

LA GRANDE CRISI DEI GHIACCIAI ALPINI

SCARSITÀ DI PRECIPITAZIONI NEVOSE, RECORD NEGATIVO DI NEVE DISPONIBILE, ELEVATE TEMPERATURE ESTIVE: TANTI ELEMENTI HANNO CONTRIBUTITO A RENDERE LA SITUAZIONE DEI GHIACCIAI NELLA STAGIONE 2022 PARTICOLARMENTE NEGATIVA. L'ANALISI DEI DATI SULLE ALPI ITALIANE CON UN FOCUS SULLE DOLOMITI.

I ghiacciai delle Alpi italiane sono monitorati annualmente, da terra o da satellite, da diversi enti e organizzazioni; i risultati delle osservazioni sono raccolti in monografie e pubblicazioni periodiche che riportano lo stato attuale e l'evoluzione recente o di più lungo corso. Negli ultimi mesi, a conclusione delle osservazioni dell'estate 2022, sono stati pubblicati i primi resoconti dello stato di alcuni ghiacciai della Valle d'Aosta¹, del Piemonte², del Trentino³ e sono in fase di organizzazione le osservazioni del Comitato glaciologico italiano (www.glaciologia.it/en). Nel report della Carovana dei ghiacciai del 2022 di Legambiente è tracciato un primo riassunto della situazione del 2022 con riflessioni sull'evoluzione futura⁴. Nel presente lavoro, vengono riassunti i dati riportati nelle varie pubblicazioni, con alcuni riferimenti allo stato dei ghiacciai delle Dolomiti e alcune analisi climatiche sull'andamento recente di alcuni elementi determinanti per la sopravvivenza degli apparati glaciali.

L'estate 2022 sulle Alpi italiane

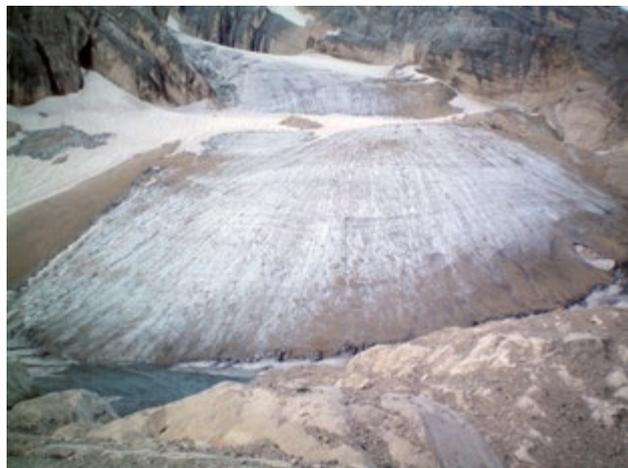
È possibile analizzare la situazione pregressa dei ghiacciai delle Alpi

italiane nel resoconto della Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (Baroni et al., 2020): a fine estate 2020 il 92% dei ghiacciai monitorati e per il quale erano disponibili le misure frontali erano in ritiro, il 7% stazionari e solo l'1% (1 apparato) in avanzamento. Nel 2020, l'altitudine della linea di equilibrio (*equilibrium line altitude*, Ela, <https://polarpedia.eu/en/equilibrium-line-altitude-ela>) determinata per i ghiacciai delle Alpi italiane è stata di 3.060 m (range norma anno 2.900-3.240 m) ma la stagione invernale 2019-2020 era stata anche abbondante di neve su tutto l'arco alpino (Valt e Cianfarra, 2020) e questo aveva determinato sicuramente una quota inferiore alla media degli ultimi 10 anni. Per le Dolomiti sono disponibili le osservazioni dell'Ela della Marmolada degli ultimi 10 anni, con le difficoltà di una determinazione media di quota che tenga conto della fronte occidentale, centrale e orientale. Le prime elaborazioni collocano l'Ela della Marmolada e più in generale delle Dolomiti a 3.040 m, con quote che vanno dai 2.800 m nel 2014 e 2021, a oltre i 3.200 m nel 2022, 2018 e 2015. Nel 2020 l'Ela nel gruppo della Marmolada si è collocata a 3.000 m circa, di poco inferiore al valore medio delle Alpi.

I primi risultati evidenziano una situazione di accentuata riduzione di tutti gli apparati anche nel 2022. È stata riscontrata una perdita di spessore che va dai 5,50 m del ghiacciaio Ciardoney (Gran Paradiso) ai 4,40 m del Careser (Trentino) e ai 3,30 m del ghiacciaio de La Mare, vicino al Careser.

I valori di bilancio di massa riportati nelle pubblicazioni sono pari a -4.000 mm (l/m²) di acqua equivalente per il Ciardoney, peggiore valore degli ultimi 30 anni (precedenti record negativi 1998 con -3.360 mm e 2003 con -3.000 m), -4.000 mm circa del Careser inferiore (-3.300 mm circa nel 2003), -3.000 ±500 mm del La Mare, -4.660 mm del ghiacciaio Timorion (Valle d'Aosta), -4.946 mm del Rutor (Valle d'Aosta).

Questi valori evidenziano una certa omogeneità spaziale della perdita di massa di tutti gli apparati. Anche nelle Dolomiti, caratterizzate da un maggior innevamento nella ultima stagione invernale rispetto alle Alpi centrali e occidentali (Valt e Cianfarra, 2022), tutti i ghiacciai hanno evidenziato significativo arretramento e diminuzione di volume. Nelle *foto 1 e 2* dell'osservatore Giuseppe Perini, la situazione del ghiacciaio superiore dell'Antelao dalla stazione



1



2

FOTO: GIUSEPPE PERINI

FOTO: GIUSEPPE PERINI



3

“masso tavola” e come si presentava nell'estate del 2009. Nelle *foto 3* un confronto storico per gli apparati sottostanti Punta Penia (Marmolada) in cui è evidente la mancanza di copertura nevosa nell'estate 2022 anche a 3.300 m di quota. Nelle *foto 4 e 5* il ghiacciaio del Cristallo dalla Forcella di Val Sigismondo (2.330 m), a confronto con una foto del fotografo e alpinista tedesco Theodor Wundt del 1887.

Il quadro climatico dell'estate 2022

La situazione dei ghiacciai di fine estate 2022 è contraddistinta da diversi fattori negativi: poca neve d'inverno, lungo periodo siccitoso ed elevate temperature estive. La stagione invernale 2021-2022 è stata caratterizzata da un apporto di neve fresca inferiore allo 0,1 percentile (media di riferimento 1991-2022) (*figura 1*), mitigato in parte dalle maggiori precipitazioni tardo autunnali e di inizio inverno nelle Alpi orientali. È venuta a mancare la formazione di un manto nevoso strutturato e le tarde precipitazioni hanno contribuito in maniera poco significativa sia per l'elevato processo di sublimazione della neve dovuto all'aria particolarmente secca dell'inverno e al bel tempo, sia alla rapida fusione della neve fresca a bassa densità. L'indice di spessore della neve al suolo (HS_{imed}) elaborato per le Alpi, evidenzia maggiormente la situazione di scarsità di neve della stagione (*figura 2*). L'indice esprime indirettamente anche la qualità della neve nelle zone glaciali. Il manto nevoso che si forma a inizio inverno è più



FOTO: THEODOR WUNDT

4

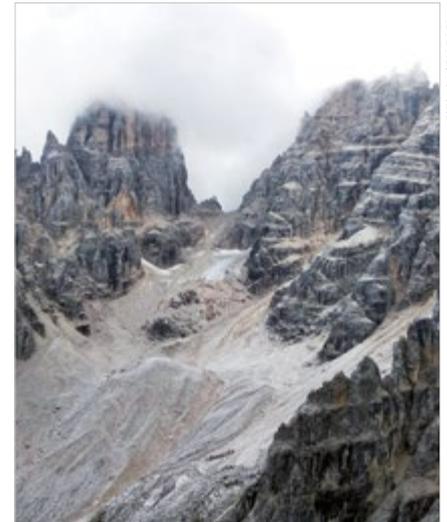


FOTO: GIUSEPPE PERNI

5

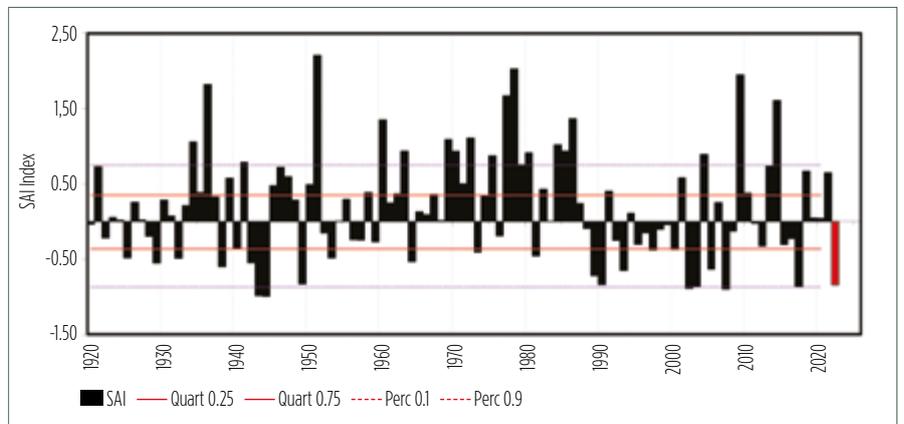
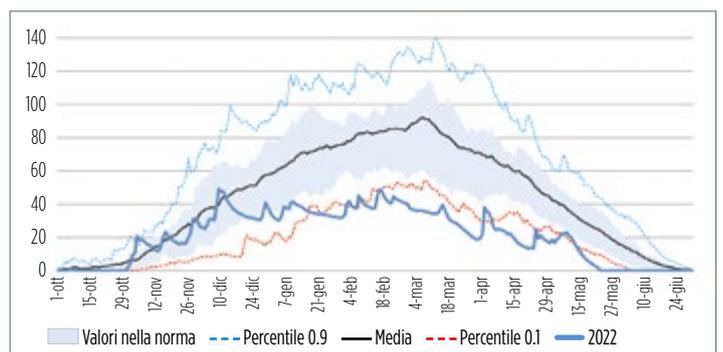


FIG. 1 SAI - CUMULO DI NEVE FRESCA

Indice di anomalia per il cumulo stagionale di neve fresca (Sai Index) per le Alpi. I valori sono riferiti alla media 1991-2020. Nel grafico sono anche rappresentati i limiti dei quartili e dei percentili per definire la norma, i valori oltre/sotto la norma e gli eventi rari oltre i percentili. L'elaborazione è fatta su oltre 80 stazioni delle Alpi italiane.

FIG. 2 HS_{imed}

Indice di spessore medio della neve al suolo (HS_{imed}) elaborato su 30 stagioni invernali (1991-2020) e andamento della stagioni 2021-22. L'elaborazione è stata effettuata su un set di 25 stazioni delle Alpi italiane oltre i 1500 m di quota.



- 1-2 Ghiaccio superiore dell'Antelao nell'estate 2009 (1) e nell'estate 2022 (2).
- 3 Ghiacciaio della Marmolada-Punta Penia visto dal Piz Boè. Foto Ghedina (1937), Foto Valt (2004, 2021, 2022).
- 4-5 Ghiacciaio del Cristallo dalla Forcella di Val Sigismondo nell'estate 1887 (4) e nell'estate 2022 (5).

resiliente in primavera e le precipitazioni da gennaio in poi servono a integrare e raggiungere i valori di massimo accumulo e di disponibilità massima della risorsa idrica nivale nei mesi di marzo-aprile. Lo studio dell'andamento dell' HS_{imed} nei due recenti trentenni climatici (1961-1990 e 1991-2020) evidenzia una diminuzione generale della neve (Valt et al., 2022) e soprattutto degli apporti centrali dell'inverno e di primavera. La stagione invernale 2021-2022 è stata anche caratterizzata dal record, rispetto al periodo 1930-2022, di anomalia negativa di Sswei (*Standardized Swei index*) del mese di marzo, come si era vista solo, ma meno importante, nel 1949, 2012 e 2019 (Colombo et al., 2022). Questa anomalia ha avuto importanti implicazioni idrologiche sulle portate estive dei fiumi e sulla produzione di energia elettrica.

Oltre a questa situazione di mancanza di risorsa nivale per i ghiacciai, nel corso del 2022 è stato osservato un lungo periodo con temperature miti che è iniziato nella seconda decade di maggio e si è protratto fino alla prima di settembre. Nelle stazioni delle Dolomiti di Monti Alti di Ornella a 2.200 m, posta a nord del ghiacciaio della Marmolada, di Ra Vales nel gruppo delle Tofane vicina al ghiacciaio dell'Antelao, di Monte Piana poco a nord del ghiacciaio del Cristallo, appare evidente come i valori di temperatura del periodo indicato siano i più elevati dell'ultimo trentennio (figura 3), pari all'estate 2003.

Nel grafico sono riportati anche i valori della serie storica omogeneizzata della stazione del Col du Grand St-Bernard (2.462 m)⁵ che validano le serie delle Dolomiti.

Di particolare rilievo l'anomalia termica positiva nei due mesi antecedenti il tragico crollo del ghiacciaio della Marmolada del 3 luglio. Da un'analisi dei dati della stazione automatica di Punta Rocca dell'Arpav risulta infatti che nei mesi di maggio e giugno le temperature medie giornaliere sono risultate significativamente superiori alla media storica, con uno scarto di +3,2 °C nei due mesi; le due decadi più calde sono state la seconda di maggio (+4,8 °C rispetto alla media) e la seconda di giugno (+5,4 °C rispetto alla media), scostamenti che si possono considerare eccezionali (valori oltre lo 0,9 percentile rispetto alla media 1991-2020).

Infine, nelle Dolomiti, l'estate 2022 è stata anche caratterizzata da un maggior approfondimento dello strato attivo del permafrost come si evince dai dati della stazione di Piz Boè nel gruppo del Sella

a quota 2.908 m (figura 4). Il pozzo di monitoraggio è attivo dal 2010 e quindi la media è riferita al periodo 2011-2021.

Conclusioni

In definitiva, la situazione dei ghiacciai nella stagione 2022 è stata contraddistinta da diversi fattori negativi concatenati, come la scarsità di precipitazioni nevose, un record negativo di risorsa nivale disponibile e di elevate temperature nel periodo maggio-settembre. Questa situazione è stata anche accompagnata dalla mancanza di nevicate estive con ricoprimento dei ghiacciai e riduzione dell'albedo, che ha ulteriormente favorito l'accumulo di energia e l'ablazione.

Mauro Valt, Gianni Marigo

Dipartimento regionale per la sicurezza del territorio, Centro Valanghe di Arabba, Arpa Veneto

NOTE

¹ www.snpambiente.it/2022/11/15/2022-annus-horribilis-per-i-ghiacciai-alpini

² www.nimbus.it/ghiacciai/2022/220922_CiardoneyBilancio.htm

³ www.meteotrentino.it/protcivnt-meteo/frontend/index.html#!/content?menuItemDesktop=176

⁴ www.legambiente.it/wp-content/uploads/2022/12/Rapporto-carovana-ghiacciai_2022.pdf

⁵ www.meteosvizzera.admin.ch/servizi-e-pubblicazioni/applicazioni/ext/climate-tables-homogenized.html

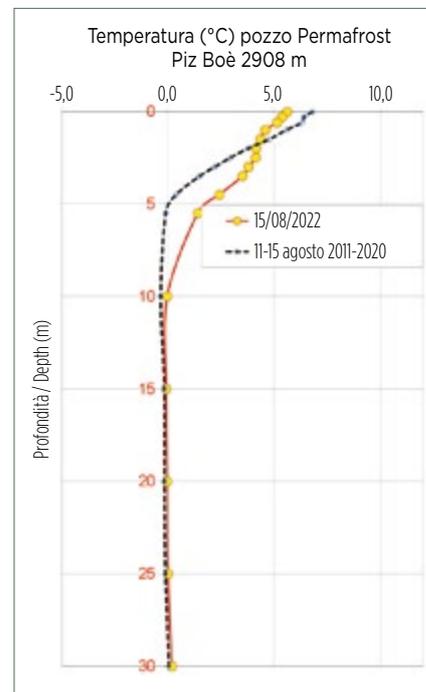
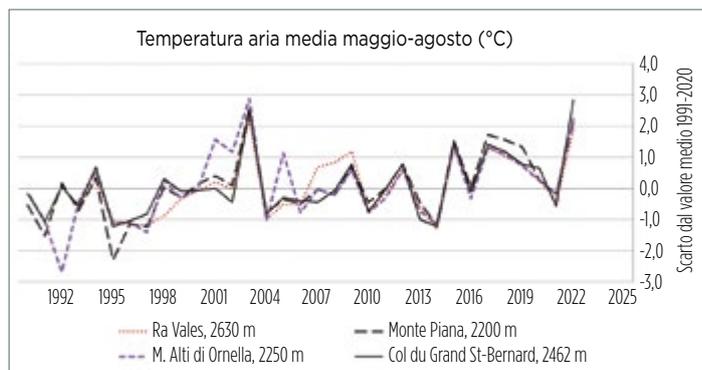


FIG. 4 TEMPERATURA PERMAFROST
Andamento della temperatura del permafrost nel pozzo di Piz Boè (quota 2.908 m). Il pozzo di monitoraggio è profondo 30 metri e il 15 agosto lo strato attivo era alla profondità di 10 m circa, rispetto a una media recente di 5 metri per lo stesso periodo.

FIG. 3
TEMPERATURA MEDIA

Andamento della temperatura media dell'aria del periodo maggio-agosto (4 mesi), espresso come scarto dal valore medio 1991-2020, per alcune stazioni delle Dolomiti e per la stazione omogeneizzata di Col du Grand St-Bernard (2.462 m).



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Baroni C., Bondesan A., Carturam L., Chiarle M., 2020, "Campagna Glaciologica Annuale dei ghiacciai Italiani", *Geogr. Fis. Dinam. Quat.* 221-313, DOI 10.4461/GFDQ.2020.43.10 43 (2020).
- Colombo N., Guignon N., Valt M., Salerno F., Godone D., Cianfarra P., Freppaz M., Maugeri M., Manara V., Acquotta F., Petrangeli A.B., Romano E., 2022, "Unprecedented snow-drought conditions in the Italian Alps during Winter 2021-22", submitted.
- Valt M., Cianfarra P., 2020, "Il precoce inverno 2020 sulle Alpi meridionali.", *Neve e Valanghe*, speciale stagione invernale 2019-20, pp. 8-19.
- Valt M., Cianfarra P., 2022, "L'inverno 2021-22: un inverno con poca neve sulle Alpi", *Neve e Valanghe*, speciale stagione invernale 2021-22, pp. 10-23.
- Valt M., Cianfarra P., Valt M., 2022, "Neve e clima sulle Alpi italiane", *Neve e Valanghe*, n. 96, pp. 2-15.