

Marta CHIARLE^{1*}, Aldino BONDESAN², Luca CARTURAN³, Riccardo SCOTTI⁴
editors (a cura di)

Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2024) *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2024)*

Abstract: Chiarle M., Bondesan A., Carturan L., Scotti R., *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2024)*. (IT ISSN 0391-9838, 2024). Results of the 2024 annual glaciological survey conducted on Italian glaciers are here presented. More than 160 volunteers, assisted by numerous collaborators, operated last year in the three Alpine sectors (Piemonte - Valle d'Aosta, Lombardia and Triveneto) and in the Apennines (Calderone Glacier, Gran Sasso Group) observing one hundred and eighty-three glaciers. One hundred and ten glaciers were observed in the Piemonte - Valle d'Aosta sector while frontal variation was measured at the snout of thirty-nine glaciers. Twenty-six and forty-eight were visited in the Lombardia Sector and in the Triveneto Sector, respectively (fifteen and forty-one of which were measured, respectively). Mass balance measurements were conducted on nineteen Italian glaciers during the 2023-2024 hydrological year: four glaciers in the Western Alps (Piemonte - Valle d'Aosta Sector), fourteen in the Eastern Alps (three in the Lombardia Sector, the other glaciers in the Triveneto Sector) and one in the Central Apennines. Despite the abundant snowfalls during the accumulation season (with sometimes exceptional values) and a relatively late start and early end of the ablation season, the marked and uninterrupted summer heat has caused another negative year for the Italian glaciers, albeit with a return to conditions more in line with those preceding the disastrous hydrological years 2021-2022 and 2022-2023.

Key words: Mountain glaciers, Frontal variation, Monitoring, Glaciological survey, Mass balance.

Riassunto: Chiarle M., Bondesan A., Carturan L., Scotti R., *Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2024)*. (IT ISSN 0391-9838, 2024). Vengono illustrati i risultati della campagna glaciologica annuale per il monitoraggio dei ghiacciai italiani. Oltre 160 operatori volontari, coadiuvati da numerosi collaboratori, hanno visitato nel 2024 centottantatré ghiacciai nei tre settori delle Alpi Italiane (Piemontese - Valdostano, Lombardo e Triveneto) e l'unico ghiacciaio dell'Appennino (Ghiacciaio del Calderone, Gruppo del Gran Sasso). Nel settore Piemontese - Valdostano sono stati osservati centodieci ghiacciai, di trentanove dei quali sono state misurate le variazioni frontali; nel settore Lombardo sono stati visitati ventisei ghiacciai, per quindici dei quali è stata misurata la variazione frontale, mentre nel settore Triveneto sono stati visitati quarantotto ghiacciai (quarantuno dei quali sono stati misurati). Nella sezione dedicata ai bilanci di massa sono riportati i risultati del monitoraggio di diciannove ghiacciai per l'anno idrologico 2023-2024: quattro si trovano nelle Alpi Occidentali (settorio Piemontese - Valdostano), quattordici nelle Alpi Orientali (tre nel settore Lombardo e gli altri nel Triveneto) e uno nell'Appennino Centrale. Nonostante una stagione d'accumulo ricca di precipitazioni (con valori talora eccezionali) e un inizio relativamente tardivo e una fine precoce della stagione di ablazione, il caldo estivo marcato e ininterrotto ha determinato l'ennesima annata negativa per i ghiacciai italiani, seppure con il ritorno a condizioni più in linea con quelle antecedenti alle disastrose annate 2021-2022 e 2022-2023.

Termini chiave: Ghiacciai montani, Variazioni frontali, Monitoraggio, Campagna glaciologica, Bilancio di massa.

¹ CNR-IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Torino.

² Dipartimento di Scienze Storiche, Geografiche e dell'Antichità (DiSSGeA) - Sez. di Geografia, Università di Padova.

³ Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF), Università di Padova.

⁴ CGI - Comitato Glaciologico Italiano, Torino e SGL - Servizio Glaciologico Lombardo, La Valletta Brianza, Lecco.

* *Corresponding author:* Marta Chiarle (marta.chiarle@cnr.it)

Research carried out with the contribution of the Italian Glaciological Committee (CGI), CNR-IGG, CNR-IRPI, Club Alpino Italiano (CAI).

Ricerca effettuata e pubblicata con il contributo del Comitato Glaciologico Italiano, del CNR-IGG, CNR-IRPI, del Club Alpino Italiano (CAI).

OPERATORI (*OPERATORS*)

(I numeri che seguono i nomi degli operatori indicano i ghiacciai controllati)
(*Numbers following the operators' names indicate the surveyed glaciers*)

SETTORE PIEMONTESE - VALDOSTANO (*PIEMONTE - VAL D'AOSTA SECTOR*) (pagg. 233-278); coordinatore (*coordinator*): Chiarle Marta, CNR-IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Strada delle Cacce 73, 10135 Torino (marta.chiarle@cnr.it).

Alberto Walter (ARPA Piemonte, CGI): 38, 46, 55, 213, 320, 321, 322, 323, 324, 326; Alessi Mattia (PNGP): 131, 132; Bormioli Daniele (ARPA Piemonte): 7, 15, 20, 22; Borre Piero (PNGP): 101, 102, 103, 106, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 121; Caminada Chiara (PNGP): 101, 102, 103, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 121, 123; Capo Luca (CGI): 29; Cat Berro Daniele (SMD): 81; Cerise Stefano (PNGP): 134, 146, 147; Costanzo Lorenzo (PNGP): 61; Cullino Pierluigi (PNGP): 64; Deline Philip (CGI): 208; Dematteis Niccolò (CNR-IRPI): 225; Dellanoce Marco (PNGP): 121; Drigo Stefano (PNGP): 128, 129, 131, 132, 134, 138, 139; Faletto Mattia (ARPA Piemonte): 7, 15, 20, 22; Ferraris Stefano (UNITO): 95, 115; Filipello Andrea (ARPA Piemonte): 38, 46, 55, 320, 321, 322, 323, 324, 326; Franchino Aristide (CGI): da 208 a 236 (solo foto); Frasca Marco (CGI): 244; Freppaz Michele (UNITO): 306; Franco Diego (POLITO): 189; Fusinaz Alberto (CGI): 209; Fusinaz André (CGI): 209; Gadin Gianluigi (CGI): 232; Garino Roberto (CGI): 189; Gilli Michelangelo (CGI): 159, 162, 163, 166, 176, 177; Giordan Daniele (CNR-IRPI): 225; Giuliano Maura (CGI): 297; Grosso Federico (ARPA VDA): 126, 189; Jordaney Etienne (PNGP): 126, 127.1, 127.2; Jordaney Jean Laurent (PNGP): 140, 142, 144, 145; Massoni Demis (PNGP): 126, 127.1, 127.2; Maule Nicolò (PNGP): 78; Mercalli Luca (SMD): 81; Miravalle Raffaella (PNGP): 56, 57-58, 59, 60, 61, 64, 69, 70, 72.1, 73F; Morra di Cella Umberto (ARPA VDA): 126, 189; Motta Elena (CGI): 219, 220, 221, 222-223, 224, 226, 227, 228, 229, 231, 234, 235; Motta Michele (UNITO): 272; Naudin Alice (PNGP): 123; Nigrelli Guido (CNR-IRPI, CGI): 200, 201; Oddone Pierre Yves: 72.2, 78, 79; Ossola Raffaella (CGI): 357; Palomba Mauro (CGI): 297; Panaccio Matteo (PNGP): 70, 72.2; Peiretti Sergio (CGI): 208; Peracino Alberto (PNGP): 128, 129; Piccini Paolo (CGI): 306; Pogliotti Paolo (ARPA VDA): 189; Pollicini Fabrizio (CGI): 140F, 148, 155, 168; Princisvalle Tito (CGI): 311; Rabellino Bethaz Alberto (PNGP): 61, 64, 70; Rogliardo Franco (CGI): 47, 48, 49, 50, 51, 52; Rossotto Alberto (PNGP): 134, 140, 142, 144, 145, 146, 147; Tamburini Andrea (IMAGEO, CGI): 325; Tesoro Marco (CGI): 244, 246, 254, 255, 256, 257, 259, 260, 265, 266; Troilo Fabrizio (FMS): 225; Valisa Paolo (CGI): 356; Vallet Rudy (PNGP): 138, 139; Versaci Salvatore (CGI): 325; Villa Vercella Laura (CGI): 244, 246, 254, 255, 256, 257, 259, 260, 265, 266; Zorzan Andrea (UNITO): 200, 201.

SETTORE LOMBARDO (*LOMBARDIA SECTOR*) (pagg. 279-293); coordinatore (*coordinator*): Scotti Riccardo, Comitato Glaciologico Italiano, Torino e Servizio Glaciologico Lombardo, La Valletta Brianza (LC) (riccardoscotti80@gmail.com).

Almasio Andrea (SGL): 422; Amormino Andrea (SGL): 408, 408.1; Barilli Andrea (SGL): 390; Bolognini Luca (SGL): 512.1; Bonacina Daniele (SGL): 439-440; Borghi Aldo (SGL): 512.1; Borsatti Sebastiano (SGL): 439-440; Capelli Claudia (SGL): 577, 581; Cipriani Valeria (SGL): 419; Colombaroli Davide (SGL): 439-440, 541, 543; Congiu Emanuele (SGL): 365; Costantin Massimiliano (SGL): 439-440; Crippa Matteo (SGL): 543; De Zaiacomio Maurizio (SGL): 411; De Gasperi Giancarlo (PAT): 608; Di Biase Michele (SGL): 432; Farinella Luca (SGL): 507; Federici Piera (SGL): 577; Ferrari Christian (SAT): 608; Fioletti Matteo (ARPA-Lo): 502, 503; Gallo Paolo (SGL) 371, 439-440; Galluccio Stefano (SGL): 507.1; Gussoni Mattia (SGL): 416; Lendvai Amerigo (SGL): 608; Leoni Stefano (SGL): 443; Libera Angelo (SGL): 439-440, 507.1, 541, 543; Lietti Elisa (SGL): 443; Manni Alessandro (SGL): 543; Manni Marco (SGL): 439-440, 543; Milesi Marco (SGL): 439-440, 473; Monti Andrea (SGL): 443; Nardon Alessandro (SGL): 512.1; Nardon Cristian (SGL): 512.1; Nicolini Aldo (SGL): 473; Nonini Fausto (SGL): 371, 439-440; Oggioni Michele (SGL): 543; Oreggioni Matteo (SGL): 439-440, 543; Orlando Alessandro (SGL): 439-440; Pagliardi Paolo (SGL): 577, 581, 608; Porro Tommaso (SGL): 439-440; Porta Roberto (SGL): 435; Pota Simone (SGL): 577, 581; Prandi Giovanni (SGL): 440, 577, 581, 608; Praticò Claudia (SGL): 439-440; Quinzanini Luca (SGL): 439-440; Regazzoni Augusto (SGL): 416; Repishti Filippo (SGL): 439-440, 577; Scaltriti Andrea (SGL): 577, 608; Scotti Riccardo (SGL): 419, 439-440, 507.1, 541, 543; Smiraglia Claudio (CGI): 516; Sosio Valentino (SGL): 507, 507.1; Tassarolo Simone (SGL): 432; Toaldo Miriam (SGL): 439-440; Toffaletti Andrea (SGL): 473, 608; Tognoni Gianluca (PAT) 608; Urso Massimo (SGL): 408, 408.1; Villa Fabio (SGL): 371.

SETTORE TRIVENETO e APPENNINI (*TRIVENETO SECTOR AND APPENNINES*) (pagg. 294-316); coordinatore (*coordinator*): Bondesan Aldino, Dipartimento di Scienze Storiche, Geografiche e dell'Antichità (DiSSGeA) - Sezione di Geografia, Università di Padova, Via del Santo 26, 35123 Padova (aldino.bondesan@unipd.it).

Alberti Silvio (SAT): 632; Baraldo Ezio (SGAA): 718; Benetton Giovanni (SGAA): 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733,

813, 816, 930, 941, 966, 967; Benetton Stefano (SGAA): 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 813, 816, 930, 941; Bertoni Elena (SAT): 640; Bogoni Francesca (SAT): 639; Cappelletti David (Università di Perugia, CGI): 1006; Carbone Valter (SGAA): 794; Carturan Luca (UNIPD, CGI): 699, 701; Covi Stefano (SGAA): 920; D'Aquila Pinuccio (Engeoneering Srls, Chieti): 1006; Da Molin Patrizia (SGAA): 812; Delpero Matteo (SAT): 690.1; Dinale Roberto (Prov. Aut. Bolzano, CGI): 889, 893; Esposito Giulio (CNR - IIA, Roma): 1006; Ferrari Cristian (SAT): 639; Fossati Emanuela (SAT): 643, 690, 690.1; Franchi Gianluigi (CGI): 875, 876; Gasperini Norman (SAT): 637, 710; Marchio Nicola (SAT): 690, 690.1, 941.1, 942; Mattiato Marco (SGAA): 920; Moreschi Gianni (SGAA): 908; Niccolini Romano (SAT): 657; Pecci Massimo (PCM-Dipartimento per gli Affari Regionali e le Autonomie, CGI): 1006; Pecci Mattia (CGI, Unisapienza, Roma): 1006; Perini Giuseppe (CGI): 730, 731, 732, 733, 926, 966, 967; Raparelli Edoardo (Università dell'Aquila): 1006; Rizzi Manuela (SGAA): 828, 829; Rosa Silvano (SGAA): 754; Rossan Roberta (SGAA): 754; Saccon Giovanni (SGAA): 926, 927; Santoni Massimo (SAT): 643; Sartori Guido (SGAA): 718, 754, 762, 771; Scaltriti Andrea (SGAA): 777, 778; Sepi Roberto (SGAA): 718, 762, 771; Speri Pier Paolo (SAT): 644, 657; Tagliavini Davide (SAT): 644; Taufer Gino (SAT): 941.1, 942, 947, 950; Toro Matteo (SGAA): 828, 829, 881, 929; Tuccella Paolo (Cetemps, L'Aquila): 1006; Turra Carlo Albino (SAT): 947, 950; Valcanover Enrico (SAT): 637, 639, 644, 929; Valentini Mario (SAT): 632; Varotto Mauro (CGI): 941; Zambelli Osvaldo (SGAA): 908.

Nelle relazioni ci si è attenuti alle seguenti norme e convenzioni. I numeri che precedono il nome dei ghiacciai sono quelli del «Catasto dei Ghiacciai Italiani», 4 voll., Comitato Glaciologico Italiano, 1959-1962 e successive varianti (v. anche Salvatore *et al.*, 2015). I numeri che identificano le fotografie e le figure corrispondono a quelli di catasto del ghiacciaio. Sono anche indicati, oltre al soggetto, la stazione fotografica, la data e l'autore.

Le lettere, talora accoppiate, tra parentesi e minuscole, poste a fianco dei simboli dei segnali, hanno il seguente significato: c, centro; d, destra; s, sinistra; f, frontale; l, laterale. I simboli (C), (T), (A) e (GPS) indicano che la quota cui si riferiscono, sempre espressa in metri, è stata desunta, rispettivamente, dalla carta topografica, determinata topograficamente, ricavata con altimetro o mediante GPS.

Nelle tabelle riassuntive delle variazioni di ogni ghiacciaio le distanze, espresse in metri, sono approssimate a ± 0.5 m e si intendono come distanze reali. Ove non sia diversamente indicato tra parentesi, per distanza precedente si intende quella dell'anno 2023. Le variazioni sono indicate con i seguenti simboli: - regresso; + progresso; -X regresso non quantificabile; +X progresso non quantificabile; 0 ghiacciaio stazionario; ? variazione incerta; SN fronte innevata per neve residua; NM non misurato. I coordinatori assumono sia la responsabilità scientifica sia quella redazionale per tutte le relazioni dei settori di loro competenza.

BILANCI DI MASSA DEI GHIACCIAI ITALIANI (MASS BALANCE OF ITALIAN GLACIERS) (pagg. 317-328); coordinatore (*coordinator*): Carturan Luca, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF), Università di Padova, Viale dell'Università, 16, 35020, Legnaro (Padova) (luca.carturan@unipd.it).

Bertoni Elena (SAT): 699; Carturan Luca (UNIPD, CGI): 699, 701; Casarotto Christian (MUSE, CGI): 639, 701; Cat Berro Daniele (SMI, CGI): 81; Cazorzi Federico (UNIUD, CGI): 981; Colombarolli Davide (SGL): 997; Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, SMAA, CGI): 978, 982.1, 984; Crippa Matteo (SGL): 543; Cucchiario Sara (UNIUD): 981; Dalpiaz Mattia (UNIBZ): 930; Dinale Roberto (Prov. Aut. Bolzano, CGI): 733, 875, 876, 930; Ferrari Cristian (SAT, CGI): 639, 699, 701; Franchi Gianluigi (CGI): 875, 876; Gaddo Mauro (Metetrentino, PAT): 639, 701; Gallo Paolo (SGL): 371; Galos Stephan P. (ACINN - Innsbruck): 733; Grosso Federico (ARPA VDA): 126, 189; Lendvai Amerigo (SGL): 639; Libera Angelo (SGL): 543; Longhi Franco (SAT): 699; Marchio Nicola (SAT): 701; Mercalli Luca (SMI, CGI): 81; Morra di Cella Umberto (ARPA VDA): 126, 189; Niccolini Romano (SAT): 701; Pecci Massimo (PCM-Dipartimento per gli Affari Regionali e le Autonomie, CGI): 1006; Peri Ivan (SGL): 997; Prandi Giovanni (SGL, CGI): 639; Rossotto Alberto (PNGP): 134; Scotti Riccardo (SGL, CGI): 371, 543, 639, 997; Securo Andrea (UNIVE): 978, 982.1, 984; Tuccella Paolo (Università dell'Aquila, CGI): 1006; Villa Fabio (SGL): 371; Zendrini Tiziana Lazzarina (UNIPD): 699.

In the reports the following rules and conventions were observed. The numbers preceding the name of the glaciers are those of the «Catasto dei Ghiacciai Italiani» (Inventory of Italian Glaciers), 4 voll., Comitato Glaciologico Italiano, 1959-1962, and subsequent variations (see also Salvatore et al., 2015). The numbers that countermark photographs and figures correspond to those of the glacier inventory. In addition to the subject, the photographic station, the date and the author are also indicated.

The letters, sometime in pairs, between brackets and small, placed next to the symbols of the signals, have the following meaning: c, centre; d, right; s, left; f, frontal; l, lateral. The symbols (C), (T), (A) and (GPS) indicate that the altitude they refer to, always expressed in metres, has been derived from the topographical map, determined topographically, obtained with an altimeter or GPS, respectively.

In the tables summarising the variations of each glacier the distances, expressed in metres, are approximated to ± 0.5 m and are intended as real distances. Unless otherwise indicated in brackets, previous distance means that of the year 2023. Variations are indicated with the following symbols: - retreat; + advance; -X not quantifiable retreat; +X not quantifiable advance, 0 stationary glacier; ? uncertain variation; SN snout covered by residual snow; NM not measured.

The coordinators assume both scientific and editorial responsibility for all reports in the sectors within their competence.

VARIAZIONI DEI GHIACCIAI ITALIANI 2024^(*)
 FLUCTUATIONS OF THE ITALIAN GLACIERS 2024^(**)

bacino e n. catasto basin and n. of Inv.	ghiacciaio glacier	variazione fluctuation	quota fronte snout elevat.
Stura di Lanzo - Po			
38	Croce Rossa	NM	3345
51	Merid. della Levanna Or.	NM	2985
52	Sett. della Levanna Or.	NM	3090
Orco - Po			
57-58	Centrale e Occ. di Nel	-5	NM
60	Occ. del Carro	-4	NM
81	Ciardoney	-2.5	2900
Dora Baltea - Po			
95	Mer. del Tessonet	-13	3005
101	Arolla	-12	2910
102	Sett. delle Sengie	-37	2740
103	Valeille	-5	2685
106	Valletta	-8	NM
109	Coupé di Money	-26.5	NM
112	Tribolazione	-3.5	2830
113	Dzasset	0	3030
115	Gran Val	-2	NM
116	Lauson	-17	3055
121	Trajo	-59.5	2965
126	Timorion	-8	3235
127.1	Occ. del Gr. Neyron	-14	3005 ^a
127.2	Or. del Gr. Neyron	-0.5	3000
128	Montandeyné	-6	3145
129	Lavacchiù	-7.5	NM
131	Moncorvé	0	3050
132	Monciair	-6	2940
138	Aouillié	-2.5	3115
139	Percia	-15	3015
140	Sett. di Entrelor	0	NM
144	Lavassey	-15.5	2805 (lobo sinistro)
145	Or. del Fond	-5.5	2885 (corpo centrale)
146	Occ. del Fond	-15.5	NM
147	Soches-Tsanteleina	-29	NM
148	Goletta	-4.5	2865 (fronte destra)
155	Torrent	-5.5	2670
168	Gliairetta-Vaudet	-5.5	2645
189	Rutor	-7	2590
200	Merid. di Arguerey	-39	2745
201	Sett. di Arguerey	-4	2720 ^a
213	Miage	NM	1790 (lobo N)
232	Or. di Gruetta	-2	2660
244	Mont Gelé	NM	3240
246	Or. di Mont Gelé	NM	3060
297	Grande di Verra	-12 (2022) ¹	2755
306	Indren	-12	3190

bacino e n. catasto basin and n. of Inv.	ghiacciaio glacier	variazione fluctuation	quota fronte snout elevat.
Sesia - Po			
311	Bors	NM ^c	3245
Toce - Ticino - Po			
321	Sett. delle Locce	NM	2580
322	Signal	NM	2610
323	Monte Rosa	NM	2180
324	Nordend	NM	2338
325	Belvedere	-119.5 (2019) ^{a,2}	1850
326	Piccolo Fillar	NM	2711
356	Merid. di Hohsand	-20	NM
357	Sett. di Hohsand	NM	2645
Adda - Po			
365	Pizzo Ferrè	NM	NM
371	Mer. di Suretta	NM	2705
390	Passo di Bondo	0 ^b	2925
408	Predarossa	-7	2720
408.1	Sella di Pioda	NM	NM
411	Or. di Cassandra	NM	NM
416	Ventina	-40	2370
419	Disgrazia	NM	NM
422	Sissone	-7	2775
432	Inf. di Scerscen	-13	2800
435	Caspoggio	-1.5	2725
439	Occ. di Fellaria	NM ^c	NM
440	Or. di Fellaria	-X	2565
443	Pizzo Scalino	-8	NM
473	Or. di Dosdè	-7	2625
502	Gran Zebrù (ramo centrale)	-17	3105
	Gran Zebrù (ramo occidentale)	-20	3150
	Gran Zebrù (media)	-18.5	
503	Cedèc (lobo settentrionale)	-16	3000
	Cedèc (lobo meridionale)	-18	2855
	Cedèc (media)	-17	
507	Palon della Mare (lobo centrale)	-9	NM
507.1	Centrale dei Forni	-33.5	2515
	Occidentale dei Forni	-13	2727
	Orientale dei Forni	-8	2835
512.1	Dosegù	-29.5	2885
516	Sforzellina	-15	2830
541	Marovin	NM	2075
543	Lupo	NM	2445
Oglio - Po			
577	Occ. del Pisgana	NM ^c	NM
581	Venerocolo	-3.5	2570

(*) Salvo quando diversamente indicato nella colonna «variazione». Tabella riassuntiva compilata da M. Chiarle sulla base dei dati forniti dai coordinatori. Nel caso di più segnali su di una stessa fronte, viene riportata la media delle variazioni; i dati originali sono pubblicati nelle relazioni sui singoli ghiacciai.

(**) *Apart from when indicated otherwise in the column «variation». Summarising table compiled by M. Chiarle according to the data supplied by the coordinators. In case more signals are present on the same front, the average value of the measured fluctuations is reported; the original data are published in the single glaciers reports.*

^a Vedi relazione. *See the report.*

^b Dato incerto. *Uncertain data.*

^c Segnale di nuova istituzione. *Signal newly established.*

¹ Baroni *et al.*, 2023; ² Baroni *et al.*, 2020; ³ Baroni *et al.*, 2022.

bacino e n. catasto <i>basin and n. of Inv.</i>	ghiacciaio <i>glacier</i>	variazione <i>fluctuation</i>	quota fronte <i>snout elevat.</i>
Sarca - Mincio - Po			
632	Ghiacciaio di Conca (orientale Carè Alto)	-7.5	3100
637	Ghiacciaio della Lobbia	-7	2755
639	Ghiacciaio del Mandrone	-127	2587
640	Ghiacciaio Occidentale di Nardis	-2	2774
643	Vedretta degli Sfulmeni Settentrionale	NM	2630
644	Ghiacciaio d'Amola	-27 (2022) ¹	2541
657	Ghiacciaio Agola	NM	2585
Noce - Adige			
690	Ghiacciaio Merid. di Taviela	NM	NM
690.1	Ghiacciaio Sett. di Taviela	-3.5	3170
699	Ghiacciaio de La Mare	NM	3101
701	Ghiacciaio del Careser	-15	2966
Rabbies - Noce - Adige			
710	Ghiacciaio di Sternai	-2	2943
Plima - Adige			
718	Ghiacciaio Soi	-7	2890
727	Ghiacciaio di Grames	-10	2910
728	Vedretta Serana	-9.5	2928
729	Vedretta Ultima	NM	NM
730	Vedretta Alta	-2	2862
731	Vedretta della Forcola	-20	2764
732	Vedretta del Cevedale	-11	2793
733	Vedretta Lunga	-14	NM
Solda - Adige			
754	Ghiacciaio di Rosim	-12	3020
762	Ghiacciaio Solda	-18.5	2740
771	Ghiacciaio del Madaccio	-2.5	2750
Carlin - Adige			
777	Ghiacciaio di Vallelunga - Langtauferner	-17	2530
778	Ghiacciaio Barbadorso di Dentro - Innerer Baerenbart Ferner	-10	2780
Senales - Adige			
813	Vedretta del Gogo Alto	-32	2835
816	Vedretta del Gogo Basso	-72 (2021) ³	3014
828	Vedretta della Croda Rossa	-10	2950
829	Vedretta di Tessa	-5	2825

bacino e n. catasto <i>basin and n. of Inv.</i>	ghiacciaio <i>glacier</i>	variazione <i>fluctuation</i>	quota fronte <i>snout elevat.</i>
Ridanna - Isarco - Adige			
875	Vedretta di Malavalle	-29	2615
876	Vedretta Pendente	-18	2625
Fleres - Isarco - Adige			
881	Vedretta della Stua	NM	NM
Vizze - Isarco - Adige			
889	Ghiacciaio Quaira Bianca	-62 (2021) ³	2680
893	Ghiacciaio Gran Pilastro	-167 (2021) ³	2560
Rienza - Isarco - Adige			
908	Ghiacciaio Rio Torbo	-7	2750
920	Ghiacciaio Rosso Destro	NM ^c	2710
926	Ghiacciaio Occ. di Sassolungo	-10	2566
927	Ghiacciaio di Collalto	-10	2637
929	Ghiacciaio Gigante Centrale	-6	2800
930	Ghiacciaio Gigante Occidentale	-96 (2021) ³	2900 (fronte centrale) 2717 (fronte occidentale)
Avisio - Adige			
941	Ghiacciaio Principale della Marmolada		
	fronte orientale	-2.5	2650
	fronte centrale	-1	2830
	fronte occidentale	-9	2820
941.1	Ghiacciaio Principale della Marmolada (settore occidentale)	-X	NM
942	Ghiacciaio Occ. della Marmolada	NM	2646
947	Ghiacciaio del Travignolo	-1	2397
Cordevole - Piave			
950	Ghiacciaio della Fradusta	-X	NM
Oten - Piave			
966	Ghiacciaio Sup. dell'Antelao	-79.5	2520
967	Ghiacciaio Inf. dell'Antelao	NM	NM
Mavone - Vomano			
1006	Ghiacciaio del Calderone	NM	NM

(*) Salvo quando diversamente indicato nella colonna «variazione». Tabella riassuntiva compilata da M. Chiarle sulla base dei dati forniti dai coordinatori. Nel caso di più segnali su di una stessa fronte, viene riportata la media delle variazioni; i dati originali sono pubblicati nelle relazioni sui singoli ghiacciai.

(**) *Apart from when indicated otherwise in the column «variation». Summarising table compiled by M. Chiarle according to the data supplied by the coordinators. In case more signals are present on the same front, the average value of the measured fluctuations is reported; the original data are published in the single glaciers reports.*

^a Vedi relazione. *See the report.*

^b Dato incerto. *Uncertain data.*

^c Segnale di nuova istituzione. *Signal newly established.*

¹ Baroni *et al.*, 2023; ² Baroni *et al.*, 2020; ³ Baroni *et al.*, 2022.

SETTORE PIEMONTESE - VALDOSTANO

PIEMONTE - VAL D'AOSTA SECTOR

a cura di (*editor*) Marta Chiarle

Nel corso della campagna glaciologica 2024 sono stati complessivamente visitati, da parte di 61 operatori, coadiuvati da numerosi collaboratori, 110 ghiacciai di cui 39 oggetto di misurazione della posizione della fronte. Inoltre, sono state realizzate indagini geomatiche di vario tipo, che vanno dalla perimetrazione mediante GPS del margine frontale (Goletta, Torrent, Gliaretta-Vaudet, Meridionale di Hohsand) a rilievi aerofotogrammetrici con drone o da elicottero (Meridionale e Settentrionale di Arguerey, Miage, Settentrionale delle Locce, Signal, Monte Rosa, Nordend, Belvedere e Piccolo Fillar). Ulteriori indagini geomatiche, a scopo di allertamento, hanno riguardato infine il Ghiacciaio di Planpincieux. Sono proseguite sul Ghiacciaio del Belvedere le misure di ablazione e velocità superficiale della lingua glaciale, mentre per i ghiacciai di Ciardoney, Timorion, Grand Etrèt e Rutor sono stati realizzati i consueti bilanci di massa annuali, per i quali si rimanda alla sezione dedicata. La distribuzione dei ghiacciai visitati fra i vari gruppi montuosi è la seguente:

Gruppo montuoso - Settore	N. ghiacciai visitati
Alpi Marittime	1
Alpi Cozie	4
Alpi Graie	82
Alpi Pennine	21
Alpi Lepontine	2
TOTALE	110

Dal punto di vista dinamico, i risultati delle misure (per lo più riferite al 2023, tranne una riferita al 2019 e una al 2022) possono essere così sintetizzati:

- ghiacciai in ritiro 36 (92% dei ghiacciai misurati)
- ghiacciai stazionari 3 (8% “)
- ghiacciai in avanzata 0 (0% “)

L'annata 2023-2024, pur contrassegnata dal perdurare di un marcato regresso glaciale, ha segnato il ritorno a condizioni più in linea con quelle antecedenti alle disastrose annate 2021-2022 e 2022-2023. Il valore medio di ritiro frontale è stato infatti di 12 m (mediana: 7 m), contro valori di 19.5 m nel 2023 (mediana: 14.5 m) e addirittura di 35.5 m nel 2022 (mediana: 25.5 m). Anche il massimo valore di regresso frontale (59.5 m al Ghiacciaio del Trajo) è stato decisamente più contenuto dei valori raggiunti nel 2023 (306 m al Ghiacciaio di Indren) e nel 2022 (209.5 m, Ghiacciaio del Gran Paradiso). Tre ghiacciai sono risultati in condizioni di stazionarietà (Dzasset, Moncorvè, Settentrionale di Entrelor). A questo riguardo, occorre

tuttavia richiamare come il campione di ghiacciai misurati (39) sia stato nel 2024 di molto inferiore al numero di ghiacciai misurati nel 2023 (59) e 2022 (60). Questo è stato dovuto in parte al perdurare di neve residua alle fronti di alcuni ghiacciai, per effetto delle abbondanti nevicate primaverili, in parte alle nevicate precoci di inizio settembre: in molti casi, infatti, le fronti glaciali sono ormai così sottili che poche decine di cm di neve sono in grado di mascherarle, impedendone la misura. I dati di variazione frontale trovano riscontro nei bilanci di massa annuali realizzati nel settore alpino occidentale, decisamente meno drammatici delle due annate precedenti. Al Ghiacciaio di Ciardoney, infatti, il bilancio si è chiuso con un dato meno sfavorevole (-1040 mm *w.e.*) rispetto alla media del trentennio di misurazioni (-1400 mm *w.e.*). Il Ghiacciaio del Grand Etrèt ha visto un bilancio di -1201 mm *w.e.*, migliore delle annate precedenti, ma comunque peggiore della media (-1044 mm *w.e.*). Migliori della media anche i bilanci di massa dei ghiacciai del Timorion (-654 mm *w.e.*) e del Rutor (-506 mm *w.e.*). Questi dati, a prima vista un poco tranquillizzanti, tuttavia sorprendono considerato che la stagione di accumulo è stata una delle più favorevoli degli ultimi decenni, in alcuni casi addirittura straordinaria (Ciardoney e Timorion), grazie alle abbondanti nevicate di fine inverno e primavera, e che la stagione di ablazione è iniziata tardivamente (rispetto agli anni immediatamente precedenti) ed è stata chiusa repentinamente poco prima di metà settembre da una serie di perturbazioni a carattere nevoso in quota. Tuttavia, il caldo intenso e ininterrotto che ha caratterizzato in particolare i mesi di luglio e agosto ha in buona parte vanificato il consistente accumulo invernale, complici anche le abbondanti polveri sahariane che hanno contribuito ad accelerare la fusione. Occorre tuttavia ricordare che parte delle perdite di ghiaccio conteggiate nel bilancio 2023-2024 potrebbero in realtà essere dovute al prolungarsi dell'ablazione nell'ottobre 2023, successivamente alla data di chiusura dei bilanci 2022-2023. Per un'analisi più dettagliata si rimanda alla sezione specifica dedicata ai bilanci di massa.

Oltre ad ostacolare le operazioni di misura, le precoci nevicate di settembre hanno in molti casi impedito un'osservazione complessiva dei corpi glaciali, in particolare dell'accumulo di neve residua alla fine della stagione di ablazione e dunque la stima della ELA e della AAR. Non mancano tuttavia segnalazioni da parte degli operatori, come ormai consolidata consuetudine degli ultimi anni/decenni, riguardanti l'incremento della copertura detritica, l'ampliamento degli affioramenti rocciosi ai margini e all'interno dei corpi glaciali, l'assottigliamento delle fronti e dei corpi glaciali in generale, la chiusura dei crepacci, l'instabilità di versanti rocciosi e morene all'intorno delle masse glaciali. I modelli fotogrammetrici realizzati per i ghiacciai che rivestono la parete est del Monte Rosa hanno consentito di quantificare fino a 30 m la perdita di spessore della copertura glaciale nel periodo 2010-2024. Rilievi fotogrammetrici realizzati sulla parte medio-bassa della lingua del Miage hanno quantificato in 5.4 m di spes-

sore e quasi 15 M di m³ di volume la perdita di ghiaccio tra agosto 2022 e novembre 2024. Per quanto riguarda l'instabilità naturale, si richiamano le numerose segnalazioni di colate detritiche, originatesi in occasione di eventi meteorologici intensi, che hanno attraversato la superficie dei ghiacciai, in alcuni casi abbandonando su di essi volumi significativi di detrito, in grado di interferire con la dinamica stessa dei corpi glaciali. Particolarmente significativi sono stati gli eventi occorsi il 29-30 giugno e il 4-5 settembre, che hanno causato un'attivazione generalizzata del reticolo idrografico di alta quota, con sovraincisioni straordinarie, in alcuni casi, degli apparati morenici della Piccola Età Glaciale. Sempre più i ghiacciai, da agenti di modellamento del paesaggio, stanno divenendo soggetti al modellamento da parte di altri agenti morfogenetici, quali frane e, appunto, colate detritiche.

I dati sono stati raccolti con il contributo di operatori del Comitato Glaciologico Italiano (CGI), del Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP), di ARPA Piemonte, di ARPA Valle d'Aosta (ARPA VDA), di Fondazione Montagna Sicura (FMS), di IMAGEO s.r.l., del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), della Società Meteorologica Italiana (SMI), dell'Università di Torino (UNITO) e del Politecnico di Torino (POLITO). Si ringraziano Cristina Viani e Giovanni Mortara per la preziosa collaborazione all'organizzazione e alla validazione dei dati glaciologici e alla revisione dei testi.

During the 2024 glaciological campaign, a total of 110 glaciers were visited by 61 operators, supported by numerous collaborators, 39 of which were subject to measurement of the front position. Furthermore, various types of geomatic surveys were carried out, ranging from the GPS perimeter of the glacier front (Goletta, Torrent, Gliàiretta-Vaudet, Meridionale di Hobsand) to aerial photogrammetric surveys by drone or helicopter (Meridionale and Settentrionale di Arguerey, Miage, Settentrionale delle Locce, Signal, Monte Rosa, Nordend, Belvedere and Piccolo Fillar). Finally, further geomatic surveys, for warning purposes, are reported for the Planpincieux Glacier. The measures of ablation and surface velocity of the glacier tongue continued on the Belvedere Glacier, while the usual annual mass balances were carried out for the Ciardoney, Timorion, Grand Etrèt and Rutor glaciers, for which reference is made to the dedicated section.

The distribution of the visited glaciers among the various mountain groups is as follows:

Mountain group - Sector	N° of observed glaciers
Maritime Alps	1
Cottian Alps	4
Graian Alps	82
Pennine Alps	21
Lepontine Alps	2
TOTAL	110

From a dynamic point of view, the results of the measurements (mostly referred to 2023, except one referred to 2019 and one to 2022) can be summarized as follows:

- retreating glaciers 36 (92% of measured glaciers)
- stationary glaciers 3 (8% “)
- advancing glaciers 0 (0% “)

The 2023-2024 year, although marked by the continuation of a strong glacial retreat, marked the return to conditions more in line with those preceding the disastrous 2021-2022 and 2022-2023 years. The average value of frontal retreat was in fact 12 m (median: 7 m), against values of 19.5 m in 2023 (median: 14.5 m) and 35.5 m in 2022 (median: 25.5 m). Also, the maximum value of frontal retreat (59.5 m at the Trajo Glacier) was much lower than the values reached in 2023 (306 m at the Indren Glacier) and in 2022 (209.5 m at the Gran Paradiso Glacier). Three glaciers were found to be in stationary conditions (Dzasset, Moncorvè, Settentrionale di Entrelor). In this regard, however, it should be recalled that the sample of measured glaciers (39) was much lower in 2024 than the number of glaciers measured in 2023 (59) and 2022 (60). This was partly due to the persistence of residual snow on the fronts of some glaciers, due to the abundant spring snowfall, partly to the early snowfall at the beginning of September: in many cases, in fact, the glacial fronts are now so thin that a few dozen cm of snow are able to mask them, impeding their measurement. Data of frontal variation are confirmed by the annual mass balances carried out in the western Alpine sector, definitely less dramatic than the two previous years. At the Ciardoney Glacier, in fact, the annual mass balance was relatively less unfavourable (-1040 mm w.e.), compared to the average of the thirty-year period of measurements (-1400 mm w.e.). The Grand Etrèt Glacier closed with a balance of -1201 mm w.e., better than previous years, but still worse than the average (-1044 mm w.e.). Also better than average were the mass balances of the Timorion (-654 mm w.e.) and Rutor (-506 mm w.e.) glaciers. These data, at first sight a little reassuring, are however surprising considering that the accumulation season was one of the most favourable in recent decades, in some cases even extraordinary (at the Ciardoney and Timorion glaciers), thanks to the abundant snowfalls of late winter and spring, and that the ablation season began late (compared to the immediately preceding years) and was suddenly closed shortly before mid-September by a series of snowfalls. However, the intense and uninterrupted heat that characterised in particular the months of July and August largely nullified the consistent winter snow accumulation, also thanks to the abundant Saharan dust, that contributed to accelerating the melting. However, it should be remembered that part of the ice losses accounted for in the 2023-2024 balance could actually be due to the prolongation of ablation in October 2023, after the closing date of the 2022-2023 mass balance. For a more detailed analysis, please refer to the specific section dedicated to mass balances.

In addition to hindering the measures, the early snowfalls in September have in many cases prevented an overall observation of the glaciers, in particular of the accumulation of residual snow at the end of the ablation season and therefore the estimate of the ELA and AAR. However, reports by operators continue, as has become usual in recent years/decades, regarding the increase in debris cover, the expansion of rock outcrops at the margins and in the middle of the glaciers, the thinning of the fronts and of glaciers in general, the closing of crevasses, the instability of rock slopes and moraines around the glaciers. The photogrammetric models realized for the glaciers that cover the east face of Monte Rosa allowed to quantify up to 30 m the loss of thickness of the glacial cover in the period 2010-2024. Photogrammetric surveys carried out on the middle-lower part of the Miage tongue have quantified the ice loss between August 2022 and November 2024 at 5.4 m of thickness and almost 15 M m³ of volume. With regard to natural instability, numerous debris flows have been reported, originating during intense meteorological events, which have travelled across the surface of the glaciers, in some cases abandoning significant volumes of debris on them, capable of interfering with the dynamics of the glaciers themselves. Particularly significant were the events that occurred on 29-30 June and 4-5 September, which caused a generalized activation of the high-altitude hydrographic network, with extraordinary downcutting, in some cases, of the Little Ice Age moraines. Glaciers, from landscape modelling agents, are increasingly becoming subject to modelling by other morphogenetic agents, such as landslides and, indeed, debris flows.

Data were collected with the contribution of operators of the Italian Glaciological Committee (CGI), the Gran Paradiso National Park (PNGP), ARPA Piemonte, ARPA Valle d'Aosta (ARPA VDA), Fondazione Montagna Sicura (FMS), IMAGEO s.r.l., the National Research Council (CNR), the Italian Meteorological Society (SMI), the University of Torino (UNITO) and Polytechnic of Torino (POLITO). Cristina Viani and Giovanni Mortara provided a valuable contribution in the organization and validation of the glaciological data and in the revision of the texts.

SETTORE LOMBARDO

LOMBARDIA SECTOR

a cura di (editor) Riccardo Scotti,
con il contributo di Andrea Toffaletti

Dalle relazioni fornite da Servizio Glaciologico Lombardo, da Matteo Fioletti (ARPA Lombardia) e dal Prof. Claudio Smiraglia (CGI), la campagna 2024 è stata svolta come di consueto su tutti e 7 i settori montuosi della regione interessando 26 ghiacciai, 15 dei quali monitorati con misura della variazione frontale (Chiarle *et al.*, 2024).

Suddivisi per gruppi montuosi, i ghiacciai osservati sono così distinti:

Gruppo montuoso - Settore	N. ghiacciai visitati
Tambò - Stella	2
Badile - Disgrazia	7
Bernina	5
Piazzzi - Campo	1
Ortles - Cevedale	6
Orobie	2
Adamello	3
TOTALE	26

Dal punto di vista dinamico, i risultati delle 15 misure eseguite si possono così sintetizzare:

– ghiacciai in ritiro	14	(93% dei ghiacciai misurati)
– ghiacciai stazionari	0	(0% “)
– ghiacciai in avanzata	0	(0% “)
– dato incerto	1	(7% “)

I valori di altezza neve misurati su 7 ghiacciai ad inizio stagione di ablazione hanno mostrato un'anomalia media positiva molto significativa (+74% rispetto alla media 2003-2023), con marcato gradiente altitudinale che ha penalizzato maggiormente i ghiacciai alle quote più basse. Sebbene la situazione all'inizio della stagione si presentasse quindi molto positiva, con valori di accumulo ai massimi degli ultimi 20 anni (secondi solo al 2001), la seconda parte dell'estate, estremamente calda e umida, ha portato a una forte riduzione degli accumuli nevosi, specialmente al di sotto dei 3000 m di quota. Le temperature elevate, che hanno ininterrottamente interessato l'arco alpino dalla metà di luglio fino ai primi giorni di settembre, hanno provocato una consistente riduzione del manto nevoso e la fusione del ghiaccio alle quote più basse. La stagione di ablazione si è conclusa attorno alla fine della prima decade di settembre solo alle quote oltre i 3000 m con le prime nevicate e temperature sotto le medie stagionali. Più a valle, si è avuta una ripresa dei fenomeni ablativi nel mese di ottobre con ulteriore, lieve perdita volumetrica delle fronti glaciali.

La campagna glaciologica 2024 è stata quindi condizionata nel suo svolgimento sia dall'andamento meteorologico nel periodo delle osservazioni a fine estate, sovente perturbato, sia dalle condizioni dei ghiacciai che hanno inciso sulla quantità e qualità delle osservazioni glaciologiche. Per alcuni ghiacciai, infatti, oltre all'impossibilità di effettuare misure frontali (anche per la presenza di accumuli valanghivi), non si è potuto stimare la ELA e l'indice AAR a causa delle nevicate avvenute alla fine della prima decade del mese di settembre.

I dati delle misure frontali, sempre meno indicative del reale stato di salute dei ghiacciai in questo contesto climatico, mostrano arretramenti per 14 su 15 ghiacciai, con il solo Ghiacciaio del Passo di Bondo che mostra un dato incerto. I dati di arretramento sono leggermente meno importanti rispetto ai valori del 2023. I dati più negativi sono stati registrati ai ghiacciai del Ventina (-40 m) e Centrale dei Forni (-33.5 m). I ghiacciai monitorati con la tecnica del bilancio di massa forniscono dati meno negativi rispetto alle ultime annate con alcuni apparati glaciali in equilibrio, come il Ghiacciaio del Lupo nel Gruppo Orobie, o leggermente negativi come il Ghiacciaio Settentrionale di Campo (n. catasto 997) nel Gruppo Piazzzi-Campo, monitorato dal Servizio Glaciologico Lombardo, con una perdita pari a -0.6 m w.e. Il grande apparato Fellaria-Palù ha fatto registrare un valore di AAR pari a 0.51, che equivale ad un bilancio di relativo equilibrio con valori simili al 2021.

According to the reports provided by the Glaciological Service of Lombardy Region (SGL), Matteo Fioletti of the Regional Agency for the Protection of the Environment of Lombardy (ARPA Lombardia) and Prof. Claudio Smiraglia from the Italian Glaciological Committee (CGI), the 2024 glaciological survey was carried out as usual on all 7 mountain sectors of the region involving 26 glaciers, 15 of which were monitored with frontal measurements (Chiarle et al., 2024).

Subdivided by mountain group, the glaciers observed are classified as follows:

Mountain group - Sector	N° of observed glaciers
Tambò - Stella	2
Badile - Disgrazia	7
Bernina	5
Piazzzi - Campo	1
Ortles - Cevedale	6
Orobie	2
Adamello	3
TOTAL	26

From the point of view of dynamics, the results of the 15 measurements can be summarised as follows:

- retreating glaciers 14 (93% of measured glaciers)
- stationary glaciers 0 (0% “)
- advancing glaciers 0 (0% “)
- uncertain behavior 1 (7% “)

The snow depth measurements carried out on 7 sample glaciers at the beginning of the ablation season showed a significant positive anomaly (+74% compared to 2003-2023 average), with a marked altitudinal gradient that penalized the glaciers at the lowest altitudes more.

Although the situation at the beginning of the summer season was therefore very positive, with snow accumulation values at the highest levels of the last 20 years (second only to 2001), the second part of the summer, extremely hot and humid, led to a strong reduction of the snowpack, especially below 3000 m a.s.l. The high temperatures, which continuously affected European Alps from mid-July to the first decade of September, caused a significant reduction in the snowpack and the melting of the ice at the lowest altitudes. The ablation season ended around the end of the first decade of September only at elevations above 3000 m, with the first snowfalls and temperatures below the seasonal averages. At lower elevations, there was a resumption of ablative phenomena in October with further, slight volume reduction of the glacial fronts.

Indeed, the 2024 glaciological survey was conditioned in its progress both by the adverse weather conditions during the observation period at the end of summer and by the conditions of the glaciers, which affected the quantity and quality of the glaciological observations. For some glaciers, in fact, in addition to the impossibility of carrying out frontal measurements (also due to the presence of avalanche accumulations), it was not possible to estimate the ELA and the AAR index, due to the snowfall that occurred at the end of the first decade of September.

The data from the frontal measurements, increasingly less indicative of the real state of health of the glaciers in this climate context, show retreats for 14 out of 15 glaciers, with only the Passo di Bondo Glacier showing an uncertain figure. The retreat data are slightly less strong compared to the values of 2023. The most negative data were recorded on the Ventina (-40 m) and Centrale dei Forni (-33.5 m) glaciers.

Glaciers monitored with the mass balance technique provide less negative data than in recent years with some glaciers in equilibrium, such as the Lupo Glacier in the Orobie Group, or slightly negative such as the Settentrionale di Campo Glacier (inventory no. 997) in the Piazzzi-Campo Group monitored by SGL, with a loss equal to -0.6 m w.e. The large Fellaria-Palù glacial system recorded an AAR value equal to 0.51 (value similar to year 2021), which is equivalent to a balance of relative equilibrium.

SETTORE TRIVENETO e APPENNINI

TRIVENETO SECTOR and APENNINES

a cura di (editor) Aldino Bondesan

I dati della campagna glaciologica del 2024 sono stati raccolti con il contributo degli operatori del Comitato Glaciologico Italiano (CGI), del Comitato Glaciologico Trentino della Società degli Alpinisti Tridentini (SAT) e del Servizio Glaciologico del CAI Alto Adige (SGAA). Un ringrazia-

mento speciale va a Pietro Bruschi (SGAA), Franco Secchieri (SGAA), Cristian Ferrari (SAT) e Chiara Levorato per il coordinamento delle attività di monitoraggio e la revisione dei rilievi condotti.

Durante la campagna del 2024, sono stati visitati 48 ghiacciai, suddivisi nei seguenti gruppi montuosi e settori alpini:

Gruppo montuoso - Settore	N. ghiacciai visitati
Adamello - Presanella (versante trentino)	6
Brenta	1
Ortles - Cevedale (versanti trentino e altoatesino)	16
Venoste	6
Breonie	3
Aurine	3
Pusteresi	5
Dolomiti	7
Appennini	1
TOTALE	48

La posizione della fronte è stata misurata su 38 ghiacciai, mentre la quota minima raggiunta dal ghiaccio è stata misurata su 41 ghiacciai. La campagna glaciologica 2024 è terminata anticipatamente a causa delle nevicate autunnali precoci; pertanto, risulta inferiore il numero dei ghiacciai rilevati rispetto alle ultime campagne.

Dal punto di vista dinamico, i risultati delle misurazioni effettuate sono i seguenti:

- ghiacciai in ritiro 38 (100 % dei ghiacciai misurati)
- ghiacciai stazionari 0 (0% “)
- ghiacciai in avanzata 0 (0% “)

In linea generale, rispetto alle annate precedenti, i dati rilevati indicano una situazione meno grave, con alcuni ghiacciai che hanno registrato ritiri frontali minimi, come il Ghiacciaio Occidentale di Nardis, il Ghiacciaio di Sternai, la Vedretta Alta, il Ghiacciaio del Madaccio e il Ghiacciaio della Marmolada. I ritiri frontali più marcati sono stati osservati sul Ghiacciaio dell'Adamello/Mandrone (-127 m) e sul Ghiacciaio Superiore dell'Antelao (-79.5 m).

In media, i ghiacciai hanno subito un ritiro di circa 18,3 m, con una mediana di -10 m e una moda di -10 m, valori che, pur evidenziando una certa variabilità da apparato ad apparato, delineano un quadro omogeneo di decrescita, anche se meno marcato rispetto all'anno precedente. Tutte le masse glaciali esaminate risultano al di sotto della linea di equilibrio, evidenziando una riduzione della superficie e un assottigliamento significativo, fenomeni che hanno determinato un progressivo affioramento delle superfici rocciose sottostanti.

Nel 2024, le Alpi italiane hanno registrato accumuli nevosi superiori alla media, segnando un ritorno ai livelli storici di copertura nevosa. Nonostante le abbondanti nevicate, le temperature eccezionalmente elevate durante l'estate hanno accelerato il processo di ablazione, riducendo la copertura nevosa residua e causando un consistente assottigliamento dei ghiacciai, anche alle quote più elevate. Tale processo, coniugato all'appiattimento delle fronti – in particolare nei ghiacciai caratterizzati da lingue sottili, in cui le perdite volumetriche prevalgono sull'arretramento lineare – ha modificato in maniera sostanziale il paesaggio glaciale.

L'accesso alle fronti si è rivelato estremamente pericoloso in numerosi casi, a causa della fragilità delle aree periglaciali e della degradazione del permafrost, fattori che hanno condotto a instabilità degli ammassi rocciosi e a un aumento dei crolli.

Un ulteriore elemento rilevante è rappresentato dall'incremento della copertura detritica: numerosi rilievi hanno evidenziato il deposito di detriti derivanti da frane e cedimenti delle pareti rocciose, fenomeno spesso correlato alla degradazione del permafrost. L'apertura e l'ampliamento di finestre rocciose, uniti alla formazione di nuovi laghi proglaciali, attestano una trasformazione dinamica del territorio, in cui il progressivo scoprimento del substrato roccioso si configura come indicatore fondamentale dell'alterazione in atto. Pur essendosi riscontrati ritiri frontali contenuti, in alcuni apparati, il quadro complessivo testimonia un processo di degradazione che interessa l'intera gamma dei fenomeni osservati. L'aumento della copertura detritica ha altresì reso difficoltose le misurazioni, ostacolando l'individuazione precisa della fronte. Nei settori superiori di vari ghiacciai, infine, è stata osservata una crescente fratturazione del ghiaccio, accompagnata da una significativa riduzione dello spessore complessivo.

Nonostante le abbondanti nevicate invernali, i dati raccolti durante la campagna 2024 confermano una generale riduzione delle masse glaciali nel settore Triveneto. Tale tendenza è in linea con quanto osservato negli ultimi decenni, seppur con variazioni meno drammatiche rispetto alle annate precedenti. Il persistere di condizioni climatiche sfavorevoli sta conducendo alcune aree glacializzate a uno stato di quasi totale estinzione, e il bilancio complessivo evidenzia un quadro critico della situazione glaciologica.

The 2024 glaciological campaign data were collected with the contribution of operators from the Italian Glaciological Committee (CGI), the Trentino Glaciological Committee of the Società degli Alpinisti Tridentini (SAT), and the Glaciological Service of CAI Alto Adige (SGAA). Special thanks are extended to Pietro Bruschi (SGAA), Franco Secchieri (SGAA), Cristian Ferrari (SAT), and Chiara Levorato for coordinating the monitoring activities and revising the conducted surveys.

During the 2024 campaign, 48 glaciers were visited, distributed among the following mountain groups and alpine sectors:

Mountain group - Sector	N° of observed glaciers
Adamello - Presanella (Trento side)	6
Brenta	1
Ortles - Cevedale (Trento and Alto Adige - South Tyrol side)	16
Venoste	6
Breonie	3
Aurine	3
Pusteresi	5
Dolomiti	7
Appennini	1
TOTAL	48

The position of the glacier terminus was measured on 38 glaciers, while the minimum ice altitude was recorded on 41 glaciers. The 2024 glaciological campaign ended prematurely due to early autumn snowfall; therefore, the number of glaciers surveyed is lower than in previous campaigns.

From a dynamic standpoint, the results of the measurements are as follows:

- retreating glaciers 38 (100% of the measured glaciers)
- stationary glaciers 0 (0% “)
- advancing glaciers 0 (0% “)

In general, compared to previous years, the data indicate a less severe situation, with some glaciers registering minimal frontal retreats - for instance, the Occidentale di Nardis Glacier, the Sternai Glacier, the Vedretta Alta, the Madaccio Glacier, and the Marmolada Glacier. The most pronounced frontal retreats were observed on the Adamello/Mandrone Glacier (-127 m) and on the Ghiacciaio Superiore dell'Antelao (-79.5 m). On average, the glaciers experienced a retreat of approximately 18.3 m, with a median and mode of -10 m. Although some variability exists among individual glaciers, these values delineate a homogeneous pattern of decline, albeit less marked than in the previous year. All examined glacial masses are situated below the equilibrium line, exhibiting a reduction in surface area and significant thinning. These phenomena have progressively exposed the underlying rock surfaces. In 2024, the Italian Alps recorded snowfall accumulations above the average, marking a return to historical snow cover levels. Despite the abundant snowfall, exceptionally high summer temperatures accelerated the ablation process, reducing the residual snow cover and causing considerable thinning of the glaciers, even at higher elevations. This process, combined with the flattening of the termini – particularly in glaciers charac-

terized by thin tongues, where volumetric losses prevail over linear retreat – has substantially altered the glacial landscape.

Access to the glacier fronts proved extremely hazardous in numerous cases, due to the fragility of periglacial areas and the degradation of permafrost, factors that have led to rock instability and an increase in rockfalls. Another significant element is the increased debris cover: numerous surveys documented the deposition of debris resulting from rockslides and collapses of rocky walls, a phenomenon often correlated with permafrost degradation. The opening and widening of rock windows, along with the formation of new proglacial lakes, attest to a dynamic transformation of the territory, wherein the progressive exposure of the bedrock constitutes a fundamental indicator of ongoing alteration.

Although some glaciers displayed minimal frontal retreat (e.g., Vedretta Alta, Sternai, Madaccio, and Marmolada), the overall picture testifies to a degradation process that encompasses the entire range of observed glaciological phenomena. Furthermore, the increased debris cover has made measurements more challenging, hindering the precise identification of the terminus. In the upper sectors of several glaciers, a growing fracturing of the ice has been observed, accompanied by a significant reduction in overall thickness.

Despite abundant winter snowfall, the data collected during the 2024 campaign confirm a general reduction in glacial masses in the Triveneto sector. This trend is consistent with observations from recent decades, albeit with less dramatic variations compared to previous years. The persistence of unfavourable climatic conditions is driving some glacierized areas toward near-total extinction, and the overall mass balance reveals a critical glaciological situation.

**SINTESI DEI FENOMENI
PIÙ IMPORTANTI OSSERVATI NEL 2024
(I NUMERI SONO QUELLI DEL CATASTO DEI GHIACCIAI)**

**SUMMARY OF THE MOST NOTICEABLE
PHENOMENA OBSERVED IN 2024
(NUMBERS ARE REFERRED TO THE GLACIERS INVENTORY)**

Assottigliamento, riduzione areale (*thinning, areal reduction*): 110, 138, 163, 176, 221, 228, 229, 234, 235, 244, 266, 306, 322, 323, 324, 356, 365, 371, 408, 408.1, 411, 416, 432, 435, 439, 440, 443, 473, 502, 503, 507, 507.1, 512.1, 516, 577, 581, 608, 637, 690, 690.1, 710, 727, 728, 730, 732, 926, 929, 930, 941, 942, 950, 1006.

Bédière, acqua epiglaciale, mulini (*bédières, epiglacial water, moulins*): 81, 95, 101, 103, 106, 109, 110, 113, 115, 116, 121, 126, 134, 201, 272, 408, 416, 432, 439, 440, 443, 473, 502, 503, 507.1, 512.1, 543, 577, 608, 772, 813, 929.

Cavità in ghiaccio (*caves in ice*): 56, 72.1, 365, 443, 507.1, 540, 577, 608.

- Cedimento di argine morenico (*failure of moraine ridge*): 213, 507.1.
- Colate di detrito sul ghiacciaio (*debris flow on the glacier surface*): 49, 55, 60, 61, 127.2, 320, 323, 325, 408, 422, 443, 507.1, 733.
- Coni detritici a nucleo di ghiaccio (*ice-cored debris cones*): nessuno.
- Crepacci (*crevasses*): 103, 110, 138, 140, 144, 177, 189, 227, 255, 260, 311, 416, 419, 422, 432, 439, 440, 503, 507, 507.1, 577, 608, 728, 731, 732, 733, 772, 813, 920, 926, 927, 930, 947, 966, 967.
- Crolli di seracchi o falesie superiori, valanghe di ghiaccio (*falls of seracs or ice walls, ice avalanches*): 440, 718, 772, 927.
- Detrito alla fronte (*debris covering the terminus*): 102, 103, 110, 116, 127.1, 129, 139, 140, 147, 155, 168, 200, 201, 208, 213, 224, 232, 255, 256, 257, 297, 320, 324, 371, 408, 416, 432, 435, 502, 503, 507.1, 512.1, 516, 644, 718, 728, 730, 754, 771, 772, 829, 889, 893, 908, 920, 966, 967.
- Detrito sulla superficie del ghiacciaio (*debris on the glacier surface*): 57-58, 59, 61, 70, 79, 81, 101, 102, 103, 106, 109, 142, 145, 146, 155, 176, 200, 201, 213, 254, 257, 311, 320, 324, 356, 371, 390, 408, 416, 432, 473, 502, 507.1, 516, 543, 581, 657, 690, 690.1, 710, 718, 719, 728, 729, 731, 732, 733, 754, 771, 813, 829, 881, 889, 927, 942, 966, 967.
- Finestre di roccia, formazione e allargamento (*appearance and enlargement of rock outcrops*): 112, 115, 121, 127.2, 131, 134, 138, 139, 155, 177, 260, 322, 365, 432, 439, 443, 507.1, 512.1, 577, 581, 608, 639, 690, 701, 727, 728, 730, 732, 771, 778, 813, 818, 881, 927, 930, 941.
- Frane di roccia su ghiaccio (*rock falls on ice*): 70, 79, 110, 111, 121, 123, 131, 140.
- Fronte crepacciata, sfrangiata, sollevata (*terminus with crevasses, fringed, lifted*): 109, 121, 227, 419, 440, 507.1, 772, 930, 931, 966.
- Fronte, appiattimento (*flattening of the terminus*): 113, 232, 255, 265, 266, 297, 365, 371, 408, 416, 432, 443, 473, 502, 503, 507, 507.1, 512.1, 516, 577, 581, 608, 637, 727, 731, 772, 813, 816, 818, 876, 941.
- Fronte, crolli (*detachments and ice falls from the terminus*): 106, 112, 123, 213, 227, 297, 365, 440, 443, 507.1, 608, 718, 947, 950.
- Ghiaccio morto (*dead ice*): 103, 254, 306, 416, 443, 502, 512.1, 731, 772, 777, 881, 908, 930, 966.
- Laghi glaciali (*glacial lakes*): 29, 57-58, 69, 70, 72.1, 102, 103, 112, 189, 213, 219, 256, 257, 306, 325, 432, 440, 443, 577, 637, 640, 727, 762, 927, 929, 947, 950, 966.
- Morene frontali/laterali di neoformazione (*new side and front moraines*): 718, 730, 772.
- Morene mediane (*medial moraines*): 189, 208, 371, 419, 432, 439, 502, 507, 507.1, 731, 732, 733, 762, 772.
- Morene, sovraincisione (*moraine downcutting*): 46, 60, 147, 260, 324.
- Neve residua abbondante (*abundant residual snow*): 47, 48, 49, 50, 51, 52, 148, 326, 390, 408.1, 411, 416, 419, 422, 541, 543, 643, 657, 718, 729, 732, 733.
- Neve residua scarsa o nulla (*few or lacking winter snow*): 159, 365, 371, 502, 577, 772, 777, 778, 816, 875, 876, 920, 926, 927, 930, 941, 947, 966.
- Separazione di corpi glaciali (*detachment of ice bodies*): 57-58, 177, 213, 772, 947.
- Svuotamento di lago glaciale (*glacial lake outburst*): 443.
- Termocarsismo, doline in ghiaccio, collassi circolari (*thermokarst, dolines in ice, circular collapses*): 101, 112, 115, 121, 134, 138, 356, 443, 507.1, 608, 639, 644, 731, 772, 908, 920, 926, 929, 942, 947.
- Valanghe di neve su ghiacciaio (*snow avalanches on glacier*): 22, 61, 70, 213, 322, 324, 326, 390, 408, 411, 416, 419, 422, 435, 439, 473, 502, 503, 507.1, 516, 541, 543, 581, 643, 941.1, 942.

Settore Piemontese - Valdostano

(Coordinatore: Marta Chiarle)

ALPI MARITTIME

Bacino: STURA DI DEMONTE - PO

Gruppo Argentera - Brocán

7 *Ghiacciaio di Lourousa*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.11.11

Il ghiacciaio è stato osservato a distanza percorrendo il sentiero che dal Lagarot di Lourousa permette di raggiungere la Punta Stella (2567 m s.l.m.). La conca glaciale, così come il soprastante Canalone di Lourousa, si presentavano imbiancati dalle recenti nevicate autunnali, in condizioni simili a quelle rilevate il 7 novembre 2023; tuttavia nel 2024 le nevicate autunnali sono state più precoci dal momento che le prime, già piuttosto abbondanti oltre i 3000 m di quota, si sono verificate nel mese di settembre. Nella conca glaciale è stata rilevata una buona copertura di neve recente che, probabilmente, in gran parte maschera i residui della neve dell'ultima stagione invernale (a tratti, tra la neve bianca, affiora infatti la neve rossastra della stagione 2023-2024). Il solco di erosione in ghiaccio rilevato nel 2023 non era più visibile perché colmato dalle nevicate della stagione invernale.

Quota min. fronte: NM

ALPI COZIE

Bacino: VARAITA - PO

Gruppo Monviso

15 *Ghiacciaio Caprera*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.10.11

Il ghiacciaio è stato visitato direttamente, circa un anno dopo le osservazioni compiute a distanza nel 2023. Rispetto all'anno passato era presente più neve residua dell'ultima stagione invernale 2023-2024; la neve, di colorazione rossastra, era in alcune zone ricoperta da qualche centimetro di neve recente. Le placche di neve erano presenti soprattutto nella parte alta della conca glaciale, ma era ancora visibile un lembo nella zona più bassa, a ridosso della morena frontale. Il ghiaccio è ben visibile sui bordi della conca,

con spessori anche significativi (in destra idrografica è stata osservata una parete in ghiaccio stratificato alta circa 10 m) e in varie aree in condizioni di sub-affioramento, ricoperto da detriti; nella parte distale dell'apparato è stata osservata una cavità in ghiaccio.

Quota min. fronte: NM

20 *Ghiacciaio Superiore di Coolidge*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.10.02

Il ghiacciaio è stato osservato a distanza, risalendo il sentiero che collega il Lago Chiaretto con il Lago Lausetto. Le nevicate precoci che si sono verificate nel mese di settembre, abbondanti soprattutto oltre i 3000 m di quota, hanno fatto assumere un aspetto invernale alla parete nord-est del Monviso, sulla quale è ubicato il ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

22 *Ghiacciaio Inferiore di Coolidge*

Operatori: Daniele Bormioli e Mattia Faletto
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.10.02

Il ghiacciaio è stato rilevato direttamente. Sul cono detritico era presente abbondante neve dell'ultima stagione invernale fino a circa 2500 m di quota; erano anche presenti i residui di una valanga a blocchi verificatasi nel mese di settembre dopo le abbondanti nevicate che hanno interessato la zona (circa 50 cm oltre i 3000 m di quota), l'accumulo ha raggiunto la quota di 2550 m circa. La profonda incisione rilevata nel 2023 non era più visibile, colmata dalle abbondanti nevicate della seconda parte dell'inverno 2023-2024. Il grande colamento detritico del 2023 non ha subito significative modificazioni o riattivazioni. Le quote sono state derivate dalla cartografia ufficiale regionale, sulla base della posizione planimetrica ottenuta con GPS Garmin durante il sopralluogo.

Quota min. fronte: NM

Bacino: DORA RIPARIA - PO

Gruppo Ambin

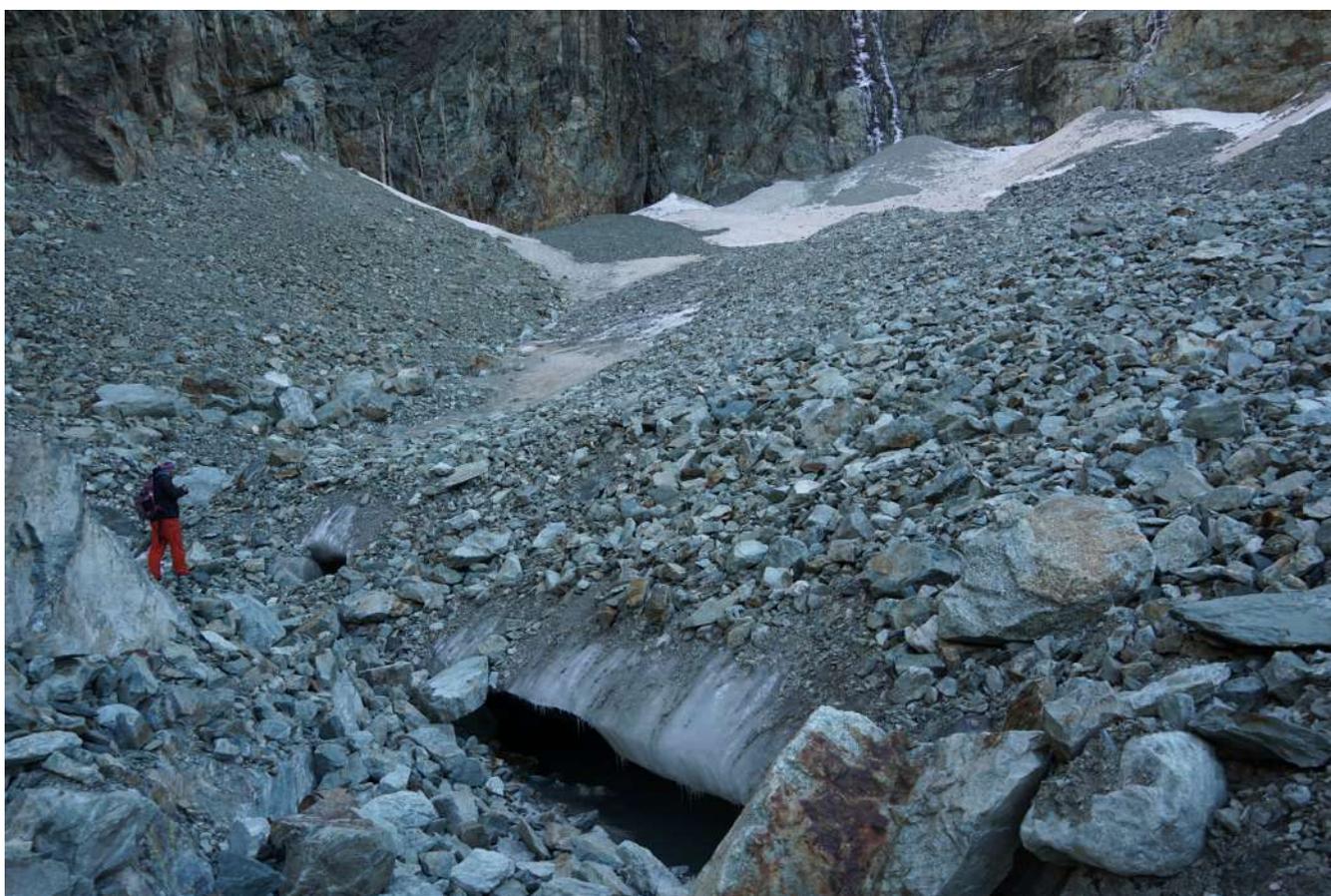
29 *Ghiacciaio dell'Agnello*

Operatore: Luca Capo (CGI) - Controllo del 2024.09.15

Osservati nevai residui, in particolare nella parte sommitale del ghiacciaio; inoltre, alla data del sopralluogo, era presente neve fresca (pochi cm oltre i 3000 m di quota) caduta



7 - Ghiacciaio di Lourousa (foto D. Bormioli, 2023.10.10 e 2024.11.11, fotocomposizione M. Faletto). Il corpo glaciale, completamente coperto di detrito, nel 2023 affiorava a tratti, lasciando intravedere la consistenza della massa glaciale, stratificata (sinistra). Nell'autunno 2024, la copertura di detrito e di neve residua e recente mascherano di nuovo completamente la massa glaciale (destra). *The ice body, completely covered by debris, was partially visible in 2023, giving an idea of the consistency of the stratified ice mass (left). In autumn 2024, debris cover and residual and recent snow completely masked the ice body again (right).*



15 - Ghiacciaio Caprera (foto D. Bormioli, 2024.10.11). Cavità in ghiaccio ubicata nella parte distale della conca glaciale, completamente ricoperta di detrito. *Ice cavity located in the distal part of the glacial basin, completely covered with debris.*

nei giorni precedenti. La parte superiore del ghiacciaio risulta sempre ben visibile, convessa e solcata da diversi crepacci. Il settore inferiore, invece, in prossimità della postazione 1 MR 92, risulta coperto da abbondante detrito al di sotto del quale è stata riscontrata la presenza di ghiaccio, di cui non è possibile verificare il collegamento al corpo principale. Non è stato possibile provvedere alla misura frontale e alla documentazione fotografica a causa del permanere del rischio di crolli. Il ruscellamento a valle del ghiacciaio è risultato modesto, per via delle basse temperature. A valle della postazione F1 96 è sempre presente il laghetto glaciale osservato negli ultimi anni, con acqua molto limpida.

Quota min. fronte: NM

ALPI GRAIE

Bacino: STURA DI LANZO - PO

Gruppo delle Alpi Graie Meridionali

38 Ghiacciaio della Croce Rossa

Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.10.02

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Il ghiacciaio si presentava coperto da abbondante neve recente, che impediva il riconoscimento del ghiaccio e della neve residua. Sono comunque possibili alcune osservazioni qualitative. Il lago epiglaciale presente fino al 2022 lungo la cresta nord-occidentale della Croce Rossa non risulta visibile, nonostante sia presente un *windscoop* a ridosso della cresta. L'apice sud-orientale, poco sotto la vetta, liberato dal ghiaccio nel corso dell'estate 2022, risulta coperto di neve recente. Il grande crepaccio arcuato che separa il settore frontale, molto acclive, dal corpo centrale del ghiacciaio, al momento della visita era sigillato da neve fresca, ma comunque visibile; dai confronti fotografici con la situazione 2023 non si ravvisano evidenti evoluzioni della struttura. La copertura di neve recente non ha inoltre permesso il riconoscimento della quantità di neve residua presente a termine della stagione di ablazione; l'immagine Sentinel del 21 agosto, l'ultima utile prima delle nevicate di inizio settembre, documenta ghiaccio scoperto visibile nella parte centrale ed invece ancora coperto da neve residua nella fascia occidentale del ghiacciaio. Nell'immagine del 31 agosto ripresa dalla webcam del Rifugio Gastaldi, che inquadra la parte orientale del ghiacciaio, si vede il ghiacciaio piuttosto scoperto, con alcuni piccoli accumuli di detrito caduto dalle pareti sommitali.

Quota min. fronte: 3345 m (C)

46 Ghiacciaio di Sea

Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.10.02

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Durante la visita è stato riconosciuto un accumulo di colata detritica originatasi dalla morena frontale del piccolo Ghiacciaio Meridionale di Bonneval (46.a, Chiarle *et al.*, 2024), dove ha scavato una profonda erosione, e dalle sottostanti scarpate della morena laterale sinistra del Ghiacciaio di Sea. L'accumulo ha sepolto per circa $\frac{3}{4}$ della lunghezza un piccolo lago proglaciale alla fronte del Ghiacciaio di Sea; il lago è stato riconosciuto sulle immagini Sentinel del 17 luglio 2024 ed ha raggiunto la massima estensione il 21 agosto 2024 con circa 110 m di lunghezza e 25 m di larghezza. Dall'analisi delle immagini Sentinel si ipotizza che la colata sia avvenuta durante l'evento meteorologico intenso del 5 settembre 2024.

Quota min. fronte: NM

Gruppo Levanne - Gura - Martellot

47 Ghiacciaio Meridionale del Mulinet

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) - Controllo del 2024.10.13

Dal confronto fotografico con le riprese del 2023 il ghiacciaio appare stazionario: il margine frontale attivo, che staziona sempre sopra la scarpata rocciosa di quota 2682 m (CTR), non evidenzia apprezzabili variazioni. Invariato anche il margine glaciale periferico superiore addossato ai ripidi contrafforti di Cima Monfret - Uja Gura. L'apparato è rimasto interamente coperto di neve residua per gran parte dell'estate: a metà settembre risultava scoperto solo il pendio frontale; indice AAR stimato pari a circa 0.7. Ampi lembi di neve stagionale si protraggono più in basso nella conca glaciale del Mulinet, fino a circa quota 2540 m. Le estese imbiancate di neve di fine settembre hanno posto termine alla stagione di ablazione. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2745 m; può essere considerata invariata anche la quota (2535 m) della porzione frontale del corpo di ghiaccio morto ai piedi della scarpata rocciosa che sorregge la fronte attiva.

Quota min. fronte: NM

48 Ghiacciaio Settentrionale del Mulinet

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) - Controllo del 2024.10.13

L'apparato, osservato solo fotograficamente, appare sostanzialmente stazionario. I margini periferici superiori addossati ai contrafforti Uja Gura - Punta Groscavallo e

le estremità frontali, sempre attestate al bordo della scarpata rocciosa, non evidenziano apprezzabili variazioni. L'innevamento residuo ha ricoperto il ghiacciaio sino alla prima decade di agosto, quando il margine frontale iniziava a liberarsi del nevato invernale. Alla data del sopralluogo, l'estesa imbiancata di fine settembre impediva la corretta valutazione del manto nevoso residuale, ma da una precedente osservazione di metà settembre è stimabile un indice AAR pari a circa 0.7. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2760 m; può essere considerata invariata anche la quota (2530 m) della porzione frontale del corpo di ghiaccio morto ai piedi della scarpata rocciosa che sorregge la fronte attiva.

Quota min. fronte: NM

49 *Ghiacciaio Martellot*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) - Controllo del 2024.11.03

Al controllo fotografico, l'apparato non presenta sostanziali variazioni rispetto all'anno precedente; invariati i conoidi glaciali addossati ai contrafforti rocciosi Dent d'Ecot - Dôme du Mulinet - Colle Martellot. L'innevamento residuo ricopre la quasi totalità del ghiacciaio: lo spessore del manto nevoso è significativo e maschera in parte le finestre rocciose presenti all'interno dell'apparato. La quota minima dell'unghia terminale del conoide principale "Martellot" può essere considerata invariata a circa 2610 m.

Integrazione a cura di Walter Alberto e Andrea Filipello (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato il 2 ottobre 2024 mediante sorvolo in elicottero; durante la visita sono stati riconosciuti alcuni accumuli di colata detritica che hanno attraversato il ghiacciaio. Le colate detritiche si sono originate dai canali in roccia delle pareti sovrastanti il ghiacciaio, si sono poi propagate lungo il ghiacciaio stesso, per poi arrestarsi sui cono di valanga ancora presenti. Sulla base delle immagini Sentinel si ipotizza che le colate si siano prodotte durante l'evento alluvionale del 5 settembre 2024.

Quota min. fronte: NM

50 *Ghiacciaio Talancia Girard*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) - Controllo del 2024.11.03

L'innevamento residuo stagionale ha ricoperto la superficie del glacionevato per tutta l'estate, estendendosi anche nel settore che lo scorso anno si era deglacializzato, frazionando in due parti l'apparato. Al controllo fotografico, la zona frontale non evidenzia variazioni significative rispetto alla precedente osservazione del 2023. La quota minima del glacionevato può essere considerata invariata a 2755 m.

Quota min. fronte: NM

51 *Ghiacciaio Meridionale della Levanna Orientale*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -

Controllo del 2024.11.03

L'apparato, osservato solo fotograficamente a distanza, appare sostanzialmente in condizioni stazionarie. La neve residua ha ricoperto totalmente la superficie glaciale fin verso la prima decade di agosto, dopodiché ha iniziato ad esaurirsi solo nella parte mediana, più convessa, del ghiacciaio: bacino collettore, margini periferici ed estremità frontali sono rimasti innevati sino al termine della stagione di ablazione, sopraggiunta nell'ultima decade di settembre con le prime estese imbiancate di neve (AAR = 0.65 circa). La quota minima della fronte può essere considerata invariata a 2985 m, e a 2950 m la quota della fronte centrale inattiva (margine destro).

Quota min. fronte: 2985 m (A)

52 *Ghiacciaio Settentrionale della Levanna Orientale*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -

Controllo del 2024.11.03

Il confronto fotografico con le riprese della precedente campagna 2023 presenta una situazione complessivamente stazionaria. L'innevamento residuo ha ricoperto l'apparato per gran parte dell'estate: solamente oltre la metà di agosto alcuni settori del lungo margine latero-frontale hanno iniziato a liberarsi del nevato stagionale. Ampi lembi nevosi residui sono presenti nelle aree circostanti l'apparato, anche a quote inferiori a quelle frontali. Innevati e sensibilmente rigenerati anche i due piccoli glacionevati identificati con codice W.G.I. (1987): I-4L01063-14 e I-4L01063-16.

Quota min. fronte: 3090 m (A)

Bacino: ORCO - PO

Gruppo Levanne

55 *Ghiacciaio di Col Perduto*

Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello

(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.10.11

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Su segnalazione del personale del PNGP è stato riconosciuto un accumulo di colata detritica che ha interessato l'area un tempo occupata dal ghiacciaio. Questo ghiacciaio viene descritto come estinto già nel catasto CNR-CGI del 1961, anche se probabilmente sotto il detrito sopravvive ancora qualche placca di ghiaccio residuo. L'evento meteorologico del 5 settembre 2024 ha prodotto una colata che si è pro-

pagata dal colle omonimo fino alle morene poste a quota 2700 m circa. Le incisioni ben riconoscibili sulla morena, in particolare sulla cerchia più esterna, sono preesistenti e solo rinfrescate dall'evento del 5 settembre 2024.

Quota min. fronte: NM

56 *Ghiacciaio Orientale di Nel o della Levannetta*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -
Controllo del 2024.09.10

Alla data del sopralluogo il ghiacciaio presentava ancora un'ampia copertura di nevato residuo a ridosso della parete della Levannetta e nella fascia centrale ad una quota di circa 2800 m. La copertura detritica risulta meno evidente nella porzione superiore del corpo glaciale, rimane consistente e di piccola taglia in sinistra laterale, mentre presenta blocchi di grandi dimensioni in destra laterale. È sempre ben visibile la cavità glaciale nei pressi del settore frontale destro, anche se appare meno profonda, mentre verso il centro si osserva una cavità di dimensioni più ridotte di nuova formazione. La grotta glaciale che si apre alla fronte della massa di ghiaccio sepolto in sinistra laterale, a quota 2460 m (coord. 32T 5031413,74 N, 357932,84 E), mantiene dimensioni importanti, benché meno cava e con fronte più lineare.

Quota min. fronte: NM

57-58 *Ghiacciaio Centrale e Occidentale di Nel*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -
Controllo del 2024.09.17

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio si presentava pulito, mentre una leggera spolverata di neve fresca ricopriva le pareti sovrastanti della Levanna Centrale e Occidentale. Si nota ancora la prominente "unghia" di ghiaccio in destra laterale, che si protende sui salti rocciosi liberati dal regresso glaciale. Una larga cintura di nevato residuo contornava la parte superiore del ghiacciaio, attestandosi ad una quota di circa 3000 m. Il margine frontale monitorato dal punto segnale CC è ormai di difficile misurazione, poiché sta scomparendo dietro l'ampia fascia rocciosa scoperta dall'arretramento del ghiacciaio. Una lunga lingua di neve primaverile era presente nel canale sotto il sito di misura; altre placche di nevato erano presenti lungo il percorso di salita alle fronti. Al segnale CC1 la misura non è stata possibile, a causa di modeste placche di nevato residuo che occultavano il sito di misura. L'area centrale del ghiacciaio risulta ricoperta da detriti di varie dimensioni, mentre nella porzione occidentale la copertura detritica è pressoché continua. La massa glaciale in destra appare definitivamente staccata dal corpo principale a causa dell'affioramento di una fascia rocciosa che crea discontinuità. Invariati i laghetti glaciali presenti a

valle delle fronti del Ghiacciaio Centrale di Nel. Al momento del sopralluogo la fusione era ancora in corso.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CC (cf)	220°	267*	262*	-5

* Misura effettuata con telemetro.

59 *Ghiacciaio Orientale del Carro*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -
Controllo del 2024.09.16

Al momento del sopralluogo, il ghiacciaio presentava un'ampia fascia di nevato residuo nella parte superiore del corpo glaciale, ad una quota di circa 3000 m, mentre le pareti dell'Uja e della Levanna Occidentale apparivano coperte da una spolverata di neve fresca. Buona parte del ghiacciaio risulta ormai coperta da detrito di varie dimensioni, alimentato da frane provenienti dalle pareti sovrastanti.

Quota min. fronte: NM

60 *Ghiacciaio Occidentale del Carro*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -
Controllo del 2024.09.16

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio si presentava spolverato di neve fresca, scesa nei giorni precedenti. Risultavano imbiancate le pareti della Cima d'Oin, della punta quotata 3174 m che divide le due fronti e di Cima del Carro oltre i 2900 m di quota. Dato l'abbassamento delle temperature e il vento forte da nord-ovest, la fusione era piuttosto modesta, con evidenti colate di ghiaccio di rigelo soprattutto sotto le fronti monitorate dai segnali CFL e CFL1. Un'ampia fascia di nevato residuo era presente nella conca presso il nuovo segnale CFL1, non visibile, ed occultava la fronte. Nonostante la neve fresca presente al suolo, risultavano evidenti in destra frontale e sinistra laterale accumuli detritici provenienti dalle pareti sovrastanti, mentre sono state osservate altre colate di detrito nella porzione superiore del ghiacciaio, sotto il Colle d'Oin. Un sottile strato di neve recente ricopriva il ramo di ghiacciaio alla fronte più alta monitorata da FC, senza impedirne però la misura che ha evidenziato un arretramento modesto rispetto agli anni precedenti. Alla base della lingua di ghiaccio coperto, separata dal corpo principale, che scende in destra laterale a lambire i contrafforti rocciosi del colle del Carro, è presente una conca: in occasione della forte perturbazione del 5 settembre, nella morena posta immediatamente a valle si è prodotta un'imponente erosione.



60 - Ghiacciaio Occidentale del Carro (foto R. Miravalle, 2024.09.11). La morena frontale mostra la profonda incisione prodottasi nel corso dell'evento alluvionale del 5 settembre 2024. *The frontal moraine shows a deep incision produced during the flood event of September 5, 2024.*

Integrazione a cura di Walter Alberto e Andrea Filipello (ARPA Piemonte). Il sito è stato visitato l'11 ottobre 2024 mediante sorvolo in elicottero; su segnalazione del personale del PNGP sono stati osservati i segni di una importante colata detritica che ha profondamente inciso la morena frontale. La colata è stata prodotta dall'evento meteorologico del 5 settembre 2024, come anche ben riconoscibile dalle immagini Sentinel. Le acque concentrate hanno prodotto un'incisione lunga 650 m e larga 20-30 m sul lato esterno della morena frontale, tra le quote 2750 m e 2450 m, che termina a ridosso di una bancata rocciosa. Il materiale detritico asportato è stato rideposto al piede dei salti rocciosi, in due ampi accumuli di colata detritica separati da una piccola incisione. Il primo accumulo si estende per circa 19 000 m² tra le quote 2400 m e 2270 m; il secondo accumulo, con superficie pari a circa 36 000 m², si sviluppa tra le quote 2250 m e 2150 m nei pressi dell'Alpe Mandetta.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FC (df)	240°	85	81	-4

61 Ghiacciaio della Capra

Operatori: Raffaella Miravalle, Alberto Rabellino Bethaz e Lorenzo Costanzo (PNGP) - Controllo del 2024.09.24

Al momento del sopralluogo il ghiacciaio si presentava ampiamente ricoperto di neve residua, dovuta ad accumuli di valanghe primaverili. Il pianoro dove si trova la fronte monitorata dal segnale CA2 era occupato da una placca di nevato, così come la parte sovrastante la bastionata rocciosa, 120 m più in alto, visitata nel 2023 in previsione di istituire un nuovo segnale di misura. In sinistra laterale, sulle placche di neve residua addossate alle pareti della Cima d'Oin, nella parte superiore del ghiacciaio, si segnalano recenti colate detritiche di piccole dimensioni. Il giorno del sopralluogo la fusione era ancora in corso, benché di modesta entità a causa delle condizioni meteo in peggioramento e delle temperature in abbassamento. Sopra i 2600 m di quota il corpo glaciale e le pareti sovrastanti risultavano ricoperti da neve fresca dovuta alle perturbazioni dei giorni precedenti.

Quota min. fronte: NM



64 - Ghiacciaio Basei (foto R. Miravalle, 2024.09.11). Panoramica del ghiacciaio, orlato di neve residua dalla caratteristica colorazione rossastra dovuta alla presenza di sabbia sahariana: significativo il confronto con analoga ripresa pubblicata nella Campagna Glaciologica 2003. *Panoramic view of the glacier, bordered by residual snow with a characteristic reddish colour due to Saharan sand: for comparison see the photo published in the 2003 Glaciological Campaign.*

Gruppo Gran Paradiso

64 *Ghiacciaio Basei*

Operatori: Raffaella Miravalle, Alberto Rabellino Bethaz e Pierluigi Cullino (PNGP) - Controllo del 2024.09.25

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio si presentava completamente coperto da neve recente, che ne ha impedito la misurazione. In riprese fotografiche di fine agosto, il ghiacciaio si presentava contornato da una fascia di nevato residuo lungo l'intero perimetro, compresa la parte inferiore della conca frontale dov'è collocato il segnale FL 22, mentre la porzione centrale del ghiacciaio era scoperta. Grazie alle copiose nevicate della tarda primavera, la neve residua ricopriva altresì la calotta superiore in modo uniforme, occultando la parte crepacciata tra l'anticima e l'ultimo salto roccioso che conduce in vetta. In destra orografica, in direzione del vecchio segnale CL 59 e a valle della fronte, erano altresì presenti numerose placche di nevato di modeste dimensioni. Il margine inferiore del ghiacciaio in sinistra laterale mostra una moderata copertura detritica, nei pressi dell'esteso gradino roccioso che conduce ai colli Basei e Nivoletta. Le numerose perturbazioni del mese di settembre hanno via via

ricoperto di neve recente il corpo glaciale, che il giorno del rilievo risultava completamente coperto a tratti da 20-30 cm di neve fresca, che mascherava la fronte e i segnali di misura. A causa delle basse temperature e della copertura nevosa, il giorno della visita la fusione risultava ridotta. Hanno contribuito con fotografie: Adelina Ferrando e Federico Peretti.

Quota min. fronte: NM

69 *Ghiacciaio del Broglio*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) - Controllo del 2024.10.04

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio si presentava ricoperto da una moderata coltre di neve fresca, scesa con le perturbazioni dei giorni precedenti. Immagini scattate nel corso dell'estate (15 luglio e 21 agosto) dal Colle della Torre e dalle miniere della Cuccagna rivelano ancora un consistente innevamento residuo sul ghiacciaio. Un'ampia placca di nevato era evidente nella conca a valle della fronte, presso il lago glaciale parzialmente gelato. La fusione risultava limitata a causa del meteo avverso e delle basse tempera-

ture. Anche il lago proglaciale presso il segnale EM1 era coperto da una pellicola di ghiaccio e da neve fresca. La fronte non era individuabile a causa dell'innevamento recente, che ha impedito la misura.

Quota min. fronte: NM

70 *Ghiacciaio di Ciamousseretto*

Operatori: Raffaella Miravalle, Matteo Panaccio e Alberto Rabellino Bethaz (PNGP) - Controllo del 2024.10.07

Il giorno del sopralluogo, il ghiacciaio e l'anfiteatro di pareti del Ciarforon e della Tresenta che lo circondano erano coperti da neve recente, scesa nel corso delle perturbazioni dei giorni precedenti. Nonostante la neve fresca presente al suolo a partire dai 2900 m di quota, sono evidenti ampie placche di nevato residuo, depositi di valanghe primaverili, individuabili sia nella porzione superiore del ghiacciaio, addossate alla parete del Ciarforon, sia nella parte inferiore, a ridosso del laghetto proglaciale e dei contrafforti rocciosi della Tresenta, dove era inoltre visibile, a tratti, la coltre detritica che occulta il ghiaccio. Una lunga lingua di nevato scendeva in destra laterale, occultando le aperture delle grotte glaciali rilevate e fotografate negli anni precedenti. La temperatura mite del giorno di perlustrazione ha prodotto una moderata fusione e il crollo pressoché continuo di detriti dalla ripida fascia centrale di detrito instabile che divide in due parti il corpo glaciale.

Quota min. fronte: NM

72.1 *Ghiacciaio Occidentale di Noaschetta*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) - Controllo del 2024.10.11

Alla data del rilievo il ghiacciaio si presentava uniformemente coperto da innnevamento recente, dovuto alle numerose perturbazioni di inizio autunno. Pertanto, non è stato possibile eseguire la misura dal segnale CD3. I laghetti nella conca nivale alla base delle ampie fasce di ghiaccio coperto che scendono dal plateau superiore erano gelati e la fusione ridotta. Il lago proglaciale in destra laterale nell'avvallamento sovrastante, in direzione della Tresenta, si presentava ghiacciato e velato da un sottile strato di neve recente. Sotto il Colle del Gran Paradiso, presso il cordone morenico che separa i ghiacciai Noaschetta e Goi, è evidente l'apertura di una cavità parzialmente occupata da neve fresca, presente al suolo a partire da 2800 m di quota, in misura via via crescente salendo di quota. L'individuazione di tale cavità è stata resa possibile dal sorvolo aereo in collaborazione con gli operatori di ARPA Piemonte.

Quota min. fronte: NM

72.2 *Ghiacciaio Orientale di Noaschetta*

Operatori: Pierre Yves Oddone e Matteo Panaccio (PNGP) - Controllo del 2024.10.01

Il ghiacciaio è stato visitato più volte con meteo sfavorevole e neve fresca al suolo, che hanno reso particolarmente complessa la verifica alla fronte monitorata dal segnale MP, istituito nel 2023 a 3158 m s.l.m. L'innevamento recente ha impedito la misura, lasciando tuttavia individuare la presenza di neve residua primaverile (spessore ca. 20 cm).

Quota min. fronte: NM

78 *Ghiacciaio di Roccia Viva*

Operatori: Pierre Yves Oddone e Nicolò Maule (PNGP) - Controllo del 2024.09.20

Il 1° settembre il ghiacciaio presentava un'ampia fascia di nevato residuo nella parte superiore e nella porzione in destra laterale, fino al margine inferiore. Durante il sopralluogo del 20 settembre la fronte al segnale RM2, individuabile nonostante la spolverata di neve fresca, è risultata non misurabile poiché occultata da modeste placche di nevato residuo. Nel corso di una successiva visita in ottobre, la conca del ghiacciaio risultava completamente coperta da neve recente, a partire da quota 2900 m. Al vecchio segnale RM1 era presente un nevaio di notevoli dimensioni.

Quota min. fronte: NM

79 *Ghiacciaio di Teleccio (o del Piantonetto)*

Operatore: Pierre Yves Oddone (PNGP) - Controllo del 2024.09.01

Il rilievo eseguito in questo sito, racchiuso tra la Torre del Gran San Pietro, il Colle di Teleccio e la Punta di Ondezana e difficilmente osservabile a distanza, ha evidenziato la presenza di una ancora ragguardevole massa glaciale. Essa risulta largamente rivestita da massi di varie pezzature dovuti a crolli dalle pareti circostanti e coperta dalla neve caduta nella stagione invernale 2023-2024, che mascherava la sottile fronte individuata nel 2023. Il Colle di Teleccio, maggiormente esposto ad irraggiamento solare, era libero da neve residua, lasciando così scoperta l'estesa copertura detritica alla base della barriera rocciosa che conduce al passo. Accumuli di frane recenti, con massi di grosse dimensioni, sono visibili sotto le pareti della Torre del Gran San Pietro.

Quota min. fronte: NM

Operatori: Luca Mercalli e Daniele Cat Berro (SMI) -
Controllo del 2024.09.17

I rilievi di innevamento del 5 giugno 2024 avevano evidenziato la stagione di maggiore accumulo nella serie dal 1992, grazie alle frequenti e copiose precipitazioni di fine inverno e primavera, con una media di 5 m di manto nevoso estremamente denso (660-700 kg/m³), equivalente a 3150 mm di acqua. Tuttavia il caldo estivo marcato e ininterrotto (assenza di gelo per 80 giorni consecutivi dal 24 giugno all'11 settembre alla stazione meteorologica a 2850 m s.l.m.), l'assenza di nevicate estive e la presenza di abbondanti polveri sahariane sulla neve residua hanno contribuito alla fusione – entro il sopralluogo del 17 settembre – di tutta la coltre nevosa stagionale, a eccezione di insignificanti accumuli di valanga o eolici in prossimità del Colle Ciardoney e sotto le pareti, nonché di spessori di ghiaccio variabili tra circa 55 cm (Colle Ciardoney) e 220 cm (palina n. 3, settore mediano del ghiacciaio) rispetto al precedente rilievo del 14 settembre 2023. Il bilancio di massa specifico è stato quantificato in -1.04 m di acqua equivalente, valore più moderato rispetto alla media dello sfavorevole periodo di deglaciazione 1992-2023 (-1.4 m), e perdita tra le meno marcate dell'ultimo decennio insieme a quella della stagione 2019-2020 (-0.78 m).

Alla data del sopralluogo, la fusione glaciale era pressoché interrotta a causa del raffreddamento intervenuto da pochi giorni: il 18-19 settembre la prima sottile nevicata della stagione ha poi coperto il ghiacciaio, ponendo fine al periodo di ablazione proprio in fase con la chiusura del bilancio di massa. Va precisato che nel caldo autunno 2023 la fusione glaciale era ancora proseguita per un mese dopo le misure del 14 settembre, e – anche grazie ai rilievi supplementari eseguiti dal personale di sorveglianza del Parco Nazionale Gran Paradiso il 15 ottobre 2023 al vicino Ghiacciaio del Grand Etrèt – si è stimato che circa il 30% della perdita di massa avvenuta tra il 14 settembre 2023 e il 17 settembre 2024 sul Ciardoney, e riferita alla stagione glaciologica 2023-2024, sia attribuibile in realtà alle fasi finali della stagione 2022-2023. Anche in anni precedenti era accaduto che la data del sopralluogo di settembre fosse anticipata di alcune settimane rispetto alla vera fine della stagione di ablazione, ma non potendo procedere con un secondo sopralluogo a una quantificazione certa della fusione autunnale aggiuntiva, questa (peraltro, di solito, modesta e marginale, salvo casi particolari come il 2023) è sempre stata attribuita al successivo anno glaciologico. Dunque, pur trattandosi di un episodio più appariscente del consueto, anche in questo caso – per non introdurre disomogeneità metodologiche – abbiamo considerato la tardiva fusione autunnale 2023 nella stagione 2023-2024. L'intensa fusione intervenuta dal 2022 ha reso necessaria la posa di nuove paline ablatometriche ai siti di misura n. 2,

3, 4 e 6, in affiancamento a quelle in procinto di fuoriuscire del tutto dal ghiaccio; la palina n. 3 era già fuoriuscita, ma solo da pochi giorni, senza inficiare in modo significativo il dato di perdita di spessore; al sito n. 6, sul pendio frontale, la perforazione con sonda a vapore è stata possibile solo fino a 5.7 m, probabilmente a causa del raggiungimento del letto roccioso.

Il margine frontale del ghiacciaio si è ritirato di soli 2.5 m rispetto a metà settembre 2023 al segnale A4H, variazione più modesta dell'ultimo decennio, da quando la fronte regredi di appena 1.5 m nel biennio 2013-2014. Il regresso cumulato dal 1971 ammonta a circa 540 m. Le perdite di massa relativamente contenute rispetto agli anni recenti hanno evitato rilevanti variazioni morfologiche: sempre presente l'abbondante copertura detritica in destra orografica, e sparsa sul resto del ghiacciaio; vanno comunque segnalate le minori dimensioni dei mulini glaciali nel settore mediano, in linea con una tendenza già osservata da alcuni anni, e la minore profondità delle *bédière* nel pendio frontale. In prossimità della fronte e lungo il pianoro sottostante si scorgevano gli effetti delle impetuose piene torrentizie del 29 giugno e 5 settembre 2024: nel primo caso, l'erosione del ripido lato interno della morena laterale sinistra ha generato importanti deposizioni di sedimenti poco a valle della fronte, nonché un flusso iperconcentrato di detriti la cui frazione fine si è propagata lungo il pianoro proglaciale sopra il manto nevoso, fino ai pressi della stazione meteorologica; nel secondo caso sono avvenuti estesi alluvionamenti della piana in sinistra del corso d'acqua, erosioni spondali e disallineamenti nel tratto subito a valle della stazione meteorologica, con effetti paragonabili o talora superiori a quelli degli eventi del 3-4 settembre 2011, 22 agosto 2012, 8-9 agosto 2015, 2-3 ottobre 2020 e 24 agosto 2023.

Al di là delle perdite di massa meno sfavorevoli rispetto agli anni precedenti, sorprende che nemmeno una stagione di accumulo nevoso particolarmente abbondante abbia potuto evitare – di fronte a due mesi estivi di fusione intensa e continua – l'ennesimo bilancio di massa negativo. Ciò conferma che a guidare l'attuale deglaciazione è soprattutto l'aumento delle temperature estive che intensifica la fusione nivo-glaciale, mentre le precipitazioni invernali, assai variabili tra un anno e l'altro e pressoché stazionarie o perfino in lieve aumento a lungo termine sulle Alpi, hanno un ruolo marginale in questa evoluzione. Hanno partecipato ai rilievi: Walter Alberto e Alessio Golzio (ARPA Piemonte), Gabriele Savio, Gianpaolo Palladino (PNGP).

Quota min. fronte: 2900 m (GPS differenziale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A4H	245°*	26	23.5	-2.5

* Il dato corregge la direzione indicata nelle campagne precedenti.

Bacino: DORA BALTEA - PO

Gruppo Tersiva

95 *Ghiacciaio Meridionale del Tessonet*

Operatore: Stefano Ferraris (UNITO) -
Controllo del 2024.09.07

Il ghiacciaio risulta coperto da neve recente. Nei pressi del segnale CV la fronte raggiunge la quota più bassa ed appare più evidente in quanto libera da detrito. In questo settore, la superficie glaciale è incisa da numerose rigole prodotte dal deflusso superficiale dell'acqua di fusione. Si esclude la presenza di ghiaccio morto sotto il detrito. Ha collaborato: Agostino Guarienti.

Quota min. fronte: 3005 m (C)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CV	150°	69	56	-13

Gruppo Torre Gran San Pietro

101 *Ghiacciaio dell'Arolla*

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.12

Il giorno del rilievo il ghiacciaio si presentava coperto da un paio di centimetri di neve fresca, residuo di una fase perturbata iniziata il 5 settembre, con intense precipitazioni a carattere nevoso a partire dai 2800 m di quota, che non ha consentito di individuare la percentuale di nevato residuo e la quota della ELA. Tale copertura non ha però inficiato la misura frontale. Più problematica si è rivelata l'individuazione del nevato residuo, parzialmente visibile sotto la coltre recente a ridosso delle pareti della Punta di Forzo, incombente sulla parte sommitale del ghiacciaio. Tali accumuli, a loro volta imbiancati dalla neve recente, hanno inoltre impedito di valutare l'evoluzione della porzione in sinistra laterale, che lo scorso anno si era mostrata profondamente incisa da una fascia rocciosa in emersione: quest'ultima, in particolare, non è risultata visibile durante il rilievo. Per il resto il ghiacciaio non ha subito grandi mutamenti, con importanti accumuli detritici sia in destra che in sinistra laterale (comunque di difficile valutazione a causa della neve nuova) e detrito più rado e di media pezzatura sulla calotta centrale di forma emisferica. Al momento della misura la fronte si presentava libera sia da detrito che da neve residua. Le tre piccole grotte glaciali rilevate lo scorso anno sono collassate e al loro posto se ne sono create altre due di dimensioni simili

proprio sul margine del corpo glaciale, entrambe interessate dal progressivo crollo della volta. La superficie del ghiacciaio appariva incisa da piccole *bédière*, tutte inattive al momento della misura a causa delle basse temperature. Le operazioni di misura sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2910 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Mx2 (sf)	120°	56.5	44.5	-12

102 *Ghiacciaio Settentrionale delle Sengie*

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.12

Il giorno del rilievo il ghiacciaio si presentava coperto da un paio di centimetri di neve fresca, residuo di una fase perturbata iniziata il 5 settembre con intense precipitazioni a carattere nevoso a partire dai 2800 m di quota, che non ha consentito di individuare la quota della ELA. Tale copertura ha impedito di valutare con accuratezza la percentuale di nevato residuo, comunque presente sia nella parte sommitale del ghiacciaio, verso il Colle di Monveso, sia lungo il margine frontale dove, specialmente in destra laterale, l'accumulo di nevato si estende sul corpo glaciale anche per una ventina di metri verso monte (nevato residuo 20-30%). Presso il punto di misura la fronte risulta parzialmente sommersa da detrito di media-grossa pezzatura, con alcune chiazze di nevato a valle della stessa, e quindi di difficile individuazione. Tale copertura detritica si sviluppa in senso longitudinale sul corpo glaciale esclusivamente in sinistra laterale, ove forma una fascia detritica che arriva a sovrastare anche di un paio di metri la parte mediana del ghiacciaio. Quest'ultima si presenta quasi del tutto priva di detrito, punteggiata da materiale litico più fine di origine franosa. Il laghetto glaciale formatosi negli anni scorsi tra i due rami del ghiacciaio risulta parzialmente riempito da un accumulo di neve residua, tuttavia non sembra aver subito variazioni rilevanti rispetto alla passata stagione. Al momento della misura non è stato riscontrato ruscellamento superficiale. Le operazioni di misura sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2740 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VS1 (dl)	120°	169	132	-37

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.13

Il giorno del rilievo il ghiacciaio si presentava coperto da un paio di centimetri di neve fresca, residuo di una fase perturbata iniziata il 5 settembre con intense precipitazioni a carattere nevoso a partire dai 2800 m di quota, che non ha consentito di individuare la quota della ELA. In prossimità del segnale il margine frontale risultava comunque facilmente individuabile. Nel punto di misura, la fronte è spessa e interessata da fessurazioni e incisioni anche profonde, con blocchi prossimi al distacco e nicchie di neoformazione. La piramide di ghiaccio coperta da detrito rilevata lo scorso anno in sinistra laterale appare ancora unita al corpo glaciale da un sottile cordone di ghiaccio, anch'esso coperto da detrito. Gli accumuli detritici risultano più importanti in destra laterale (in questo punto il margine frontale non è più individuabile) per i continui apporti detritici dalle pareti sovrastanti la conca glaciale. Proprio a ridosso di queste ultime, sotto il sottile strato di neve recente, si notano accumuli di nevato. Benché risulti difficoltoso determinarne l'estensione, si stima una percentuale di nevato residuo compresa fra il 20 e il 30 % della superficie glaciale. Il lago proglaciale formatosi lo scorso anno è tuttora presente, senza grandi variazioni: al momento della misura, a causa delle rigide temperature, risulta completamente ghiacciato. Assente anche il ruscellamento superficiale lungo le numerose *bédière* che incidono la superficie visibile del corpo glaciale. Nella sua parte mediana il ghiacciaio è punteggiato da materiale di media-grossa pezzatura, la morfologia è ondulata, con crepacci concentrati nella porzione sommitale, a ridosso della testata valliva. Da segnalare un nuovo ampliamento della fascia di ghiaccio morto riesumata da alcuni eventi meteorici particolarmente intensi la scorsa estate nell'anfiteatro morenico sottostante il bivacco Antoldi. Il disastroso evento alluvionale del 29 giugno 2024 ha solcato ulteriormente la coltre detritica, asportando altro materiale e ampliando la porzione di ghiaccio a vista. Va inoltre segnalato che, sempre a seguito di tale evento, numerose frane e colate detritiche hanno danneggiato in diversi punti il sentiero d'accesso al bivacco Antoldi. Le operazioni di misura sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2685 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
LP3 (cf)	140°	25.5	20.5	-5

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.17

Il giorno del rilievo il ghiacciaio si presentava coperto da un paio di centimetri di neve fresca accumulatasi durante la settimana precedente caratterizzata da vento forte, rigide temperature e precipitazioni a carattere nevoso sopra i 2800 m di quota. In prossimità del punto di misura, a ridosso della fronte, si è rinvenuta una placca di nevato, che comunque non ha ostacolato il rilievo. Il margine frontale, quasi del tutto privo di detrito, è solcato da estese fessurazioni ad andamento trasversale, in corrispondenza delle quali si verifica la progressiva frammentazione del margine glaciale stesso. Per la gran parte della sua superficie, il ghiacciaio è punteggiato da rado detrito grossolano e soltanto in destra laterale la copertura detritica raggiunge uno spessore importante a causa dei continui apporti dalla parete ovest di Punta Valletta. Su questo lato il margine frontale è difficilmente individuabile e si attesta ad una quota leggermente inferiore rispetto a quella misurata dal segnale AP 2022 (2993 m s.l.m.). Il ghiacciaio, con la sua bella morfologia ondulata e poco crepacciata è solcato dalle tipiche *bédière*, tutte inattive al momento del rilievo. Le operazioni di misura sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AP 2022 (cf)	164°	23.5	15.5	-8

109 Ghiacciaio del Coupè di Money

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.14

Il giorno del rilievo il ghiacciaio risultava coperto da un sottile strato di neve recente, a partire da circa 3000 m s.l.m., che non ha consentito l'individuazione di AAR e ELA. La superficie del ghiacciaio si mantiene sgombra di detrito ed è incisa da sottili *bédière*, tutte inattive al momento della misura. Prosegue l'ispessimento della fascia detritica a valle della cresta Paganini, col conseguente e sempre più irreversibile isolamento della porzione di ghiacciaio in destra laterale. In corrispondenza del segnale AM9 la fronte si mostra netta e libera da detrito: l'accentuata inclinazione favorisce infatti lo slittamento del detrito, che risulta quindi molto rado e per lo più di media-piccola pezzatura. Il margine frontale nel punto di misura è molto fessurato, lasciando presumere che l'arretramento comunque importante avutosi quest'anno sia dovuto al continuo distacco di blocchi di ghiaccio, anche

di cospicue dimensioni, che si accumulano poi alla base delle rocce montonate su cui si attesta la fronte. Quota della fronte monitorata da AM9: 2860 m (A). La fronte del ramo sinistro del ghiacciaio, monitorata dal segnale AM8, incuneandosi nel canale del torrente glaciale, continua ad essere contraddistinta da una marcata pendenza: al momento del rilievo essa si presentava però coperta da una spessa placca di nevato residuo che impedisce la misura. Le operazioni di misura sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AM 9 (df)	120°	39	12.5	-26.5

110 Ghiacciaio di Money

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.14

Il giorno del rilievo il ghiacciaio si presenta coperto da un sottile strato di neve fresca, residuo degli eventi meteorici della settimana precedente, sopra i 2900 m di quota, che ha impedito l'individuazione della ELA e della percentuale di nevato residuo. Il ghiacciaio non ha subito particolari variazioni; il corpo centrale resta molto crepacciato, incombendo sul lobo frontale sempre più assottigliato e sommerso dal detrito. Sempre visibili le *bédière*, tutte inattive al momento del rilievo. In prossimità del segnale la fronte (pur sommersa da un importante accumulo detritico che ne rende difficoltosa l'individuazione) risulta coperta da una spessa placca di nevato che ne impedisce le operazioni di misura. Da segnalare la parziale occlusione del canale in cui è sito il segnale PB2 a causa dei continui apporti di materiale franoso proveniente dalla sovrastante parete della Roccia Viva e che continua a depositarsi per la gran parte in sinistra laterale.

Quota min. fronte: NM

111 Ghiacciaio di Grand Croux

Operatore: Chiara Caminada (PNGP)

Il disastroso evento alluvionale del 29 giugno 2024 ha reso impraticabile l'accesso al ghiacciaio. In occasione di tale evento si è verificato un importante crollo dalla parete nord della Testa di Valnontey, che ha apportato un'ingente quantità di detrito su ciò che resta del settore occidentale del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

112 Ghiacciaio della Tribolazione

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.07

Il giorno del rilievo il ghiacciaio si presentava coperto da circa 5 cm di neve fresca accumulatasi durante l'intensa perturbazione del 5 settembre. Tale copertura ha reso difficoltosa la stima della percentuale di nevato residuo, comunque abbondantemente presente sopra i 3000 m di quota, e della ELA. La fronte del ramo in sinistra laterale, l'unico ancora soggetto a misura, si mostra netta, facilmente individuabile, con soltanto del detrito medio-fine accumulatosi sul margine. Durante il rilievo si è provveduto a georeferenziare con il GPS palmare il margine frontale fino al piccolo lago proglaciale di recente formazione. Si è così notata la presenza di un calderone poco più a monte del lago suddetto, profondo circa una decina di metri e largo altrettanti. Sul fondo, interessato dallo scorrere impetuoso di un vero e proprio torrente subglaciale, si sono notati i resti di un recente crollo della volta. Nessuna variazione di rilievo per la morena viaggiante che solca longitudinalmente la lingua glaciale e formatasi in seguito agli apporti di materiale dalla soprastante isola rocciosa in continuo ampliamento. A differenza delle passate due estati, caratterizzate da prolungati periodi di alta pressione e temperature elevate, quest'anno le incombenenti seraccate dei rami destro e centrale della Tribolazione sono state meno soggette a crolli. Lo stesso dicasi per l'imponente cascata che, nell'agosto 2023, precipitava con prepotenza dal ramo destro del ghiacciaio sulla sottostante conca del settore occidentale del ghiacciaio. Le operazioni di misura sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2830 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BV6 (sl)	210°	74	70.5	-3.5

113 Ghiacciaio di Dzasset

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.07

Il giorno del rilievo il ghiacciaio si presentava coperto da circa 5 cm di neve fresca, residuo dell'intensa perturbazione del 5 settembre. Ciò ha reso complicata la stima della percentuale di nevato residuo e della ELA. La fronte risulta lo stesso facilmente individuabile grazie all'accentuata pendenza della lingua glaciale, dalla caratteristica forma a cuneo, che la mantiene priva di

detrito. Proprio in corrispondenza del punto di misura è stata rinvenuta una piccola placca di nevato che comunque non ha inficiato la misura, risultata invariata rispetto all'anno scorso. A dispetto del mancato arretramento, si percepisce comunque la riduzione di spessore della lingua glaciale, rilevabile altresì dal confronto fotografico col 2023. Le pronunciate *bédière* in prossimità della fronte risultano attive al momento della misura. Le operazioni di misura frontale sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 3030 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MM2 (cf)	270°	81	81	0

115 Ghiacciaio di Gran Val

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.06

Il giorno della misura l'intero ghiacciaio risultava coperto da una decina di centimetri di neve fresca precipitata nelle ventiquattro ore precedenti. La quota neve si è attestata a un centinaio di metri a valle della fronte, cosa che ha reso difficoltose le operazioni di misura, nonché la valutazione della neve residua, della ELA e delle condizioni generali del ghiacciaio. L'unica misura effettuata è stata quella dallo storico segnale DM, dove il margine frontale (quota 3220 m, GPS) risultava parzialmente visibile sotto lo strato di neve fresca. Lungo la fronte erano presenti placche di nevato residuo, che si riproponevano lungo tutto il margine frontale. L'accumulo maggiore era presente in destra frontale, dove è collocato il segnale DM1: qui il nevato raggiungeva uno spessore considerevole, rendendo impossibile l'individuazione della fronte e di conseguenza le misurazioni. Da



110 - Ghiacciaio di Money (foto C. Caminada, dall'Alpe Money, 2024.09.14). La spruzzata di neve fresca di inizio settembre non impedisce di apprezzare la consistente crepacciatura del settore centrale. *Despite the snowfall of the beginning of September, the numerous crevasses in the central sector are clearly visible.*

segnalare inoltre che, a monte della zona frontale in corrispondenza del segnale DM1, una fascia rocciosa, assente l'anno scorso, è in emersione e sta separando marcatamente il ghiacciaio, rendendo molto plausibile, forse già dal prossimo anno, il distacco della porzione che resta a valle della suddetta fascia. Le numerose *bédière* presenti sulla superficie del ghiacciaio risultavano attive. Le operazioni di misura sono state effettuate mediante rotella metrica.

Integrazione a cura di Stefano Ferraris (UNITO). Sono state individuate due cavità, che arrivano fino al substrato, una più grande e una più piccola, profonda circa 5 m (coordinate: UTM 32T 0366614 5046445, GPS Garmin).

Quota minima fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
DM (sf)	240°	226	224	-2

116 Ghiacciaio del Lauson

Operatori: Chiara Caminada e Piero Borre (PNGP) -
Controllo del 2024.09.06

Il giorno del rilievo il ghiacciaio si presentava interamente coperto da 5 cm di neve fresca precipitata nelle ventiquattro ore immediatamente precedenti. Ciò ha impedito di stimare

la percentuale di nevato residuo, la ELA e lo stato del ghiacciaio stesso. L'unica misura effettuata è quella dal segnale SC1, posto in sinistra laterale: l'arretramento del ghiacciaio ha ormai quasi completamente portato il margine frontale fuori traiettoria rispetto all'angolo di misura scelto per SC1, che pertanto verrà abbandonato. In questo punto la fronte risulta coperta da una spessa coltre detritica che si ispessisce a monte del margine stesso, nascondendo il ghiaccio sottostante. In prossimità di quest'ultimo una spessa placca di nevato ha impedito il rinvenimento della fronte e quindi le operazioni di misura. La porzione centrale del ghiacciaio continua a mantenersi abbastanza libera di detrito, con solo del materiale di grana medio-fine. Il ghiacciaio, nella sua porzione visibile, risulta solcato da numerose *bédière* soggette a intenso ruscellamento al momento della misura. La piramide di ghiaccio coperto da detrito staccatasi dal corpo glaciale ha subito una netta contrazione, lasciando visibile una piccola porzione di ghiaccio sul solo lato a monte. Le operazioni di misura sono state effettuate mediante rotella metrica.

Quota minima fronte: 3055 m (GPS)*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SC1 (sl)	180°	358	341	- 17

* Il dato rettifica le quote riportate nelle campagne 2021 e 2022.



115 - Ghiacciaio di Gran Val (foto S. Ferraris, 2024.08.29). Il ghiacciaio ha perduto il turgore che lo caratterizzava a inizio anni 2000 (vedi Armando *et al.*, 2001) e presenta oggi una superficie piatta e priva di crepacci. *Compared to the years 2000 (see Armando et al., 2001), the glacier appears flat and free of crevasses.*

121 Ghiacciaio del Trajo

Operatori: Chiara Caminada, Piero Borre e Marco Dellanoce (PNGP) - Controllo del 2024.09.16

Il giorno del rilievo la fronte risultava libera da neve fresca, presente invece a partire da circa 3000 m di quota, residuo della perdurante fase di maltempo che ha interessato le due settimane antecedenti l'uscita sul campo. Nella parte alta del ghiacciaio, verso il Colle della Nera, la copertura di neve fresca raggiunge i 15 cm di spessore. Da notare che, sebbene il giorno del rilievo tale copertura abbia reso impossibile la valutazione della percentuale di nevato residuo, da un precedente sopralluogo effettuato in data 31 agosto si è potuto osservare che tale valore si attestava attorno al 30%. La copertura detritica del ghiacciaio è molto variabile, ispessendosi ai bordi, in prossimità delle pareti in cui la lingua glaciale è incastonata, e rarefacendosi nella sua parte mediana. Da segnalare la formazione lungo la profonda *bédière* centrale di un inghiottitoio profondo all'incirca una quindicina di metri. Al momento del sopralluogo il ruscellamento risultava assai ridotto a causa delle basse temperature. Altro mutamento degno di nota è l'emersione di una duplice fascia di rocce montonate in destra laterale, alla base dello scivolo glaciale in discesa dalla Punta Rossa. Nessuna variazione di rilievo invece per l'accumulo della valanga di roccia del 2017 al piede dell'Arête des Clochettes, la quale rimane interessata da crolli sporadici. Il massiccio arretramento registrato quest'anno è imputabile al collasso del calderone formatosi la scorsa stagione presso il margine frontale, con conseguente formazione di un secondo calderone in posizione più arretrata e crollato anch'esso nel corso di questa stessa estate. Nel punto di misura la fronte si innalza sopra il substrato roccioso in una volta irregolare il cui punto più alto si attesta sui 3-4 m. Il ghiaccio qui si presenta tagliato in lamine il cui esiguo spessore velocizza il distacco delle stesse dalla restante massa glaciale. La porzione di ghiaccio morto venuto alla luce gli anni scorsi nell'anfiteatro morenico che un tempo ospitava il Ghiacciaio di Grivoletta (n. 122) non ha subito variazioni di rilievo.

Quota min. fronte: 2965 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SP3 (cf)	210°	82	22.5	-59.5

123 Ghiacciaio della Grivola

Operatori: Alice Naudin e Chiara Caminada (PNGP) - Controlli del 2024.08.12 e 2024.09.29

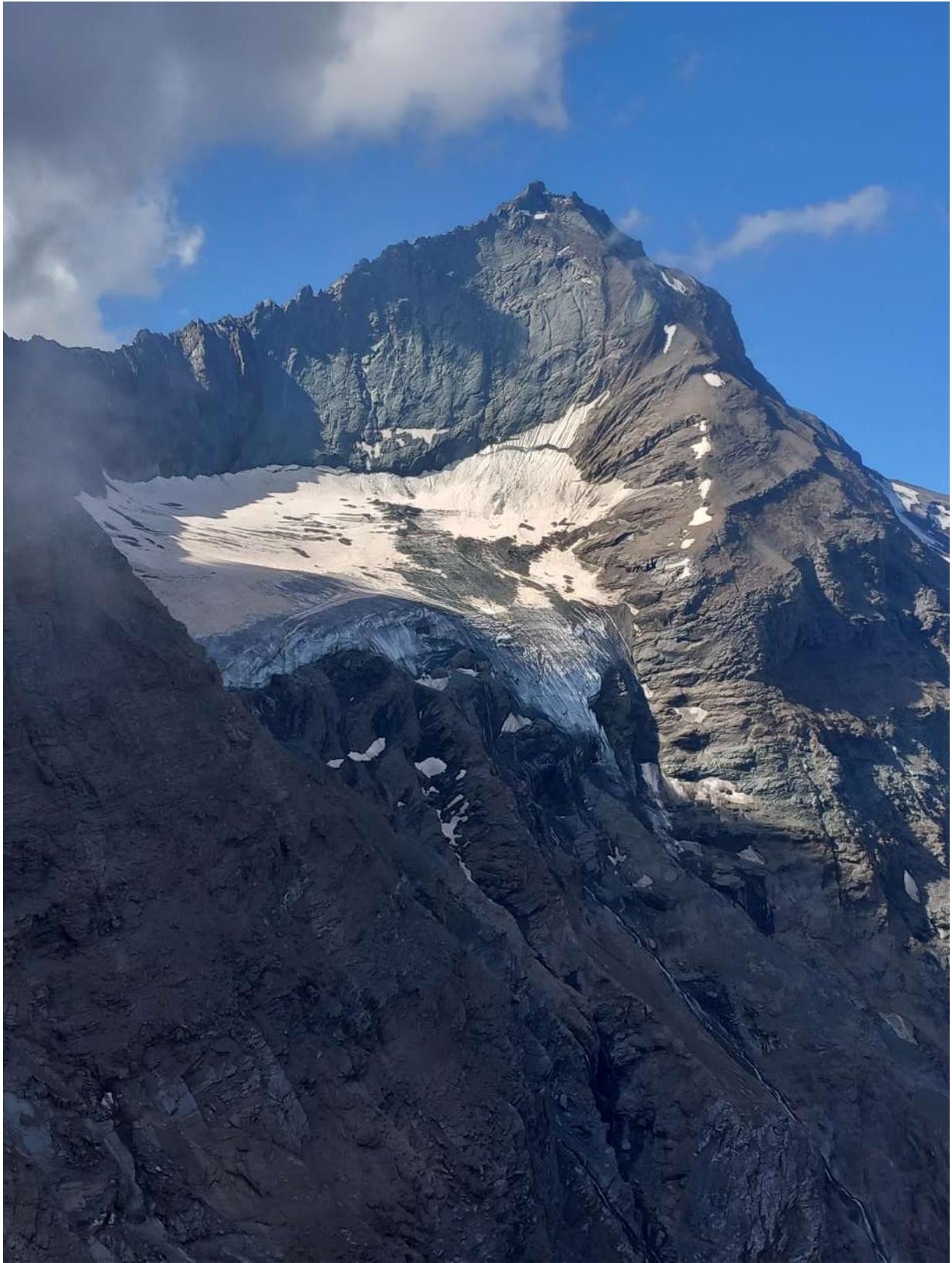
Nel corso dell'estate il ghiacciaio ha perso il peduncolo di ghiaccio che costituiva il punto più basso del margine frontale. Sulla superficie del ghiacciaio è stato inoltre osservato un accumulo detritico dovuto a una frana caduta durante l'estate.

126 Ghiacciaio del Timorion

Operatori: Demis Massoni e Etienne Jordaney (PNGP) - Controllo del 2024.08.24

La linea dell'ELA si attesta a 3400 m s.l.m. e l'indice AAR risulta 0.3. Sono presenti due grosse *bédière* in zona centro-frontale, attive al momento della visita. La zona frontale si presenta molto sottile e poggia su rocce montonate. Si è osservata la presenza di nevato residuo sulle rocce montonate antistanti la fronte. È stato trovato un punto ottimale per la stazione fotografica che rappresenti il ghiacciaio nel suo insieme, si trova sulla cresta che, dalla località Levionaz, sale verso la cima Leynir a quota 2560 m (coordinate: 5047859 N, 362174 E). La misura della distanza frontale è stata effettuata con distanziometro.

Integrazione a cura di Umberto Morra di Cella e Federico Grosso (ARPA VDA), Alberto Rossotto e Stefano Drigo (PNGP). Il bilancio di massa del ghiacciaio per l'anno glaciologico 2023-2024 risulta ancora negativo, tuttavia l'accumulo nevoso a carattere eccezionale registrato nella stagione invernale e le temperature medie estive più clementi lo hanno reso meno severo rispetto agli ultimi anni. Il ghiacciaio, vista la sua posizione più "interna" nell'arco alpino, generalmente beneficia di apporti nevosi minori rispetto ad apparati più esterni e potenzialmente più esposti a quelli derivanti dalle perturbazioni atlantiche; nell'inverno appena trascorso si è potuto osservare come tale differenza sia venuta a mancare, mettendo in luce un più uniforme e ricco contributo di precipitazioni nevose. Sul ghiacciaio, il manto nevoso al termine della stagione di accumulo, misurato in 91 punti, ha mostrato spessori variabili da 315 a 650 cm nella zona di accumulo (con un'altitudine media di 3350 m s.l.m.) e da 190 a 400 cm nelle quote inferiori, con un'altitudine media di 3250 m s.l.m. La densità media, rilevata in due punti significativi per rappresentare il comportamento degli accumuli su ampie aree del ghiacciaio, è stata di 426 kg/m³, determinando un accumulo specifico pari a 1800 mm *w.e.* Il valore di accumulo registrato quest'anno si pone al massimo della serie storica iniziata nel 2001 segnando un accumulo circa tre volte superiore rispetto a quello registrato nell'inverno 2022-2023 (630 mm *w.e.*) e di 400 mm *w.e.* superiore rispetto al massimo registrato nell'inverno 2012-2013 (1413 mm *w.e.*). Gli ingenti accumuli nevosi invernali e primaverili hanno rappresentato una risorsa fondamentale per il periodo di ablazione. L'evidenza di un accumulo nevoso maggiore è ulteriormente confermata dalla presenza di residui di nevato dell'inverno 2023-2024, osservabili alla fine di agosto. Le immagini acquisite dalla missione Copernicus Sentinel-2 mostrano chiaramente che, sulla superficie del ghiacciaio, persisteva una porzione di neve residua con un'estensione areale quasi tre volte superiore a quella registrata alla fine di agosto 2023. Le nevicate precoci registrate a partire dall'ini-



123 - Ghiacciaio della Grivola (foto A. Naudin, da Punta Trajo, 2024.08.12). La ripresa fotografica consente di apprezzare la consistenza della massa glaciale, che nel corso dell'estate ha perso il peduncolo che si allungava sul ripido gradino roccioso frontale e rappresentava la porzione più avanzata del margine glaciale. *The photo allows us to appreciate the consistency of the glacier, which during the summer lost the peduncle that extended on the steep rock step at the front and represented the most advanced part of the glacier front.*



126 - Ghiacciaio del Timorion (foto D. Massoni, 2024.08.24). In anni recenti, è affiorata nel settore centrale del ghiacciaio un'ampia barra rocciosa che ha fatto assumere al corpo glaciale una conformazione a ferro di cavallo e che minaccia di tagliare in due il ghiacciaio. *In recent years, a large rock outcrop came to light in the central sector of the glacier, causing the glacier to take on a horseshoe shape and threatening to cut it into two separate bodies.*

zio di settembre hanno reso impossibile la realizzazione del consueto rilievo fotogrammetrico con drone; per questo motivo la stima dell'ablazione è stata realizzata mediante metodo topografico utilizzando strumentazione GNSS tecnologicamente in grado di fornire misure con accuratezza adeguata allo scopo. La superficie del ghiacciaio è stata rilevata in 83 punti e in ognuno di questi è stata misurata l'altezza del manto nevoso legato alle nevicate tardo-estive in modo da poter scomputare tale aliquota dal bilancio di massa annuale. Il valore di abbassamento della superficie del ghiacciaio è stato ottenuto per differenza fra le misure GNSS del 2024 e la quota derivata dal modello digitale del terreno (DEM) della superficie del ghiaccio, ottenuto tramite fotogrammetria aerea al termine della stagione di fusione del 2023. Complessivamente il valore di ablazione specifica raggiunge i 726 mm *w.e.* che, sommati alla perdita di massa legata alla fusione del manto nevoso e al netto di quanto rimasto al termine dell'estate, conduce ad un bilancio di massa annuo di -654 mm *w.e.*

Quota min. fronte: 3235 m (GPS)*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PV (sl)	120°	239	231	-8

* Il dato corregge quanto pubblicato nelle precedenti campagne.

127.1 Ghiacciaio Occidentale del Gran Neyron

Operatori: Demis Massoni e Etienne Jordaney (PNGP) - Controllo del 2024.08.24

La situazione della massa glaciale risulta senza variazioni di rilievo rispetto al 2023. La linea dell'ELA risulta ben visibile a 3200 m s.l.m. Nevato residuo è stato osservato sotto la parete dell'Herbétet e alla base delle pareti del Colle del Grand Neyron. L'indice AAR è 0.35. Sempre numerose le porte glaciali visibili in zona centro-frontale. Nella zona frontale monitorata dal segnale C3 è probabilmente crollato un pezzo della porta glaciale presente lo scorso anno:

l'importante arretramento misurato non rispecchia quindi la dinamica effettiva del ghiacciaio. Si è reso necessario istituire un nuovo segnale in quanto il segnale C3 non è più significativo per la misura della variazione frontale e pertanto verrà abbandonato. È stato dunque istituito il nuovo segnale EA1, posto su una roccia montonata, che monitora una piccola lingua che si esaurisce a quota 3005 m (stessa quota del segnale). È presente una discreta copertura detritica lungo tutta la zona frontale, estesa per una fascia di circa 20 m, fatta eccezione per la lingua monitorata dal nuovo segnale EA1. La quota minima fronte è riferita alla lingua misurata dal segnale EA1: la precedente misura non teneva conto della piccola lingua ora correttamente considerata.

Quota min. fronte: 3005 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C3 (cf)	186°	294	280	-14
EA1 (cf)*	125°	8	-	-

* Nuovo segnale, coordinate: 5045807 N, 364316 E, quota 3005 m.

127.2 Ghiacciaio Orientale del Gran Neyron

Operatori: Demis Massoni e Etienne Jordaney (PNGP) - Controllo del 2024.08.24

Il ghiacciaio risulta coperto da nuove e recenti colate detritiche nella parte sommitale sotto le pareti dell'Herbétet. La fascia di rocce in destra orografica del corpo glaciale risulta più estesa. Non si notano *bédière* di dimensioni rimarchevoli sulla massa glaciale. La linea della ELA è ben visibile e situata a 3200 m di quota. Al momento del sopralluogo era presente innevamento residuo nel pianoro davanti alla zona frontale, che probabilmente ne ha limitato l'arretramento. L'indice AAR è pari a 0.2.

Quota min. fronte: 3000 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PV1 (cf)	137°	78	77.5	-0.5

128 Ghiacciaio di Montandeyné

Operatori: Alberto Peracino e Stefano Drigo (PNGP) - Controllo del 2024.09.12

L'assetto generale del ghiacciaio risulta invariato rispetto all'anno precedente. Alla data del sopralluogo il ghiacciaio risultava coperto da neve recente che ha reso difficile la stima dell'estensione della neve residua e della quota della linea di equilibrio. La parte frontale del ghiacciaio,

di notevole estensione, presenta ora due lingue più pronunciate, una monitorata dal segnale BN ed una seconda posta più a sud, dov'è presente il segnale SD1. Le misure sono state effettuate mediante distanziometro.

Quota min. fronte: 3145 m (GPS, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BN (cf)	110°	16	9.5	-6.5
SD1 (sf)	127°	35	29	-6

129 Ghiacciaio di Lavacchiù

Operatori: Stefano Nicolussi, Alberto Peracino e Stefano Drigo (PNGP) - Controllo del 2024.09.12

L'assetto generale del ghiacciaio risulta invariato rispetto all'anno precedente. Alla data del sopralluogo il ghiacciaio appariva coperto da neve recente, rendendo impossibile la stima della neve residua e quindi anche della quota della linea di equilibrio. La fronte è ricoperta da detriti e si insinua in una frattura del substrato roccioso poco a monte del segnale CF.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CF (cf)	98°	35	27.5	-7.5

131 Ghiacciaio di Moncorvé

Operatori: Stefano Drigo e Mattia Alessi (PNGP) - Controllo del 2024.09.10

Le neviccate occorse nei giorni precedenti il rilievo hanno reso di difficile percezione l'arretramento e la diminuzione di spessore del ghiacciaio. La linea della ELA non era visibile. La posizione della fronte glaciale è invariata rispetto all'anno precedente: si è osservata tuttavia la comparsa di una barra rocciosa in zona centro-frontale, a monte del segnale RV. La direzione di misura, che risulta essere ancora ottimale, nei prossimi anni probabilmente porterà ad una zona pericolosamente vicina ai crolli continui che si registrano dalla parete nord-ovest del Ciarforon.

Quota min. fronte: 3050 m (GPS, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RV (cf)	170°	155*	155*	0

* Misura effettuata con distanziometro.

132 Ghiacciaio di Monciair

Operatori: Stefano Drigo e Mattia Alessi (PNGP) -
Controllo del 2024.09.10

L'assetto generale del ghiacciaio risulta invariato rispetto all'anno precedente. Alla data del rilievo, l'apparato risultava coperto da neve recente che ha reso impossibile la stima di neve residua e della quota della linea di equilibrio.

Quota min. fronte: 2940 m (GPS, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MB1 (cf)	105°	93*	87*	-6

* Misura effettuata con distanziometro.

134 Ghiacciaio del Grand Etrèt

Operatori: Alberto Rossotto, Stefano Cerise e Stefano Drigo (PNGP) - Controllo del 2024.09.17

Il buon accumulo nevoso rilevato a fine maggio sul ghiacciaio ha solo in parte limitato i danni dell'ennesima estate calda. Fino alla prima decade di agosto il corpo glaciale si presentava ancora discretamente innevato, tuttavia le alte temperature dei restanti giorni estivi hanno rapidamente fuso il nevato residuo, che alla data del rilievo si è conservato solo in tre settori (ben riconoscibili per il colore rossiccio conferito dalla polvere sahariana depositatasi con le precipitazioni primaverili): poco sotto la palina II, a 2780 m di quota, con una superficie di 2600 m² ed uno spessore medio stimato di 15 cm; a 2870 m di quota sopra la palina III, con una superficie di 600 m² ed uno spessore medio stimato di 10 cm; oltre una quota media di 3050 m sopra la palina V, soprattutto in sinistra orografica a ridosso delle pareti di testata (che proteggono maggiormente il ghiacciaio dall'irraggiamento solare), per una superficie di 20 400 m² ed uno spessore medio stimato di 30 cm. La linea inferiore del nevato non segue una isoipsa precisa, ma varia da 3020 m in estrema sinistra orografica fino a 3070 m in centro e destra orografica, dove tuttavia il nevato si assottiglia, lasciando scoperte ampie porzioni di ghiaccio fin sotto le pareti. L'andamento irregolare di questa fascia di nevato non consente di definire con certezza la ELA. L'indice AAR è pari a 0.11. La crepaccia terminale, a differenza delle due scorse annate, si presentava nuovamente del tutto chiusa e coperta da nevato residuo. La grossa *bédière* presente sopra la palina I si presentava inattiva, e, nella sua parte superiore, sotto la palina II, era parzialmente riempita di nevato residuo. Il grosso mulino a tre inghiottitoi appariva ridotto ed anch'esso in parte riempito di neve. Era presente ghiaccio sovrainposto dovuto a rigelo nella parte medio-alta del ghiacciaio. La "strozzatura" genera-

tasi nel 2021 a 2940 m di quota a causa dell'emersione del substrato roccioso si è ristretta ulteriormente, diminuendo in un anno da 73 a 57 metri di larghezza nel punto più stretto. Il "calderone" comparso la scorsa estate poco sopra la fronte si è ampliato notevolmente. La superficie della cavità è più che raddoppiata, passando dai 430 m² di ottobre 2023 ai 962 m² del giorno del rilievo. La parete verticale di ghiaccio presenta un'altezza di circa 18 m. La presenza di uno spesso strato di nevato al suo interno lascia supporre che nel corso dell'estate sia avvenuto il crollo di una porzione di tetto sotto il peso stesso della neve. Un contributo certamente importante alla fusione di neve e ghiaccio è stato quello apportato dalla pioggia impetuosa caduta tra il 4 ed il 5 settembre fin oltre i 3000 m di quota, che ha creato esondazioni in Valsavarenche a partire proprio dal vallone del Grand Etrèt: i segni erosivi sul terreno sono apparsi ben visibili lungo la salita di avvicinamento al ghiacciaio. Nel vallone, al di sotto dell'ampio pianoro che ospitava fino agli inizi degli anni 2000 la fronte glaciale, si è osservata la presenza di placche residue di accumulo valanghivo ricoperte dal detrito portato dal suddetto evento alluvionale. Una esigua lingua di neve stagionale residua a ridosso della fronte ha impedito la misura di variazione frontale.

L'accumulo nevoso è stato misurato il giorno 28 maggio 2024 dal personale del Corpo di Sorveglianza del Parco Nazionale Gran Paradiso mediante scavo di cinque pozzi da neve in prossimità delle paline ablatometriche. L'accumulo medio di neve sul ghiacciaio è di 420 cm (media aritmetica), superiore di circa il 31% rispetto alla media del periodo 2000-2023 (321 cm). Tale valore rappresenta il quinto miglior dato della serie storica di 25 anni. La densità media della neve rilevata presso le cinque paline risulta essere di 439 kg/m³ (media aritmetica), inferiore di circa il 5% rispetto al valore medio del periodo 2000-2023 (462 kg/m³). I valori di densità rilevati sono risultati piuttosto omogenei, ad eccezione del dato riscontrato presso la palina V, più basso, probabilmente per via della quota più elevata, che ha mantenuto la neve più leggera e meno compatta. L'accumulo specifico è risultato di 1819 mm *w.e.* Tale valore risulta superiore di circa il 20% rispetto alla media del periodo 2000-2023 (1522 mm *w.e.*) e rappresenta il settimo miglior dato della serie storica di 25 anni. La valutazione dell'ablazione della stagione idrologica 2023-2024 in corrispondenza delle 5 paline ablatometriche ha richiesto un sopralluogo sul ghiacciaio in data 10 agosto per il controllo e le misurazioni intermedie alle paline e si è conclusa il giorno 17 settembre 2024 con le misurazioni finali. Sono giunti sul ghiacciaio 386 755 m³ di acqua sotto forma di neve e sono fusi quasi tutti (eccetto 3942 m³ conservatisi sotto forma di nevato) insieme ai 259 413 m³ di acqua in forma di ghiaccio, per un totale di 642 226 m³ di acqua persi. L'ablazione specifica è stata di -3020 mm *w.e.*, superiore

di circa il 18%, rispetto al dato medio 2000-2023 (-2564 mm *w.e.*) e sesto peggior valore della serie storica. Inoltre, a titolo di curiosità, grazie al sopralluogo straordinario del 15 ottobre 2023 è possibile scorporare la quota di ablazione puramente estiva (-2818 mm *w.e.*) da quella dell'autunno 2023 (-202 mm *w.e.*) Il bilancio di massa specifico per l'anno idrologico 2023-2024 è risultato moderatamente negativo, con un valore di -1201 mm *w.e.*, che porta il totale cumulato dal 1999 al 2024 a -26 246 mm *w.e.* Seppur nettamente migliore rispetto ai valori registrati nelle tre passate stagioni estive, il bilancio specifico 2023-2024 risulta superiore del 15% rispetto al dato medio del periodo 2000-2023 (-1044 mm *w.e.*). Il ghiacciaio nel corso della stagione 2024 ha perso uno spessore medio di 1.4 metri di ghiaccio su tutta la sua superficie; dal 1999 ha perso 30 metri di spessore medio.

Nel corso delle operazioni di misura del 17 settembre è stato effettuato dagli operatori del Parco un rilievo con fotogrammetria aerea da drone, che ha permesso di ottenere il modello digitale della superficie (DSM) e l'ortomosaico del ghiacciaio; è stato così possibile aggiornare

con grande precisione tutte le quote ed il profilo della superficie del corpo glaciale (tramite programma QGIS versione 3.32). La superficie aggiornata misura 211 034 m² rispetto ai 212 652 m² di settembre 2023. Il drone ed il software utilizzati sono stati messi a disposizione da ARPA VDA, che ha offerto il supporto tecnico per la pianificazione del rilievo ed ha curato l'elaborazione dei dati raccolti dal drone. In particolare: l'ortomosaico a colori del ghiacciaio presenta una risoluzione di 4 cm/px, ed è georiferito in UTM WGS 84; il modello digitale della superficie (DSM) ha una risoluzione di 15 cm/px, ed è georiferito in UTM WGS 84, con quote ortometriche. La georeferenziazione dei prodotti è "diretta", basata sulle informazioni di posizione del sensore al momento dello scatto, ed è stata determinata utilizzando il sistema nRTK (*network Real Time Kinematic*), sistema garantito dal SPIN3 - Servizio di Posizionamento Interregionale GNSS. Hanno collaborato: Alberto Peracino e Jean Laurent Jordaney (PNGP).

Quota min. fronte: NM



134 - Ghiacciaio del Grand Etrêt (foto S. Drigo, 2024.09.10). Rispetto al 2019 (vedi Baroni *et al.*, 2020) il ghiacciaio ha subito una vistosa involuzione, con la rapida espansione della barra rocciosa in sinistra idrografica che minaccia di separare l'area di accumulo da quella di ablazione, e con la formazione di un calderone alla fronte, preludio di una sua rapida disgregazione. *Compared to 2019 (see Baroni et al., 2020), the glacier has undergone a striking involution, with the rapid expansion of the rock outcrop on the left side that threatens to separate the accumulation area from the ablation area, and with the formation of a "calderone" on the front, a prelude to its rapid disintegration.*

138 Ghiacciaio di Aouillè

Operatori: Rudy Vallet e Stefano Drigo (PNGP) -
Controllo del 2024.09.07

Si riscontra una generale diminuzione di spessore dell'intera massa glaciale, ben visibile dal progressivo innalzamento ed avanzamento verso l'alto della penisola rocciosa-detritica che parte dalla zona sinistra laterale del ghiacciaio. La presenza di neve recente sulla parte medio-alta del corpo glaciale non consente di definire la ELA e di stimare l'indice AAR. Sempre presenti numerosi crepacci nella zona centrale del ghiacciaio. Presenti alcune porte glaciali nella zona destro-frontale in corrispondenza della lingua misurata dal segnale NV21.

Quota min. fronte: 3115 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NM13 (sf)	265°	100.5*	95.5	-5
NV21 (cf)	230°	69*	69	0

* Misura effettuata con distanziometro.

139 Ghiacciaio di Percia

Operatori: Rudy Vallet e Stefano Drigo (PNGP) -
Controllo del 2024.09.07

Il ghiacciaio risulta coperto da neve recente che rende difficile la stima di neve residua e la quota della linea di equilibrio. Si rileva una notevole copertura detritica in zona centro- e sinistro-frontale, invariata rispetto all'anno precedente. La barra rocciosa che taglia trasversalmente il ghiacciaio tra la zona centrale e la fronte è quasi totalmente collegata alla zona rocciosa presente in sinistra laterale. Permane una sottile lingua di ghiaccio, ricoperta da detriti, che per il momento mantiene la continuità del corpo glaciale. Ad oggi, la sezione più stretta del ghiacciaio misura 23 metri. Il mulino posto a quota 3250 m in zona centrale non è visibile perché ricoperto da neve recente. Presente neve residua anche nella zona frontale.

Quota min. fronte: 3015 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NV21 (sf)	210°	98*	75*	-23
AM (df)	215°	13*	6*	-7

* Misura effettuata con distanziometro.

Operatori: Alberto Rossotto e Jean Laurent Jordaney
(PNGP) - Controllo del 2024.09.10

Il ghiacciaio si presenta ricoperto da un sottile strato di neve recente, caduta il 5 settembre e non ancora completamente fusa. La neve recente maschera parzialmente i residui dei crolli di roccia che interessano il ripido pendio di ghiaccio in sinistra orografica posto sotto l'anticima di Entrelor in prossimità dell'isola rocciosa. Sono evidenti i segni degli episodi di frana dalla cresta del Colle di Percia che interessano la zona soprastante la fronte misurata dal segnale A(BP-04-40m). Da segnalare la presenza di un piccolo accumulo di frana che interessa il settore misurato da AR 2020, non presente lo scorso anno. Rispetto allo scorso anno è possibile notare come i crepacci si presentino più chiusi per la presenza di neve residua al loro interno. Prima della nevicata erano apprezzabili estese fasce di nevatato residuo sotto la Cima di Entrelor, alla base delle pareti sotto l'anticima e nella porzione superiore che confluisce con il Ghiacciaio di Percia. ELA: circa 3200 m; neve residua stimata: 25%. Alcune placche di nevatato residuo si attestano a ridosso del margine frontale del ghiacciaio, in alcuni casi (come a ridosso del ramo in sinistra laterale) scendendo verso valle per diversi metri di dislivello. Dette placche di nevatato residuo impediscono la misura dai segnali A(BP-04-40m) e P4. La misura dal segnale A(BP-04-40m) diventerà complicata nei prossimi anni per l'aumentata copertura detritica di frana proveniente dalle pareti soprastanti, che rende difficile l'individuazione del ghiaccio. Questa situazione potrebbe portare all'abbandono della misura nel settore destro laterale del ghiacciaio. Lingue di nevatato residuo scendono in sinistra laterale in direzione della stazione fotografica P1 (un tempo segnale di misura). La quota della fronte misurata da AR 2020 è risultata invariata rispetto lo scorso anno: 3117 m (A). Le operazioni di misura sono state eseguite mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AR 2020 (cf)	150°	35	35	0

142 Ghiacciaio della Vaudaletta

Operatori: Alberto Rossotto e Jean Laurent Jordaney
(PNGP) - Controllo del 2024.09.10

Il ghiacciaio si presenta quasi completamente coperto da detrito, ad eccezione di esigue porzioni di ghiaccio affiorante nel pendio sotto Punta Leynir. Al momento del sopralluogo la neve caduta il 5 settembre appariva completamente fusa. Diverse placche di nevatato stagionale si sono



140 - Ghiacciaio Settentrionale di Entrelor (foto F. Pollicini da PF-T2-2640-1989, 2024.08.27). Nell'arco di una decina d'anni (vedi Baroni *et al.*, 2014), il ghiacciaio ha subito una significativa perdita di potenza ed estensione, con comparsa di finestre rocciose e annerimento della superficie glaciale. *In about ten years (see Baroni et al., 2014), the glacier underwent a notable loss of thickness and extent, with the appearance of rock outcrops and the darkening of the glacier surface.*

conservate all'ombra di Punta Leynir, mentre porzioni di nevatò più piccole sono presenti anche sopra la massa glaciale coperta di detrito. Inoltre, nel pianoro antistante il segnale PR3 (dove nel 2022 era ancora stato individuato il margine frontale del ghiacciaio) era presente una larga fascia di nevatò che ha impedito l'individuazione di ghiaccio affiorante e la misura.

Quota min. fronte: NM

Gruppo Granta Parei

144 Ghiacciaio di Lavassey

Operatori: Jean Laurent Jordaney e Alberto Rossotto
(PNGP) - Controllo del 2024.09.22

Il ghiacciaio, il giorno del rilievo, si presentava coperto da circa 5-10 cm di neve recente (eventi del 5 e 18 settembre) che tuttavia non ha inficiato le operazioni di misura in quanto il margine frontale risultava comunque ben distinguibile. Alcune riprese fotografiche effettuate dalla collega Stephanie Bethaz il 19 agosto 2024 dalla vetta della Punta

Basei ed il 31 agosto dal lago di Lavassey (stazione F) e dal collega Federico Peretti il 31 agosto dal sentiero sotto il Col Basei permettono di valutare il nevatò residuo, conservatosi in discreta quantità a ridosso delle pareti rocciose al di sotto della cresta Basei-Bousson-Galisia e nella porzione superiore del ghiacciaio. Innevamento residuo stimato in circa il 35% della superficie glaciale (dato confermato dall'analisi delle immagini Sentinel 2 del 31 agosto). La ELA è discontinua e non definibile con certezza. Ancora evidenti, nonostante la neve recente, le zone con crepacci aperti. In estrema sinistra laterale era presente, a ridosso della fronte, una lingua di nevatò di discrete dimensioni e spessore, probabile residuo di valanga, che scendeva verso il basso oltre la fronte per alcuni metri di dislivello. La misura da B3 è stata definitivamente abbandonata. La fronte misurata dal segnale F presenta una calotta di ghiaccio ancora potente e di discreto spessore. Sia a monte che a valle del lago di Lavassey (ove è sita la stazione fotografica F) sono ben visibili gli effetti dell'erosione dovuti all'evento di piena verificatosi tra il 4 ed il 5 settembre, quando la pioggia è caduta impetuosa fino a circa 3000 m di quota. Rilevate le quote delle fronti misurate da D3: 2805 m (GPS) e da F: 2850 m (GPS). Tutte le misure sono state effettuate con telemetro.

Quota min. fronte: 2805 m (lobo sinistro, GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.4(JP-2022-13m) (sf)	140°	51	31	-20
C.3(JP-2022-40m) (sf)	140°	57	48.5	-8.5
D.3(JP-2022-12m) (sf)	140°	34	25.5	-8.5
E.3(JP-2022-27m) (sf)	140°	54	36	-18
F(JP-2022-24m) (df)	140°	74	44	-30
G(PR-2023-18m) (cf)	140°	25	18	-7

145 Ghiacciaio Orientale del Fond

Operatori: Jean Laurent Jordaney e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2024.09.22

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio si presentava coperto da circa 10 cm di neve recente, che hanno reso difficile l'individuazione del margine frontale, unitamente alla presenza di abbondante detrito sopraglaciaie. È stato comunque possibile procedere alle operazioni di misura con una buona precisione. L'innnevamento recente impedisce di fornire una descrizione esaustiva delle condizioni del ghiacciaio; i rilievi fotografici eseguiti dai colleghi Stephanie Bethaz (dal Lac du Fond e dal laghetto senza nome sotto le morene del Gh. di Fond Ovest) e Federico Peretti (dal sentiero sotto il Col Basei) il 31 agosto, prima delle nevicate, evidenziano ancora una buona presenza di nevato residuo nella porzione superiore del ghiacciaio, pur non consentendo di definire con precisione la ELA. Il nevato residuo stimato occupa circa il 30% della superficie glaciale (dato confermato dalle immagini Sentinel 2 del 31 agosto). La quota della fronte misurata da A è 2935 m (GPS). Le misure sono state effettuate con telemetro.

Quota min. fronte: 2885 m (corpo centrale, GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.2(PR-2022-27m) (df)	138°	56	46.5	-9.5
B.3(PR-2022-22m) (cf)	165°	63	61	-2

146 Ghiacciaio Occidentale del Fond

Operatori: Alberto Rossotto e Stefano Cerise (PNGP) - Controllo del 2024.09.30

Il ghiacciaio, al momento del sopralluogo, si presentava coperto da qualche centimetro di neve recente che, unitamente al diffuso detrito, ha reso difficile l'individuazione del margine frontale. Le operazioni di misura, tuttavia, sono state svolte con buona precisione. L'innnevamento residuo non risultava quantificabile al momento del

rilievo a causa della neve recente. Le immagini Sentinel 2 del 31 agosto 2024 mostrano ancora un discreto innnevamento nella parte superiore del ghiacciaio. La percentuale di nevato, tuttavia, non risulta comunque stimabile, così come la ELA. Le misure sono state effettuate mediante telemetro.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B(BP-2008-12m) (df)	170°	164	149	-15
D(BP-2019-17m) (df)	180°	59	42.5	-16.5

147 Ghiacciaio di Soches-Tsanteleina

Operatori: Alberto Rossotto e Stefano Cerise (PNGP) - Controllo del 2024.09.30

Il ghiacciaio, il giorno del rilievo, si presentava coperto da qualche centimetro di neve recente che tuttavia non ha ostacolato le operazioni di misura. La misura dal segnale F non è stata eseguita a causa del detrito che ricopre il ghiaccio e che rende impossibile identificare il margine frontale. La lingua orientale, che continua ad essere monitorata dai segnali C5 e G, appare, nella zona prossima alla fronte, molto modificata rispetto al 2023 e presenta una superficie fortemente irregolare, incisa da crepacci: è possibile che le piogge torrenziali del 4-5 settembre abbiano contribuito a rimodellare la superficie glaciale. Il cambiamento radicale nella morfologia della lingua orientale ha avuto come conseguenza il notevole arretramento frontale misurato dal segnale G. L'innnevamento residuo e la ELA non sono valutabili al momento del rilievo a causa della neve recente. Tuttavia, una foto scattata il 19 agosto dalla collega Stephanie Bethaz dalla vetta della Punta Basei testimonia a quella data un innnevamento residuo stimabile in circa il 35% della superficie glaciale; anche la ELA appare ben evidente a circa 3100 m di quota. Sono state misurate le quote dei margini frontali misurati da H: 2790 m (A) e da G: 2765 m (A). Si segnala la presenza di ampie fasce di erosione nelle morene in parte inerbite a valle della cascata sotto il Lago di Tsanteleina, generate dall'evento di piena del 5 settembre. Tutte le misure sono state effettuate con telemetro.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C.5(PR-2022-23.5m) (df)	195°	62	43	-19
G(FP-2021-7m) (df)	205°	95	49.5	-45.5
H(PR-2023-26m) (cf)	240°	48	26	-22

148 Ghiacciaio di Goletta

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -
Controllo del 2024.11.10

Il sopralluogo è stato effettuato in una data tardiva, per cui l'apparato presentava una copertura di neve recente. Per stimare l'innnevamento residuo sono state utilizzate riprese effettuate a fine agosto dalla Becca della Traversière ed immagini satellitari. Il limite inferiore della neve si collocava allora a circa 3050 m di quota sul versante italiano e dai 3100 ai 3150 m su quello francese. L'AAR era intorno al 65%. Il margine glaciale è risultato quasi sempre ben individuabile, per cui è stato possibile effettuare le misure strumentali. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. I margini frontali italiani sono stati tracciati con ricevitore GNSS e riportati in carta in scala 1:2.500. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP64st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometro Nikon Laser 400, bussola Wilkie.

Quota min. fronte: 2865 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.4(BP-2019-10m) (df)	205°	48.5	47.5	-1
B.4(PF-2021-10m) (df)	205°	48	42	-6
E.3(PF-2020-18,5m) (df)	205°	92.5	82	-10.5
F.3(JP-2022-20m) (sf)	150°	27	25	-2
G.2(JP-2022-10,5m) (sf)	150°	19	15.5	-3.5
H.2(JP-2022-16m) (sf)	150°	31	27	-4

Gruppo Traversière - Grande Rousse - Grande Sassièr

155 Ghiacciaio del Torrent

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -
Controllo del 2024.08.27

L'innnevamento residuo osservato il giorno del sopralluogo si estendeva fino all'area frontale, con piccoli corpi di valanga alla base della parete est della Grande Rousse - Punta Rabuigne, ma assumeva una certa continuità solo al di sopra dei 2950 m circa di quota. La porzione del ghiacciaio coperta da neve residua è stata stimata pari a circa il 30-35% della superficie complessiva. Erano presenti anche alcuni piccoli nevai (accumuli eolici?), dalla forma molto stretta ed allungata, nelle depressioni lungo il margine laterale destro dell'apparato. La copertura detritica è aumentata per ulteriori franamenti dalla parete predetta. Prosegue la tendenza del ghiacciaio alla separazione in due corpi presso il gradino tra le quote 2850 e 2900 m, soprattutto per il ritiro del margine laterale destro e l'ampliamento di una finestra di substrato roccioso. Il ghiaccio del settore

frontale è piuttosto sottile e presenta un margine che tende sempre più a scomparire sotto il detrito: è ben identificabile solo in prossimità dell'area di emersione del torrente glaciale. Questo tratto è stato tracciato con ricevitore GNSS ed è stata poi aggiornata la carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: distanziometro Nikon Laser 400, bussola Wilkie, ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato).

Quota min. fronte: 2670 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B.3(PF-2021-38m) (cf)	210°	68	64	-4
C.4(PF-2023-34m) (df)	230°	43.5	34	-9.5
E(PF-2023-35m) (df)	215°	38.5	35	-3.5

159 Ghiacciaio de L'Espine

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Il ghiacciaio è stato ripreso fotograficamente dalla ex caserma ricovero "Tenente Cucco" a quota 2364 m (C). Innnevamento residuo assente. Innnevamento recente presente, sebbene poco consistente, risalente alla perturbazione del 13-14 settembre.

Quota min. fronte: NM

162 Ghiacciaio dell'Invergnan

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

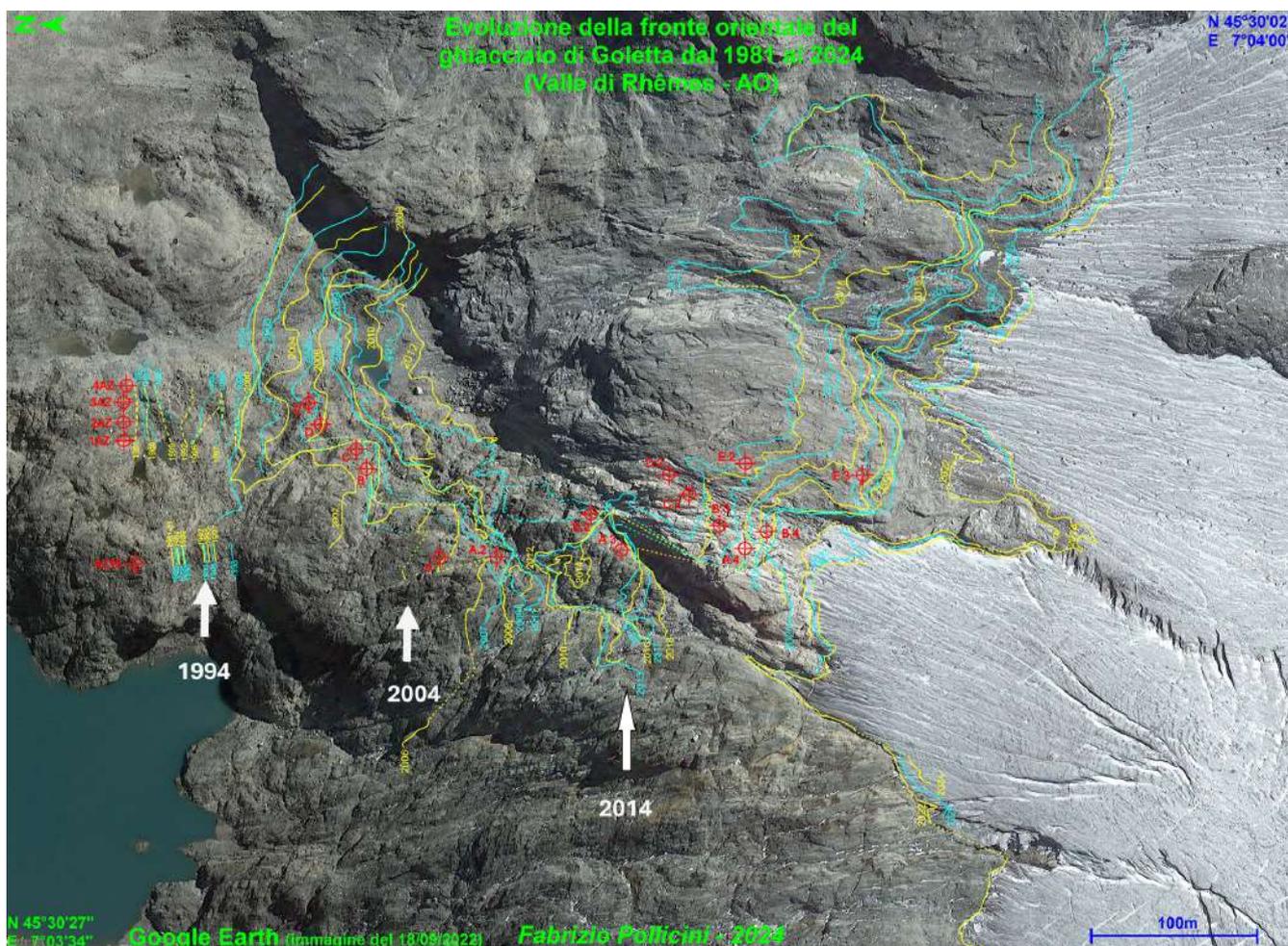
Al momento del sopralluogo il ghiacciaio presentava innnevamento recente risalente alla perturbazione del 13-14 settembre: l'apporto di neve fresca è risultato più abbondante sulle zone di confine con la Francia rispetto alla zona interna della Valgrisenche. Innnevamento residuo costituito da placche isolate. Il ghiacciaio si presenta suddiviso in varie parti come segnalato negli anni scorsi.

Quota min. fronte: NM

163 Ghiacciaio di Giasson

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio presentava innnevamento recente risalente alla perturbazione del 13-14 settembre, mentre l'innnevamento residuo era limitato a



148 - Ghiacciaio di Goletta (rilievi di F. Pollicini). Carta del margine frontale dal 1981 al 2024. *Map of the front margin from 1981 to 2024.*

placche nella zona ovest del pendio sotto il Colle Giasson. Prosegue il ritiro e la diminuzione di spessore del ghiacciaio, già segnalati negli anni precedenti. A seguito della contrazione, il ghiacciaio si presenta suddiviso in tre parti. Si segnala la presenza di un'isola rocciosa sotto la dorsale del Colle Giasson, già individuata nel 2023.

Quota min. fronte: NM

166 Ghiacciaio di Bassac

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Innevamento recente risalente alla perturbazione del 13-14 settembre: l'apporto di neve fresca è risultato più abbondante sulle zone di confine con la Francia rispetto alla zona interna della Valgrisenche. Prosegue la fase di ritiro della fronte del ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM

168 Ghiacciaio di Gliaretta-Vaudet

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -
Controllo del 2024.11.03

Il sopralluogo è stato effettuato in una data tardiva per cui la maggior parte dell'apparato presentava neve recente. Per stimare l'innevamento residuo sono state utilizzate riprese effettuate a fine agosto dalla Grande Sassièrè ed immagini satellitari. Il limite inferiore si collocava allora a circa 3050 m di quota per un AAR intorno al 30%. Il margine glaciale è risultato invece privo di neve e quasi sempre ben individuabile per cui è stato possibile effettuare misure strumentali. In particolare si riporta che: i) sono tornati operativi i segnali D3 ed F, anche se presso di essi la copertura detritica permane decisamente rilevante; ii) il segnale C3 è ormai inutilizzabile come anticipato nella relazione del 2023; iii) la misura dal segnale B4 è da considerarsi dubbia in quanto la fronte, che ha abbandonato una massa di ghiaccio morto, si è attestata su di un ripiano roccioso molto distante dal caposaldo e di difficile accesso; la misura rilevata è prossima al limite operativo del distanziometro laser utilizzato e al momento non è stato possibile

impiegare un metodo alternativo di misura. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Il margine frontale è stato tracciato (parzialmente) con ricevitore GNSS e riportato in carta in scala 1:2.500. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP64st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometro Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Il 6 settembre è stata fotografata poco sotto la Petite Sassièr (3672.5 m s.l.m.) una frana di crollo, ben riconoscibile per il contrasto cromatico con la spruzzata di neve fresca che ricopre i versanti, deposta dall'evento meteorologico del 4-5 settembre (fonte: Simona Alberti).

Quota min. fronte: 2645 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
D.3(PF-2021-44m) (cf)	180°	130.5	44 (2021)	-86.5
E.3(PF-2020-17.5m) (cf)	180°	65	60	-5
F(PF-2021-36m) (cf)	180°	116.5	41 (2022)	-75.5
G(PF-2022-27.5m) (sf)	180°	47	41	-6

Gruppo Rutor - Valaisan

176 Ghiacciaio di Suzzei

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Innevamento recente risalente alla perturbazione del 13-14 settembre: l'apporto di neve fresca è risultato più abbondante sulle zone di confine con la Francia rispetto alla zona interna della Valgrisenche. Innevamento residuo assente. Il circo occupato un tempo dal ghiacciaio si presenta pieno di detriti: il controllo fotografico non evidenzia modificazioni significative rispetto al 2023. Sempre presente la massa ghiacciata sovrastante il suddetto contrafforte, già segnalata negli anni precedenti, ma con superficie ridotta.

Quota min. fronte: NM

177 Ghiacciaio di Ormelune

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Al momento del sopralluogo era presente innnevamento recente, risalente alla perturbazione del 13-14 settembre. L'innnevamento residuo è costituito da placche situate sotto la vetta Ormelune Est e nel valloncetto sottostante che suddivide le due parti (est ed ovest) del ghiacciaio. La massa glaciale orientale è caratterizzata da una fronte convessa e molto sottile. Permangono crepacci radiali e longitudinali

sulla superficie. La fronte è in fase di ritiro e riduzione di spessore. La roccia affiorante poco a monte della fronte lobata è ulteriormente aumentata di superficie. La porzione occidentale del ghiacciaio si presenta ormai suddivisa in tre parti, naturale evoluzione del ritiro connesso all'emersione di un'isola rocciosa segnalata negli anni precedenti. Tutti i torrenti segnalati negli anni precedenti risultano alimentati.

Quota min. fronte: NM

Gruppo Rutor

189 Ghiacciaio del Rutor

Operatore: Roberto Garino (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Nel 2024 l'arretramento della fronte glaciale è tornato su un valore assai simile a quello rilevato nel 2022, con un lieve incremento rispetto a quello registrato nel 2023. Anche il 2024 può essere definito come un anno di sostanziale invarianza nelle condizioni morfologiche della fronte e delle zone limitrofe rispetto a quanto rilevato nel corso delle ultime campagne. La situazione dei laghi proglaciali è sostanzialmente identica a quella degli anni precedenti, alle cui relazioni si rimanda per una descrizione accurata, così come quella dell'area paludosa compresa tra il segnale 3 (df) e il 2 (cf). Il torrente con andamento parallelo alla fronte in direzione del segnale 2 (cf) mostra una portata d'acqua persino superiore a quella, già considerevole, registrata negli ultimi anni, a dimostrazione che l'attività di fusione della massa glaciale continua senza mostrare rallentamenti di sorta. Permane il diffuso ruscellamento in corrispondenza della fronte e, di conseguenza, la presenza della distesa di sabbia limosa alternata a ruscelli e pozze d'acqua registrata negli anni scorsi. Come già descritto nelle scorse campagne di rilevamento, questo fenomeno ha completamente modificato il paesaggio nell'area prospiciente la fronte rispetto a quanto si poteva osservare anche solo nel primo decennio di questo secolo. Tali modifiche sono già avvertibili dai dintorni del Rifugio Deffeyes, osservando la grande area pianeggiante antistante il segnale 1 (sf). La morena mediana osservata negli anni scorsi al di sopra della bastionata rocciosa in corrispondenza del segnale 2 (cf), è sempre più imponente ed è ormai divenuta un tratto distintivo del paesaggio circostante. Ampie crepaccature solcano tutta la fronte e la superficie del ghiacciaio. Innevamento residuo assente sul settore frontale, si nota soltanto una leggera imbiancatura dovuta alle deboli precipitazioni nevose dei giorni precedenti il rilievo. Le misurazioni sono state effettuate con l'ausilio di cordella metrica e GPS.

Integrazione a cura di Umberto Morra di Cella, Federico Grosso e Paolo Pogliotti (ARPA VDA) e Diego Franco (POLITO). Il bilancio di massa del ghiacciaio per l'anno glaciologico 2023-2024 risulta ancora negativo, ma meno severo rispetto agli anni precedenti. La stagione invernale 2023-2024 è stata mediamente più ricca di precipitazioni rispetto alle precedenti, con eventi concentrati soprattutto nel periodo del tardo inverno e inizio primavera. Dopo un avvio dell'anno 2024 con temperature superiori alle medie storiche, i mesi di aprile e maggio sono stati caratterizzati da valori di temperatura nella media, o addirittura di un grado più bassi (maggio), favorendo la conservazione di gran parte del manto nevoso fine alla fine di maggio. La misurazione degli accumuli è stata effettuata combinando le tradizionali misure manuali, basate sull'impiego di sonda da valanga centimetrata, con misurazioni geofisiche tramite *Ground Penetrating Radar* (GPR). Queste ultime sono state condotte in collaborazione con il Dipartimento DIATI del Politecnico di Torino, rilevando transetti continui da cui sono stati estratti i valori di altezza del manto nevoso affetti in minima misura

dagli errori legati alla presenza di strati di ghiaccio e alla complessa morfologia della superficie del ghiacciaio. Sulla base di 116 misure manuali e 226 misure estratte dal dataset GPR, l'accumulo medio è calcolato pari a 472 cm (con minimi di 210 cm alla fronte destra e massimi superiori ai 600 cm nell'ampio plateau sommitale). La densità media del manto, determinata sulla base di 4 misure effettuate sul ghiacciaio, è pari a 455 kg/m³ (massima e minima rispettivamente pari a 518 e 422 kg/m³). L'accumulo specifico è pertanto pari a 2092 mm di equivalente d'acqua, valore che colloca l'inverno 2023-2024 al secondo posto per abbondanza di massa, nel periodo di monitoraggio di 20 anni, di poco inferiore al valore massimo registrato nella serie del 2013.

Per la stima dell'ablazione glaciale, si è proceduto, come negli ultimi anni, con il metodo geodetico basato sulla differenza di modelli digitali del terreno (DEM – *Digital Elevation Model*). Per il Rutor sono stati utilizzati i DEM derivati dai rilievi aerofotogrammetrici acquisiti mediante voli aerei effettuati sull'area nelle date 8 settembre 2023 e 9 settembre 2024. Calcolando la differenza tra le



189 - Ghiacciaio del Rutor (foto P. Valisa dal sentiero AV2, 2024.08.20). Ad agosto inoltrato, i settori centrale e superiore del ghiacciaio presentano ancora un buon innevamento residuo; tuttavia, la panoramica del ramo destro e della relativa area proglaciale evidenziano il massiccio ritiro frontale subito dal ghiacciaio negli ultimi decenni. *In late August, the central and upper parts of the glacier still have good residual snow cover; however, the overview of the right branch and the relative proglacial area highlights the massive frontal retreat undergone by the glacier in recent decades.*

condizioni della superficie nelle due date analizzate (Difference of DEM), è stato possibile determinare le variazioni avvenute in ogni punto del ghiacciaio, suddiviso in celle quadrate con lato di 50 cm, durante il periodo considerato. Nella parte frontale del ghiacciaio sono stati registrati valori di abbassamento medio della superficie del ghiaccio pari a -3.8 m sulla fronte destra (2560 m s.l.m.) e -2.2 m sulla fronte sinistra (2660 m s.l.m.), mentre sul plateau centrale (2750 m s.l.m.) il valore medio di abbassamento si attesta a -2.8 m. Sulla fronte del ghiacciaio sono stati calcolati arretramenti medi di circa 25 m sulla lingua in destra orografica, di 16 m sulla lingua centrale e di 15 m sulla lingua in sinistra. Nella parte altimetricamente superiore del ghiacciaio per l'anno 2024 si è conservato un accumulo di neve sensibilmente maggiore rispetto all'anno passato, frutto delle copiose nevicate invernali e tardo primaverili che si sono in parte conservate. Sulla base delle immagini Sentinel-2 del programma EU Copernicus, è stato possibile definire l'areale coperto dalla neve residua e tramite misure di spessore e densità del manto conservato è stato possibile quantificare l'equivalente in acqua e considerarlo nel calcolo del bilancio. La neve residua risulta presente su una estensione di 4.84 km²; è stato computato uno spessore medio del manto residuo di 0.70 m pari ad un valore medio di 218 mm *w.e.* collegato ad un valore medio di densità del manto residuo, valutato a terra, di 520 kg/m³. Il risultato finale, che tiene conto del ghiaccio perso nella parte bassa del ghiacciaio e della fusione di buona parte del manto nevoso dell'inverno 2023-2024 (scorporato del residuo ancora presente nella parte alta) porta ad un bilancio di massa del ghiacciaio di -506 mm *w.e.* I dati di temperatura alla fronte del ghiacciaio della stagione di fusione del 2024 evidenziano una stagione caratterizzata da valori mediamente più bassi rispetto ai due anni precedenti. In particolare, si segnala come nei mesi di agosto e settembre le temperature siano state più basse rispetto al 2023, limitando i processi di fusione del ghiaccio e del manto nevoso residuo.

Quota min. fronte: 2590 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
3 (df)	170°	269	262	-7

200 Ghiacciaio Meridionale di Arguerey

Operatori: Andrea Zorzan (UNITO) e Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI) - Controllo del 2024.09.10

Il giorno del controllo, il ghiacciaio si presentava quasi del tutto privo di neve residua, quest'ultima presente solo in piccole aree localizzate alla base del versante di testata. La copertura detritica, che dall'Aiguilles de l'Hermite si

estende fino al margine frontale del ghiacciaio e oltre, in larga parte frutto dei processi di gelificazione che avvengono nelle pareti rocciose sovrastanti, è come per gli anni scorsi molto abbondante e ricopre ormai circa il 75-80% della superficie del ghiacciaio. Si è rilevata la presenza di poca acqua di fusione, sia superficiale sia nelle cavità presenti tra i grossi blocchi di roccia, il detrito grossolano e il ghiaccio, molto probabilmente a causa delle basse temperature dell'aria dei giorni precedenti il sopralluogo. Come osservato nei rilievi precedenti, la fronte glaciale presenta andamento trasversale irregolare, spessore modesto e tende a scomparire sotto il detrito. L'ammasso caotico di grossi blocchi e la presenza per alcuni tratti di detrito fine e grossolano lungo il margine frontale rendono difficoltosa l'individuazione della fronte: pertanto, anche quest'anno, si è fatto riferimento alla fronte glaciale scoperta, alla quale è riferito anche il dato di quota minima. Pochi metri a valle di quest'ultima, nelle cavità che sono presenti fra i blocchi di roccia, è possibile intravedere del ghiaccio, in alcune zone anche di spessore superiore al metro, per il quale non è tuttavia possibile verificare la continuità con la massa glaciale principale. Alcune riprese aeree effettuate con un drone hanno confermato questa situazione (<https://www.youtube.com/watch?v=FhZfWuRviLI>). Tutte le quote e le coordinate sono state acquisite mediante ricevitore GPS (accuratezza ±3 m), le distanze sono state misurate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2745 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NC15 (sf)	155°	82	43	-39

201 Ghiacciaio Settentrionale di Arguerey

Operatori: Andrea Zorzan (UNITO) e Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI) - Controllo del 2024.09.10

Il ghiacciaio non presenta significative variazioni areali e volumetriche rispetto al rilievo dello scorso anno. Nella parte superiore del ghiacciaio si intravede una generalizzata copertura nevosa non recente, con una linea di equilibrio che, in alcuni tratti, risulta ben evidente e che può essere stimata a 2850 m s.l.m. Un'abbondante copertura detritica è concentrata nel settore sinistro del ghiacciaio, in particolare alla base del versante roccioso. Questa copertura detritica, frutto dei processi di disgregazione del versante, è composta da frammenti rocciosi di dimensioni variabili da centimetriche a decimetriche. Da segnalare anche la presenza di alcuni grossi blocchi di dimensioni metriche già visibili durante i rilievi del 2022 e del 2023: come lo scorso anno, si ipotizza che, vista la mancanza di evidenze di recenti crolli di roccia, sia sulla superficie del

ghiacciaio e sia sul versante, questi blocchi appartengano a vecchi accumuli di frana, riemersi a causa della fusione glaciale. Sulla superficie del ghiacciaio vi è meno acqua di fusione rispetto al 2023, ben evidente tuttavia nella parte medio-bassa sotto forma di piccoli ruscelli epiglaciali, che incidono la superficie del ghiacciaio per una profondità variabile da 10 cm a 20 cm. La fronte presenta andamento trasversale e spessore del ghiaccio irregolari; per alcuni tratti essa risulta coperta da detrito grossolano immerso in una matrice fine: al momento dell'osservazione questa matrice fine risulta per alcuni tratti intrisa di acqua di fusione. Per le variazioni frontali è stato utilizzato il punto segnale NBV22 e, come per il rilievo dello scorso anno, utilizzando le stesse due direzioni, 190° e 165°, ambedue orientate verso il centro del ghiacciaio. L'andamento irregolare della fronte scoperta di questo ghiacciaio, unito alla morfologia dell'area ed alla tipologia di copertura detritica presente, suggeriscono per le prossime campagne glaciologiche di aggiungere almeno un altro punto segnale, posizionandolo nella parte destra idrografica frontale del ghiacciaio. Tutte le quote e le coordinate sono state acquisite mediante ricevitore GPS (accuratezza ± 3 m), le distanze sono state misurate mediante rotella metrica. Durante il sopralluogo, sono state scattate delle fotografie con drone, al fine di realizzare un modello tridimensionale del ghiacciaio mediante analisi fotogrammetrica.

Quota min. fronte: 2720 m (GPS)*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NBV22 (sf)	190°	37	30	-7
NBV22 (sf)	165°	42	41	-1

* Il dato fa riferimento al punto più basso raggiunto dal margine glaciale libero da detrito, che nel 2024 si posizionava nel punto di coordinate UTM32N - WGS84: 331666.745 E, 5063576.948 N.

Gruppo Monte Bianco

208 *Ghiacciaio d'Estellétte*

Operatori: Philip Deline e Sergio Peiretti -
Controllo del 2024.09.16

La fronte è risultata stazionaria rispetto a settembre 2023. La scarpata frontale in ghiaccio vivo è meno ripida e la rientranza, formatasi nel 2023 per effetto dei ripetuti crolli di ghiaccio, è scomparsa. Anche i margini sinistro e destro del ghiacciaio sono rimasti stabili rispetto al 2023. La copertura detritica sopragliaciale associata alla morena mediana ha continuato a svilupparsi, ma il cono che chiude la morena a valle è meno ripido. Le fasce detritiche che ricoprono gran parte del restante settore distale del ghiac-

ciaio sono discontinue e meno potenti rispetto al 2023, probabilmente perchè parte del detrito è stata scaricata ai piedi della fronte e forma ora una fascia continua che ricopre il substrato roccioso. Infine, i detriti sopragliaciali che ricoprono interamente il margine sinistro del settore distale non lasciano più intravedere il ghiaccio sottostante, come avveniva ancora nel 2023. La neve residua sul ghiacciaio è apparsa più abbondante rispetto a settembre 2023, probabilmente a causa delle neviccate più abbondanti e tardive del 2024, come testimoniano la crepaccia terminale interamente mascherata dal manto nevoso, e i nevai lungo il margine proglaciale, completamente assenti nel 2023.

Quota min. fronte: NM

209 *Ghiacciaio di Lex Blanche*

Operatori: Alberto Fusinaz e André Fusinaz (CGI) -
Controllo del 2024.09.14

Non si riscontrano significative variazioni della fronte rispetto allo scorso anno. Non è più visibile il detrito della frana del 2008 che ricopriva la confluenza tra la colata del Petit Mont Blanc e L'Aiguilles des Glaciers.

Quota min. fronte: NM

213 *Ghiacciaio del Miage*

Operatore: Walter Alberto (ARPA Piemonte, CGI) -
Controllo del 2024.11.09

Il ghiacciaio è stato visitato più volte nel corso dell'estate 2024 grazie all'assidua presenza in valle di Aristide Franchino e Philip Deline, il cui contributo è sempre fondamentale per il riconoscimento e l'interpretazione delle dinamiche in atto. Con l'inverno 2023-2024 è finalmente terminato il lungo periodo di siccità che ha caratterizzato le Alpi nel biennio 2022-2023. Gli abbondanti apporti nevosi invernali e primaverili hanno determinato la formazione di diffusi accumuli di valanga che hanno in parte ricostituito gli storici cono di valanga del lato destro della valle del Miage, ben visibili a giugno e, benché ridotti dall'intensa ablazione estiva, ancora riconosciuti durante la visita di novembre. In particolare, la confluenza del ramo destro che si sviluppa a valle della Tête Carrée, e che confluisce nel Miage a quota 2500 m circa, risulta rigonfia per gli apporti valanghivi del 2024, ben riconoscibili per il colore rosso sporco dovuto all'accumulo di polveri sahariane. Sul lato sinistro, invece, la fronte del ramo glaciale denominato "Glacier du Mont-Blanc" nella CTR della RAVA risulta ormai completamente separata dalla lingua del Miage ed attestata sopra il salto roccioso che fa da spalla al Miage; a valle sopravvive un cono di

ghiaccio rigenerato coperto di detrito. La confluenza del ramo sinistro denominato “Glacier du Dôme” nella CTR della RAVA è ridotta ad una stretta lingua, tutt’ora attiva, che si unisce al Miage a quota 2500 m circa: in occasione della visita di novembre era presente un accumulo di crollo di ghiaccio proprio nella zona di immissione nel Miage. Lungo la lingua del Ghiacciaio del Miage, nel tratto in cui essa è confinata tra i versanti, all’incirca lungo la mezzeria, si osserva una lunga serie di scarpate di ghiaccio, ciascuna a forma di mezzaluna, rivolte verso il lato sinistro, che sembrano separare il lato destro della lingua rispetto al sinistro, più depresso; la serie di scarpate termina a monte della confluenza del “Glacier du Dôme”. Verso lo sbocco nella Val Veny sopravvive il lago epiglaciale di forma circolare presente al centro della lingua. Il Lago del Miage si è riempito nel corso della primavera, ad opera probabilmente della fusione della neve e delle abbondanti piogge, rimanendo comunque separato in due corpi distinti; durante l’estate si è svuotato, risultando completamente vuoto nel corso della visita di novembre. La parte di ghiacciaio che occupa la Val Veny si presenta sempre più articolata da grandi falesie di ghiaccio (*ice-cliff*) che separano settori più elevati da zone ribassate. Le morene presentano ulteriori segni di collasso, sia in destra, a monte e a valle del Lago del Miage, come già descritto nel 2023, sia in sinistra, all’interno della curva di confluenza. Le fronti si presentano sempre completamente ricoperte di detrito, per cui non è agevole determinarne la posizione precisa; prosegue l’arretramento della grande falesia presente alla bocca del lobo di sinistra, misurato in circa 46 m dall’agosto del 2022 e in circa 19 m dal settembre 2023. L’*ice-cliff* alla divisione del lobo sinistro prosegue con un arretramento a “forbice”, massimo sul lato nord (40 m dal 2022).

Nel corso della visita di novembre è stato organizzato un nuovo rilievo fotogrammetrico da elicottero della lingua del ghiacciaio, da circa metà valle del Miage fin oltre i lobi. Il rilievo è stato possibile grazie al finanziamento dei costi di elicottero da parte del Prof. Marco Giardino (UNITO), al supporto logistico di Luigi Perotti e Francesco Parizia e al contributo volontario di numerosi appassionati che hanno aiutato nell’esecuzione delle misure a terra, e a cui va il mio personale ringraziamento (Philip Deline, Mauro Palomba, Federico Venere, Emanuele Duò, Paolo Zamparutti, Luca Lanteri, Andrea Filipello, Enrico Chiesa, Alessandro Farbo). Il rilievo ha permesso la restituzione di un’ortofoto e di un DEM di dettaglio, georiferito mediante appoggio a terra. Sono state quantificate le variazioni volumetrica e altimetrica tra il modello rilevato nel novembre 2024 rispetto al modello del 2022 e al modello RAVA 2008: il volume è stato calcolato per l’area di sovrapposizione dei modelli, pari a 2.75 km², sulla base di una griglia quadrata a cella 2x2 m; l’altezza è media, ottenuta dividendo il volume totale per l’area di

sovrapposizione dei modelli, rifilata sul bordo 2022 del ghiacciaio; la variazione annuale è una media tra la variazione totale e gli anni intercorsi. L’abbassamento medio della superficie tra agosto 2022 e novembre 2024 è stato pari a 5.4 m di ghiaccio, per un volume totale perso di 14 954 114 m³, pari a circa 4860 mm *w.e.*, con una perdita annuale di 2.7 m (2500 mm *w.e.*), in accelerazione rispetto alla media 2008-2022 (1.9 m di ghiaccio pari a 1.700 mm *w.e.*, per un volume totale perso di 82 860 410 m³). Nel confronto dei modelli, in particolare 2022-2024, risultano particolarmente evidenti le aree di arretramento delle falesie di ghiaccio, a conferma che si tratta della condizione di maggiore perdita di volume di ghiaccio. Si nota inoltre l’abbassamento differenziale della parte alta, interna alla valle, con variazioni molto maggiori rispetto ai lobi, sia sul lungo termine che nel breve termine; a tale fatto potrebbe concorrere un deficit di alimentazione lato Monte Bianco: la depressione che ne consegue risulta bordata da *ice-cliff* che ne accentuano ulteriormente la perdita volumetrica.

Quota min. fronte: 1790 m (Lobo N)

219 *Ghiacciaio della Brenva*

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.11

Sulla base del confronto con le riprese fotografiche del 2021 e del 2023, l’arretramento della fronte attiva del ghiacciaio risulta di modesta entità. La lingua di ghiaccio fossile nel fondovalle è invece in fase di intensa fusione; permane il piccolo lago già osservato nel 2021. Rispetto alle immagini del 2004, quando ancora persisteva un ridottissimo collegamento tra la fronte e il ghiaccio rigenerato a valle, è evidente come ormai la fronte attiva si trovi completamente a monte della Pierre à Moulin. Osservazioni realizzate nell’ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura “Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali”: il progetto, avviato nel 2004, compie 20 anni di attività.

Quota min. fronte: NM

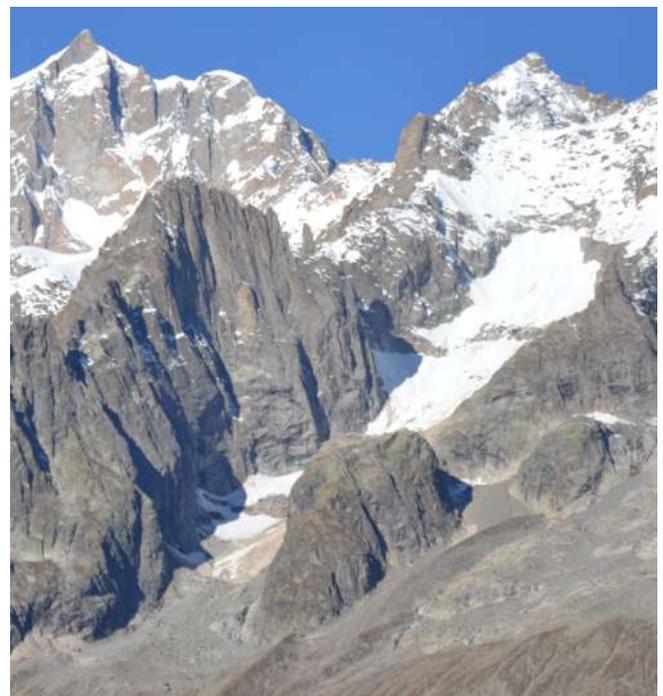
220 *Ghiacciaio di Entrèves*

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.11

Le placche di glacionevato che occupano l’area del ghiacciaio non mostrano variazioni di rilievo. Il ghiacciaio era invece ancora ben presente e sviluppato nel 2004. Osservazioni realizzate nell’ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura “Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali”.

Quota min. fronte: NM

219 - Ghiacciaio della Brenva (foto A. Franchino da Notre-Dame de la Guérison, 2024.07.02). La fronte attiva del ghiacciaio da ormai alcuni anni si è posizionata a monte della Pierre à Moulin: il confronto con una ripresa analoga del 2016 (vedi Baroni *et al.*, 2017) mette in risalto la rapidissima fusione della lingua fossile, non più alimentata. *The active front of the glacier has been positioned above the Pierre à Moulin for some years now: the comparison with a similar photo taken in 2016 (see Baroni et al., 2017) highlights the very rapid melting of the tongue, which is now a mass of dead ice.*



220 - Ghiacciaio di Entrèves (foto F. Diotri-FMS, 2004.08.23 ed E. Motta, 2024.11.11). Il ghiacciaio, ancora ben sviluppato nel 2004 (sin.), è oggi un glacionevato composto da un insieme di placche in via di separazione (destra). *The glacier, still well developed in 2004 (left), is today a glacieret composed of a few fragmented ice patches (right).*

221 Ghiacciaio di Toula (o di Toules, o di Toule)

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.11

Si nota l'arretramento di tutti i settori frontali del ghiacciaio. Il confronto con il 2004 mostra una profonda modificazione della morfologia dell'apparato glaciale, la cui lingua occidentale si estendeva fino ad una quota indicativa di 2600 m. Oggi l'intero ghiacciaio si trova ad una quota superiore a 2850-2900 m. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Integrazione a cura di Alberto Fusinaz e André Fusinaz. Il sito è stato visitato in data 7 settembre 2024: a valle della fronte attiva, in sinistra laterale, al di sotto della copertura detritica, affiora ghiaccio morto.

Quota min. fronte: NM



221 - Ghiacciaio di Toula (foto F. Diotri-FMS, 2004.08.23 ed E. Motta, 2024.11.11). Tra il 2004 (alto) e il 2024 (basso) il margine frontale si è modificato sensibilmente, in particolare in sinistra idrografica, risalendo in quota di quasi 300 m. *Between 2004 (top) and 2024 (bottom) the outline of the glacier front changed radically, particularly on the hydrographic left, increasing in altitude by approximately 300 m.*

222-223 Ghiacciai di Mon Fréty e del Colle del Gigante

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.11

Rispetto ai controlli del 2021 e del 2023, si osservano variazioni di lieve entità a carico del seracco del Colle del Gigante. Non si osservano, nelle fotografie del 2024 come in quelle dei controlli più recenti, indizi della presenza di ghiaccio nella zona del Ghiacciaio del Mont Fréty. Il confronto con la ripresa del 2004 mostra il seracco molto contratto in volume, anche per quanto riguarda la larghezza, e, soprattutto, la sostanziale scomparsa del Ghiacciaio di Mont Fréty. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Quota min. fronte: NM

224 Ghiacciaio di Rochefort

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.11

Non si osservano variazioni rilevanti rispetto ai controlli del 2021 e 2023. Il settore centrale della fronte, coperto da detrito, rimane alla stessa quota. Il settore in sinistra idrografica si mostra leggermente arretrato e presenta tracce di *dry calving*. Nel confronto con la fotografia del 2005 si nota un ghiacciaio notevolmente ridotto in volume e arretrato, tendente alla frammentazione in tre porzioni distinte: una a valle del Col de Rochefort, una a valle del Dente del Gigante e il plateau centrale sempre più coperto di detrito. Oggi l'intero ghiacciaio si trova ad una quota superiore a 2850-2900 m. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

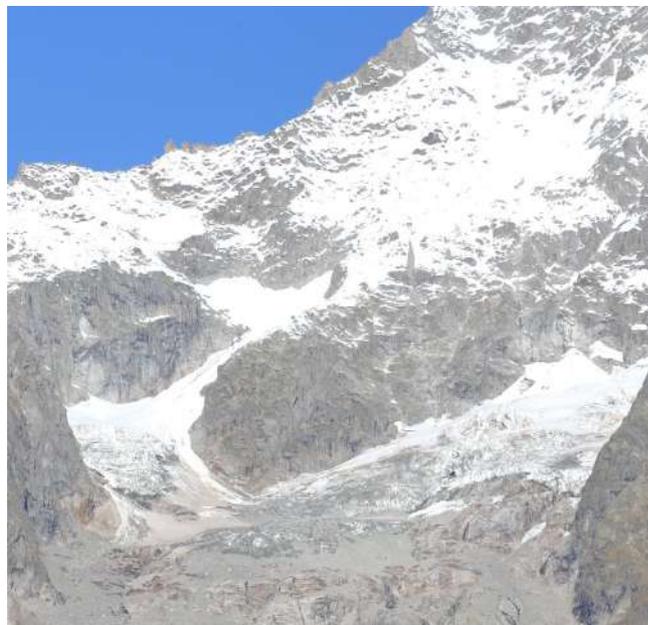
Quota min. fronte: NM

225 Ghiacciaio di Planpincieux

Operatori: Niccolò Dematteis e Daniele Giordan (CNR-IRPI), Fabrizio Troilo (FMS)

Continua il monitoraggio del ghiacciaio in collaborazione tra Fondazione Montagna Sicura e CNR-IRPI attraverso fotocamere e radar terrestri. A luglio sono state installate antenne GNSS e geofoni permanenti sul plateau posto a 2900-3000 m s.l.m., e contestualmente sono state effettuate perforazioni per l'installazione di termistori, piezometri, e inclinometri a fibra ottica. Il 16 luglio si è verificata una rotta glaciale dal glacionevato alla base del lobo Montitaz, che ha causato un debris flow che ha interessato un guado fluviale sulla strada podereale verso l'abitato di Rochefort. La posizione della fronte risulta invariata.

Quota min. fronte: NM



224 - Ghiacciaio di Rochefort (foto F. Diotri-FMS, 2005 ed E. Motta, 2024.11.11). Il confronto tra le immagini del 2005 (sin.) e 2024 (destra) evidenzia una notevole riduzione volumetrica e un marcato ritiro della fronte, sempre più coperta di detrito. *The comparison between the photos shot in 2005 (left) and 2024 (right) highlights a notable volumetric reduction and a marked retreat of the glacier front, increasingly masked by debris.*

226 Ghiacciaio delle Grandes Jorasses

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.11

Per quanto sempre più assottigliato, non si notano variazioni di rilievo nella fronte del ghiacciaio rispetto ai precedenti rilievi del 2021 e del 2023. L'arretramento maggiore sembrerebbe avvenuto a carico del settore frontale più a ridosso della cresta rocciosa che lo divide dal Ghiacciaio di Planpincieux: si mostra oggi come una parete di ghiaccio tutta alla stessa quota, mentre nei controlli precedenti si poteva osservare una sottile digitazione che si inoltrava nell'impluvio al piede della suddetta cresta. La stessa digitazione è invece molto evidente nelle immagini del 2005. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Quota min. fronte: NM

227 Ghiacciaio di Prà Sec

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.11

Il crepaccio terminale del ghiacciaio appare molto marcato, come già osservato in occasione dei precedenti sopralluoghi. Il ghiacciaio stesso è molto frastagliato e ricco di seracchi e alla fronte si osservano gli indizi di distacchi di ghiaccio: i depositi delle conseguenti valanghe di ghiaccio sono ben distinguibili nel canale a valle. Questa particolare morfologia era già riconoscibile nel 2004, anche se il crepaccio terminale appariva meno marcato. Questo dettaglio si nota soprattutto nella fotografia da caposaldo del 2023, in cui si può osservare del substrato emergere nella zona

del crepaccio terminale. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Quota min. fronte: NM

228 Ghiacciaio di Tronchey

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.11

Il ghiacciaio appare lievemente arretrato rispetto al controllo precedente. Seppure mantenga ancora la sua particolare forma, ancora diramata "a cavallo" della piccola cresta rocciosa, il confronto con la fotografia del 2004 mostra un significativo arretramento, soprattutto rispetto al punto di riferimento della nicchia di frana presente in sinistra idrografica. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Quota min. fronte: NM

229 Ghiacciaio di Frèbouzie (o di Frébouge, o di Frebouze)

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.10

Si osserva l'arretramento di tutti i settori frontali del ghiacciaio. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Quota min. fronte: NM

231 Ghiacciaio Occidentale di Gruetta

Operatrice: Elena Motta (CGI) - Controllo del 2024.11.10

Il ghiacciaio oggi porta la sua fronte a una quota indicativa di 3000 m. Si osserva, rispetto alla fotografia del 2004, quando la fronte raggiungeva all'incirca la quota di 2700 m, un marcato arretramento. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Quota min. fronte: NM

232 Ghiacciaio Orientale di Gruetta

Operatore: Gianluigi Gadin (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

L'innevamento residuo, che risulta consistente rispetto agli ultimi anni, non permette di stabilire l'ampliamento superficiale dell'affioramento roccioso segnalato negli anni passati nel settore centrale del ghiacciaio e di valutare se la porzione inferiore sia ancora collegata al corpo centrale. Uno strato di detrito è sempre presente sulla fronte glaciale, che presenta un arretramento contenuto ma una diminuzione volumetrica consistente, nonostante l'alimentazione con blocchi di ghiaccio che si staccano dal corpo centrale.



Quota min. fronte: 2660 m (A)

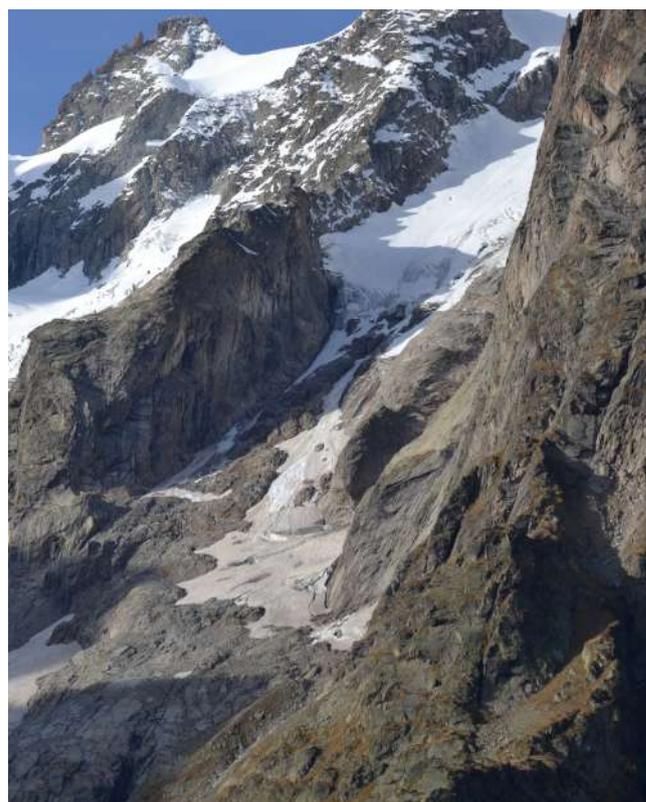
Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
P2 2011	285°	85	83	-2

234 Ghiacciaio del Triolet

Operatrice: Elena Motta (CGI) -
Controllo del 2024.11.10

Si rileva un arretramento frontale di tutti i settori del ghiacciaio rispetto ai precedenti controlli del 2021 e del 2023. Rispetto al 2005, si nota la divisione del ghiacciaio in quattro apparati distinti e un notevole arretramento frontale: si può stimare che la fronte sia arretrata da una quota di circa 2450 m nel 2005, fino alla quota indicativa di 2900 m nel 2024. L'arretramento è stato tanto importante da comportare uno spostamento del caposaldo fotografico nel 2011. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Quota min. fronte: NM



231 - Ghiacciaio Occidentale di Gruetta (foto F. Diotri-FMS, 2004.08.23 ed E. Motta, 2024.11.10). Tra il 2004 (sin.) e il 2024 (destra), il ghiacciaio ha subito un vistoso arretramento della fronte, che ora si attesta a quota 3000 m circa. *Between 2004 (left) and 2024 (right), the glacier underwent a significant retreat of its front, which is now located at about 3000 m a.s.l.*

235 Ghiacciaio di Prè de Bar

Operatrice: Elena Motta (CGI) -
Controllo del 2024.11.06

Il ghiacciaio, dopo una rapida contrazione seguita al distacco dalla fronte valliva nel 2012, subisce variazioni più marcate ai margini, con restringimento in larghezza della fronte, piuttosto che un vero e proprio arretramento. Il confronto con la ripresa fotografica del 2004 mostra un ghiacciaio profondamente trasformato. Osservazioni realizzate nell'ambito del Progetto di Fondazione Montagna Sicura "Ghiacciai della Val Ferret sorvegliati speciali".

Quota min. fronte: NM

ALPI PENNINE

Gruppi Morion - Mont Gelé - Grandes Murailles - Petites Murailles - Dent d'Hérens - Cervino - Breithorn

244 Ghiacciaio del Mont Gelé

Operatori: Marco Frasca, Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) - Controllo del 2024.09.01

L'ultima osservazione del ghiacciaio risale al 21 agosto 2015 (Baroni *et al.*, 2016), quando si è osservato che "il ghiacciaio appare stazionario rispetto al 2011". Il confronto tra la ripresa fotografica inedita del 2011 (L. Villa Vercella) e quella del 2024 evidenzia una netta riduzione della superficie glaciale con un evidente arretramento della fronte, in particolare nel settore più occidentale. Si osserva inoltre una generale, sensibile perdita di volume. Da un confronto tra le immagini satellitari Sentinel 2 disponibili relative al 2017 e 2024, si osserva chiaramente un netto arretramento della fronte, stimabile in circa 100 m. Alla data del sopralluogo, la superficie del ghiacciaio presenta ancora una copertura nevosa residua. A valle della fronte in sinistra idrografica (UTM32N - WGS84: 373543.524 E, 5083487.977 N), alla quota di circa 3030 m, resiste un lembo del Ghiacciaio Orientale del Mont Gelé (o di Aroletta) parzialmente ricoperto da detrito. Nel corso del sopralluogo sono state marcate con vernice rossa due vecchie stazioni fotografiche su rocce montonate prive di indicazione, ridenominate "MF1" (UTM32N - WGS84: 372732.214 E, 5082825.356 N, dir. 30°, quota 2860 m) ed "MF2" (UTM32N - WGS84: 373155.624 E, 5083495.915 N, dir. 16°, quota 2980 m). Tali stazioni non risultano attualmente più utili, in quanto la fronte del ghiacciaio, che presenta un marcato arretramento al di sopra della soglia rocciosa caratterizzata da una forte acclività, non è più ben visibile nella sua interezza. Al fine di ovviare a tale

problematica è stata istituita una nuova stazione fotografica denominata "MF3" (UTM32N - WGS84: 373348.943 E, 5083461.081 N, quota 2980 m) marcata con vernice rossa su un masso erratico. Tuttavia, nonostante la sua distanza dalla fronte, attualmente la posizione migliore per le riprese fotografiche è la stazione istituita nel 1970 presso il Bivacco Regondi (UTM32N - WGS84: 372392.390 E, 5082029.599 N, quota 2680 m).

Quota min. fronte: 3240 m (C)

246 Ghiacciaio Orientale del Mont Gelé

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -
Controllo del 2024.08.06

Il ghiacciaio è attualmente attestato sotto la vetta della Becca di Faudery e al momento del sopralluogo presentava una buona copertura nevosa residua, ad eccezione del settore più verticale. Si estende tra una quota di 3060 e 3175 m (stimate su base cartografica regionale). Dal confronto con la precedente osservazione del 2011, si nota che il ghiacciaio non è più in continuità con la conca sottostante denominata Plan Plat, posta ad una quota di 3000 m circa: ora sono presenti solo residui di glacionevati. È stata istituita una nuova stazione fotografica MT24 con coordinate UTM32N - WGS84: 374063.865 E, 5083631.741 N; quota 3060 m, direzione di ripresa 220°, più adatta per osservare l'attuale zona glacializzata.

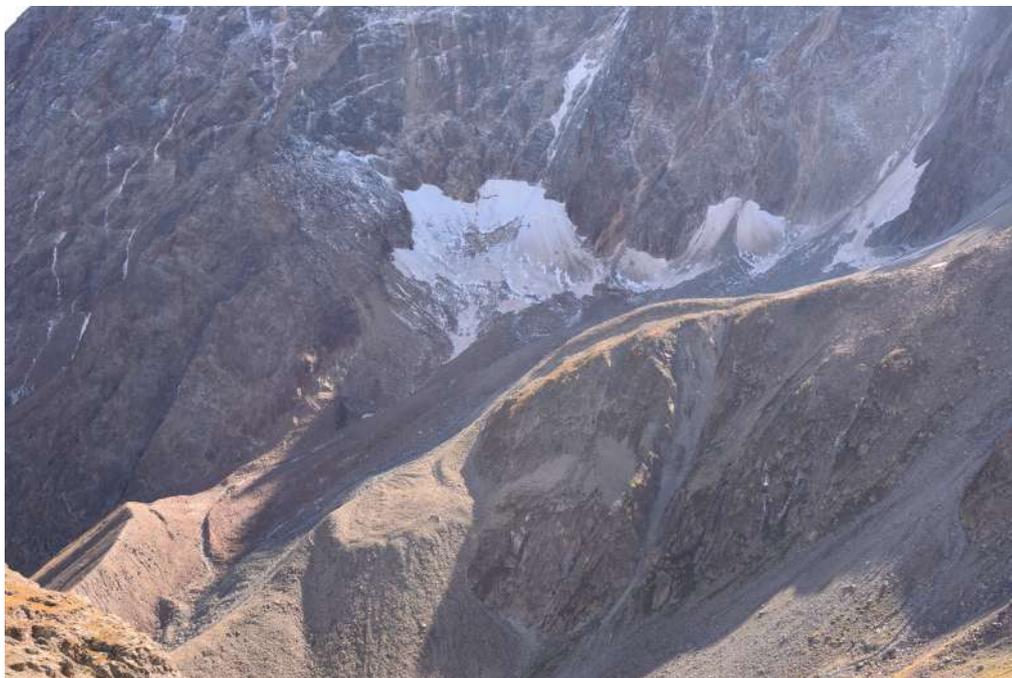
Quota min. fronte: 3060 m (C)

254 Ghiacciaio Meridionale d'Oren

Operatori: Laura Villa Vercella e Marco Tesoro (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Il ghiacciaio è completamente ricoperto da detrito, quindi non è possibile individuare la quota esatta della fronte. Dal confronto con le fotografie scattate nel 2010 si notano delle variazioni di forma e volume all'interno della conca ricoperta da detrito, quindi si può dedurre che il ghiaccio è ancora presente al di sotto del detrito, anche se in minore quantità rispetto al decennio precedente. Il ghiacciaio è alimentato anche dalle valanghe provenienti dalla Becca du Lacs e dalle cime vicine. È presente un'ampia placca di neve residua lungo la parete est della Becca du Lacs, a valle della quale si è generato un torrente di fusione che scorre sopra la copertura detritica in direzione del "Lago d'Oren", sbarrato dalla morena frontale della Piccola Età Glaciale.

Quota min. fronte: NM



254 - Ghiacciaio Meridionale d'Oren (foto L. Villa Vercella dal Rifugio Nacamuli, 2024.09.15). Il ghiacciaio, in parte alimentato dalle valanghe provenienti dalla Becca du Lacs, si presenta ormai completamente coperto di detrito, che ne ostacola l'osservazione. *The glacier, partly fed by avalanches from the Becca du Lacs, is now completely covered by debris, which hinders glaciological measurements and observations.*

255 Ghiacciaio Settentrionale d'Oren

Operatori: Laura Villa Vercella e Marco Tesoro (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Il ghiacciaio risulta separato in due corpi distinti denominati rispettivamente da Salvatore *et al.* (2015) Ghiacciaio d'Oren Nord (255) e Ghiacciaio D'Oren Nord Settentrionale (255.1). Il ghiacciaio principale è sgombro da detrito al di sopra dei 3000 m di quota: nel settore sud-est verso i monti della Sengla sono presenti dei crepacci, mentre verso il Col d'Oren il bordo del ghiacciaio è sollevato dal substrato roccioso in vari punti. Il suo bacino collettore è collegato alla lingua sottostante ricoperta di detrito da una seraccata ricoperta anch'essa da detrito fine. La larghezza della seraccata, durante gli ultimi 14 anni, si è ridotta di due terzi, lasciando scoperta un'ampia zona rocciosa. Ai due lati della seraccata sono presenti due bocche da cui defluiscono abbondanti acque di fusione. Al momento del sopralluogo è stata osservata neve residua sopra i 3000 m s.l.m. Dal confronto fotografico con il 2010, la fronte appare stazionaria alla stessa quota del decennio precedente, cioè a 2860 m, ma con caratteristiche molto diverse: ora è molto più sottile e completamente ricoperta da abbondante detrito. Il corpo glaciale posto a nord di quello principale (255.1), dal confronto fotografico con il 2010, evidenzia una diminuzione di volume, sebbene quest'anno il ghiacciaio sia coperto anche da neve recente. La fronte si attesta a circa 3200 m (C).

Quota min. fronte: NM

256 Ghiacciaio de l'Évêque

Operatori: Laura Villa Vercella e Marco Tesoro (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Dal confronto fotografico con il 2010, il ghiacciaio risulta notevolmente ridotto, infatti la trasfluenza verso la Comba di Oren finora fotografata non è più visibile né dal Col Collon né dal Rifugio Nacamuli. La trasfluenza occupa la parte sommitale della sella, da cui discende un esile peduncolo che raggiunge una quota di circa 3180 m (C). Alla data del sopralluogo è presente neve fresca. Dalle riprese aeree del 2018 pubblicate sul geoportale della Regione Valle d'Aosta, si nota la presenza di un piccolo lago glaciale nell'area occupata dalla fronte fino al 2017, ad una quota stimata di 3000 m.

Quota min. fronte: NM

257 Ghiacciaio del Col Collon

Operatori: Laura Villa Vercella e Marco Tesoro (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Il ghiacciaio risulta diviso in due corpi distinti secondo Salvatore *et al.* (2015): Ghiacciaio del Col Collon (257) e Ghiacciaio del Col Collon Meridionale (257.1).

Il ghiacciaio principale (257) è completamente scomparso sia dal Col Collon che dal pendio soprastante da almeno dieci anni: l'osservazione è stata ricavata dalle fotografie aeree pubblicate sul geoportale della Regione Valle d'Aosta, perché finora non era mai stato osservato come corpo a sé. Lungo la cresta che unisce il Col Collon alla Punta Kurtz, al di sopra dei 3300 m di quota, sono presenti

due corpi glaciali distinti che si presentano come cornici di ghiaccio, ben visibili dal Rifugio Nacamuli. Alla data del sopralluogo erano presenti chiazze di neve residua e una leggera spolverata di neve fresca. Analizzando le fotografie aeree pubblicate sul geoportale della Svizzera, si osserva la formazione del lago del Col Collon a partire dagli anni 1990, che nel corso degli anni si è esteso lungo tutta l'area pianeggiante del Col Collon, occupando via via la conca prima coperta dal ghiacciaio del colle.

La fronte e gran parte del corpo meridionale (257.1) risultano coperti da detrito proveniente dal versante occidentale della cresta che unisce la Punta Kurz alla Punta du Laurier Noir. A circa 3050 m di quota è presente un salto roccioso in parte coperto da detrito che impedisce di stabilire la continuità del ghiacciaio tra il bacino collettore superiore e il ghiaccio coperto di detrito presente al di sotto del salto roccioso, corrispondente con la fronte settentrionale, non misurabile a causa della copertura detritica. La fronte meridionale termina in un piccolo lago proglaciale e si trova ad una quota inferiore di una decina di metri rispetto alla fronte misurata 14 anni fa, perché con la riduzione dello spessore della lingua, la fronte si è annidata in un avvallamento. Infatti, si trova più a monte di circa 50 metri, si presenta piatta e si immerge nel nuovo laghetto proglaciale che appunto colma

la zona a più bassa quota dell'avvallamento. Questo laghetto si è formato a est del lago già esistente nel 2010: i due laghetti sono divisi dalle rocce montonate lasciate libere dal ghiacciaio in questi anni. Sono state osservate chiazze di neve residua fino a 2900 m s.l.m. Per una migliore osservazione fotografica è stato istituito il segnale F24 posto su un masso biancastro a 180 metri dal segnale AC in direzione 233°N. I riferimenti geografici sono: quota 2950 m (A); coordinate geografiche UTM-WGS84: 384759.028 E, 5090135.134 N (individuate con GPS Garmin GPSMAP 62s, con precisione ± 3 m).

Quota min. fronte: NM

259 Ghiacciaio di Tza de Tzan

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -
Controllo del 2024.08.20

Rispetto allo scorso anno, il ghiacciaio si presenta stazionario. I segnali AC81 e MRC94 sono stati sepolti dalla frana del 29 giugno (vedi relazione n. 260), pertanto è stato istituito il nuovo segnale 'ex-AC81' nel punto più prossimo al vecchio segnale, ma non è stato segnato con vernice in quanto non è presente nessun masso stabile di dimensioni



257.1 - Ghiacciaio del Col Collon Meridionale (foto L. Villa Vercella dal Rifugio Nacamuli, 2024.09.15). Ghiacciaio raramente osservato e misurato, si presenta in gran parte coperto di detrito. *A rarely observed and measured glacier, it is largely covered by debris.*

adeguate. Il segnale ex-AC81 ha coordinate UTM-WGS84: 388359.090 E, 5090951.962 N ed è posto a quota 2560 m (GPS): sicuramente l'attuale punto è a una quota maggiore rispetto al precedente, perché si trova sopra ad uno spesso strato di detrito depositato dalla frana.

Quota min. fronte: NM

260 *Ghiacciaio des Grandes Murailles*

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -
Controllo del 2024.08.20

Sulla destra orografica della fronte mediana si è scoperta un'ampia zona rocciosa e i seracchi presenti a monte della fronte si sono ridotti. In vari punti emergono nuovi affioramenti rocciosi. Si segnala che, in seguito all'alluvione del 29 giugno 2024, il segnale storico SF95-1 è stato divelto.

Nel corso di tale evento alluvionale, caratterizzato da piogge abbondanti anche ad alta quota associate all'inizio del periodo di fusione della copertura nevosa invernale, nell'area a sud della Tête de Valpelline la morena frontale PEG della lingua settentrionale del ghiacciaio è collassata, lasciando una voragine con larghezza massima di circa 200 m per un tratto lungo circa 440 m e riversando sulla piana proglaciale del Ghiacciaio di Tza de Tzan 1.8 milioni di m³ di detriti (dato gentilmente fornito da: C.V.A. S.p.A. – Compagnia Valdostana delle Acque). Questo collasso ha innescato un'enorme colata detritica che si è propagata lungo l'intero vallone di Prarayer, dove ha asportato altri 0.7 milioni di m³ di detriti (fonte del dato: C.V.A. S.p.A.). Più in dettaglio, la frana si è riversata sulla piana proglaciale del Ghiacciaio di Tza de Tzan, colmando il laghetto di Tza de Tzan e sbarrando il percorso del torrente di fusione del Ghiacciaio di Tza de Tzan; il ponte sul torrente è stato asportato e i segnali storici di misura del Ghiacciaio di Tza de Tzan sono stati seppelliti (vedi relazione n. 259). Successivamente, il torrente di fusione del Ghiacciaio di Tza de Tzan ha trovato una via di fuga lungo la base della sua morena laterale destra, mentre il torrente di fusione della lingua settentrionale del Ghiacciaio delle Grandes Murailles ha continuato a percorrere l'incisione nella morena laterale sinistra dello Tza de Tzan, ma ad una quota inferiore, passando dentro alla voragine, e raggiunta la piana proglaciale ha man mano scavato un nuovo letto nel deposito di frana: i due torrenti si sono infine riuniti a valle del segnale AC81. A valle di questo punto, il torrente di fondovalle ha all'incirca seguito il percorso storico, ma ha prodotto un'erosione del letto di decine di metri, approfondendo in modo significativo il taglio già esistente nella morena frontale del Ghiacciaio di Tza de Tzan. Successivamente, l'ondata di acqua e sedimenti è sfociata nella piana proglaciale del Ghiacciaio delle Grandes Murailles e ha deviato il corso del torrente di fusione della lingua mediana verso la parete in destra orografica della valle: infatti, il torrente proveniente dal Ghiacciaio di Tza de Tzan ora confluisce nel torrente proglaciale

del Ghiacciaio delle Grandes Murailles 500 metri più a valle rispetto all'anno precedente. Proseguendo lungo il corso del torrente, la miscela solido-liquida ha dissipato la sua energia con erosioni spondali e di fondo, colate detritiche e trasporto torrentizio; ha asportato il ponte per la Valcournera e infine si è riversata nel lago artificiale di Place Moulin, dove sono giunti circa 6 milioni di m³ di acqua e detrito (fonte del dato: C.V.A. S.p.A.). La portata di picco dell'evento è stata quantificata in 112 m³/s (fonte del dato: C.V.A. S.p.A.).

Quota min. fronte: NM

265 *Ghiacciaio di Solatsèt (o di Fontanella)*

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -
Controllo del 2024.08.19

Dal confronto fotografico con il 2014 si nota che la fronte si è mantenuta alla stessa quota, ma è diminuita in spessore e potenza. Al momento del sopralluogo era presente neve residua su tutto il ghiacciaio.

Quota min. fronte: NM



260 - Ghiacciaio des Grandes Murailles (foto M. Tesoro dalla piana proglaciale, 2024.08.20). Nel corso del gravoso evento alluvionale di fine giugno 2024, la morena frontale PEG della lingua settentrionale del ghiacciaio è stata profondamente incisa, troncando il sentiero per il Rifugio Aosta. *During the severe flood event of June 2024, the LIA frontal moraine of the northern branch of the glacier was deeply incised, cutting off the path to the Aosta Hut.*

266 Ghiacciaio Nord-occidentale di Balanselmo

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -
Controllo del 2024.09.15

Il ghiacciaio non era più stato visitato dal 2010. Dal confronto fotografico si nota che il ghiacciaio si è assottigliato soprattutto nella zona frontale; infatti, lungo la lingua non è più presente alcun crepaccio. Rispetto al 2010, la fronte si è ritirata lasciando scoperta una nuova porzione del gradino roccioso su cui si posa. Sulla sinistra orografica del ghiacciaio è presente il corpo glaciale secondario che rimane per gran parte della giornata in ombra, quindi il ghiacciaio sopravvive nel tempo; inoltre, quest'anno, è quasi del tutto coperto da neve residua. La fronte di questo corpo secondario si è ritirata su un gradino roccioso, mentre a valle di questo è presente solo un nevaio di neve residua: il ghiaccio nero che occupava questo settore è scomparso. Per una migliore osservazione di questa zona è stato istituito come segnale fotografico il masso utilizzato come segnavia per il sentiero che sale al Colle di Valcournera, cioè il segnale posto a quota 2350 m con coordinate geografiche UTM-WGS84: 386831.892 E, 5083971.667 N (da GPS Garmin GPSMAP 62s con accuratezza di ± 3 m); direzione di ripresa 160° ; lunghezza focale 18 mm. A monte della morena frontale, sulla sinistra orografica, a quota 2450 m, è ancora presente il piccolo Lago di Balanselmo, anche se di dimensioni ridotte. La calotta glaciale presente sulla sommità del Dôme de Cian, ovvero il terzo corpo glaciale in cui si è suddiviso questo ghiacciaio, si è ridotta in dimensioni, infatti non presenta nessuna cornice di ghiaccio e non è più visibile dall'Alpe Chardonney. Per una migliore osservazione di questa calotta è stata istituita una stazione fotografica nella Comba d'Oren a 2450 m, nel punto

in cui il sentiero si trova stretto fra la morena del Ghiacciaio d'Oren Sud e la parete occidentale della Becca Vannetta. Si segnalano chiazze di neve residua fino a 2500 m.

Quota min. fronte: NM

272 Ghiacciaio di La Roisette

Operatore: Michele Motta (UNITO) -
Controllo del 2024.08.03

La zona frontale è largamente scoperta, ma al momento della visita perdurava un cono di neve residua sulla linea della fronte, che impediva misure attendibili. Sia ghiaccio che neve residua apparivano profondamente solcati da rigole di ruscellamento diffuso, probabilmente causate dalle precipitazioni, piovose anche alla quota del ghiacciaio, dei giorni precedenti. Rispetto al 2023 il ghiacciaio appare stabile.

Quota min. fronte: NM

Gruppo Monte Rosa

297 Ghiacciaio Grande di Verra

Operatori: Mauro Palomba e Maura Giuliano (CGI) -
Controllo del 2024.09.22

La lingua, nella sua porzione frontale, al momento del sopralluogo appariva completamente priva di neve residua; a tratti era presente neve recente caduta nel mese di

266 - Ghiacciaio Nord-occidentale di Balanselmo (foto L. Villa Vercella, 2024.09.15). Raramente osservato e raffigurato, questo piccolo ghiacciaio è ormai suddiviso in tre corpi distinti, solo due dei quali visibili in foto; la calotta alla sommità del Dôme de Cian, invece, si è ridotta a tal punto da non essere più visibile da questo punto di ripresa. *Rarely observed and photographed, this small glacier is now divided into three distinct bodies, only two of which are visible in the photo; the ice cap at the summit of the Dôme de Cian, instead, has shrunk to such an extent that it is no longer visible from this shooting point.*



settembre. Continua l'incremento dell'estensione della copertura detritica nel settore frontale destro e si osserva un aumento della copertura detritica anche nel settore di sinistra, dove sono evidenti anche segni di collasso di porzioni della fronte. Appare sempre più evidente la progressiva riduzione di spessore del ghiaccio, che rende ogni anno più difficoltose le misure di variazione frontale. Alla data del sopralluogo era ancora attiva una sensibile fusione glaciale nella zona frontale. Durante un secondo sopralluogo effettuato il 5 ottobre è stato possibile scattare le immagini di confronto dalle stazioni fotografiche del Ghiacciaio Grande di Verra e del Ghiacciaio Piccolo di Verra.

Quota min. fronte: 2755 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C4 (cf)	332°	89	77 (2022)	-12

306 Ghiacciaio d'Indren

Operatori: Paolo Piccini (CGI) e Michele Freppaz (UNITO, CGI) - Controllo del 2024.09.15

Il ghiacciaio, dopo il consistente distacco della lingua occidentale nel 2023, ha rallentato il suo arretramento, grazie a una stagione di ablazione meno prolungata e precipitazioni superiori ai due anni precedenti. Al momento del sopralluogo il ghiacciaio era già coperto da recenti neviccate, con evidente rigelo notturno che ne interrompeva parzialmente la fusione. È stato posizionato il nuovo segnale M24, che consente il prosieguo della serie storica sul medesimo allineamento nord-sud. La porzione di ghiaccio morto abbandonata la precedente estate prosegue il suo disfaccimento, più evidente nella zona scoperta di detrito. Il ghiacciaio nel suo complesso si presenta ridimensionato e più in equilibrio con le recenti condizioni climatiche: l'attuale fronte appare comunque di modesto spessore e destinata ad ulteriore regresso. La perdita di massa è evidente a tutte le quote inferiori al seracco di quota 3700 m. Il laghetto proglaciale formatosi a partire dal 2003 risulta ormai chiaramente separato dalla massa glaciale.

Quota min. fronte: 3190 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MW21 (cf)	360°	396	384	-12
M24 (cf)*	360°	12	-	-

* Nuovo segnale, coordinate UTM-WGS84: 45°53'48.9" N, 7°51'26.6" E, quota 3190 m.

Bacino: SESIA - PO

Gruppo Monte Rosa

311 Ghiacciaio di Bors

Operatore: Tito Princisvalle (CGI) - Controllo del 2024.09.14

L'arretramento della fronte è proseguito anche quest'anno, nonostante le copiose neviccate invernali. La copertura detritica è evidente, i crepacci sono praticamente scomparsi dal settore occidentale, mentre quelli nel settore orientale erano parzialmente mascherati dalla neviccata di inizio settembre. Al momento del sopralluogo la temperatura era poco inferiore a 0° C. I dati sono stati acquisiti mediante telemetro Nikon Forestry Pro II e GPS Garmin GPSMAP 66SR.

Quota min. fronte: 3245 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PT20 (cf)	312°	52	-	-

Bacino: TOCE - TICINO - PO

Gruppo Monte Rosa

320 Ghiacciaio del Pizzo Bianco

Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello (ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.09.18

Il sito è stato visitato con un sorvolo in elicottero in condizioni di assenza di neve recente. Il ghiacciaio è stato inoltre osservato nel corso di un ulteriore sorvolo il 30 ottobre 2024, in condizioni di copertura di neve recente. Il corpo glaciale si presenta totalmente ricoperto di detrito, per cui non è possibile delimitare con certezza la presenza di ghiaccio. Solo nella conca rocciosa che ospita il ghiacciaio, all'apice del corpo glaciale, a quota 2600 m circa, sembra riconoscersi, sotto un sottile strato di detrito medio-fine, l'affioramento di ghiaccio o nevato. Il limite inferiore, invece, all'interno della conca delimitata dalla morena della PEG, non è distinguibile in quanto completamente sepolto dal detrito grossolano. Per tali motivi si ritiene di considerare il corpo glaciale del Pizzo Bianco come glacionevato. Al momento della visita del 18 settembre erano ancora presenti placche di neve residua, di caratteristico colore rosso sporco. Si segnala la presenza di un corpo detritico allungato secondo la massima pendenza, che interessa la parte mediana del glacionevato, dalle pareti rocciose di monte (quota 2750 m) fino al centro della conca morenica, a quota 2440 m. Tale accumulo è lungo 600 m per una larghezza di

circa 50 m. Le pareti rocciose sovrastanti, fino alla cresta, risultano di colore grigio chiaro, in contrasto con quelle circostanti, e ben ripulite dal detrito. Gli elementi descritti portano a considerare il corpo detritico come accumulo di colata detritica prodotta dai canali rocciosi appena sotto la cresta. Non sono stati reperiti elementi certi per la datazione: nelle immagini Sentinel non è stato possibile riconoscere la comparsa di tale corpo; è da escludere che risalga all'evento del 29 giugno 2024 in quanto nell'immagine Sentinel del 2 luglio la conca risulta totalmente innevata. Potrebbe essere attribuibile all'evento del 5 settembre 2024, ma non se ne hanno indizi certi. L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 18 settembre 2024, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. La cartografia di dettaglio e aggiornata ha permesso la mappatura dell'accumulo di colata detritica. Il limite del glacievato non è stato invece riconosciuto con certezza e per tale motivo non è stato cartografato.

Quota min. fronte: NM

321 *Ghiacciaio Settentrionale delle Locce*

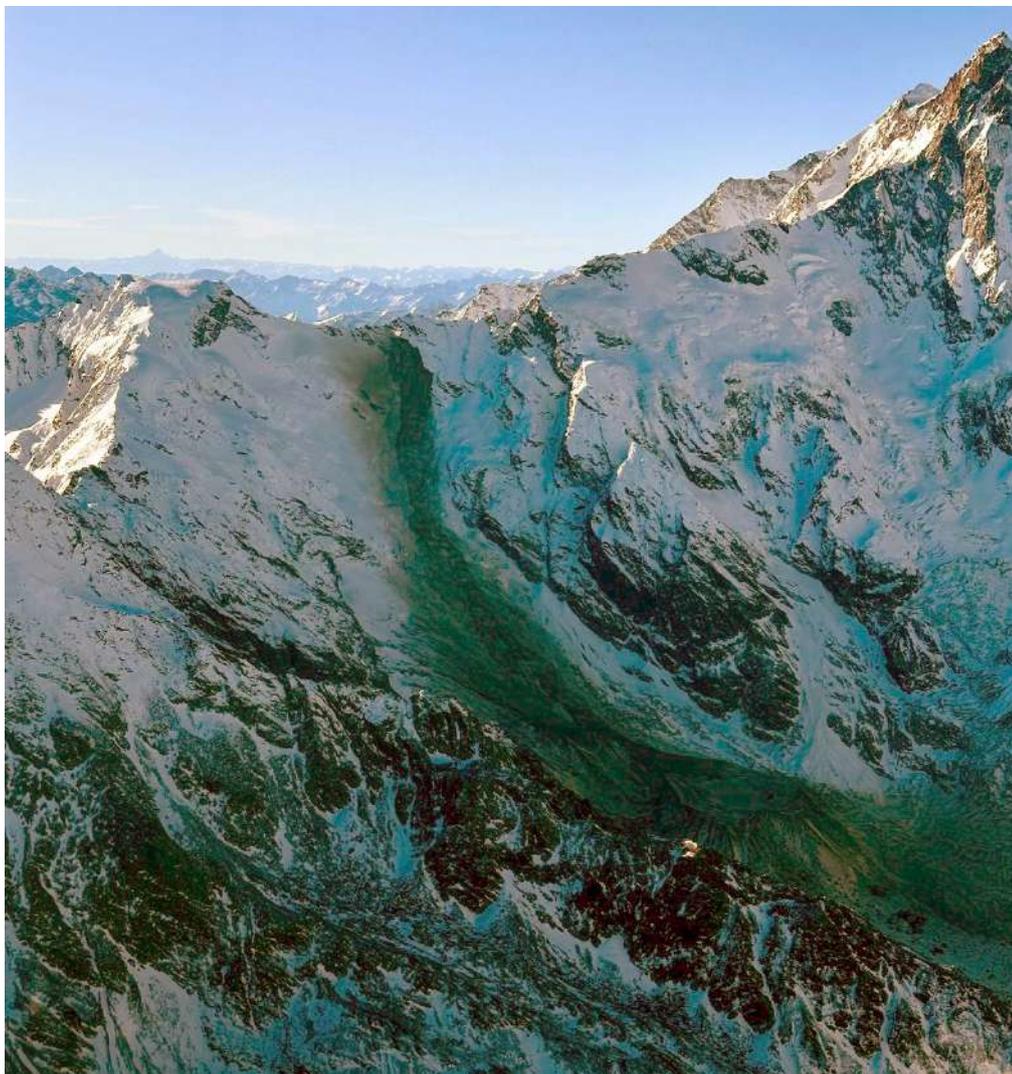
Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.09.18

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita, il ghiacciaio si presentava con una copertura di neve residua irregolare, ben visibile per il caratteristico colore rosso sporco, nella parte medio bassa fino alle sponde del lago delle Locce; invece, nella parte medio-alta da quota 3100 m circa, il ghiacciaio risultava coperto da neve di colore bianco, non distinguibile tra residua e fresca. Nel corso dell'ultimo anno, il ghiacciaio ha subito solo lievi modifiche dei margini e della fronte; in particolare i margini frontali, dove non coperti da neve residua, hanno mostrato un arretramento irregolare. Sfruttando le ortofoto rilevate il 7 settembre 2023 e il 18 settembre 2024, è stato misurato l'arretramento planimetrico in 8 punti differenti, con valori variabili da 3 a 19 m e con una media di 11 m di arretramento. Il corpo glaciale isolato, presente a nord-est al di sotto delle pareti rocciose, risulta in gran parte coperto da neve residua; la piccola porzione di fronte scoperta mostra sostanziale stabilità, gli unici arretramenti sono registrati in destra e in centro, in corrispondenza dell'apertura di una bocca glaciale (NB: la fronte di questo corpo raggiunge la quota minima dell'intero ghiacciaio, a 2520 m di quota, non conteggiata come quota fronte di riferimento in quanto si tratta di un corpo glaciale isolato, non in continuità con il flusso glaciale principale).

L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 18 settembre, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. I limiti del ghiacciaio sono stati tracciati sull'ortofoto 2024, dove riconoscibili; dove invece questi sono coperti da neve residua sono stati tenuti quelli del 2023; nel settore più elevato, non rilevato dal rilievo fotogrammetrico a causa della copertura nuvolosa, sono stati tenuti i limiti del 2023. Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio ha mostrato un lieve aumento rispetto al 2023, imputabile in gran parte all'avanzata del lobo occidentale, con margine frontale attestato a circa 2800 m s.l.m., dove si riconosce un accumulo di blocchi di ghiaccio, frammisto a detrito. L'avanzata di questa porzione è in atto almeno dal 2010: questa particolare dinamica potrebbe essere dovuta agli abbondanti apporti detritici da crolli provenienti dalla parete sovrastante (tra cui quello principale del 2015) che, unitamente agli accumuli valanghivi del 2024, potrebbero aver protetto questo lobo di ghiaccio, tanto che la sua superficie topografica è ora ben più rilevata rispetto al 2010 (fino a oltre 20 metri in più). Il confronto tra il DEM acquisito nel 2024 e i modelli precedenti (DTM Regione Piemonte 2010) ha permesso di riconoscere le variazioni altimetriche della superficie glaciale.

Pur se già nella stagione idrologica 2024-2025, si segnala che il 26 dicembre 2024, nelle ore serali, si è verificato il crollo di uno sperone roccioso, 200 m a NW del Colle delle Locce, che ha coinvolto e asportato alcune parti del Ghiacciaio delle Locce, non ben quantificabili. La nicchia si estende in roccia per oltre 200 m di dislivello, tra 3325 m e 3100 m slm, con un volume crollato stimato in circa $350\,000 \pm 40\,000$ m³ dal confronto fra un DEM precedente, rilevato nel settembre 2024, e uno successivo al crollo elaborato per l'occasione. L'accumulo ha percorso l'intero ghiacciaio e, superata la fronte, ha raggiunto la sponda meridionale del Lago delle Locce, riproponendo un fenomeno simile al crollo del 16 dicembre 2015 dall'adiacente Punta Tre Amici. Il materiale si è accumulato in parte al piede della nicchia, dove si sono osservati blocchi plurimetrici, e poi verso valle dove si è distribuito in maniera irregolare, colmando le ondulazioni del ghiacciaio e del versante. Tale deposito è entrato di circa 20 m all'interno dell'estensione del lago rilevata a settembre 2024. Nei giorni immediatamente successivi all'evento, in tutta la conca era ben riconoscibile l'area di deposizione della polvere generata dal crollo, area che si estendeva fin oltre la piana dell'Alpe Pedriola, a circa 3.5 km dalla nicchia, ma è stata segnalata anche sulle piste al Belvedere, a circa 5 km di distanza dalla nicchia.

Quota min. fronte: 2580 m (C)



321 - Ghiacciaio Setentrionale delle Locce (foto M. Vittone, 2024.12.28). La sera del 26 dicembre 2024, il distacco di uno sperone roccioso situato a NW del Colle delle Locce ha dato avvio a una valanga di roccia, ghiaccio e neve che ha raggiunto il Lago delle Locce, mentre la nuvola di polvere associata all'evento si è propagata fin oltre la piana dell'Alpe Pedriola. *On the evening of December 26, 2024, the detachment of a rock mass located NW of Colle delle Locce initiated a rock-ice-snow avalanche that attained the Lago delle Locce, while the dust cloud associated with the event spread beyond the Alpe Pedriola plain.*

322 Ghiacciaio del Signal

Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello (ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.09.18

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita, il ghiacciaio si presentava con una continua copertura di neve indistinguibile tra residua e fresca, al di sopra della linea di seracchi a circa 3200 m di quota. La lingua in destra risultava coperta in modo irregolare da neve residua con il caratteristico colore rosso sporco, fino al di sotto della fronte; la fronte stessa risultava coperta sia da neve residua che da un cono di valanga dovuto alle precoci nevicate di inizio settembre: per tale motivo la sua posizione è ritenuta stabile. Nel corso dell'ultimo anno, il ghiacciaio ha subito solo lievi modifiche dei margini e della fronte. I cono di valanga che occupano i canali al di sotto dei seracchi e poi fino alla lingua del Belvedere, completamente scomparsi nel 2023, si sono ricostituiti grazie agli ingenti apporti valanghivi della primavera 2024 e sopravvivevano al momento della visita come ampie placche di

neve rossa, parzialmente coperta da detrito; al momento del sopralluogo era già presente un piccolo cono di valanga fresco, poi molto ingranditosi, come riscontrato in una successiva visita del 30 ottobre.

L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 18 settembre, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. I limiti del ghiacciaio sono stati tracciati sull'ortofoto 2024, dove riconoscibili; dove invece questi sono coperti da neve residua sono stati mantenuti quelli del 2023; nel settore più elevato, non rilevato dal rilievo fotogrammetrico a causa della copertura nuvolosa, sono stati mantenuti i limiti del 2023. Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio ha mostrato sostanziale stabilità rispetto al 2023. Il confronto tra il DEM acquisito nel 2024 e i modelli precedenti (DTM

Regione Piemonte 2010) ha permesso di riconoscere le variazioni altimetriche della superficie glaciale nel periodo 2010-2024. Le maggiori perdite si registrano sulla lingua (fino a -25 m) e alla fronte (fino a -33 m circa); sul corpo principale si osserva l'evidente apertura della finestra rocciosa in destra, mentre nella parte centrale si osservano fasce alternate perdita/accumulo imputabili verosimilmente al movimento verso valle delle grandi porzioni seraccate.

Quota min. fronte: 2610 m (C)

323 *Ghiacciaio del Monte Rosa*

Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.09.18

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita, il ghiacciaio si presentava con una continua copertura di neve indistinguibile tra residua e fresca, al di sopra dei 3100 m di quota circa. La colata principale risultava coperta in modo irregolare da neve residua con il caratteristico colore rosso sporco, fino in prossimità della confluenza nel Ghiacciaio del Belvedere. Il grande cono misto presente allo sbocco del Canalone Imseng, costituito dalla somma di apporti di valanga, dei seracchi di monte e del detrito movimentato lungo la parete est, risulta notevolmente più rigonfio rispetto al 2023, anche se le dimensioni planimetriche sono sostanzialmente stabili. In occasione dell'evento meteorologico del 29 giugno, piogge intense hanno interessato tutta l'alta valle Anzasca, in particolare il suo fianco sinistro, fino in alta quota, circa 4000 m: si sono osservati evidenti segni di colata lungo i versanti.

L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 18 settembre, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. I limiti del ghiacciaio sono stati tracciati sull'ortofoto 2024, dove riconoscibili; dove invece questi sono coperti da neve residua sono stati mantenuti quelli del 2023. Nel settore più elevato, non rilevato dal rilievo fotogrammetrico a causa della copertura nuvolosa, sono stati mantenuti i limiti del 2023. Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio ha mostrato sostanziale stabilità rispetto al 2023. Il confronto tra il DEM acquisito nel 2024 e i modelli precedenti (DTM Regione Piemonte 2010) ha permesso di riconoscere le variazioni altimetriche della superficie glaciale del periodo 2010-2024. Le maggiori perdite (fino a -30 m) si hanno sulla colata principale che scende dal Colle Signal; un significativo incremento invece si osserva lungo il grande cono misto prodotto al piede dei canali Imseng e Marinelli, con un accrescimento in quota della superficie di quasi 20 m; nella

parte centrale si osservano invece fasce alternate perdita/accumulo imputabili verosimilmente al movimento verso valle delle grandi porzioni seraccate.

Quota min. fronte: 2180 m (C, quota confluenza nel Ghiacciaio del Belvedere)

324 *Ghiacciaio di Nordend*

Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.09.18

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita, il ghiacciaio si presentava con una continua copertura di neve indistinguibile tra residua e fresca, al di sopra dei 3100 m (lato destro del ghiacciaio) - 3300 m di quota circa (lato sinistro). La colata principale risultava coperta in modo irregolare da neve residua con il caratteristico colore rosso sporco, fino in prossimità della fronte; sulla superficie del ghiacciaio trovano posto ampi accumuli di valanga, frammentati dalla dinamica glaciale. Verso valle la colata di ghiaccio presenta una cospicua copertura detritica, alimentata sul suo lato sinistro dai canali in roccia che solcano il versante del Monte Rosa; la copertura detritica diventa pressoché continua verso la fronte, al di sotto dei 2500 m di quota. Nel corso dell'ultimo anno, il ghiacciaio ha subito solo lievi modifiche dei margini e della fronte: sfruttando le ortofoto rilevate il 7 settembre 2023 e il 18 settembre 2024, è stato misurato l'arretramento planimetrico in due punti differenti (direzione di misura circa 260°), con valori variabili da 13 a 18 m, con una media di 16 m.

L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 18 settembre, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. I limiti del ghiacciaio sono stati tracciati sull'ortofoto 2024, dove riconoscibili; dove invece questi sono coperti da neve residua sono stati mantenuti quelli del 2023. Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio ha mostrato una sostanziale stazionarietà. Il confronto tra il DEM acquisito nel 2024 e i modelli precedenti (DTM Regione Piemonte 2010) ha permesso di riconoscere le variazioni altimetriche della superficie glaciale: si osservano perdite distribuite in modo irregolare, con valori massimi di -25 m nella parte centrale della colata, mentre le fasce alternate perdita/accumulo sono imputabili verosimilmente al movimento verso valle delle grandi porzioni seraccate.

In occasione dell'evento meteorologico del 29 giugno, piogge intense hanno interessato tutta l'alta valle Anzasca, in particolare il suo fianco sinistro, fino in alta quota, circa

4000 m. A seguito dell'evento, il torrente che scende dalla Nordend ha approfondito l'intaglio nella morena laterale sinistra del Ghiacciaio del Belvedere: la forra prodotta nella morena ha una profondità massima di circa 15 m, una larghezza di 40 m ed una lunghezza di 150 m circa. Sulla superficie del Ghiacciaio del Belvedere si è formato un piccolo cono, esteso per 120 m circa, con uno spessore di 10-15 m, ben riconoscibile dal confronto fotografico con l'anno precedente. Le acque del torrente vengono inghiottite dal Ghiacciaio del Belvedere.

Quota min. fronte: 2338 m (C)

325 *Ghiacciaio del Belvedere*

Operatori: Andrea Tamburini (IMAGEO, CGI)
e Salvatore Versaci (CGI) - Controllo del 2024.11.02

Nel corso dell'anno sono stati effettuati diversi sopralluoghi. Sopralluogo del 16 giugno: lettura palina lingua destra. Dopo le abbondanti precipitazioni tardo-primaverili, la parte superiore della lingua glaciale presentava ancora un discreto innevamento: lo spessore del manto nevoso misurato dal nivometro ARPA del Rifugio Zamboni era pari a 1.18 m. Nella valle del T. Pedriola si sono osservati accumuli di valanga, mentre il settore inferiore del ghiacciaio si presentava completamente privo di neve residua. I laghi sopraglaciali già segnalati negli scorsi anni all'altezza della Cappella Pisati sono presenti anche quest'anno e in fase di riempimento al momento del sopralluogo. La webcam di Meteo Live VCO, franata in primavera, è stata riposizionata sul fianco sinistro del lobo destro, appena a valle della biforcazione.

Tra il 29 ed il 30 giugno un evento alluvionale molto intenso ha colpito l'abitato di Macugnaga ed il bacino del Belvedere, causando lo straripamento ed un massiccio trasporto di detriti da parte del Rio Tambach e del Torrente Anza. Le stazioni pluviometriche di ARPA Piemonte hanno registrato tra il 29 e il 30 giugno una precipitazione cumulata di 179.8 mm al Rifugio Zamboni (Macugnaga) e 179.0 mm a Macugnaga-Pecetto, con picchi di 34.3, 82.6 e 121.6 mm registrati rispettivamente in 1, 3 e 6 ore a Macugnaga-Pecetto (elaborazioni a cura di Società Meteorologica Italiana). L'evento ha colpito in particolare l'abitato di Staffa, danneggiando abitazioni, strade ed esercizi commerciali e danneggiando le piste del Burki, che sono state sepolte da alcuni metri di detriti provenienti dal bacino del Torrente Castelfranco e da altri tributari di sinistra dell'Anza. La piena ha inoltre danneggiato il muro dell'argine sinistro dell'Anza a monte del guado.

Sopralluogo del 20 agosto: installazione di una nuova palina ablatometrica sulla lingua destra in sostituzione della precedente. Viene eseguito da Matteo Valentino (IMAGEO Srl) un volo fotogrammetrico con drone della morena Miravalle e del lobo sinistro del ghiacciaio. Dalla restituzione del rilievo sono stati ottenuti un'ortofoto di elevata risoluzione

ed un DEM aggiornato della superficie. Dal confronto con i precedenti rilievi (2023 e 2021) sono state ricavate alcune sezioni trasversali alla morena Miravalle e al lobo sinistro del ghiacciaio, che consentono di valutarne l'evoluzione. Dall'esame dell'ortofoto appare evidente lo spostamento dello sbocco del torrente ablatore che attualmente fuoriesce dalla base della morena destra del lobo sinistro, circa 150 m a valle della fronte. Il cambio di posizione si è verificato tra il 19 e il 20 luglio (da un confronto tra le riprese della webcam di Meteo Live VCO). Tale evento conferma la presenza di un nucleo di ghiaccio all'interno della morena.

Un nuovo evento meteo-idrologico di elevata intensità ha colpito il Piemonte il 4 e 5 settembre 2024, coinvolgendo ancora una volta il bacino del Belvedere. In un'immagine scattata alla fronte del lobo sinistro dalla webcam del Politecnico di Milano, si osserva come la mattina del 5 settembre le acque del T. Castelfranco scorrevano sulla superficie del ghiacciaio, prendendo in carico i materiali depositati sulla superficie glaciale dagli eventi precedenti (agosto 2023 e giugno 2024) e depositandoli davanti alla fronte. La morfologia dell'area frontale appare attualmente profondamente modificata, sia per la deposizione di uno spessore di detriti stimato nell'ordine di alcuni metri, sia per l'assenza delle acque di fusione che, come già detto, fuoriescono attualmente dalla morena laterale destra circa 150 m più a valle. Durante i sopralluoghi successivi si è osservato come l'inghiottitoio attraverso il quale venivano normalmente smaltite le acque provenienti dal bacino del T. Castelfranco sia ormai completamente riempito da detriti e abbia quindi ridotto la propria capacità, non riuscendo più a smaltire portate di entità elevata come quelle dell'evento del 4-5 settembre.

Sopralluogo del 5 ottobre 2024: riprese fotografiche dall'Hinderbalmo e dalla vetta del Faderhorn. Le riprese mostrano un'evidente depressione della superficie glaciale a monte dell'immissione del T. Castelfranco, in corrispondenza della quale nel 2012 il Gruppo Grotte del CAI di Novara aveva esplorato e cartografato un lungo condotto endoglaciale, la cui evoluzione è con ogni probabilità responsabile del collasso di questo settore del ghiacciaio. La rete di paline ablatometriche attualmente operativa non è variata rispetto agli anni scorsi e consta di 3 punti di misura: uno in posizione centrale all'altezza della breccia della Cappella Pisati, uno sul lobo destro e uno sul lobo sinistro. I valori puntuali di ablazione al 2 novembre 2024 ammontano rispettivamente a 285 cm/anno (Pisati), 296 cm/anno (lobo destro) e 252 cm/anno (lobo sinistro). La velocità di flusso superficiale misurata con GNSS in corrispondenza della palina del lobo destro è pari a poco meno di 1 m/anno, quella del lobo sinistro è di circa 3.6 m/anno, mentre al centro del ghiacciaio, in corrispondenza della Cappella Pisati, sono stati misurati circa 19.5 m/anno. La velocità è stabile al lobo destro, mentre è in leggero aumento al lobo sinistro e all'altezza della Cappella Pisati. La misura della posizione frontale è stata eseguita

il 2 novembre mediante utilizzo di un distanziometro laser LTI Truepulse 360 (precisione nominale ± 1 m), il medesimo strumento impiegato negli anni precedenti. La misura è stata effettuata dal segnale materializzato nell'autunno 2018 (S_2018) lungo un azimut di 262° ed ha restituito un valore di 283.3 m. Tale azimut era stato utilizzato nel 2018 e 2019, per poi essere modificato per adattarsi alla dinamica della fronte glaciale. La nuova variazione di azimut si è resa necessaria a causa della leggera curva che l'asse vallivo descrive in questo tratto. Rispetto allo scorso anno si è verificato un arretramento frontale di circa 36.5 metri. Hanno contribuito: Matteo Valentino e Manuele Bettoni.

Quota min. fronte: 1850 m (GPS)*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
S 2018	$262^{\circ**}$	283.5	164 (2019)	-119.5

* La risalita della quota minima della fronte rispetto allo scorso anno è in parte dovuta all'arretramento del ghiacciaio, ed in parte alla deposizione di circa 5 m di detriti alla fronte del ghiacciaio nel corso dell'evento alluvionale del 29 giugno.

** La misura è stata effettuata nella stessa direzione nella quale era stata realizzata nel 2018 e 2019, prima di essere modificata per adattarsi alla dinamica della fronte glaciale; la misura lungo l'azimut 281° non è stata possibile in quanto tale direzione non intercettava più la fronte glaciale ma la morena sinistra; pertanto, il valore di variazione frontale è riferito al 2019.

326 Ghiacciaio del Piccolo Fillar

Operatori: Walter Alberto e Andrea Filipello
(ARPA Piemonte) - Controllo del 2024.09.18

Il sito è stato visitato mediante sorvolo in elicottero. Al momento della visita, il ghiacciaio si presentava con una continua copertura di neve residua, in media al di sopra

dei 2900 m, mentre alcuni accumuli di valanga si spingevano fino a fianco della fronte, per una superficie innevata totale pari ad oltre la metà del ghiacciaio. Nel complesso il ghiacciaio si presentava con un aspetto molto meno annerito rispetto al 2023. Nel corso dell'ultimo anno, il ghiacciaio ha subito solo lievi modifiche dei margini e della fronte; sfruttando le ortofoto rilevate il 7 settembre 2023 e il 18 settembre 2024, è stato misurato l'arretramento planimetrico in 9 punti differenti, con valori variabili da 0 a 15 m e con una media di 5 m di arretramento.

L'elaborazione di un nuovo modello fotogrammetrico, a partire dagli scatti fotografici eseguiti da elicottero il 18 settembre, ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un modello digitale del terreno aggiornati. La georeferenziazione è avvenuta attraverso appoggio sulla cartografia esistente (Regione Piemonte 2010 / Agea 2021), gli errori planimetrici ed in quota sono di ordine metrico. I limiti del ghiacciaio sono stati tracciati sull'ortofoto 2024, dove riconoscibili; dove invece questi sono coperti da neve residua sono stati mantenuti quelli del 2023. Il calcolo dell'area planimetrica totale del ghiacciaio ha mostrato una sostanziale stazionarietà. Il confronto tra il DEM acquisito nel 2024 e i modelli precedenti (DTM Regione Piemonte 2010) ha permesso di riconoscere le variazioni altimetriche della superficie glaciale. I significativi apporti valanghivi del 2024 hanno mitigato le perdite di spessore misurate dal 2010; in media si osservano abbassamenti medi della superficie di 5-10 m, minori in corrispondenza degli accumuli di valanga, i quali mostrano uno spessore residuo al momento del sorvolo fotogrammetrico di circa 5-7 m, calcolato tramite confronto con il modello fotogrammetrico del 7 settembre 2023. In occasione dell'evento meteorologico del 29 giugno 2024, piogge intense hanno interessato tutta l'alta Valle Anzasca, in particolare il suo fianco sinistro, fino in alta quota, circa 4000 m; in conseguenza all'evento, il torrente del Pic-

325 - Ghiacciaio del Belvedere (A.Filipello, ripresa aerea, 2024.07.02). In occasione dell'evento alluvionale di fine giugno 2024, dai principali bacini glaciali alla sinistra del ghiacciaio si sono originate colate detritiche che in alcuni casi hanno raggiunto la superficie del ghiacciaio (1, Nordend; 2, Piccolo Fillar; 3, Iazzi). *During the flood event at the end of June 2024, debris flows originated from the main glacial basins to the left of the glacier and in some cases reached the surface of the glacier (1, Nordend; 2, Piccolo Fillar; 3, Iazzi).*



colo Fillar ha prodotto una colata detritica il cui accumulo ha interessato parte del conoide coalescente con il Torrente Castelfranco (https://bdgm.arpa.piemonte.it/sifrap/sifrap_iiLiv_scheda.php?cod_frana=103-77647-00).

Quota min. fronte: 2711 m (C)

ALPI LEPONTINE

Bacino: TOCE - TICINO - PO

Gruppo *Árbola*

356 *Ghiacciaio Meridionale di Hobsand (o del Sabbione)*

Operatore: Paolo Valisa (CGI) - Controllo del 2024.09.07

Anche quest'anno il bilancio dei ghiacciai della Val Formazza è stato negativo, nonostante le abbondanti nevicate di marzo e maggio 2024. Il 31 maggio il nivometro di ARPA Piemonte di Pian dei Camosci registrava ancora 3 m di neve al suolo, prossimo al valore massimo del periodo 1991-2023. La fusione è stata però accentuata dalle temperature sopra la media di luglio ma soprattutto del mese di agosto. La presenza di polvere sahariana nel manto nevoso ha contribuito ad accelerare la fusione. Alla data del sopralluogo è stata osservata la presenza di neve residua a chiazze sopra 2700 m di quota, anche se purtroppo la scarsa visibilità non ha permesso di verificare la situazione dell'innevamento oltre quota 2900-3000 m e dunque stimare ELA e AAR. Anche il pendio di accesso al Colle del Vannino era parzialmente innevato. Il ghiacciaio continua ad assottigliarsi ed è emersa nell'ultimo anno una grande quantità di detrito, in particolare sul pendio a maggior pendenza tra 2650 e 2600 m di quota, che unisce la parte superiore del ghiacciaio alla parte inferiore. È probabile che entro un paio di anni si possa assistere ad una totale separazione delle due parti del ghiacciaio, che si è già molto ritirato sul bordo occidentale, sotto la punta Lebendun, tanto che vi è già un'uscita di torrente glaciale. Delle due depressioni circolari da crollo osservate nel 2023 è rimasta visibile solo quella poco sotto il P.so del Vannino. Per documentare la posizione della linea frontale e il limite destro idrografico si è percorso il bordo del ghiacciaio con GPS. Le misure di variazione frontale sono state eseguite mediante GPS. Hanno partecipato ai rilievi Lucia Valisa e Giulio Valisa.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2012=-18 (cf)	230°	510	490	-20

357 *Ghiacciaio Settentrionale di Hobsand (o del Sabbione)*

Operatrice: Raffaella Ossola (CGI) - Controllo del 2024.09.28

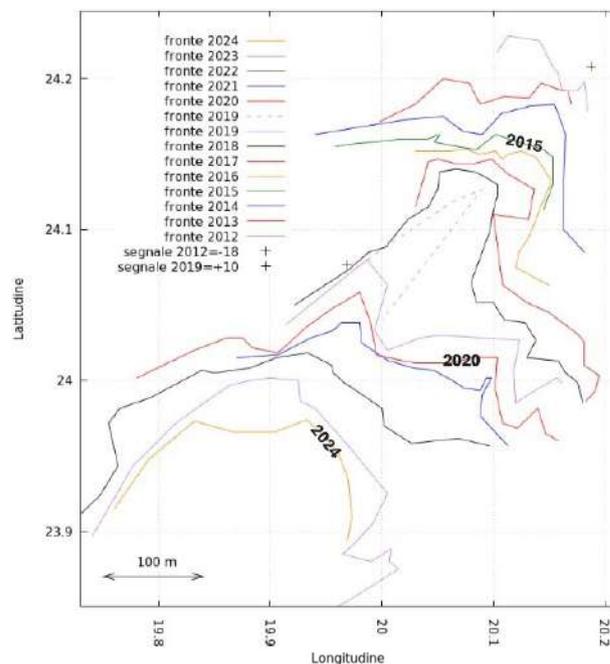
L'inverno è stato caratterizzato da precipitazioni scarse e temperature al di sopra della media; la primavera ha visto però il susseguirsi di numerose perturbazioni che hanno favorito un abbondante accumulo di neve in quota. Nel mese di agosto, i pendii a sud della cima d'Árbola presentavano ancora copertura nevosa, cosa che negli ultimi anni non si verificava più. A partire dai primi giorni di settembre si sono poi succedute numerose giornate di tempo instabile, con nevicate fino a 2500 m di quota. Una visita effettuata il 15 agosto ha permesso di rilevare continuità nella copertura nevosa dai 2700-2800 m di quota, mentre la prima nevicata sul ghiacciaio di cui si ha notizia è del 13 settembre. Il giorno del rilievo, il tempo instabile e la scarsa visibilità non hanno impedito la misura della posizione della fronte (effettuata con rotella metrica). È stato tuttavia necessario modificare l'azimut di misura, poiché il terreno, lungo la direzione di misura utilizzata in precedenza, risultava impraticabile.

Quota min. fronte: 2645 (GPS)*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RO22 (cf)	235°**	78	-	

* Il dato corregge il valore pubblicato in precedenza.

** L'evoluzione del ghiacciaio ha richiesto la modifica dell'angolo di misura; pertanto, il dato di distanza frontale acquisito non è stato utilizzato, per confronto con la misura effettuata nel 2023, per il calcolo di variazione frontale.



356 - Ghiacciaio Meridionale di Hobsand (rilievi di P. Valisa). Evoluzione del margine frontale dal 2012 al 2024. *Change of the frontal margin from 2012 to 2024.*

Settore Lombardo

(Coordinatore: Riccardo Scotti)

Gruppo Badile - Disgrazia

ALPI LEPONTINE

Bacino: ADDA - PO

Gruppo Tambò - Stella

365 Ghiacciaio del Pizzo Ferrè

Operatore: Emanuele Congiu (SGL) - Controllo del 2024.08.29

Neve residua di color rosa presente solo nelle zone di maggior accumulo invernale. Da un confronto con le immagini dello scorso anno, l'apertura della grotta presente nella zona frontale risulta più ampia: la caduta di una lastra di ghiaccio che lo scorso anno sembrava pericolante potrebbe esserne la causa principale. Sempre nella zona frontale, a sinistra della grotta (destra idrografica), si è formata un'altra crepa nel ghiaccio che si propaga fin sopra la volta della grotta. Il settore sinistro della fronte è quello che ha subito un maggiore arretramento e assottigliamento del ghiacciaio, purtroppo non quantificabile con il solo confronto fotografico. Sempre in sinistra idrografica è ancora presente, anche se estremamente ridotto, il collegamento tra la zona superiore e quella inferiore del ghiacciaio. Misure frontali non effettuate.

Quota min. fronte: NM

ALPI RETICHE

371 Ghiacciaio Meridionale di Suretta

Operatori: Fabio Villa, Paolo Gallo e Fausto Nonini (SGL) - Controlli del 2024.09.21 e del 2024.11.17

Il rilievo è stato eseguito dopo le prime nevicate della prima metà di settembre che hanno depositato circa 50 cm di neve sul ghiacciaio. Il giorno del rilievo erano ancora presenti circa 40 cm di neve su tutto il ghiacciaio e nella zona periglaciale, il che non ha permesso di ritrovare tutte le paline, né di identificare correttamente la fronte glaciale. Non è stato possibile nemmeno scattare la foto dalla stazione fotografica. Sono stati eseguiti due rilievi aereofotogrammetrici da parte di Paolo Gallo (21 settembre) e Fausto Nonini (17 novembre), in entrambi i casi la neve autunnale non permette di ricavare informazioni utili sull'estensione dell'innevamento residuo e sui margini del ghiacciaio. Misura frontale non eseguita. Hanno collaborato: Giulia Maffioletti, Valentina Macchi, Sandro Orlando, Michele Bozzo (SGL).

Quota min. fronte: 2705 m

390 Ghiacciaio del Passo di Bondo

Operatore: Andrea Barilli (SGL) -

Controllo del 2024.09.07

Il ghiacciaio appare ricoperto di neve su tutta la parte superiore, in particolare quella più orientale, dove la copertura è quasi completa, e lungo i bordi inferiori, dove la neve insieme all'abbondante copertura detritica rende difficile l'individuazione della linea della fronte, che non affiora in maniera evidente in nessun punto. Per quanto riguarda il segnale 1, l'accumulo di neve e detrito non ne consente la misurazione, mentre per il segnale 2 gli affioramenti di ghiaccio si attestano sulla distanza del rilievo 2023, ma si intuisce che in questa zona la fronte si insinua al di sotto del detrito. Queste problematiche costringono a considerare incerta la variazione frontale del ghiacciaio. Considerando che, al momento del rilievo, la percentuale di superficie del ghiacciaio ricoperta di neve superava il 30%, si valuta un decremento tra il lieve e il moderato per il bilancio 2024. Hanno collaborato Samuele Borsatti e Claudia Praticò (SGL).

Quota min. fronte: 2925 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2	70°	100	100 (2022)	0
2	100°	37.5	37.5	0

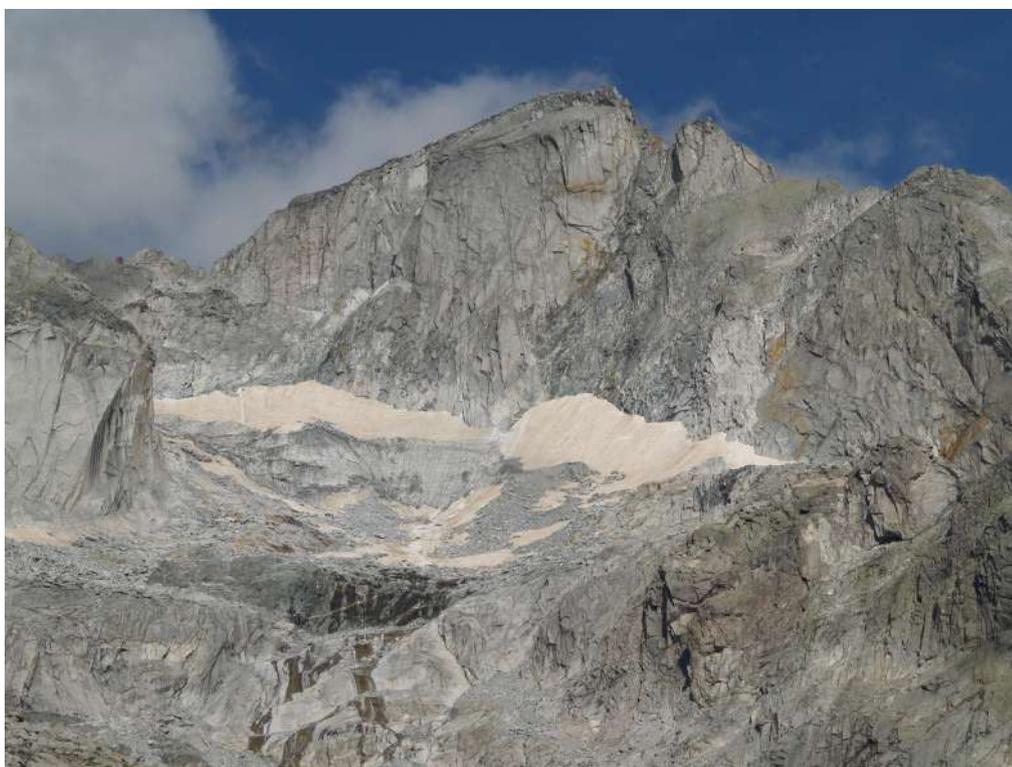
408 Ghiacciaio di Predarossa

Operatori: Massimo Urso e Andrea Amormino (SGL) -

Controllo del 2024.10.07

A causa delle condizioni meteo avverse nel mese di settembre le due uscite di controllo sono state effettuate in ottobre e novembre. Il 7 ottobre il ghiacciaio risultava completamente coperto da neve recente con spessori che già alla fronte arrivavano a 20 cm. Si osservano residui nevai al di fuori della superficie glaciale, soprattutto nel versante sinistro (neve tardiva dell'inverno scorso, in parte derivante dal sovrastante versante serpentinoso).

La fronte è stata individuata facilmente, sempre più posizionata nel settore destro idrografico, a ridosso delle placche rocciose adiacenti alla morena ottocentesca. Si osserva il progressivo disfacimento della fronte stessa (sempre ricoperta da detrito), con evidenti, continui, crolli di piccole porzioni di ghiaccio in corrispondenza dell'uscita del torrente glaciale. Le immagini del ghiacciaio riprese in data 1 novembre (Vitulli - SF 201) forniscono ulteriori interessanti indicazioni. Innanzitutto testimoniano le nevicate del mese di ottobre che hanno aggiunto una buona coltre sopra ai 2900 m. Ma, d'altra parte, indicano che la maggior



390 - Ghiacciaio del Passo di Bondo (foto A. Barilli, 2024.09.07). Panoramica del ghiacciaio che mostra la presenza di neve nella parte alta e copertura detritica sulla fronte. *Overview of the glacier highlighting residual snow-cover in the upper portion and a debris-covered front.*

parte di queste precipitazioni sono state piovose al di sotto di tale quota. In particolare si rileva nei nevai sopramenzionati in sinistra orografica la presenza della traccia sahariana che ha accompagnato le precipitazioni tardo invernali testimoniando quindi la fusione completa del manto nevoso settembrino osservato un mese prima.

Quota min. fronte: 2720 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
1.22 (cf)§	20	67	60 (2023)	-7

§ Nuovo segnale non segnalato in precedenza che sostituisce 1.15 indagando la stessa zona della fronte con il medesimo azimut. Coordinate: 556963.25 E, 5122931.37 N.

408.1 Ghiacciaio della Sella di Pioda

Operatori: Massimo Urso e Andrea Amormino (SGL) -
Controllo del 2024.10.07

Non è stato possibile raggiungere la fronte del ghiacciaio per la presenza continua di placche di neve-ghiaccio alternate a placche rocciose che avrebbero reso problematica e pericolosa la progressione. Le immagini scattate dalla SF 245 indicano un rallentamento dell'arretramento di tale apparato glaciale, mentre un'immagine del 1 settembre scattata da una stazione fotografica occasionale mostra il ghiacciaio ancora coperto per circa il 90% della superficie

da neve dell'inverno precedente. Le brevi fasi di fusione successive a tale data non dovrebbero aver compromesso significativamente l'innevamento, garantendo quindi un bilancio moderatamente positivo. Ha collaborato Riccardo Scotti (SGL) con osservazioni fotografiche.

Quota min. fronte: NM

411 Ghiacciaio Orientale di Cassandra

Operatore: Maurizio De Zaiacomò (SGL) -
Controllo del 2024.11.03

Alla data del rilievo l'innevamento residuo annuale non può essere determinato a causa della presenza di neve fresca. Il manto delle nevicate di ottobre ricopre completamente il ghiacciaio e anche le zone antistanti. Le misure frontali non sono state possibili poiché il margine del ghiacciaio è completamente mascherato. La comparazione di immagini degli anni precedenti, riprese dalla stazione fotografica e dalle stazioni di misura frontali, permette di capire come, alla fine dell'annata in corso, sotto la neve fresca si sia conservato un cospicuo innevamento annuale su buona parte del ghiacciaio. La fronte è sicuramente in parte ricoperta di neve vecchia, con accumuli che riempiono le vallette scendendo per decine di metri verso il basso. La lingua nella parte sinistra del ghiacciaio, molto sofferente negli ultimi due anni sfavorevoli, è coperta da uno spesso accumulo di neve vecchia (alcuni metri), che scende a valle ben ol-

tre il limite inferiore del ghiacciaio. Sono presenti diffusi e cospicui nevai al di fuori del bacino glaciale (per esempio sui pendii a valle della fronte, sotto il Passo Cassandra, sui pianori attorno al lago omonimo, nei bacini del Cassandra Ovest e Centrale). Dalle immagini si apprezza un significativo spessore di neve accumulato in gran parte del bacino glaciale, non solo alla base delle pareti e dei canali del Monte Disgrazia (diversi metri di spessore), ma anche sul pianoro centrale (ca. 3150 m s.l.m.). L'osservazione del detrito superficiale accumulato su questo pianoro negli anni precedenti permette due considerazioni. La prima è il notevole spessore dell'innevamento annuale, con alcuni massi di dimensioni plurimetriche, situati nella parte concava centrale del ghiacciaio, che appaiono in buona parte o completamente ricoperti. La seconda è che i massi si trovano sostanzialmente nella stessa posizione dell'anno precedente, indicando una dinamica limitata. Complessivamente per la stagione si può valutare un bilancio stazionario, con la conservazione di buoni accumuli nevosi. Le immagini satellitari Sentinel-2 del 7 settembre 2024 confermano un innnevamento residuo esteso su oltre il 50% della superficie glaciale.

Quota min. fronte: NM

416 Ghiacciaio della Ventina

Operatori: Mattia Gussoni e Augusto Regazzoni (SGL) -
Controllo del 2024.09.12

La neve della stagione di accumulo è presente su circa il 40% del ghiacciaio; si nota bene il pulviscolo sahariano trasportato dalle intense perturbazioni primaverili (mag-

gior apporto nevoso di tutta la stagione di accumulo). In questo settore appare sempre più evidente uno sprofondamento della massa glaciale. Sul fianco destro, nella fascia tra il Pizzo Cassandra e il Pizzo Giumellino, la finestra rocciosa già segnalata negli scorsi anni ha evidenziato un notevole incremento dimensionale. La ELA è di difficile collocazione a causa della disomogenea copertura nevosa, solo la parte più alta del bacino di accumulo (e in parte sotto le pareti del Cassandra), da quota 2800 m circa, presenta neve stagionale. Materiale detritico ricopre totalmente la parte in destra idrografica della fronte preservando in parte il ghiaccio dall'ablazione. Ha collaborato Virginia Gatti.

Quota min. fronte: 2370 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GR-22 (cf)	186°	50	10	-40

419 Ghiacciaio del Disgrazia

Operatori: Valeria Cipriani (SGL) -
Controllo del 2024.08.31

Alla data del rilievo fotografico dalla SF 217 e grazie alle immagini Sentinel-2 del 9 settembre la neve residua dell'inverno precedente può essere stimata ricoprire circa il 70% del ghiacciaio, portando ad un bilancio di massa leggermente positivo. La copertura nevosa è ancora molto abbondante tanto che i grandi crepacci presenti al di sotto della Sella di Pioda sono quasi completamente invisibili. La ELA è molto irregolare ed è posta a circa 2700 m s.l.m.

411 - Ghiacciaio Orientale di Cassandra (foto M. De Zaiacomo dalla stazione fotografica 206, 2024.11.03). Nonostante l'esposizione meridionale, mantiene un bacino di accumulo ancora capace di conservare la neve grazie ad accumuli valanghivi ed eolici. *Despite its southern exposure, it maintains an accumulation basin still capable of preserving snow thanks to avalanche and wind feeding.*



Rispetto al rilievo dell'anno precedente, è evidente l'assottigliamento della massa glaciale scoperta in corrispondenza della fronte. La copertura detritica permane invariata rispetto al 2023. Il seracco pensile sotto la cima non ha subito modificazioni significative.

Quota min. fronte: NM

422 Ghiacciaio del Sissone

Operatore: Andrea Almasio (SGL) -
Controllo del 2024.09.31

A differenza dello scorso anno, la neve invernale copre buona parte dell'apparato glaciale, mantenendosi anche lungo il margine frontale nella sua parte centrale, così da creare una fascia di raccordo col substrato roccioso e tale da nascondere la zona di distacco del lobo superiore sinistro, come rilevato lo scorso anno. L'indice AAR calcolato al momento dell'osservazione risulta essere attorno a 0.85. La seraccata sopra alla fronte principale si presenta con il caratteristico profilo laterale concavo, con l'elemento terminale appiattito e completamente coperto da detrito. La presenza della neve lungo il fianco sinistro del lobo frontale, lungo una fascia dove fino a tre anni fa c'era ancora il ghiaccio, ha permesso di raggiungere un pianoro posto ai piedi della seraccata, circa 60 m più in alto della zona frontale. Anche nella zona

morenica frontale era ancora presente la neve, che colmava la depressione dove si collocava il piccolo lago segnalato negli scorsi anni. Complessivamente la fronte ha subito un arretramento di pochi metri rispetto all'anno precedente e il bilancio di massa risulta di incremento lieve/moderato.

Quota min. fronte: 2775 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
3B (cf)*	240°	66	59	-7

* Fronte principale.

Gruppo del Bernina

432 Ghiacciaio Inferiore di Scerscen

Operatori: Michele Di Biase e Simone Tassarolo (SGL) -
Controllo del 2024.09.29

La superficie del ghiacciaio si presentava coperta da neve fresca depositatasi pochi giorni prima; rimane comunque ben evidente la copertura detritica in sinistra orografica. L'indice AAR pari a 0.3 e la ELA posta attorno ai 3100 m di quota sono stati definiti ricorrendo a un'immagi-



422 - Ghiacciaio del Sissone (foto V. Cipriani, 2024.08.31). Vista generale del ghiacciaio. A fine agosto la neve invernale e primaverile copriva quasi completamente il ghiacciaio. *General overview. By the end of August, winter and spring snow was still protecting almost the entire glacier surface.*

ne satellitare Sentinel-2, catturata in data 7 settembre 2024. Dal segnale AD09 la fronte dista 547 m e si calcola quindi un arretramento di 13 m dal 2023. La fronte è individuata appena si ritiene presente ghiaccio vivo sotto la spessa copertura detritica. La quota media frontale è prossima ai 2800 m. Il caposaldo di riferimento segnale AD09 posizionato sulla morena settentrionale si presenta deteriorato ed è stato riverniciato in blu per migliorarne la visibilità. Anche quest'anno il segnale MDZ15 non è stato individuato e si conferma perso a causa di cedimenti della morena su cui era posizionato. In aggiunta si sono prese le coordinate GPS del limite 2024 in una porzione frontale libera da detrito da cui eventualmente avviare misure dal prossimo anno; si presentano di seguito le motivazioni.

La fronte in prossimità del segnale di misura presenta una copertura detritica di varia granulometria spessa diversi decimetri e si ritiene che ciò agisca dissipando la radiazione incidente, proteggendo quindi il ghiaccio sottostante e riducendone i tassi di fusione. In aggiunta, questa posizione di misura si trova facilmente investita da accumuli valanghivi provenienti dal Pizzo Sella che possono alterare la copertura nivale e il dato di fusione. La combinazione di questi fattori restituisce un dato non rappresentativo e non estendibile al comportamento di tutta la fronte. Per compensare queste situazioni si ritiene interessante acquisire misure anche in porzioni libere da detrito. Per le future misurazioni si propone di utilizzare come riferimento anche la nuova posizione GPS archiviata da SGL e posta in esatta corrispondenza della fronte libera da detrito nel 2024. La necessità di trovare nuovi riferimenti per future misure è anche data dalla precarietà della zona su cui si trova il segnale AD09 e eventuali altri segnali lungo lo stesso azimut; il segnale attuale è infatti posizionato su una morena non consolidata e perciò sottoposta a cedimenti che rischiano di far perdere il/i segnale/i di misura.

Quota min. fronte: 2800 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AD09 (cf)*	300°	547	534	-13

* Lobo settentrionale, principale.

435 Ghiacciaio di Caspoggio

Operatore: Roberto Porta (SGL) -
Controllo del 2024.09.01

La fronte è ricoperta da uno strato di detriti di piccole/medie dimensioni e qualche blocco di dimensioni maggiori. Si osserva l'emersione di una grande finestra rocciosa al centro e la formazione di tre grotte glaciali dove termina la copertura detritica. La neve residua dell'anno è presente mediamente su circa il 30% della superficie.

Quota min. fronte: 2725 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
TZ13	116°	38	35	-3
PR28	130°	21	21	0

439-440 Ghiacciai Occidentale e Orientale di Fellaria

Operatori: Riccardo Scotti, Angelo Libera, Fausto Nonini e Giovanni Prandi (SGL) - Controllo del 2024.11.01

Il ghiacciaio è stato visitato numerose volte durante la stagione estiva in conseguenza delle varie attività di monitoraggio in corso nelle diverse zone del ghiacciaio che comprendono: bilancio di massa puntuale (sia di accumulo che netto), monitoraggio fotografico con time-lapse camera, bilancio geodetico con tecnica aereofotogrammetrica (lingua orientale e Altipiano di Fellaria).

L'indice AAR raggiunge quest'anno il valore di 0.54 in virtù di una copertura nevosa che diventa continua attorno ai 3400 m s.l.m. sull'altipiano di Fellaria. Il dato è stato calcolato integrando l'innevamento visibile sulle immagini Sentinel-2 dell'7 settembre 2024 con la superficie complessiva del ghiacciaio aggiornata al 2023. Il valore AAR è stato calcolato quest'anno escludendo le due porzioni del ghiacciaio separate lo scorso anno che, di fatto, non hanno più alcun collegamento con il corpo principale del ghiacciaio. Considerandole invece ancora come parte integrante del ghiacciaio il dato complessivo scenderebbe a 0.51. Di queste due porzioni, il ripido ghiacciaio indipendente che scende tra i Pizzi Zupò e Argient presenta innnevamento residuo abbondante, arrivando ad un AAR di 0.69. Dopo i crolli del 2023 la fronte a falesia si è stabilizzata ma permane in posizione precaria su un pendio molto ripido.

Lungo l'isoipsa di 3500 m, che taglia trasversalmente l'Altipiano di Fellaria, il bilancio annuale è stato calcolato partendo dal dato di accumulo di 7 m di neve (4.55 m w.e.) rilevato da ARPA Lombardia il 5 giugno. Il 18 giugno sono state posizionate 4 paline temporanee in legno da 4 m per valutare la fusione estiva. Tali paline sono state lette il 27 luglio e il 16 agosto, mentre al rilievo finale del 15 ottobre è stato possibile ritrovare solo la palina n. 2 a causa dei 140 cm di neve fresca già presenti sul ghiacciaio. Il bilancio netto medio lungo l'isoipsa 3500 m vede un accumulo di 2.7 m di neve che, considerando una densità di 650 kg/m³, diventano +1.63 m w.e. Tale valore è probabilmente sottostimato visto che si riferisce alla densità misurata il 5 giugno, con probabile ulteriore incremento nei mesi successivi. Nella breve serie storica il dato è inferiore al 2020 (+2.1 m w.e.) e al 2021 (+1.85 m w.e.) e superiore al 2023 (+0.45 m w.e.) mentre il 2022 rimane l'unico anno con bilancio netto negativo (-1.56 m w.e.) anche a tale quota.

Nel settore occidentale, presso il sito di misura della fusione superficiale del Passo Marinelli a 3080 m s.l.m. attivo dal 2012, il ghiacciaio ha subito una perdita di spessore di 1.07 m, per un bilancio netto di -0.96 m *w.e.* Il valore è inferiore alla media 2012-2023 pari a -1.61 m *w.e.*

La fronte orientale continua a perdere spessore ed arretrare. Il lago glaciale, sempre a contatto con la fronte a falesia, è rimasto quest'anno ghiacciato più a lungo rispetto alla media degli ultimi anni, spostando il picco di eventi di *calving* alla seconda parte dell'estate e nell'autunno inoltrato, tanto che tale fenomeno era ancora del tutto attivo nei primi giorni di novembre. I conoidi di ghiaccio rigenerato, dopo due anni di fortissima contrazione, vedono quest'anno una relativa stabilizzazione di estensione e spessore. La finestra rocciosa emersa nel 2023 al di sopra della falesia di ghiaccio, a monte della grande falesia rocciosa che interrompe il flusso del ghiacciaio, è quest'anno parzialmente nascosta da neve dell'anno e ghiaccio.

In data 29 agosto 2024 è stato posizionato un nuovo segnale di misura frontale sulla lingua del Ghiacciaio Occidentale di Fellaria (1/24, contrassegnato con il triangolo di colore blu). L'ultima misura era stata effettuata nel 2005 dai segnali Z00 e dal segnale CC05 (posizionato in quell'anno e mai pubblicato in precedenza). Grazie al modello digitale del terreno ad alta risoluzione del 2021 prodotto da CGR e acquistato da SGL e all'ortofoto Google Earth del 17 ottobre 2022 è stato possibile effettuare una proiezione cartografica dell'arretramento del ghiac-

ciaio nell'intervallo 2005-2022 lungo l'azimut 290° del segnale CC05. Considerata una distanza cartografica di 510 m tra CC05 e la posizione della fronte e una differenza di quota di 235 m, la distanza reale equivale a 561 m. L'arretramento reale dal 2005 al 2022 può dunque essere quantificato in 524.5 m. Per il 2025 è in programma un rilievo aereofotogrammetrico da drone che permetterà di effettuare la medesima misura da CC05 per il 2025, agganciando in questo modo la nuova serie di misure con quella precedente. Il nuovo segnale 1/24 monitora la stessa porzione di fronte di CC05, visto che il punto di intersezione tra CC05 e la fronte lungo l'azimut 290° dista solo una cinquantina di metri dal segnale 1/24. Il nuovo azimut (315°) inaugurato quest'anno dal segnale 1/24 è più adatto alla direzione di flusso attuale del ghiacciaio. Un ulteriore nuovo segnale (2/24) è stato creato (solo ometto) per monitorare le fluttuazioni della lingua della porzione di ghiaccio segregatasi dal Ghiacciaio Occidentale di Fellaria negli ultimi anni. Le misure di questo segnale non vanno mediate con quelle della fronte principale, trattandosi di una porzione completamente separata del ghiacciaio principale.

Nonostante i processi di riduzione delle porzioni inferiori del ghiacciaio non si arrestino, seppur mostrino una minore intensità rispetto agli ultimi anni, il discreto innervamento residuo dei bacini di accumulo, capace di portare l'AAR a valori attorno a 0.5, permette al ghiacciaio un bilancio complessivamente di equilibrio.



440 - Ghiacciaio Orientale di Fellaria (foto R. Scotti da drone, 2024.11.01). Si notino i fenomeni di *calving* ancora attivi a inizio novembre. I conoidi di rimpasto ai piedi del gradino roccioso continuano a ridimensionarsi, sebbene in modo meno rapido rispetto ai due anni precedenti. *The front of the Eastern Fellaria Glacier from a drone flight. Note the calving processes still active at the beginning of November. The regenerated ice cones below the rock wall are shrinking, even if more slowly than in the two previous years.*

La fotocamera time-lapse presso il Bivacco Pansera ha subito un malfunzionamento nel mese di giugno che non è stato possibile risolvere nelle missioni successive. Verranno effettuati nuovi tentativi nel 2025. Hanno collaborato: Matteo Oreggioni, Davide Colombaroli, Michele Oggioni, Marco Manni, Daniele Bonacina, Alessandro Orlando, Luca Quinzanini, Massimiliano Costantin, Paolo Gallo, Marco Milesi, Tommaso Porro, Miriam Toaldo, Claudia Praticò, Filippo Rephisti, Sebastiano Borsatti (SGL), Matteo Fioletti (APRA Lombardia), Nadia Marconato, Franco Scotti, Enrico Pelucchi, Clarissa Ruffoni, Diletta Lizzadro, Michele Comi, Francesco Spini e gruppo studenti Liceo Scientifico Nervi-Ferrari di Morbegno.

Quota min. fronte: 2565 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CC05*	290°	561 [^] (2022)	36.5 (2005)	-524.5
1/24*§	315°	15.5	-	-
2/24**§	140°	84.5	-	-

[^] Dato ottenuto da fotointerpretazione.

§ Nuovo segnale, 1/24 coordinate: 572130 E, 5132973 N, quota 2830 m s.l.m.; 2/24 coordinate: 571887 E, 5132742 N, quota 2823 m.

* Ghiacciaio Occidentale di Fellaria.

** Fronte di una porzione distaccata del Ghiacciaio Occidentale di Fellaria.

443 Ghiacciaio del Pizzo Scalino

Operatori: Andrea Monti, Stefano Leoni e Elisa Lietti (SGL) - Controllo del 2024.09.21

Il ghiacciaio si presenta ricoperto da esili residui dalla nevicata di metà settembre, tale da non permettere di individuare la *snow-line* a vista. Questa viene individuata a 3000 m di quota nel corso della progressione su ghiacciaio. Con elaborazione GIS si calcola che la copertura nevosa interessa il 30% circa del corpo glaciale.

La porzione inferiore del ghiacciaio ha mostrato un arretramento relativamente contenuto rispetto all'anno precedente, anno in cui si è verificata la fusione di un'ampia superficie. Presso la fronte occidentale, il lago di contatto glaciale presente nel 2023 si è svuotato a seguito dell'erosione dello sbarramento morenico a valle, evitando quindi una fusione accelerata della fronte glaciale per mezzo del fenomeno di *calving*. Anche la fronte orientale ha registrato un arretramento di 8 m (AM22), nonostante possieda uno spessore esiguo. La misura "frontale" che dava continuità alla serie storica di dati riferiti alla lingua del Cornetto, sebbene ormai da anni misurasse un arretramento laterale e non frontale del corpo glaciale (SL22), non è stata effettuata a causa della presenza di un nuovo piccolo specchio d'acqua di contatto glaciale interposta tra la stazione di misura e il corpo glaciale. Inoltre, tale porzione di ghiaccio risulta da quest'anno ghiaccio morto,



443 - Ghiacciaio del Pizzo Scalino (foto A. Monti dalla stazione fotografica 344, 2024.09.21). Fronte occidentale. Il lago di contatto glaciale presente nel 2023 si è svuotato a seguito dell'erosione dello sbarramento morenico a valle. *The ice-contact lake present in 2023 has emptied following the erosion of the downstream morainic ridge.*

in quanto staccatosi dal corpo glaciale a seguito dell'apertura di un'ampia finestra rocciosa. Si registra quindi una rilevante regressione laterale del ghiacciaio presso tale area, stimata tramite fotografie satellitari (Google Earth 2022) in circa 70 m. Per quanto riguarda le misure delle paline ablatometriche, nonostante la presenza di residui nevosi invernali presenti sporadicamente anche all'esterno della porzione inferiore del ghiacciaio a seguito del forte innevamento della primavera 2024, la palina 1_2023 ha registrato una perdita di 275 cm e la palina 2_2023 di 170 cm, misure confrontabili con annate che non hanno registrato accumuli nevosi comparabili.

La palina 4_2018 non è stata individuata. Non si esclude che si sia verificata una rottura della palina stessa a seguito del rotolamento di massi provenienti dal corpo di frana adiacente. Ciò nonostante, presso tale punto di monitoraggio viene attribuito il valore di fusione pari a 0 in quanto ubicato al di sopra della *snow-line*. Presso tale sito, posto a 3050 m di quota, viene stimato uno spessore della neve residua di 30-50 cm.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AM22 (dl)	215°	40	32	-8
SL23 (sl)	184°	22	14	-8

Gruppo Piazzini - Campo

473 Ghiacciaio Orientale di Dosdè

Operatori: Andrea Toffaletti, Marco Milesi e Aldo Nicolini (SGL) - Controllo del 2024.09.07

L'innevamento molto consistente che, a fine del periodo di accumulo, era presente sull'apparato glaciale, si è rapidamente fuso nel corso dei mesi estivi, in particolare a partire dalla seconda metà del mese di luglio, con un'accelerazione nel mese di agosto. L'apparato è risultato coperto da neve residua invernale fino agli ultimi giorni di luglio, quando è andato via via scoprendosi.

Alla data del rilievo, il ghiacciaio risultava così coperto solo per circa il 20% della sua superficie da neve residua dell'anno. Le zone innestate si trovano nell'ampio pianoro che giace alla base dei pendii sommitali che ne cingono il limite superiore. Il ghiacciaio sta subendo importanti modificazioni morfologiche proprio in questo punto, con il rapido ingrandimento delle finestre rocciose sul punto più ripido del pendio sotto la Punta d'Avedo, tanto che nei prossimi anni potrebbe verificarsi una separazione tra la zona di accumulo più ad ovest e la parte mediana. I bordi

del ghiacciaio in destra idrografica risultano rialzati rispetto al substrato, con grandi fratturazioni lungo i margini. Consueta, cospicua, copertura morenica in zona sinistra idrografica. Lungo il margine frontale il ghiacciaio si sta comportando in modo singolare, con forte ritiro del settore di destra idrografica, più contenuto nel settore centrale e orientale della lingua. Ha collaborato Valentino Sosio (SGL).

Quota min. fronte: 2625 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Toffa21	165°	62.5	49	-13.5
Toffa22 (cf)	175°	49	49	0
GLT23 (df)	145°	55.5	48	-7.5

Gruppo Ortles - Cevedale

502 Ghiacciaio di Gran Zebrù

Operatore: Matteo Fioletti (ARPA Lombardia) - Controllo del 2024.10.15

Il ramo occidentale del ghiacciaio appare con spessori ridottissimi ed è ormai arroccato sul cambio di pendenza, privo di una vera e propria lingua, e totalmente senza spinta. È ancora presente il piccolo lago marginale, ormai notevolmente distanziato dalla lingua.

Il ramo occidentale continua a essere caratterizzato da una morfologia complessa a causa dell'abbondante detrito sopra-glaciale di natura calcarea che ricopre interamente la parte inferiore del ghiacciaio e ne rende difficile la comprensione della dinamica. Dalle evidenze di campo si può supporre la presenza di due aree distinte. La prima, posta più a valle, risulta abbondantemente ricoperta da detrito: la morfologia evidenzia la presenza di ghiaccio sottostante (il quale affiora in più punti specialmente nelle incisioni prodotte dall'acqua di fusione), tuttavia si ritiene non vi sia dinamica, e che tale settore sostanzialmente non sia più in collegamento dinamico con il bacino di accumulo e sia da considerarsi quindi ghiaccio morto. La parte superiore, invece, è caratterizzata dalla presenza del ghiacciaio vero e proprio, il cui andamento rispecchia il trend in atto, ossia quello di un progressivo regresso: gli spessori della fronte sono ridotti, sebbene il collegamento con la zona di accumulo sia diretto, e l'alimentazione sia favorita anche dall'intensa attività valanghiva invernale correlata ai ripidi pendii sud del Gran Zebrù. Si osserva la presenza di massi e detriti sopra-glaciali di pezzatura medio grossa.

473 - Ghiacciaio Orientale di Dosdè (foto A. Toffaletti dalla stazione fotografica 424, 2024.09.06). Panoramica del ghiacciaio. Si noti l'assenza di una *snow-line* ben definita e l'incremento della copertura detritica in sinistra idrografica. *Note the absence of a well-defined snow-line and the increase in debris-cover on the left hydrographic portion.*



502 - Ghiacciaio di Gran Zebrù (foto D. Colombarolli dalla stazione fotografica 520, 2024.08.21). Panoramica del ghiacciaio. Le due fronti glaciali sono scoperte e sempre meno potenti. Innevamento presente in modo discontinuo nella porzione superiore. *Panoramic view of the glacier. The two fringed fronts are snow-free and increasingly thinning. Discontinuous snow-cover in the upper portion of the glacier.*



Quota min. fronte: 3105 m (fronte centrale), 3150 m (fronte occidentale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CFG23*	34°	50	33	-17
GFC23**	326°	68	48	-20

* Ramo centrale.

** Ramo occidentale.

503 *Ghiacciaio di Cedè*

Operatore: Matteo Fioletti (ARPA Lombardia) -
Controllo del 2024.10.14

La lingua meridionale del ghiacciaio si è progressivamente ritirata dalla piana basale e attualmente è arroccata nella parte inferiore del ripido pendio sovrastante. La spinta dal bacino di accumulo è sempre più flebile. Pertanto, la lingua anno dopo anno appare smagrita e ridotta sia come estensione longitudinale che come spessore. Sulla piana sottostante, in destra idrografica, è sempre presente

un piccolo lago periglaciale. La parte frontale della lingua settentrionale appare fortemente ridimensionata in termini di spessore di ghiaccio. La conca glaciale che ospita la fronte è svuotata e appiattita; pertanto, gli spessori della lingua sono modesti. Presenza di detrito sopra-glaciale, di pezzatura medio-grossa, sparso sull'intera fronte.

Quota min. fronte: 2855 m (lingua meridionale) e 3000 m (lingua settentrionale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FCG23*	131°	51	33	-18
CF21**	122°	71	55	-16

* Lingua meridionale.

** Lingua settentrionale.

507 Ghiacciaio del Palon della Mare

Operatori: Luca Farinella e Valentino Sosio (SGL) -
Controllo del 2024.10.06

L'importante innevamento primaverile si riduce in modo significativo dal mese di luglio. Alla data del 4 agosto emergeva ghiaccio in corrispondenza dei pendii più ripidi oltre quota 3200 m e in qualche porzione presso la fronte. La fusione è progredita in modo notevole fino a inizio settembre. Grazie alle immagini Sentinel-2 del 7 settembre è possibile stimare un AAR vicino 0.5. Grazie alle abbondanti nevicate in corrispondenza del punto di controllo misurato con tecnica aereofotogrammetrica, il ghiacciaio ha perso quest'anno 1.7 m (2.7 m nel 2023 e 4.5 m del 2022). Hanno collaborato Demis Sosio e Samuele Bedognè.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
D3 (cf)*	22°	188.5	179.5	-9

* Lobo centrale.

507.1 Ghiacciaio dei Forni

Operatori: Riccardo Scotti e Valentino Sosio (SGL) -
Controlli del 2024.09.22, 2024.10.05 e 2024.10.06

Ghiacciaio dei Forni Centrale - La progressiva risalita estiva della ELA si blocca con la nevicata del 9 settembre. Una sequenza di nevicate tra fine settembre e ottobre rallenta la fusione in quota, mentre la lingua si scopre nuovamente a fasi alterne fino all'episodio nevoso del 14 novembre che chiude definitivamente la stagione di ablazione. La neve residua a fine estate è molto più abbondante rispetto

agli anni precedenti, collocandosi in modo irregolare nei pianori dai 3000 ai 3200 m s.l.m., mentre diventa pressoché continua nei bacini a nord del Colle degli Orsi e tra la Punta S. Matteo e il Monte Giumella. Le porzioni più ripide, inclusa la parete nord della Punta Cadini, rimangono completamente scoperte. Il ghiacciaio nella sua porzione inferiore continua il trend di regresso con l'ampliamento delle finestre rocciose e la formazione di nuovi crepacci circolari. La volta della bocca del ghiacciaio è collassata per decine di metri, tanto che alla data del rilievo è possibile avanzare accanto al torrente ablatore tra pareti di ghiaccio quasi verticali per un centinaio di metri. L'arretramento frontale è valutato sui segnali di misura presenti nelle due porzioni laterali più prominenti. In sinistra idrografica CO22 rimane un utile riferimento mentre SGL22 è stato affiancato da SGL24. In destra idrografica la misura di SL23 è stata effettuata su due azimut (162° e 152°) ma il valore utilizzato per la media complessiva della fronte è la media delle due letture (-17.5 m).

Ghiacciaio Orientale dei Forni. Il ghiacciaio prosegue la sua fase di contrazione frontale nonostante un innevamento maggiore rispetto agli anni precedenti. La ELA, molto irregolare, si attesta attorno a 3200-3300 m s.l.m. In corrispondenza della palina 9.20 la superficie del ghiacciaio si è abbassata circa 1.3 m (lettura da aerofotogrammetria resa difficile per la presenza di neve, palina non ritrovata). Poco più a valle, dove le pendenze sono inferiori e l'accumulo di neve primaverile maggiore, il ghiacciaio si è abbassato di circa 1 m. Lo stretto solco lasciato dalla fusione del ghiacciaio lungo il bordo ovest a quota 3070-3100 m risulta alla data del rilievo ancora più evidente. Rilievo effettuato il 6 ottobre, ha collaborato Demis Sosio.

Ghiacciaio Occidentale dei Forni. Dei ghiacciai dell'Alta Valtellina, l'Occidentale e il Centrale dei Forni sono i ghiacciai che nei mesi estivi iniziano a scoprirsi prima. Già al 4 agosto fino a quota 2850 m emerge ghiaccio in ampie porzioni del ghiacciaio. A fine stagione la ELA appare molto irregolare ma riesce comunque a lambire i pianori tra 3000 e 3050 m s.l.m. alla base dell'ampia bastionata rocciosa tra la Punta Pedranzini e la Punta S. Matteo. Le porzioni superiori, molto ripide, sono solo parzialmente innevate, compreso il grande scivolo settentrionale della Punta S. Matteo. Il ghiacciaio si abbassa presso la fronte da 2 a 3.5 m di altezza; a quota 2823 m il ghiacciaio si abbassa di 2 m. Emerge lungo il bordo nord un nuovo cordone di roccia. A quota 2980 m, in corrispondenza della palina 13.20, il ghiacciaio nel 2021, 2022 e 2023 ha perso rispettivamente 1.7, 4.0 e 2.5 metri di quota. Quest'anno non si è riusciti ad effettuare la misura ma si stima un abbassamento di 2 m circa. Il ghiacciaio è arretrato lungo l'azimut di 227° passante per SM23 (triangolo giallo su masso) di 13 m (16 m lo scorso anno). Rilievo del 5 ottobre, ha collaborato l'accompagnatore Samuele Bedognè.

507.1 - Ghiacciaio dei Forni (progetto Planet Watch, webcam Tikee SGL, 2024.08.29). Panoramica del ghiacciaio. Al termine della stagione di ablazione in tutti i bacini di accumulo innevamento discontinuo sopra i 3000-3300 m s.l.m. *Panoramic view of the glacier. At the end of the ablation season, in all the accumulation basins, discontinuous snow-cover above 3000-3300 m a.s.l.*



Quota min. fronte: 2515 m (centrale), 2835 m (orientale), 2730 m (occidentale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SGL22*	138°	121	71	-50
CO22*	134°	77.5	45	-32.5
SL23*	162°	26	18	-8
SL23*	152°#	50	23	-27
SMO23**	227°	49	36	-13
SME23***	107°	14	6	-8

* Ghiacciaio Centrale dei Forni.

** Ghiacciaio Occidentale dei Forni.

*** Ghiacciaio Orientale dei Forni.

Il dato corregge quanto pubblicato in precedenza.

512.1 Ghiacciaio del Dosegù

Operatori: Aldo Borghi, Luca Bolognini, Alessandro Nardon e Cristian Nardon (SGL) - Controllo del 2024.09.29

L'ELA risulta difficilmente rilevabile causa una nevicata che ha portato accumuli di 20 cm di neve fresca su tutta la superficie del ghiacciaio. Grazie alle foto scattate a fine agosto possiamo stimare un valore a fine stagione attorno 3350 m s.l.m. Il segnale AB18 è tornato ad essere misurabile ma, a causa della situazione della fronte, caratterizzata da ampie zone di ghiaccio collassate, da aree caratterizzate da grandi quantità di limo e ghiaccio morto, la posizione effettiva può essere solo stimata a 182 m dal segnale. Tale misura non viene quindi presa in considerazione nel computo finale

della variazione frontale. I segnali che rimangono significativi e vale la pena di continuare a misurare sono: A08ter e AB22. La variazione frontale media risulta di -28.5 m rispetto al 2023. La ELA, l'assottigliamento della seraccata, soggetta a colate di massi detritici dall'interno a causa della gran quantità di acqua di fusione, e i circa 180 cm di perdita di ghiaccio misurati alla palina 1 ci portano a valutare la situazione complessiva del ghiacciaio in decremento lieve.

Quota min. fronte: 2885 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A08ter	40°	138	89	-49
AB22	105°	38.5	28.5	-10

516 Ghiacciaio della Sforzellina

Operatore: Claudio Smiraglia (CGI) - Controllo del 2024.09.05

Il ghiacciaio presenta un limitato accumulo nei coni da valanga ai piedi della parete del Corno dei Tre Signori, che si alternano a fasce di ghiaccio scoperto con evidenti foliazioni e a fasce detritiche longitudinali. Sempre in incremento sia l'estensione della copertura detritica sia l'ampiezza delle placche montonate emergenti nel settore centrale, probabile preludio a una netta frammentazione del ghiacciaio in due settori. La zona frontale, bordata da piccoli specchi d'acqua, è totalmente ricoperta da detrito e ha perso gran parte della sua convessità, se si eccettuano piccole falesie di ghiaccio. Tutto ciò rende molto imprecisa la delimitazione del perime-

tro del ghiacciaio. La misura è stata effettuata lungo la direzione usuale dal segnale CS2 fino al punto dove con sondaggi manuali è stato individuato il ghiaccio situato più a valle.

Quota minima fronte: 2830 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CS2 (cf)	130°	43	28	-15

Gruppo Orobie

541 Ghiacciaio dei Marovin

Operatori: Riccardo Scotti, Angelo Libera e Davide Colombaroli (SGL) - Controllo del 2024.09.21

Il ghiacciaio è stato osservato numerose volte durante l'estate, con un rilievo ravvicinato il 21 settembre. Grazie agli eccezionali accumuli nevosi primaverili di origine valanghiva, il ghiacciaio è rimasto per l'intera estate coperto da neve

dell'anno. Si è scoperta solo una piccola porzione coperta da detrito nella zona frontale, mentre il ghiaccio emerge in alcune modestissime chiazze nella zona mediana. Un innervamento più esteso e consistente a fine estate negli ultimi 25 anni è stato rilevato soltanto nel 2014 e nel 2001, mentre risulta comparabile quello rilevato nel 2004 e nel 2009. Non è stato possibile effettuare le misure frontali stante la copertura nevosa invernale che persiste anche nei pressi della fronte. Dopo le due annate peggiori da quando si effettuano i rilievi, il 2024 chiude sicuramente con un bilancio di massa positivo grazie all'indice AAR valutabile a 0.95.

Quota min. fronte: 2075 m

543 Ghiacciaio del Lupo

Operatori: Riccardo Scotti, Angelo Libera e Marco Manni (SGL) - Controlli del 2024.09.21 e 2024.11.09

Il ghiacciaio è stato visitato in 5 occasioni durante il semestre estivo. I rilievi nivologici per il calcolo del bilancio invernale ed i sondaggi della neve su tutta la superficie del



541 - Ghiacciaio dei Marovin (foto R. Scotti dalla stazione fotografica 784, 2024.09.21). Panoramica del ghiacciaio. La neve di origine prevalentemente valanghiva copre quasi completamente il ghiacciaio. *General view of the glacier; the snow, mainly from avalanches, almost completely covers the glacier's surface.*

ghiacciaio sono stati effettuati l'8 giugno, mentre la neve e le paline sono state nuovamente misurate il 31 luglio, il 3 agosto, il 31 agosto e il 21 settembre (volo aereofotogrammetrico con drone). Il rilievo finale è stato effettuato l'11 novembre con il ghiacciaio ancora completamente libero da neve autunnale, sebbene con fusione quasi completamente bloccata.

Alla data dell'8 giugno la media dell'altezza neve nei 3 storici punti di misura è di 866 cm, il secondo valore più alto dell'intera serie di dati iniziata nel 1996 (record nel 2001 con >900 cm). L'altezza neve è il 92% maggiore rispetto alla media 1996-2023, mentre il bilancio di accumulo distribuito sull'intera superficie del ghiacciaio (5.3 m *w.e.*) è di gran lunga il più positivo dal 2007 (inizio serie).

Grazie a queste condizioni nivologiche iniziali radicalmente diverse rispetto ai due anni precedenti, il ghiacciaio inizia a scoprirsi ai primi di agosto, molto più tardi della media degli ultimi anni. La forte fusione fa comunque perdere molta più neve rispetto alle stagioni molto nevose del passato. Al 31 luglio la neve nei 3 punti campione si riduce a 392 cm, valore distantissimo dai 700 cm del 16 luglio 2021 e secondo anche al 2014. Al 31 agosto rimangono 132 cm, meno che nel 2014, 2009 e 2001, quando ancora erano presenti a fine agosto 440 cm di neve. La fusione prosegue, seppur in modo meno intenso, anche nei mesi autunnali. Al 21 settembre lo spessore medio del-

la neve vecchia scende a 111 cm, con valore azzerato al punto 2 in corrispondenza delle due paline storiche P1 e P2. La neve continua a fondere in ottobre inoltrato, stabilizzando il dato medio dei 3 punti a 89 cm il 9 novembre. Complessivamente, quindi, nella stagione di ablazione 2024 sul ghiacciaio la fusione ha provocato la perdita di circa 780 cm di neve.

Le paline 3 e 4 hanno visto bilanci puntuali positivi per 0.7 e 1.5 m *w.e.*, mentre le altre 4 hanno visto bilanci negativi con valori variabili tra -0.4 m *w.e.* (P5) e -1.5 m *w.e.* (P6). Le due paline più longeve, poste al centro del ghiacciaio, hanno visto perdite di -0.5 m *w.e.* (P1) e -1.0 m *w.e.* (P2). La neve sul ghiacciaio si è conservata su tutti i margini, mentre il ghiacciaio si è scoperto al centro per un AAR di 0.53 calcolato sulla superficie glaciale aggiornata al 2023. Il bilancio di massa netto esteso all'intera superficie del ghiacciaio è pari a -0.0 m *w.e.*, con un conseguente bilancio estivo di -5.3 m *w.e.*, il valore più elevato dell'intera serie di misure dopo il 2022 (-4.9 m *w.e.*)

La fronte è sepolta da uno spesso e compatto strato di neve di origine valanghiva che rende impossibili le misure frontali. La concavità formatasi con lo svuotamento e l'arretramento del margine frontale negli ultimi anni sta facilitando significativamente l'accumulo nevoso, tanto da rendere sempre più saltuaria la possibilità di effettuare misure, ma riducendo di molto il progressivo ritiro della fronte.



543 - Ghiacciaio del Lupo (foto M. Oggioni da drone, 2024.09.21). Panoramica del ghiacciaio. La neve residua copre il 53% della superficie del ghiacciaio lasciando scoperta la parte centrale. *Panoramic view of the glacier. The winter snow-cover is distributed on the glacier lateral margins covering 53% of the glacier surface.*



577 - Ghiacciaio Occidentale di Pisgana (foto F. Repishti, 2024.09.15). Il collegamento della lingua valliva con il bacino di accumulo è sempre più limitato. *The connection of the glacier tongue with the accumulation basin is increasingly tight.*

In data 3 agosto grazie all'impegno di Davide Colombarolli (SGL) è stata installata una nuova webcam presso il Bivacco Corti, capace di riprendere il ghiacciaio ogni 45 minuti. La fotocamera è operativa tutto l'anno e andrà a sostituire il sistema precedente che prevedeva la presenza di una smartphone camera al Bivacco e una time-lapse camera con fotocamera mirrorless solo nei mesi estivi. Hanno collaborato: Matteo Oreggioni, Michele Oggioni, Matteo Crippa, Alessandro Manni, Davide Colombarolli (SGL), Marco Masserini, Michele Castellazzi, Nicola Castellazzi.

Quota min. fronte: 2445 m

BACINO: OGLIO - PO

Gruppo Adamello - Presanella

577 Ghiacciaio Occidentale di Pisgana

Operatori: Paolo Pagliardi e Andrea Scaltriti (SGL) -
Controllo del 2024.09.15

Persiste la lingua glaciale che scende nel settore ovest, anche se progressivamente assottigliata e sempre più isolata. Si osserva una rapida evoluzione della morfologia della fronte, la quale si presenta appiattita e parzialmente ricoperta da detrito. Cambiamenti anche nella zona limitrofa alla fronte, con conseguente spostamento dei laghi di fusione e degli accumuli di detrito. La copertura nevosa residua è principalmente presente alle falde delle pareti che costi-

tuiscono il circo glaciale (in particolare alla base dei Corni di Bedole e Cima dei Frati). La AAR non è superiore a 0.2. Dei quattro piccoli specchi d'acqua recentemente comparsi a valle della fronte, il più meridionale sembra essersi espanso notevolmente sommergendo il segnale PSG22 e rendendo quindi impossibili le misure di variazione tra il 2023 e il 2024. È presente una grotta glaciale alla fronte, con segni di cedimento progressivo della volta a causa dell'erosione operata dall'acqua. Hanno collaborato Simone Pota, Claudia Capelli, Giovanni Prandi, Piera Federici e Filippo Rephisti (SGL).

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PSG24§	150°	17	-	-

§ Nuovo segnale, coordinate: 617613.59 E, 5117209.72 N, quota 2645 m.

581 Ghiacciaio del Venerocolo

Operatore: Paolo Pagliardi (SGL) -
Controllo del 2024.09.15

Buoni accumuli nevosi alla base della parete della cima dell'Adamello, a causa delle ingenti nevicate dell'inverno e delle valanghe conseguenti. Rispetto all'anno precedente si nota una certa riduzione delle zone crepacciate. Nonostante ciò, appare sempre in ampliamento, anche se in modo meno marcato rispetto agli ultimi anni, la grande finestra rocciosa nel settore centrale. Cospicua anche sul settore dei

Fra la copertura nevosa residua dell'anno alla base delle pareti rocciose. La fronte del corpo principale è arretrata meno rispetto agli scorsi anni. È stato posto un ometto di raccordo sulla direttrice della vecchia misura, più vicino al ghiacciaio, denominato VEN24, per ora senza scritte, che evita il dislivello tra il segnale VEN20 e la fronte, rendendo più agevoli le misure. Hanno collaborato: Simone Pota, Claudia Capelli e Giovanni Prandi (SGL).

Quota min. fronte: 2570 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VEN20	153°	44	40.5	-3.5
VEN24§	153°	21	-	-

§ Nuovo segnale, coordinate: 615445 E, 5114004 N.

608 Ghiacciaio dell'Adamello

Operatori: Amerigo Lendvai, Andrea Scaltriti,
Paolo Pagliardi e Andrea Toffaletti (SGL) -
Controllo del 2024.10.07

La neve sulla superficie del ghiacciaio accumulata da fine ottobre 2023 al 2 giugno 2024, data dei rilievi nivologici, variava dai quasi 600 cm a quota 3250 ai 360 cm della fronte. Al sito di riferimento per l'accumulo invernale sul Pian di Neve (S3), a quota 3100 m circa, sono stati rilevati

540 cm di neve, con un equivalente in acqua di 2580 mm, risultando tra i migliori innevamenti degli ultimi 20 anni. Tale copertura nevosa è rimasta presente alla fronte fino al 15 luglio e fino ai primi di agosto ancora fino a quota a 2900 m circa. Tuttavia, il periodo di caldo intenso e incessante protrattosi per tutto agosto ha compromesso la tenuta della neve, andando a delineare una ELA attorno a quota 3060 m al 7 settembre 2024. Un repentino raffreddamento con ingenti neviccate ha chiuso rapidamente la stagione di ablazione. Si segnala tuttavia che nella seconda metà di ottobre abbondanti piogge si sono registrate fino a quote superiori ai 3000 m, per cui la zona sotto i 2800 m si presume abbia avuto ulteriori lievi fenomeni di ablazione. Il bilancio di massa calcolato con interpolazione dei dati delle paline, della ELA e dei punti di rilievo degli accumuli restituisce un valore di -0.36 m *w.e.*, mentre l'AAR determinato da immagine Sentinel-2 del 7 settembre 2024 è pari a 0.38, coerente con il bilancio lievemente negativo.

Variazioni morfologiche rilevanti rispetto al 2023 si registrano solo presso la fronte del Mandrone che continua la rapida contrazione, con l'allargamento e ulteriore collasso delle voragini circolari in sinistra idrografica e della finestra rocciosa comparsa a fine settembre 2023 in corrispondenza del primo cambio di pendenza, lasciando presagire un'imminente separazione di questa porzione di ghiaccio ormai non più in movimento. Hanno collaborato: Giovanni Prandi (SGL), Christian Ferrari (SAT), Giancarlo De Gasperi e Gianluca Tognoni (PAT).

581 - Ghiacciaio del Venerocolo (foto P. Pagliardi, 2024.09.15). Panoramica del ghiacciaio. La parte terminale è completamente coperta di detrito ed in continuo arretramento. Grandi coni di valanga alla base della parete nord dell'Adamello. *Overview of the glacier. The frontal margin is completely debris-covered and retreating. Large residual avalanche cones below the Adamello north face.*



Settore Triveneto

(Coordinatore: Aldino Bondesan)

ALPI RETICHE

Bacino: SARCA - MINCIO - PO

Gruppo Adamello - Presanella

632 Ghiacciaio di Conca (Orientale Carè Alto)

Operatori: Mario Valentini e Silvio Alberti (SAT) -
Controllo del 2024.09.25

La presenza di neve fresca, accumulata in seguito a una precipitazione avvenuta nel mese di settembre, è stata rilevata con spessori variabili tra 20 e 30 cm. La valutazione della neve residua delle stagioni precedenti non è risultata possibile, poiché la copertura nevosa recente occultava integralmente la superficie glaciale.

Quota min. fronte: 3100 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 2 19	295°	82	74.5	-7.5

637 Ghiacciaio della Lobbia

Operatori: Norman Gasperini e Enrico Valcanover (SAT) -
Controllo del 2024.09.29

La superficie del ghiacciaio risulta coperta da uno strato di neve fresca di pochi centimetri. La fronte presenta un profilo appiattito e termina con una conformazione ad unghia, ad eccezione del settore frontale, dove si osservano blocchi di ghiaccio isolati al limite del ghiacciaio. Dal settore sinistro della fronte origina un torrente proglaciale di notevole portata, che alimenta un piccolo bacino. La copertura detritica è scarsa e circoscritta alle porzioni orientali, in prossimità della base della dorsale Crozzon di Lares - Passo delle Topette. Rispetto al rilievo dell'anno precedente, si registra un generale assottigliamento della fronte.

Quota min. fronte: 2755 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 3A-18	178°	113	105	-8
SAT 3A-23	178°	8	2	-6

639 Ghiacciaio dell'Adamello/Mandrone

Operatori: Enrico Valcanover, Cristian Ferrari
e Francesca Bogoni (SAT) - Controllo del 2024.10.12

L'isola rocciosa situata a livello della seraccata, in corrispondenza del primo cambio di pendenza, osservata a partire dal 2023, ha registrato un'ulteriore espansione durante la stagione estiva 2024. Alla stessa quota, in sinistra idrografica, il ghiacciaio ha subito un restringimento, determinando l'emersione del substrato roccioso. Due dei tre crolli circolari presenti a valle della seraccata, già documentati nel 2023, hanno subito un ulteriore collasso nel corso dell'ultima estate, dando origine a un'ampia insenatura. Il torrente proglaciale si origina dalla profonda porta glaciale situata nel settore centrale della fronte.

Durante la stagione estivo-autunnale 2024, la Commissione Glaciologica della SAT ha condotto diversi sopralluoghi alla fronte del Ghiacciaio del Mandrone. In due occasioni sono stati eseguiti rilievi aerofotogrammetrici tramite drone, rispettivamente il 28 luglio 2024 e il 12 ottobre 2024. La distanza della fronte dal segnale di riferimento (SAT4a-23) ha reso le misure effettuate con il telemetro laser poco affidabili. L'impossibilità di posizionare un nuovo segnale più vicino, a causa della presenza di una piana sabbiosa frequentemente allagata alla base della fronte glaciale, ha reso necessario l'utilizzo dei dati derivati dal rilievo aerofotogrammetrico del 12 ottobre 2024.

L'attuale conformazione della base del ghiacciaio, situata su una piana sabbiosa soggetta a inondazioni, favorisce la formazione di calderoni glaciali, il cui collasso ha determinato, negli ultimi anni, una rapida e continua evoluzione della fronte. Al momento delle ultime misure, la fronte risultava caratterizzata da un'ampia e profonda insenatura, derivante dal crollo di una porzione di ghiaccio, già avviato nella stagione precedente. In questo contesto, una variazione di pochi gradi nell'azimut della misurazione può determinare differenze significative nelle distanze rilevate, a seconda che l'insenatura venga intercettata o meno. Per tale motivo, le misure sono state eseguite con due azimut leggermente differenti: 222° (al di fuori dell'insenatura) e 225° (all'interno dell'insenatura).

Quota min. fronte: 2587 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT4a-23	222°	411	284	-127

640 Ghiacciaio Occidentale di Nardis

Operatrice: Elena Bertoni (SAT) - Controllo del 2024.10.26

La fronte glaciale risulta coperta da uno strato di neve fresca di pochi centimetri e presenta fratture profonde. La grotta glaciale si trova in uno stato di collasso evidente.

Al limite del ghiacciaio sono presenti blocchi di ghiaccio isolati. Nella porzione visibile della fronte, si osserva una copertura detritica costituita da blocchi di grandi dimensioni, particolarmente concentrati nel settore sinistro. Il lago proglaciale risulta parzialmente ghiacciato.

Le condizioni meteorologiche sfavorevoli, caratterizzate da nebbia intermittente, e la presenza di un piccolo lago proglaciale hanno impedito l'accesso diretto alla fronte. La distanza frontale dal segnale SAT 20-1, con azimut di 308°, è stata misurata utilizzando una cordella metrica per i primi 50 metri, mentre per i restanti 63 metri è stato impiegato un binocolo con telemetro Leica.

Quota min. fronte: 2774 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 20-1	308°	113	111	-2

643 Vedretta degli Sfulmeni Settentrionale

Operatori: Massimo Santoni ed Emanuela Fossati (SAT) -
Controllo del 2024.09.15

La misura effettuata nel 2024 non rappresenta la posizione della massa glaciale storica, ma riflette la presenza di un significativo accumulo nevoso alla fronte del ghiacciaio. Per questo motivo non si riportano in relazione le distanze misurate, ma si rimanda alle misure delle prossime campagne quando si comprenderà meglio l'evoluzione dell'apparato. L'apparente avanzamento rilevato non è attribuibile a una progressione della lingua glaciale, che al contrario, sia visivamente che dal confronto fotografico, risulta ulteriormente ridotta. L'incremento misurato è invece dovuto a un consistente deposito di neve vecchia fortemente trasformata, situato nella zona concava della fronte.

Questa neve, probabilmente di origine valanghiva, ricopre l'intera fronte con uno spessore stimato visivamente in circa 2 metri. Date le dimensioni dell'accumulo e il suo stato fortemente compatto a fine stagione, è plausibile che



657 - Ghiacciaio Agola (foto P.P. Speri, 2024.09.22). Alla base della parete sul lato destro idrografico si osserva un incremento della copertura detritica rispetto agli anni precedenti, indicando un'intensificazione dei processi di crollo e instabilità dei versanti. Il ghiacciaio è contenuto all'interno di una conca morfologicamente favorevole all'accumulo e alla conservazione della neve, favorendone la persistenza stagionale. La presenza di neve recente impedisce un'individuazione precisa della fronte, rendendone difficoltosa la delimitazione. L'anomala colorazione giallo-rossastra visibile sulla superficie nevosa è riconducibile alla deposizione di polveri sahariane, trasportate nella troposfera superiore e successivamente precipitate al suolo durante eventi meteorologici. *At the base of the wall on the hydrographic right side, an increase in debris cover is observed compared to previous years, indicating an intensification of slope failure processes and rock instability. The glacier is contained within a morphologically favorable basin that enhances snow accumulation and preservation, promoting its seasonal persistence. The presence of recent snow prevents an accurate identification of the glacier front, making its precise delineation challenging. The anomalous yellow-reddish coloration visible on the snow surface is attributed to the deposition of Saharan dust, transported into the upper troposphere and subsequently deposited during specific meteorological events.*

possa persistere a lungo e, potenzialmente, subire un processo di trasformazione in ghiaccio. Il resto della superficie glaciale risulta invece quasi completamente privo di neve, con la sola presenza di un sottile strato discontinuo di neve fresca, dello spessore di pochi millimetri.

Quota min. fronte: 2630 m

644 Ghiacciaio d'Amola

Operatori: Pier Paolo Speri, Davide Tagliavini ed Enrico Valcanover (SAT) - Controllo del 2024.09.14

La fronte glaciale risulta ben distinguibile nel settore centrale, mentre ai lati l'estesa copertura detritica ne rende difficoltosa l'individuazione con certezza. In sinistra orografica, è probabile che la massa glaciale, seppur occultata da una spessa coltre di detrito, si estenda più avanzata rispetto alla parte centrale, dove il ghiaccio risulta esposto. La copertura detritica interessa una porzione significativa della superficie glaciale, con spessori variabili arealmente da pochi centimetri a diversi metri. Il materiale è costituito prevalentemente da clasti tonalitici, con dimensioni comprese tra pochi centimetri e alcuni metri. È ben visibile il torrente proglaciale alimentato dall'acqua di fusione.

Il ghiaccio presente sulla fronte appare caratterizzato da una colorazione molto scura, tendente al nero. Nella porzione centrale del ghiacciaio, si osserva una parete di ghiaccio vivo alta circa 30 metri, al cui interno è presente un ampio inghiottitoio.

Quota min. fronte: 2541 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT02 10	290°	194	167 (2022)	-27
SAT 24*	290°	12	-	-

* Viene istituito il segnale SAT 24 (coordinate: 5119669 N, 630481E, quota 2541 m).

Gruppo Brenta

657 Ghiacciaio Agola

Operatori: Pier Paolo Speri e Romano Niccolini (SAT) - Controllo del 2024.09.22

Nella zona sommitale del ghiacciaio si osserva un incremento della copertura detritica rispetto agli anni precedenti. La base del ghiacciaio è racchiusa in una conca morfologicamente favorevole all'accumulo e alla conservazione della neve. La presenza di neve recente

ostacola l'individuazione della linea della neve perenne, rendendo difficoltosa la sua delimitazione con precisione.

Quota min. fronte: 2585 m

Bacino: NOCE - ADIGE

Gruppo Ortles - Cevedale

690 Ghiacciaio Meridionale di Taviela

Operatori: Nicola Marchio ed Emanuela Fossati (SAT) - Controllo del 2024.09.29

Il segnale distanziometrico PM2 è stato definitivamente abbandonato in quanto le lingue glaciali misurate negli anni precedenti risultano completamente fuse. Non è stato possibile, in ogni caso, eseguire altre misure frontali in quanto la neve fresca e la spessa copertura di detrito non permettono il riconoscimento del margine frontale.

Quota min. fronte: NM

690.1 Ghiacciaio Settentrionale di Taviela

Operatori: Nicola Marchio, Emanuela Fossati e Matteo Delpero (SAT) - Controllo del 2024.09.21

Il ghiacciaio appare completamente sepolto da uno strato di neve fresca a causa delle nevicate di metà settembre e presenta un forte smagrimento dello spessore glaciale. Sulla fronte è presente ancora la piccola grotta glaciale, quest'anno sepolta dalla neve. Sono emerse piccole pensole rocciose ed è presente una grossa quantità di detrito.

Quota min. fronte: 3170 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PM1	260°	176	173*	-3
SAT2000b	2°	126	122*	-4

* Misura non riportata nella Campagna Glaciologica del 2023.

699 Ghiacciaio de La Mare

Operatore: Luca Carturan (CGI) - Controllo del 2024.09.10

Grazie all'abbondante innevamento presente all'inizio dell'estate, a fine luglio il ghiacciaio risultava ancora quasi interamente coperto di neve, ad eccezione delle zone più convesse e ripide dell'area di ablazione. Tuttavia, le elevate temperature registrate nel mese di agosto

hanno accelerato la fusione del manto nevoso residuo, determinando una rapida risalita del limite della neve, che a metà agosto si attestava a 3200 m s.l.m. A fine agosto, la neve residua risultava distribuita in chiazze con un limite inferiore irregolare, compreso tra quota 3250 e 3300 m. *L'accumulation area ratio* (AAR) è stato calcolato pari a 0.214, mentre il bilancio di massa ha registrato un valore di -675 mm *w.e.* Non è stato possibile misurare la variazione della fronte principale, poiché attualmente situata al di sopra di un ripido gradino roccioso (Baroni *et al.*, 2023). Tuttavia, non si segnalano variazioni morfologiche significative nel corso dell'anno, nemmeno nel settore frontale, rimasto protetto a lungo dalla persistente copertura nevosa.

Quota min. fronte: 3101 m

701 *Ghiacciaio del Careser*

Operatore: Luca Carturan (CGI) - Controllo del 2024.09.22

La copertura nevosa è rimasta presente su gran parte della superficie glaciale fino alla fine di luglio, con l'eccezione del margine frontale, che si è scoperto attorno al 20 luglio. Successivamente, la neve residua è scomparsa rapidamente, accelerando la fusione del ghiaccio sottostante e determinando, anche nel 2024, un bilancio di massa negativo (-1548 mm *w.e.*). A fine estate, la neve residua risultava limitata a una sottile e discontinua fascia lungo il margine orientale del ghiacciaio, con un AAR pari a 0.015. Dal punto di vista morfologico, si osserva la prosecuzione della fase di disfacimento della propaggine più settentrionale, caratterizzata da crolli e dall'emersione di nuovi affioramenti rocciosi, che rendono imminente il distacco di questa porzione del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 2966 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C19	63°	94	79	-15

Bacino: RABBIES - NOCE - ADIGE

710 *Ghiacciaio di Sternai*

Operatore: Norman Gasperini (SAT) - Controllo del 2024.09.22

La fronte del ghiacciaio, che nel 2023 mostrava uno spessore di almeno un metro, appare ora notevolmente assottigliata. Lungo il bordo si osserva una significativa deposizione di sedimenti fini, con uno spessore stimato di circa 2 m; il margine frontale risulta irregolare.

Quota min. fronte: 2943 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FS 21-2	90°	105	103*	-2

* Misura non riportata nella Campagna Glaciologica del 2023.

Bacino: PLIMA - ADIGE

718 *Ghiacciaio Soi - Soyferner*

Operatori: Guido Sartori, Roberto Seppi ed Ezio Baraldo (SGAA) - Controllo del 2024.08.22

Alla base della fronte è presente un'importante placca di nevato. Gran parte della superficie glaciale risulta ancora coperta dalla neve primaverile, ad eccezione della porzione centrale, caratterizzata da un'esposizione quasi verticale e dalla presenza di una seraccata.

In sinistra orografica si osserva una piccola morena in fase di formazione. Lungo le parti laterali del ghiacciaio sono presenti diverse placche di nevato, ricoperte da uno strato di sabbia rossiccia, presumibilmente di origine sahariana. In destra orografica, nella porzione inferiore del ghiacciaio, si rileva una diffusa copertura detritica.

Quota min. fronte: 2890 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BR18m37	210°	102	95	-7

727 *Ghiacciaio di Grames - Gramsenferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2024.08.19

Il settore frontale del ghiacciaio ha subito una significativa riduzione, determinando la scomparsa dei due lobi precedentemente presenti e lasciando come principale riferimento la fronte in destra idrografica. La perdita di volume è evidenziata dall'espansione degli affioramenti rocciosi laterali e dal collasso circolare della fronte in sinistra idrografica, che ha portato alla formazione di una grotta in avanzata evoluzione all'interno del ghiacciaio. Il nevato invernale è presente principalmente alla base delle pareti rocciose circostanti, mentre crepacci e morene risultano assenti. Il detrito è quasi del tutto inesistente lungo la superficie glaciale, ad eccezione di blocchi di varie dimensioni crollati dalla parete della Cima Rossa di Saent. La fronte glaciale appare ben delineata, piatta e priva di detrito, immergendosi direttamente nel laghetto proglaciale. In destra idrografica, il ritiro frontale ha favorito l'ampliamento del bacino proglaciale. Sono



718 - Ghiacciaio Soi - Soyferner (foto G. Sartori, 2024.08.22). La superficie glaciale della fronte risulta completamente esposta, mentre la neve residua è limitata alla parte superiore del ghiacciaio e ai versanti rocciosi adiacenti. Le foliazioni e le ogive glaciali sono particolarmente evidenti nella porzione a valle del gradino roccioso, in corrispondenza del quale si osservano crepacci ben sviluppati. *The glacier surface at the front is fully exposed, while residual snow is confined to the upper part of the glacier and the adjacent rock slopes. Glacial foliation and ogives are particularly prominent in the section downstream of the rock step, where well-developed crevasses are observed.*

presenti due torrenti proglaciali di portata intermedia, situati rispettivamente in estrema destra e sinistra idrografica.

Quota min. fronte: 2910 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB19m4 (sf)	160°	150	144	-6
SB19m8 (df)	175°	86	72	-14

728 Vedretta Serana - Schranferner

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2024.08.19

Il ghiacciaio ha subito una riduzione areale più marcata in sinistra idrografica nel settore centrale, accompagnata da una significativa perdita di spessore. Questo processo è evidenziato dall'ampliamento della finestra rocciosa nel settore inferiore destro, ora emersa per diversi metri. Nel settore superiore e centrale sono presenti alcuni crepacci trasversali, mentre la finestra rocciosa nel settore inferiore in destra idrografica si è ulteriormente espansa a causa dell'assottigliamento del ghiaccio. Ulteriori finestre rocciose sono state osservate in prossimità della cresta che delimita il ghiacciaio. Il detrito, proveniente dalla finestra rocciosa inferiore in destra idrografica, continua ad accumularsi, con blocchi di dimensioni variabili fino a diversi metri cubi, particolarmente concentrati ai piedi della cresta della Cima Martello.

L'intensa riduzione volumetrica ha determinato profonde variazioni nella morfologia frontale, con la quasi totale scomparsa del settore di destra (orientale). La fronte si presenta appiattita e priva di detrito in sinistra idrografica, dove il ritiro è stato più marcato. Sono presenti diversi torrenti proglaciali di modesta portata e un laghetto proglaciale in destra idrografica. Al di fuori del ghiacciaio, si osservano chiazze di neve invernale anche a quote inferiori alla fronte. Rispetto agli anni precedenti, quest'anno si registra una maggiore copertura di neve residua, sebbene il ghiaccio resti parzialmente esposto, in particolare in sinistra idrografica, fino ai tratti sommitali più ripidi.

Quota min. fronte: 2928 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB22m0 (cf)	150°	35	20	-15
SB23m12 (df)	150°	16	12	-4

729 Vedretta Ultima - Ultenmarkferner

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2024.08.19

Il ghiacciaio presenta un accumulo di nevatò invernale superiore rispetto agli anni precedenti. In superficie si osservano accumuli di frana con blocchi rocciosi di grandi dimensioni. Nel settore superiore e centrale sono presenti



727 - Ghiacciaio di Grames - Gramsenferner (foto S. Benetton, 2024.08.19). Il bollo giallo di richiamo, unitamente all'ometto presente sul masso rettangolare, costituisce il nuovo segnale SB24m31 (sf), ubicato 119 m a monte del precedente segnale SB19m4 (sf). Si evidenzia un collasso circolare sulla fronte in sinistra idrografica, con la conseguente formazione di una grotta che si estende all'interno del ghiacciaio. La copertura nevosa invernale è rilevabile principalmente alla base delle pareti rocciose circostanti, mentre crepacci e morene risultano assenti. La fronte glaciale si presenta nettamente delineata, piatta e priva di detrito, immergendosi direttamente nel laghetto proglaciale. *The yellow recall marker, along with the stony cairn on the rectangular boulder, constitutes the new signal SB24m31 (sf), located 119 m upstream from the previous signal SB19m4 (sf). A clear circular collapse is observed along the glacier front on the hydrographic left side, resulting in the formation of a cave that extends within the glacier. The winter snow cover is primarily detected at the base of the surrounding rock walls, while crevasses and moraines are absent. The glacier front is distinctly delineated, flat, and free of debris, terminating directly in the proglacial lake.*

crepacci, mentre nel settore centro-superiore sinistro si rilevano finestre rocciose. Il settore frontale è caratterizzato da un'abbondante copertura di detrito, che rende difficoltosa l'individuazione della fronte, con un incremento del detrito anche lungo il bordo inferiore in destra idrografica. Dal ghiacciaio si origina un unico torrente proglaciale con una portata d'acqua ridotta. Al di fuori del ghiacciaio, si osservano chiazze di neve residua fino a quota 2800 m.

Quota min. fronte: NM

730 Vedretta Alta - Höbenferner

Operatori: Stefano Benetton, Giovanni Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2024.08.21

Si osserva il continuo ritiro del ghiacciaio accompagnato da un aumento della copertura detritica. Crepacci e morene risultano assenti. Nel settore inferiore destro è presente una finestra rocciosa che origina un'ampia coper-

tura detritica superficiale. La copertura detritica, seppur generalmente limitata, è in aumento nelle aree prossime alla finestra rocciosa situata poco a monte della fronte. Detriti di dimensioni variabili sono distribuiti lungo il margine frontale. La fronte è collocata nella parte superiore della rampa ripida, poco a valle del cambio di pendenza, e risulta frastagliata, parzialmente coperta da detrito. Sono presenti chiazze di neve lungo alcuni tratti del margine glaciale e al di fuori del ghiacciaio a partire da quota 2700 metri. Le acque di fusione risultano mediamente abbondanti, con un torrente proglaciale che scende dalla Vedretta Ultima e si unisce alle acque della Vedretta Alta sotto la ripida rampa.

Quota min. fronte: 2862 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP22m0	195°	16	14	-2

731 Vedretta della Forcola - Fürkele Ferner

Operatori: Stefano Benetton, Giovanni Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2024.08.21

Il ghiacciaio è in fase di ritiro, con una significativa perdita di spessore nella parte inferiore. La Vedretta della Forcola e la Vedretta del Cevedale risultano ancora interconnesse sotto un'imponente morena, con ghiaccio che permane sotto il detrito in destra idrografica, nella zona frontale e in direzione della forcina della Forcola. Nel settore inferiore sono presenti crepacci circolari associati al crollo della caverna, mentre crepacci trasversali si osservano nel ripido pendio sotto la Zufallspitze, dove la dinamica glaciale appare più attiva. Piccoli crepacci longitudinali sono visibili in sinistra idrografica intorno ai 3000 m di quota, sopra una finestra rocciosa.

Le finestre rocciose già individuate negli anni precedenti continuano la loro evoluzione. La finestra formatasi nel 2022 al centro del ghiacciaio ha subito un ingrandimento intorno ai 2900 m, mentre la finestra longitudinale in sinistra idrografica si è ampliata intorno ai 2950 m. L'espansione del contrafforte roccioso in sinistra idrografica è evidente fino a circa 2850 m. Una morena centrale si estende tra 3000 e 2850 m di quota, mentre il detrito è in aumento in destra idrografica negli ultimi cento metri di quota del ghiacciaio.

Detriti sono presenti attorno al contrafforte roccioso in sinistra idrografica e nelle aree circostanti le finestre rocciose. La fronte conserva una morfologia simile a quella

dell'anno precedente, sebbene meno marcata, con un profilo prevalentemente piatto. In sinistra idrografica il ghiaccio rimane visibile, mentre in destra idrografica la fronte è ricoperta da detrito. Al centro, blocchi di ghiaccio collassati sono in fase di distacco.

Le acque di fusione risultano di entità media, con il torrente proglaciale che defluisce lungo la sinistra idrografica della valletta. Il laghetto proglaciale, che nel 2023 misurava circa 40 m di larghezza e 20 m di lunghezza, è scomparso nel corso di quest'anno.

Quota min. fronte: 2764 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP22m40	245°	67	47	-20

732 Vedretta del Cevedale - Zufall Ferner

Operatori: Stefano Benetton, Giovanni Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2024.08.21

La morfologia del ghiacciaio è rimasta invariata rispetto alla campagna glaciologica precedente. Il ghiacciaio termina in due lobi, con il monitoraggio focalizzato principalmente su quello sinistro, sia per importanza che per dimensioni. I crepacci più significativi sono localizzati nel settore centrale e superiore della destra idrografica, in cor-



731 - Vedretta della Forcola - Fürkele Ferner (foto G. Perini, 2024.08.21, dal segnale GP22m40). Le finestre rocciose, già individuate negli anni precedenti, continuano ad allargarsi, mentre una morena centrale si estende tra i 3000 e i 2850 m di quota. La fronte glaciale mostra un profilo prevalentemente piatto ed è soggetta a fenomeni di crepacciatura e collasso. Sul lato sinistro idrografico il ghiaccio rimane visibile, mentre sul lato destro la fronte è ricoperta da detrito. *The rock windows, identified in earlier years, continue to widen, while a central moraine extends between 3000 and 2850 m a.s.l. The glacier front exhibits a predominantly flat profile and is subject to crevassing and collapse phenomena. On the hydrographic left side, the ice remains visible, whereas on the right side, the front is covered by debris.*

rispondenza di pendenze elevate e di una probabile maggiore velocità di scorrimento del ghiaccio. Nel settore destro della porzione terminale del lobo sinistro permangono piccoli crepacci radiali, mentre un crepaccio longitudinale è presente intorno a 2850 m di quota.

Sul pendio della Zufallspitze, in destra idrografica rispetto al flusso principale, si osservano ampie finestre rocciose, alcune delle quali in fase di unione. La morena situata tra la Vedretta del Cevedale e la Vedretta della Forcola contiene ancora ghiaccio al suo interno, garantendo una continuità glaciale tra le vedrette della Forcola, del Cevedale e Lunga. In destra idrografica, sotto le pareti rocciose, si osservano una falda detritica e alcuni depositi di detrito galleggiante. L'instabilità del pendio ha provocato un crollo di massi che ha portato alla formazione di una morena lungo il versante ripido che collega la cresta della Zufallspitze al flusso principale della Vedretta del Cevedale. Il lobo destro presenta un accumulo abbondante di detrito.

La fronte glaciale si mostra piatta e ben definita, ma con una riduzione dello spessore e adagiata su un pianoro. Le acque di fusione risultano di media entità. Nel lobo sinistro si osservano due torrenti proglaciali, uno di maggiore portata che origina dall'estrema sinistra idrografica del ghiacciaio e uno minore proveniente dalla zona centrale. Sono presenti diversi laghetti proglaciali, tra cui quello alimentato dall'acqua di fusione del lobo destro. Chiazze di neve invernale si estendono dalla quota della fronte, risultando più abbondanti rispetto agli anni precedenti.

Quota min. fronte: 2793 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP19m29	200°	101	90	-11

733 Vedretta Lunga - Langen Ferner

Operatori: Stefano Benetton, Giovanni Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2024.08.20

Il ghiacciaio presenta un accumulo di nevato invernale superiore rispetto agli ultimi anni. In destra idrografica il ritiro è particolarmente marcato, con la parte inferiore caratterizzata da ghiaccio vivo e un incremento della copertura detritica nel settore inferiore destro. La modificazione dell'area in questo settore e l'espansione del detrito risultano significative. Sono presenti alcuni crepacci trasversali in corrispondenza dei cambi di pendenza a circa 2950 e 3150 m s.l.m.

In destra idrografica la grande finestra rocciosa si è congiunta alle rocce circostanti il ghiacciaio, mentre la finestra rocciosa formatasi nel 2023 lungo il pendio che sale al ri-

fugio Casati, a circa 3150 m s.l.m., emerge ora più distintamente. Nel settore centrale, sempre in destra idrografica, è presente una piccola morena galleggiante. Il detrito è in aumento nei cento metri di quota inferiori e si estende anche superiormente in destra idrografica, raggiungendo quote oltre la cascata.

Si segnala un accumulo di frana con grossi blocchi poco a monte della fronte in sinistra idrografica, oltre a crolli rocciosi dal versante di Cima di Solda. La fronte ha subito un sensibile arretramento e appare frastagliata e poco definita a causa della copertura detritica, che negli ultimi anni si è progressivamente estesa, ricoprendo ora interamente la sezione inferiore. Si osservano tre torrenti proglaciali, localizzati rispettivamente in destra, al centro e in sinistra idrografica, mentre a monte, in destra idrografica, è presente una cascata. Placche di neve residuale si trovano fuori dal ghiacciaio a partire da 2700 m di quota.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP22m33	240°	61	47	-14

Bacino: SOLDA - ADIGE

754 Ghiacciaio di Rosim - Rosimferner

Operatori: Guido Sartori, Silvano Rosa e Roberta Rosan (SGAA) - Controllo del 2024.08.25

Il ghiaccio alla fronte appare sottile, con un affioramento roccioso nella parte centrale che si estende per diverse decine di metri, occultando parzialmente la fronte. In corrispondenza di questo affioramento si osserva un distacco tra il ghiaccio e la roccia, con formazione di una caverna. La neve vecchia ricopre esclusivamente la parte superiore del ghiacciaio, con alcune chiazze residue lungo i margini.

Nella porzione superiore del ghiacciaio, in sinistra idrografica, il ghiaccio è in gran parte coperto da detrito. La vecchia postazione fotografica non è stata utilizzata a causa delle condizioni di accesso ritenute troppo pericolose; le immagini sono state quindi scattate dal vecchio segnale, mantenendo le stesse coordinate delle precedenti rilevazioni.

Quota min. fronte: 3020 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
UF07m20	130°	135	123	-12
UF07m20	160°	130	-	-



733 - Vedretta Lunga - Langen Ferner (foto S. Benetton, 2024.08.20). La fronte ha subito un sensibile arretramento e appare frastagliata e poco definita a causa della progressiva espansione della copertura detritica, che ora ricopre interamente la sezione inferiore. Le finestre rocciose, localizzate in corrispondenza del gradino, si sono ulteriormente allargate e si uniscono ai versanti. Si osserva una piccola frana, caratterizzata dalla presenza di grossi blocchi, poco a monte della fronte nella porzione sinistra idrografica. Le spesse coperture detritiche del settore proglaciale presentano incisioni che si estendono per molti metri, realizzate dagli scaricatori. *The glacier front has undergone a significant retreat and appears jagged and poorly defined due to the progressive expansion of the debris cover, which now completely blankets the lower section. The rock windows, located in the stepped sector, have further widened and merged with the slopes. A small landslide, characterized by the presence of large blocks, is observed slightly upstream of the front on the hydrographic left side. The thick debris cover in the proglacial sector exhibits incisions extending for several meters, carved by meltwater streams.*



754 - Ghiacciaio di Rosim - Rosimferner (foto G. Sartori, 2024.08.25). La fronte del ghiacciaio appare sottile e discontinua, con un margine irregolare e frastagliato. È evidente un distacco tra il ghiaccio e il substrato roccioso, che ha originato diverse cavità subglaciali. Il detrito si accumula ai margini e alla base dei versanti, ma non è presente sulla superficie del ghiacciaio. La neve residua si concentra esclusivamente lungo i fianchi nella parte alta del circo glaciale. *The glacier front appears thin and discontinuous, with an irregular and fragmented margin. A clear decoupling between the ice and the bedrock has resulted in the formation of several subglacial cavities. Debris accumulates along the margins and at the base of the slopes but is absent on the glacier surface. Residual snow is confined exclusively to the flanks in the upper part of the glacial cirque.*

762 Ghiacciaio Solda - Suldén Ferner

Operatori: Guido Sartori e Roberto Seppi (SGAA) -
Controllo del 2024.07.26

A causa della presenza di troupe televisive, il monitoraggio del ghiacciaio è stato effettuato con un mese di anticipo, quando l'intera superficie era ancora ricoperta da neve primaverile, ad eccezione dei settori verticali, unici tratti scoperti. La neve presentava una colorazione rossastra, probabilmente dovuta a sabbia desertica, fenomeno che ha accelerato il processo di fusione del manto nevoso.

La presenza della neve ha reso difficoltosa l'individuazione del limite della fronte. Il laghetto alla base della fronte, in destra orografica, risultava parzialmente ghiacciato. Nonostante la copertura nevosa, la morena che separa i due rami del ghiacciaio appare sempre più evidente.

Quota min. fronte: 2740 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RR15m56	174°	243	223	-20
	200°	210	190	-20
	155°	54	34	-20
SG21m14	150°	65	39	-26
	180°	39	33	-6

771 Ghiacciaio del Madaccio - Madatschferner

Operatori: Guido Sartori e Roberto Seppi (SGAA) -
Controllo del 2024.09.03

La fronte del ghiacciaio, nella sua porzione in destra orografica, risulta collassata e scivolata leggermente più in basso rispetto alla parte mediana. In questo settore, il ghiaccio è in gran parte coperto da detriti, mentre le superfici esposte sono attraversate da profondi canali, modellati dallo scorrimento dell'acqua, assente al momento del sopralluogo. Sul lato sinistro della fronte è presente una lingua di ghiaccio, sempre più sottile, che si estende alcune decine di metri al di sotto della quota della fronte misurata. Nella parte mediana e superiore del ghiacciaio emergono con maggiore evidenza estese porzioni di roccia affiorante.

Quota min. fronte: 2750 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SG22m38	190°	44	38	-6
	150°	41	42	+1*

* L'avanzamento è dovuto ad un collasso frontale.



771 - Ghiacciaio del Madaccio - Madatschferner (foto G. Sartori, 2024.09.03). La fronte del ghiacciaio si presenta appiattita e caratterizzata da estese coperture detritiche. La superficie glaciale è segnata dalla presenza di *bédieres*, indicative di un attivo drenaggio superficiale, e da processi di fusione basale che hanno originato ampie cavità subglaciali. L'area evidenzia una marcata ablazione, con porzioni di ghiaccio esposto che appaiono scure a causa dell'accumulo di sedimenti. L'ampia copertura detritica e lo sviluppo di cavità subglaciali rappresentano una chiara manifestazione dell'avanzato stato di degrado della massa glaciale. *The glacier front appears flattened and is characterized by extensive debris cover. The glacier surface is marked by the presence of bédieres, indicating active surface drainage, and by basal melting processes that have generated large subglacial cavities. The area exhibits significant ablation, with exposed ice sections appearing dark due to sediment accumulation. The extensive debris cover, and the development of subglacial cavities are clear indicators of the advanced degradation state of the glacier mass.*

Bacino: CARLIN - ADIGE

Gruppo Venoste Occidentali

777 *Ghiacciaio di Vallelunga - Langtauferner*

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) - Controllo del 2024.09.22

Il giorno del sopralluogo l'intera superficie del ghiacciaio era coperta da neve recente, con tracce visibili oltre i 2700 m di quota e uno spessore di circa 30 cm oltre i 3000 m. Il manto nevoso, rimaneggiato dal vento, si presentava distribuito in modo irregolare, con accumuli maggiori sui versanti soleggiati, per effetto di processi di assestamento. Anche quest'anno la neve vecchia sembra assente, sebbene i settori più elevati del ghiacciaio non fossero visibili.

La lingua glaciale ha subito un imponente calo volumetrico, pur senza un arretramento marcato come negli anni precedenti, quando la fusione del bordo frontale della voragine segnalata nel 2018 tra la morena laterale destra e la lingua principale aveva determinato ingenti ritiri. Ai lati della lingua permangono le morene laterali, più ridotte in destra idrografica e più lunghe e consistenti in sinistra idrografica. Il cordone settentrionale risulta distaccato, mentre quello meridionale è ancora collegato alla vecchia morena di sinistra, al cui interno è presente ghiaccio. La fronte attiva centrale appare concava e fessurata, con blocchi di crollo sotto l'arcata da cui fuoriesce il torrente glaciale. La fusione del ghiaccio sepolto continua a ridurre il volume della morena laterale sinistra, causando un aumento del dislivello tra la lingua attiva e la morena stessa, che ora supera i 50 m. Le finestre rocciose sono aumentate, in particolare in sinistra idrografica, a seguito della riduzione volumetrica che ha interessato anche la seraccata centrale, il cui volume e ampiezza si sono dimezzati nell'ultimo decennio.

L'uscita d'acqua dalla bocca del ghiacciaio risulta ridotta, anche a causa dell'abbassamento delle temperature registrato dal 12 del mese. Non si osserva scorrimento di acque dal soprastante Gepatsch Ferner, la cui seraccata continua a perdere volume. Le morene contenenti ghiaccio sepolto proseguono nella loro riduzione volumetrica, con una perdita di spessore stimata in almeno 50 m negli ultimi 15 anni, misurata con altimetro GPS, tra l'attuale torrente ablatore e i resti della morena laterale sinistra.

Quota min. fronte: 2530 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AS13m70 (cf)	100°	467	450	-17

778 *Ghiacciaio Barbadorso di Dentro - Innerer Baerenbart Ferner*

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) - Controllo del 2024.09.22

Il giorno del sopralluogo l'intera superficie del ghiacciaio era coperta da neve recente, con tracce oltre i 2700 m di quota, più consistenti sui versanti ombreggiati, dove lo spessore risultava dell'ordine di pochi centimetri, mentre superava i 30 cm oltre i 2800 m di quota, su esposizioni settentrionali. Il manto nevoso, rimaneggiato dal vento e soggetto a processi di assestamento, mostrava una distribuzione irregolare, con accumuli maggiori sui versanti esposti al sole. La neve vecchia appare presumibilmente assente anche quest'anno, sebbene i settori più elevati del ghiacciaio siano stati di recente interessati da precipitazioni nevose, impedendo una valutazione diretta. Prosegue la riduzione complessiva della massa glaciale e l'arretramento frontale. Le finestre rocciose continuano ad ampliarsi e ad aumentare di numero, potenzialmente portando alla separazione della lingua ablatrice bilobata, che si assottiglia progressivamente e arretra verso il bacino collettore, dal quale risulta già distinguibile per il limitato spessore. In sinistra orografica dell'apparato si osserva la presenza di un laghetto proglaciale.

Quota min. fronte: 2780 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AS 22m55	200°	75	65	-10
AS24m130*	180°	130	-	-

* Viene istituito il segnale AS24m130 (coordinate: 5186097 N, 630290 E, quota 2783 m).

Bacino: SENALES - ADIGE

813 *Vedretta del Giogo Alto - Hochjoch Ferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2024.08.16

La morfologia glaciale complessiva appare simile a quella del 2023, con una progressiva riduzione di area e spessore, particolarmente evidente alla fronte. La neve residua era presente oltre i 3050 m di quota, mentre alcuni accumuli di neve invernale, protetti da teli geotermici, si trovavano sotto l'hotel Grawand. Nel settore inferiore del ghiacciaio sono presenti piccoli crepacci trasversali. La finestra rocciosa osservata negli anni precedenti nel settore superiore si è ulteriormente ampliata fino a collegarsi con le

rocce circostanti il ghiacciaio. Il detrito morenico è assente, ad eccezione dell'estrema destra idrografica, dove è presente materiale di crollo proveniente dalla parete della Croda Nera. La fronte si presenta piatta e con un margine ben definito. Al momento del sopralluogo, le portate dei torrenti glaciali risultavano nella norma. Sono attivi tre torrenti proglaciali, situati rispettivamente in destra idrografica, al centro e in sinistra idrografica, oltre a una *bédière* che si sviluppa nel settore inferiore del ghiacciaio. Chiazze di neve invernale sono presenti all'esterno del ghiacciaio a partire da 2700 m s.l.m.

Quota min. fronte: 2835 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB23m53*	150°	85	53**	-32

* Viene istituito il segnale SB23m53 (coordinate: 5182260 N, 638170 E, quota 2833 m).

** Misura non riportata nella Campagna Glaciologica del 2023.

816 *Vedretta del Giogo Basso - Niederjoch Ferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) -
Controllo del 2024.08.17

La superficie si presenta prevalentemente in ghiaccio vivo, con alcune placche di neve residua oltre i 2800 m di quota. Sono presenti alcuni crepacci nel settore centrale del ghiacciaio, con andamento diagonale rispetto al flusso glaciale. Non si osservano finestre rocciose. Il detrito morenico è quasi assente, ad eccezione di alcuni massi di medie dimensioni in sinistra idrografica e di alcuni altri nel settore centrale in destra idrografica. La presenza di neve invernale per una larghezza di circa 20 m lungo il bordo della fronte ha reso difficoltose le misurazioni, che sono state comunque effettuate grazie a uno scavo mirato per individuare il margine glaciale. La fronte raggiunge la quota minima leggermente più in sinistra idrografica rispetto al punto di misura e si presenta con una forma piatta e un colore prevalentemente grigio scuro, dovuto a una leggera copertura detritica. Al momento del sopralluogo il torrente proglaciale mostrava una portata ridotta, influenzata dalle basse temperature atmosferiche.

Quota min. fronte: 3014 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB19m17	95°	94	22 (2021)	-72

828 *Vedretta della Croda Rossa - Rotwand Ferner*

Operatori: Matteo Toro e Manuela Rizzi (SGAA) -
Controllo del 2024.08.24

Il corpo glaciale ha mantenuto complessivamente la stessa morfologia dell'anno precedente, sebbene risulti meno voluminoso e significativamente assottigliato in sinistra idrografica, dove l'esposizione all'irraggiamento è maggiore. I crepacci non sono rilevabili. In destra idrografica, poco a monte del fronte ispezionato, sono osservabili finestre rocciose, in continuità con quanto documentato nel 2023.

Nell'area occupata dalla fronte fino al 2023 si è depositato abbondante materiale eterometrico, con accumuli di sedimenti fini nelle depressioni locali. Sulla porzione ispezionata del ghiacciaio si nota la sporadica presenza di grossi blocchi rocciosi. La fronte mostra una forma ad unghia ben definita, con una pendenza uniforme che, tuttavia, sembra aumentare progressivamente nel corso degli anni. Nel 2023 la pendenza trasversale appariva piuttosto uniforme, mentre ora è tornata ad essere più marcata in destra idrografica rispetto alla sinistra, come osservato negli anni passati. In prossimità della terminazione è presente, in continuità con il 2023, una cavità triangolare all'interno della quale sono visibili i diversi strati che compongono il corpo glaciale.

Nonostante l'orario del sopralluogo (13:30), le temperature relativamente basse hanno limitato il deflusso idrico, con un unico scaricatore centrale attivo, caratterizzato da portata ridotta e scarsa torbidità. Complessivamente il ghiacciaio si trova in fase di ritiro, con una forte perdita di spessore ed estensione nella zona di ablazione, in particolare lungo il lato in sinistra idrografica. Dai dati della stazione meteorologica più vicina a quota simile (Senales Teufelsegg, 3035 m s.l.m, circa 17 km a ovest del bacino), emerge che dal 17 giugno 2024 fino al giorno dell'ispezione la temperatura media giornaliera è stata costantemente superiore a 0° C, interrotta solo da due episodi di ingresso di aria fredda. Le principali ondate di calore, con temperature medie giornaliere massime intorno ai 10° C, si sono verificate il 29 giugno, tra il 15 e il 21 luglio, tra il 29 e il 31 luglio, e infine la più intensa tra il 10 e il 15 agosto, durante la quale la temperatura media giornaliera non è mai scesa sotto gli 8° C.

Quota min. fronte: 2950 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB1301	162°	126	116	-10

Operatori: Matteo Toro e Manuela Rizzi (SGAA) -
Controllo del 2024.08.24

La copertura detritica sul ghiacciaio risulta in aumento, interessando l'intero corpo glaciale, che appare meno voluminoso rispetto agli anni precedenti. Nonostante la presenza di detriti, l'ispezione ha evidenziato come la porzione più valliva, situata tra 2850 e 2950 m s.l.m., si raccordi alla parte superiore attraverso una rottura di pendenza, dalla quale emerge lo scaricatore principale. La fronte glaciale è quasi completamente sepolta dai detriti, ma alcune incisioni scavate dai torrenti proglaciali permettono di individuare la posizione nella zona inferiore. I crepacci situati a sud-est del contrafforte roccioso, intorno a quota 3100 m, risultano ben visibili. Sempre più netta appare la finestra rocciosa a quota 3100 m, che si sta progressivamente ampliando verso valle e si stima inizi già a quota 3000 m. Da valle, questa finestra si manifesta come una cresta subparallela allo spartiacque che delimita il bacino a nord-ovest, al quale si collega con una geometria arcuata.

I detriti si estendono anche nelle porzioni più alte del bacino, dove le pareti rocciose si raccordano al corpo glaciale sia in destra che in sinistra idrografica. La lingua di ghiaccio, stretta tra il bastione roccioso a quota 3100 m e le pareti rocciose circostanti, è quasi completamente ricoperta da detriti. Nella porzione terminale si osserva un potente accumulo detritico, suddiviso in almeno tre lobi principali, con affioramenti glaciali limitati.

La fronte è sepolta dal detrito e presenta almeno tre lobi principali, i quali si estendono progressivamente da ovest verso est in direzione della piana proglaciale, situata a circa 2800 m s.l.m. La sua posizione è stata determinata grazie all'incisione di uno dei torrenti proglaciali, che ha portato alla luce il ghiaccio in continuità e ha permesso di identificarne il collegamento con la porzione affiorante situata circa 70 m più a monte. Gli scaricatori principali emergono dalla destra e dalla sinistra idrografica, mentre gli effluenti centrali appaiono meno sviluppati. Nonostante le temperature contenute e il basso grado di soleggiamento, alle ore 15:30 si registravano torbidità e portata elevate.

I dati della stazione meteorologica più vicina a quota simile (Senales Teufelsegg, 3035 m s.l.m., circa 17 km a ovest del bacino) indicano che, dal 17 giugno 2024 fino al giorno dell'ispezione, la temperatura media giornaliera è stata costantemente superiore a 0° C, interrotta solo da due episodi di ingresso di aria fredda. Le principali ondate di calore, con temperature medie giornaliere massime intorno ai 10° C, sono state registrate il 29 giugno, tra il 15 e il 21 luglio, tra il 29 e il 31 luglio e, infine, la più intensa tra il 10 e il 15 agosto, durante la quale la temperatura media giornaliera non è mai scesa al di sotto degli 8° C.

Il ghiacciaio è in evidente ritiro, con una riduzione dello spessore sia alla fronte che nel corpo principale. La

copertura detritica è in forte espansione, interessando anche le porzioni sommitali. Nella fascia compresa tra 2850 e 2950 m di quota, il corpo glaciale continua a ritirarsi verso le pareti rocciose che delimitano il bacino a est, le quali sembrano proteggerlo parzialmente dall'irraggiamento, favorendo tuttavia l'accumulo di abbondante materiale detritico nella zona antistante.

Quota min. fronte: 2825 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
UM79m138	175°	521	516	-5

Bacino: RIDANNA - ISARCO - ADIGE

Gruppo Breonie

875 *Vedretta di Malavalle - Uebeltal Ferner*

'Operatore: Gianluigi Franchi (CGI) -
Controllo del 2024.08.20

Dall'anno idrologico 2001-2002 è in corso su questo ghiacciaio uno studio sul bilancio di massa. Il bilancio invernale 2023-2024, basato sui rilievi dell'11 maggio, ha registrato un accumulo nevoso di 1458 mm *w.e.*, superiore del 15% rispetto alla media dei 23 anni precedenti, pari a 1272 mm *w.e.*, e si colloca al settimo posto nella serie storica. L'estate particolarmente calda ha determinato la fusione quasi totale della neve invernale, con un AAR stimato al 4%. Il bilancio specifico annuale 2023-2024, rilevato al termine della campagna del 7 ottobre, ha registrato un valore di -1546 mm *w.e.*, classificandosi al 20° posto in una serie di 23 anni, con una media annuale di -1073 mm *w.e.*

Per quanto riguarda la perdita di spessore, le misurazioni effettuate su 14 paline situate sotto i 3000 m di quota hanno evidenziato una perdita media di 235 cm di ghiaccio. L'ELA del ghiacciaio è stata calcolata a 3389 m s.l.m., solo alcune decine di metri al di sotto della quota massima del ghiacciaio. L'arretramento frontale nel 2024 è stato di 29 m, mentre il valore medio dal 1923 risulta pari a -13.5 m/anno. La restituzione fotogrammetrica delle immagini aeree di settembre 2023 ha quantificato la superficie del ghiacciaio in 553.3 ha. Dal 2002, in 21 anni, il ghiacciaio ha perso 166.5 ha, pari a una riduzione areale del 23%.

Quota min. fronte: 2615 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GF15m200	240°	435	406	-29

876 *Vedretta Pendente - Hangender Ferner*

Operatore: Gianluigi Franchi (CGI) -
Controllo del 2024.08.20

Dal periodo idrologico 1995-1996 è in corso su questo ghiacciaio uno studio sul bilancio di massa. Il bilancio invernale, monitorato dal 1999, ha registrato per il 2023-2024 un valore di 1785 mm *w.e.*, superiore dell'11% rispetto alla media, collocandosi all'8° posto nella serie di 26 anni. Ai rilievi di agosto il ghiacciaio risultava in gran parte privo di copertura nevosa e, alla chiusura della stagione il 7 ottobre, il bilancio specifico annuale ha registrato un valore di -1834 mm *w.e.*, inferiore del 36% rispetto alla media dei 29 anni, pari a -1349 mm *w.e.*, classificandosi al 22° posto della serie. In 29 anni, la perdita complessiva sul ghiacciaio equivale a una lama d'acqua di 39 m, corrispondente a una perdita di 43 m di spessore di ghiaccio.

Secondo la restituzione delle immagini aeree del 2023, la superficie del ghiacciaio è pari a 50.1 ha. Negli ultimi 28 anni, il ghiacciaio ha perso 61.8 ha, pari al 55% dell'estensione del 1996, quando misurava 111.9 ha. La fronte, caratterizzata da un marcato appiattimento, ha subito un ulteriore arretramento di 18 m, mentre il valore medio annuo di ritiro dal 1922 risulta pari a 7.4 m.

Quota min. fronte: 2625 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GF90m5 (cf)	345°	376	358	-18

Bacino: FLERES - ISARCO - ADIGE

881 *Vedretta della Stua - Stuben Ferner*

Operatore: Matteo Toro (SGAA) -
Controllo del 2024.09.04

Il ghiacciaio mantiene la suddivisione in tre corpi principali: il primo, situato alla base dei contrafforti rocciosi della parete est di Monte della Neve (Schneespitze), non è stato oggetto di ispezione, mentre i due corpi più vallivi, separati da un affioramento roccioso continuo con direzione SW-NE, risultano distinti in un corpo settentrionale (o centrale), più esteso, e un corpo meridionale, di dimensioni ridotte e quasi completamente ricoperto da detrito. Si tratta di placche di ghiaccio alla base delle pareti rocciose, che si estendono verso valle per un massimo di circa 100 m e sono separate da affioramenti di roccia in situ.

La neve invernale è presente già a quote inferiori al ghiacciaio, con accumuli che raggiungono localmente i 2 m, in continuità con il ghiaccio vivo individuato nella zona frontale, ma ricoprendo solo una porzione limitata del

ghiacciaio. Si osservano crepacci e fessurazioni trasversali debolmente sviluppati, mentre non sono presenti finestre rocciose. Nelle aree in cui le placche si raccordano alle pareti rocciose circostanti è presente abbondante detrito costituito da grossi blocchi, con la placca meridionale quasi completamente ricoperta. La fronte del corpo settentrionale (o centrale) presenta una geometria sfrangiata, raggiungendo le quote inferiori nel lembo meridionale. La porzione più settentrionale, che è anche la più arretrata, è delimitata da un affioramento roccioso, al contatto del quale si è sviluppata una cavità dalla quale defluiscono le acque subglaciali. A causa delle condizioni meteorologiche, le acque superficiali risultano poco torbide e con portate modeste.

Quota min. fronte: NM

ALPI NORICHE

Bacino: VIZZE - ISARCO - ADIGE

Gruppo Aurine

889 *Ghiacciaio Quaira Bianca - Weisskar Ferner*

Operatore: Roberto Dinale (CGI) -
Controllo del 2024.11.03

È presente una notevole copertura detritica sia nella zona antistante che sopra la fronte glaciale, la quale appare assottigliata e incassata alla base di un gradino roccioso. La neve recente si estende fino a ricoprire la fronte.

Quota min. fronte: 2680 m

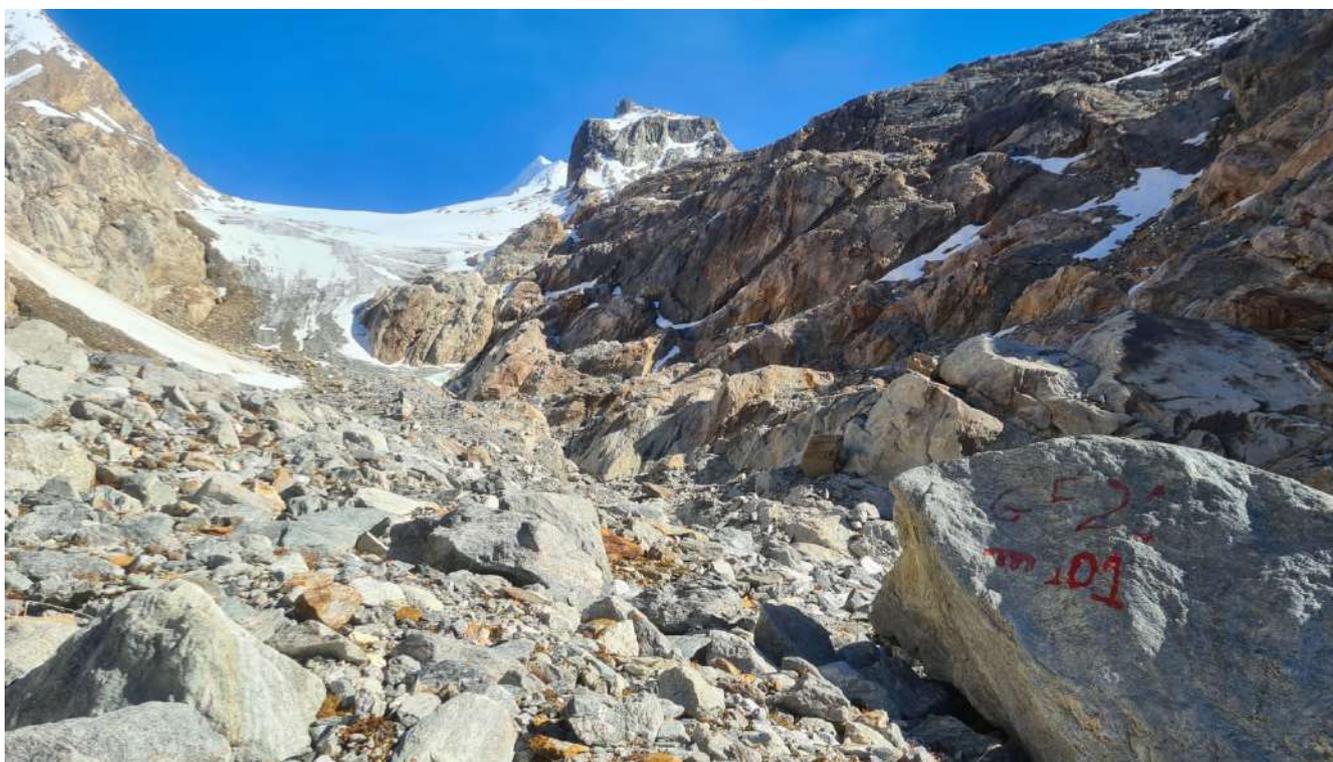
Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GF14m23 (cf)	33°	188	126 (2021)*	-62

* Misura non riportata nella Campagna Glaciologica del 2021.

893 *Ghiacciaio Gran Pilastrò - Gliderferner*

Operatore: Roberto Dinale (CGI) -
Controllo del 2024.11.03

La zona frontale ha subito un significativo arretramento negli ultimi anni, lasciando esposti numerosi grandi massi che ostacolano l'accesso. La presenza di una densa copertura detritica e di limo ha reso complessa la determinazione dell'esatta posizione della fronte, che appare sottile e situata ai piedi di un gradino roccioso. La neve recente è presente circa 100 m più in alto della fronte.



889 - Ghiacciaio Quaira Bianca - Weisskar Ferner (foto R. Dinale, 2024.11.03, da segnale GF21m101). Il settore frontale del ghiacciaio è caratterizzato da un'ampia copertura detritica, che si estende sia nell'area proglaciale sia sulla superficie della fronte. Il comparto proglaciale è dominato da depositi clastici eterogenei, costituiti da blocchi e frammenti litici di dimensioni variabili. La fronte glaciale risulta arretrata e incassata alla base di una scarpata rocciosa. La neve recente si distribuisce in modo esteso sulla fronte, mascherando parzialmente la transizione tra il ghiaccio residuo e il substrato roccioso. *The frontal sector of the glacier is characterized by extensive debris cover, which extends both across the proglacial area and onto the glacier front itself. The proglacial zone is dominated by heterogeneous clastic deposits, composed of blocks and lithic fragments of varying sizes. The glacier front appears retreated and embedded at the base of a rock scarp. Recent snow is extensively distributed over the front, partially masking the transition between the remaining ice and the exposed bedrock.*

Quota min. fronte: 2560 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GF14m84 (cf)	84°	487	320 (2021)*	-167

* Misura non riportata nella Campagna Glaciologica del 2021.

Bacino: RIENZA - ISARCO - ADIGE

908 Ghiacciaio Rio Torbo - Trippach Kees

Operatori: Gianni Moreschi e Osvaldo Zambelli (SGAA) -
Controllo del 2024.08.31

Il ghiacciaio mostra un lieve ritiro e una progressiva riduzione dello spessore. Nella zona anteriore sinistra e nella parte superiore destra sono presenti due aree di ghiaccio "morto", staccatesi dalla massa glaciale principale negli anni precedenti. Non si osservano crepacci. La fronte risulta priva di detriti e ben delineata, facilitando la misurazione. In prossimità della fronte, sul lato sinistro, è presente una cavità glaciale di dimensioni rilevanti. Il ruscellamento è limitato

alla parte sinistra della fronte. L'area proglaciale compresa tra il segnale e la fronte è caratterizzata da una distesa di detriti, con alcune superfici lievemente ricoperte da sabbia di origine sahariana, che conferisce loro una tonalità giallo-rossastra.

Quota min. fronte: 2750 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MZ19m20	294°	62	55*	-7

* Misura non riportata nella Campagna Glaciologica del 2023.

Gruppo delle Pusteresi

920 Ghiacciaio Rosso Destro - Rotkees

Operatori: Marco Mattiato e Stefano Covi (SGAA) -
Controllo del 2024.08.28

Il ghiacciaio mostra un evidente ritiro e una significativa riduzione volumetrica. La fronte è ricoperta da detrito morenico e presenta diverse cavità frontali, dalle quali fuo-

riescono numerosi scaricatori. Sul lato destro persiste una propaggine glaciale che si estende circa cento metri più in basso rispetto alla fronte attuale. La superficie è in gran parte ricoperta da materiale detritico e caratterizzata dalla presenza di numerosi crepacci.

Quota min. fronte: 2710 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MC24m72*	130°	72	-	-

* È stato istituito il nuovo segnale MC24m72 in posizione avanzata, ad una distanza di 247 m dal precedente (coordinate: 5213871 N, 742523 E, quota 2676 m).

926 Ghiacciaio Occidentale di Sassolungo - Westl. Lenkestein Ferner

Operatori: Giovanni Saccon (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2024.09.02

Il ghiacciaio è in costante ritiro e continua a perdere spessore, presentandosi quasi completamente privo di neve invernale, che persiste solo nel lembo sommitale sotto le pareti rocciose della cima del Collalto. Crepacci sono presenti in prossimità del cambio di pendenza nel settore centrale, mentre non sono presenti finestre rocciose. La quantità di detrito appare invariata rispetto all'anno precedente. La fronte, attualmente alta circa 3.5 m, è in fase di assottigliamento e mostra segni di collasso, con il distacco di blocchi lungo fratture semicircolari. Non si osservano variazioni significative nella quantità di acqua rispetto agli anni precedenti e non si osservano torrenti epiglaciali.

Quota min. fronte: 2566 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GS22m17	180°	54	44	-10

927 Ghiacciaio di Collalto - Hochgall Kees

Operatore: Giovanni Saccon (SGAA) - Controllo del 2024.09.02

Il ghiacciaio si presenta completamente privo di neve invernale. Il 31 agosto alle ore 19:45 si è verificato un crollo di blocchi di ghiaccio nel settore centrale e in sinistra idrografica, evento che ha significativamente ridotto la connessione tra il settore centro-superiore e quello inferiore, la quale permane principalmente in destra idrografica. Si osservano pochi crepacci, di dimensioni contenute.

Al centro del ghiacciaio, in prossimità del cambio di pendenza, è presente una finestra rocciosa di dimensioni stimate in 8 x 6 m. Le morene e la copertura detritica non mostrano variazioni rilevanti rispetto agli anni precedenti. La cavità frontale formatasi nel 2022 appare ridotta rispetto all'anno scorso, con uno sviluppo stimato di 15 m, una larghezza alla fronte di 8 m e un'altezza di 2 m. La portata del torrente che defluisce dalla fronte del ghiacciaio non ha subito variazioni rispetto all'anno precedente, così come le dimensioni del lago proglaciale, che risultano invariate. Non sono presenti torrenti epiglaciali.

Quota min. fronte: 2637 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GS18m7	140°	57	47*	-10

* Misura non riportata nella Campagna Glaciologica del 2023.

929 Vedretta del Gigante Centrale - Zentrales Rieser Kees

Operatori: Matteo Toro ed Enrico Valcanover (SGAA) - Controllo del 2024.09.08

Il ghiacciaio ha subito una significativa riduzione di estensione e spessore nella zona frontale. La neve vecchia è presente esclusivamente nelle porzioni superiori, alla base delle pareti rocciose. Non si osservano crepacci nella porzione visibile del ghiacciaio, né finestre rocciose nel settore inferiore. La superficie appare generalmente priva di detrito, con l'eccezione di alcuni blocchi rocciosi isolati. Tuttavia, una copertura detritica abbondante è presente nella porzione superiore destra, sotto la cima del Collaspro, e nel settore sinistro della fronte. La fronte è suddivisa in due lobi con forma ad unghia e sembra essersi stabilizzata in corrispondenza di una contropendenza rocciosa. La porzione in sinistra orografica risulta di difficile individuazione a causa di una coltre detritica che la ricopre. La superficie glaciale è caratterizzata dalla presenza di numerose *bédière*. Alla fronte è chiaramente percepibile il rumore dello scorrimento d'acqua al contatto con il substrato, segno di un abbondante flusso di fondo che confluisce in tre scaricatori proglaciali. In corrispondenza del lobo settentrionale è presente un piccolo lago proglaciale.

Quota min. fronte: 2800 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
93 P.P.P.	140°	1112	1106	-6
EV18m496	125°	586	580	-6
EV19m1	125°	90	84	-6

930 *Vedretta del Gigante Occidentale - Westlicher Rieser Kees*
 Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) -
 Controllo del 2024.08.22

La superficie del ghiacciaio è prevalentemente costituita da ghiaccio vivo, con un margine ben riconoscibile nonostante la presenza di alcune placche di neve residua. I crepacci risultano limitati alla parte superiore del ghiacciaio. La consistente riduzione della massa glaciale ha portato all'ampliamento delle finestre rocciose nel settore orientale, che si sono connesse lateralmente alle rocce circostanti. Anche la finestra rocciosa formatasi nel settore occidentale ha subito un significativo ingrandimento.

Le morene e la copertura detritica sono assenti sulla superficie glaciale, fatta eccezione per il margine sinistro sotto la cresta settentrionale del Monte Nevoso. Attualmente la fronte si trova a quota più elevata nei settori orientale e centrale, mentre nel settore occidentale si estende più a valle formando una lunga lingua. Il margine appare frastagliato nei settori orientale e centrale, determinando un posizionamento della fronte a quote diversificate. Nel settore orientale è presente una piccola porzione di ghiaccio morto,

separatasi dal corpo principale. Il giorno del sopralluogo i torrenti proglaciali presentavano una portata di normali dimensioni. Chiazze di neve invernale sono osservabili all'esterno del ghiacciaio a partire da 2700 m di quota.

Quota min. fronte: 2900 m (centrale); 2717 m (occidentale)*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
F (cf)	190°	1232	1136 (2021)	-96
SB24m14 (cf)**	190°	14	-	-
SB24m9 (sf)***	190°	9	-	-

* Le misure condotte durante le precedenti campagne si riferiscono alla fronte centrale. Dal prossimo anno sarà possibile monitorare solo la fronte occidentale, che viene misurata per la prima volta nella Campagna Glaciologica 2024.

** È stato collocato un nuovo segnale denominato SB24m14 (cf), a 1218 m di distanza dal segnale F (cf), lungo la direzione di misura N 190° (coordinate: 5199487 N, 736068 E, quota 2898 m).

*** È stato istituito un nuovo segnale denominato SB24m9 (sf), per monitorare la lingua in sinistra idrografica del corpo glaciale (coordinate: 5200278 N, 735709 E; quota 2717 m).



930 - *Vedretta del Gigante Occidentale - Westlicher Rieser Kees* (foto S. Benetton, 2024.08.22). Il nuovo segnale SB24m9 (sf) consentirà di monitorare la lingua situata sul versante idrografico sinistro del corpo glaciale. Questa appare significativamente appiattita e priva sia di copertura detritica che di neve invernale residua. *The new SB24m9 (sf) marker will enable the monitoring of the glacier tongue on the hydrographic left side. It appears significantly flattened and devoid of both debris cover and residual winter snow.*

DOLOMITI

Bacino: AVISIO - ADIGE

Gruppo Marmolada

941 Ghiacciaio Principale della Marmolada

Operatori: Mauro Varotto (CGI), Giovanni Benetton e Stefano Benetton (SGAA) - Controllo del 2024.09.07-08

Al momento del sopralluogo il ghiacciaio risultava per la maggior parte privo di neve residua invernale, ad eccezione dei settori protetti in prossimità delle creste, dell'area sommitale e di alcune zone lungo la pista di discesa da Punta Rocca, dove erano installati teli geotermici. Pur rilevando arretramenti contenuti, la perdita di spessore era evidente in tutta la porzione inferiore del corpo glaciale, come attestato dall'ampliamento delle finestre rocciose interglaciali. In concomitanza con la campagna, per la prima volta sono stati prelevati campioni di acqua di fusione nei pressi del settore frontale orientale, a breve distanza dai teli, al fine di verificare la presenza di microplastiche. Le prime analisi condotte presso il Dipartimento di Chimica dell'Università di Padova hanno confermato la presenza di microfibre di polipropilene, lo stesso materiale impiegato per i teli protettivi. Alcune settimane prima delle misurazioni, in prossimità della fronte orientale, sono stati ritrovati i resti di due soldati italiani risalenti al primo conflitto mondiale.

La campagna di misurazioni è stata realizzata in forma partecipata, grazie alla collaborazione del Museo di Geografia (VI edizione), e inserita in un più ampio evento di sensibilizzazione sugli effetti del riscaldamento globale, promosso dalla Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile (RUS) in collaborazione con il Club Alpino Italiano (CAI). In occasione della VI edizione dell'evento "Climbing for Climate", i rappresentanti degli Atenei italiani hanno sottoscritto

il "Manifesto per un'altra Marmolada", un invito a ripensare il modello di sviluppo *ski-oriented* sul ghiacciaio (la documentazione è disponibile sul sito della Rete: <https://reterus.it/climbing-for-climate-sesta-edizione/>).

Quota min. fronte orientale: 2650 m; fronte centrale: 2830 m; fronte occidentale: 2820 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Fronte orientale				
S2m250 (cf)	180°	114	107	-7
S3m100 (df)	180°	173	173	0
S4m50 (df)	180°	153	150	-3
S5m100 (df)	180°	149	149	0
Fronte centrale				
F1m450 (sf)	180°	374	374	0
F2m450 (cf)	180°	350	348	-2
Fronte occidentale				
M1 (cf)	210°	308	290	-18
M2 (df)	180°	381	381	0

941.1 Ghiacciaio Principale della Marmolada (settore occidentale)

Operatori: Gino Taufer e Nicola Marchio (SAT) - Controllo del 2024.10.12

Al momento del sopralluogo, l'apparato glaciale risultava completamente ricoperto da neve recente, condizione che ha reso le misurazioni particolarmente incerte. La fronte del ghiacciaio si trova a una distanza di 245 m dal punto segnale, con un dislivello di 98 m. La variazione frontale è stata determinata mediante telemetro digitale; tuttavia, in



941 - Ghiacciaio Principale della Marmolada (foto F. Ferrarese, 2024.08.25, dalla stazione fotografica di Porta Vescovo). Il ghiacciaio, visibilmente ridotto, presenta zone di ghiaccio vivo e lingue detritiche, con la neve residua concentrata soprattutto nelle aree in ombra. Le fronti e i settori centrali mostrano ghiaccio esposto, di colore grigiastro e discontinuo, a testimonianza di una marcata fusione estiva. Le fronti appaiono appiattite e fortemente arretrate. All'estrema destra idrografica, ai piedi della cresta della Serauta, si intravedono i teli di copertura a protezione del ghiacciaio. *The glacier, visibly reduced in extent, exhibits areas of exposed ice and debris-covered sections, with residual snow primarily concentrated in shaded zones. The frontal and central sectors display exposed, grayish, and discontinuous ice, indicative of significant summer melting. The glacier fronts appear flattened and markedly retreated. On the far hydrographic left side, at the base of the Serauta ridge, protective covering sheets are visible.*

considerazione sia di un recente crollo del fronte, sia dei limiti di precisione strumentale, si ritiene che tale misura presenti un margine di incertezza non trascurabile e non viene pertanto riportata. Il rilievo è stato eseguito dal punto S1bis/18, identificato sul terreno con vernice rossa, a una quota di 2690 m, lungo l'allineamento azimutale di 185°.

Le acque di ruscellamento hanno inciso in maniera significativa le coperture detritiche frontali, dando luogo a evidenti fenomeni erosivi lineari e alla traslazione verso valle dei sedimenti proglaciali. In diversi settori sono affiorate superfici rocciose levigate, ora completamente prive di copertura glaciale. Lungo il margine destro orografico dell'apparato sono visibili due piccoli accumuli da valanga. Sempre in destra orografica, poco a valle del punto di misura, è affiorato ghiaccio sepolto con spessore stimato dell'ordine di un metro, in precedenza inglobato nel detrito e ora esposto in seguito all'azione erosiva delle acque superficiali.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
S1bis/18*	185°	NM	247.5	-X

* Nuovo segnale, coordinate: 5147211 N, 718893 E

942 *Ghiacciaio Occidentale della Marmolada*

Operatori: Gino Taufer e Nicola Marchio (SAT) -
Controllo del 2024.10.12

Anche per il 2024, l'unica misura significativa è stata effettuata dal punto S2bis/18, segnalato con vernice rossa alle coordinate indicate e allineato sull'azimut 190° rispetto a S2/91, da cui dista 60 m. La misura effettuata è di 27 m: la posizione della fronte risulterebbe pertanto invariata rispetto allo scorso anno, ma è incerta a causa della presenza di neve fresca. Il punto battuto con telemetro digitale Rxiry XR1800C, dotato di bussola integrata, si trova su una fronte di ghiaccio.

Non è stato possibile determinare la presenza di neve invernale a causa della copertura nevosa recente, mentre la copertura detritica risulta in aumento e diffusa su tutto l'apparato. Nella parte bassa è ancora visibile un collasso circolare nel ghiaccio, con diametro stimabile in oltre 20 m, caratterizzato dal crollo progressivo dei bordi verso l'interno. Lo spessore glaciale continua a ridursi e l'apparato risulta ulteriormente infossato rispetto al precedente anno. La quota minima del ghiacciaio è certamente diminuita a seguito del ritiro della fronte all'interno di una depressione. Con il distanziometro digitale è stato rilevato un ΔH di -22 m tra il punto di misura e la fronte, sebbene con un margine di incertezza. L'intera area è ricoperta da neve fresca, con il bordo del ghiaccio visibile solo a tratti. È presente una valanga di neve fresca.

Quota min. fronte: 2646 m

947 *Ghiacciaio del Travignolo*

Operatori: Gino Taufer e Carlo Albino Turra (SAT) -
Controllo del 2024.10.14

L'apparato si presenta parzialmente coperto da un sottile strato di neve fresca, la copertura detritica risulta abbondante sia nella parte bassa che nella porzione medio-alta. Nella parte centrale sono presenti i consueti crepacci, che non mostrano variazioni significative rispetto agli anni precedenti. Alla fronte è ancora presente un laghetto di fusione, mentre alcuni modesti crolli di ghiaccio hanno impedito l'effettuazione di alcune delle misure frontali.

Nella porzione medio-alta, caratterizzata da un'elevata densità di crepacci, si rileva una possibile discontinuità strutturale che potrebbe indicare un distacco netto tra due unità glaciali distinte, suggerendo un'evoluzione verso una frammentazione del corpo glaciale. Per accertare la presenza di questa disgiunzione è stato effettuato un rilievo mediante drone, ma le osservazioni non hanno permesso di confermare la separazione delle masse glaciali.

La neve residua dell'inverno è presente in quantità limitata, confinata principalmente sui conoidi di deiezione laterali, mentre la neve fresca ricopre le superfici glaciali esposte e prive di detrito. Il deflusso idrico alla base del ghiacciaio è ancora attivo, sebbene con una portata ridotta rispetto all'anno precedente, segnalando una possibile variazione nei processi di ablazione subglaciale e nei bilanci di fusione stagionali.

Quota min. fronte: 2397 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
T5	150°	176	175	-1

Bacino: CORDEVOLLE - PIAVE

950 *Ghiacciaio della Fradusta*

Operatori: Gino Taufer e Carlo Albino Turra (SAT) -
Controllo del 2024.09.10

La misura frontale rilevata dal punto F6 (quota 2775 m) risulta pari a 6 m, con un apparente avanzamento di 2 m rispetto all'anno precedente. Tuttavia, come in altri casi, tale variazione è riconducibile a piccoli crolli che falsano la misura, ma non indicano un incremento della massa glaciale né un avanzamento dell'apparato. L'analisi delle condizioni generali conferma, infatti, una progressiva infossatura della



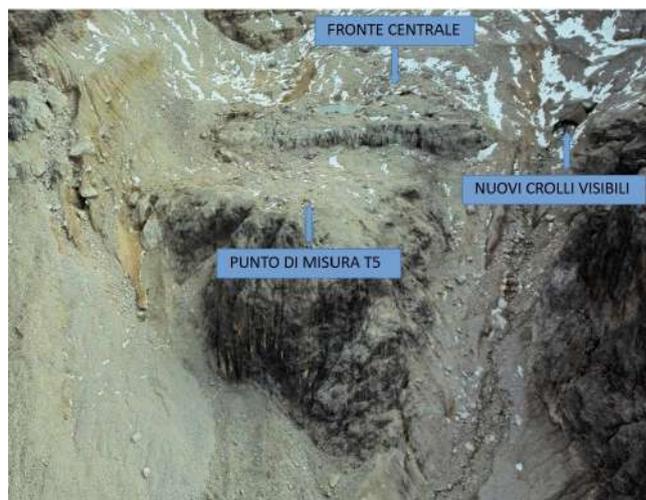
947 - Ghiacciaio del Trivignolo (foto G. Taufer, 2024.10.14). Vista panoramica: al centro spicca la porzione frontale del ghiacciaio, ridotta e parzialmente coperta da ghiaioni che mascherano la massa glaciale. Lateralmente sono evidenti crolli recenti, con blocchi rocciosi dal profilo netto, mentre il colore più chiaro di alcune superfici intuire la presenza di superfici lasciate scoperte dal ghiaccio e distacchi rocciosi avvenuti in tempi recenti. L'apparato si presenta parzialmente coperto da neve fresca, con quasi totale assenza di neve dell'inverno precedente e abbondante copertura detritica nella parte bassa e medio-alta. Nella zona centrale si intravedono i consueti crepacci, mentre sul fianco in sinistra idrografica si osserva un piccolo crollo della fronte. *Panoramic view: the central portion of the glacier front stands out, reduced in extent and partially covered by talus deposits that obscure much of the ice mass. Recent collapses are evident along the lateral margins, with sharply profiled rock blocks, while the lighter coloration of certain rock surfaces suggests areas recently exposed by ice retreat and recent rockfalls. The glacier is partially covered by fresh snow, with almost no remaining snow from the previous winter and extensive debris cover in the lower and middle sections. The usual crevasses are visible in the central zone, while a minor front collapse is observed on the hydrographic left side.*

parte centrale, un'assenza quasi totale di neve residua, un'estesa copertura detritica e segnali diffusi di instabilità nelle porzioni laterali superiori.

Lo spessore del settore centrale continua a ridursi e, data la scarsa inerzia termica residua, il ghiacciaio sta accelerando i processi di fusione, con un incremento dei crolli e collassi strutturali. Il 14 agosto 2024, la porzione superiore e il settore in destra orografica erano ancora coperti da uno strato significativo di neve invernale, stimato in circa 1/3 dell'intera superficie, che tuttavia è quasi completamente scomparso nei 25 giorni successivi.

Il rilievo topografico con stazione Wild non è stato più eseguito, sostituito da un rilievo con telemetro digitale Rxiry XR1800C, dotato di bussola azimutale e montato su cavalletto a-magnetico di altezza nota. Questa metodologia, pur con una precisione inferiore rispetto al rilievo topografico tradizionale, offre vantaggi in termini di sicurezza e rapidità di esecuzione.

Al momento del rilievo, il deflusso idrico risultava abbondante e l'area sottostante il ghiacciaio era punteggiata



947 - Ghiacciaio del Trivignolo (foto G. Taufer, 2024.09.10, ripresa aerea). Sono indicati la stazione di misura topografica T5, la posizione della fronte centrale e i nuovi crolli della fronte in sinistra idrografica. Si osservi il lago proglaciale ai piedi della fronte centrale. *The topographic survey station T5, the position of the central glacier front, and the new collapses of the front on the hydrographic left side are indicated. Observe the proglacial lake at the foot of the central glacier front.*



950 - Ghiacciaio della Fradusta (foto G. Taufer, 2024.09.10 e foto Archivio CGI, 1994.09.12). Il ghiacciaio si trova ormai nella fase terminale del suo ciclo evolutivo. Il confronto fotografico tra il 1994 e il 2024 evidenzia una scomparsa pressoché totale della massa glaciale: l'area precedentemente occupata dal ghiaccio è ora caratterizzata da un'estesa copertura detritica e da substrato roccioso esposto. Questa evoluzione è particolarmente significativa perché, mentre altri ghiacciai, pur in forte contrazione, conservano ancora una struttura riconoscibile e processi glaciologici attivi (*bédière*, crepacci, dinamiche di ablazione e accumulo stagionale), il Ghiacciaio della Fradusta rappresenta ormai un relitto glaciale. L'apporto nevoso stagionale non è più sufficiente a compensare le perdite per fusione, determinando una transizione irreversibile verso la completa scomparsa. Il rapido declino di questo ghiacciaio costituisce un chiaro esempio della forte vulnerabilità dei piccoli ghiacciai dolomitici ai cambiamenti climatici, a causa della loro posizione, morfologia e altitudine relativamente modesta. *The glacier has reached the terminal phase of its evolutionary cycle. A photographic comparison between 1994 and 2024 reveals an almost complete vanishing of glacier mass: the area previously covered by ice is now dominated by extensive debris cover and exposed bedrock. This transition is particularly significant because, while other glaciers – despite substantial retreat – still retain a recognizable structure and active glaciological processes (bédières, crevasses, ablation, and seasonal accumulation dynamics), the Fradusta Glacier has now become a glacial remnant. Seasonal snow accumulation is no longer sufficient to offset melt losses, leading to an irreversible transition toward complete disappearance. The rapid decline of this glacier serves as a clear example of the extreme vulnerability of small Dolomite glaciers to climate change, primarily due to their location, morphology, and relatively low elevation.*

da laghetti effimeri, alcuni di medie dimensioni, già presenti lo scorso anno ma assenti negli anni precedenti. Sulla morena storica è riapparso un laghetto proglaciale, dal quale emerge ghiaccio sepolto, visibile per uno spessore dell'ordine del metro.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
F6	156°	NM	8	-X

Bacino: OTEN - PIAVE

Gruppo Antelao

966 *Ghiacciaio Superiore dell'Antelao*

Operatori: Giuseppe Perini (CGI) e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2024.08.23

Il nevato residuo è visibile esclusivamente a ridosso delle pareti dell'Antelao e nel bacino di accumulo, a quote superiori ai 2800 m. Il lobo destro del ghiacciaio si è frammentato in due porzioni intorno a 2540 m s.l.m., con la sezione inferiore che risulta ora costituita da ghiaccio morto, completamente ricoperto da un'abbondante coltre detritica. Sono presenti crepacci trasversali in corrispondenza del cambio di pendenza, alla base del bacino di accumulo, in centro-destra, mentre non sono presenti finestre rocciose. La copertura detritica è rimasta pressoché invariata rispetto allo scorso anno e ricopre una porzione significativa del settore inferiore del ghiacciaio, stimata intorno al 35% della superficie totale.

La fronte glaciale si presenta asimmetrica: contrariamente allo scorso anno, il lobo sinistro scende ora a una quota inferiore rispetto al destro, e il margine frontale è generalmen-

te ben identificabile. Sono presenti tre *bédière*, una situata nel settore in centro-destra idrografica e due nella porzione centrale. Persistono due laghi proglaciali, i quali, per effetto della morfologia carsica dell'area, risultano privi di affluenti ed effluenti. Al di fuori del ghiacciaio, si osservano placche di neve residua nel settore destro fino a 2520 m di quota.

Quota min. fronte: 2520 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP24m9 (cf)*	240°	9	-	-
GP2017m7 (cf)	230°	102	37	-65
GP2007m5 (df)	250°	219	48	-171
GP23m4 (sf)	240°	7	4	-3

* È stato istituito un nuovo segnale all'intersezione tra le due semirette che misuravano la lingua destra e la porzione centrale del ghiacciaio (coordinate: 5149992 N, 751284 E, quota 2565 m). Il segnale è posizionato su una roccia montonata, 210 m a monte del segnale GP2007m5 lungo la direzione di misura N250° e 93 m a monte del segnale GP2017m7 lungo la direzione di misura N230°. Dalla prossima campagna glaciologica il corpo glaciale verrà monitorato dai segnali GP24m9 e GP23m4.



967 - Ghiacciaio Inferiore dell'Antelao (foto G.Perini, 2024.08.23). Il ghiacciaio si presenta ancora parzialmente innevato, con una superficie di ghiaccio vivo estremamente limitata. Rispetto agli anni precedenti, si registra un incremento della copertura nevosa, particolarmente evidente nell'espansione dell'innevamento all'interno del canalone Menini. La distribuzione del detrito è disomogenea, con accumuli abbondanti nelle porzioni centrale e inferiore del ghiacciaio, alcuni dei quali potrebbero essere sepolti sotto la neve invernale. Nel settore centrale inferiore e a valle della fronte si osservano grandi blocchi rocciosi. La fronte glaciale risulta prevalentemente ricoperta da detrito, il che ne rende difficoltosa l'identificazione precisa. *The glacier remains partially snow-covered, with a very limited extent of exposed ice. Compared to previous years, an increase in snow cover is observed, particularly noticeable in the expansion of snow accumulation within the Menini gully. The distribution of debris is uneven, with abundant accumulations in the central and lower portions of the glacier, some of which may be buried beneath the winter snow. Large boulders are observed in the lower central sector and downstream of the glacier front, including on the hydrographic right side. The glacier front is predominantly covered by debris, making the precise delineation of its margin challenging.*

Operatori: Giuseppe Perini (CGI) e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2024.08.23

Il ghiacciaio è ancora parzialmente innevato, con una superficie di ghiaccio vivo molto limitata. In corrispondenza del segnale GP12m5 (cf), la fronte risulta ancora innevata e l'innnevamento si estende anche a valle di tale riferimento. Rispetto agli anni precedenti si osserva un aumento della copertura nevosa, evidente nell'ampliamento dell'innnevamento nel canalone Menini.

Alcuni crepacci sono visibili nella porzione centrale del ghiacciaio, in corrispondenza delle aree prive di detrito roccioso e di innnevamento invernale a valle del canalone Menini. Finestre rocciose assenti. Il detrito è abbondante nelle porzioni centrale e inferiore del ghiacciaio, con accumuli probabilmente presenti anche sotto la neve invernale. Nel settore centrale inferiore del ghiacciaio e a valle della fronte, anche in destra idrografica, si osservano grandi massi.

La fronte è prevalentemente coperta da detrito, che ne rende difficoltosa la delimitazione del margine. Le acque di fusione sono raccolte in piccoli torrenti proglaciali, con una portata medio-scarso; parte del deflusso avviene sotto il detrito, per riaffiorare più a valle nella Val d'Oten. Placche di neve residua sono presenti fuori dal ghiacciaio in destra idrografica a partire da quota 2350 m.

Quota min. fronte: NM

APPENNINI

Bacino: MAVONE - VOMANO

Gruppo Gran Sasso d'Italia

1006 *Ghiacciaio del Calderone*

Operatori: Massimo Pecci (PCM-Dipartimento per gli affari regionali e le autonomie, CGI), David Cappelletti (Università di Perugia, CGI), Giulio Esposito (CNR-IIA, Roma), Pinuccio d'Aquila (Engeoneering Srls, Chieti), Mattia Pecci (CGI, UniSapienza, Roma), Paolo Tuccella (Cetemps, L'Aquila), Edoardo Raparelli (Università dell'Aquila)- Controllo del 2024.09.07

L'intero apparato si è diviso in due corpi distinti nel periodo 1999-2000, ma dal 2000 il calcolo del bilancio di massa viene effettuato considerando l'insieme come un unico sistema glaciale. A partire dall'anno idrologico in corso è stata adottata una nuova metodologia. Considerati i collassi generalizzati delle masse di ghiaccio, dovuti alle elevate temperature registrate negli ultimi cinque anni, e per evitare falsi valori positivi di equilibrio – non dovuti a un reale incremento della massa glaciale, bensì all'accumu-

lo di depositi e detriti spostati per gravità verso il versante glaciale – le superfici dei due ghiacciai contribuenti sono state considerate pari all'area totale dei detriti ghiacciati contenuti nel circo di roccia calcarea, una superficie che si ritiene fissa a partire dal 2023.

Ai fini del calcolo del bilancio di massa sulla superficie totale della zona del ghiacciaio di riferimento, come negli anni precedenti, si è considerata l'area in cui sono stati rilevati cambiamenti rispetto alla superficie "digitale" misurata con drone nel settembre 2023, pari a 74 400 m². In quest'area è stata determinata una variazione volumetrica pari a: 695 m³ - 24 808 m³ = -24 113 m³.

Considerato che il volume, composto principalmente da ghiaccio fuso (convertibile in acqua), può essere trasformato in massa utilizzando un fattore di conversione ($f \Delta V$) pari a 850 ± 60 kg/m³, come suggerito da Huss (2013), è stato calcolato il bilancio di massa netto specifico dividendo la perdita di volume (-24 113 m³) per l'area di riferimento (74 400 m²) e moltiplicando il risultato per il fattore di conversione. Il bilancio di massa netto specifico risultante è pari a -275.5 mm c.a.

Questo valore tiene conto delle incertezze associate alla conversione volume-massa e presuppone il contributo continuo di entrambe le placche glaciali alla sopravvivenza dell'apparato, trattato complessivamente come un sistema unificato.

NUOVA METODOLOGIA DI CALCOLO DEL BILANCIO DI MASSA

Come già evidenziato nei report precedenti, anche i modesti accumuli, facilmente rilevabili sul campo e individuabili nei confronti tra superfici digitali annuali all'interno del circo glaciale come zone di aumento di spessore, venivano comunque considerati nel calcolo del bilancio di massa, sebbene fossero prevalentemente il risultato di movimenti locali di origine gravitativa, in una prospettiva di evoluzione paraglaciale (sensu Ballantyne, 2002), a carico del deposito superficiale.

Per eliminare tali contributi, non direttamente legati all'evoluzione degli apparati glaciali, è stata proposta una nuova metodologia, applicata per la prima volta a partire dal presente bilancio di massa e descritta sinteticamente al fine di favorire ulteriori sperimentazioni anche in contesti geografici e glaciologici differenti.

Nell'ipotesi di apparati glaciali confinati all'interno di un circo, si prende come riferimento non più il limite della placca glaciale (o dell'apparato), bensì la forma complessiva, ossia il bacino idrografico che ospita il circo stesso, considerato come un «contenitore geomorfologico invariante». In questo modo si possono annullare gli effetti delle dinamiche gravitative (frane, flussi di neve/detrito) che tendono ad obliterare e/o alterare le variazioni del ghiaccio, come avveniva con le precedenti tecniche.

Bilanci di massa dei ghiacciai italiani nell'anno 2024

Mass balance of italian glaciers in 2024

(a cura di / editor: Luca Carturan)

INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO INTRODUCTION AND GEOGRAPHIC SETTING

Per l'anno idrologico 2023-2024 si riportano i risultati delle misure di bilancio per 19 ghiacciai italiani, di cui 4 nel settore Piemontese - Valdostano, 3 in quello Lombardo, 11 nel settore Triveneto, e uno sull'Appennino Centrale (Figura MB1). Su 12 ghiacciai le misure sono state eseguite con il 'metodo glaciologico' (detto anche 'diretto'), che consiste nella misurazione in-situ di accumulo e ablazione in corrispondenza di alcuni punti sulla superficie glaciale, interpolando ed estrapolando in seguito le misure sull'intero ghiacciaio. Sugli altri 7 ghiacciai le misure sono state eseguite con il 'metodo geodetico', che consiste nel confronto di rilievi topografici multi-temporali della superficie glaciale, al fine di calcolare la variazione altimetrica, che viene convertita in bilancio di massa usando opportuni valori di densità (Cogley *et al.*, 2011).

*Here we report the results of mass balance measurements for the year 2023-2024 on 19 Italian glaciers. Four of them are located in the Piemonte-Valle d'Aosta sector, 3 in the Lombardy sector, 11 in the Triveneto one, and one in the Central Apennines (Figure MB1). On 12 glaciers measurements were acquired using the 'glaciological method' (also called 'direct'), which consists of in-situ measurements of surface accumulation and ablation at selected points, which are interpolated and extrapolated to yield the mass balance of the entire glacier. On the other 7 glaciers the mass balance was measured using the 'geodetic method', which is aimed at calculating the elevation change of a glacier by multi-temporal mapping of its surface topography. The elevation changes are converted to mass balance using the density of the mass lost or gained (Cogley *et al.*, 2011).*

PARTE GENERALE - GENERAL INFORMATION

A differenza dei due anni precedenti, caratterizzati da forti e generalizzate perdite di massa su tutti i ghiacciai monitorati, l'anno idrologico 2023-2024 è stato caratterizzato da condizioni meno penalizzanti e più simili al biennio 2020-2021 (Figura MB2). I valori di bilancio sono stati com-

presi tra -1834 mm *w.e.* sulla Vedretta Pendente e 540 mm *w.e.* sui ghiacciai Alto del Popera e Orientale del Canin. Il valore medio del bilancio annuale su tutti i ghiacciai osservati è stato pari a -611 mm *w.e.* (mediana = -654 mm *w.e.*). Il bilancio è risultato negativo su 14 dei 19 ghiacciai misurati, in pareggio sul Ghiacciaio del Lupo, e positivo sui 4 ghiacciai rimanenti.

Ancora una volta, i bilanci più negativi si sono registrati sui ghiacciai Pendente e Careser (Tabella MB1), dove l'ipometria è particolarmente penalizzante. In questi ghiacciai persistono le aree a maggior spessore, mentre tendono a scomparire molto rapidamente le aree più sottili a quota maggiore, risultando in un progressivo abbassamento della quota media (2741 m s.l.m. sul Pendente e 3050 m s.l.m. sul Careser), già molto inferiore alla linea di equilibrio negli ultimi anni. Le dimensioni sempre più piccole e il diffuso affioramento del substrato roccioso riducono inoltre l'effetto raffreddante della superficie glaciale sull'atmosfera soprastante, rappresentando un ulteriore feedback positivo durante il processo di deglaciazione (Carturan *et al.*, 2015; Shaw *et al.*, 2023).

Particolarmente rilevanti, in questo contesto, le forti perdite subite nel 2024 dal Ghiacciaio di Malavalle, che rispetto alla vicina Vedretta Pendente ha quota media di 2983 m, sensibilmente superiore, e area molto maggiore. In base alle anomalie riportate in Tabella MB2, il 2024 è stato caratterizzato da ottimi accumuli nevosi, con anomalie diffusamente e largamente positive di bilancio invernale. Si nota però proprio sulla Vedretta Pendente un'anomalia più contenuta, ad indicare come nell'Alto Adige più settentrionale gli accumuli nevosi siano stati relativamente meno abbondanti, come misurato anche sulla Vedretta Occidentale di Ries (anomalia +29%). Unitamente alla forte ablazione estiva, con valori pari o prossimi ai massimi di tutta la serie di misura su molti ghiacciai (Tabella MB2), questa relativa scarsità negli accumuli può spiegare l'andamento particolarmente penalizzante del 2024 sui due ghiacciai dell'alta Val Ridanna.

In genere si può affermare che le ottime condizioni di alimentazione di quasi tutti i ghiacciai (in diversi casi ai massimi o prossimi ai massimi delle serie storiche) non sono state sufficienti a compensare la fortissima fusione estiva, determinando così bilanci in prevalenza negativi. Le poche eccezioni sono rappresentate dai piccoli ghiacciai ad alimentazione valanghiva, parzialmente o completamente ricoperti di detrito, e collocati in aree caratterizzate da abbondanti precipitazioni, come quelli delle Alpi Giulie, Dolomiti, Orobie. Questo tipo di ghiacciai beneficia maggiormente di annate nevose, come il 2024, e questi fattori hanno determinato il bilancio in pareggio sul Ghiacciaio del Lupo e i bilanci positivi su Alto di Popera, Conca Prevala, Orientale del Canin e Occidentale del Montasio. Piuttosto singolare, sul Ghiacciaio del Lupo, la coesistenza del miglior bilancio invernale e del peggior bilancio estivo dell'intera serie di misura.

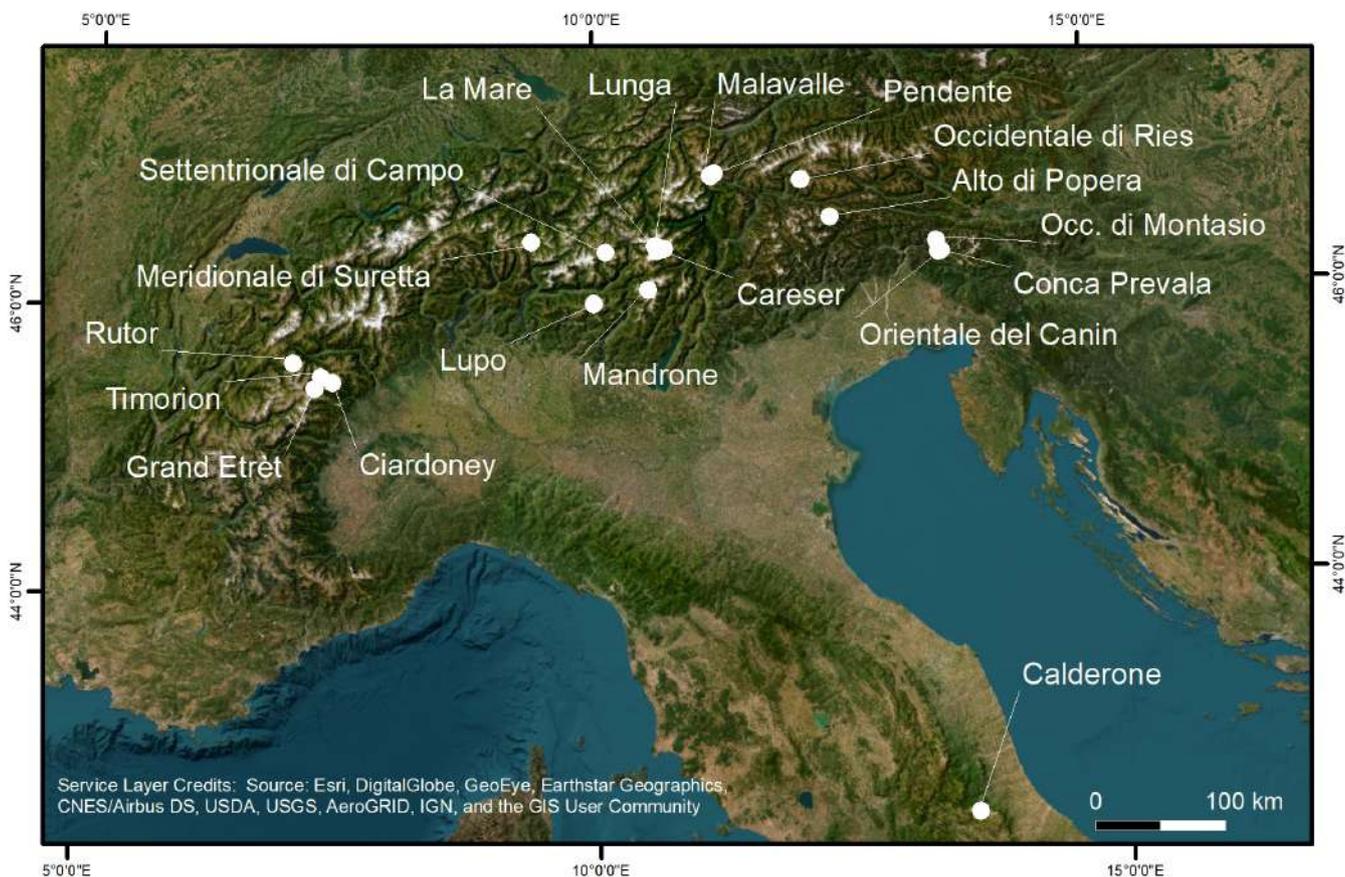


Figura MB1 - Collocazione geografica dei ghiacciai italiani per i quali si riportano i valori di bilancio di massa nell'anno 2024. *Geographic setting of the Italian mass balance glaciers with reported data for 2024.*

Per interpretare correttamente questi risultati è però necessario considerare non solo ciò che è accaduto durante l'estate 2024, ma anche le condizioni autunnali del 2023. Una significativa frazione dell'ablazione netta (a carico di ghiaccio o firn) osservata nel 2024, infatti, si è verificata tra la seconda metà di settembre e la prima metà di ottobre 2023, durante un periodo piuttosto caldo e secco. Ad esempio, sul pianoro di quota 3200 m del Ghiacciaio de La Mare tra l'11 settembre e il 13 ottobre 2023 si è avuta un'ablazione di circa 45 cm di ghiaccio, pari a circa un terzo dell'intera ablazione netta annuale. Analoghe valutazioni sono state fatte per il Ghiacciaio del Ciardoney da Cat Berro e Mercalli (www.nimbus.it). Questa ablazione andrebbe conteggiata nel bilancio invernale e non nel bilancio estivo, che in tal modo risulterebbe significativamente meno negativo ed eccezionale rispetto a quanto evidenziato in Tabella MB2. La precisa valutazione di questa ablazione autunnale richiederebbe misurazioni oltre la data di normale chiusura dei bilanci, a settembre/ottobre, oppure la tempestiva misurazione delle paline appena scompare la neve, nell'estate successiva. Raramente queste misurazioni sono fattibili in pratica.

Dal punto di vista meteorologico la stagione autunnale è iniziata con condizioni di tempo stabile, molto caldo per

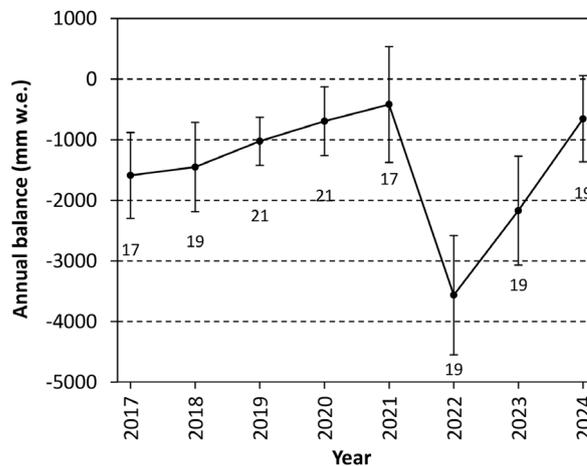


Fig. MB2 - Valori mediani (punti neri) e ± 1 deviazione standard (barre verticali) dei bilanci annuali su tutti i ghiacciai italiani oggetto di misurazione. Per ogni anno è riportato il numero di ghiacciai misurati. *Median (black dots) and ± 1 standard deviation (vertical bars) of the annual balances on all measured Italian glaciers. The figure reports the number of measured glaciers for each year.*

la stagione è secca, perdurate fino a metà ottobre 2023. È seguito poi un periodo con precipitazioni abbondanti specie sulle Alpi centro-orientali, mentre il versante italiano del settore alpino occidentale è rimasto spesso in ombra pluviometrica, ad eccezione delle aree più prossime al confine svizzero e francese. Ad ottobre le temperature si sono mantenute elevate e una parte significativa delle precipitazioni è risultata liquida fino a 2800-3000 m di quota.

Nei primi giorni di dicembre si sono avute le ultime precipitazioni abbondanti, accompagnate da un forte rialzo termico che ha portato il limite delle nevicate fino a circa 2500 m s.l.m. Il resto della stagione invernale è poi stato caratterizzato da precipitazioni scarse e persistenti fasi anticicloniche molto miti. Ad esempio, alla stazione di Trento Laste l'inverno è risultato il più caldo dall'inizio delle misure, nel 1921 (www.meteotrentino.it).

Le precipitazioni abbondanti sono riprese a fine febbraio e la primavera è stata ricca di neve sui ghiacciai. In alcune zone, come ad esempio sulle Alpi occidentali, le nevicate in quota sono state eccezionali e hanno consentito non solo il recupero da condizioni di innevamento invernale molto scarso, ma anche il raggiungimento di valori estremamente elevati nel mese di maggio (www.nimbus.it). In questa fase si sono registrati anche diversi episodi di deposizione di polveri sahariane sul manto nevoso, che hanno probabilmente avuto un ruolo nel diminuire l'albedo superficiale durante la successiva stagione di fusione.

L'estate è iniziata in modo favorevole alla conservazione della neve sui ghiacciai. Il mese di giugno ha portato altre nevicate che si sono alternate a fasi calde ma brevi. Luglio, agosto e i primi giorni di settembre sono invece stati estremamente caldi e caratterizzati anche da lunghe fasi anticicloniche, intervallate da scarse precipitazioni. Dal 3 luglio al 25 agosto non ci sono state precipitazioni nevose sui ghiacciai al di sotto dei 3300-3400 m di quota. Dal 5 luglio all'8 settembre lo zero termico massimo diurno è stato sempre oltre i 3500 m di quota, superando i 4000 m per 43 giorni e addirittura i 5000 m tra il 10-11 agosto.

L'ininterrotta fase di fusione molto intensa è terminata piuttosto bruscamente a cavallo tra le prima e la seconda decade di settembre, quando c'è stato un significativo e persistente abbassamento della temperatura, accompagnato da nevicate fin sotto i 2000 m s.l.m., che hanno posto fine alla fusione su gran parte dei ghiacciai.

Unlike the previous two years, characterized by strong and widespread mass losses on all monitored glaciers, the hydrological year 2023-2024 was characterized by less severe conditions and it was comparable to the two years 2020 and 2021 (Figure MB2). The annual balance ranged from -1834 mm w.e. on Vedretta Pendente to 540 mm w.e. on Alto del Popera and Orientale del Canin glaciers. The mean value of the annual balance on all observed glaciers was -611 mm w.e. (median = -654 mm w.e.). The balance was negative on 14 of

the 19 glaciers measured, close to zero on the Lupo Glacier, and positive on the remaining 4 glaciers.

Once again, the most negative balances were measured on the Pendente and Careser glaciers (Table MB1), where the hypsometry is unfavourable. These two glaciers persist where the ice thickness is largest, while thinner areas at higher elevation tend to disappear very rapidly, resulting in a progressive lowering of the average elevation (2741 m a.s.l. on the Pendente Glacier and 3050 m a.s.l. on the Careser Glacier), already far below the equilibrium line in recent years. The increasingly smaller size and widespread outcrop of the bedrock also reduce the cooling effect of the glacial surface on the atmosphere above, representing an additional positive feedback during deglaciation (Carturan et al., 2015; Shaw et al., 2023).

In this context, the heavy mass loss recorded in 2024 on the Malavalle Glacier looks relevant, because its mean elevation (2983 m a.s.l.) is significantly larger, as well as its area, compared to the nearby Vedretta Pendente. The 2024 mass balance year was characterized by high snow accumulation, leading to widespread and largely positive winter balance anomalies, as shown in Table MB2. However, the smaller anomaly measured on the Pendente Glacier indicates that in the northern South Tyrol snow accumulation was relatively less abundant, as confirmed at the Occidentale di Ries Glacier (anomaly +29%). Combined with the strong summer ablation, with values at, or close to, the maxima of the entire measurement series on many glaciers (Table MB2), this relative scarcity in accumulation may explain the low annual balance measured in 2024 on the two glaciers of the upper Val Ridanna.

The large snow cover accumulated on almost all glaciers (in several cases at, or close to, the maxima of the measurement series) was not sufficient to compensate for the very strong summer melt, thus resulting in prevailing negative annual balances. A positive annual balance was measured only on small glaciers fed by avalanches, partially or completely covered with debris, and located in areas characterized by abundant precipitation, such as those in the Julian Alps, Dolomites, and Orobic. These glaciers benefit most from snowy years, such as 2024, and these factors resulted in the balanced balance conditions on the Lupo Glacier and in the positive balance on Alto di Popera, Conca Prevala, Orientale del Canin, and Occidentale del Montasio glaciers. Rather unique, on the Lupo Glacier, was the coexistence of the highest winter balance and the lowest summer balance of the entire measurement series.

To understand these results correctly, however, it is necessary to consider the weather conditions in autumn 2023. A significant fraction of the net ablation (ice or firn ablation) observed in 2024, in fact, occurred during a warm and dry period between the second half of September and the first half of October 2023. For example, 45 cm of ice melted at 3200 m a.s.l. on the La Mare Glacier, between September 11 and October 13, 2023, accounting for about one-third of the entire annual net ablation. Cat Berro and Mercalli made similar assessments for the Ciardoney Glacier (www.nimbus.it).

Tabella MB1 - Bilanci di massa dei ghiacciai italiani 2024.

* Metodo di misura: GLAC = glaciologico (diretto); GEOD = geodetico. Tra parentesi: per il metodo glaciologico è riportata la tecnica di spazializzazione e calcolo del bilancio (AUTO = automatica mediante software GIS; RL = regressione lineare quota-bilancio; MAN = tracciatura manuale delle isoline di bilancio; DA = ghiacciaio suddiviso in aree a bilancio uniforme; COM = combinazione dei precedenti). Per il metodo geodetico è riportata la tecnica di rilievo (TS = stazione totale; GPS = rilievo mediante GPS; FT = fotogrammetria terrestre; FA = fotogrammetria aerea, TLS = LiDAR da terra; ALS = LiDAR aereo); N.D.: dato non disponibile.

Table MB1 - Mass balance of Italian glaciers 2024.

* Measurement method: GLAC = glaciological (direct); GEOD = geodetic. In brackets: for the glaciological method the interpolation and calculation method is reported (AUTO = automatic by means of GIS software; RL = linear regression of mass balance vs. elevation; MAN = manual drawing of mass balance isolines; DA = glacier divided in areas with uniform mass balance; COM = combination of other methods). For the geodetic method the survey technique is reported (TS = total station; GPS = GPS survey; FT = terrestrial photogrammetry; FA = aerial photogrammetry, TLS = ground-based LiDAR; ALS = aerial LiDAR); N.D.: data not available.

Bacino e n. catasto <i>Basin and n. of inv.</i>	Ghiacciaio <i>Glacier</i>	Metodo di misura* <i>Measurement method*</i>	Da (data iniziale) <i>From (initial date)</i>	A (data finale) <i>To (end date)</i>	Bilancio invernale (mm w.e.) <i>Winter balance (mm w.e.)</i>	Bilancio estivo (mm w.e.) <i>Summer balance (mm w.e.)</i>	Bilancio annuale (mm w.e.) <i>Annual balance (mm w.e.)</i>	ELA (m slm)	AAR
Orco - Po									
81	Ciardoney	GLAC (DA)	20230914	20240917	3150	-4200	-1050	3100	<0.050
Dora Baltea - Po									
126	Timorion	GEOD (FA/GNSS)	20230923	20241011	1803	-2457	-654	3370	0.320
134	Grand Etrèt	GLAC (DA)	20230920	20240917	1819	-3020	-1201	>3200	0.110
189	Rutor	GEOD (FA)	20230927	20241005	2092	-2598	-506	3150	0.400
Adda - Po									
371	Mer. di Suretta (Suretta Sud)	GLAC (AUTO/COM)	20230930	20241117	2669	-3364	-695	N.D.	N.D.
543	Lupo	GLAC (AUTO/COM)	20231001	20240911	5287	-5289	-2	2570	0.530
Sarca - Mincio - Po									
639	Mandrone	GLAC (COM)	20231013	20241007	N.D.	N.D.	-364	3060	0.380
Noce - Adige									
699	La Mare (settore meridionale)	GLAC (COM)	20230911	20240910	1447	-2122	-675	3395	0.214
701	Careser	GLAC (AUTO)	20231001	20240922	1793	-3341	-1548	3108	0.015
Plima - Adige									
733	Vedretta Lunga	GLAC (MAN)	20231002	20240929	1555	-2554	-999	>3365	0.200
Isarco - Adige									
875	Malavalle	GLAC (DA)	20230930	20241007	1458	-3004	-1546	3389	0.040
876	Pendente	GLAC (DA)	20230930	20241007	1785	-3619	-1834	>2920	0.000
930	Occidentale di Ries (Vedretta Gigante Occidentale)	GLAC (MAN)	20230929	20241006	1413	-2648	-1235	>3260	0.000
Piave									
978	Alto di Popera	GEOD (TS)	20230912	20240930	N.D.	N.D.	540	N.D.	N.D.
Fella - Tagliamento									
981	Occidentale delMontasio	GEOD (FA)	20230929	20241001	4110	-3930	180	1980	0.170
982.1	Conca Prevala	GEOD (TS)	20230927	20240910	6480	-6120	360	N.D.	0.400
984	Orientale del Canin	GEOD (TS)	20230927	20240910	4920	-4380	540	<2140	1.000
Inn - Danubio									
997	Settentrionale di Campo (Campo Nord)	GLAC (MAN)	20231007	20240929	N.D.	N.D.	-644	3090	0.220
Mavone - Vomano									
1006	Calderone	GEOD (FA-TLS)	20239018	20240907	N.D.	N.D.	-276	N.D.	N.D.

Tabella MB2 - Anomalie di bilancio annuale e stagionale di alcuni ghiacciai italiani nel 2024. Il ranking esprime la posizione del bilancio 2024 rispetto alla serie storica (ranking = 1 corrisponde al valore massimo della serie).

Table MB2 - Annual and seasonal mass balance anomalies of some Italian glaciers in 2024. Ranking expresses the position of the 2024 balance compared to the historical series (ranking = 1 means the highest value in the series).

ANOMALIE - ANOMALIES								
	Periodo di osservazione Observation period	N. anni osservazione N. years of observation	Bilancio invernale Winter balance	Ranking invernale Winter balance ranking	Bilancio estivo Summer balance	Ranking estivo Summer balance ranking	Bilancio annuale Annual balance	Ranking annuale Annual balance ranking
Ciardoney	1992-	33	+161%	1/33	-60%	32/33	+26%	13/33
Meridionale di Suretta (Suretta Sud)	2010-	15	+13%	9/14	+12%	5/14	+46%	5/15
Lupo	2010-	15	+72%	1/15	-31%	15/15	+100%	4/15
Careser	1967-	58	+85%	3/51	-53%	46/51	-28%	36/58
Langenferner - Vedretta Lunga	2004-	21	+60%	2/21	-11%	16/21	+24%	7/21
Pendente	1996-	29	+11%	9/26	-19%	23/26	-38%	22/29
Calderone	1995-	28					+35%	13/28

This ablation should be computed in the winter balance, and not in the summer balance, which would then be significantly less negative and exceptional than shown in Table MB2. Accurate assessment of this autumn ablation would require measurements beyond the normal closing date, in September/October, or timely measurement of the ablation stakes as soon as the snow disappears, in the following summer. These measurements are rarely feasible in practice.

From a meteorological point of view, the autumn season began with stable, very warm and dry weather, which persisted until mid-October 2023. This was followed by a period with heavy precipitation especially in the central and eastern Alps, while the Italian side of the western Alpine sector often remained in rainfall shadow, with the exception of the areas closest to the Swiss and French borders. In October, temperature remained high, and a significant fraction of precipitation was liquid up to 2800-3000 m a.s.l.

The last heavy precipitation occurred in early December, accompanied by a sharp rise in temperature that brought the snowfall limit up to about 2500 m a.s.l. The rest of the winter was characterized by scarce precipitation and persistent warm anticyclonic weather. For example, at the Trento Laste weather station the winter was the warmest since measurements began in 1921 (www.meteotrentino.it).

Abundant precipitation resumed in late February, and the spring was snowy on glaciers. In some areas, such as the Western Alps, snowfall at high altitude was exceptional and allowed not only recovery from very poor winter snow conditions, but also the achievement of extremely high values in May (www.nimbus.it). This phase also saw several episodes of Sabaran dust deposition on the snowpack, which probably played a role in decreasing the surface albedo in the following melt season.

Summer began favourably for snow conservation on glaciers. June brought several snowfalls, alternated with warm spells that were short. July, August and early September, on

the other hand, were extremely warm and also characterized by long anticyclonic phases, combined with scarce precipitation. From July 3 to August 25, there was no snowfall on glaciers below 3300-3400 m a.s.l. From July 5 to September 8, the maximum daily freezing level was always above 3500 m a.s.l., exceeding 4000 m for 43 days and even 5000 m between August 10-11.

The uninterrupted and intense ablation season ended abruptly between the first and second decades of September, when there was a significant and persistent drop in air temperature, associated to snowfall down to below 2000 m a.s.l., which stopped melting on most glaciers.

INFORMAZIONI DI DETTAGLIO - DETAILED INFORMATION

Vengono fornite le informazioni di dettaglio relative al bilancio di massa di alcuni ghiacciai per l'annata di bilancio 2023-2024. Il paragrafo è suddiviso in sotto-paragrafi, uno per ogni ghiacciaio, all'interno dei quali si riportano alcune informazioni generali sui ghiacciai, la loro serie di misurazioni e informazioni sull'annata in oggetto, seguite da una foto del ghiacciaio, una figura che mostra la distribuzione spaziale del bilancio annuale, e un grafico che riporta i risultati dall'inizio delle misurazioni.

This section presents the detailed information on the mass balance of selected glaciers for the year 2023-2024. This section is divided in sub-sections, one for each glacier, composed by a description of the glaciers, their observation series and the current year, followed by a picture of the glacier, a map with the spatial distribution of the annual balance, and a chart that reports the measurements results since the beginning of the series.

Luca Carturan (Università di Padova, CGI),
Tiziana Lazzarina Zendrini (Università di Padova),
Elena Bertoni, Cristian Ferrari, Franco Longhi
(Commissione Glaciologica SAT)

Il Ghiacciaio de La Mare è un ghiacciaio montano collocato nel settore centrale del Gruppo Ortles-Cevedale. Il ghiacciaio occupa una superficie di 3.03 km² (settembre 2022), ed è composto da due unità principali, che si sono separate nel corso dell'estate 2019. Nel 2022 è avvenuta un'ulteriore frammentazione dell'unità meridionale, su cui si svolgono le misure di bilancio di massa, a causa del distacco di due placche di ghiaccio morto (12.5 ha in totale) nel settore inferiore, con un ritiro frontale di più di un chilometro in un solo anno. L'area del settore meridionale è di 1.73 km² e la quota è compresa tra 2972 e 3583 m. La quota mediana è di 3231 m.

Le misure di bilancio di massa sono iniziate nel 2003, con l'obiettivo di affiancare ed eventualmente sostituire la serie di bilancio del vicino Ghiacciaio del Careser, in rapido dissolvimento (Carturan, 2016). In gran parte del periodo di osservazione il Ghiacciaio de La Mare ha conservato un'area di accumulo, che tuttavia è di dimensioni troppo ridotte per consentire condizioni di equilibrio. Di conseguenza, il bilancio è stato prevalentemente negativo (-967 mm *w.e.* in media dal 2003 al 2023), causando una consistente perdita di superficie e di volume dall'inizio delle misurazioni.

Nel 2024 l'accumulo nevoso è stato del 47% superiore alla media e l'ablazione estiva è stata superiore del 12% rispetto alla media. Il bilancio annuale è risultato negativo e pari a -675 mm *w.e.* La ELA si è collocata a 3395 m s.l.m. e l'AAR è stato pari a 0.214. La ELA è risultata significativamente superiore al limite della neve residua, mediamente collocato a 3250 m s.l.m., a causa dell'intensa fusione avvenuta tra settembre e ottobre 2023.



Fig. MB3 - Il settore superiore del Ghiacciaio de La Mare ripreso il 28 agosto 2024 dal drone (foto C. Ferrari). *Photo of the upper part of the La Mare Glacier on 28 August 2024, taken by means of a UAV.*

The La Mare Glacier is a mountain glacier located in the central part of the Ortles-Cevedale Group. Its area is of 3.03 km² (September 2022) and is composed of two main sub-units, which separated in summer 2019. In 2022 two dead-ice patches (total area 12.5 ha) detached from the southern unit, subject to mass balance measurements, leading to a frontal retreat larger than one kilometre in just one year. The area of the southern unit is now 1.73 km² and the elevation ranges between 2972 and 3583 m a.s.l. The median elevation is 3231 m a.s.l.

The mass balance measurements started in 2003, to ensure mass balance observations in the area of the vanishing Careser Glacier (Carturan, 2016). The glacier kept an accumulation area in most of the observation period, which

however is much smaller than required for balanced-budget conditions. Consequently, the mass balance has been mostly negative in the observation period (-967 mm w.e. on average between 2003 and 2023), leading to a considerable loss in area and volume.

In 2024 the snow accumulation was 47% larger than average, and the summer ablation was 12% larger than average. The annual balance was negative (-675 mm w.e.). The ELA was at 3395 m a.s.l. and the AAR was 0.214. The ELA was significantly above the lower limit of the residual snow (3250 m a.s.l. on average), owing to the intense melt occurred between September and October 2023.

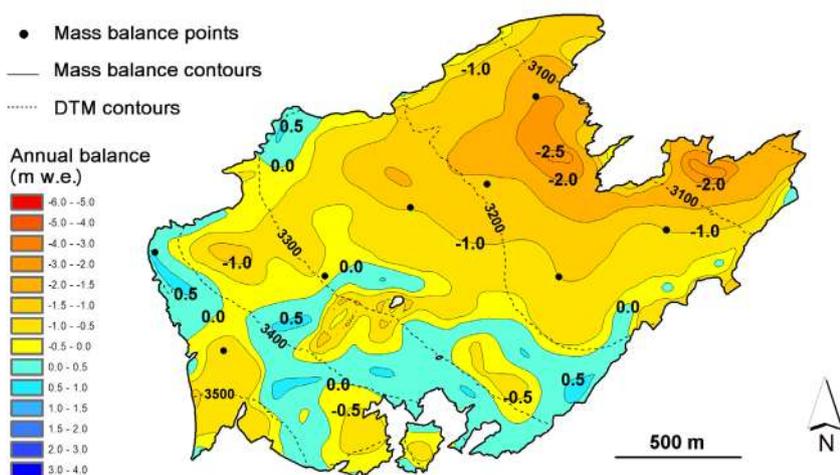


Fig. MB4 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sul Ghiacciaio de La Mare (unità meridionale) nel 2024. Annual balance distribution on the La Mare Glacier (southern unit) in 2024.

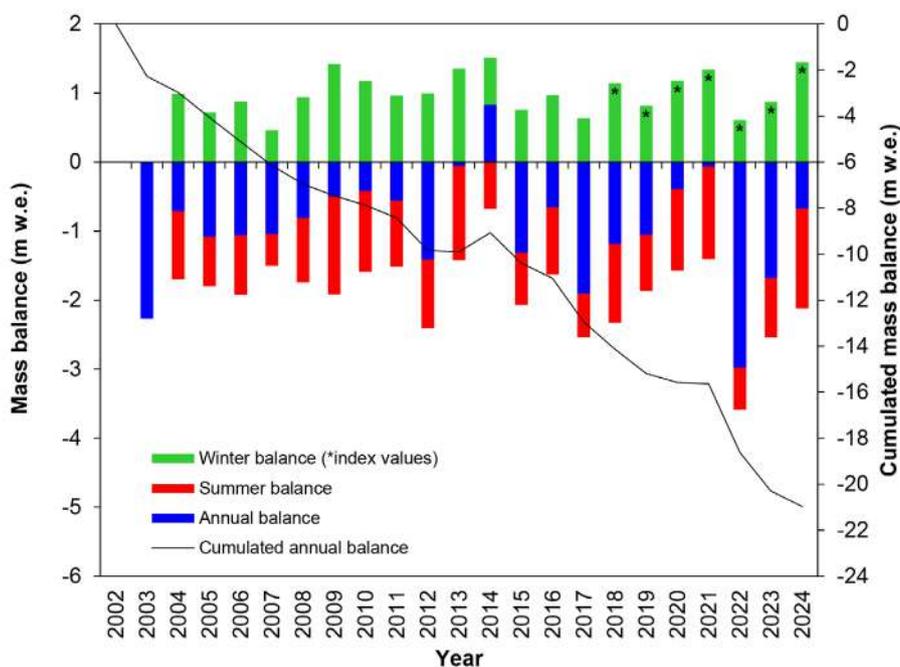


Fig. MB5 - Risultati delle misure di bilancio di massa sul Ghiacciaio de La Mare dal 2003. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. Dal 2018 le misure di bilancio invernale sono eseguite su singoli punti nei pressi della quota mediana del ghiacciaio. Results of the mass balance measurements on the La Mare Glacier since 2003. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances. Since 2018 the winter balance are index values derived from measurements carried out at the median elevation of the glacier.

701 Ghiacciaio del Careser

Luca Carturan (Università di Padova, CGI), Mauro Gaddo (Meteotrentino-Provincia autonoma di Trento), Nicola Marchio, Romano Niccolini (Commissione Glaciologica SAT)

Il Ghiacciaio del Careser occupa una superficie di 0.65 km² (settembre 2022) e la sua quota varia tra i 2966 e i 3119 m. Il ghiacciaio è prevalentemente esposto ad ovest ed è piuttosto pianeggiante. Il 93% della sua superficie si trova tra i 3000 e i 3100 m s.l.m. e la quota mediana è di 3054 m. La temperatura media annua alla quota mediana del ghiacciaio è di circa -3/-4° C e la precipitazione media annua è di 1450 mm (Carturan *et al.*, 2013).

Le misure di bilancio con il metodo glaciologico sono iniziate sul Careser nel 1967, e fino al 1980 il bilancio è stato prossimo all'equilibrio (Zanon, 1992). Successivamente hanno prevalso condizioni di bilancio negativo, e negli ultimi tre decenni la linea di equilibrio si è collocata preva-

lentemente oltre la quota massima del ghiacciaio (Carturan *et al.*, 2013). Il bilancio annuo medio tra il 1981 e il 2001 è stato pari a -1195 mm *w.e.*, sceso a una media di -1909 mm *w.e.* tra il 2002 e il 2023.

Nel 2024 gli accumuli di neve invernali sono stati dell'85% superiori rispetto alla media dal 1967 al 2023 (Tabella MB2). La fusione estiva è stata superiore del 53% rispetto alla media dello stesso periodo. A fine estate la neve residua era limitata ad una sottile e discontinua fascia a ridosso della cresta rocciosa sud-orientale (AAR = 0.015, ELA a 3108 m s.l.m.). Il bilancio annuale è quindi stato negativo anche nel 2024 e pari a -1548 mm *w.e.*, significativamente meno negativo rispetto agli ultimi venti anni grazie agli importanti accumuli nevosi invernali, che hanno ridotto il periodo di ablazione a carico del ghiaccio.

The Careser Glacier occupies an area of 0.65 km² (September 2022) and its elevation ranges from 2966 to 3119 m a.s.l. The glacier is mainly exposed to the west and is rather



Fig. MB6 - Il Ghiacciaio del Careser fotografato il 22 settembre 2024 dal dosso roccioso di quota 3054 m (foto L. Carturan). *The Careser Glacier on 22 September 2024 from the rock bump at 3054 m a.s.l.*

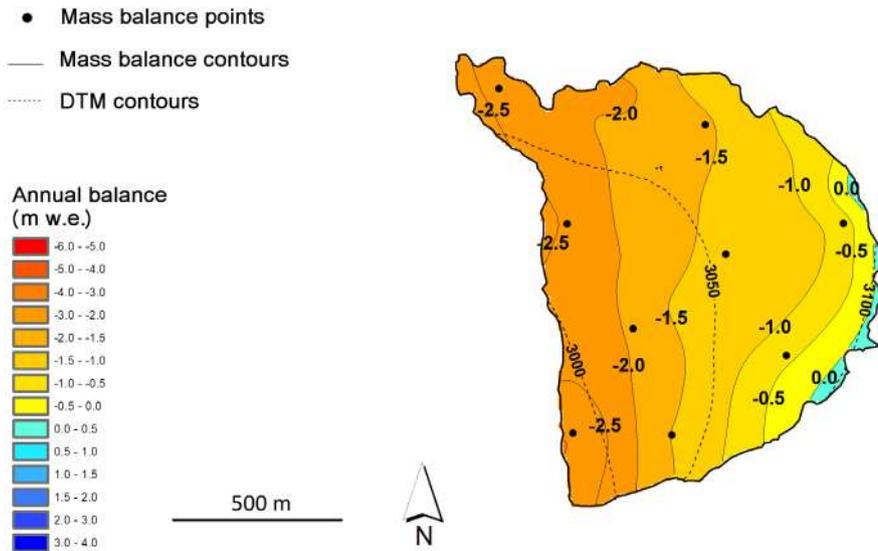


Fig. MB7 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sul Ghiacciaio del Careser nel 2024. *Annual balance distribution on the Careser Glacier in 2024.*

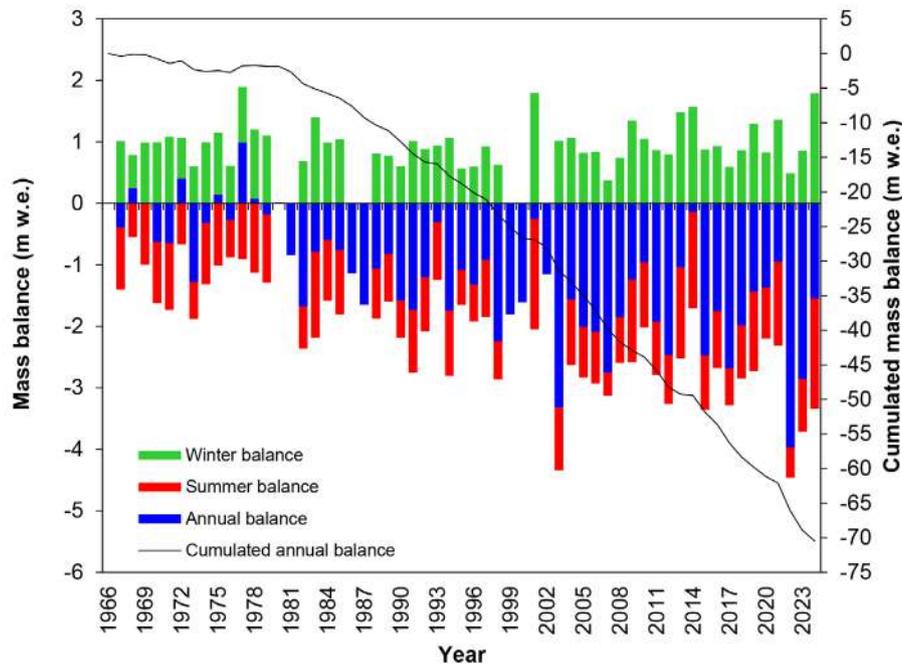


Fig. MB8 - Risultati delle misure di bilancio di massa sul Ghiacciaio del Careser dal 1967. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. *Results of the mass balance measurements on the Careser Glacier since 1967. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.*

flat. The 93% of the glacier area lies between 3000 and 3100 m a.s.l. and the median elevation is 3054 m a.s.l. The mean annual air temperature at the median elevation is about -3 to -4° C and precipitation averages 1450 mm (Carturan et al., 2013).

Direct mass balance investigations on Careser Glacier started in 1967, and until 1980 the mass balance was close to equilibrium (Zanon, 1992). Imbalanced conditions and steadily negative mass balances followed, and in the last three decades the ELA was mostly above the maximum elevation of the glacier (Carturan et al., 2013). The mean value of the

annual balance was -1195 mm w.e. from 1981 to 2001, and decreased to -1909 mm w.e. from 2002 to 2023.

In 2024, the winter snow accumulation was 85% larger compared to the 1967-2023 mean (Table MB2). The summer melt was 53% larger than the mean of the same period. At the end of the ablation season, the residual snow covered only a narrow band at the southeastern edge of the glacier (AAR = 0.015, ELA at 3108 m a.s.l.). The annual balance was negative and equal to -1548 mm w.e., significantly higher than the mean of the last twenty years thanks to the large winter accumulation, which reduced the ice melt period.

733 Vedretta Lunga (Langenferner)

Stephan P. Galos (University of Innsbruck),
Roberto Dinale (Agenzia per la Protezione civile,
Provincia autonoma di Bolzano, CGI)

La Vedretta Lunga (Langenferner) copre un'area di circa 1.26 km² e si estende da un'altitudine di 3359 m a circa 2742 m s.l.m. nel suo punto più basso (nel 2023). La parte superiore del ghiacciaio è esposta principalmente a nord, mentre la parte rimanente della vecchia lingua del ghiacciaio è rivolta verso est. I rilievi del bilancio di massa alla Vedretta Lunga sono iniziati a partire dall'anno di bilancio idrologico 2003-2004. Le misurazioni e le analisi comprendono il bilancio annuale e invernale del ghiacciaio secondo il metodo glaciologico diretto a data fissa (Galos *et al.*, 2017).

L'inverno idrologico 2023/24, ancora una volta significativamente mite rispetto alla media climatologica, è stato caratterizzato da ripetute precipitazioni, abbondanti nella maggior parte dei casi, soprattutto nel tardo autunno ed inizio inverno, e durante febbraio e marzo. Il bilancio invernale è risultato pari a 1555 mm *w.e.*, ben superiore alla media.

Abbondanti nevicate durante il periodo di fine maggio hanno contribuito ad aumentare ulteriormente il manto nevoso all'inizio dell'estate idrologica. A seguire un giugno mite ed umido e quindi temperato e, dalla seconda settimana di luglio, un'estate da record con temperature di circa

4° C superiori alla media climatica. La rapida fusione estiva del notevole manto nevoso è stata accelerata dalla presenza di sabbia sahariana depositata durante l'inverno e la primavera del 2024. Una precoce ondata di freddo con nevicate in quota a partire dal 9 settembre ha messo fine al principale periodo di ablazione della Vedretta Lunga.

Il bilancio annuale è quindi ancora una volta nettamente negativo, con un valore di -999 mm *w.e.*, leggermente inferiore alla media di lungo periodo (-1323 mm *w.e.*). Tuttavia, è necessario tenere in considerazione la significativa riduzione dell'area del ghiacciaio negli ultimi anni, in particolare alle quote più basse.

Nonostante un AAR di 0.2, non è stato possibile determinare l'altitudine della linea di equilibrio (ELA) perché le aree di accumulo erano distribuite in modo irregolare lungo tutto il ghiacciaio (Galos, 2024).

The Langenferner (Vedretta Lunga) covers an area of around 1.26 km² and extends from an altitude of 3359 m to around 2742 m a.s.l. at its lowest point (as of 2023). While the upper part of the glacier is mainly exposed to the north, the remaining part of the glacier's former tongue faces east.

Since the hydrological budget year 2003-2004, investigations have been carried out at Langenferner to determine the mass balance. The measurements and analyses include the annual and winter balance of the glacier and follow the direct glaciological method with fixed date (Galos et al., 2017).



Fig. MB9 - Veduta della Vedretta Lunga (Langenferner) ripresa il 4 settembre 2024 dalla webcam installata al Butzenspitze, subito prima della nevicata che ha posto fine alla fusione del ghiaccio nel settore superiore del ghiacciaio (www.foto-webcam.eu). View of the Vedretta Lunga (Langenferner) taken by the webcam at Butzenspitze on 4 September 2024, just before the snowfall that stopped ice ablation in the upper part of the glacier.

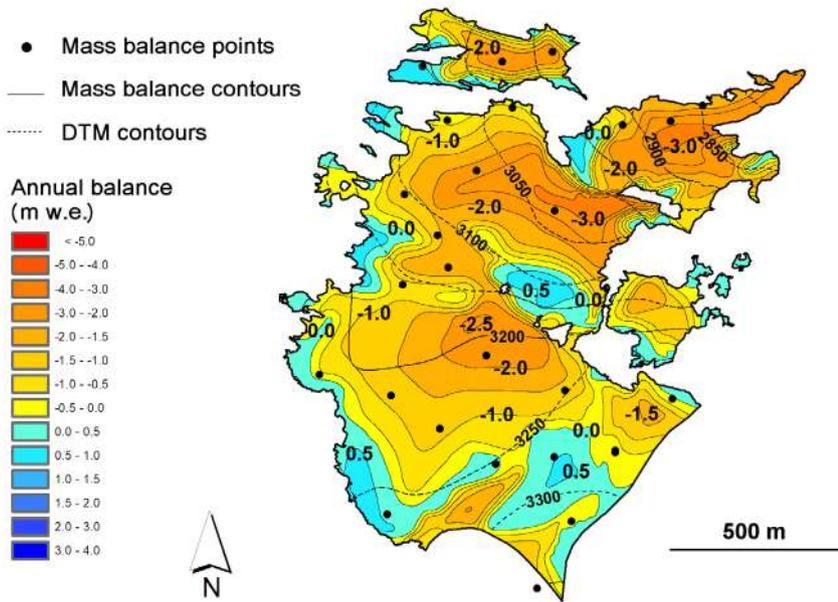


Fig. MB10 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sulla Vedretta Lunga nel 2024. *Annual balance distribution on the Vedretta Lunga (Langenferner) in 2024.*

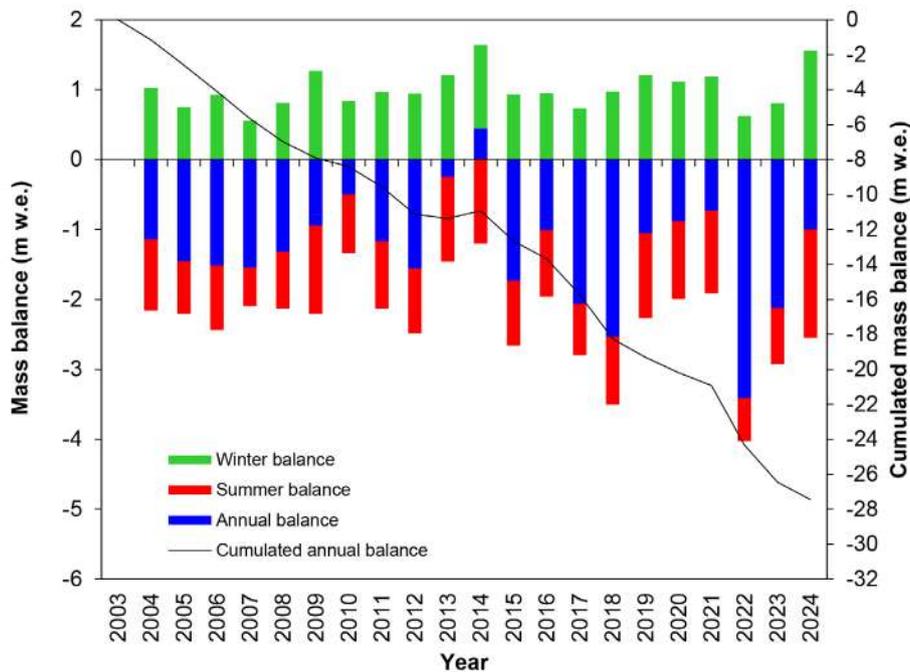


Fig. MB11 - Risultati delle misure di bilancio di massa sulla Vedretta Lunga dal 2004. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. *Results of the mass balance measurements on the Vedretta Lunga (Langenferner) since 2004. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.*

The hydrological winter period 2023/24, which was once again significantly too mild, was characterized by repeated wet weather with heavy precipitation in several cases, especially in late autumn and early winter, but also in February and March. The analyses show a well above-average mean specific winter balance of 1555 mm w.e.

The snow reserves at the beginning of the hydrological summer period were topped up once again by the last heavy

snowfalls at the end of May. This was followed by a mild and humid and therefore temperate June and, from the second week of July, a record-breaking midsummer with temperatures at altitude around 4°C above the climatic average. Sahara-dust from the winter/spring of 2024 further accelerated the rapid summer melting of the massive snow reserves, before a rather early cold snap with snowfall from 9 September ended the main ablation period.

The annual balance of -999 mm w.e. is therefore once again clearly negative but the specific mass loss is lower than the long-term average (-1323 mm w.e.). However, the significant reduction in glacier area in recent years, particularly at lower altitudes, must be taken into account.

Despite an accumulation area ratio (AAR) of 0.2, no equilibrium line altitude (ELA) could be determined because the accumulation areas were distributed over almost all altitudinal bands (Galos, 2024).

REFERENCES

- Armando E., Baroni C., Zanon G. (Eds), 2001. *Report of the glaciological survey 2000. Relazioni della campagna glaciologica 2000*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 24 (2), 203-261.
- Ballantyne C.K., 2002. *Paraglacial geomorphology*. Quaternary Science Reviews, 21, 1935-2017. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(02\)00005-7](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(02)00005-7)
- Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M. (Eds), 2020. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2019). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2019)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 43 (1), 45-142. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2020.43.4>
- Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M., Scotti R. (Eds), 2022. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2021). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2021)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 45 (1), 69-167. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2022.45.5>
- Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M., Scotti R. (Eds), 2023. *Report of the glaciological survey 2022. Relazioni della campagna glaciologica 2022*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 46 (1-2), 3-124. <https://doi.org/10.4454/gfdq.v46.883>
- Baroni C., Bondesan A., Mortara G. (Eds), 2016. *Report of the glaciological survey 2015. Relazioni della campagna glaciologica 2015*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 39 (2), 215-295. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2016.39.20>
- Chiarle M., Bondesan A., Carturan L., Scotti R. (Eds), 2024. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2023). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2023)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 47 (1), 3-127. <https://doi.org/10.4454/g5672anf>
- Carturan L., 2016. *Replacing monitored glaciers undergoing extinction: a new measurement series on La Mare Glacier (Ortles-Cevedale, Italy)*. Journal of Glaciology, 62 (236), 1093-1103. <https://doi.org/10.1017/jog.2016.107>
- Carturan L., Baroni C., Becker M., Bellin A., Cainelli O., Carton A., Casarotto C., Dalla Fontana G., Godio A., Martinelli T., Salvatore M.C., Seppi R., 2013. *Decay of a long-term monitored glacier: Careser Glacier (Ortles-Cevedale, European Alps)*. The Cryosphere, 7, 1819-1838. <https://doi.org/10.5194/tc-7-1819-2013>
- Carturan L., Cazorzi F., De Blasi F., Dalla Fontana G., 2015. *Air temperature variability over three glaciers in the Ortles-Cevedale (Italian Alps): effects of glacier fragmentation, comparison of calculation methods, and impacts on mass balance modeling*. The Cryosphere, 9, 1129-1146. <https://doi.org/10.5194/tc-9-1129-2015>
- Cogley J.G., Hock R., Rasmussen L.A., Arendt A.A., Bauder A., Braithwaite R.J., Jansson P., Kaser G., Möller M., Nicholson L., Zemp M., 2011. *Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms*. IHP-VII Technical Documents in Hydrology No. 86, IACS Contribution No. 2, UNESCO-IHP, Paris.
- Galos S.P., 2024. *Langenferner Massenhaushaltsstudien - Bericht über die Jabresbilanz 2023/24*. Natters, November 2024.
- Galos S., Klug C., Maussion F., Covi F., Nicholson L., Rieg L., Gurgiser W., Mölg T., Kaser G., 2017. *Reanalysis of a 10-year record (2004-2013) of seasonal mass balances at Langenferner/Vedretta lunga, Ortler Alps, Italy*. Cryosphere 11, 1417-1439. <https://doi.org/10.5194/tc-11-1417-2017>
- Huss M., 2013. *Density assumptions for converting geodetic glacier volume change to mass change*. The Cryosphere, 7, 877-887. <https://doi.org/10.5194/tc-7-877-2013>
- Salvatore M.C., Zanoner T., Baroni C., Carton A., Banchieri F.A., Viani C., Giardino M., Perotti L., 2015. *The state of Italian glaciers: A snapshot of the 2006-2007 hydrological period*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 38 (2), 175-198. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2015.38.16>
- Shaw T.E., Buri P., McCarthy M., Miles E.S., Ayala Á., Pellicciotti F., 2023. *The decaying near-surface boundary layer of a retreating Alpine glacier*. Geophysical Research Letters, 50, e2023GL103043. <https://doi.org/10.1029/2023GL103043>
- Zanon G., 1992. *Venticinque anni di bilancio di massa del Ghiacciaio del Careser, 1966-67/1990-91*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 15, 215-220.