

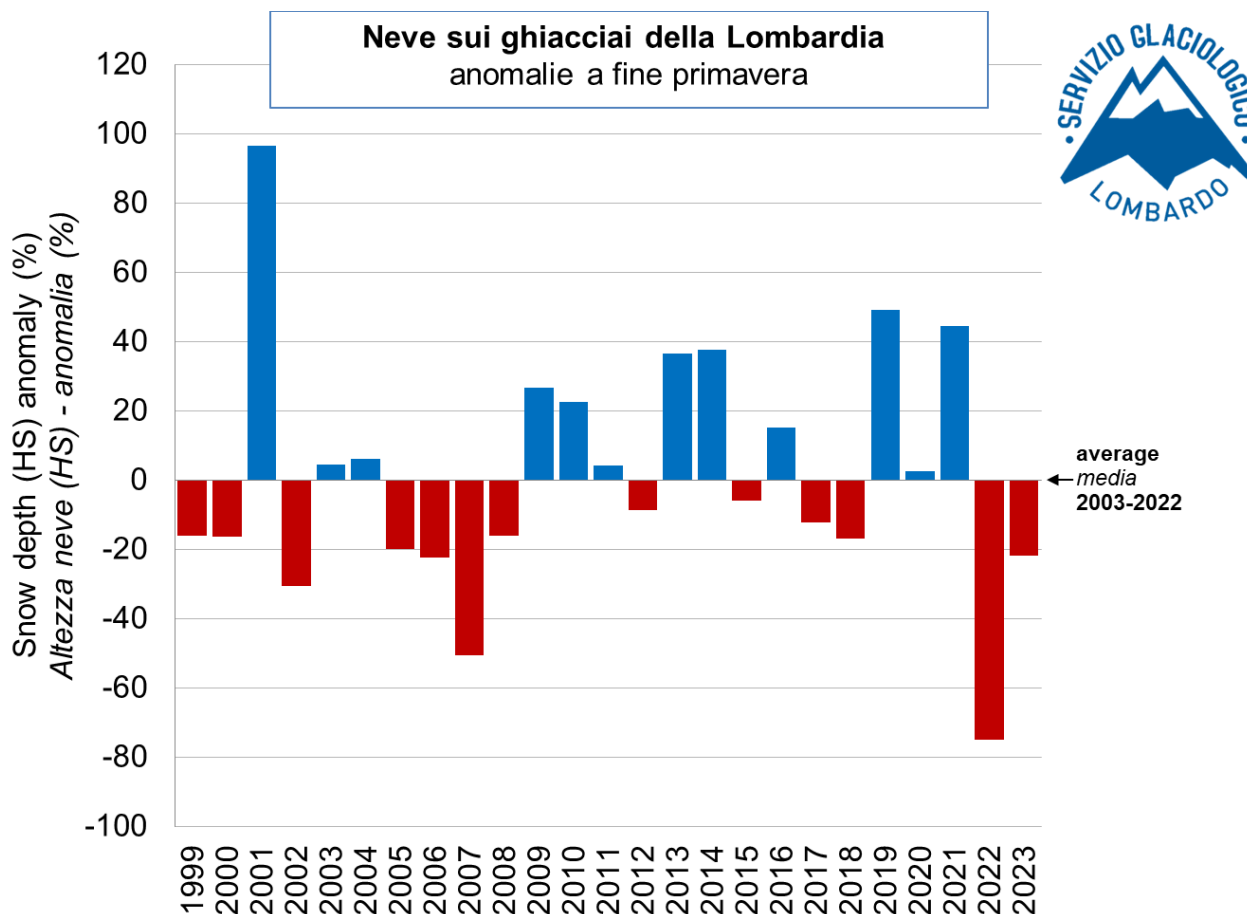
BILANCI INVERNALI 2022/2023 IN LOMBARDIA

Amerigo Lendvai¹, Riccardo Scotti¹, Giovanni Baccolo^{1,2}

¹Servizio Glaciologico Lombardo, ²Paul Scherrer Institute, Villigen, Svizzera

in collaborazione con Centro Nivo-Meteorologico di Bormio (ARPA Lombardia), Commissione Glaciologica SAT, Provincia Autonoma di Trento (per il settore Adamello)

Le nevicate tardo primaverili limitano parzialmente i danni di un'altra stagione di accumulo avara di precipitazioni sui ghiacciai lombardi



1. Introduzione e quadro meteorologico stagionale

La stagione di accumulo 2022/2023 alle quote superiori ai 3000 metri è iniziata già nella seconda decade del mese di settembre, in deciso anticipo rispetto alla media degli ultimi anni. Un benefico e brusco raffreddamento, con alcune nevicate non così rilevanti in termini di quantità, hanno interrotto la fusione dopo la drammatica stagione estiva 2022. La stagione di accumulo è però proseguita con precipitazioni che si sono mantenute scarse per l'intero periodo autunnale e invernale. Anche le temperature in quota sono state elevate. Fino alle porte della primavera la stagione di accumulo ha quindi ricalcato le condizioni anomale della stagione precedente (2021/22), che, ricordiamo, aveva fatto segnare delle anomalie senza precedenti documentate nel report dello scorso anno¹.



Figura 1: Il fondovalle valtellinese con Sondrio in primo piano, il Monte Legnone sulla sinistra ed il Massiccio del Monte Rosa sullo sfondo visti da Prato Valentino (Teglio) il 4 gennaio 2023. L'immagine rappresenta la condizione nivometeorologica tipica degli ultimi due inverni, innevamento assente alle quote medio basse, condizioni anticicloniche con inversione termica persistente in grado di produrre nebbia e temperature minime relativamente rigide al fondo dei solchi vallivi e temperature talvolta eccezionalmente elevate in quota (foto R. Scotti).

Una delle anomalie più pronunciate ha riguardato il mese di Ottobre, solitamente mese piovoso e nevoso, uno dei periodi più importanti per il potenziale accumulo alle quote glaciali. Nella stagione di accumulo 2022/2023 è stato invece caldo e secco, tanto che, al di sotto dei 3000 metri, la fusione glaciale non si è interrotta durante questo periodo. Un altro mese che ha mostrato anomalie termiche positive è stato febbraio, ma, viste le temperature più rigide, l'effetto sulle dinamiche glaciali sono in questo caso meno significative.

¹ SGL - Bilanci Invernali 2021/2022 sui ghiacciai della Lombardia ([dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.34814.05443](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34814.05443))

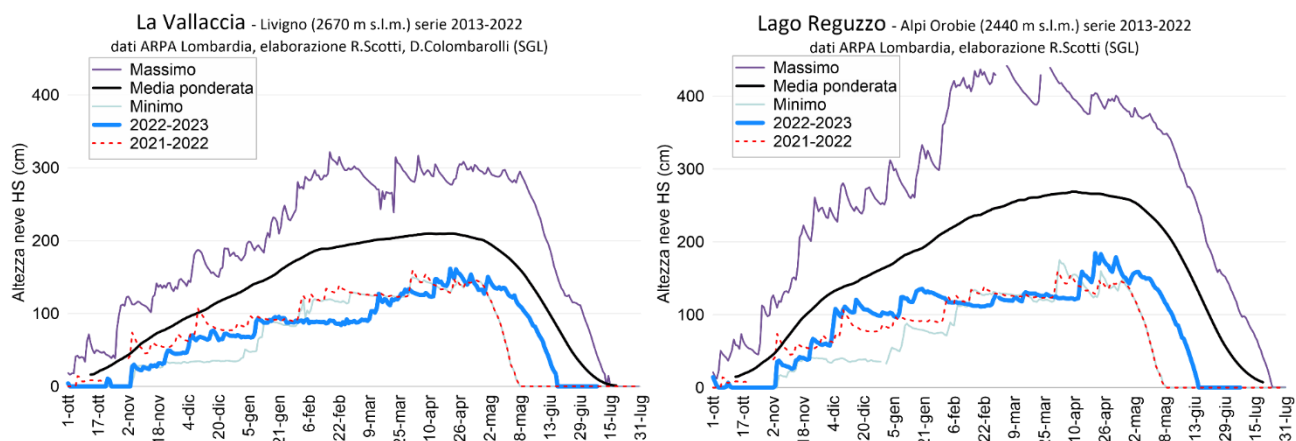


Figura 2: L'evoluzione temporale del manto nevoso della stagione 2022-23, misurata presso le [stazioni nivometeorologiche](#) di Lago Reguzzo (Alpi Orobie) e La Vallaccia (Livigno). La carenza di precipitazioni autunnali e invernali è evidente. Aprile e Maggio hanno limitato i danni rispetto alla stagione immediatamente precedente, ma non hanno potuto evitare un esaurimento anticipato della copertura nevosa di oltre 30 giorni rispetto alla media.

Solo nei mesi di **aprile e maggio** c'è stato un **netto cambio di configurazione**, con apporti nevosi che, di questi tempi, appaiono più che buoni, ma che sono in realtà del tutto consueti alla fine della primavera quando solitamente si concentra buona parte del potenziale di accumulo stagionale. Ciò ha quantomeno scongiurato la fusione eccezionalmente precoce e intensa registrata nel 2022, ma non ha potuto evitare la scomparsa della neve con oltre un mese di anticipo rispetto alla media. Complessivamente, presso la stazione di riferimento di Sils-Maria in Engadina, lo scarto di precipitazioni rispetto alla media degli ultimi 40 anni è stata del -20%, con l'indice standardizzato di anomalia (SAI) pari a -0,7.

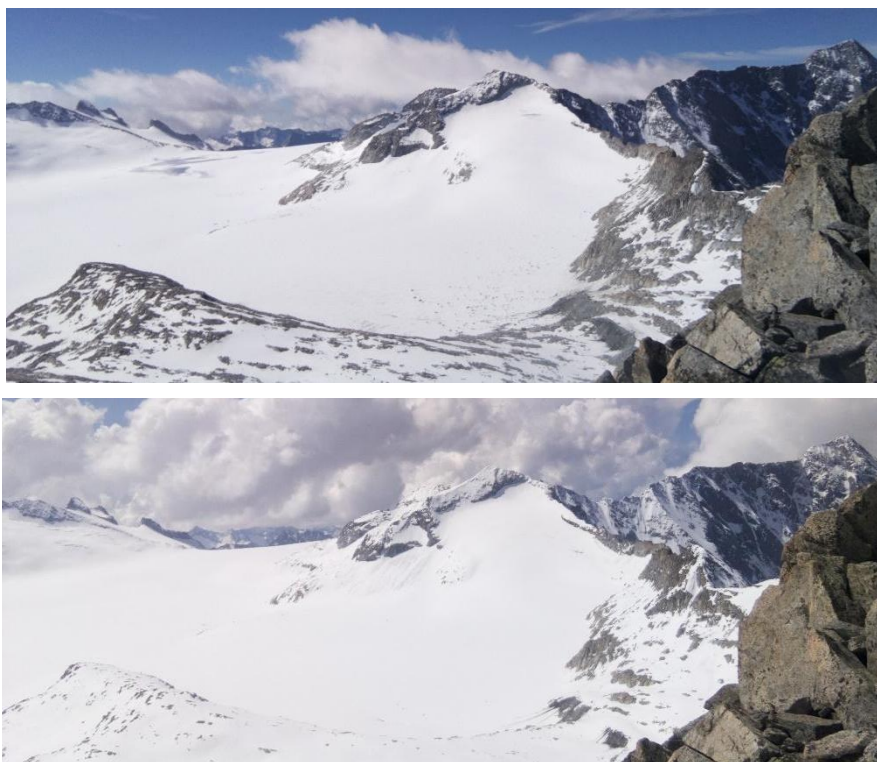


Figura 3: Il Corno Bianco e il Monte Adamello visti dalla Punta Venerocolo. L'innevamento del ghiacciaio dell'Adamello al 1° giugno 2022 (sopra) e 2023 (sotto) mostra differenze sensibili alle quote più elevate (foto [webcam](#) SGL & Meteopassione).

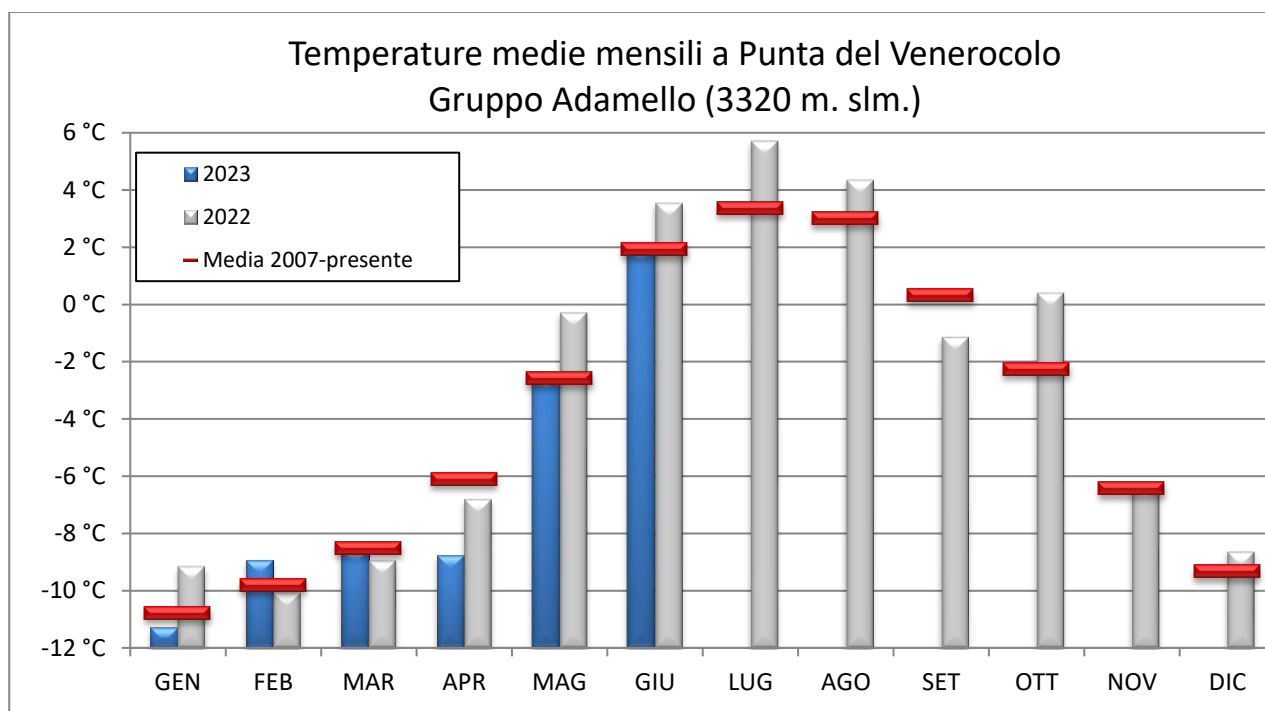


Figura 4: Confronto delle temperature medie mensili registrate a Punta del Venerocolo (3220 m. slm. settore Adamello). Le temperature medie del trimestre aprile-giugno 2023 sono risultate di 0,9°C sotto la media 2007-2022 e 1,9°C inferiori a quelle del medesimo periodo del 2022, in cui si erano invece registrate forti anomalie soprattutto in maggio. In particolare lo scorso aprile è stato caratterizzato da una temperatura media particolarmente fresca (-8,8°C, -2,7° in meno rispetto alla media dal 2007). Ottobre 2022 mostra una delle anomalie più forti (+2,7°C rispetto alla media dal 2007), con una temperatura media addirittura superiore allo zero ([dati](#) SGL & Meteopassione, elaborazione A. Lendvai).

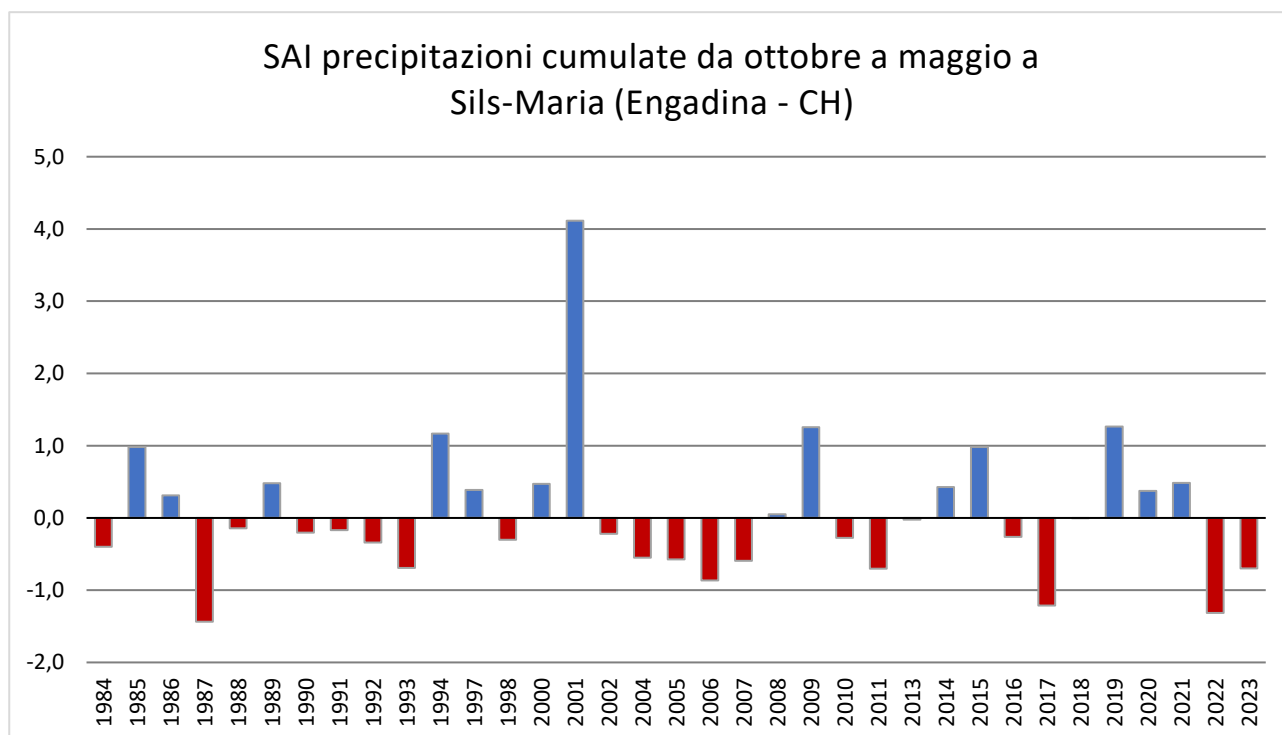


Figura 5: Indice standardizzato di anomalia (SAI) per le precipitazioni cumulate da ottobre a maggio a Sils-Maria (Engadina - CH). [Dati Meteosvizzera](#), elaborazione A. Lendvai.

2. Dati dei rilievi nivologici presso i siti campione SGL

Glacier <i>Ghiacciaio</i>	Coordinate, Elevation and sector (WGS84-UTM Z32N) (m a.s.l.)	Date	HN Snow depth <i>altezza neve</i> (cm)	Snow density <i>densità neve</i> (kg/m)	Snow Water Equivalent <i>equivalente in acqua</i> (m w.eq)	HS difference from average <i>variazione rispetto alla media</i> 2003-2022	HS Snow depth average <i>HS media ed intervallo</i> (cm)
Suretta Sud	527933 - 5150203 2765 m Spluga	02.06.2023	290	509	1,5	-26%	400 (1999-2023)*
<i>operators</i>	<i>P.Gallo, S.lalongo, G.Nicolosi</i>						
Vazzeda	556135 - 5128946 2930 m Disgrazia	26.05.2023	280	457	1,3	-23%	370 (1994-2023)**
<i>operators</i>	<i>M.De Zaiacomo, M. Marelli</i>						
Pizzo Scalino	575365 - 5125473 3080 m Scalino	27.05.2023	300	527	1,6	n.d.	432 (2010-2023)
<i>operators</i>	<i>A.Bolis, G.Neri</i>						
Campo Nord	585373 - 5142387 2990 m Livigno	02.06.2023	142	446	0,6	-23%	192 (2000-2023)*
<i>operators</i>	<i>D.Colombarolli, S.Colombarolli, I.Peri, S.Lasi, M.Radice, L.Rigoni, L.Petrone</i>						
Alpe Sud	610310 - 5138610 3150 m Ortles - Cevedale	09.06.2023	197	566	1,1	-9%	216 (1998-2023)***
<i>operators</i>	<i>ARPA Lombardia – Centro Nivo-Meteorologico di Bormio</i>						
Dosegù	618818 - 5136572 2995 m Ortles - Cevedale	11.06.2023	140	431	0,6	n.d.	176 (1996-2023)****
<i>operators</i>	<i>A.Borghi, P.Pagliardi, V.Sosio, G. Lorenzoni, M. Di Biase, A.Bera</i>						
Pisgana Ovest	617223 - 5115817 3140 m Adamello	03.06.2023	227	454	1,0	-10%	268 (2000-2023)*
<i>operators</i>	<i>P.Pagliardi, P.Federici, M.Masserini, A.Bera</i>						
Lupo	576626 - 5102882 2545 m Orobie	09.06.2023	273^a	495	1,4	-40%	450 (1996-2023)
<i>operators</i>	<i>R.Scotti, A.Libera</i>						
Siti occasionali o nuovi							
Adamello <i>(Pian di Neve)</i>	617461- 5110815 3130 m Adamello	09.06.2023	245	449	1,1	n.d.	n.d. (2022-2023)
<i>operators</i>	<i>A.Lendvai, A.Scaltriti, S.Benigni (PAT), C.Ferrari (Commissione Glaciologica SAT)</i>						
Dosegù <i>(bacino di accumulo)</i>	620112- 5137329 3440 m Ortles/Cevedale	11.06.2023	235	432	1,0	n.d.	n.d. (2021-2023)
<i>operators</i>	<i>G. Lorenzoni, P. Pagliardi, V. Sosio</i>						

Tabella 1. Quadro riassuntivo dei rilievi nivologici 2023. (* manca il 2002, ** manca il 1997, *** manca il 2012, **** mancano gli anni dal 2002 al 2006 e dal 2018 al 2019, ^a come da riferimento valore mediato su 3 punti di misura distribuiti longitudinalmente sul ghiacciaio, il valore medio nella zona della buca stratigrafica: 121 cm). Si osserva che in tutti i punti dove è stato possibile effettuare un confronto con il passato, l'altezza del manto nevoso al termine della stagione di accumulo 2022/2023 è stata inferiore alla media.

Altezza neve a fine primavera /
End of spring snow depth

— Media dal (average since) 2009
— Media dal (average since) 2003

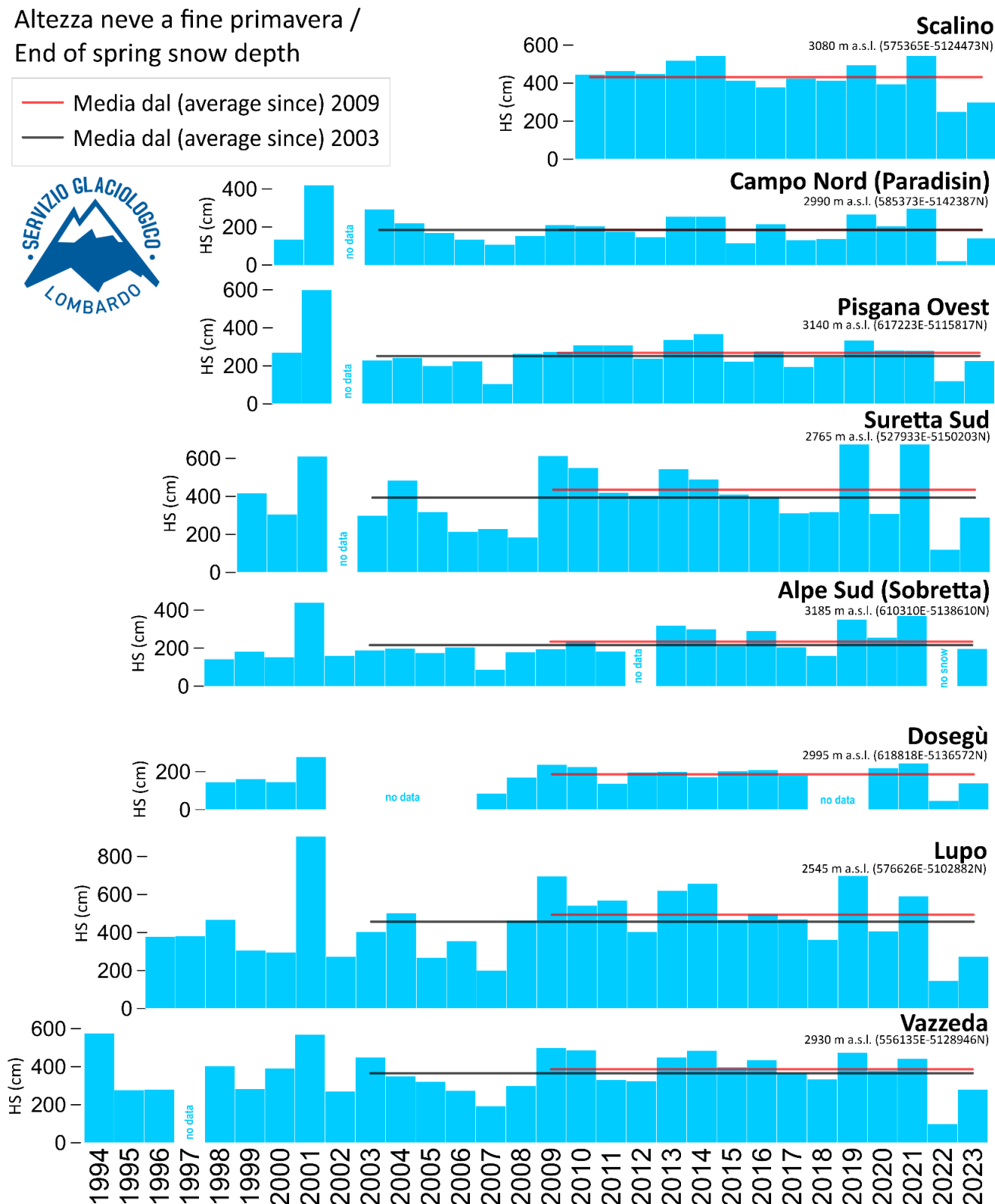


Figura 6: Serie storiche di altezza totale del manto nevoso (HS) al termine della stagione di accumulo presso i siti nivologici SGL.

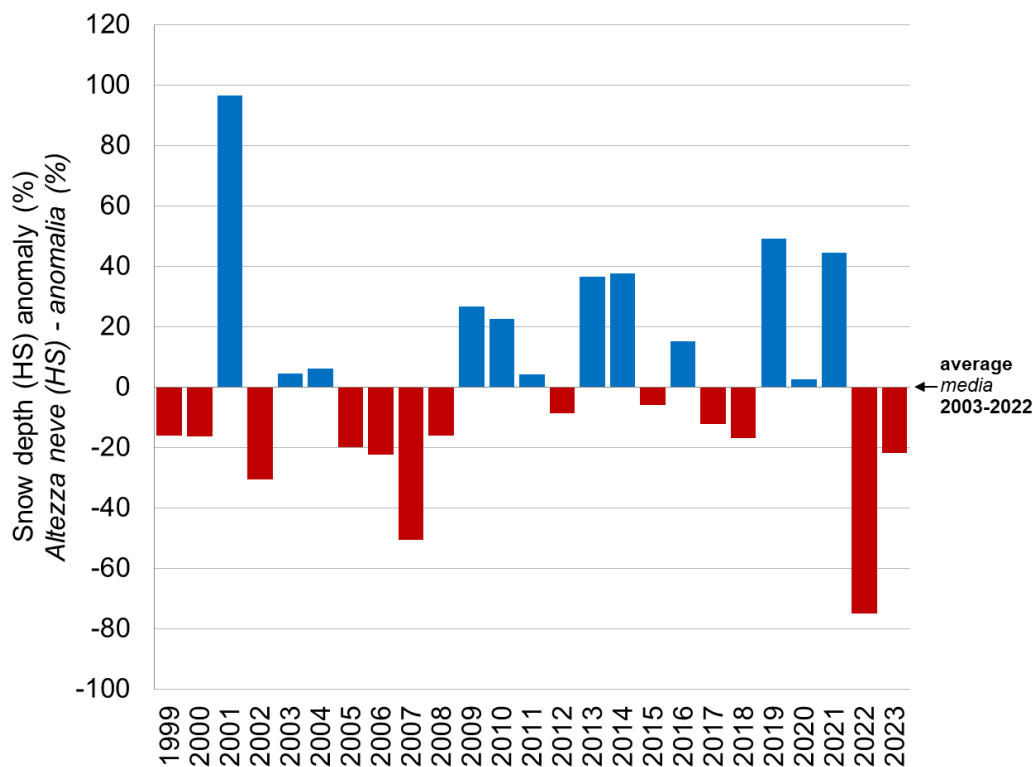


Figura 7: Variazione percentuale dell'altezza neve (HS) presso i siti nivologici SGL rispetto alla media dal 2003. Il valore indicato nel grafico equivale alla media degli scarti percentuali sui siti campione. 1998 e 2002: 3 siti, 1999: 4 siti Dal 2003: 6 siti ad eccezione del 2012 (5 siti)

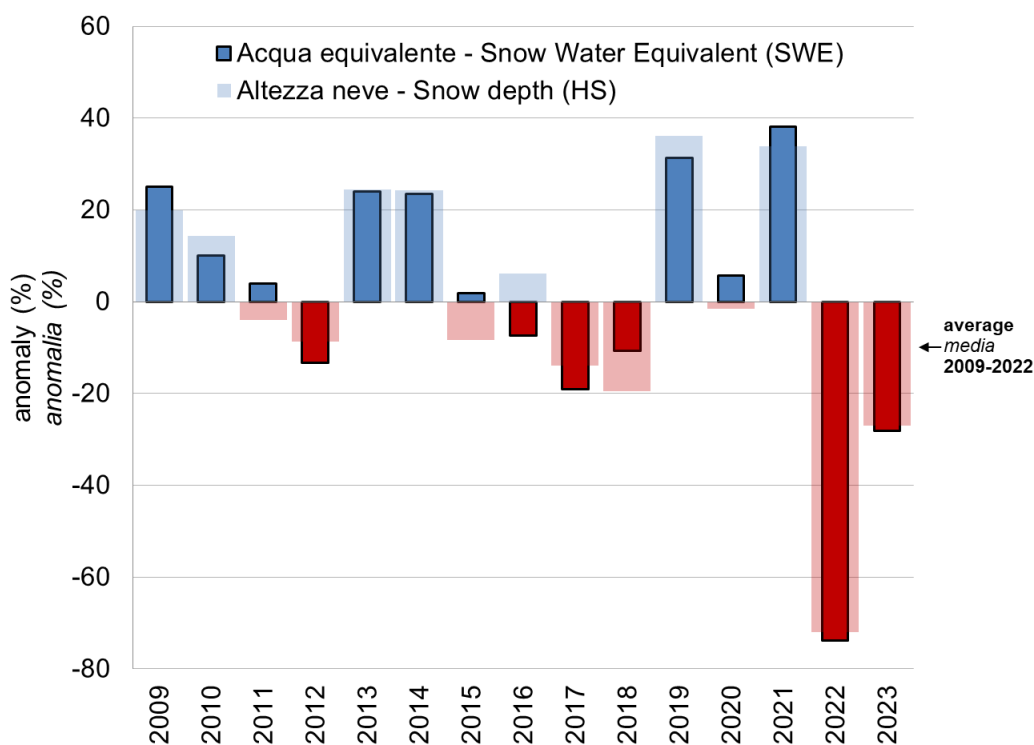


Figura 8: Variazione percentuale dell'altezza neve (HS) e dello Snow Water Equivalent (SWE) presso i siti nivologici SGL rispetto alla media dal 2009. Il valore indicato nel grafico equivale alla media degli scarti percentuali sui 6 siti campione.

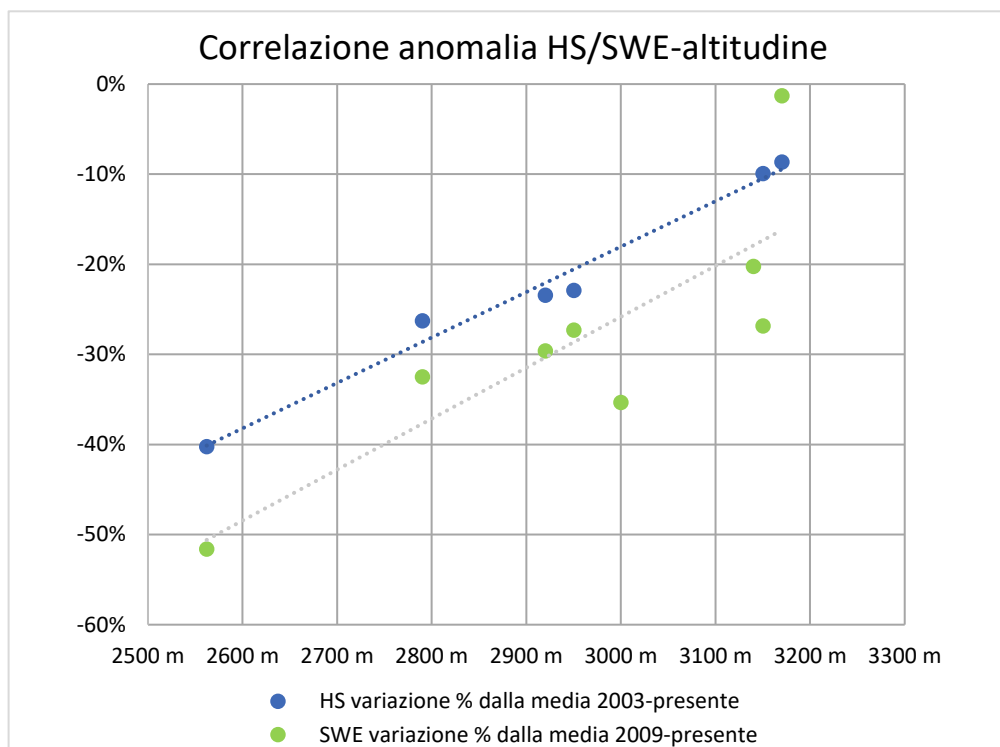


Figura 9: Correlazione tra l'anomalia dell'altezza della neve (HS, in blu) e dell'equivalente in acqua (SWE, in verde) rilevati nel 2023 e l'altitudine del sito considerato. Si evidenzia un marcato gradiente altitudinale, che non era invece presente nel 2022, in cui le anomalie erano ugualmente distribuite con la quota. Tale andamento è dovuto principalmente agli apporti nevosi di Maggio, che sono risultati significativi solo sopra i 2800 m e crescenti fino ai 3500 m.

I risultati delle indagini nivologiche presso i siti glaciali campione SGL in Lombardia sono stati effettuati come di consueto fra la fine di maggio e i primi giorni di giugno e, diversamente dal 2022, non dovrebbero aver risentito di fusione precoce². I valori di **altezza neve** e **contenuto in acqua** equivalente (SWE) nel manto nevoso mostrano **anomalie tra il -20% e il -30%**, ma con **marcato gradiente altitudinale**, che non era invece presente nel 2022, in cui le anomalie erano ugualmente distribuite con la quota.

In particolare, appare significativa l'anomalia negativa al ghiacciaio del Lupo (Orobie), il sito alla quota meno elevata tra quelli considerati (2545 m), che mostra anomalie rispettivamente di -40% e -52% rispetto ad altezza neve e SWE. Con valori intorno al -10%, l'anomalia è invece più contenuta presso i siti dell'Alpe Sud (Ortles-Cevedale) e Pisgana Ovest (Adamello) posti a 3140-3150 m di quota. Tali differenze possono essere spiegate alla luce degli **apporti nevosi di Maggio**, che sono risultati **significativi solo sopra i 2800 metri** e crescenti fino ai 3500 metri. Dai profili rilevati appariva evidente la distinzione tra gli accumuli autunnali-invernali e quelli primaverili. Evidenti lenti di ghiaccio e croste da vento separavano le due masse nevose, a testimonianza dei lunghi periodi secchi e miti occorsi nei mesi di febbraio e marzo. Di fatto, alle quote inferiori ai 2700 metri, l'anomalia della stagione 2022/2023 è analoga a quella dell'anno precedentemente, che è già stata descritta come oltremodo eccezionale e statisticamente non replicabile in tempi così brevi. Evidentemente le statistiche meteo-climatiche stanno evolvendosi a causa del cambiamento climatico a una velocità superiore a quella immaginata.

² Storicamente SGL ha adottato la tecnica del bilancio invernale a "fixed-date o data fissa", invece di variare la data dei rilievi ogni anno per avvicinarsi il più possibile al momento di massimo accumulo stagionale (sistema "floating date") si è preferito fissare i rilievi ad una data che, anche per motivi logistici avrebbe permesso, senza eccessivi pericoli, di raggiungere i punti di rilievo. Lo svantaggio che si può incontrare in alcune stagioni è una sottostima dell'accumulo massimo a causa di un inizio di fusione precoce, mentre il vantaggio è rappresentato dalla possibilità di comparare efficacemente le diverse annate nell'ottica della permanenza della neve sul ghiacciaio durante l'estate.

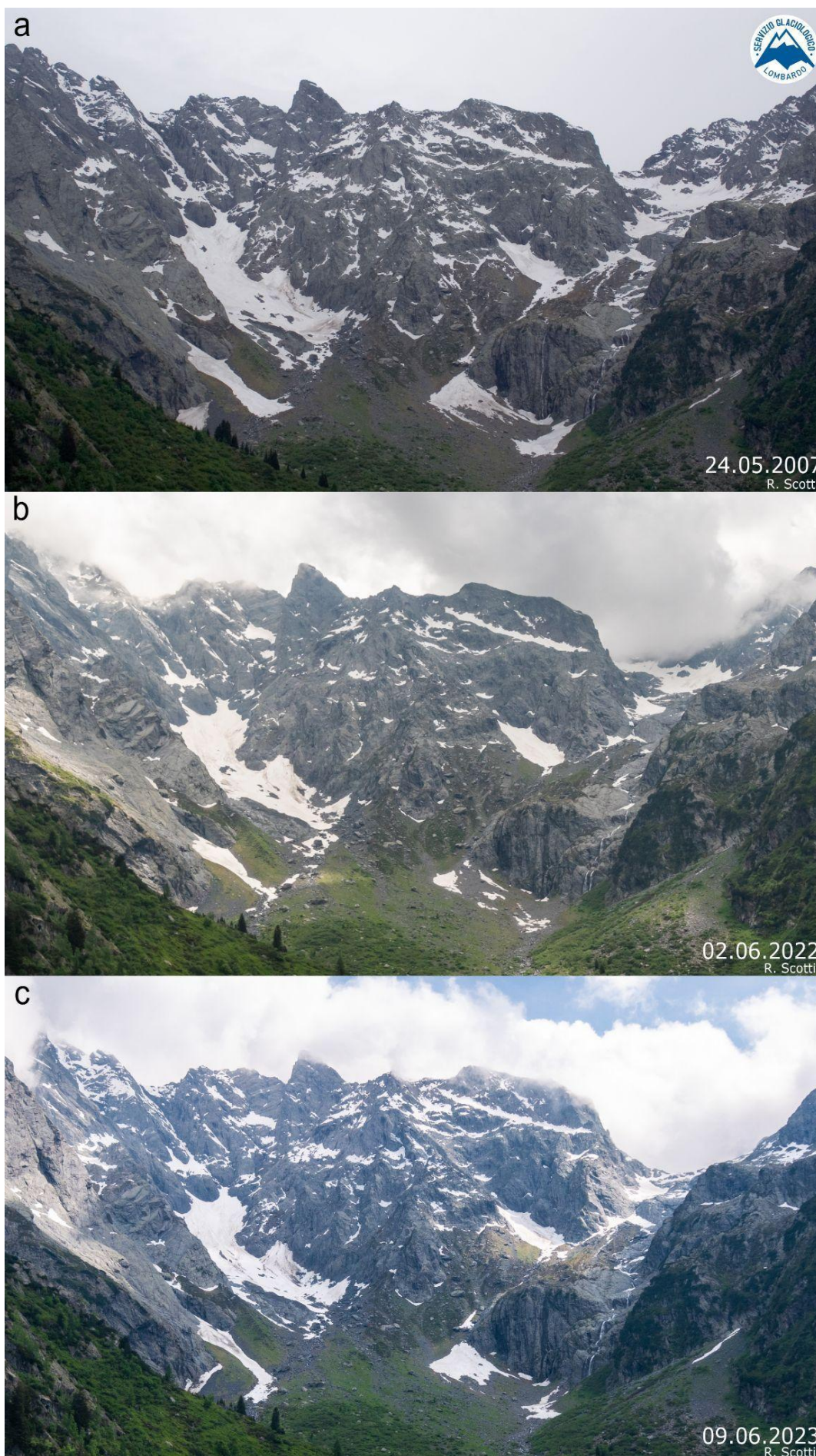


Figura 10 a-b-c:
L'innevamento
alla testata della
Val d'Arigna
(Orobie
Valtellinesi)
2022 (c) e 2023
(d) sono simili e
leggermente
meno estesi che
nell'anno
peggiore
precedente (a-
2007)
(foto R. Scotti).

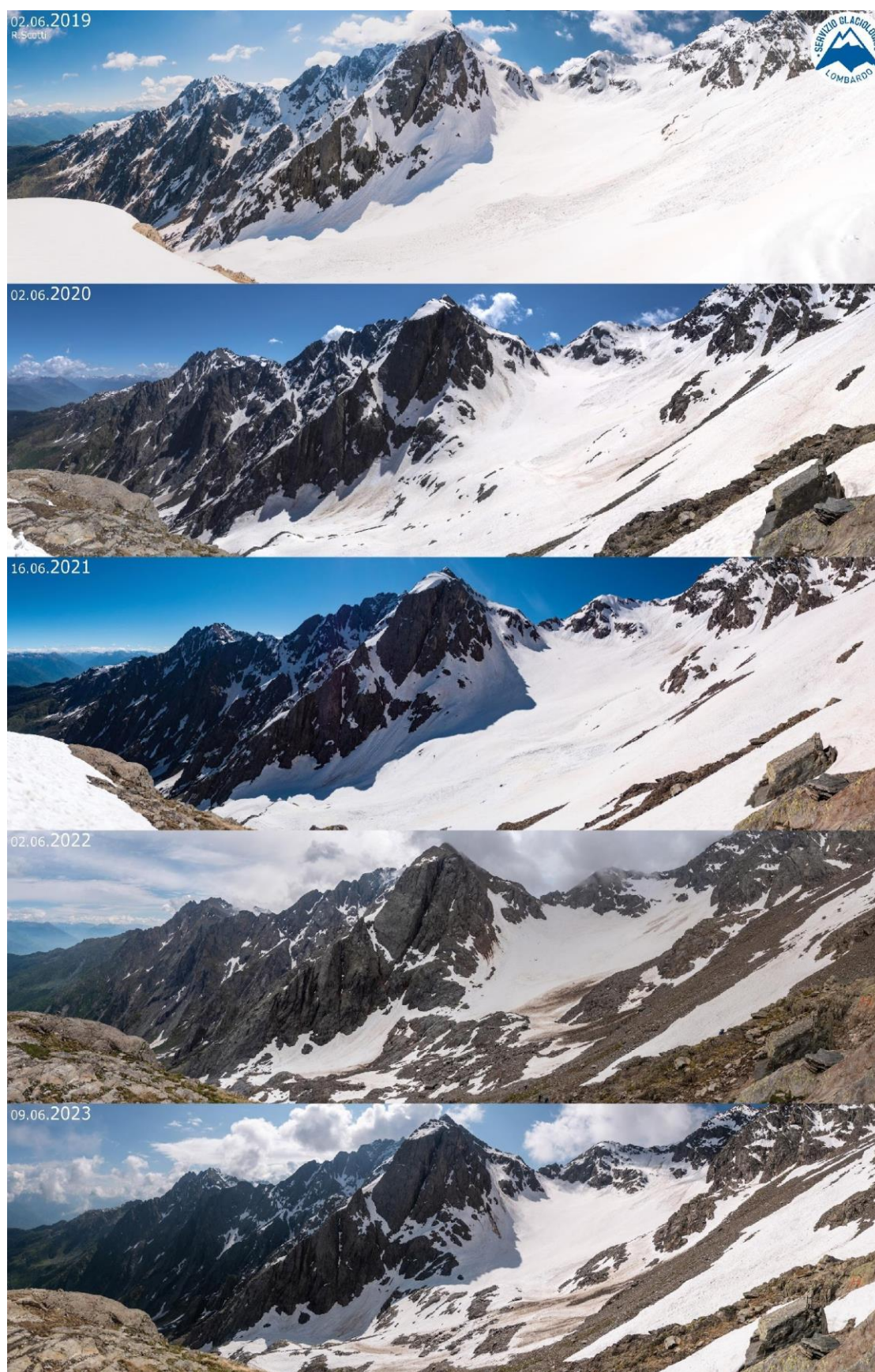


Figura 11: sequenza di immagini di inizio estate del ghiacciaio del Lupo (Orobie) visto dal Bivacco Corti riprese in occasione dei rilievi nivologici. Le ultime due stagioni evidenziano una evidente ed eccezionale carenza di copertura nevosa (foto R. Scotti).



Figura 12: rilievi nivologici al sito del ghiacciaio dell'Adamello (Pian di Neve) del 9 giugno 2023 (foto A. Lendvai).

3. Commenti e conclusioni

Escludendo le zone artiche, la crisi climatica sta interessando le Alpi con incrementi di temperatura tra i più alti del pianeta. Oltre ai nefasti effetti sulla fusione glaciale nei mesi estivi, temperature sempre più alte tendono ad aumentare la quota del limite delle nevicate e allungare così la stagione in cui i ghiacciai fondono riducendo così la durata del periodo in cui possono accumulare la neve. Un buon accumulo nevoso è un prerequisito importante per arrivare alla stagione successiva con un buon “capitale” utile a proteggere il ghiacciaio ed avere abbastanza neve in grado di resistere per l'intera l'estate, garantendo così la formazione di nuovo ghiaccio che sostituisca almeno in parte quello perso durante la stagione estiva. Questo processo, nell'attuale contesto climatico, è ormai limitato soltanto ad alcune porzioni glaciali a quote molto elevate, ampiamente insufficienti a sostenere le dimensioni attuali dei ghiacciai, peraltro già fortemente ridotte rispetto al secolo scorso. I ghiacciai che non sono in grado di conservare neve e produrre nuovo ghiaccio, purtroppo la maggior parte nel contesto alpino lombardo, sono chiamati “**fossili climatici**” a indicare il loro totale squilibrio con il clima attuale.

Così come la fusione eccezionalmente anticipata del maggio 2022 aveva dato segnali molto chiari in tal senso, anche il 2022-23 ha confermato questa nefasta dinamica. Settembre e ottobre e ancor di più maggio, hanno visto le nevicate più consistenti relegate alle quote più elevate. Di conseguenza le deposizioni nevose sui settori glaciali inferiori sono state molto limitate.

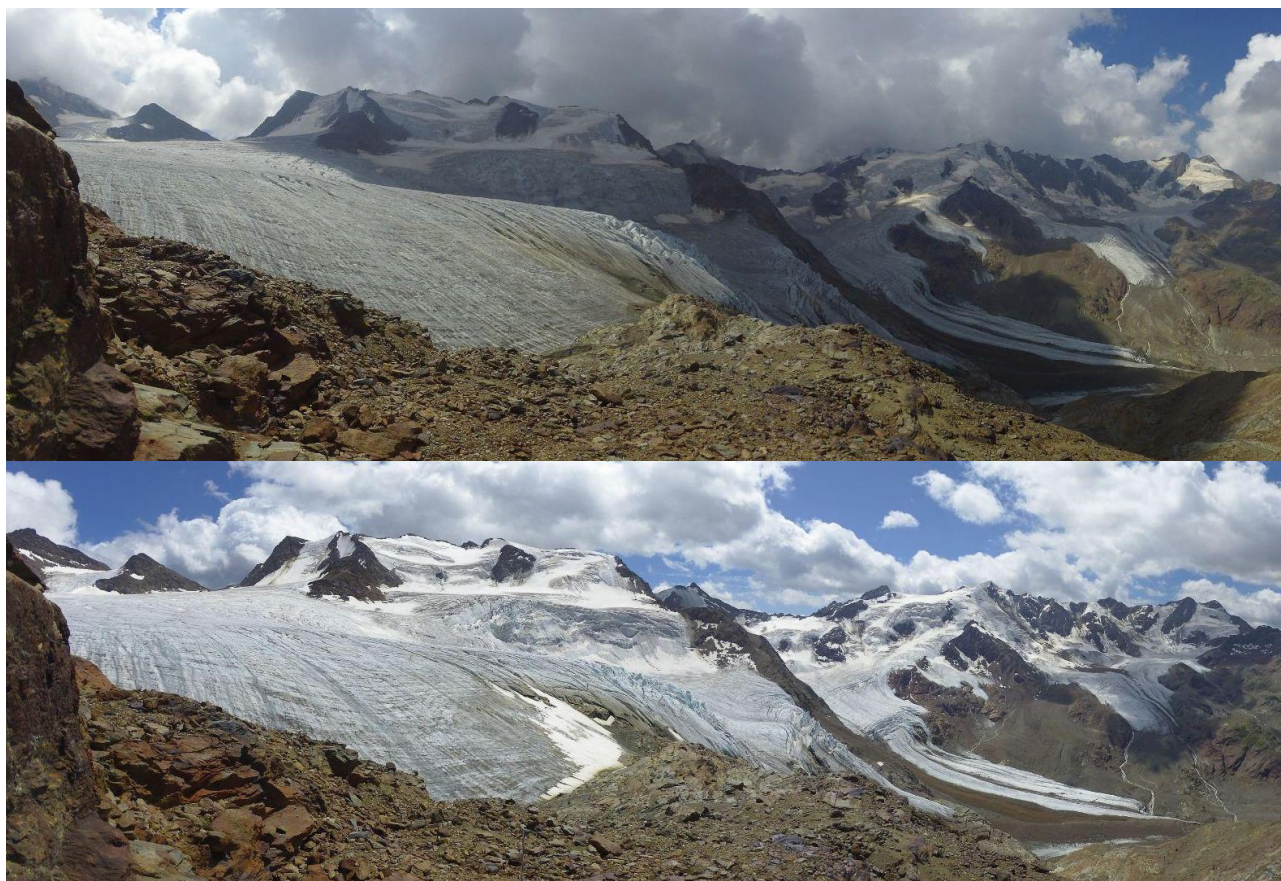


Figura 13. Il ghiacciaio dei Forni il 20 luglio 2022 (sopra) e 2023 (sotto) ripreso time-lapse camera Tikee gestita da Marco Trezzi (SGL) e parte del progetto [Planet Watch](#). L'innevamento residuo anche quest'anno è già scomparso dalla maggior parte della superficie del ghiacciaio ed è di pochissimo superiore al 2022 che, lo ricordiamo, ha visto il bilancio glaciale più negativo da quando si rilevano i dati a scala alpina.



Figura 14: il ghiacciaio del Lupo (Alpi Orobie) il 22/07/2023 già pressoché senza alcuna copertura nevosa. (foto M. Ruffoni)

Ad oggi (luglio 2023), **il deficit di accumulo nevoso** tra il 20 e il 30% rilevato sui ghiacciai lombardi **non è stato minimamente compensato** da un avvio di estate clemente dal punto di vista delle temperature. Le alte temperature di giugno e luglio hanno già oggi completamente fuso la neve al di sotto dei 2900-3200 metri. **Per avere bilanci di massa in equilibrio** o con perdite limitate, **la fusione estiva dovrebbe chiudersi oggi**, e forse sarebbe già troppo tardi. Tale evenienza appare ovviamente inverosimile essendo la stagione di fusione destinata a durare almeno ancora un paio di mesi. Anche quest'anno, possiamo quindi affermare con ragionevole certezza che **i bilanci di massa dei ghiacciai lombardi saranno fortemente negativi**, con indici di copertura nevosa residua a fine stagione (AAR) prossimi allo zero a quote inferiori ai 3300-3500 metri. Difficilmente verranno raggiunti i valori di fusione glaciale del 2022 ma, immaginando di cancellare tale nefasta annata della serie storica, saremmo probabilmente qui oggi a parlare del 2023 come una delle potenziali peggiori annate da quando si rilevano i dati.

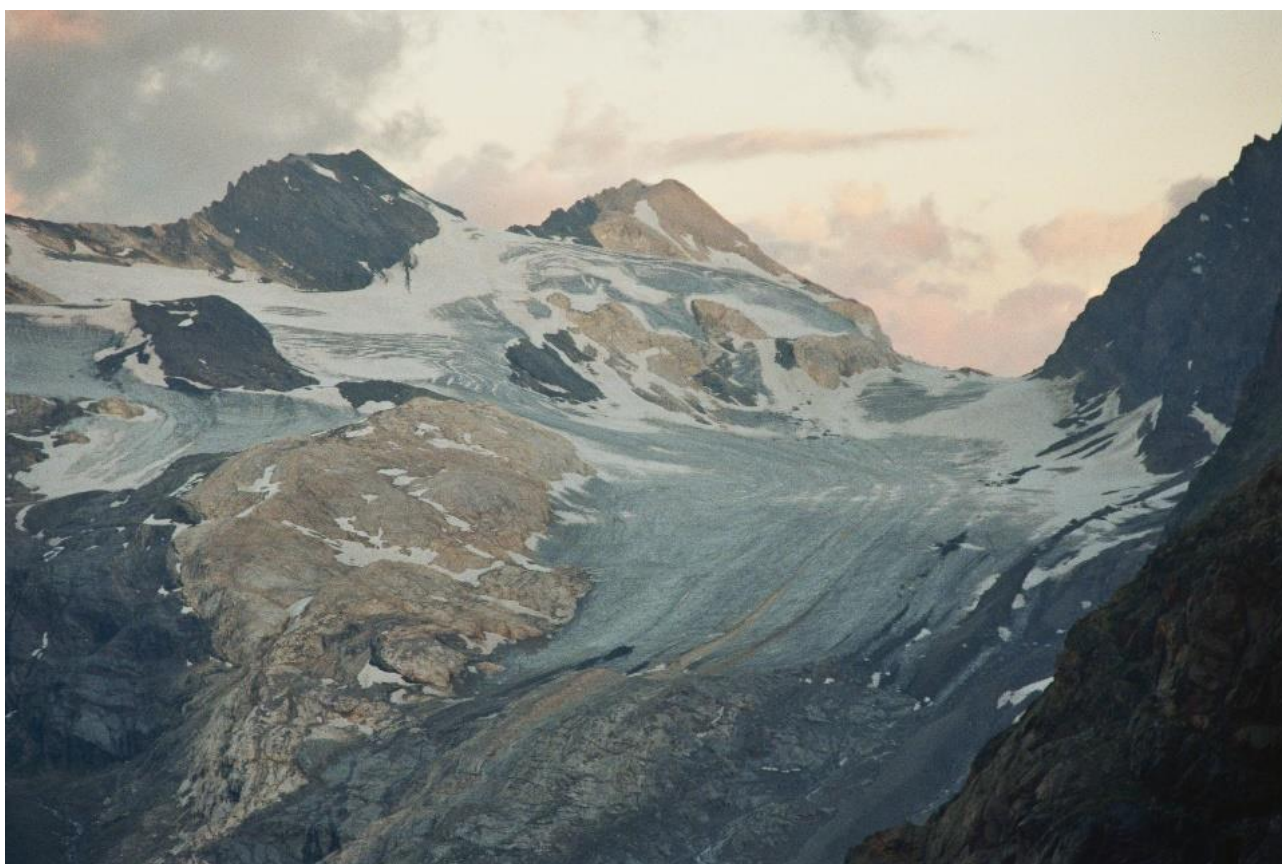


Figura 15: il ghiacciaio di Scerscen Inferiore il 22/07/2023 (foto G. Baccolo)

Esine (BS)
Morbegno (SO)
Villigen (CH)
24.07.2023