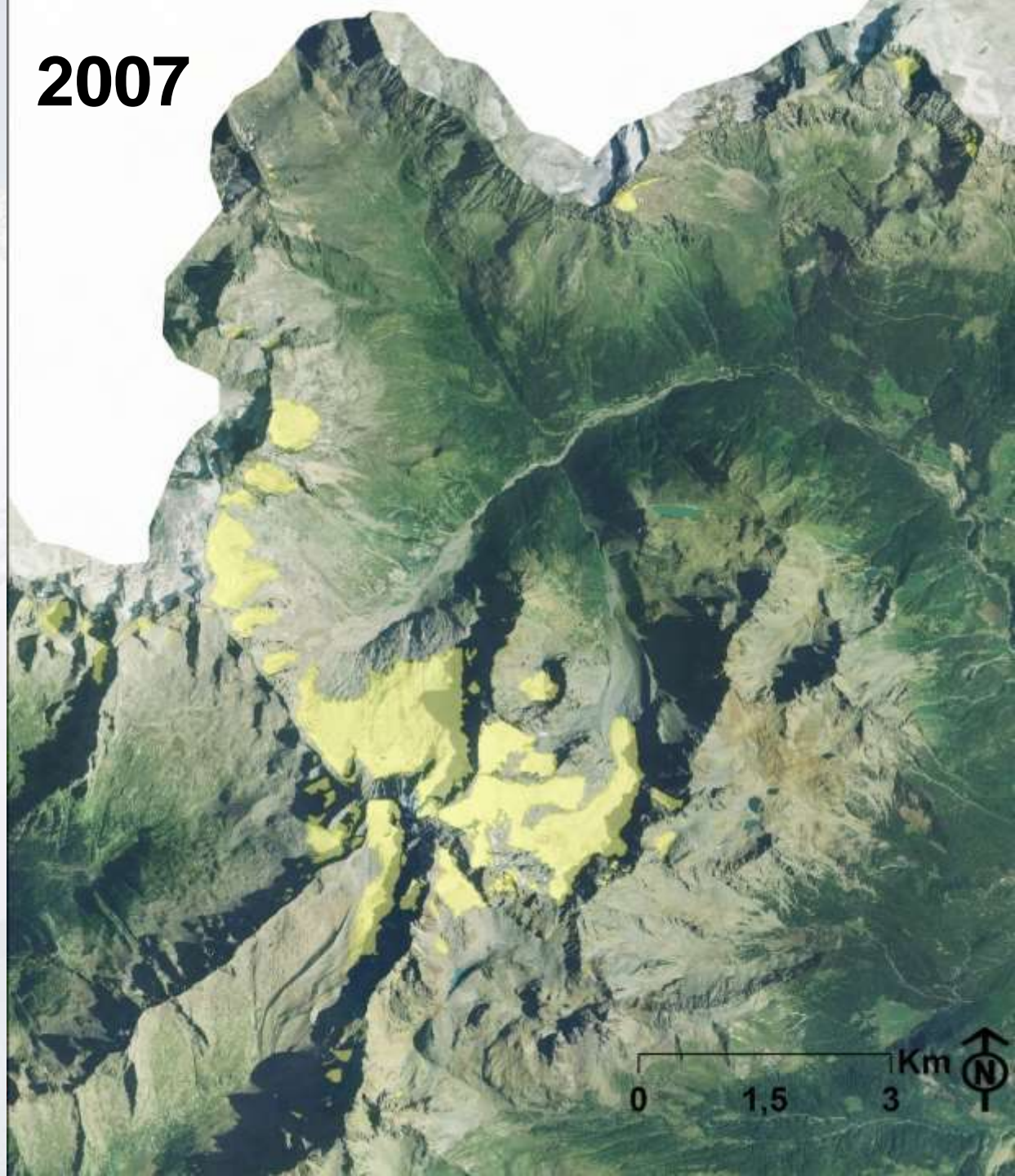
1850: 20.3 km²

2007: 7.1 km²

-65.1% al 2007

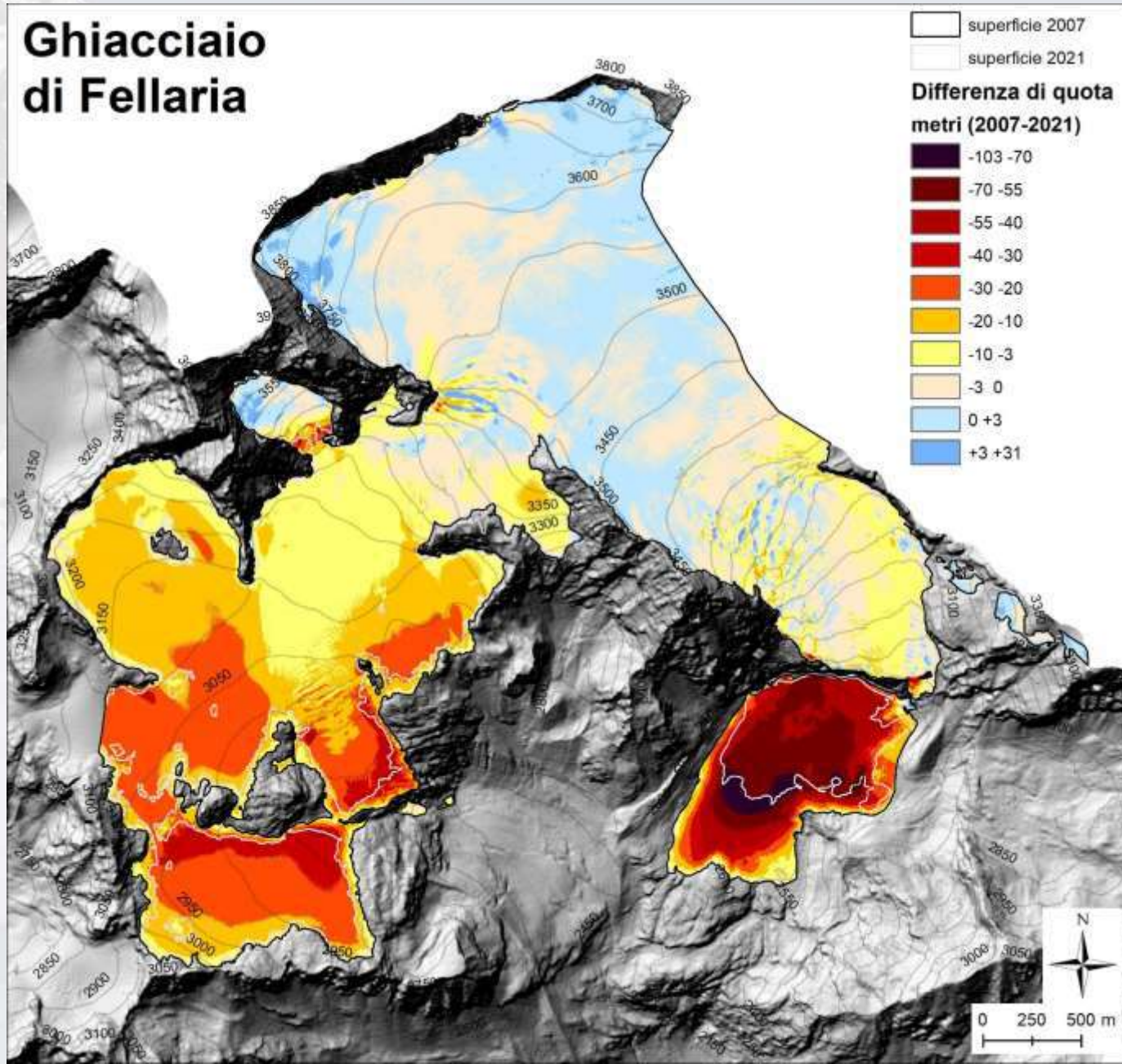
Scotti et al., 2014: Post LIA glacier change along a latitudinal transect in the Central Italian Alps – The Cryosphere, 8, 2235-2252

2007



- **Variazione volumetrica del ghiacciaio su base pluriennale**

Acquisizione di un Modello Digitale del Terreno aggiornato





2021
R. Scotti

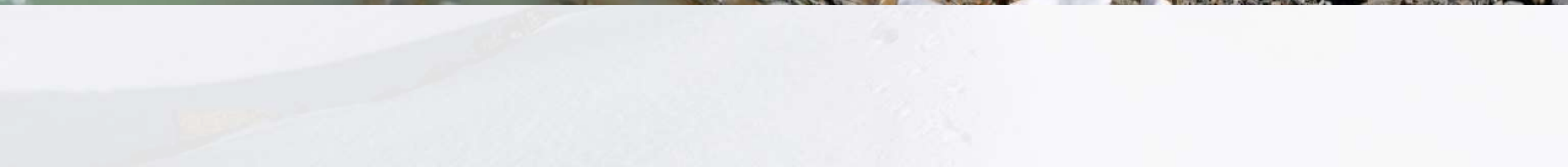
24.09.2021
R.Scotti





24.09.2021

R.Scotti



- **Analisi della dinamica glaciale e valorizzazione didattico divulgativa della risorsa ghiacciaio** - Time-lapse camera



- **Analisi della dinamica glaciale e valorizzazione didattico divulgativa della risorsa ghiacciaio** - Time-lapse camera



- **Analisi della dinamica glaciale e valorizzazione didattico divulgativa della risorsa ghiacciaio - Time-lapse camera**



Bondone – Orobie valtelinesi



2015
R. Scotti

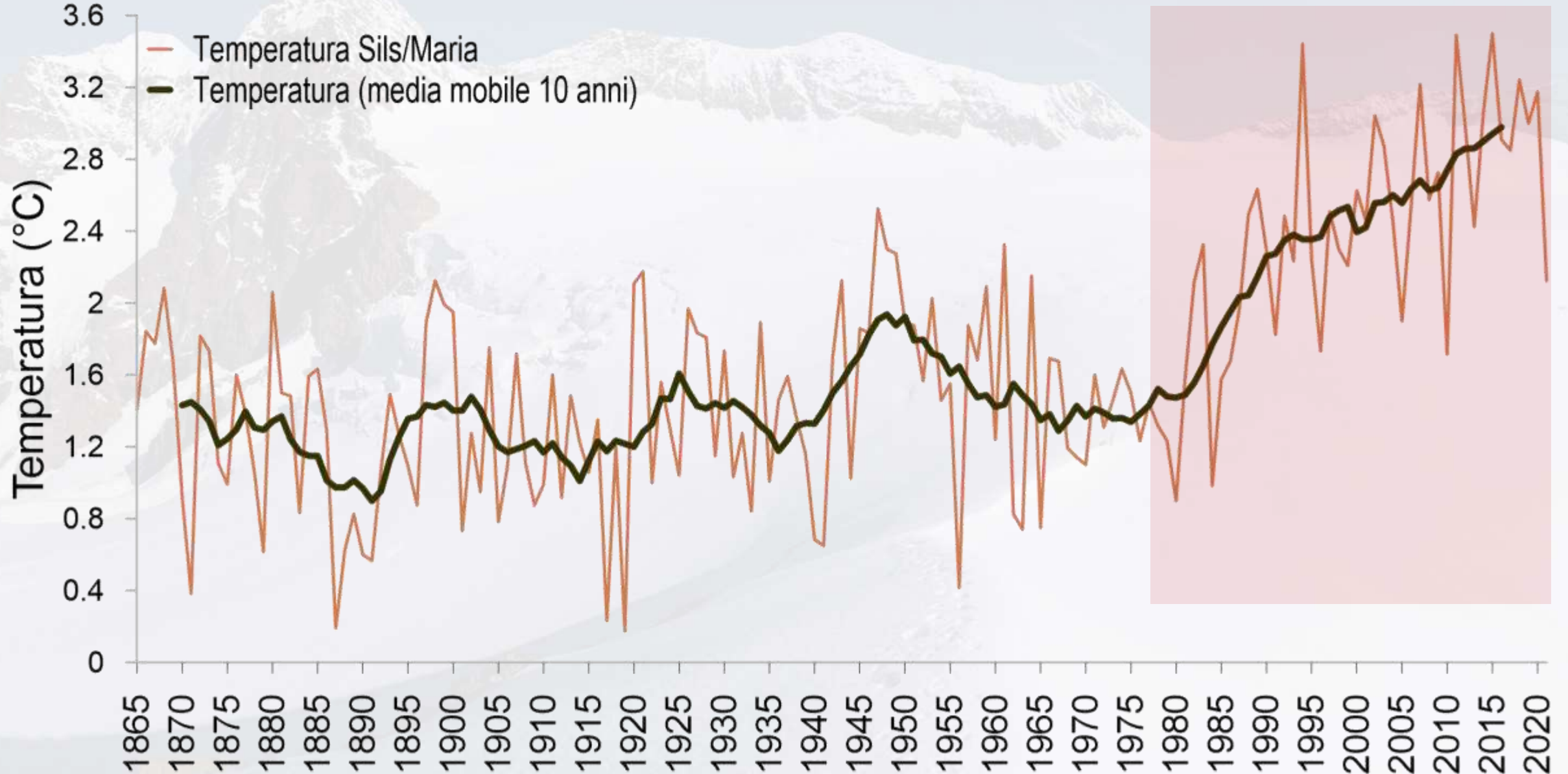
- **Analisi della dinamica glaciale e valorizzazione didattico divulgativa della risorsa ghiacciaio - Time-lapse camera**



- **Analisi della dinamica glaciale e valorizzazione didattico divulgativa della risorsa ghiacciaio** - Time-lapse camera



Accentuato aumento delle temperature negli ultimi 40 anni



COSA DEVI SAPERE

Il sentiero glaciologico (dal Rif. Bignami al suo termine) è un itinerario escursionistico (E) **non presidiato** con brevi tratti da escursionisti esperti (EE) in ambiente di alta montagna da percorrere con buone condizioni fisiche, consapevolezza dei pericoli ed attrezzatura adeguata ad un percorso d'alta montagna.

SALI SOLO SE ADEGUATAMENTE PREPARATO AD UN ITINERARIO IN ALTA MONTAGNA

Se c'è neve al suolo, il sentiero di accesso al Rif. Bignami è impraticabile per la forte esposizione e a rischio di grandi valanghe. Il rifugio e il ghiacciaio di Fellaria sono raggiungibili con facilità solo durante la stagione estiva

SALI SOLO D'ESTATE



dall'autunno all'inizio dell'estate il sentiero è impraticabile



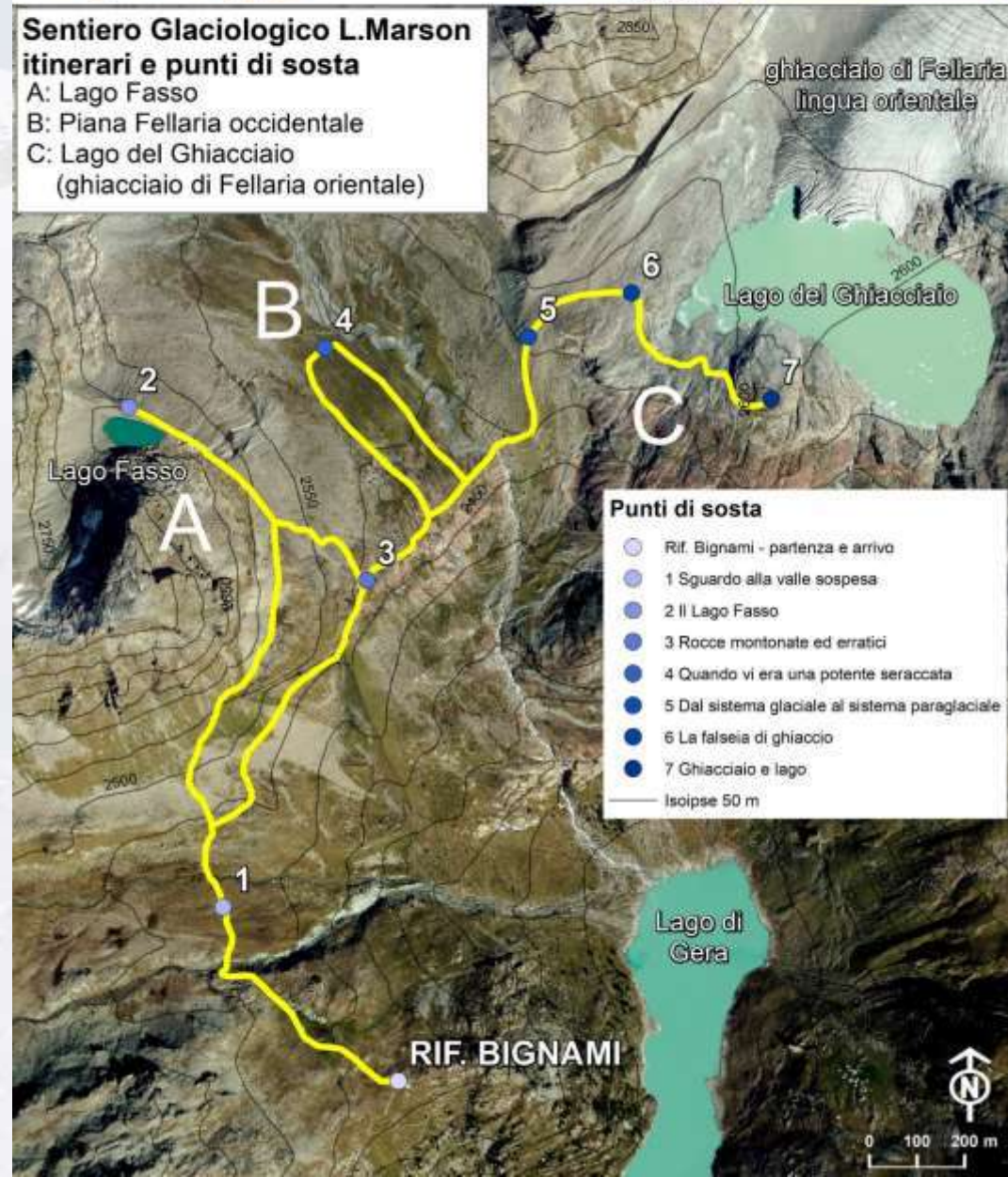
COMUNE DI LANZADA



Sentiero Glaciologico L.Marson

itinerari e punti di sosta

- A: Lago Fasso
- B: Piana Fellaria occidentale
- C: Lago del Ghiacciaio (ghiacciaio di Fellaria orientale)



Negli ultimi 3 anni, **il rapido ritiro del ghiacciaio ha trasformato la fronte** da un docile scivolo di ghiaccio che si immerge nel lago a **una falesia di ghiaccio verticale**







La fronte del ghiacciaio a contatto con il lago, soprattutto nei pressi della grotta è in ulteriore rapida evoluzione. Sono sempre più frequenti **improvvisi crolli di ghiaccio**

crollo di un blocco di ghiaccio nel lago



Questi crolli generano talvolta **onde alte alcuni metri** in grado di spingere blocchi di ghiaccio ben oltre la riva del lago e possono colpire e poi **trascinare in acqua gli escursionisti**. Questo fenomeno **sta diventando sempre più pericoloso** a causa del continuo e progressivo innalzamento dello spessore della fronte a falesia



Falesia di ghiaccio soggetta a crolli improvvisi

blocchi di ghiaccio spinti dalle onde sulla riva







Il **sentiero glaciologico** termina al punto di sosta n° 7 sul grande dosso roccioso di fronte al “Lago del Ghiacciaio”. Il sentiero si sviluppa al di fuori della superficie del ghiacciaio, **non si avvicina alla fronte e neppure alla riva del lago** restando **a distanza dai principali pericoli oggettivi dell’ambiente glaciale**. Le tracce di sentiero non segnalate che si staccano dal sentiero glaciologico fra i punti 6 e 7 conducono a zone con importanti pericoli oggettivi

STAI LONTANO DALLA FRONTE DEL GHIACCIAIO E ANCHE DALLA RIVA DEL LAGO



La lingua del ghiacciaio di Fellaria è interessata da **continui crolli di ghiaccio di enormi dimensioni** e **da rocce** provenienti dalla parete sud del Sasso Rosso.

LA LINGUA DEL GHIACCIAIO DI FELLARIA E' UN LUOGO ESTREMAMENTE PERICOLOSO



Il ghiacciaio è un terreno molto particolare che **va affrontato con attrezzatura specifica e consapevolezza sia delle proprie capacità che dei numerosi pericoli oggettivi**: crolli, ghiaccio vivo, crepacci, mulini glaciali, movimenti di massi e detriti sulla superficie

NON SALIRE SUL GHIACCIAIO SENZA LA GIUSTA CONOSCENZA DEI PERICOLI OGGETTIVI











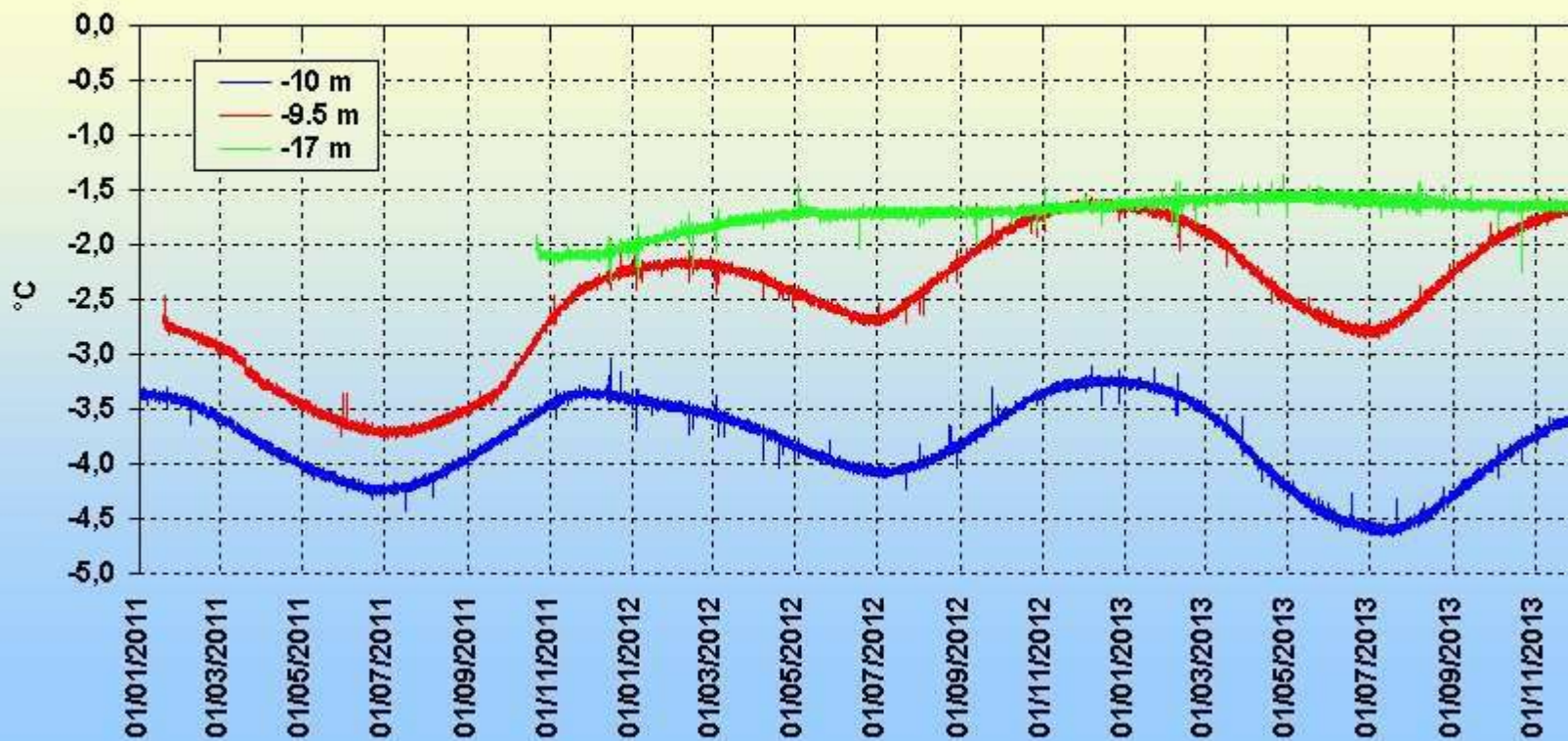








Ghiacciaio della Croce Rossa (3465 m) Temperature orarie del ghiaccio alla profondità di circa 9.5, 10 e 17 m



Dati IMAGEO s.r.l.

Elaborazione D. Cat Berro (che vi saluta)

Monviso 1989 (f. R. Tibaldi)



9·5·8
SANTERO
WWW.SANTERO.IT

il Giornale

9·5·8
SANTERO
WWW.SANTERO.IT



MARTEDÌ 5 LUGLIO 2022

DAL 1974 CONTRO IL CORO

DIRETTO DA AUGUSTO MINZOLINI

Anno XLVIII - Numero 158 - 1.50 euro*

G www.ilgiornale.it
ISSN 2532-4071 (Semola del settembre)

ECOLOGISTI SCATENATI

GLI SCIACALLI DEI GHIACCI

*Sulla Marmolada 7 morti e 13 dispersi, quasi impossibile trovare superstiti
E i «gretini» strumentalizzano la strage: «Colpa dell'Occidente che inquina»
Draghi: «Tragedia imprevedibile». Siccità, dal governo soldi al Nord*

Carotaggio sulla calotta dell'Ortles



Carotaggio sulla calotta dell'Ortles

The Cryosphere, 10, 2779–2797, 2016
www.the-cryosphere.net/10/2779/2016/
doi:10.5194/tc-10-2779-2016

© Author(s) 2016. CC Attribution 3.0 License.



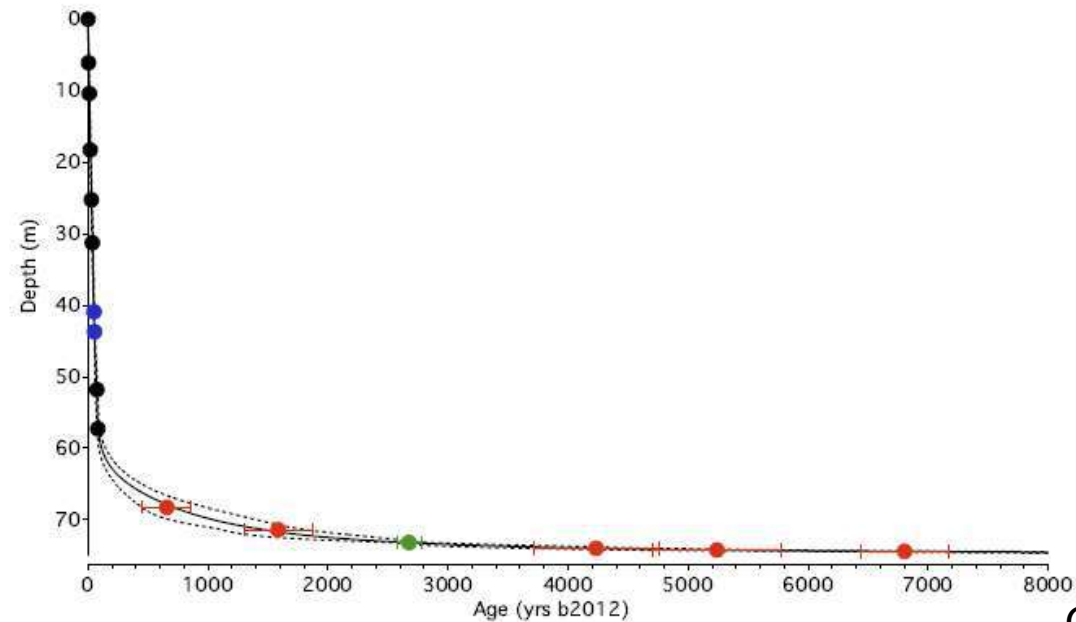
The Cryosphere  Open Access

Age of the Mt. Ortles ice cores, the Tyrolean Iceman and glaciation of the highest summit of South Tyrol since the Northern Hemisphere Climatic Optimum

Paolo Gabrielli^{1,2}, Carlo Barbante^{3,4,5}, Giuliano Bertagna¹, Michele Bertó³, Daniel Binder⁶, Alberto Carton⁷, Luca Carturan⁸, Federico Cazorzi⁹, Giulio Cozzi^{3,4}, Giancarlo Dalla Fontana⁸, Mary Davis¹, Fabrizio De Blasi⁸, Roberto Dinale¹⁰, Gianfranco Dragà¹¹, Giuliano Dreossi³, Daniela Festi¹², Massimo Frezzotti¹³, Jacopo Gabrieli^{3,4}, Stephan P. Galos¹⁴, Patrick Ginot^{15,16}, Petra Heidenwolf¹², Theo M. Jenk¹⁷, Natalie Kehrwald¹⁸, Donald Kenny¹, Olivier Magand^{15,16}, Volkmar Mair¹⁹, Vladimir Mikhalenko²⁰, Ping Nan Lin¹, Klaus Oegg¹², Gianni Piffer²¹, Mirko Rinaldi²¹, Ulrich Schotterer²², Margit Schwikowski¹⁷, Roberto Seppi²³, Andrea Spolaor³, Barbara Stenni³, David Tonidandel¹⁹, Chiara Uglietti¹⁷, Victor Zagorodnov¹, Thomas Zanoner⁷, and Piero Zennaro³



- Ghiacciaio più antico circa 7000 anni con successivo accumulo continuo
- Possibile presenza del ghiacciaio anche in precedenza (durante l'Optimum olocenico)
- Accelerazione del flusso senza precedenti negli ultimi anni



Gabrielli et al., 2017

Figure 11. Construction of the Mt. Ortles ice core timescale. Age–depth relationship based on 2000 Monte Carlo realizations (continuous black line; dotted lines indicate the 1σ confidence interval) fitting the absolute dated age horizons. Dots denote the surface and ^{210}Pb ages (black); the tritium 1963 and beta 1958 peaks (blue); the calibrated ^{14}C WIOC ages (red) and the calibrated ^{14}C age of the larch leaf (green), all shown with their respective 1σ uncertainty (data are presented in Table 3).

- Ghiacciaio più antico circa 7000 anni con successivo accumulo continuo
- Possibile presenza del ghiacciaio anche in precedenza (durante l'Optimum olocenico)
- Accelerazione del flusso senza precedenti negli ultimi anni



Ghiacciaio del Rutor

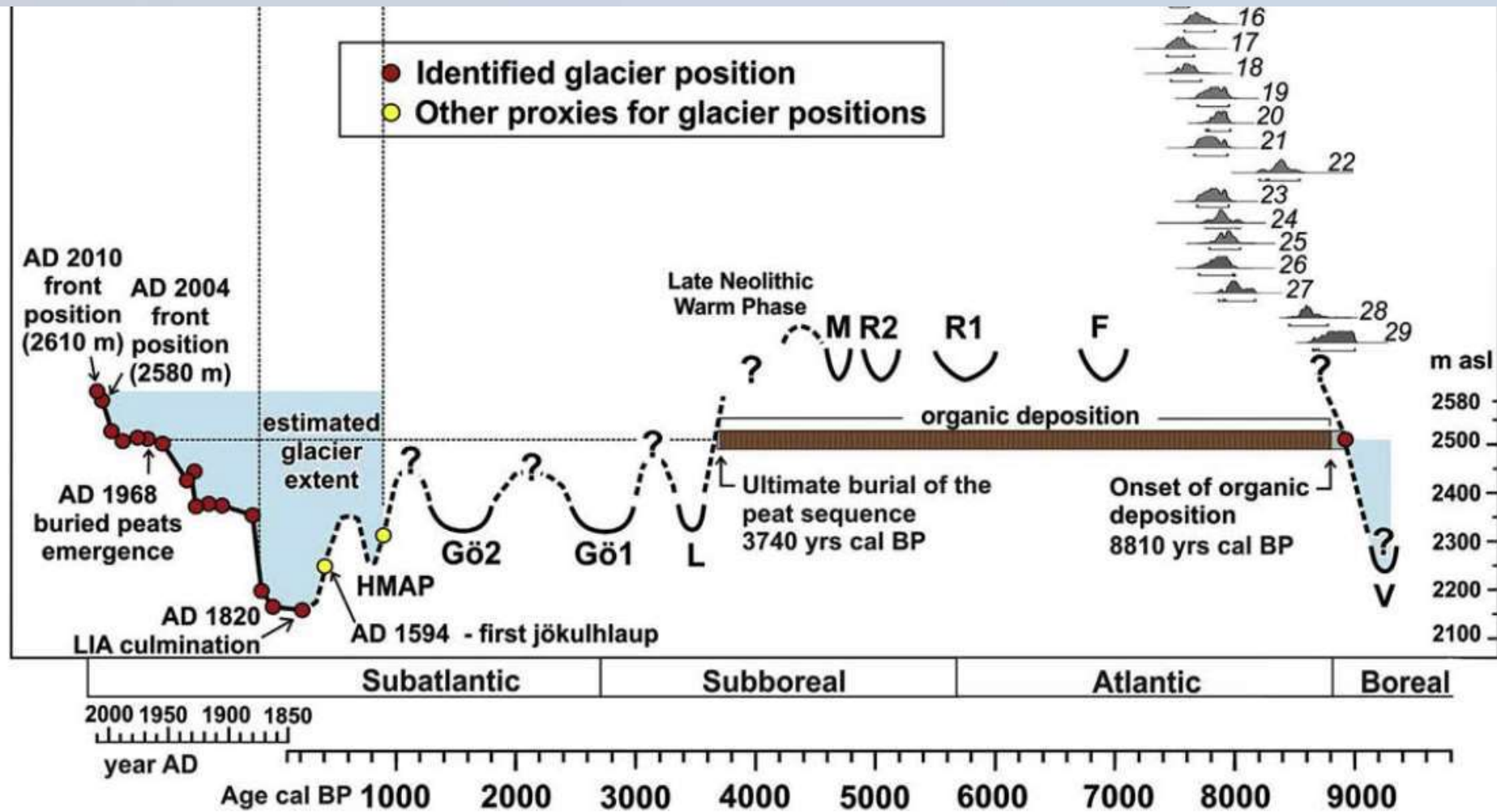
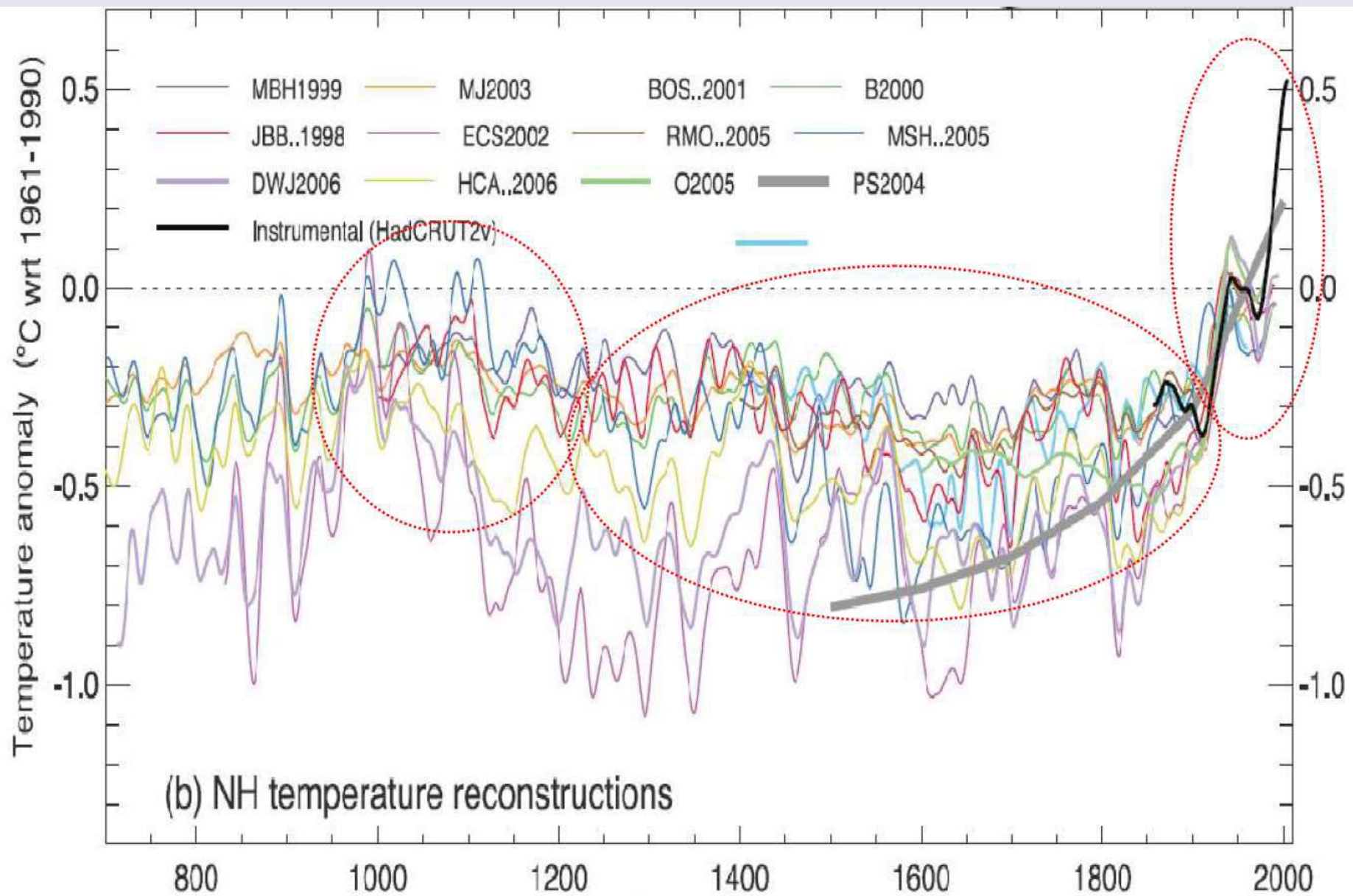
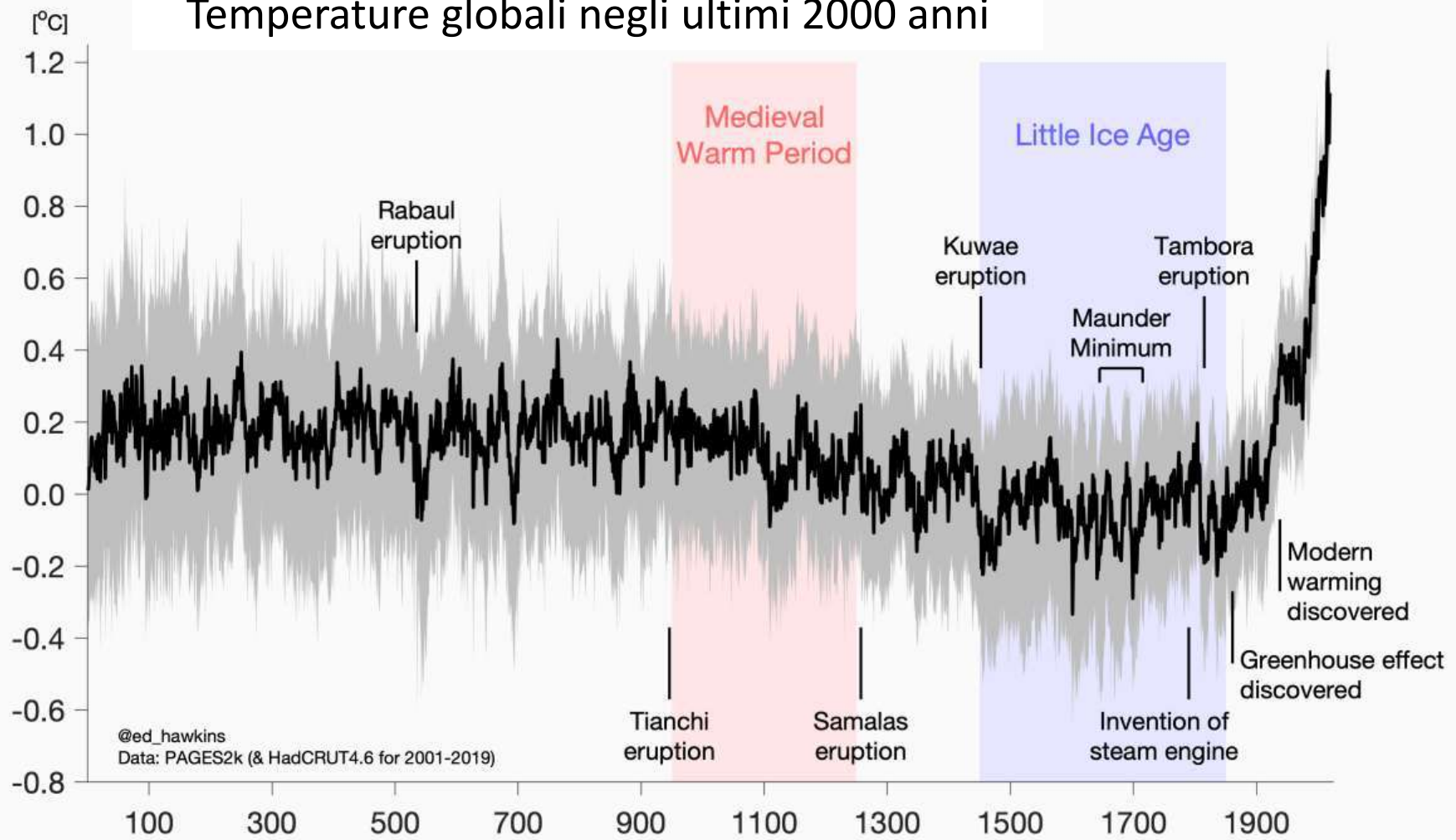


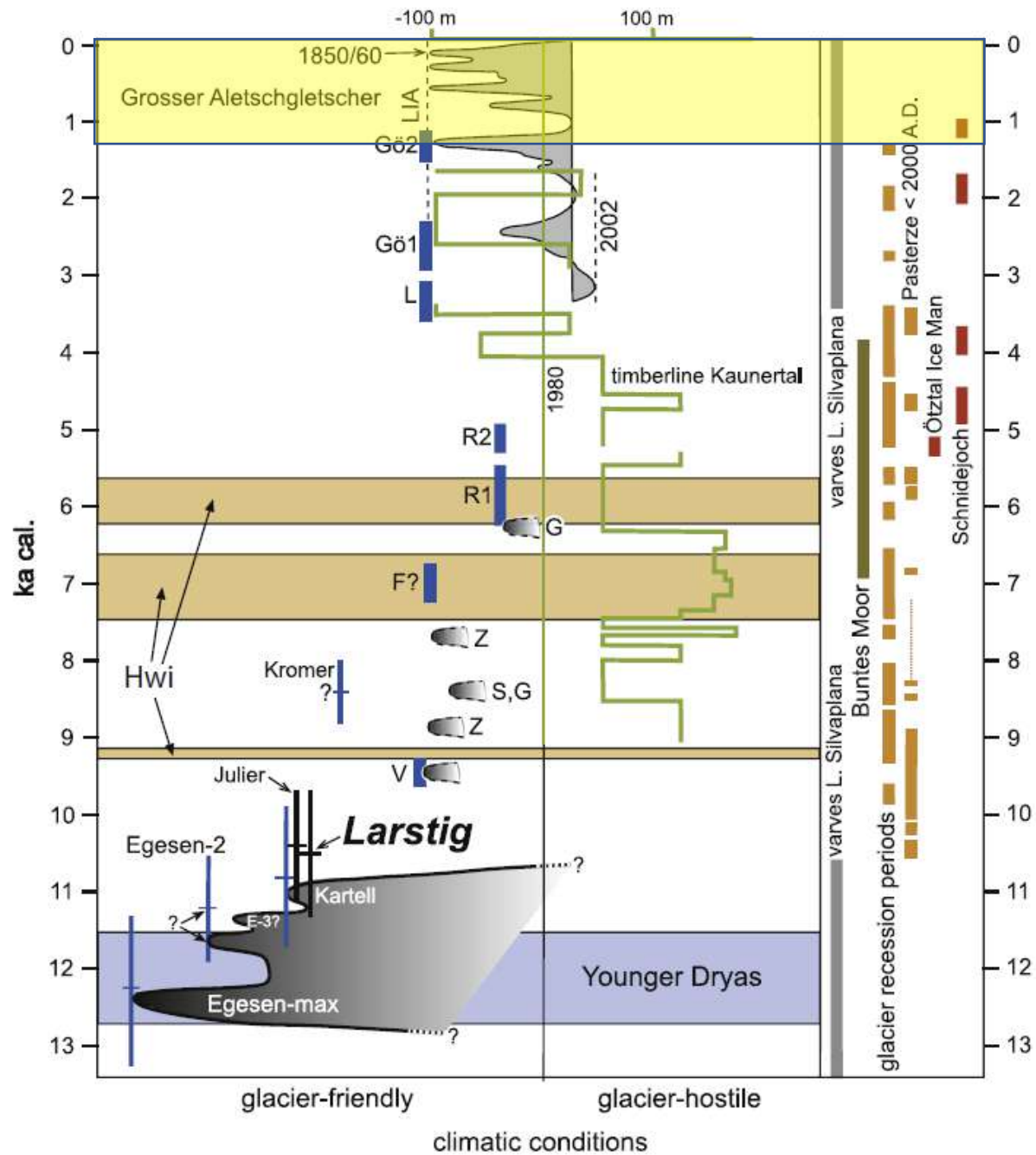
Fig. 11. Timing of the Rutor Glacier activity as recorded outside (Upper panel - Valter mire cores) and inside (Lower panel - Buried peat sections) the Little Ice Age limits. Calibration intervals for ages were obtained from the organic deposits. ^{14}C Ages (from 1 to 29) available from Buried peat site (BS) and Valter mire cores (VM-CD) are reported in Table 1. Red and yellow dots highlight relevant steps identified in the Rutor Glacier fluctuations history (from Villa et al., 2007 and this work). Information obtained from jökulhlaups caused by lake glacier damming during the Little Ice Age (Orombelli, 2005) and from other changes in the hydrographic network related to glacier activity (i.e. intermittent spillway) have been incorporated in the reconstructed pattern of Holocene glacier oscillations, which is further presented in Fig. 12. Abbreviations: V: = Venediger; F= Frosnitz; R1-R2 = Rotmoos 1-2; M = Miage (Advance set by Deline and Orombelli, 2005 between 4800 and 4600 yrs cal BP); L = Löbben; Gö 1-2 = Göschenen 1-2; HMAP= High Medieval Advance Period; LIA = Little Ice Age. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the Web version of this article.)



Jansen, E., J. Overpeck, K.R. Briffa, J.-C. Duplessy, F. Joos, V. Masson-Delmotte, D. Olago, B. Otto-Bliesner, W.R. Peltier, S. Rahmstorf, R. Ramesh, D. Raynaud, D. Rind, O. Solomina, R. Villalba and D. Zhang, 2007: *Palaeoclimate*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Temperature globali negli ultimi 2000 anni





Ivy Ochs et al., 2009

DALL'ANNO MILLE ALL' ESTATE DEL 1199

Il clima

XI: notizie incerte; forse il periodo più **tiepido** del Medioevo (**anni '20-'30**)

XII: Estati calde nel primo quindicennio e seconda metà del secolo (1158-1190; eventi estremi: 1158 e 1159). **Estati fredde** favorevoli al glacialismo: 1118-1137 e 1192-1199 (eventi estremi: 1199). Estati calde seconda metà del XII secolo compensate da **inverni rigidi**: 10 nel quarantennio 1150-1190 (25%).

Per il glacialismo alpino: **prima metà favorevole e seconda metà sfavorevole.**

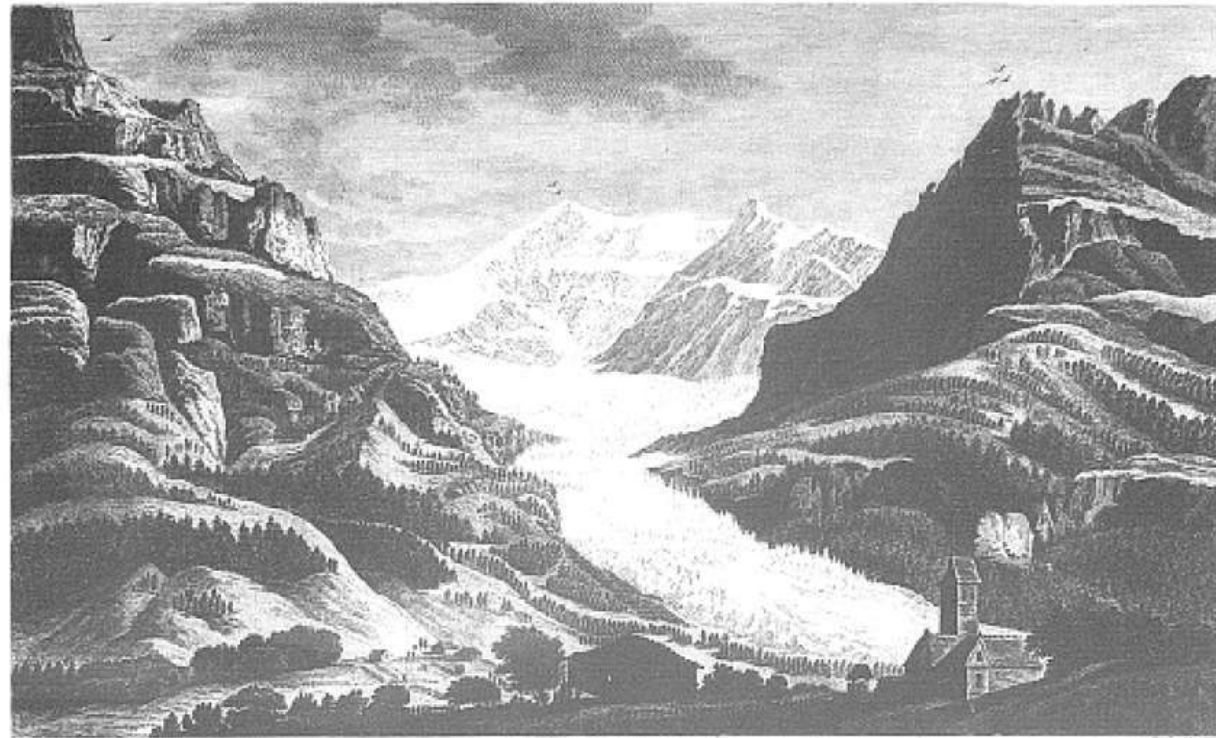
I ghiacciai

- 1091: un documento cita l'esistenza di ghiacciai presso **Chamonix** (*rupes alba*)
- 1146 e 1173: documenti sembrano attestare il **Ghiacciaio di Grindelwald inferiore** su posizioni piuttosto avanzate (simil tardo ottocentesche?); così anche il **Ghiacciaio di Aletsch** attorno alla metà del XII secolo

I ghiacciai alpini nel Basso Medioevo: sec. XII

1146 e 1173: Ghiacciaio di Grindelwald inferiore su posizioni (simil tardo ottocentesche?)

1150 ca.: Ghiacciaio di Aletsch in posizione avanzata ?



*View from Bern
to the Grindelwald
to the Aletsch - Aletsch - Bern*

UNTER - GLETSCHER,
ou glacier inférieur de la Vallée de Grindelwald, Canton de Berne.

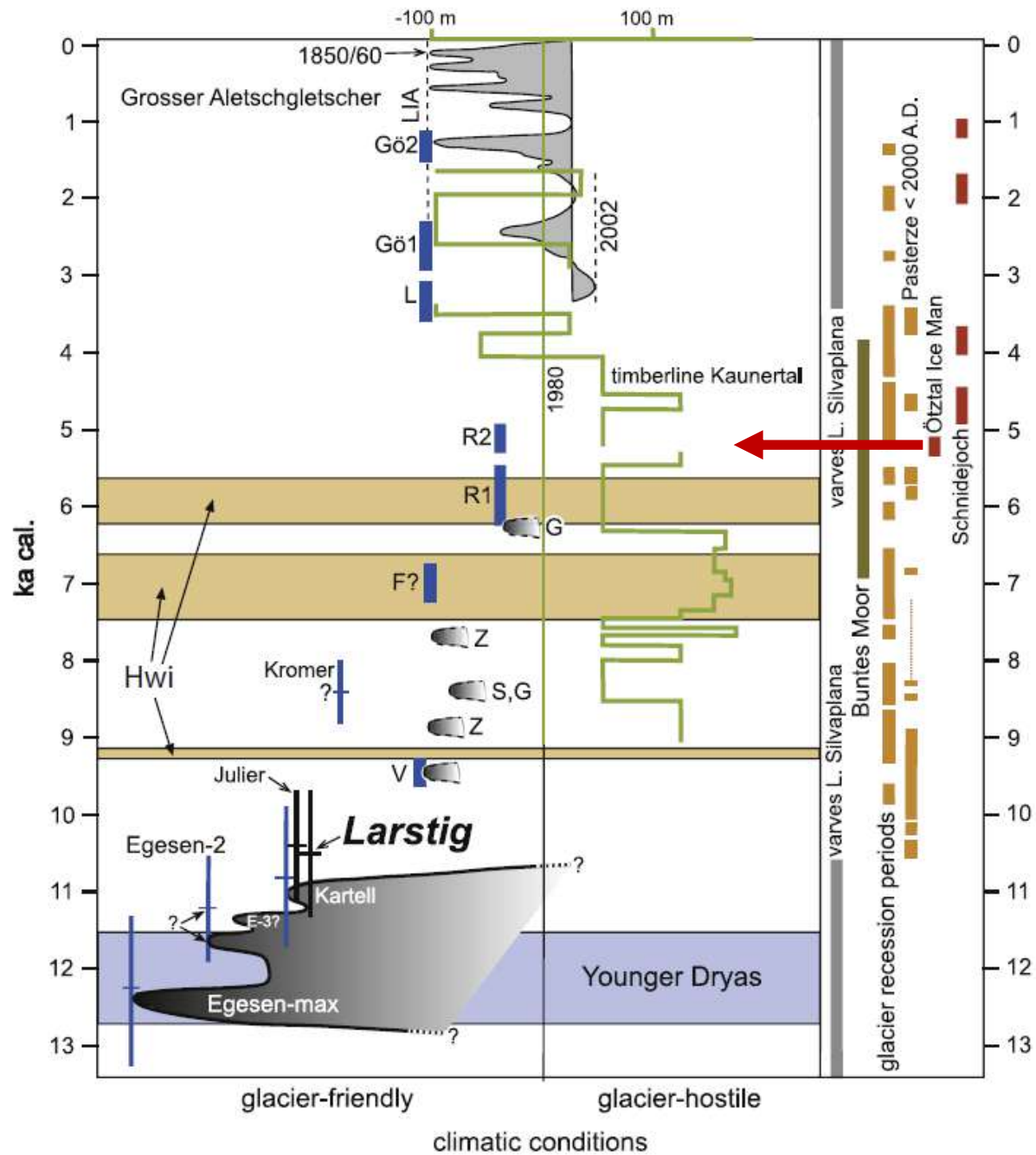
A. P. D. B.

1817

I ghiacciai alpini nel Basso Medioevo: sec. XIII (verso la PEG)

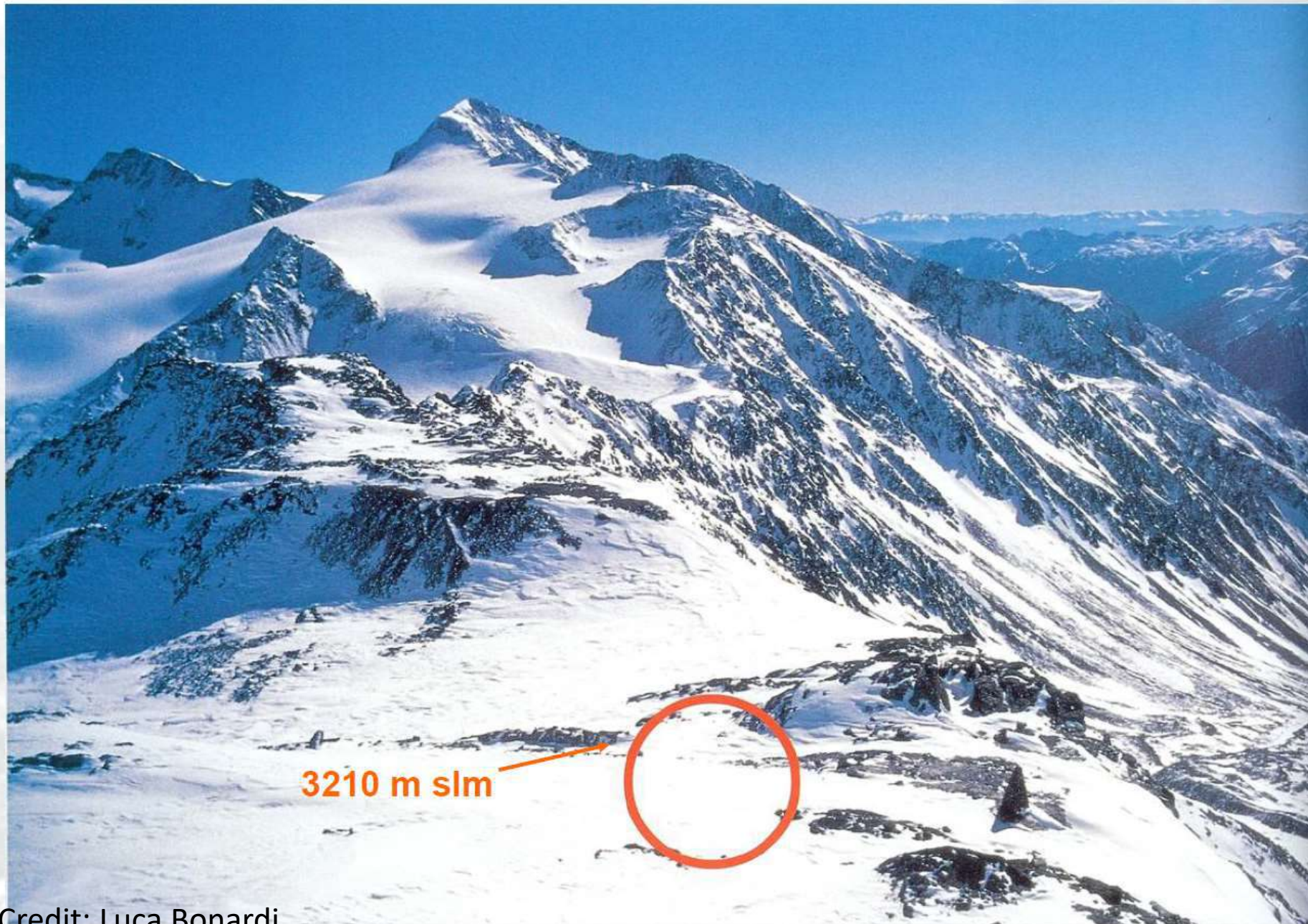
1246 e 1247 (*Rerum Berniensis*): i ghiacciai di Grindelwald in posizioni avanzate





Ivy Ochs et al., 2009

IL MEDIOEVO (e oltre) ALLA PROVA DI ÖTZI



Credit: Luca Bonardi

IL MEDIOEVO (e oltre) ALLA PROVA DI OTZI



Credit: Luca Bonardi



Foto: G. Cola, 2009



COSA RESTA DEL PCM NELLE ALPI?

- Incertezza per il periodo 900-1040
- Alcune fasi calde: 1090-1115; 1158-1190; 1236-41; 1279-86...
- Gli eventi di caldo “estremo” (1158, 1159, 1279, 1285...) attengono alla normale variabilità interannuale
- Alcune fasi comparabili alla situazione media del XX secolo: 1040-1068; 1138-1157; 1200-1235; 1245-1255...
- Alcune fasi fredde con caratteri assimilabili a quelli della PEG: 1069-1082; 1118-1137; 1192-1199; II metà XIII (in particolare 1270-1278)...

Il Periodo Caldo Medievale Alpino è certamente lontano dalle fantasiose ipotesi di +2/+3 °C rispetto al dato odierno e di pressoché totale scomparsa dei ghiacciai alpini che a essa corrisponderebbe!

Anzi, nessuna fase calda comparabile, per intensità e durata, a quella che ha interessato le Alpi negli ultimi 30 anni.

Who has contributed most to global CO₂ emissions?

Cumulative carbon dioxide (CO₂) emissions over the period from 1751 to 2017. Figures are based on production-based emissions which measure CO₂ produced domestically from fossil fuel combustion and cement, and do not correct for emissions embedded in trade (i.e. consumption-based). Emissions from international travel are not included.

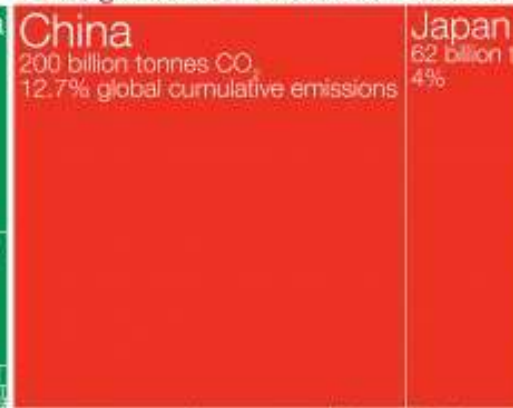
North America

457 billion tonnes CO₂
29% global cumulative emissions



Asia

457 billion tonnes CO₂
29% global cumulative emissions



EU-28
353 billion tonnes CO₂
22% global cumulative emissions



Europe
514 billion tonnes CO₂
33% global cumulative emissions

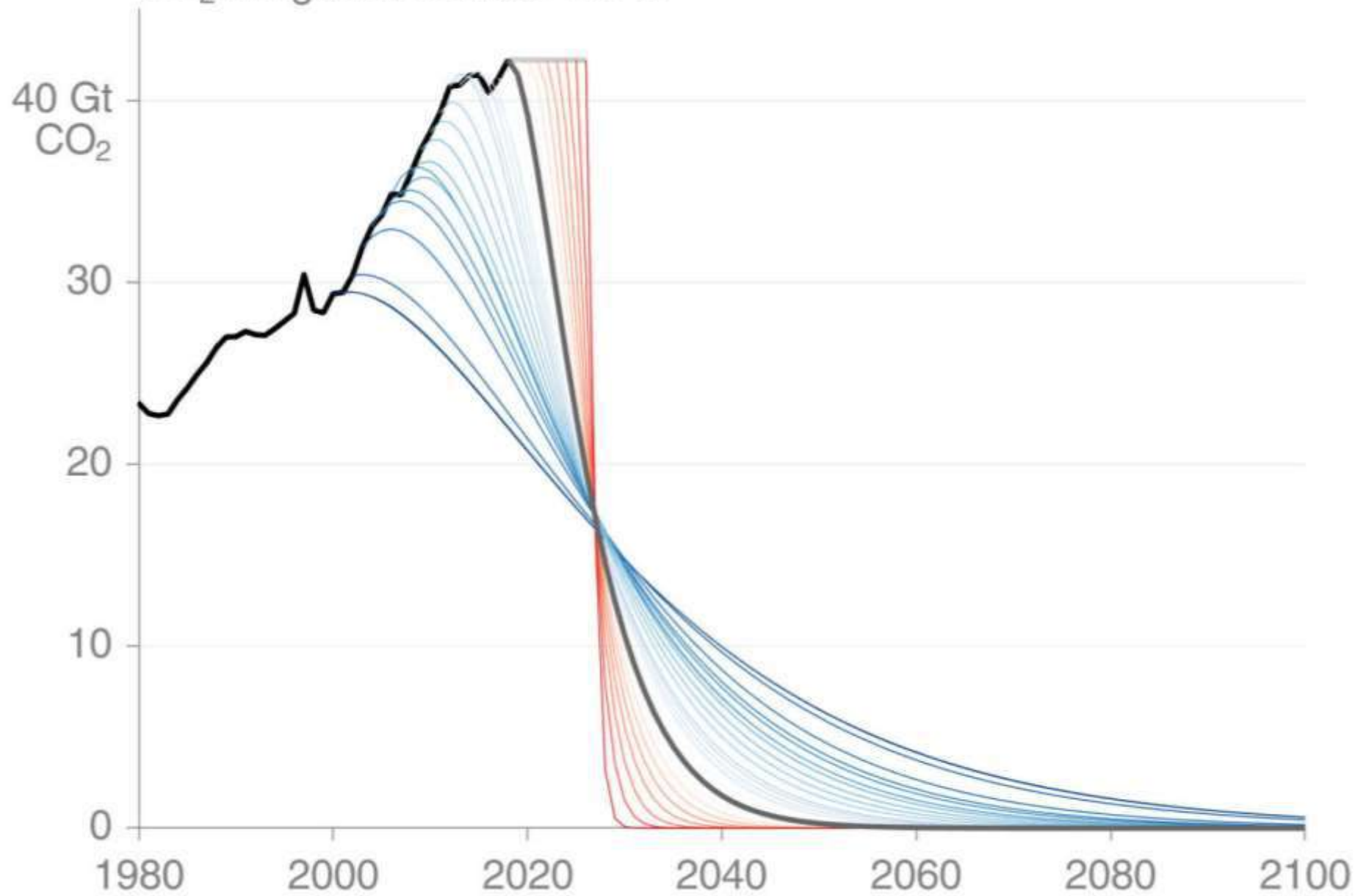


Figures for the 28 countries in the European Union have been grouped as the 'EU-28' since international targets and negotiations are typically set as a collaborative target between EU countries. Values may not sum to 100% due to rounding.

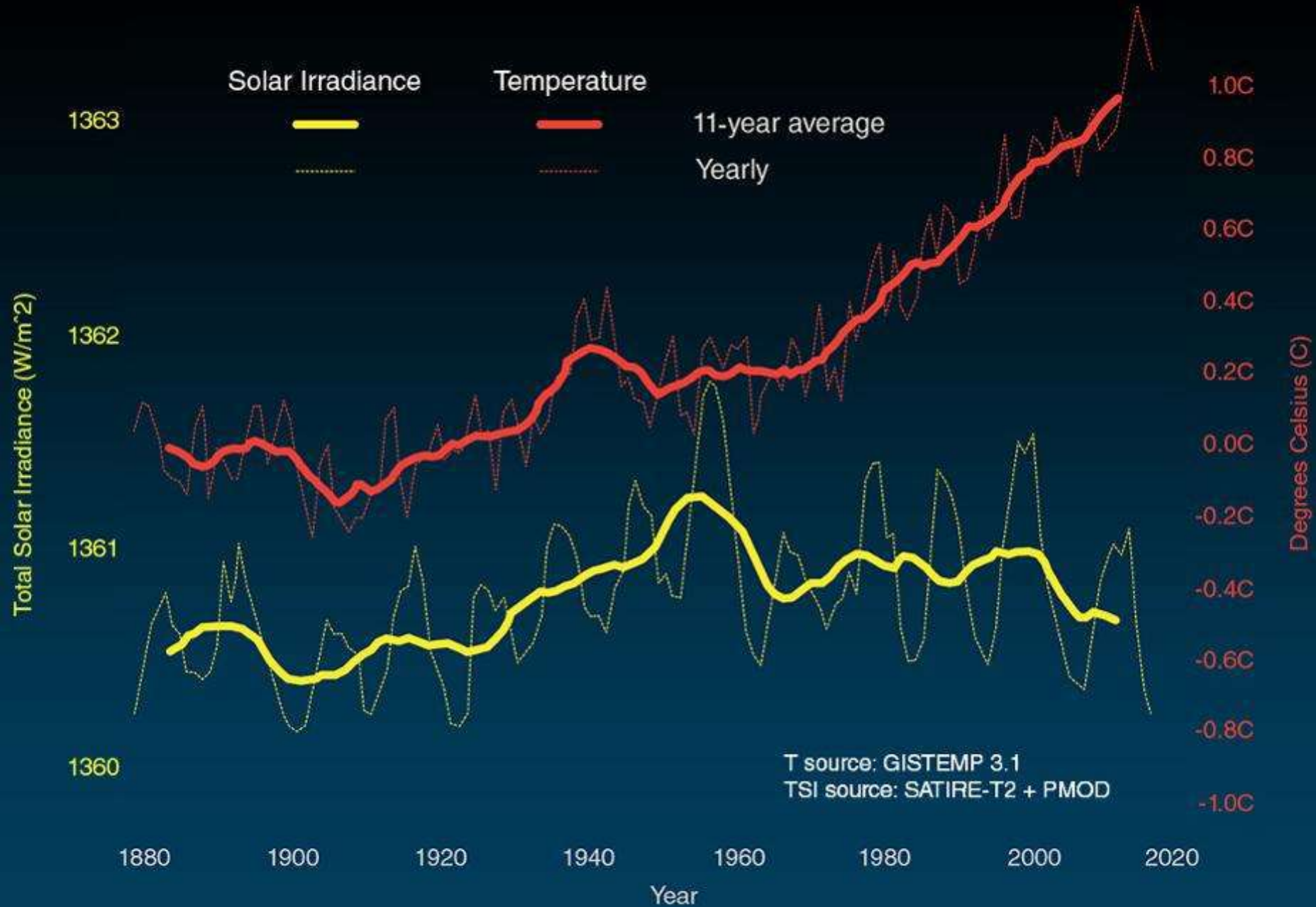
Data source: Calculated by Our World in Data based on data from the Global Carbon Project (GCP) and Carbon Dioxide Analysis Center (CDIAC). This is a visualization from OurWorldinData.org where you find data and research on how the world is changing.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

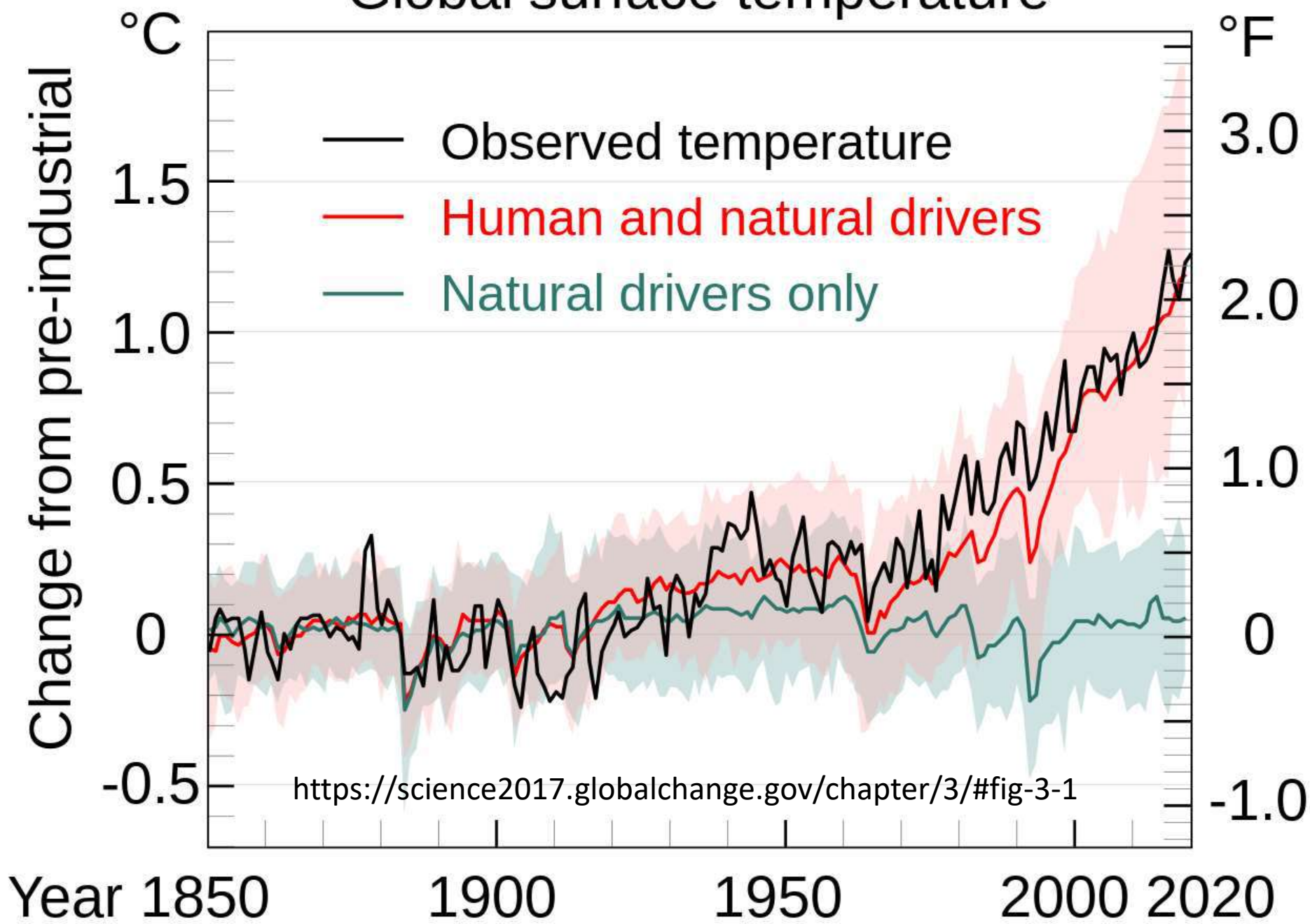
CO₂ mitigation curves: 1.5°C



Temperature vs Solar Activity

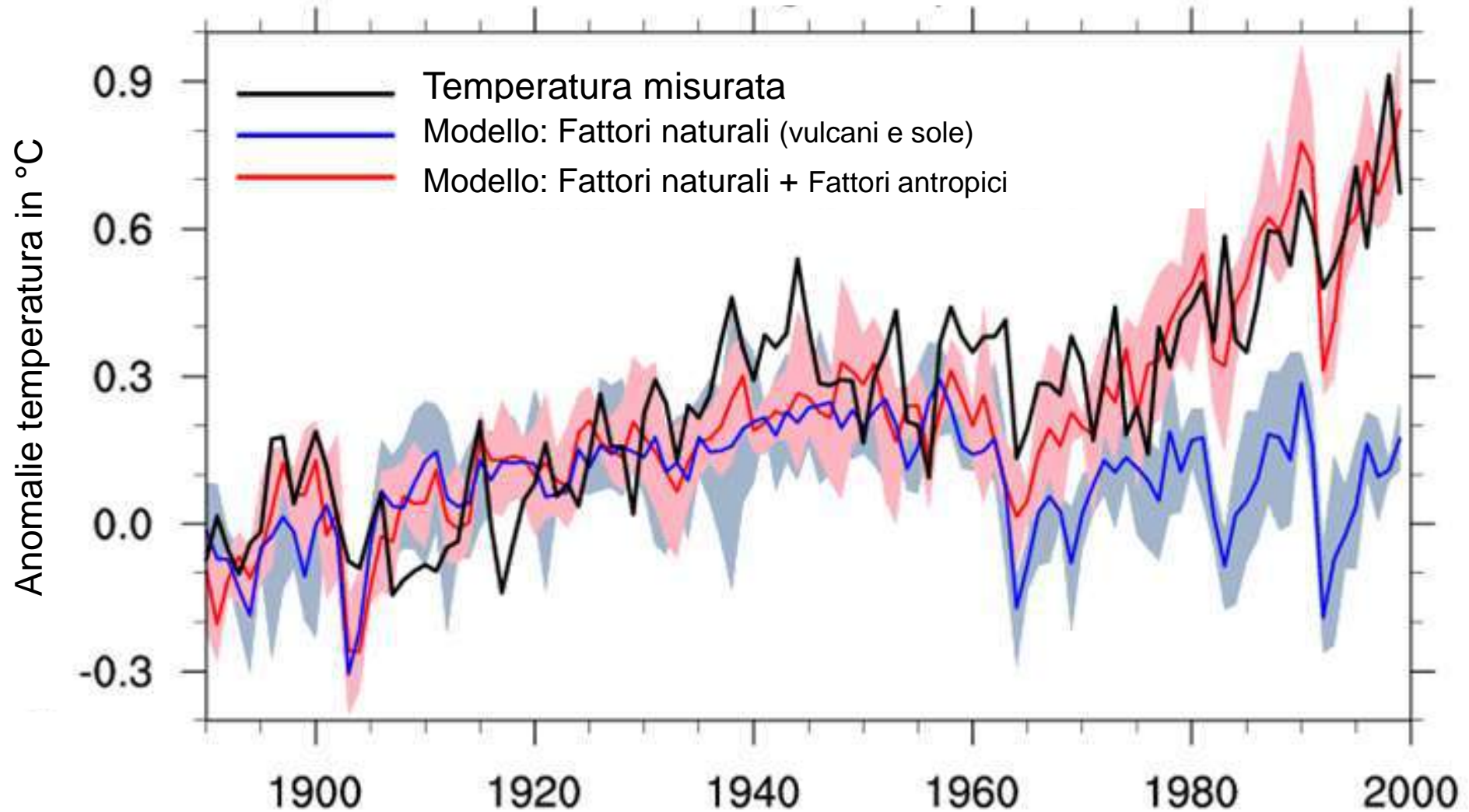


Global surface temperature



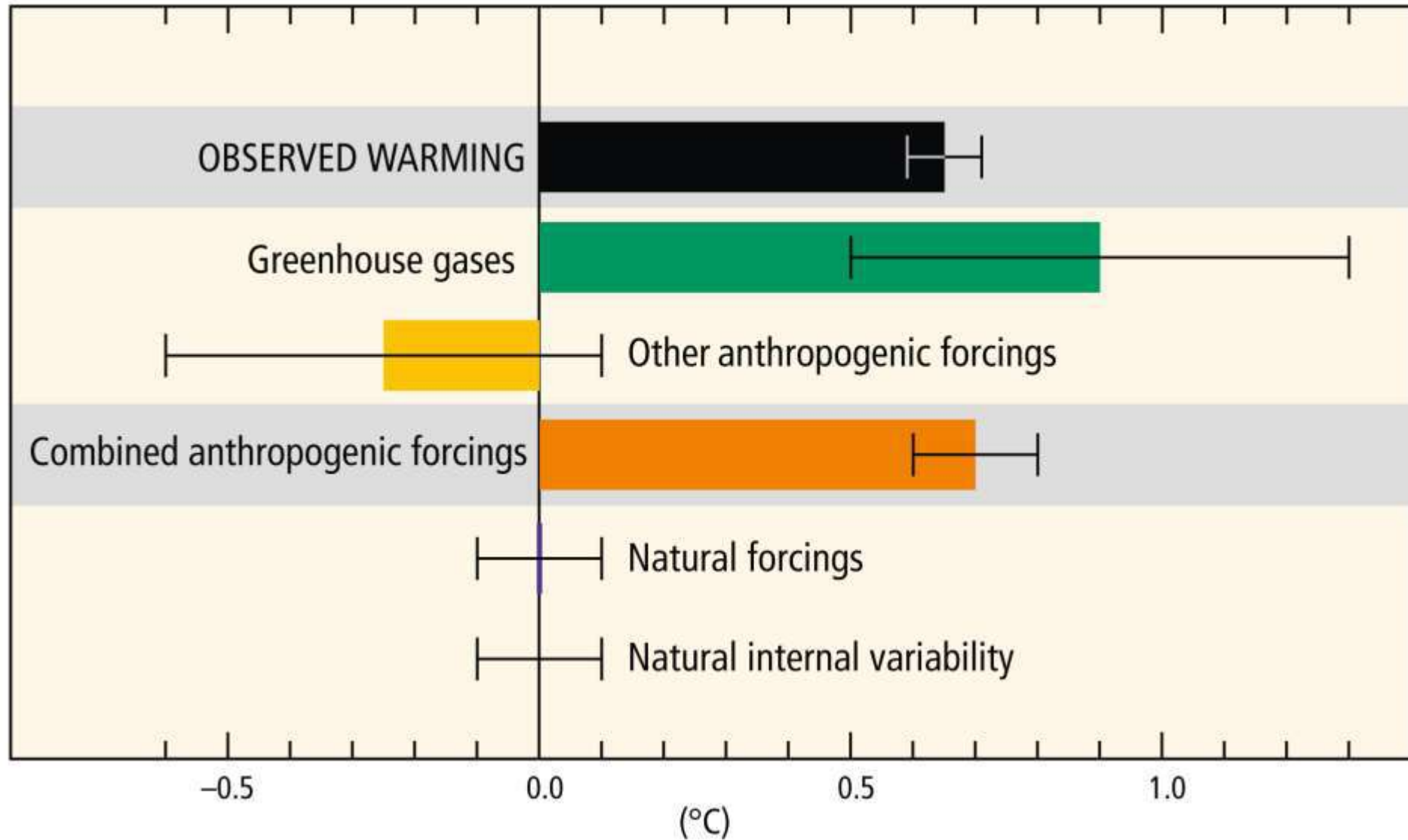
Fattori naturali che ci avrebbero portato verso il freddo

Temperatura del pianeta

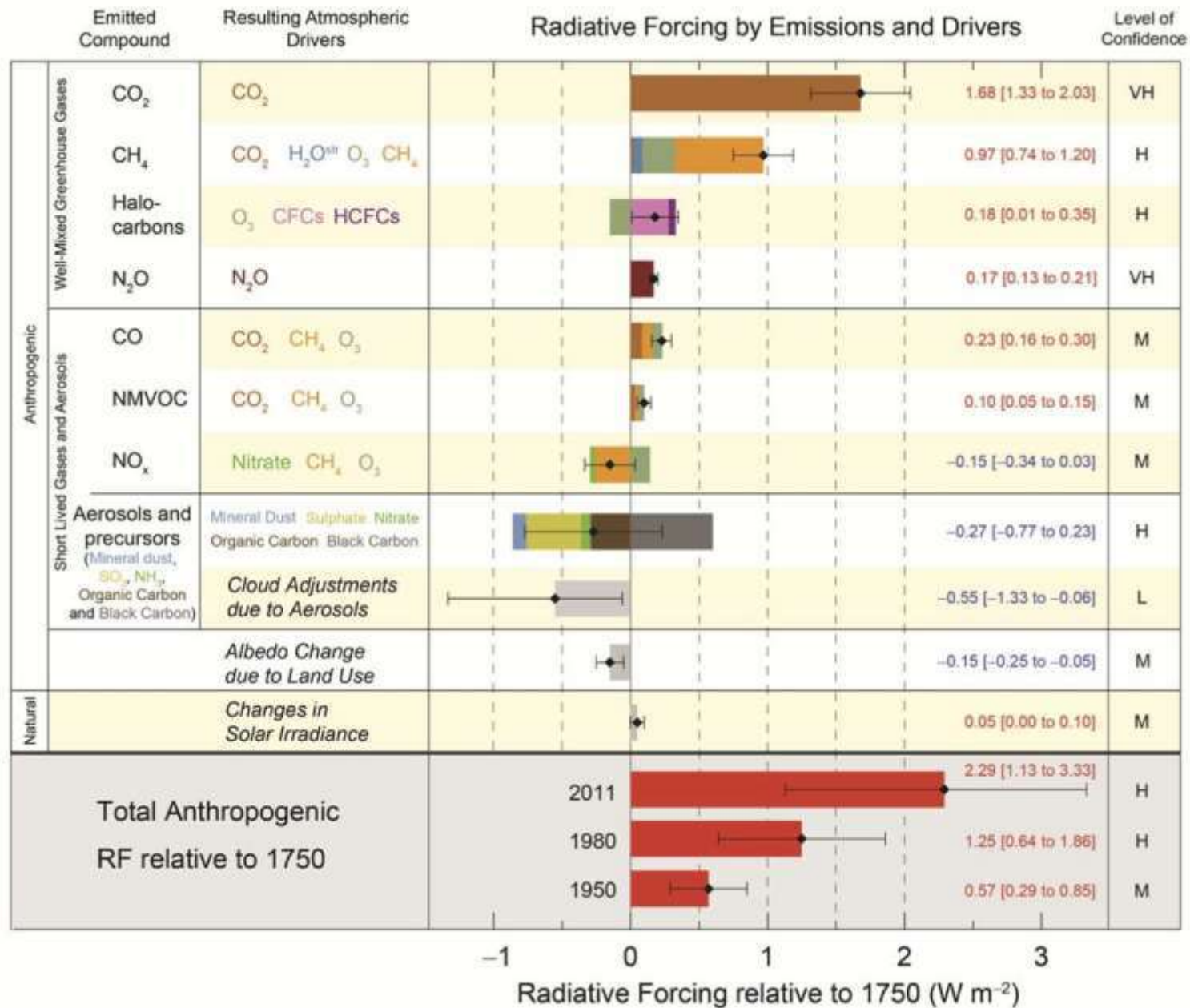


La febbre del pianeta

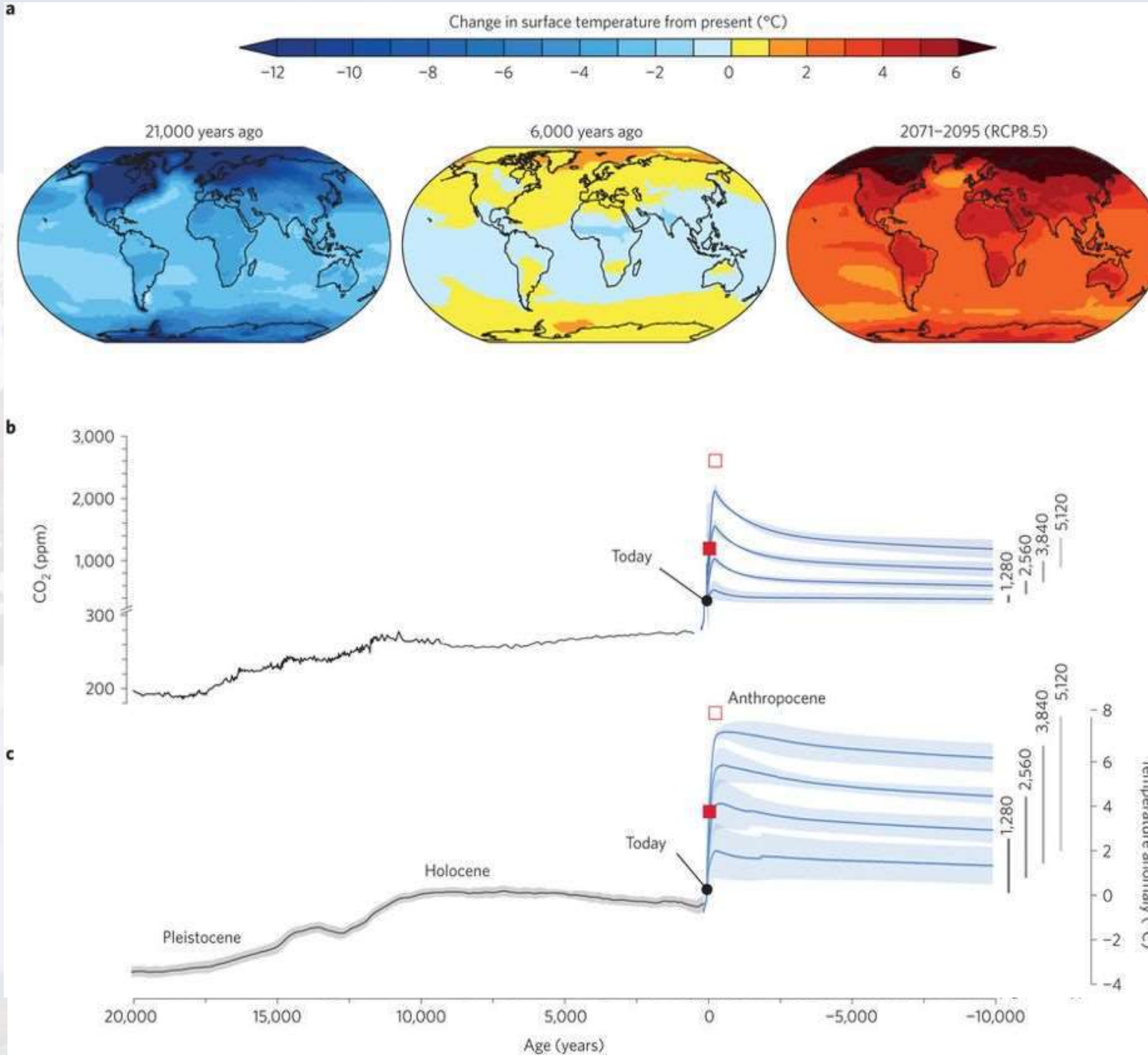
Contributions to observed surface temperature change over the period 1951–2010




Forzanti radiative dei diversi gas serra



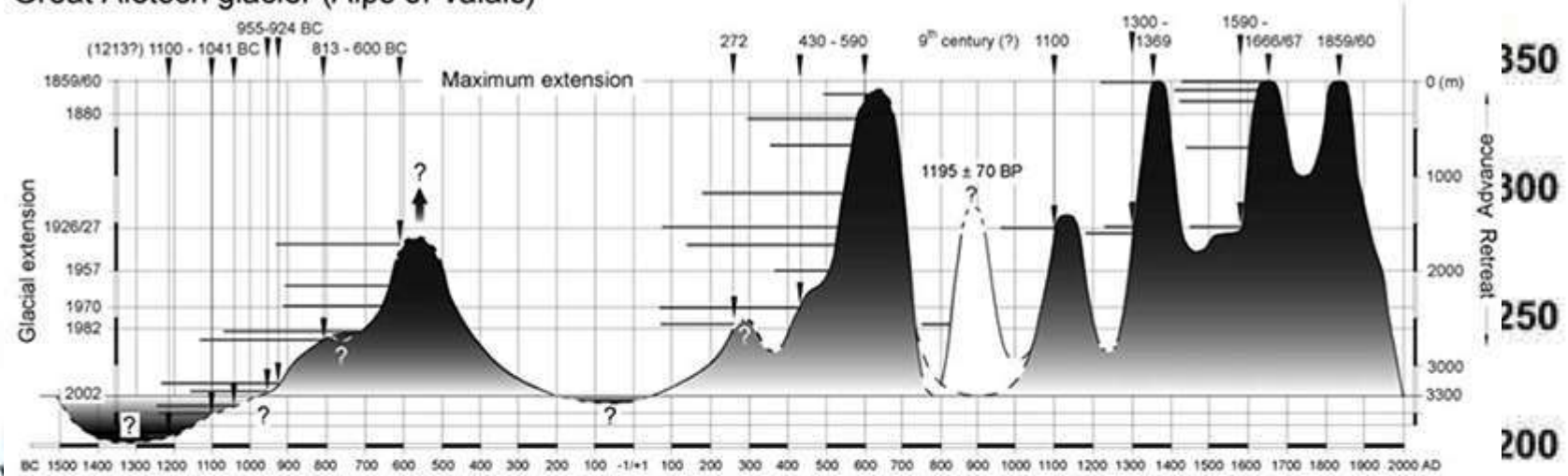
Aggiunto energia alla terra pari ad 1 led ogni m² del pianeta



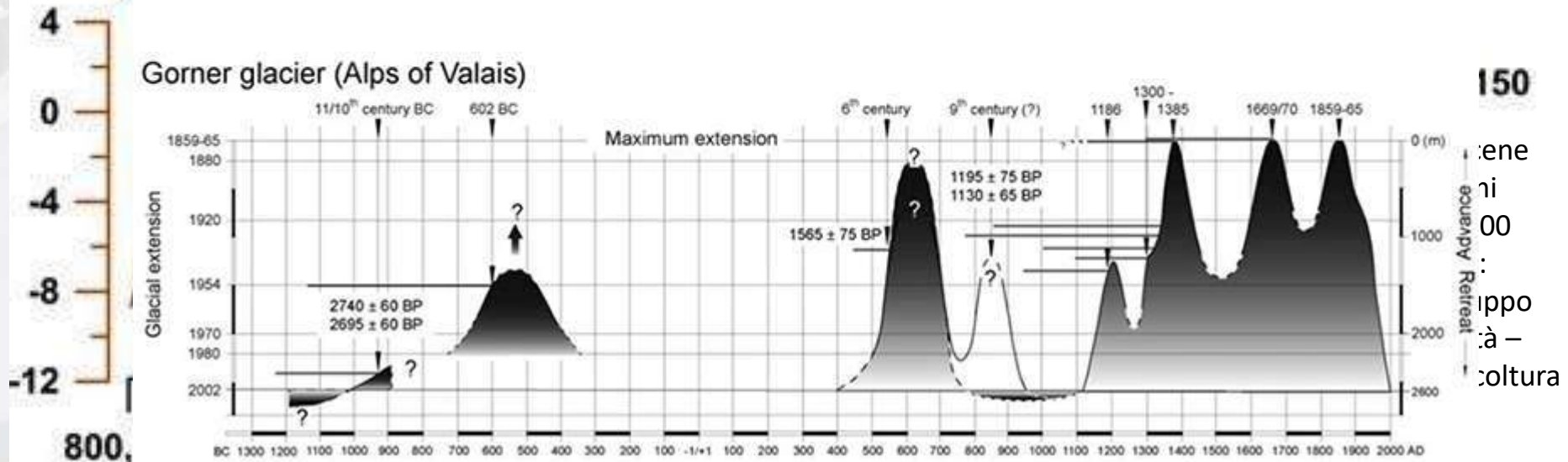
Clark, Peter U., et al.
 "Consequences of
 twenty-first-century
 policy for multi-
 millennial climate and
 sea-level
 change." *Nature
 climate change* 6.4
 (2016): 360-369.

2019: 415 ppm **Current**  400

Great Aletsch glacier (Alps of Valais)



Gorner glacier (Alps of Valais)



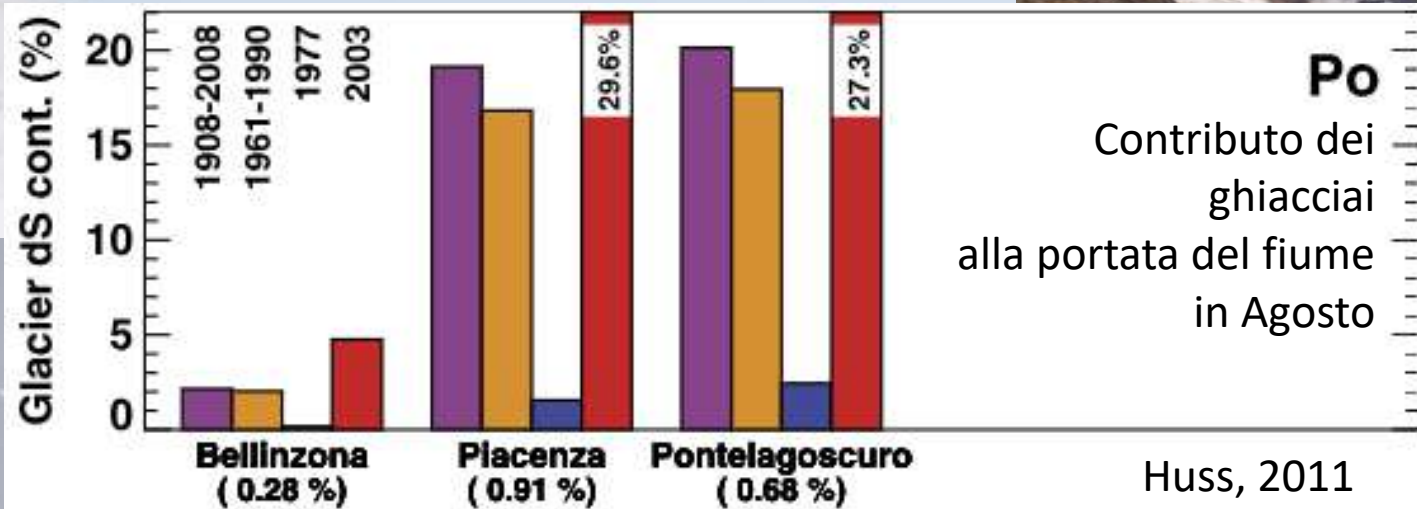
Migliaia di anni dal presente

Risorsa idrica

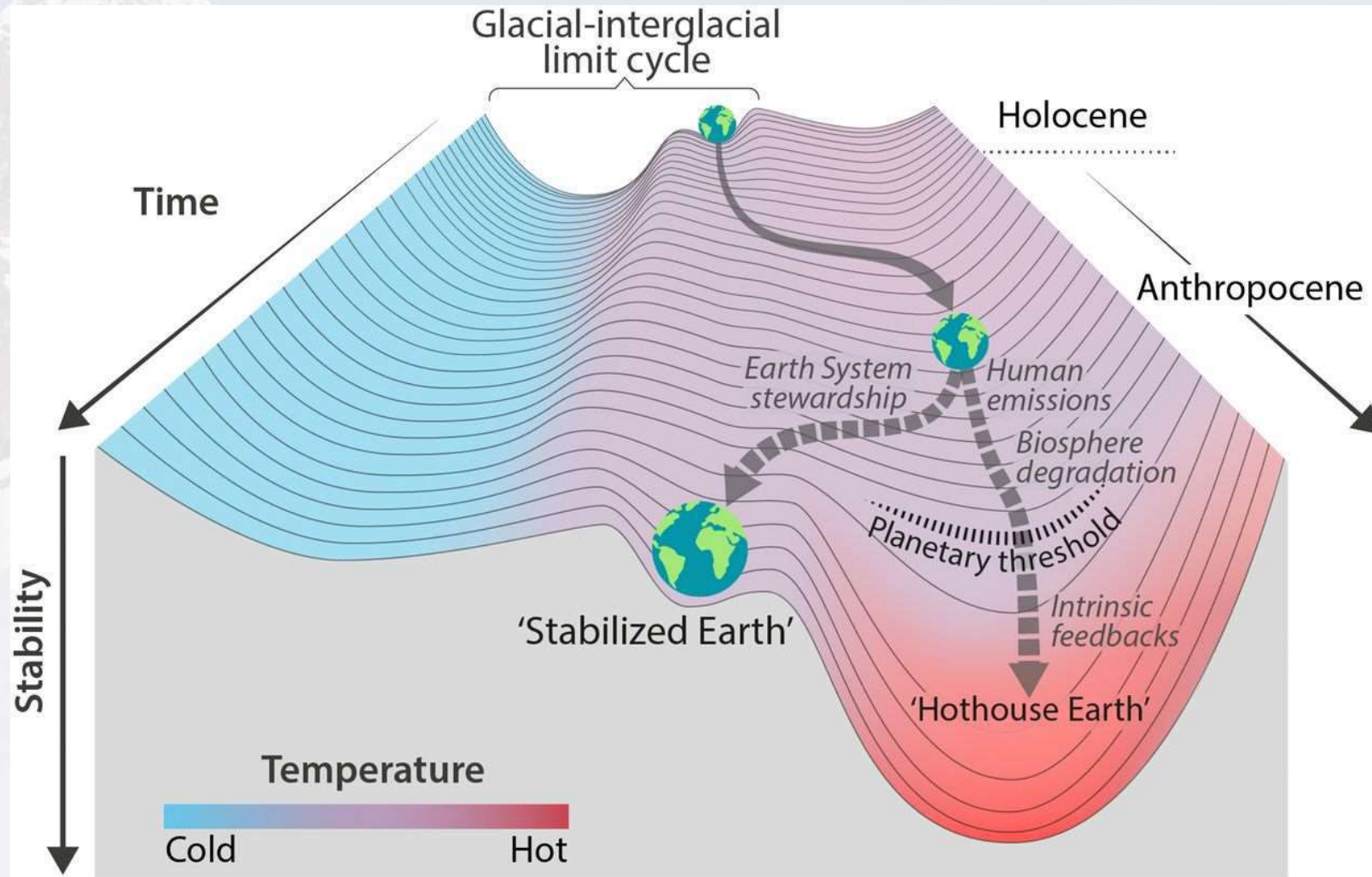
Lombardia: **3.5 km³** di acqua

Alpi: **117 km³** di acqua nei ghiacciai

(Huss and Farinotti, 2012)



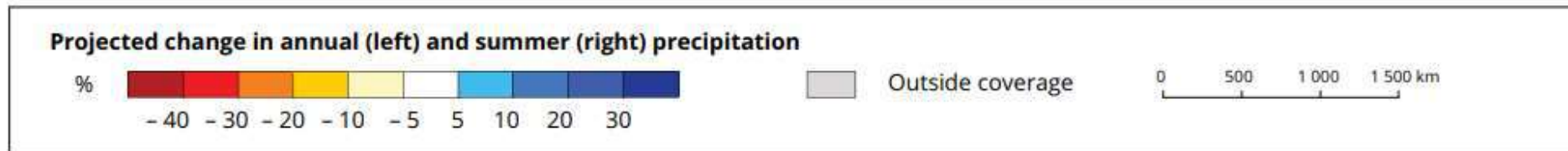
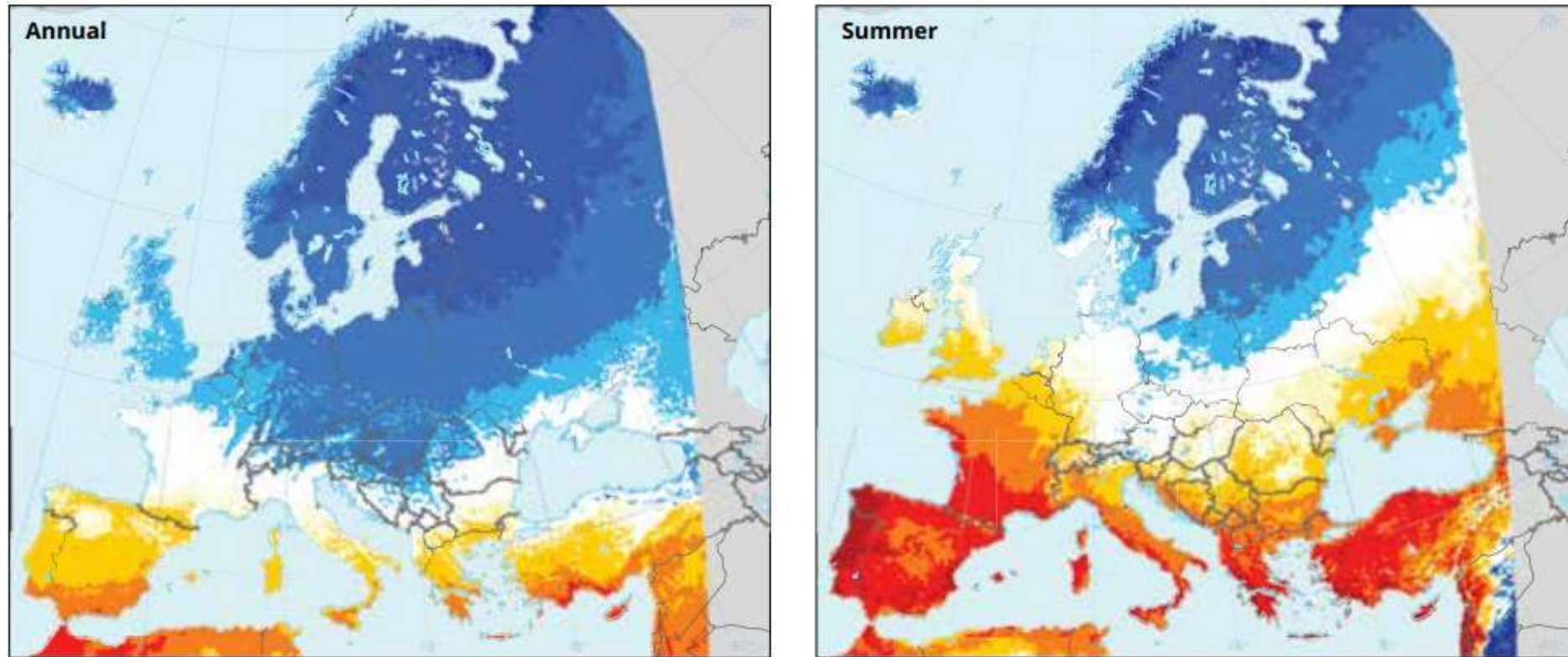
Stability landscape showing the pathway of the Earth System out of the Holocene and thus, out of the glacial–interglacial limit cycle to its present position in the hotter Anthropocene.



Will Steffen et al. PNAS 2018;115:33:8252-8259

PNAS

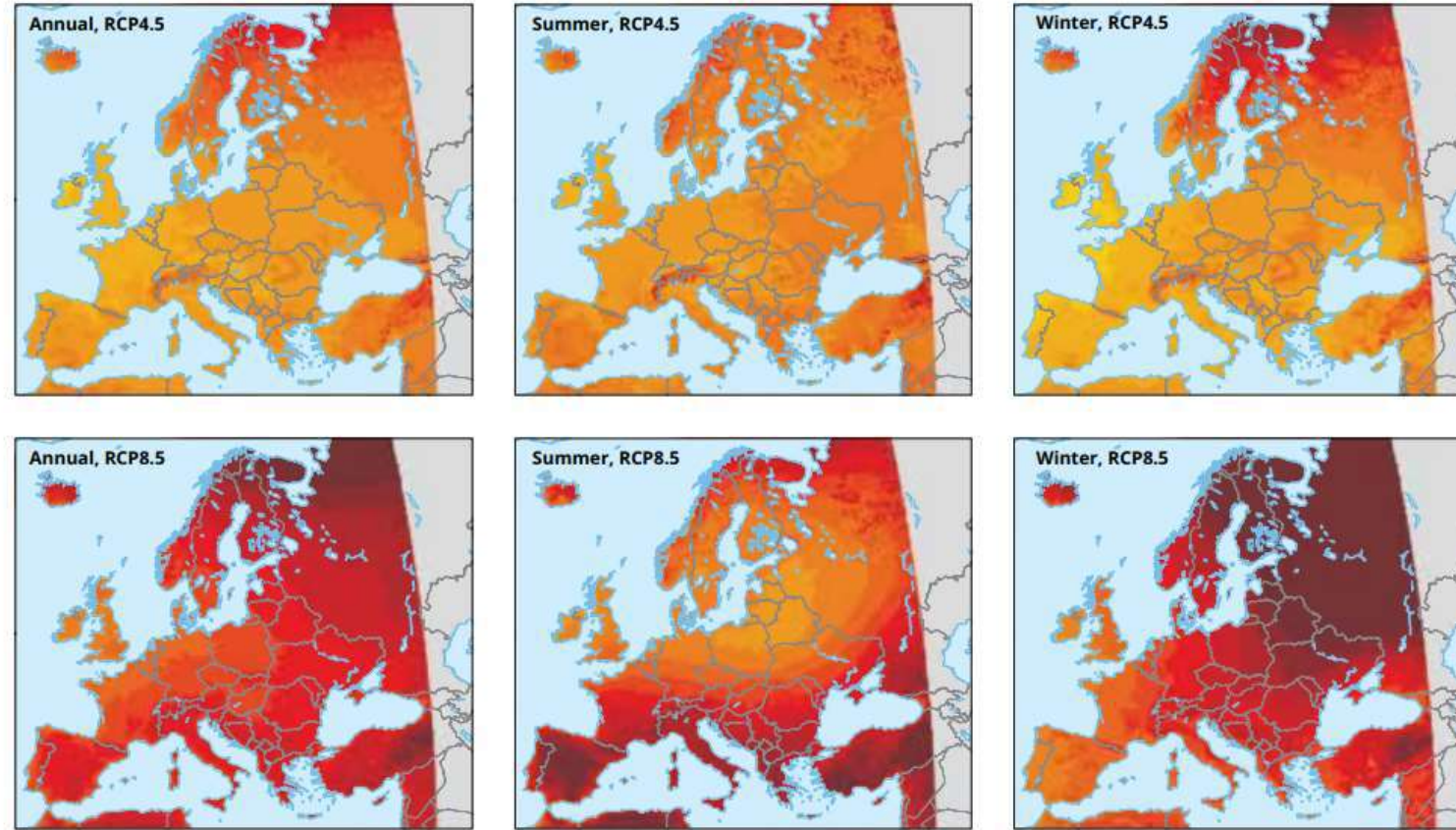
Map 3.8 Projected change in annual and summer precipitation



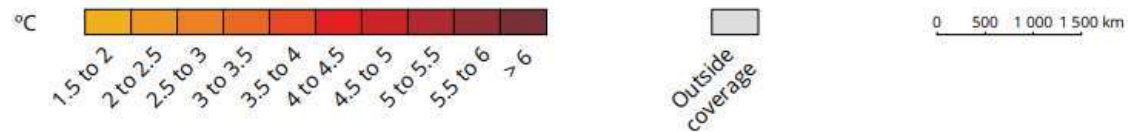
Note: This map shows projected changes in annual (left) and summer (right) precipitation (%) in the period 2071–2100 compared with the baseline period 1971–2000 for the forcing scenario RCP8.5. Model simulations are based on the multi-model ensemble average of many different RCM simulations from the EURO-CORDEX initiative.

Source: EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014).

Map 3.4 Projected changes in mean annual, summer and winter temperature for the forcing scenarios RCP4.5 and RCP8.5



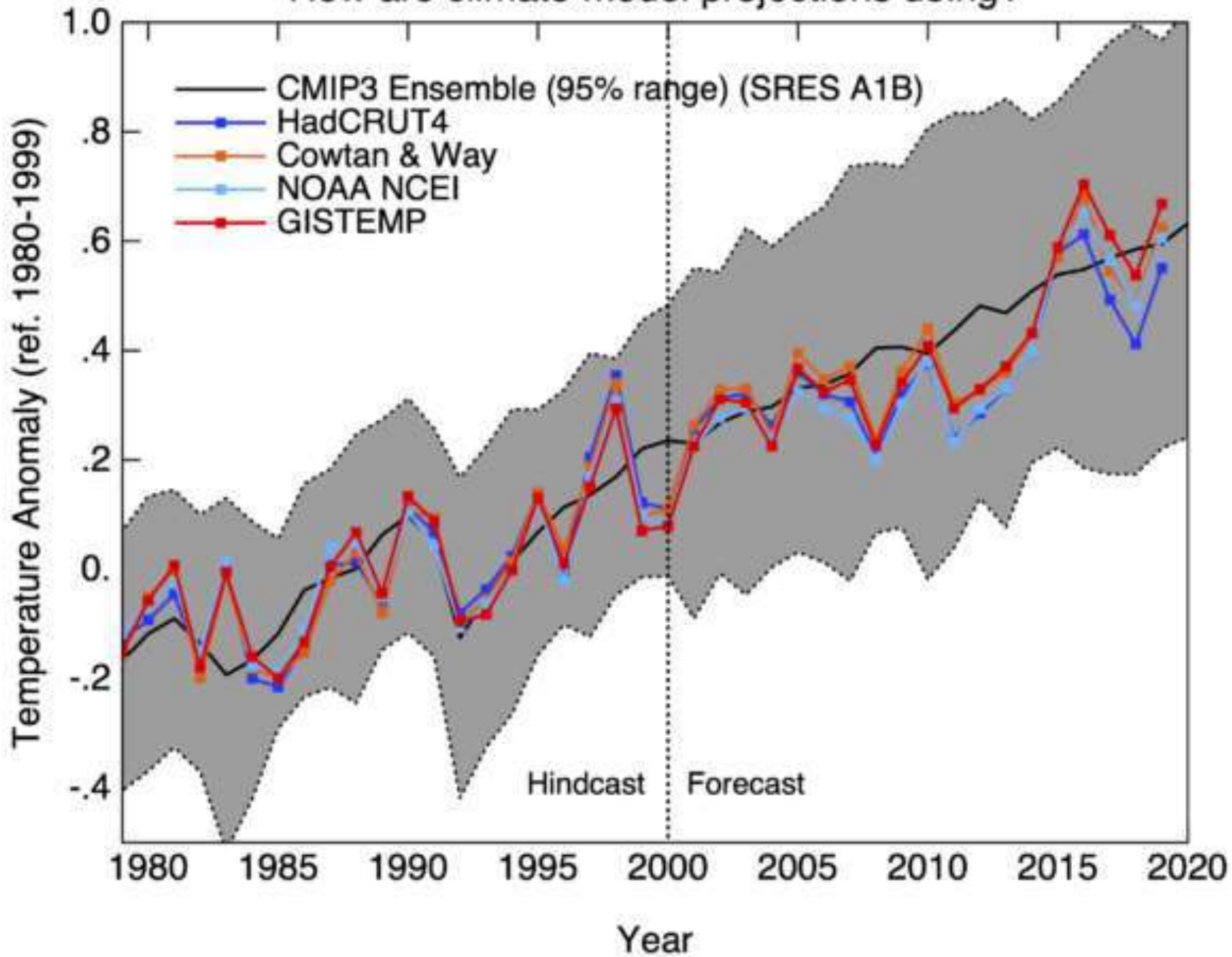
Projected change in annual, summer and winter temperature for the forcing scenarios RCP4.5 and RCP8.5



Note: This map shows projected changes in mean annual (left), summer (middle) and winter (right) near-surface air temperature (°C) in the period 2071–2100 compared with the baseline period 1971–2000 for the forcing scenarios RCP4.5 (top) and RCP8.5 (bottom). Model simulations are based on the multi-model ensemble average of many different combined GCM–RCM simulations from the EURO-CORDEX initiative.

Source: EURO-CORDEX (Jacob et al., 2014).

How are climate model projections doing?



Who has contributed most to global CO₂ emissions?

Cumulative carbon dioxide (CO₂) emissions over the period from 1751 to 2017. Figures are based on production-based emissions which measure CO₂ produced domestically from fossil fuel combustion and cement, and do not correct for emissions embedded in trade (i.e. consumption-based). Emissions from international travel are not included.

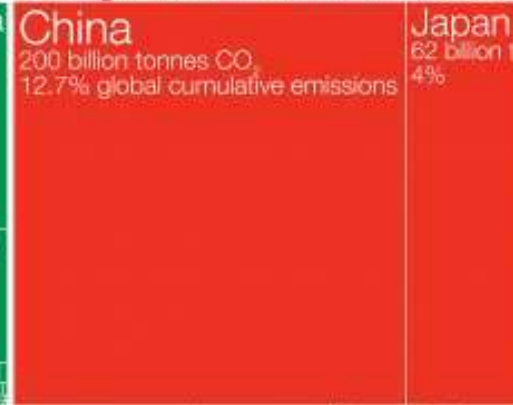
North America

457 billion tonnes CO₂
29% global cumulative emissions

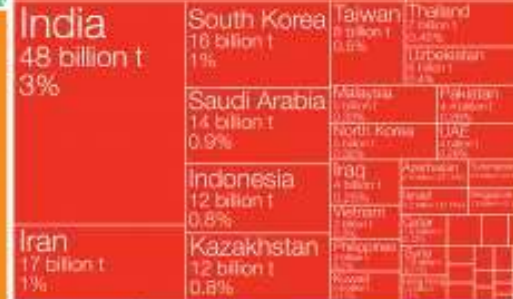


Asia

457 billion tonnes CO₂
29% global cumulative emissions



EU-28
353 billion tonnes CO₂
22% global cumulative emissions



Europe
514 billion tonnes CO₂
33% global cumulative emissions

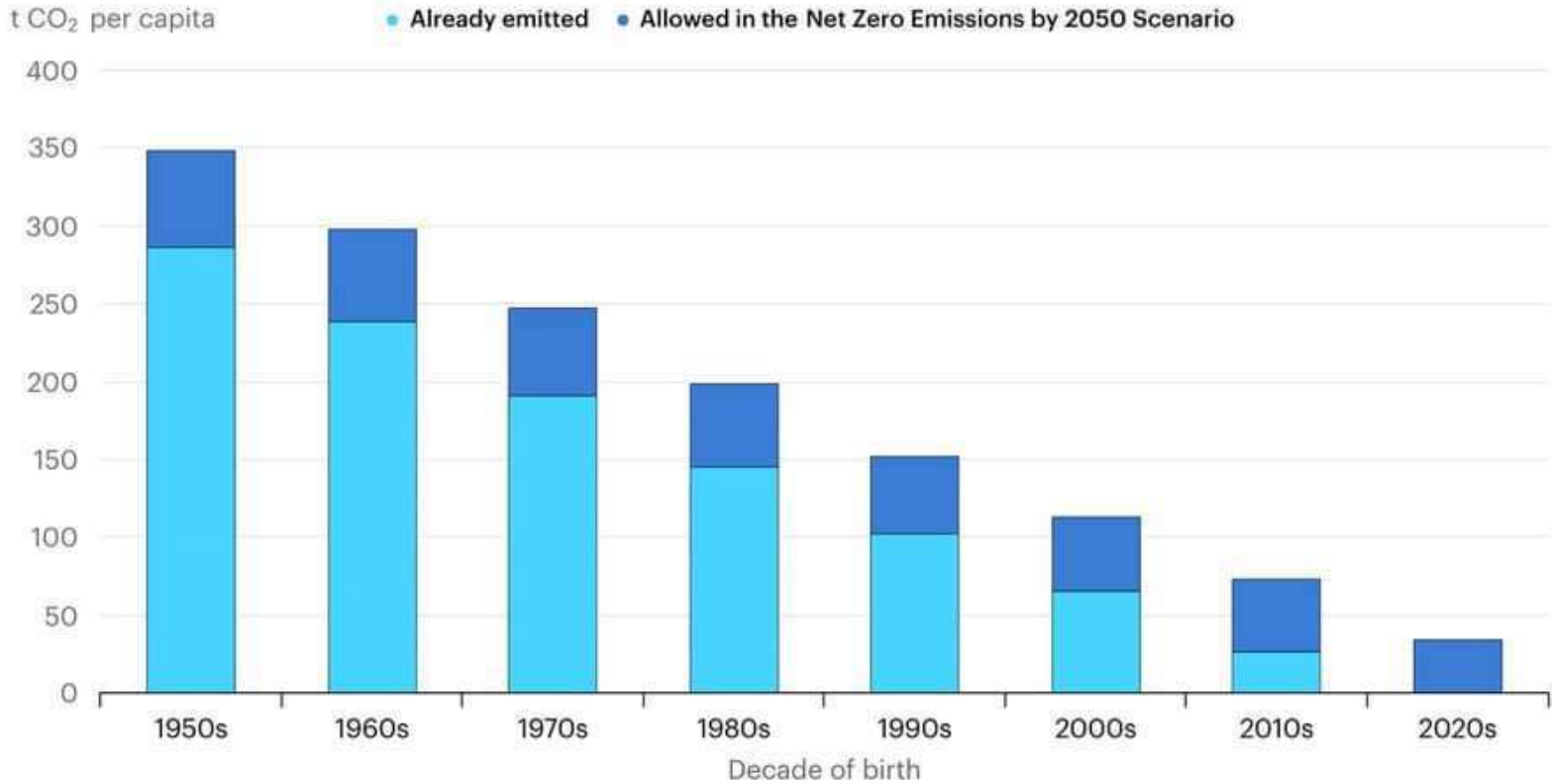


Figures for the 28 countries in the European Union have been grouped as the 'EU-28' since international targets and negotiations are typically set as a collaborative target between EU countries. Values may not sum to 100% due to rounding.

Data source: Calculated by Our World in Data based on data from the Global Carbon Project (GCP) and Carbon Dioxide Analysis Center (CDIAC). This is a visualization from OurWorldinData.org where you find data and research on how the world is changing.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

Quanta CO2 ha emesso ognuno di noi in base alla data di nascita e quanta ne rimane a disposizione per restare entro i + 2°C



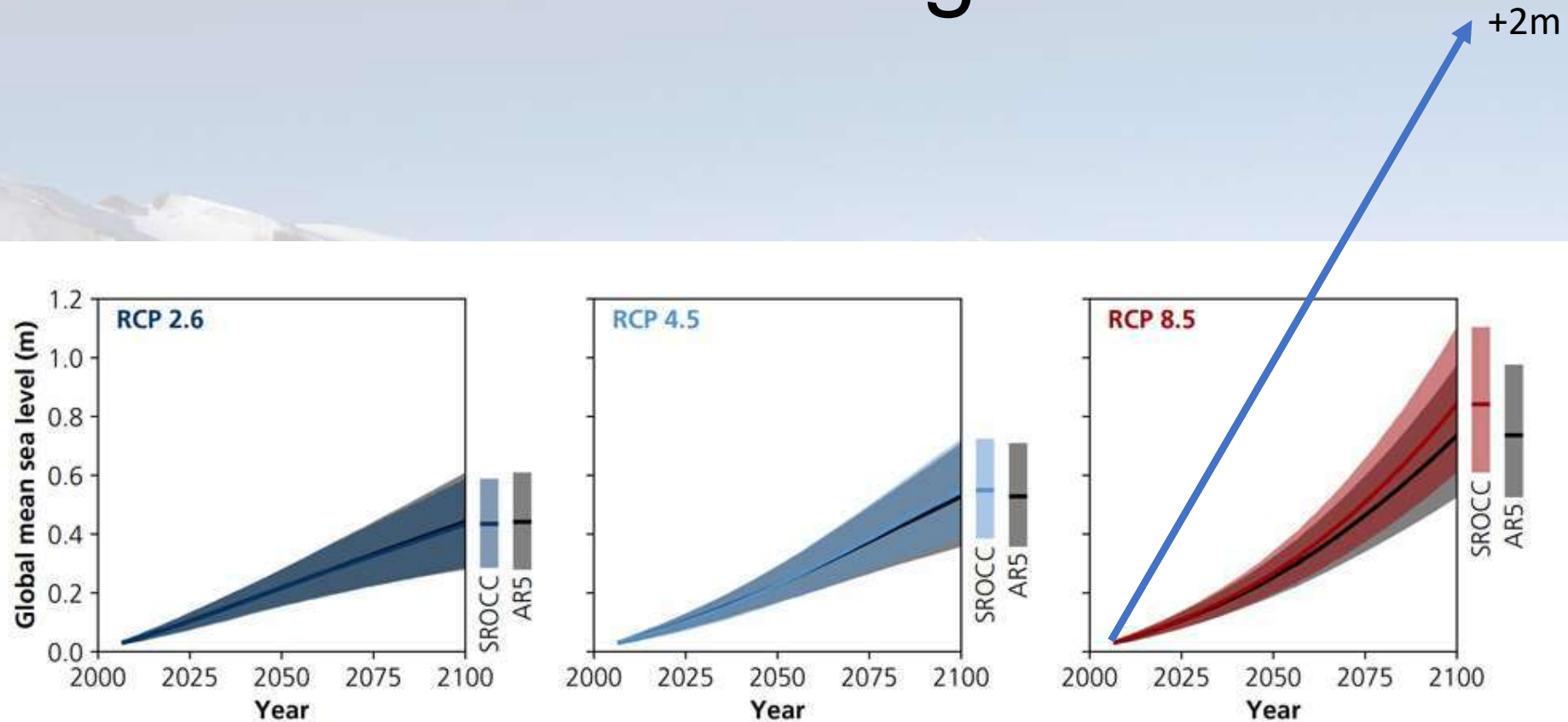
International Energy Agency

Conseguenze previste per l'area mediterranea europea

- Grande incremento delle ondate di calore
- Calo delle precipitazioni e della portata dei fiumi
- Aumenta il rischio di siccità
- Aumenta la perdita di biodiversità
- Aumentano gli incendi boschivi
- Aumenta la competizione per l'acqua
- Aumenta la richiesta di acqua per l'agricoltura
- Calano i raccolti
- Aumenta la mortalità per ondate di calore
- Si allarga l'habitat per le malattie tropicali
- Cala il potenziale per la produzione di energia
- Aumenta la richiesta di energia per il condizionamento estivo
- Cala il turismo estivo
- Aumentano i rischi per eventi climatici estremi
- Influenza negativa sulla maggior parte dei settori economici
- Alta vulnerabilità dagli effetti del cambiamento climatico al di fuori dell'Europa (migrazioni)



Innalzamento degli oceani



Senza adattamento, l'innalzamento del livello del mare, la crescita demografica e la subsidenza potrebbero determinare l'inondazione di 136 principali città costiere con danni da 6 miliardi di dollari all'anno fino a 1.000 miliardi di dollari entro il 2050.

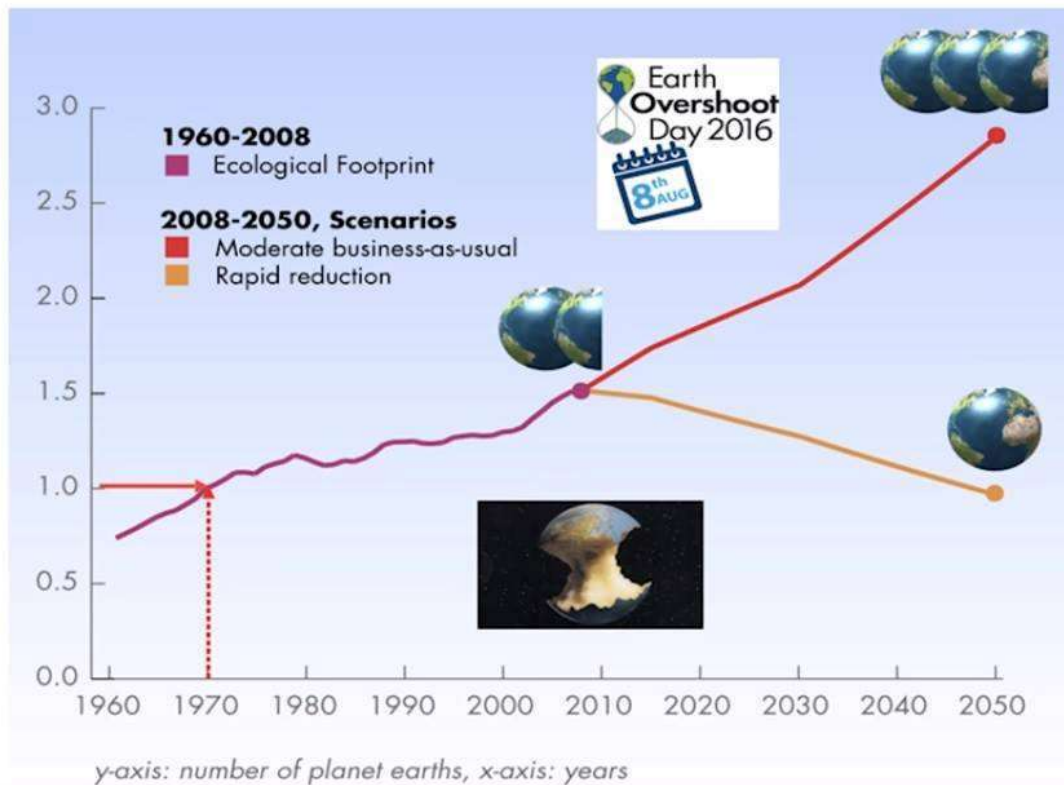
Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment

Jonathan L. Bamber, Michael Oppenheimer, Robert E. Kopp, Willy P. Aspinall, and Roger M. Cooke

PNAS June 4, 2019 116 (23) 11195-11200; first published May 20, 2019 <https://doi.org/10.1073/pnas.1817205116>

Edited by Stefan Rahmstorf, Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany, and accepted by Editorial Board Member Hans J. Schellnhuber April 8, 2019 (received for review October 5, 2018)

perdita di terreni per 1,79 milioni di km²
187 milioni di persone potrebbero essere costrette a emigrare



How many Earths do we need if the world's population lived like...

U.S.A.	5.0	
Australia	4.1	
South Korea	3.5	
Russia	3.3	
Germany	3.0	
Switzerland	2.9	
U.K.	2.9	
France	2.8	
Japan	2.8	
Italy	2.6	
Spain	2.3	
China	2.2	
Brazil	1.8	
India	0.7	
World	1.7	

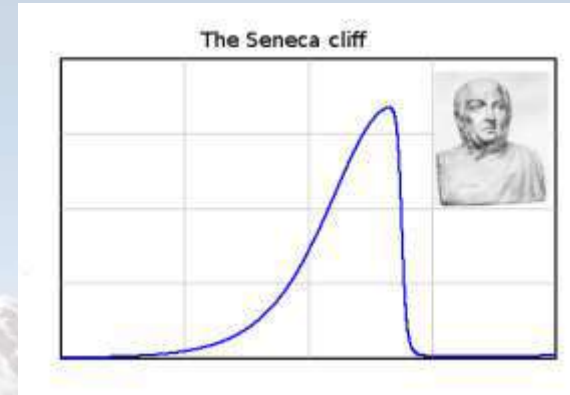
Source: Global Footprint Network National Footprint Accounts 2018.

Confini Planetari



“Dirupo di Seneca”, perché Seneca disse che la crescita è lenta e la rovina è rapida

Il paradosso della crescita infinita in un pianeta finito

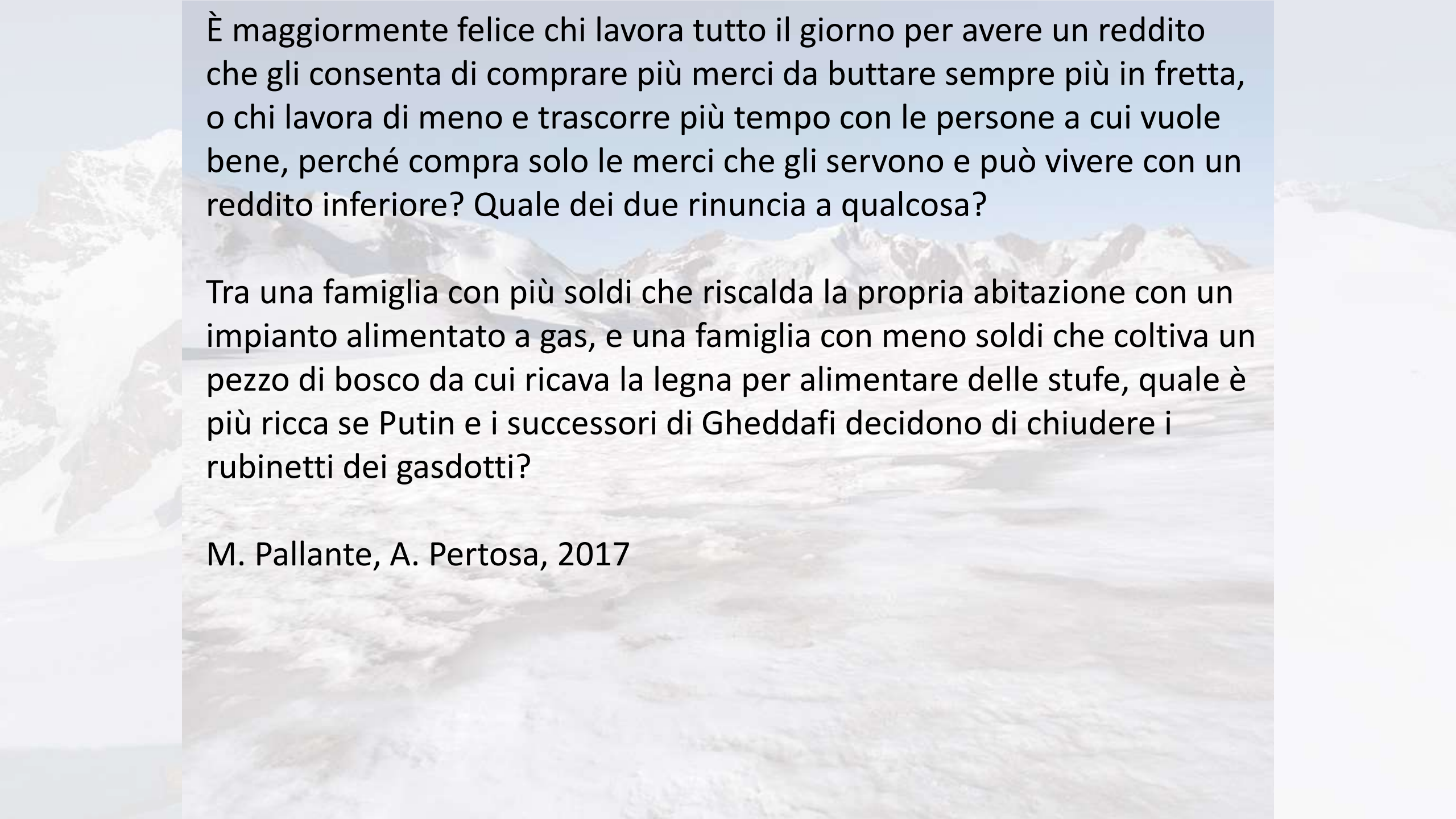


Capire il presente per prepararsi al futuro

- **Transizione energetica - risparmio energetico** da energie fossili a rinnovabili (industria, trasporti, edilizia)
- **Transizione etica** da crescita materiale a crescita culturale e scientifica

Non ci può essere superamento della crisi climatica senza una grande rivoluzione alimentata da un ambientalismo scientifico e umanistico.

Anche le idee e la cultura sono parte della biosfera. Abbiamo bisogno di pensare diversamente.

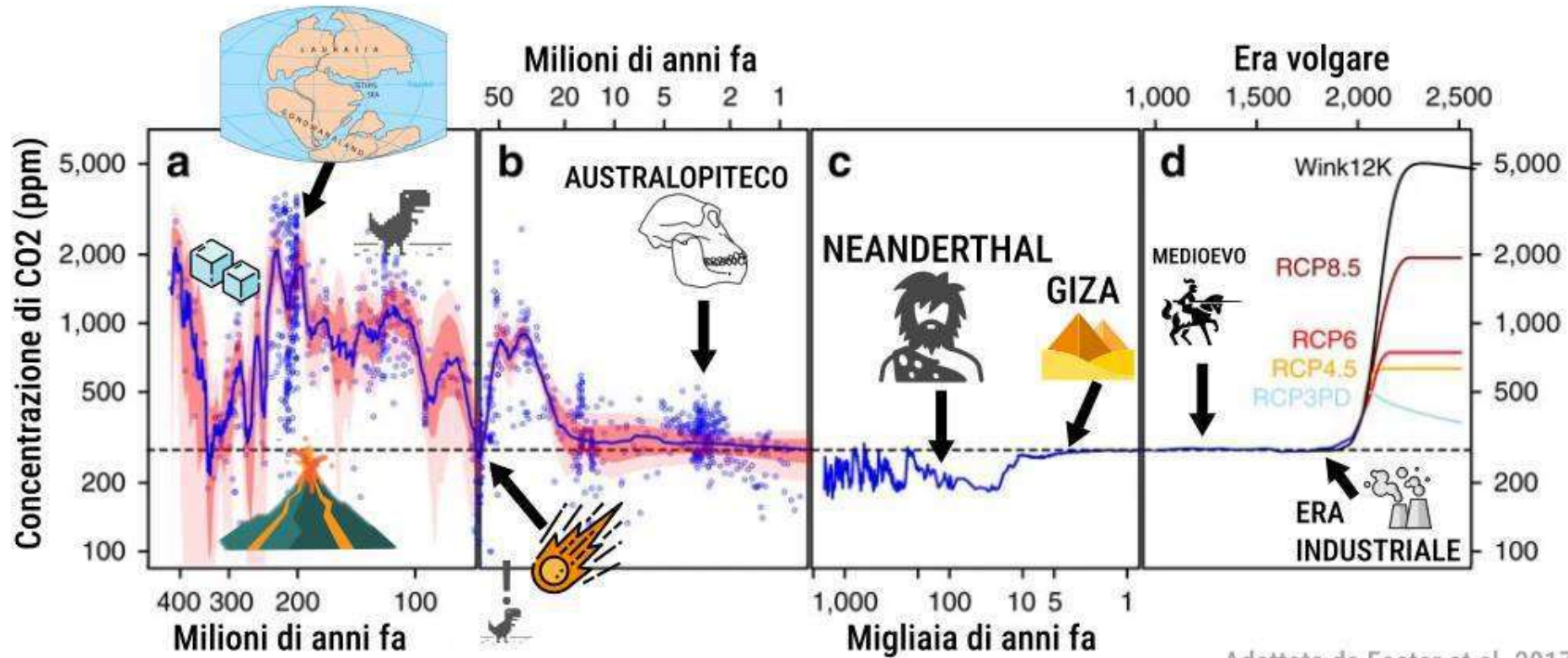


È maggiormente felice chi lavora tutto il giorno per avere un reddito che gli consenta di comprare più merci da buttare sempre più in fretta, o chi lavora di meno e trascorre più tempo con le persone a cui vuole bene, perché compra solo le merci che gli servono e può vivere con un reddito inferiore? Quale dei due rinuncia a qualcosa?

Tra una famiglia con più soldi che riscalda la propria abitazione con un impianto alimentato a gas, e una famiglia con meno soldi che coltiva un pezzo di bosco da cui ricava la legna per alimentare delle stufe, quale è più ricca se Putin e i successori di Gheddafi decidono di chiudere i rubinetti dei gasdotti?

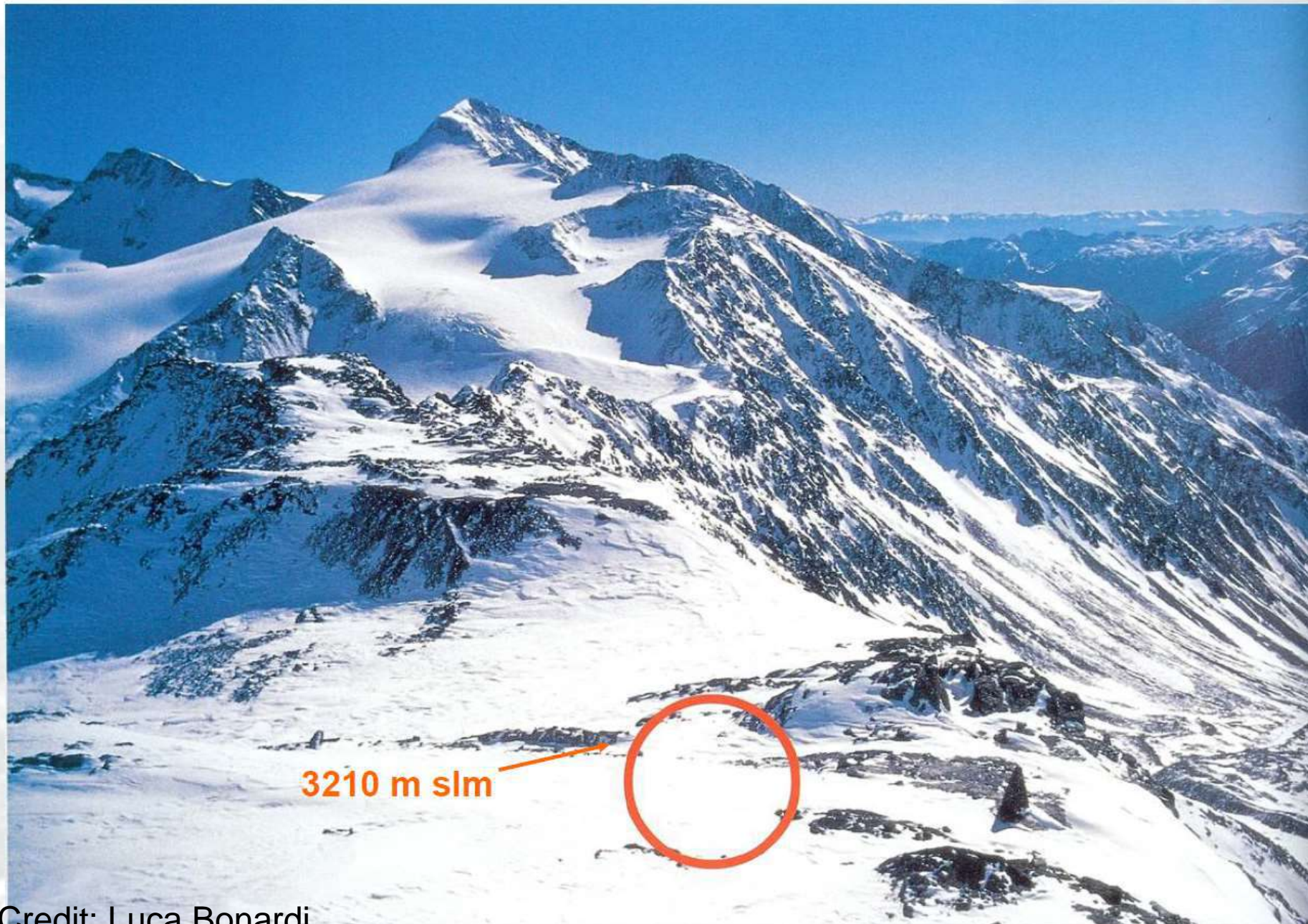
M. Pallante, A. Pertosa, 2017

LA DANZA DELLA CO₂ NEL TEMPO: UN FUTURO COME NEL TRIASSICO?



Adattato da Foster et al. 2017

IL MEDIOEVO (e oltre) ALLA PROVA DI ÖTZI

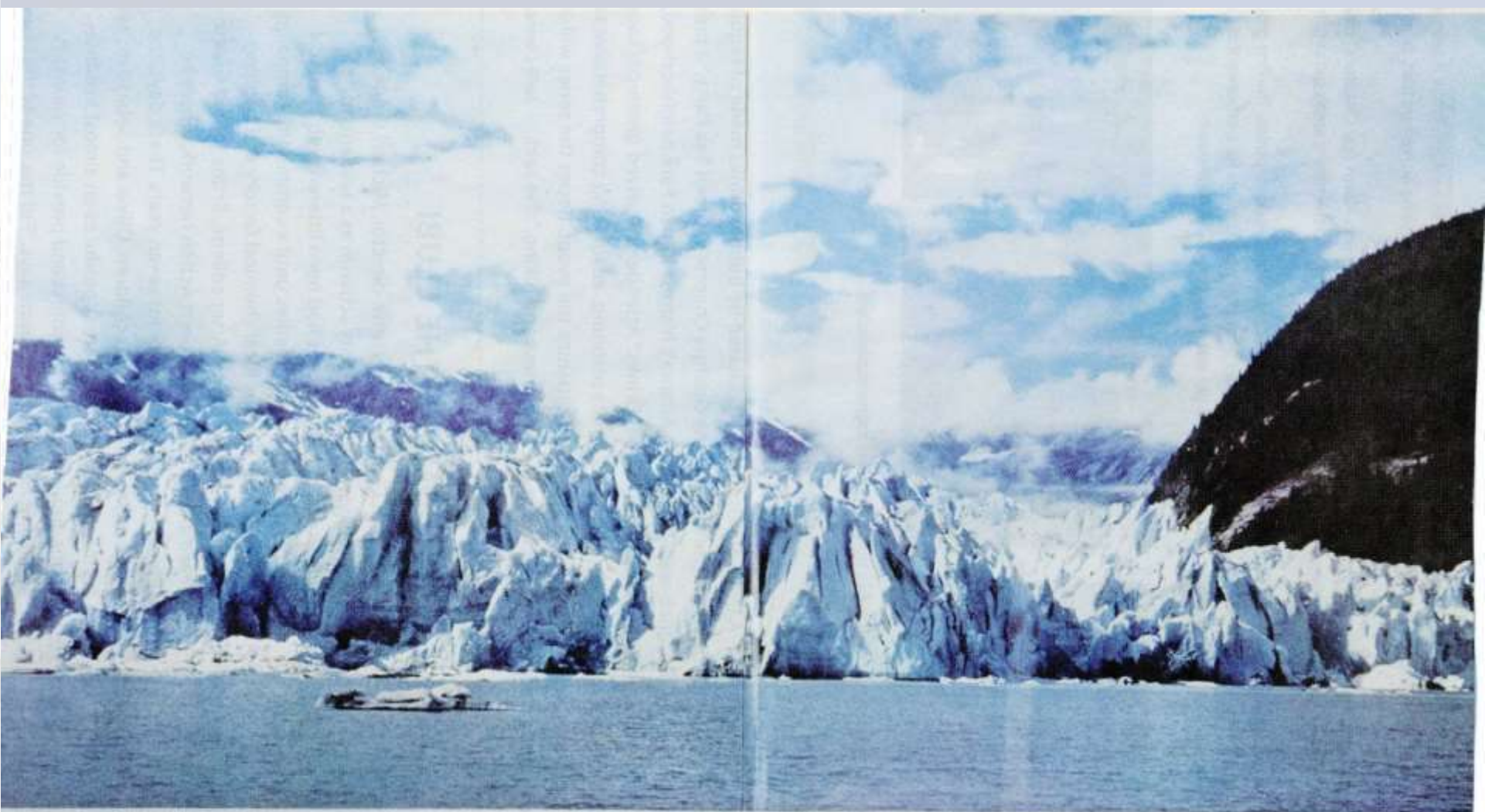


Credit: Luca Bonardi

IL MEDIOEVO (e oltre) ALLA PROVA DI OTZI



Credit: Luca Bonardi



THIS GLACIER ALONE IS A MASS OF ICE 100 FEET THICK TO 1000 FEET. YET THE PETROLEUM ENERGY HUMBLE SUPPLIES AMERICA TODAY WOULD MELT IT AT THE RATE OF 7 MILLION TONS A DAY!

EACH DAY HUMBLE SUPPLIES ENOUGH ENERGY TO MELT 7 MILLION TONS OF GLACIER!

This giant glacier has remained unmelted for centuries. Yet, the petroleum energy Humble supplies—if converted into heat—could melt it at the rate of 80 tons each second! To meet the nation's growing needs for energy, Humble has applied science to nature's resources to become America's Leading Energy Company. Working wonders with oil through research, Humble provides energy in many forms—to help heat our homes, power our transportation, and to furnish industry with a great variety of versatile chemicals. Stop at a Humble station for famous Esso Extra gasoline, and see why the "Happy Motoring" Sign is the World's First Choice!

HUMBLE
OIL & REFINING COMPANY
America's Leading Energy Company



Come cerchiamo di diffondere i video time-lapse

- Canali social-media (facebook, youtube)
- Conferenze al pubblico
- Lezioni scolastiche ed universitarie

Sono stati diffusi da:

- Quotidiani nazionali
- Tv
- Documentari



Dispatch #6 On the trail of the glaciers - Alpi 2020

More from Fabrizio Ventura

Answer your video

Dispatch #6 On the trail of the glaciers - Alpi 2020



Dimostrando un grande valore nel sensibilizzare l'opinione pubblica sui problemi legati alla crisi climatica antropogenica



Scenari climatici

Temperatura

deviazione dal periodo normale 1981-2010

Svizzera

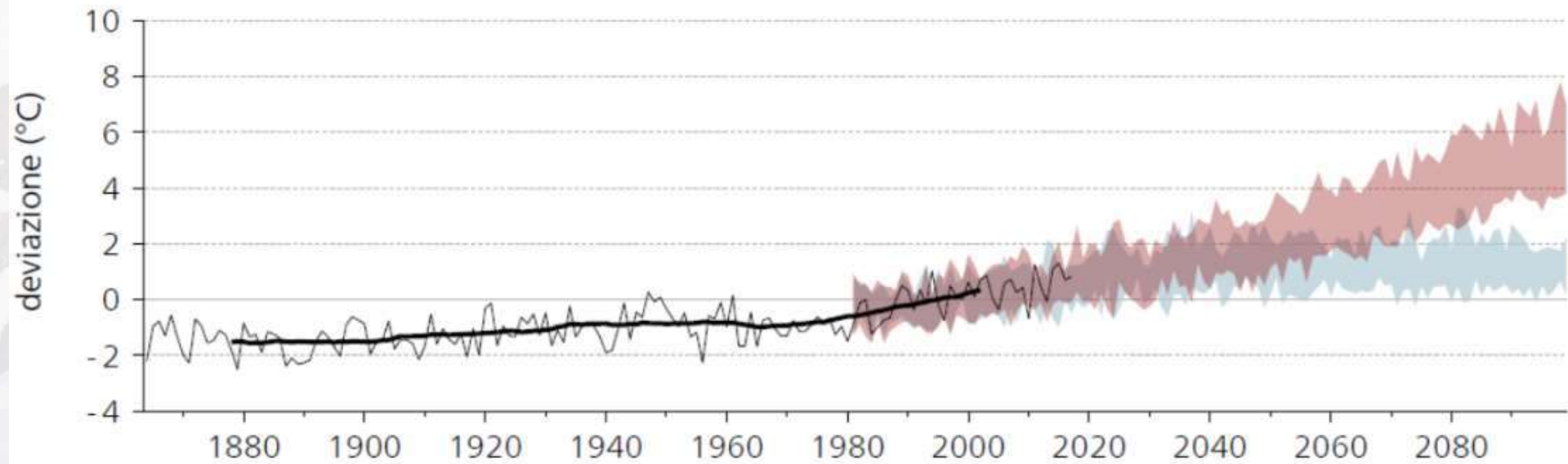
media annuale

— osservazioni

— media mobile su 30 anni

RCP2.6

RCP8.5



Se trovi il lago coperto dal ghiaccio

NON AVVENTURARTI SUL LAGO GHIACCIATO

potrebbe rompersi e rischieresti l'ipotermia e anche di annegare



RISPETTIAMO LA NATURA

L'alta Val Lanterna ed il ghiacciaio di Fellaria sono ambienti di alta montagna di grande valore ambientale e naturalistico parte dell'area protetta SIC/ZPS IT 2040016 Monte di Scerscen – Ghiacciai di Scerscen Monte Motta, riconosciuta a livello europeo all'interno della rete Natura 2000.

Se vediamo un animale selvatico lasciamolo in tranquillità, non avviciniamoci, fermiamoci a guardarlo a distanza.

Teniamo sempre il nostro cane al guinzaglio, magari noi non vediamo la marmotta ma lui la trova e la insegue. Purtroppo anche lui non appartiene a questo ambiente e diventa un pericolo per la gli animali selvatici.



Le fioriture alpine sono eccezionali. Sono **fiori rari esclusivi degli ambienti di alta quota, non strappiamoli**. Scopriamoci gran fotografi con la funzione macro.

Il suolo alpino è spesso delicato, se rovinato è destinato a deteriorarsi. Su di lui ci vivono tutti gli animali e le piante, **non sporchiamolo e trattiamolo con cura**. A guardarlo bene scopriremo che non è solo terra.



Il silenzio è una delle ricchezze della montagna.

Lasciamo il rumore in città: silenziamo i cellulari, rinunciamo per un giorno alla musica e parliamo senza gridare.

I rifiuti non esistono in montagna e non dovranno esistere. **Facciamo attenzione anche alla più piccola carta o plastica** che ci cade dallo zaino e raccogliamo, anche quelle maldestramente abbandonate da altri.

Siamo in un area protetta appartiene agli animali alle piante ai funghi, facciamo come loro

VIVIAMOLA SENZA LASCIARE TRACCIA



Permafrost alpino

Il ghiaccio nascosto in sofferenza

Incremento dei crolli in alta montagna durante le ondate di calore estivo

Ravel, Ludovic, Florence Magnin, and Philip Deline. "Impacts of the 2003 and 2015 summer heatwaves on permafrost-affected rock-walls in the Mont Blanc massif." *Science of the Total Environment* 609 (2017): 132-143



23 agosto 2017

ore 9.30

Danni previsti per l'area mediterranea europea

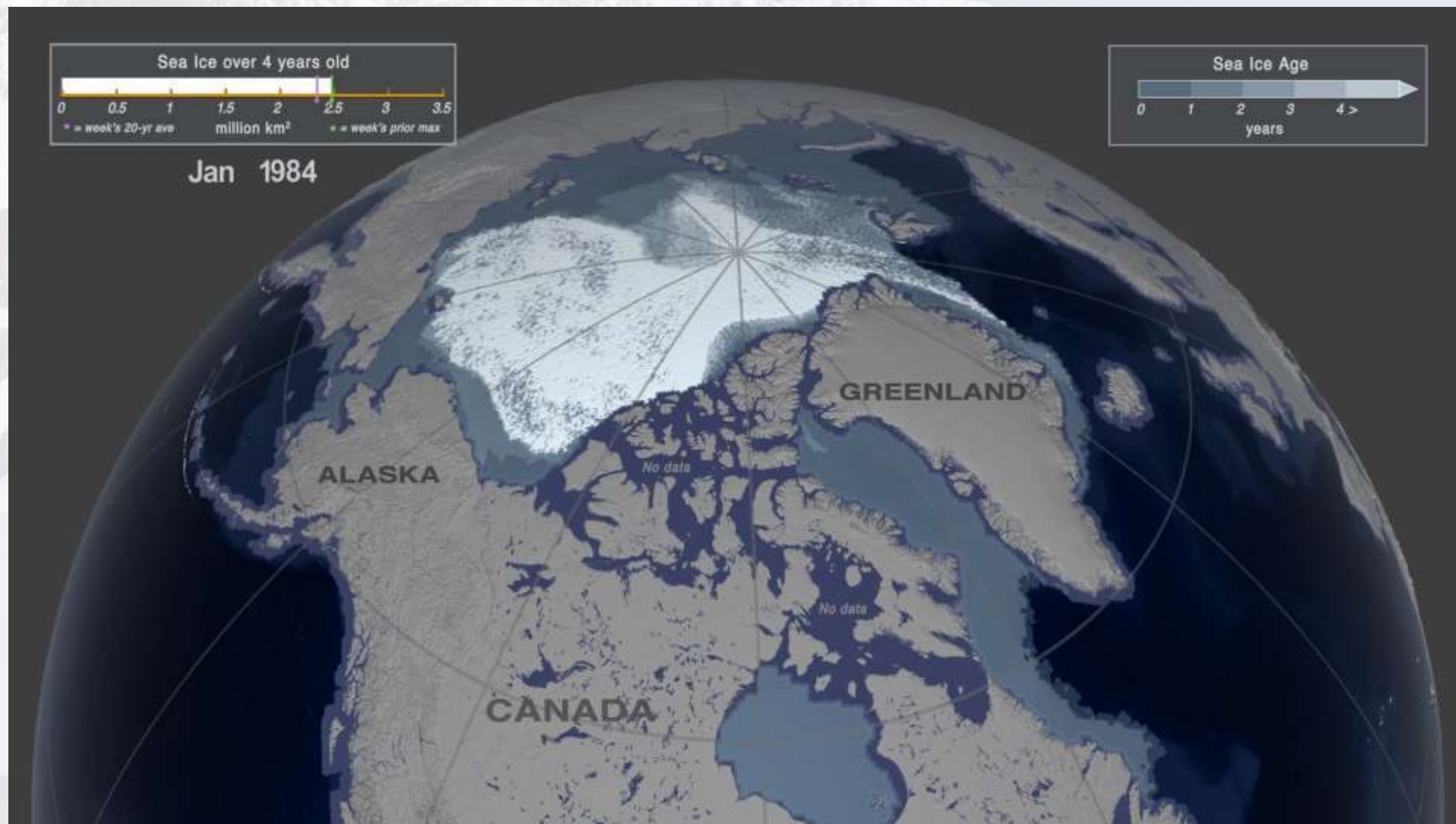
- Grande incremento delle ondate di calore
- Calo delle precipitazioni e della portata dei fiumi
- Aumenta il rischio di siccità
- Aumenta la perdita di biodiversità
- Aumentano gli incendi boschivi
- Aumenta la competizione per l'acqua
- Aumenta la richiesta di acqua per l'agricoltura
- Calano i raccolti
- Aumenta la mortalità per ondate di calore
- Si allarga l'habitat per le malattie tropicali
- Cala il potenziale per la produzione di energia
- Aumenta la richiesta di energia per il condizionamento estivo
- Cala il turismo estivo
- Aumentano i rischi per eventi climatici estremi
- Influenza negativa sulla maggior parte dei settori economici
- Alta vulnerabilità dagli effetti del cambiamento climatico al di fuori dell'Europa (migrazioni)



Aumento livello dei mari...+50 cm sicuro (scenario dei 2°, altrimenti 1m)

Ghiaccio che scompare ghiaccio marino artico: 1984 - 2019

[NASA Climate Change](#)



COMMENT · 27 NOVEMBER 2019

Climate tipping points – too risky to bet against

The growing threat of abrupt and irreversible climate changes must compel political and economic action on emissions.

Timothy M. Lenton, Johan Rockström, Olof Guffey, Stefan Rahmstorf, Katherine Richardson, Will Steffen & Hans Joachim Schellnhuber

B: riduzione ghiaccio artico

D: foresta boreale: incendi e parassiti

H: degradazione del Permafrost

G: Groenlandia: maggior perdita di ghiaccio

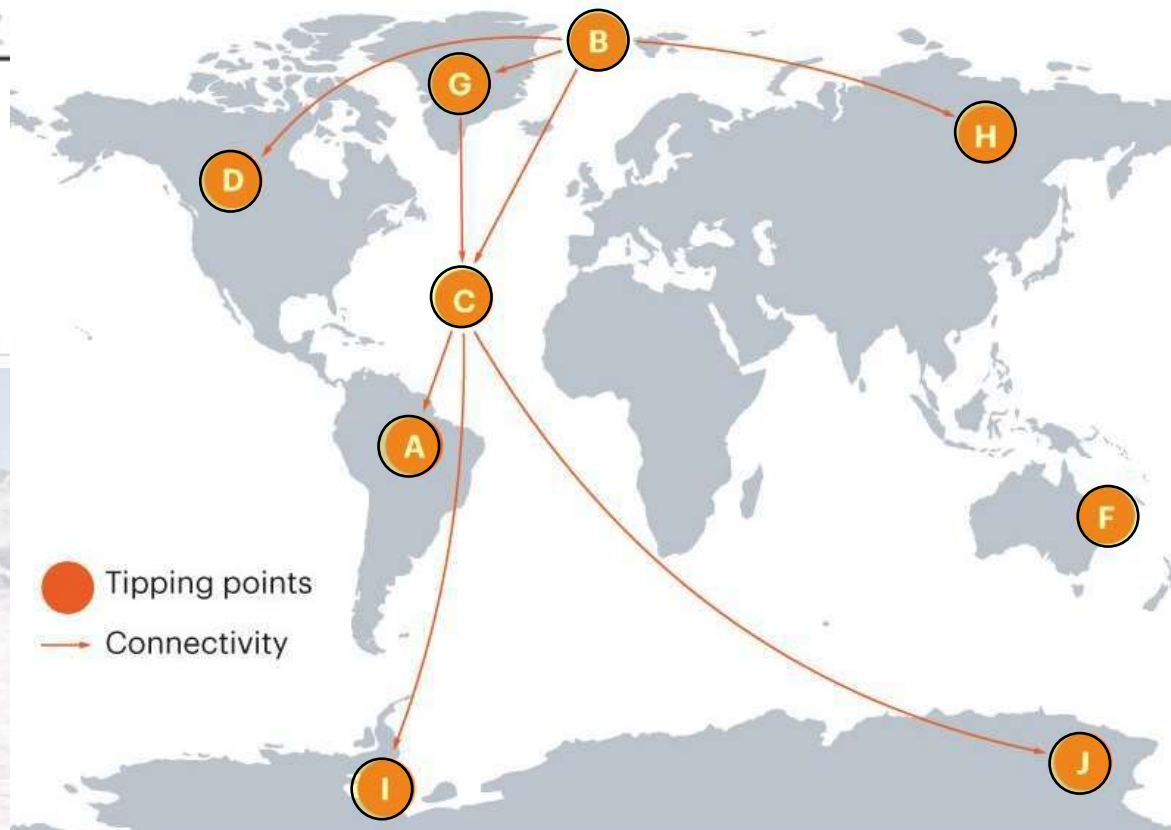
C: Circolazione oceanica atlantica: in rallentamento dal 1950

A: Amazonia: siccità più frequenti

I: Calotta occidentale antartica: destabilizzazione per perdita di ghiaccio accelerata

J: Calotta orientale antartica: destabilizzazione per perdita di ghiaccio accelerata (Wilkes Basin)

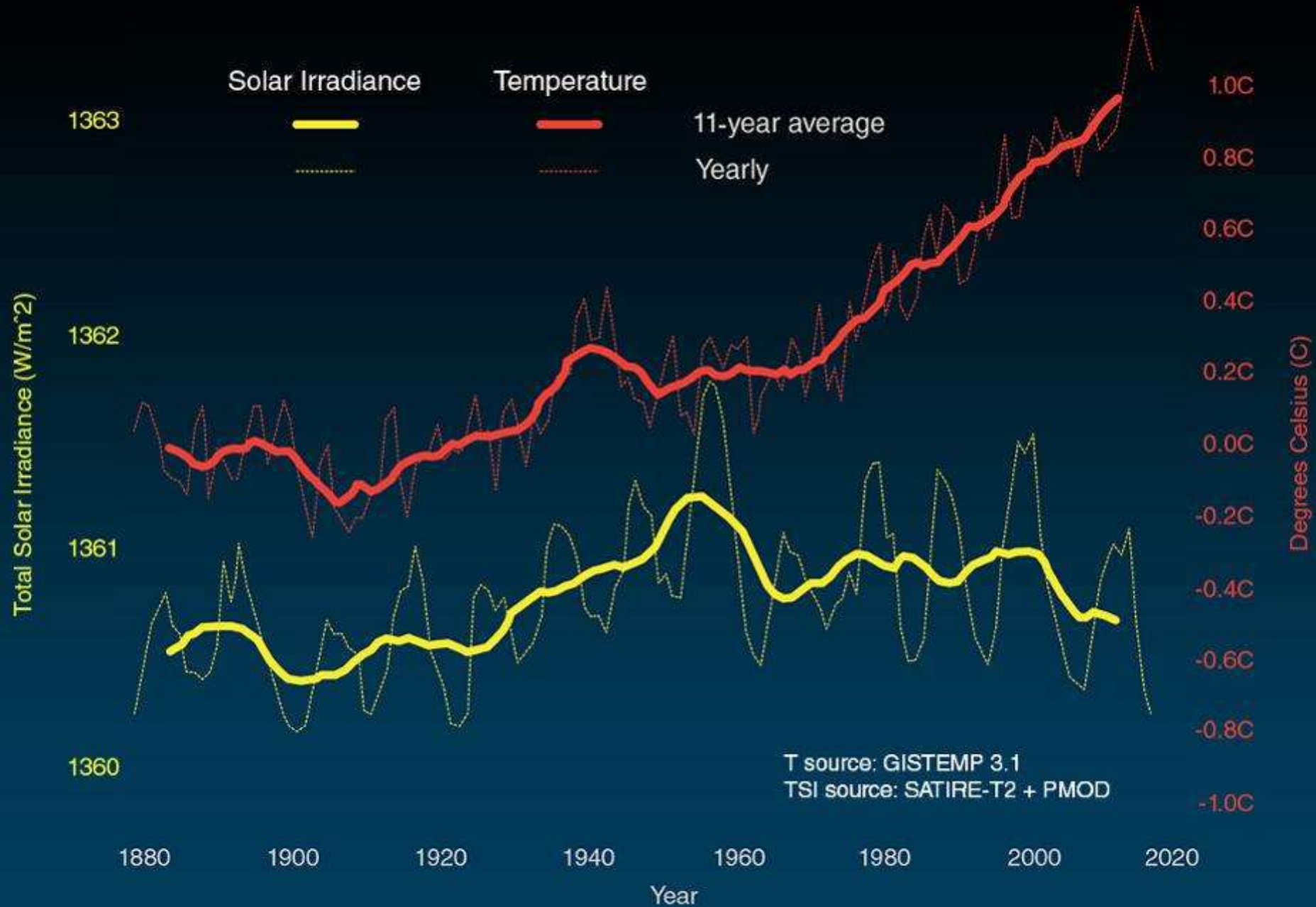
F: Barriera corallina: moria su larga scala



«Secondo noi, anche solo le evidenze che arrivano dai punti critici, suggeriscono che siamo in uno stato di emergenza planetaria.

La stabilità e la resilienza del nostro pianeta sono in pericolo. L'azione internazionale, non solo a parole, deve tenerne conto»

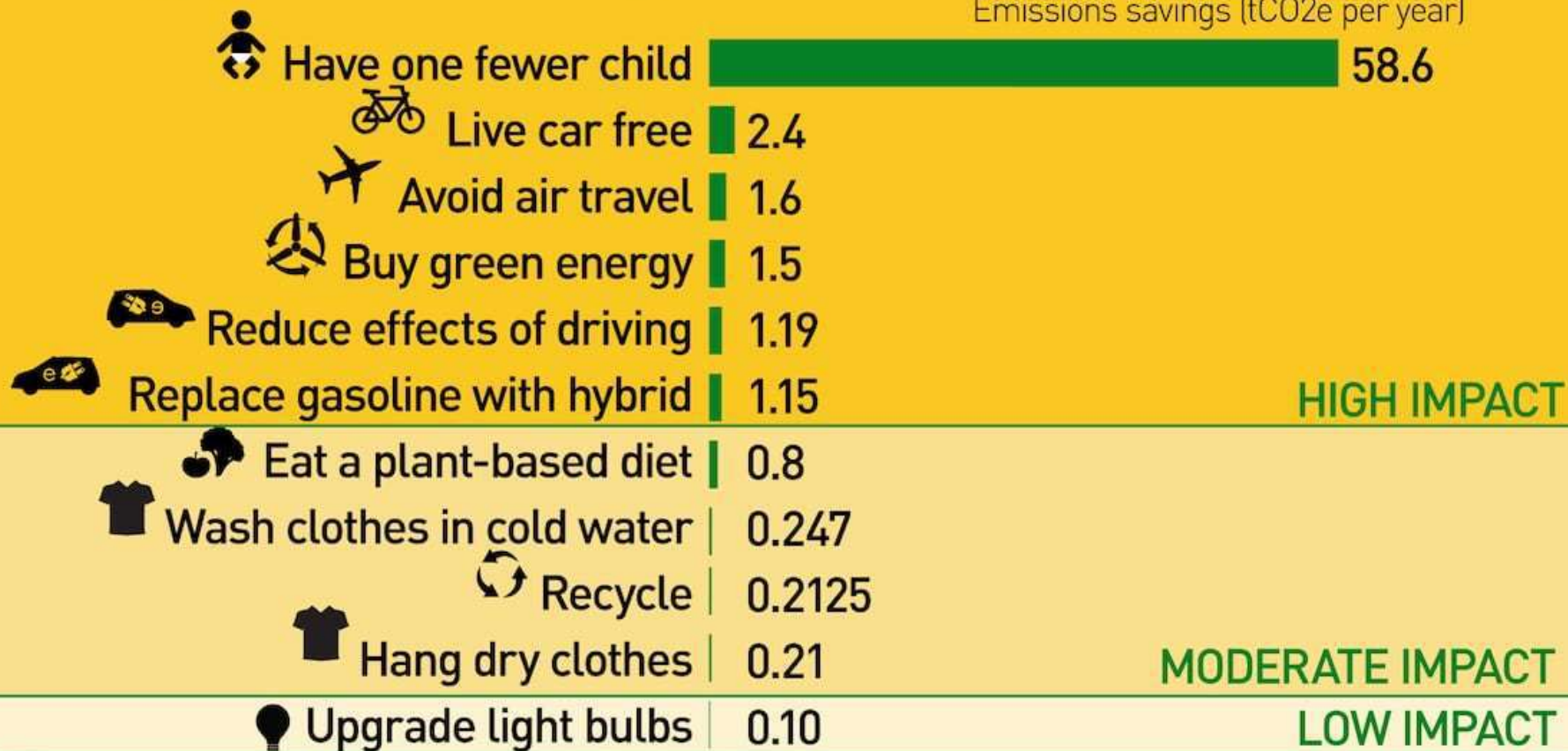
Temperature vs Solar Activity



Le scelte

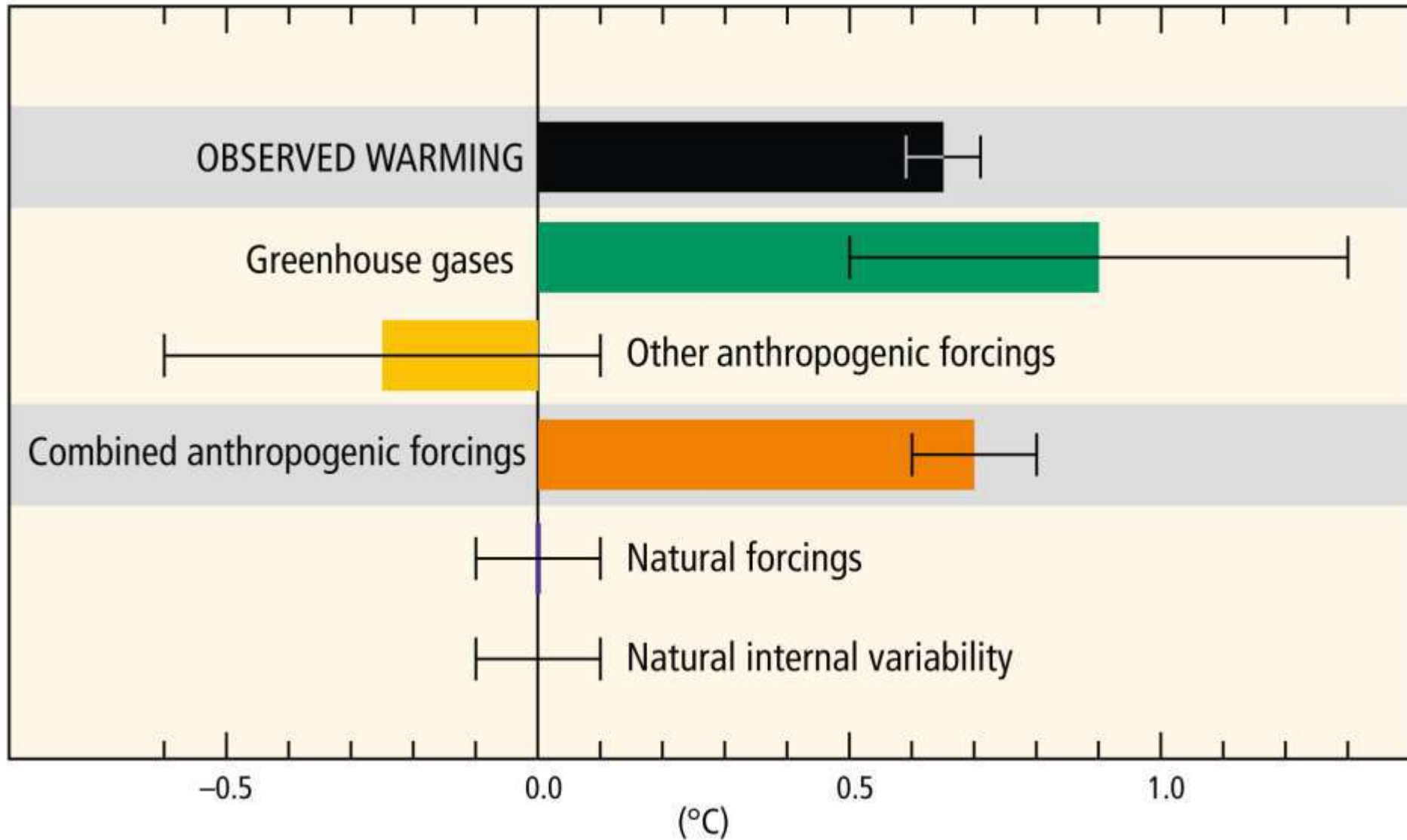
11 things you can do to mitigate climate change

Emissions savings (tCO₂e per year)

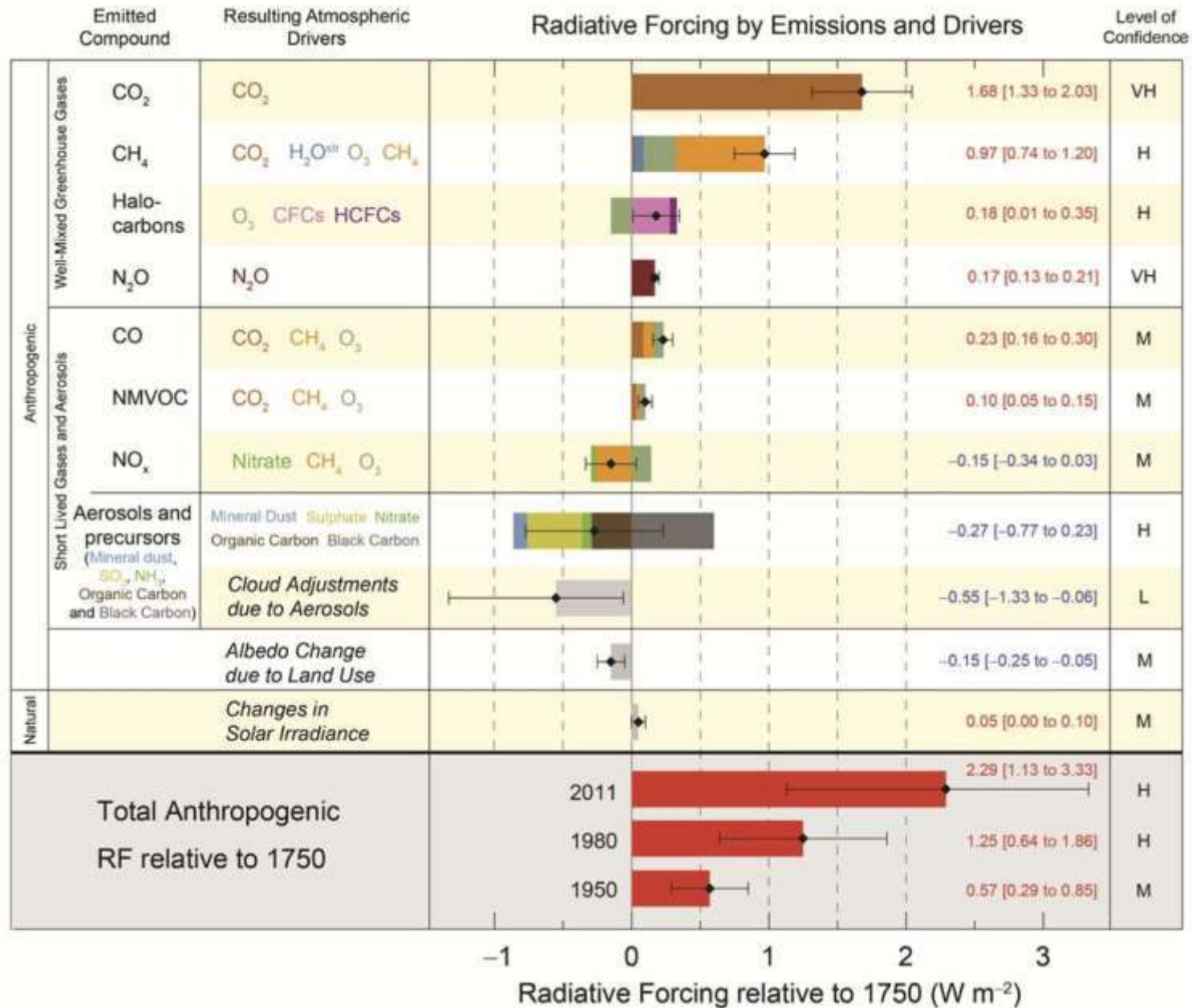


La febbre del pianeta

Contributions to observed surface temperature change over the period 1951–2010

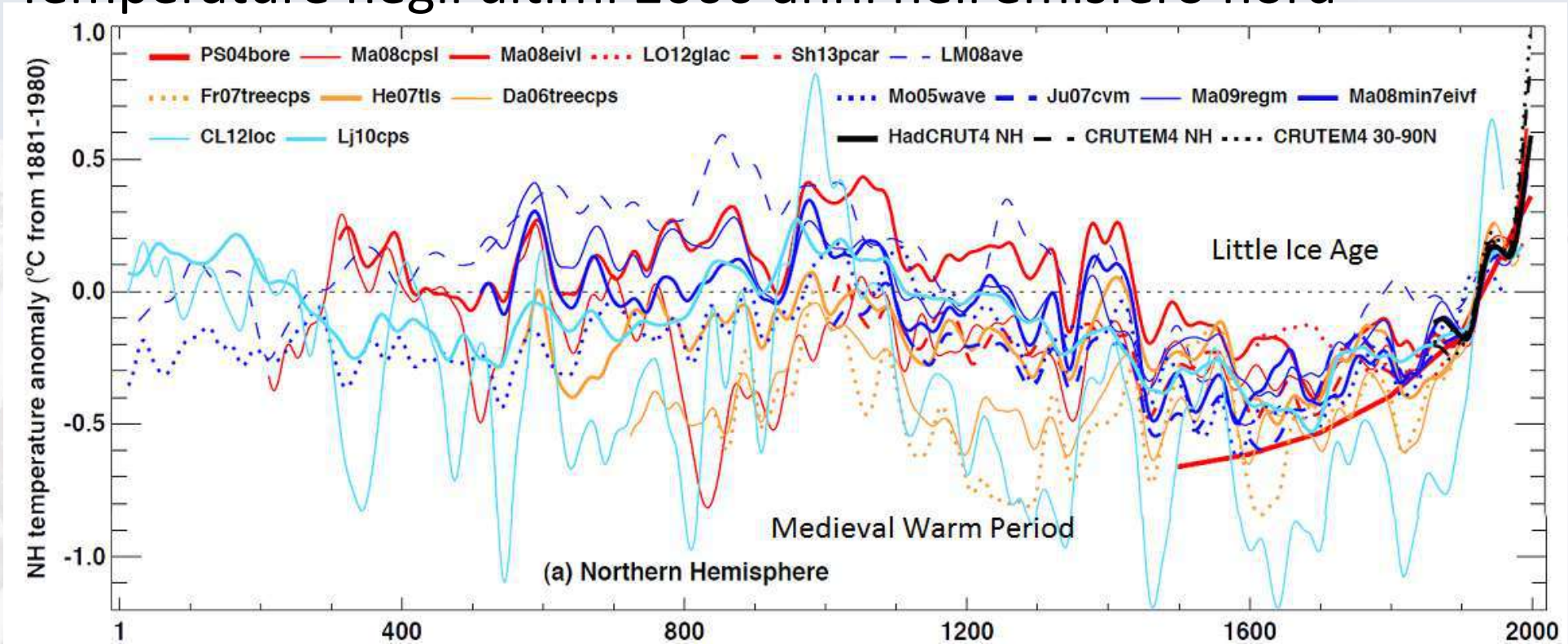


Forzanti radiative dei diversi gas serra

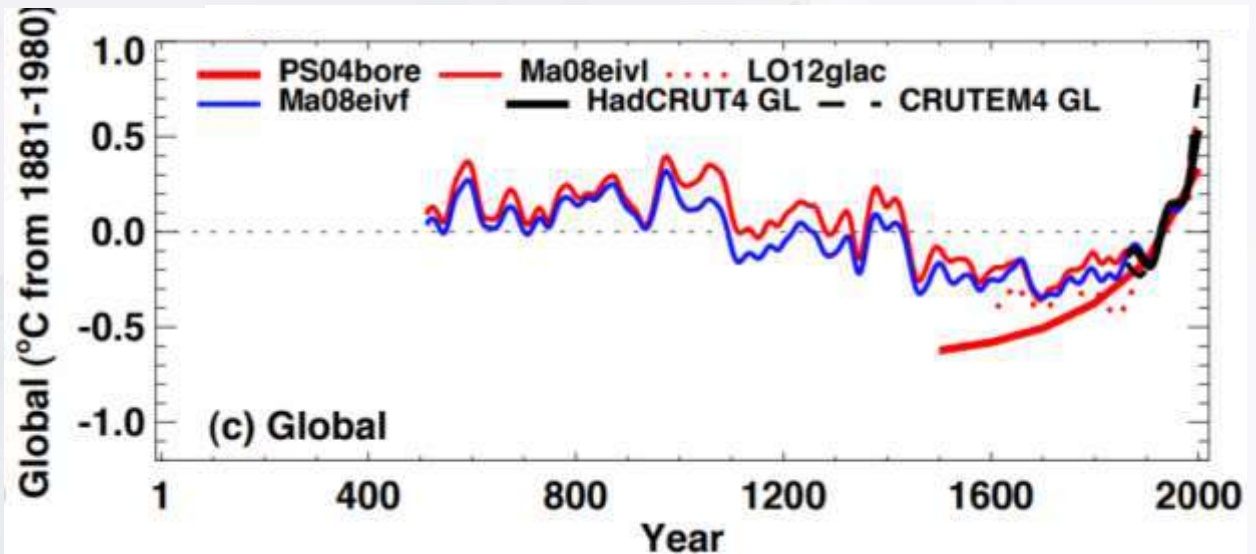


Aggiunto energia alla terra pari ad 1 led ogni m² del pianeta

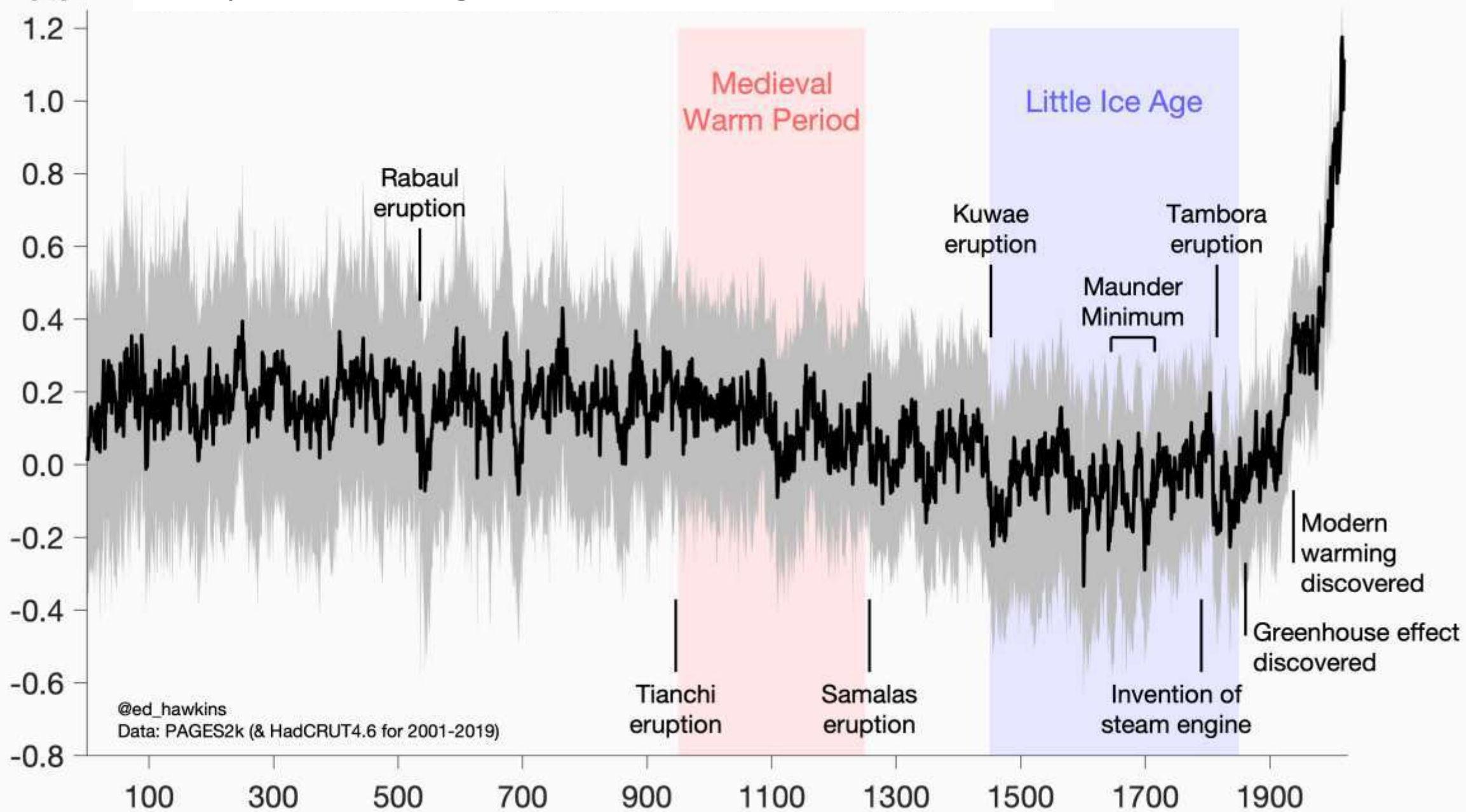
Temperature negli ultimi 2000 anni nell'emisfero nord

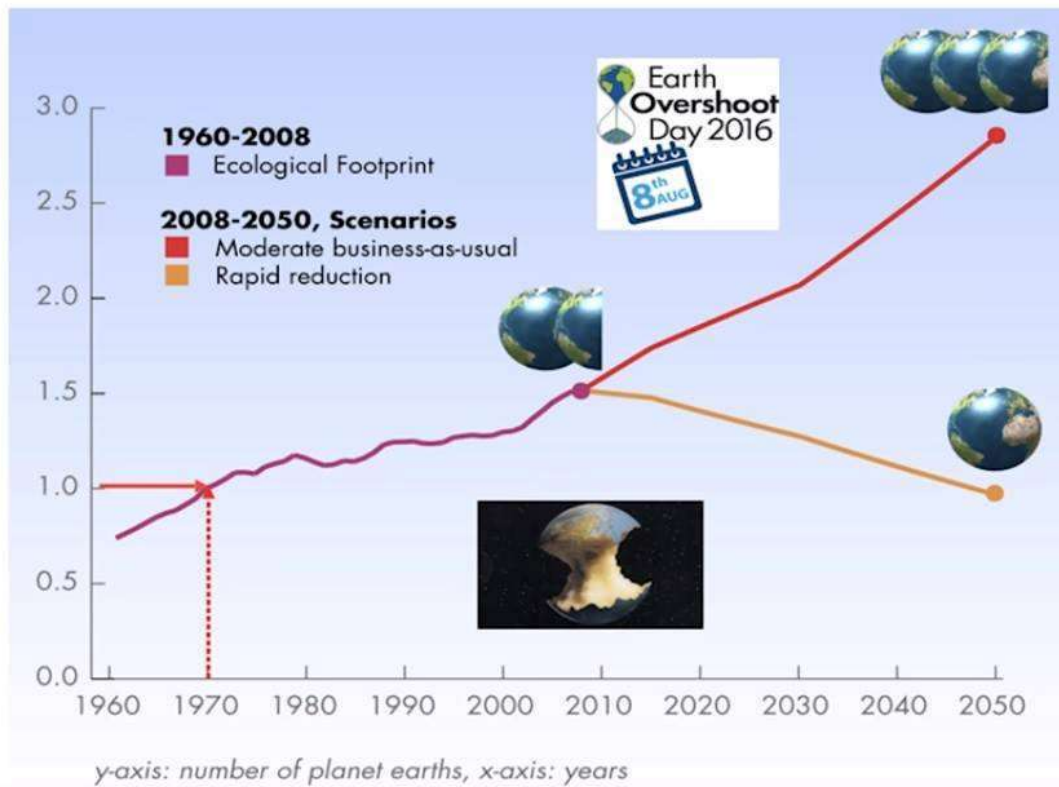


[chapter 5 of the IPCC report Climate Change 2013: The Physical Science Basis](#) Reconstructed (a) Northern Hemisphere and (b) Southern Hemisphere, and (c) global annual temperatures during the last 2000 years. Individual reconstructions (see Appendix 5.A.1 for further information about each one) are shown as indicated in the legends, grouped by colour according to their spatial representation (red: land-only all latitudes; orange: land-only extratropical latitudes; light blue: land and sea extra-tropical latitudes; dark blue: land and sea all latitudes) and instrumental temperatures shown in black (Hadley Centre/ Climatic Research Unit (CRU) gridded surface temperature-4 data set (HadCRUT4) land and sea, and CRU Gridded Dataset of Global Historical Near-Surface Air TEMperature Anomalies Over Land version 4 (CRUTEM4) land-only; Morice et al., 2012). All series represent anomalies ($^{\circ}\text{C}$) from the 1881–1980 mean (horizontal dashed line) and have been smoothed with a filter that reduces variations on time scales less than about 50 years.



Temperature negli ultimi 2000 anni



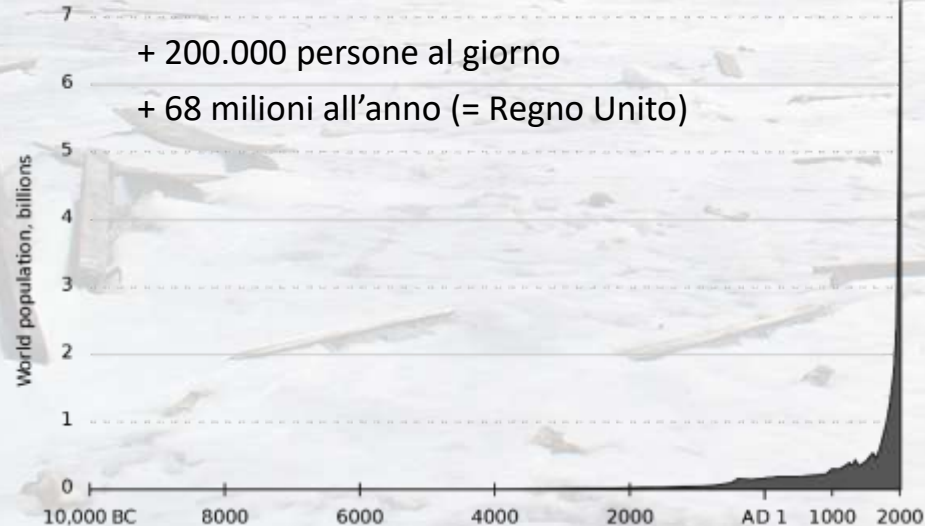


How many Earths do we need if the world's population lived like...

U.S.A.	5.0	
Australia	4.1	
South Korea	3.5	
Russia	3.3	
Germany	3.0	
Switzerland	2.9	
U.K.	2.9	
France	2.8	
Japan	2.8	
Italy	2.6	
Spain	2.3	
China	2.2	
Brazil	1.8	
India	0.7	
World	1.7	

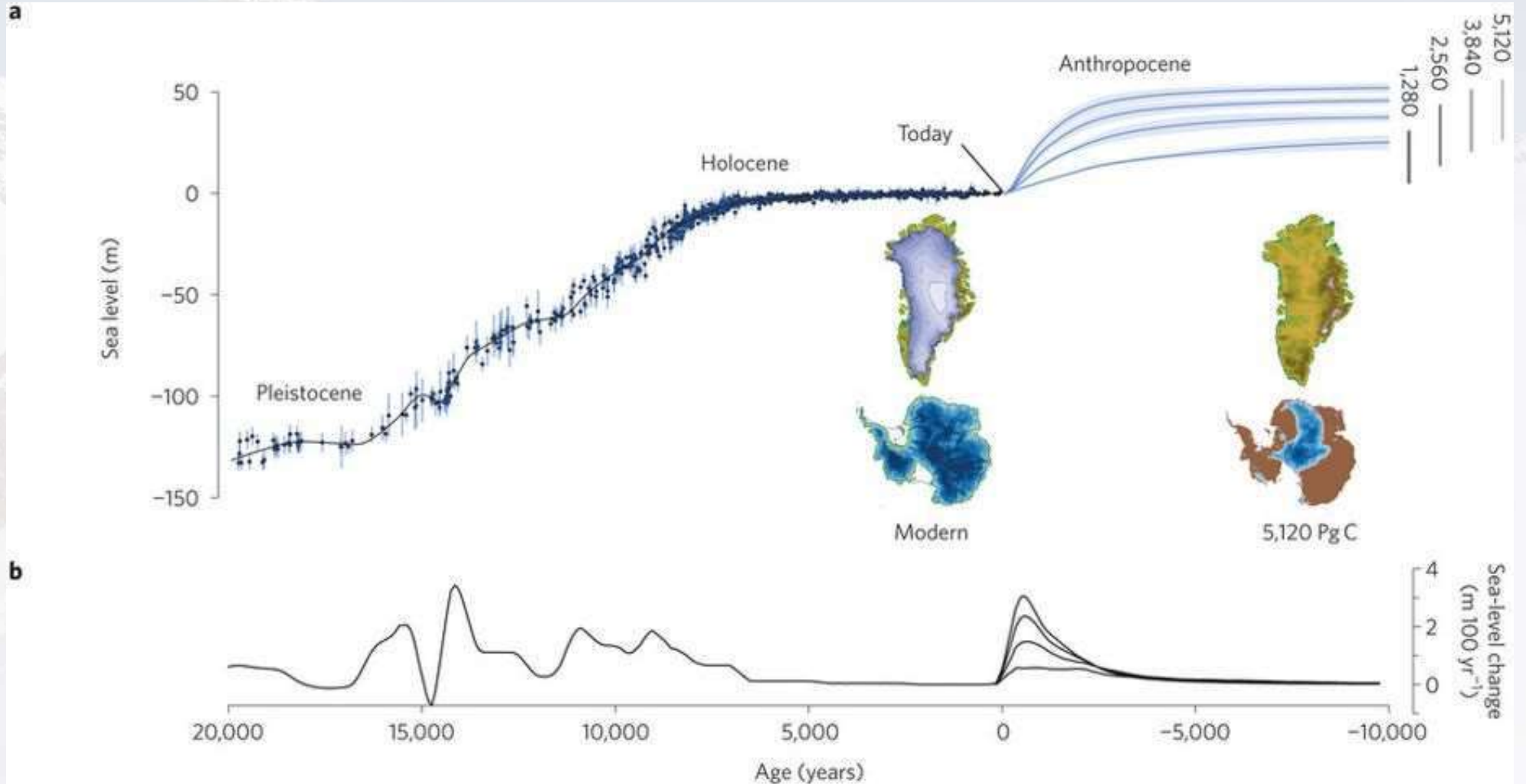
Source: Global Footprint Network National Footprint Accounts 2018.

Popolazione mondiale

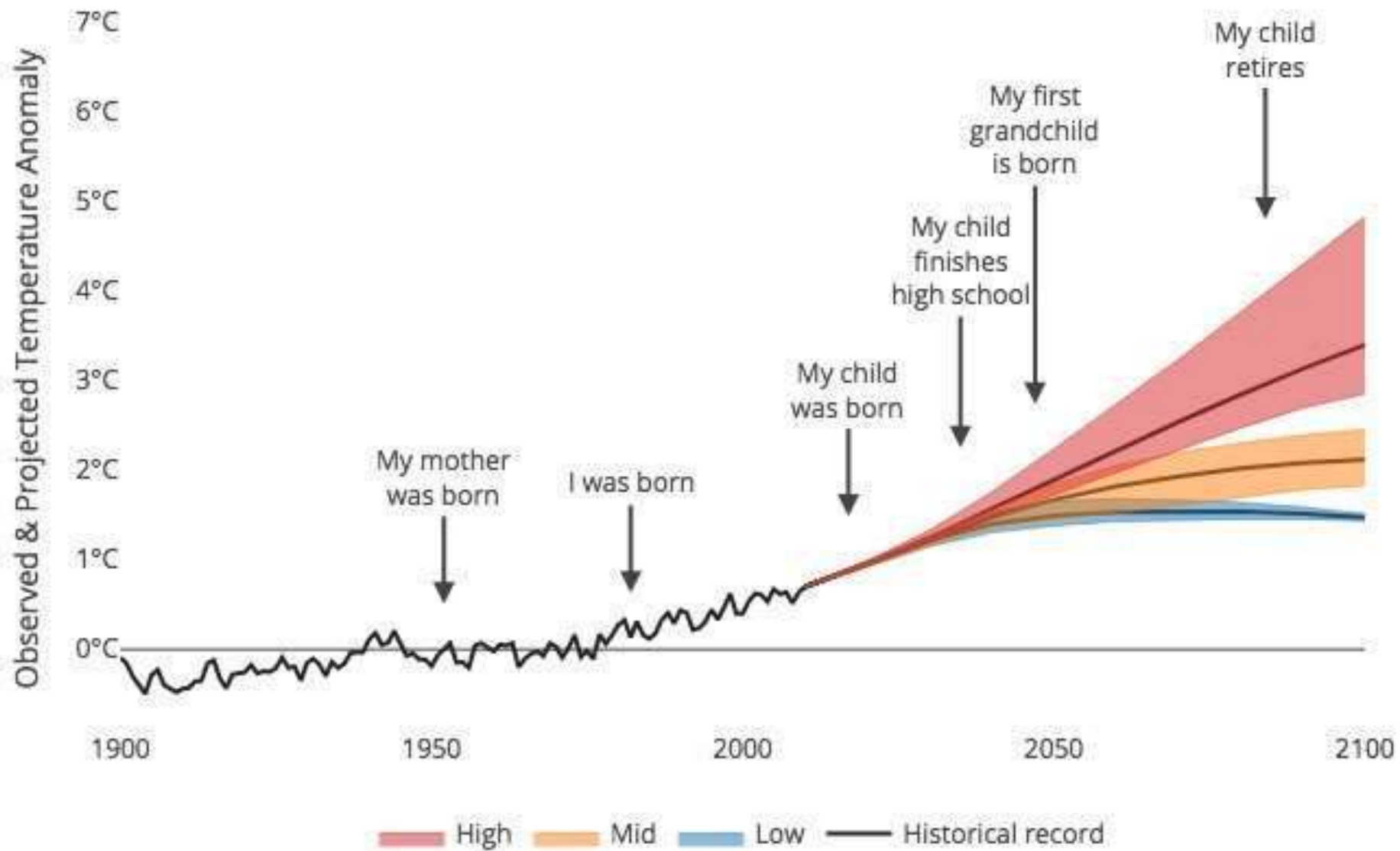


+ 200.000 persone al giorno
 + 68 milioni all'anno (= Regno Unito)

7.7 milia
 ~1 miliardi
 2 miliardi se



Clark, Peter U., et al. "Consequences of twenty-first-century policy for multi-millennial climate and sea-level change." *Nature climate change* 6.4 (2016): 360-369.



Il ghiacciaio di Fellaria-Palü





We disseminate time-lapses through

- Social media channels (facebook, youtube)
- Public speeches
- School and University lectures



Servizio Glaciologico Lombardo

164 iscritti

ISCRIVITI

HOME

VIDEO

PLAYLIST

CANALI

INFORMAZIONI



Video caricati

▶ RIPRODUCI TUTTI



The time-lapse camera destroyed by the Fellaria...

208 visualizzazioni • 5 mesi fa



La time-lapse camera abbattuta dal ghiacciaio di...

3016 visualizzazioni • 5 mesi fa



Ghiacciaio dell'Adamello, il gigante delle Alpi Italiane in...

1187 visualizzazioni • 8 mesi fa



GHIACCIAIO DI FELLARIA - le nevicatae del mese di giugno...

1502 visualizzazioni • 9 mesi fa



GHIACCIAIO DEL LUPO - Video 1: dati nivologici 199...

456 visualizzazioni • 9 mesi fa



Fellaria glacier - tongue and ice-fall - time-lapse summer...

381 visualizzazioni • 1 anno fa

WHAT'S NEW

Cameras «very» close to the glacier front





Glacier change dissemination through time-lapse camera imagery in Lombardy region (Central Italian Alps)

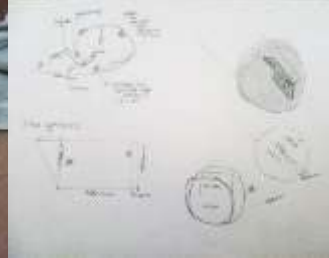
Scotti, R., Colombarolli, D., Lendvai, A., Oreggioni, M., Porta, R.
Servizio Glaciologico Lombardo (SGL)

Thanks to all the colleagues who helped

M. Ruffoni, F. Fazzini, M. Manni, G. Prandi, L. Carricato, G. Prandi, L. Galbiati, M. Corti, E. Triglia, S. Colombarolli, E. Milivinti, F. Manni, M. Ortelli, M. Rozzoni, S. Losa, F. Tossani, F. Guerra, T. Zandrini, Carrozzeria Cristallo C. Ferrari (SAT), E. Bertoni (SAT), P. Speri (SAT), and the On the Trail of the Glaciers team (F. Ventura, F. Santini, D. Orlandi)

Contact us:

www.servizioglaciologicolombardo.it
riccardo.scotti@meteonetwork.it



Time-lapse camera SGL – i ghiacciai sotto stretta osservazione

Reflex – Ghiacciaio di Fellaria



Reflex Pentax K7 14mp
Timer esterno

Alimentazione:

Pannello 12V 20W

Batteria al Litio 4-9mAh

**Regolatore di carica
dedicato**

1 foto ogni 30' durante 24h in estate,
1 foto ogni ora in inverno
Periodi luglio – novembre 2017
Da giugno 2018 al 2019

Obiettivi:

- Andamento dell'innervamento annuale (ELA)
- Visualizzazione del flusso glaciale
- Arretramento della fronte (calving nel lago del Ghiacciaio)
- Dinamica della seraccata



Time-lapse camera SGL – i ghiacciai sotto stretta osservazione

Tikee Camera (ENLAPS) – Ghiacciaio di Fellaria - lago



Tikee cam panoramica

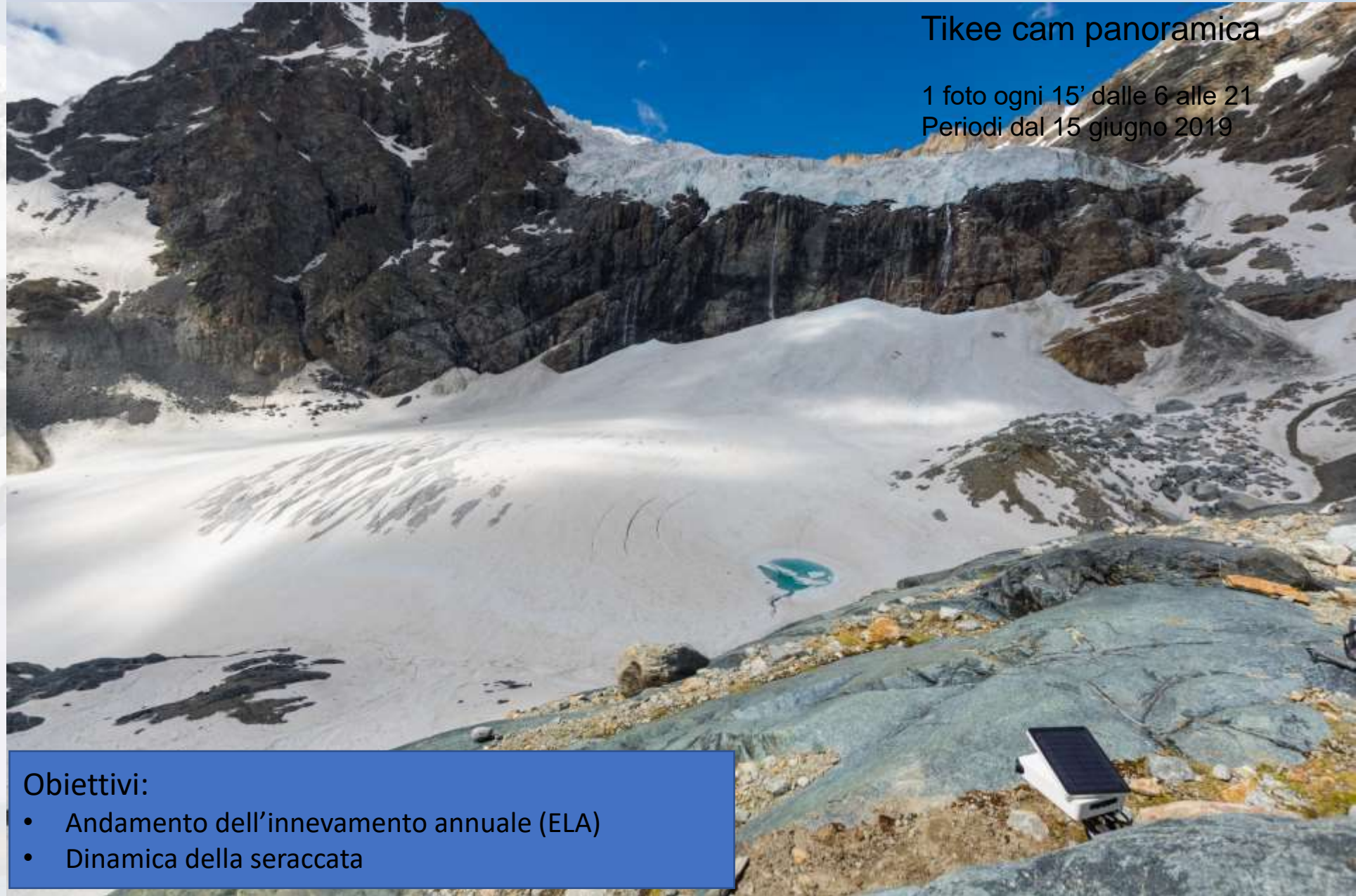
1 foto ogni 15' dalle 6 alle 21
Periodi dal 15 giugno 2019

Obiettivi:

- Arretramento della fronte (calving nel lago del Ghiacciaio)
- Visualizzazione della fusione del ghiacciaio
- Dinamica del lago del Ghiacciaio

Time-lapse camera SGL – i ghiacciai sotto stretta osservazione

Tikee Camera (ENLAPS) – Ghiacciaio di Fellaria - lago



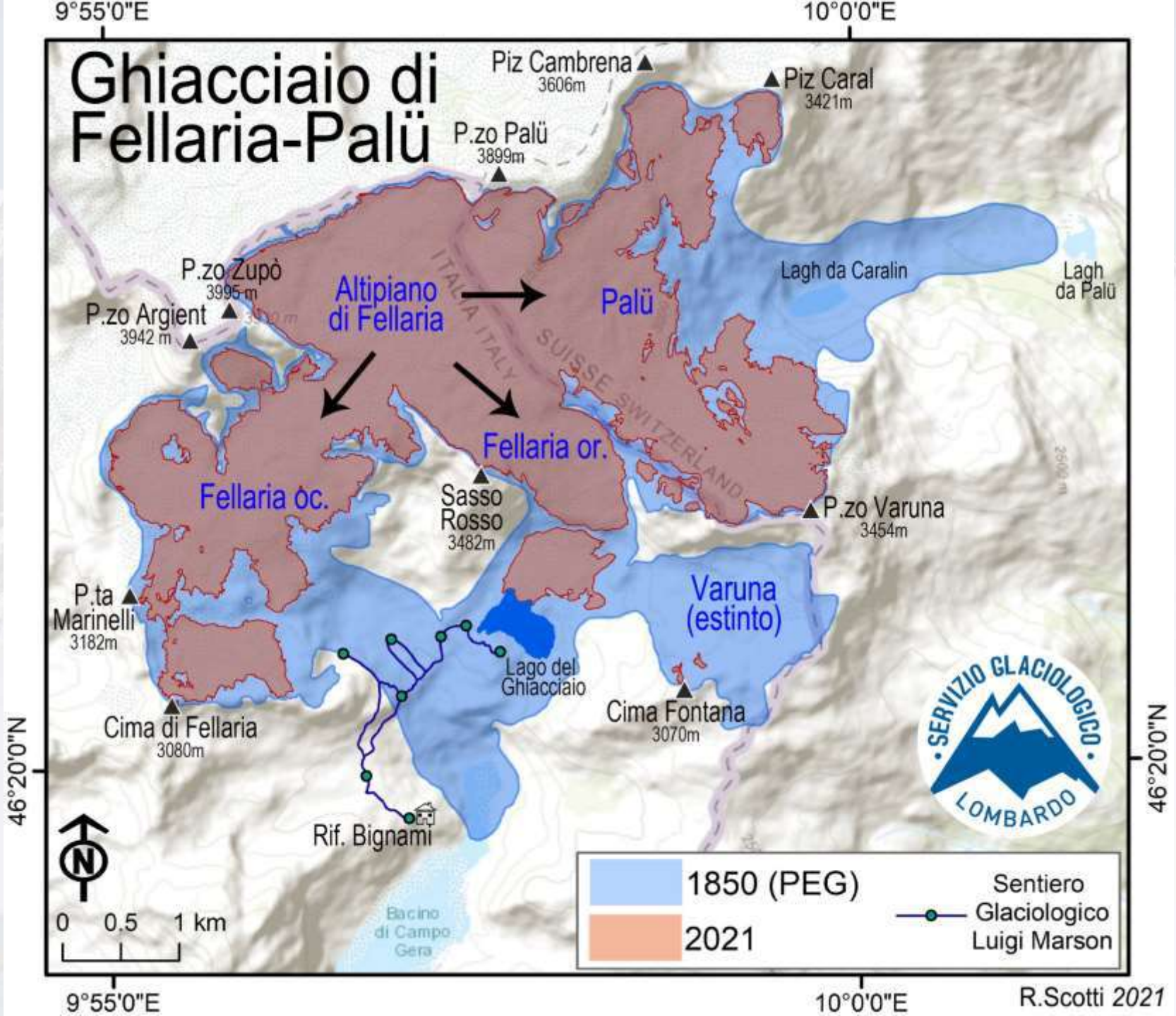
Tikee cam panoramica

1 foto ogni 15' dalle 6 alle 21
Periodi dal 15 giugno 2019

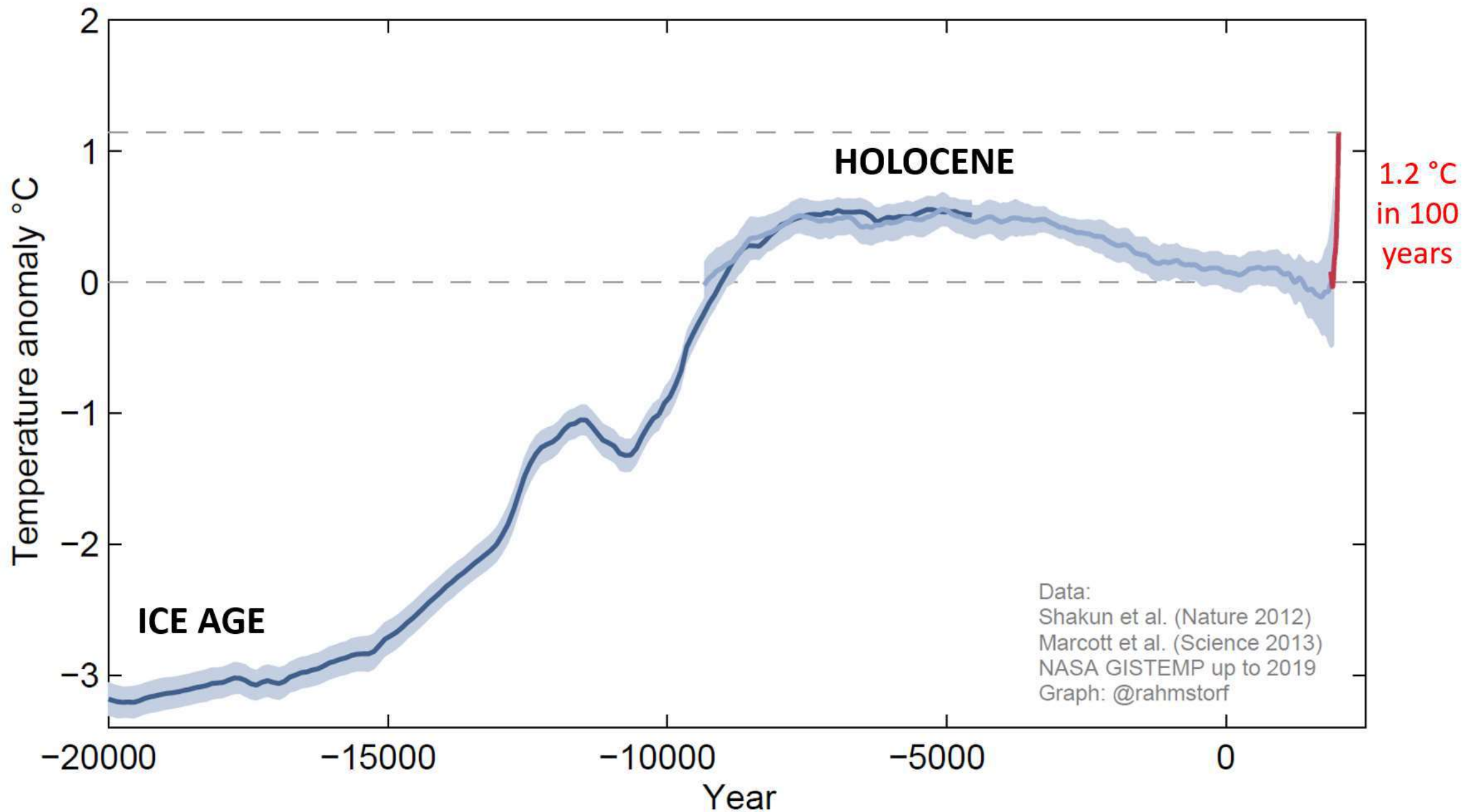
Obiettivi:

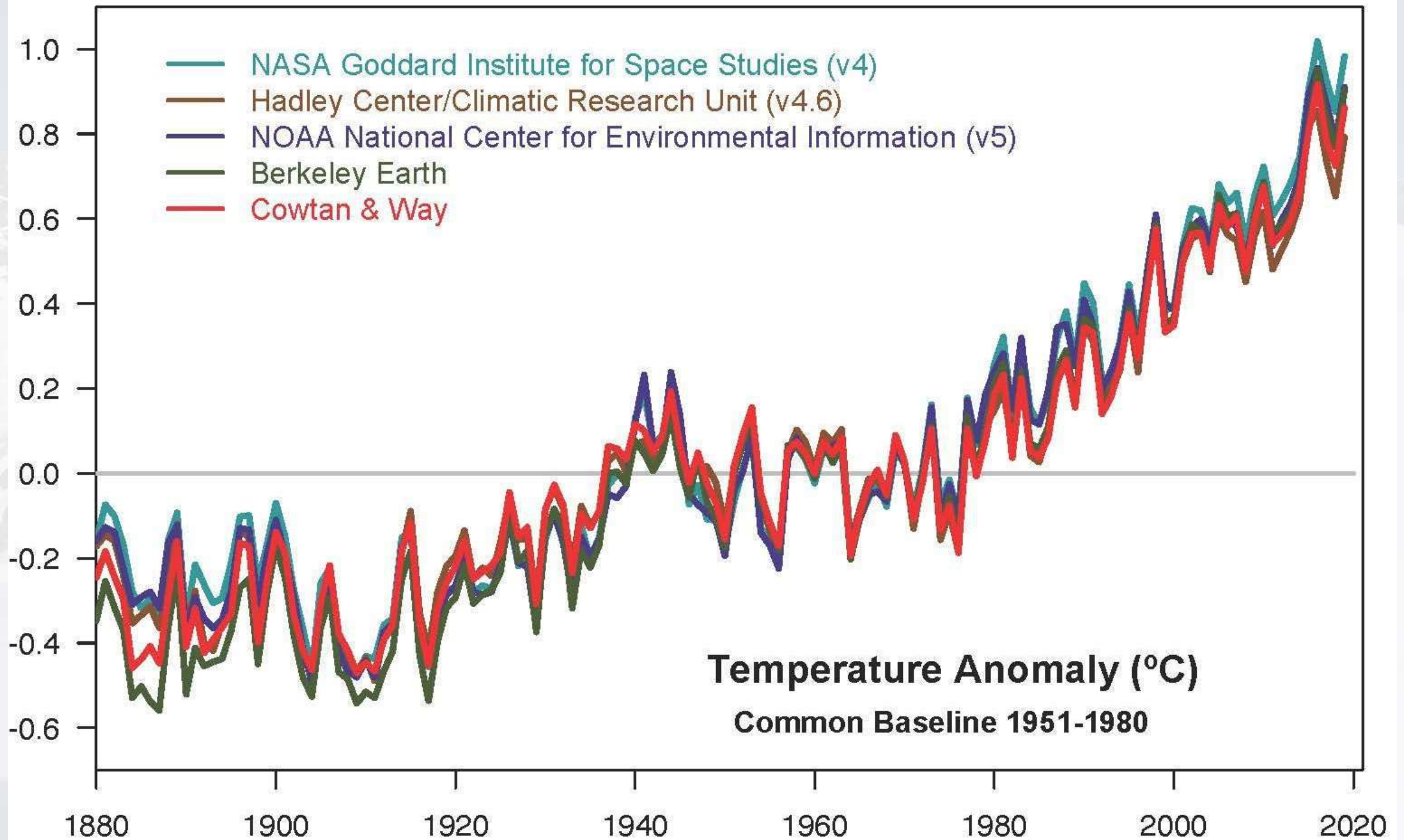
- Andamento dell'innevamento annuale (ELA)
- Dinamica della seraccata

Ghiacciaio di Fellaria-Palü



GLOBAL TEMPERATURE SINCE THE LAST ICE AGE







2 giugno 2018 – 1 ottobre 2020 (2 anni e 4 mesi)

- **Variazione volumetrica del ghiacciaio su base pluriennale**

Acquisizione di un Modello Digitale del Terreno aggiornato

