

Carlo BARONI<sup>1\*</sup>, Aldino BONDESAN<sup>2</sup>, Luca CARTURAN<sup>3</sup>,  
Marta CHIARLE<sup>4</sup>, Riccardo SCOTTI<sup>5</sup>  
*editors (a cura di)*

## Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2022) *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2022)*

**Abstract:** Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M., Scotti R., *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2022)*. (IT ISSN 0391-9838, 2023). Results of the annual glaciological survey (2022) conducted on Italian glaciers are here presented. About 250 volunteers operated last year in the three Alpine sectors (Piemonte - Valle d'Aosta, Lombardy and Triveneto) and in the Apennines (Calderone Glacier, Gran Sasso Group) observing two hundred and two glaciers. One hundred and eighteen glaciers were observed in the Piemonte - Valle d'Aosta sector while frontal variation was measured at the snout of sixty glaciers. Twenty-seven and fifty-seven glaciers were visited in the Lombardy Sector and in the Triveneto Sector, respectively (twenty-one and forty-three of which were measured, respectively). Mass balance measurements were conducted on nineteen Italian glaciers during the 2021-2022 hydrological year: four glaciers in the Western Alps (Piemonte - Valle d'Aosta sector), fourteen in the Eastern Alps (three in the Lombardy Sector, the other glaciers in the Triveneto Sector) and one in the Central Apennines.

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

**Riassunto:** Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M., Scotti R., *Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2022)*. (IT ISSN 0391-9838, 2023). Vengono illustrati i risultati della campagna glaciologica annuale per il monitoraggio dei ghiacciai italiani. Circa duecentocinquanta operatori volontari hanno visitato nel 2022 duecentodue 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 stati osservati centodiciotto ghiacciai, di 60 dei quali sono state misurate le variazioni frontali; nel settore Lombardo sono stati visitati ventisette ghiacciai, per ventuno dei quali è stata misurata la variazione frontale, mentre nel settore Triveneto sono stati visitati cinquantasette ghiacciai (quarantatre dei quali sono stati misurati). Nella sezione dedicata ai bilanci di massa sono riportati risultati del monitoraggio di diciannove ghiacciai per l'anno idrologico 2021-2022: quattro si trovano nelle Alpi Occidentali (settore Piemontese - Valdostano), quattordici nelle Alpi Orientali (tre nel settore Lombardo e gli altri nel Triveneto) e uno nell'Appennino Centrale.

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

---

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa & CNR-IGG, Istituto di Geoscienze e Georisorse, Pisa.

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

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

<sup>4</sup> CNR-IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Torino.

<sup>5</sup> CGI - Comitato Glaciologico Italiano, Torino e SGL - Servizio Glaciologico Lombardo, Milano.

\* *Corresponding author:* Carlo Baroni ([carlo.baroni@unipi.it](mailto:carlo.baroni@unipi.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. 15-62); coordinatore (*coordinator*): Chiarle Marta, CNR-IRPI, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Strada delle Cacce 73, 10135 Torino (marta.chiarle@irpi.cnr.it).

Alberto Walter (ARPA Piemonte, CGI): 38, 213; Bertoglio Valerio (CGI): 61; Bettio Marco (CGI): 162; Bormioli Daniele (ARPA Piemonte): 13, 14, 16, 18, 20, 22; Borney Stefano (PNGP): 128; Borre Piero (PNGP): 101, 102, 103, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121, 122; Caminada Chiara (PNGP): 101, 102, 103, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121, 122; Cat Berro Daniele (SMI): 64, 81; Cerise Stefano (PNGP): 134; Costanzo Lorenzo (PNGP): 61; Crosetto Francesco (CGI): 1; Dellanocce Marco (PNGP): 109, 110, 111, 112, 113; Dematteis Niccolò (CNR-IRPI): 225, 226; Favre Dario (PNGP): 126; Ferraris Daria (CGI): 95; Ferraris Stefano (UniTO): 95; Franchino Aristide (CGI): da 208 a 236 (solo foto); Fusinaz Alberto (CGI): 209, 235; Fusinaz André (CGI): 209, 221; Gadin Gianluigi (CGI): 232; Garino Roberto (CGI): 189; Gilli Michelangelo (CGI): 162, 163, 166, 176, 177, 178; Giorcelli Marco (CGI): 281, 284, 285, 289; Giordan Daniele (CNR-IRPI): 225, 226; Giuliano Maura (CGI): 297; Jordaney Jean Laurent (PNGP): 144, 148; Lanteri Luca (ARPA Piemonte): 38; Massoni Demis (PNGP): 130, 131, 132, 134, 138, 139; Mercalli Luca (SMI): 81; Miravalle Raffaella (PNGP): 56, 57-58, 60, 62, 64, 68, 69, 70, 78, 79; Mondardini Luca (FMS): 226, 227; Motta Michele (UniTO): 272, 277, 278; Naudin Alice (PNGP): 56, 57-58, 60, 72.1, 78; Nicolino Martino (PNGP): 138, 139; Nicolussi Stefano (PNGP): 128, 129; Nigrelli Guido (CNR-IRPI, CGI): 200, 201; Ossola Raffaella (CGI): 354, 357, 357.1, 360; Palomba Mauro (CGI): 297; Paro Luca (ARPA Piemonte): 26, 27, 337, 338; Peracino Alberto (PNGP): 101, 106, 116, 119; Peretti Federico (PNGP): 140, 142; Permunion Roberto (PNGP): 72.1; Perona Stefano (CGI): 181, 184; Perret Paolo (FMS): 225, 227; Piccini Paolo (CGI): 306, 311, 312, 314-315; Pollicini Fabrizio (CGI): 144, 145, 146, 147, 148, 155, 166, 168, 172; Princisvalle Tito (CGI): 306, 311, 312, 314-315; Rogliardo Franco (CGI): 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52; Rossotto Alberto (PNGP): 106, 115, 134, 140, 142, 145, 146, 147; Saccoletto Vittorio (PNGP): 56; Squinobal Emil (CGI): 306; Tamburini Andrea (IMAGEO s.r.l., CGI): 325; Tesoro Marco (CGI): 259, 260, 261, 262, 263; Troilo Fabrizio (FMS): 225, 226, 227; Tron Maurizio (CGI): 29, 34; Valisa Paolo (CGI): 356; Vallet Rudy (PNGP): 130, 131, 132, 138, 139; Vallet Valter (PNGP): 127.1, 127.2; Versaci Salvatore (CGI): 325; Viani Cristina (UniTO, CGI): 312, 314-315, 317; Villa Vercella Laura (CGI): 259, 260, 261, 262, 263.

SETTORE LOMBARDO (*LOMBARDIA SECTOR*) (pagg. 63-79); coordinatori (*coordinator*): Baroni Carlo, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, Via S. Maria 53, 56126 Pisa & CNR-IGG, Istituto di Geoscienze e Georisorse, Pisa (carlo.baroni@unipi.it); Scotti Riccardo, Comitato Glaciologico Italiano, Torino e Servizio Glaciologico Lombardo, Milano (riccardo.scotti80@gmail.com).

Almasio Andrea (SGL): 422; Barilli Andrea (SGL): 390; Borghi Aldo (SGL): 512.1; Colombarolli Davide (SGL): 502, 503; Congiu Emanuele (SGL): 365; De Zaiacomo Maurizio (SGL): 411; Farinella Luca (SGL): 507; Fioletti Matteo (Arpa-Lo): 502, 503; Galetta Emanuel (SGL): 577; Galluccio Alessandro (SGL): 419; Gussoni Mattia (SGL): 416; Lendvai Amerigo (SGL): 581, 608; Leoni Stefano (SGL): 443; Manni Marco (SGL): 541, 543; Monti Andrea (SGL): 443; Nagostinis Maria (SGL): 507.1; Nardon Cristian (SGL): 581; Oreggioni Matteo (SGL): 439-440, 541; Pagliardi Paolo (SGL): 577, 608; Pironi Luca (SGL): 365; Porta Roberto (SGL): 435; Regazzoni Augusto (SGL): 416; Repisti Filippo (SGL): 416; Salvetti Andrea (SGL): 432; Scaltriti Andrea (SGL): 577, 608; Scotti Riccardo (SGL): 419, 439-440, 541, 543; Smiraglia Claudio (CGI): 516; Sosio Valentino (SGL): 507.1; Toffaletti Andrea (SGL): 473; Urso Massimo (SGL): 408; Villa Fabio (SGL): 371; Zandrini Tiziana (SGL): 435.

SETTORE TRIVENETO (*TRE VENEZIE SECTOR*) e APPENNINI (pagg. 80-108); 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 (Sгаа): 718, 771; Barison Giuseppe (Sгаа): 713, 718, 754, 771, 805; Benetton Giovanni (Sгаа): 772, 776, 784, 813; Benetton Stefano (Sгаа): 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 772, 776, 784, 813, 967; Bertinotti Ivan (Sгаа): 880; Bertoni Elena (SAT): 637; Bruschi Federica (Università Di Perugia): 1006; Caira Tiziano (Geologo, CGI): 1006; Cappelletti David (Università Di Perugia, CGI): 1006; Carbone Valter (Sгаа): 794; Carturan Luca (CGI): 699, 701; Cibin Giorgio (CGI): 926, 930; Covi Stefano (Sгаа): 912; D'aquila Pinuccio (Engeoneering Srls, Chieti): 1006; Esposito Giulio (Cnr - Iia, Roma): 1006; Fellin Alessandro (SAT): 643; Ferrari Cristian (SAT): 678; Framba Michele (SAT): 710; Franchi Gianluigi (CGI):

875, 876; Greco Giovanni (Sгаа): 788, 794, 812; Marchio Nicola (SAT): 941.1, 942; Martinelli Matteo (Engeoneering Srls, Chieti): 1006; Moreschi Gianni (Sгаа): 912; Nicolini Romano (SAT): 639, 643, 678; Pecci Massimo (CGI): 1006; Pecci Mattia (Fisico, CGI): 1006; Pedrotti Federico (SAT): 639; Perini Giuseppe (CGI): 730, 731, 732, 733, 926, 927, 937, 966, 967, 975; Raparelli Edoardo (Cetemps, L'Aquila): 1006; Rivosecchi Julieta (SAT): 644; Rosa Silvano (Sгаа): 713, 754, 805; Rosan Roberta (Sгаа): 762; Saccon Giovanni (Sгаа): 926, 927; Salvadori Maurizio (SAT): 950; Santoni Massimo (SAT): 639; Sartori Guido (Sгаа): 762, 771; Scaltriti Andrea (Sгаа): 743-744, 777, 778; Taufer Gino (SAT): 941.1, 942, 947, 950; Teti Bruno (Sгаа): 788, 794, 812; Toro Matteo (Sгаа): 828, 829; Tosi Paolo (Sгаа): 794, 812; Travaglia Elisabetta (SAT): 644; Tuccella Paolo (Cetemps, L'Aquila): 1006; Turra Carlo Albino (SAT): 947; Valentini Mario (SAT): 632; Zambelli Osvaldo (Sгаа): 912; Zumiani Matteo (SAT): 644.

BILANCI DI MASSA DEI GHIACCIAI ITALIANI (*MASS BALANCE OF ITALIAN GLACIERS*) (pagg. 109-123); coordinatore (*coordinator*) Carturan Luca, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF), Università di Padova, Via Gradenigo, 6, 35131, Padova (luca.carturan@unipd.it).

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  $\pm 0.5$  m e si intendono come distanze reali. Ove non sia diversamente indicato tra parentesi, per distanza precedente si intende quella dell'anno 2021. 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.

Bruschi Federica (UNIPG): 1006; Caira Tiziano: 1006; Cappelletti David (UNIPG, CGI): 1006; Carturan Luca (UNIPD, CGI): 699, 701, 981; Casarotto Christian (MUSE, CGI): 639, 701; Cat Berro Daniele (SMI): 81; Cazorzi Federico (UNIUD, CGI): 981; Colombarolli Davide (SGL): 997; Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, CGI): 978, 982.1, 984; Cucchiario Sara (UNIUD): 981; D'Aquila Pinuccio (Engeoneering - Chieti): 1006; De Infanti Riccardo (UNIUD): 981; Del Gobbo Costanza (Soc. Meter. Alpino-Adriatica, CGI): 978, 984; Di Lullo Andrea (Prov. aut. Bolzano, CGI): 930; Dinale Roberto (Prov. aut. Bolzano, CGI): 733, 875, 876, 930; Esposito Giulio (CNR): 1006; 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; Isabellon Michel (ARPA V. d'Aosta): 126, 189; Lendvai Amerigo (SGL): 639; Martinelli Matteo (Engeoneering - Chieti): 1006; Masserini Marco (SGL): 543; Mercalli Luca (SMI): 81; Morra di Cella Umberto (ARPA V. d'Aosta): 126, 189; Oreggioni Matteo (SGL): 543; Pecci Massimo (Pres. Cons. Ministri, CGI): 1006; Pecci Mattia (CAI Roma): 1006; Peri Ivan (SGL): 997; Pillon Simone (UNITS): 982.1; Prandi Giovanni (SGL, CGI): 371, 639; Raparelli Edoardo (Cetemps, L'Aquila): 1006; Rossotto Alberto (PNGP): 134; Scotti Riccardo (SGL, CGI): 371, 543, 997; Securo Andrea (CNR-ISP, CGI): 978, 982.1, 984; Tuccella Paolo (Cetemps, L'Aquila): 1006; Villa Fabio (SGL): 371.

*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 format of the negative, the focal length of the lens, 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) and (A) 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  $\pm 0.5$  m and are intended as real distances. Unless otherwise indicated in brackets, previous distance means that of the year 2021. Variations are indicated with the following symbols: - retreat; + advance; -X not quantifiable retreat; +X not quantifiable advance, O 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 2022<sup>(\*)</sup>  
 FLUCTUATIONS OF THE ITALIAN GLACIERS 2022<sup>(\*\*)</sup>

bacino e n. catasto basin and n. of Inv.	ghiacciaio glacier	variazione fluctuation	quota fronte snout elevat.
Stura di Demonte - Po			
<b>1</b>	Clapièr	-21 (2006) <sup>1</sup>	2630
Stura di Lanzo - Po			
<b>38</b>	Croce Rossa	NM	3345
<b>40</b>	Bessanese	-2	2815
<b>43</b>	Ciamarella	-1.5	3150
<b>45</b>	Tonini	-7	2895
Orco - Po			
<b>57-58</b>	Centrale e Occ. di Nel	-37.5	2840
<b>60</b>	Occidentale del Carro	-57	2935
<b>61</b>	Capra	-52	2500
<b>64</b>	Basei	-17	3050
<b>69</b>	Broglio	-3.5	3035
<b>70</b>	Ciamousseretto	NM	2990
<b>72.1</b>	Occ. di Noaschetta	-5	3160
<b>78</b>	Rocciaviva	-102 (2019) <sup>2</sup>	3165
<b>81</b>	Ciardoney	-30	NM
Dora Baltea - Po			
<b>95</b>	Tessonet Meridionale	-19	3005
<b>101</b>	Arolla	-17	2895
<b>102</b>	Sett. delle Sengie	-23 (2015) <sup>3</sup>	2715
<b>103</b>	Vailleille	-35	2685
<b>106</b>	Valletta	-136 (1974) <sup>4</sup>	2990
<b>109</b>	Coupé di Money	-30.5	2790
<b>110</b>	Money	-12.5	2660
<b>111</b>	Grand Croux	-25.5	2570
<b>112</b>	Tribolazione	-26	2830
<b>113</b>	Dzasset	-15	3020
<b>115</b>	Gran Val	-63 (2014) <sup>5</sup>	3200
<b>116</b>	Lauson	-19.5	3080
<b>121</b>	Trajo	-44	2950
<b>126</b>	Timorion	-105 (2020) <sup>6</sup>	3150
<b>127.1</b>	Occ. del Gr. Neyron	-30	NM
<b>127.2</b>	Or. del Gr. Neyron	-22.5 (2020) <sup>6</sup>	NM
<b>128</b>	Montandeyné	-152	3250
<b>129</b>	Lavacciù	-25	2940
<b>130</b>	Gran Paradiso	-209.5	3450
<b>131</b>	Moncorvé	-40.5	3035
<b>132</b>	Monciair	-31.5	2930
<b>134</b>	Grand Etrèt	-24	2730
<b>138</b>	Aouillié	-9.5	3115
<b>139</b>	Percia	-31	3010
<b>140</b>	Sett. di Entrelor	-14.5	3045
<b>142</b>	Vaudaletta	?	2960
<b>144</b>	Lavassey	-100.5	2805 (lobo sinistro)

bacino e n. catasto basin and n. of Inv.	ghiacciaio glacier	variazione fluctuation	quota fronte snout elevat.
<b>145</b>	Or. del Fond	-103	2885 (corpo centrale)
<b>146</b>	Occ. del Fond	-31	2740
<b>147</b>	Soches - Tsanteleina	-24.5	2725
<b>148</b>	Goletta	-99	2895 (fronte sinistra)
<b>155</b>	Torrent	-23	2665
<b>162</b>	Invergnan	NM	2680
<b>168</b>	Gliaretta - Vaudet	-30.5	2645
<b>172</b>	Plattes des Chamois	-14 (2014) <sup>5</sup>	2550
<b>189</b>	Rutor	-6	2590
<b>200</b>	Merid. Arguerey	-34 (2019) <sup>2</sup>	2735
<b>201</b>	Sett. Arguerey	NM	2690
<b>213</b>	Miage	NM	1790 (lobo nord)
<b>225</b>	Planpincieux	NM	2641
<b>227</b>	Prà Sec	NM	2540
<b>232</b>	Orient. di Gruetta	-32.5	2655
<b>261</b>	Petites Murailles	-20 (2009) <sup>7</sup>	3060
<b>262</b>	Dames	-70 (2016) <sup>8</sup>	2840
<b>272</b>	Roisetta	0 (2020) <sup>6</sup>	NM
<b>289</b>	Valtournanche	-8.5	3100
<b>297</b>	Grande di Verra	-25	NM
<b>306</b>	Indren	-40	3095
Sesia - Po			
<b>311</b>	Bors	-11	3195
<b>312</b>	Piode	-13	NM
<b>314-315</b>	Sesia - Vigne	-59	NM
Toce - Ticino - Po			
<b>325</b>	Belvedere	-14.5	1840
<b>356</b>	Merid. di Hohsand	-30	NM
<b>357</b>	Sett. di Hohsand	-20 (2020) <sup>6</sup>	2680
Adda - Po			
<b>365</b>	Pizzo Ferrè	-11	2700
<b>371</b>	Mer. di Suretta	-10	2705
<b>390</b>	Passo di Bondo	-22	2910
<b>408</b>	Predarossa	-62	2700
<b>411</b>	Or. di Cassandra	-7.5	3030
<b>416</b>	Ventina	-217	NM
<b>419</b>	Disgrazia	-X	2460
<b>422</b>	Sissone	-5	2775
<b>432</b>	Scerscen Inferiore	-45	2785
<b>435</b>	Caspoggio	-12	2752
<b>440</b>	Orientale di Fellaria	-X	2565
<b>443</b>	Pizzo Scalino	-46	2750
<b>473</b>	Orientale di Dosdè	-15	2625

(\*) Salvo quando diversamente indicato nella colonna «variazione». Tabella riassuntiva compilata da C. Baroni 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 C. Baroni 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.*

<sup>1</sup> Baroni *et al.*, 2007; <sup>2</sup> Baroni *et al.*, 2020a; <sup>3</sup> Baroni *et al.*, 2016; <sup>4</sup> CGI, 1974; <sup>5</sup> Baroni *et al.*, 2015; <sup>6</sup> Baroni *et al.*, 2020b; <sup>7</sup> Baroni *et al.*, 2010; <sup>8</sup> Baroni *et al.*, 2017; <sup>9</sup> Armando *et al.*, 2001; <sup>10</sup> Baroni *et al.*, 2013.

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>
502	Gran Zebrù (ramo centrale)	-25.5	3040
	Gran Zebrù (ramo occidentale)	-33.5	NM
	Gran Zebrù (media)	-29.5	
503	Cedèc (lobo settentrionale)	-35	NM
	Cedèc (lobo meridionale)	-7	2990
	Cedèc (media)	-21	
507	Palon della Mare (lobo centrale)	-50.5	3094
507.1	Centrale dei Forni	-24.5	2515
	Occidentale dei Forni	NM	
	Orientale dei Forni	NM	
512.1	Dosegù	-22	NM
516	Sforzellina	-4	2830
541	Marovin	-14 (2019) <sup>2</sup>	2072
543	Lupo	-9.5 (2000) <sup>9</sup>	2445
Oglio - Po			
577	Occ. del Pisgana	-12	2690
581	Venerocolo	-5	2570
Sarca - Mincio - Po			
632	Ghiacciaio di Conca (orientale Carè Alto)	NM	3100
637	Ghiacciaio della Lobbia	-57	2735
639	Ghiacciaio del Mandrone	-139	2540
643	Vedretta degli Sfulmeni Settentrionale	-2	2630
640	Ghiacciaio Occidentale di Nardis	-43	2774
643	Vedretta degli Sfulmeni Settentrionale	-2	2630
644	Ghiacciaio d'Amola	-37 (2020) <sup>6</sup>	2541
Adige			
678	Ghiacciaio della Presanella	-80	2453
699	Ghiacciaio de La Mare	-1132	3101
701	Ghiacciaio del Careser	-24	2966
710	Ghiacciaio di Sternai	-20	2942
713	Ghiacciaio Fontana Bianca	-11 (2020) <sup>6</sup>	3000 m (fronte sx) 3007 m (fronte dx)
718	Ghiacciaio Soi	-22.5 (2020) <sup>6</sup>	2858
727	Ghiacciaio di Grames	-64	NM
728	Vedretta Serana	-23.5	2927
729	Vedretta Ultima	NM	NM
730	Vedretta Alta	-71	2846
731	Vedretta della Forcola	-37	2764

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>
732	Vedretta del Cevedale	-32	2786
733	Vedretta Lunga	-93	2735
743-744	Ghiacciaio di Lasa e Basso dell'Angelo	-35	2920
754	Ghiacciaio di Rosim	-4.5	3020
762	Ghiacciaio Solda	-23	2730
771	Ghiacciaio del Madaccio	-21	2660
772	Vedretta Piana	-166 (2019) <sup>2</sup>	NM
776	Vedretta della Croda	-27 (2019) <sup>2</sup>	NM
777	Ghiacciaio di Vallelunga - Langtauferner	-55	2530
778	Ghiacciaio Barbadorso di Dentro - Innerer Baerenbart Ferner	-20	2780
784	Ghiacciaio di Planol - Planeil Ferner	-43	2872
788	Ghiacciaio di Mazia	-7	2800
794	Ghiacciaio di Saldura Meridionale	-61 (2020) <sup>6</sup>	3000
805	Vedretta di Lagaun	-11.5	3050
812	Vedretta delle Frane	-8.5	2900
813	Vedretta del Giogo Alto	-111	NM
828	Vedretta della Croda Rossa	-57	2935
829	Vedretta di Tessa	-99	2804
875	Vedretta di Malavalle	-20	2605
876	Vedretta Pendente	-37	2625
880	Ghiacciaio Montarso	-39	NM
912	Vedretta di Predoi	-53	2576
926	Ghiacciaio Occidentale di Sassolungo	-21.5	2565
927	Ghiacciaio di Collalto	-6	2635
929	Ghiacciaio Gigante Centrale	-39	2800
930	Ghiacciaio Gigante Occidentale	NM	2700
937	Ghiacciaio Cristallo	NM	NM
941.1	Ghiacciaio Principale della Marmolada (settore occidentale)	-38.5	2688
942	Ghiacciaio Occidentale della Marmolada	-19.1	2660
947	Ghiacciaio del Travignolo	-7	2387
950	Ghiacciaio della Fradusta	-4	2782
Piave			
966	Superiore dell'Antelao	-5	2520
967	Inferiore dell'Antelao	-8 (2012) <sup>10</sup>	NM
Vomano - Mavone			
1006	Calderone	NM	NM

(\*) Salvo quando diversamente indicato nella colonna «variazione». Tabella riassuntiva compilata da C. Baroni 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 C. Baroni 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.*

<sup>1</sup> Baroni *et al.*, 2007; <sup>2</sup> Baroni *et al.*, 2020a; <sup>3</sup> Baroni *et al.*, 2016; <sup>4</sup> CGI, 1974; <sup>5</sup> Baroni *et al.*, 2015; <sup>6</sup> Baroni *et al.*, 2020b; <sup>7</sup> Baroni *et al.*, 2010; <sup>8</sup> Baroni *et al.*, 2017; <sup>9</sup> Armando *et al.*, 2001; <sup>10</sup> Baroni *et al.*, 2013.

## SETTORE PIEMONTESE - VALDOSTANO

### PIEMONTE - VAL D'AOSTA SECTOR

a cura di (*editor*) Marta Chiarle

Nel corso della campagna glaciologica 2022 sono stati complessivamente visitati, da parte di 61 operatori, coadiuvati da numerosi collaboratori, 118 ghiacciai di cui 60 oggetto di misurazioni di variazione frontale. Per 7 ghiacciai (Grand Etrèt Lavassey, Soches - Tsanteleina, Goletta, Torrent, Gliaretta - Vaudet, Meridionale di Hohnsand) è stato eseguito il rilievo topografico del margine frontale mediante GPS, mentre i ghiacciai della Bessanese, della Ciamarella, del Rutor, la lingua glaciale del Miage e il Belvedere sono stati oggetto di rilievi aerofotogrammetrici. Indagini geomatiche di varia natura hanno riguardato inoltre gli apparati glaciali di Grand Croux, Planpincieux, Grandes Jorasses, Pra Sèc, come illustrato nelle specifiche relazioni. Sono proseguite sul Ghiacciaio del Belvedere le misure di ablazione e velocità superficiale della lingua glaciale. Infine, per i ghiacciai di Ciardoney e del Grand Etrèt sono stati realizzati i consueti bilanci di massa annuali, mentre per il Ghiacciaio del Rutor è stato realizzato un bilancio di massa geodetico.

La distribuzione dei ghiacciai visitati fra i vari gruppi montuosi è la seguente:

Gruppo montuoso	N. ghiacciai visitati
Alpi Marittime	1
Alpi Cozie	10
Alpi Graie	81
Alpi Pennine	19
Alpi Lepontine	7
TOTALE	118

Dal punto di vista dinamico, i risultati delle misure (per lo più riferite al 2021, tranne tre riferite al 2020, due al 2019, una al 2016, una al 2015, due al 2014, una al 2009 e una al 2006) possono essere così sintetizzati:

- ghiacciai in ritiro: 59 (98% dei ghiacciai misurati)
- ghiacciai stazionari: 1 (2% “ )
- ghiacciai in avanzata: 0 (0% “ )

L'annata 2021/2022 è stata contrassegnata dalla drammatica combinazione di una stagione invernale avara di precipitazioni e di un'estate straordinaria per durata e intensità del caldo, che nel Nord Italia ha eguagliato (e in alcuni casi superato) la torrida estate 2003: a livello nazionale, il 2022 è stato l'anno più caldo e siccitoso in oltre 200 anni di misure (fonte: CNR-ISAC). L'accumulo nevoso invernale è stato un quarto del consueto equivalente in acqua e mi-

nimo della serie di misura al Ghiacciaio di Ciardoney, ed inferiore del 62% rispetto alla media e il peggiore della serie storica al Ghiacciaio del Grand Etrèt. Le conseguenze devastanti di questa configurazione climatica sui ghiacciai delle Alpi Occidentali, già provati da oltre 30 anni di condizioni climatiche avverse, sono testimoniate in modo impietoso dai valori record di perdita di massa glaciale e di arretramento frontale. Al Ghiacciaio di Ciardoney, il bilancio di massa specifico (-4.00 m *w.e.*) è stato il peggiore della serie, il triplo del valore medio misurato nel periodo 1992-2021; è stato il peggiore della serie (-3.334 m *w.e.*) e il quadruplo del dato medio 2000-2021 al Ghiacciaio del Grand Etrèt. L'entità della perdita glaciale trova riscontro nei dati di arretramento frontale: analizzando 38 ghiacciai per i quali sono disponibili sia i dati di arretramento frontale del 2021 che del 2022, si osserva come il valore medio è più che triplicato nel 2022 (-38 m), rispetto al 2021 (-10 m). A questo dato contribuiscono i drammatici arretramenti registrati ai ghiacciai del Gran Paradiso (-209.5 m), del Montandeyné (-152 m), Orientale del Fond (-103 m) e di Lavassey (-100.5 m), ma non solo: dei 38 ghiacciai considerati, ben 31 hanno registrato ritiri a due cifre. I dati strumentali confermano in modo inequivocabile il procedere spedito della deglaciazione, testimoniato dalla marcata fusione in atto documentata da molti operatori al momento dei rilievi, e da molteplici evidenze di carattere geomorfologico. Numerosissimi, infatti, i ghiacciai per i quali è segnalata una riduzione di area e soprattutto di spessore della massa glaciale, evidenziata dall'apertura e dall'ampliamento delle finestre in roccia, che possono portare alla frammentazione del ghiacciaio in corpi separati, accelerandone il processo di ritiro. È quanto accaduto nell'estate 2022 ad esempio ai ghiacciai Centrale di Nel e Settentrionale di Entrelor. In aumento pressoché ovunque la copertura detritica. Questo processo è dovuto in parte all'emersione (per effetto della fusione) di accumuli detritici depositati in passato, come nel caso del Ghiacciaio della Bessanese. Un contributo rilevante è tuttavia dato dalla crescente instabilità delle pareti rocciose adiacenti alle masse glaciali, per l'effetto combinato della degradazione del permafrost e dell'abbassamento delle superfici glaciali: l'aumento della frequenza dei crolli di roccia, unito al progressivo ritiro delle fronti glaciali verso le testate dei bacini, sta rendendo pericolo, se non impraticabile, il monitoraggio di molti ghiacciai (vedasi ad esempio il Ghiacciaio del Gran Paradiso). Frequenti anche le segnalazioni di nuovi laghi glaciali, di trasformazioni e svuotamenti di quelli esistenti. Di particolare interesse, a questo riguardo, lo svuotamento subito dal lago di contatto glaciale del Miage: tale lago, da sempre soggetto a svuotamenti periodici, per la prima volta nel luglio del 2022 nello svuotarsi ha generato una piena glaciale che ha provocato effetti morfologici evidenti in tutta l'area proglaciale. Le scarse precipitazioni invernali e il caldo estremo hanno portato alla completa fusione della neve stagionale in gran

parte degli apparati glaciali, ed in alcuni casi anche del *firn* pluriennale, compromettendo la salute dei ghiacciai anche per gli anni a venire. Queste condizioni climatiche straordinarie hanno determinato l'affioramento, per scivolamento del detrito superficiale, di numerose masse di ghiaccio sepolto, anche in settori considerati da tempo deglacializzati. È stato così possibile rilevare nuovamente la posizione della fronte glaciale di apparati con abbondante copertura detritica (ad es. i ghiacciai del Clapièr e della Vaudaletta), ma anche riconoscere la presenza di significative masse di ghiaccio morto (ad es. in corrispondenza degli estinti ghiacciai del Quarnero e Settentrionale del Tuf). L'esiguità della copertura nevosa invernale ha altresì determinato un'anticipata accelerazione delle velocità di scivolamento della porzione frontale del Ghiacciaio di Planpincieux in Val Ferret, monitorato da una decina di anni per il pericolo di crolli di ghiaccio potenzialmente in grado di raggiungere il fondovalle. Prosegue, per la stessa ragione, il monitoraggio ultraventennale del Ghiacciaio delle Grandes Jorasses, cui si è aggiunto nel 2022 il monitoraggio del Ghiacciaio di Pra Sèc, a causa di anomali incrementi di velocità della massa glaciale. Considerato rientrato, invece, il pericolo rappresentato dal Ghiacciaio della Croce Rossa per il sottostante invaso idroelettrico in caso di distacchi frontali e per tale ragione monitorato per oltre un ventennio.

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 2022 glaciological survey, a total of 61 operators, assisted by numerous collaborators visited 118 glaciers, of which 60 were measured. For 7 glaciers (Grand Etrèt, Lavassey, Soches - Tsanteleina, Goletta, Torrent, Gliairretta - Vaudet, Meridionale di Hobsand), the topographical relief of the front has been carried out with GPS, while the Bessanese, Ciamarella and Rutor glaciers, and the tongues of the Miage and Belvedere glaciers were the subject of aerophotogrammetric surveys. Various geomatic investigations were also carried out on the glaciers of Grand Croux, Planpincieux, Grandes Jorasses and Pra Sèc, as illustrated in the specific reports. Measurements of glacier surface ablation and velocity continued on the Belvedere Glacier tongue. Finally, the usual annual mass balances were carried out on the Ciardoney and Grand Etrèt glaciers, while a geodetic mass balance was carried out for the Rutor Glacier.*

*Distribution of the observed glaciers among the northwestern alpine groups is as follows:*

Mountain group	N° of observed glaciers
Maritime Alps	1
Cottian Alps	10
Graian Alps	81
Pennine Alps	19
Lepontine Alps	7
TOTAL	118

*From the dynamic point of view, the results of the measurements (all referring to 2021, except for 3 measures referring to 2020, two referring to 2019, one to 2015, two to 2014, one to 2009, and one to 2006) can be summarized as follows:*

- *retreating glaciers:* 59 (98% of measured glaciers)
- *stationary glaciers:* 1 (2% “ )
- *advancing glaciers:* 0 (0% “ )

*The 2021/2022 period was marked by the dramatic combination of a winter season lacking in snowfall and an extraordinary summer in terms of duration and intensity of the heat, which in Northern Italy equaled (and in some cases exceeded) the hot 2003 summer: at a national scale, 2022 was the hottest and driest year in over 200 years of measurements (source: CNR-ISAC). Winter snow accumulation was a quarter of the usual water equivalent and lowest in the measurement series at Ciardoney Glacier, and 62% lower than average and the worst in the historical series at Grand Etrèt Glacier. The devastating consequences of this climatic configuration on the glaciers of the Western Alps, already tested by over 30 years of adverse climatic conditions, are demonstrated by the record values of loss of glacial mass and frontal retreat. At the Ciardoney Glacier, the specific mass balance (-4.00 m w.e.) was the worst of the series, triple the average value measured over the period 1992-2021; it was the worst of the series (-3.334 m w.e.) and quadruple the 2000-2021 average value at the Grand Etrèt Glacier. The extent of the glacial loss is reflected in the frontal retreat data: analyzing 38 glaciers for which both 2021 and 2022 frontal retreat data are available, it can be noticed that the average value more than tripled in 2022 (-38 m), compared to 2021 (-10 m). The dramatic retreats recorded at the Gran Paradiso (-209.5 m), Montandeyné (-152 m), Orientale del Fond (-103 m) and Lavassey (-100.5 m) glaciers contribute to this figure, but not only: of the 38 glaciers considered, 31 recorded double-digit retreats. The instrumental data unequivocally confirm the rapid progress of the deglaciation, evidenced by the marked ice melting observed by many operators during the surveys, and by multiple geomorphological evidence. In fact, for many glaciers a reduction in area and above all in thickness was reported, highlighted by the opening and widening of rock windows, which can lead to the fragmentation of glaciers into separate bodies, accelerating glacier downwasting.*

*This is what happened in summer 2022, for example, at the Central Nel and Northern Entrelor glaciers. Debris cover is increasing almost everywhere.*

*This process is partly due to the emergence (due to melting) of debris accumulations from the past, as in the case of the Bessanese Glacier. However, a significant contribution is given by the growing instability of the rock walls surrounding to the glacial masses, due to the combined effect of permafrost degradation and lowering of glacial surfaces: the increased frequency of rock failures, combined with the progressive retreat of glacial fronts flows towards the basin heads, is making the monitoring of many glaciers dangerous, if not impossible (see e.g. the Gran Paradiso Glacier). Several new glacial lakes have been reported, as well as changes and emptying of existing ones. Of particular interest, in this regard, is the emptying occurred at the Miage Glacier contact lake. This lake has always been subject to periodic emptying; however, for the first time in July 2022 emptying produced a glacial flood which caused evident morphological effects throughout the proglacial area. Low winter precipitation and extreme summer heat have led in most glacial basins to the complete melting of seasonal snow, and in some cases also of multi-year firn, compromising the health of the glaciers for years to come. These extraordinary climatic conditions have led to the emergence, due to the sliding of surface debris, of numerous masses of buried ice, even in sectors considered completely deglaciated. It was thus possible to once again detect the position of the glacial front of glaciers with abundant debris cover (e.g. the Clapièr and Vaudaletta glaciers), but also recognize the presence of significant masses of dead ice (e.g. in correspondence with the extinct Quarnero and Settentrionale del Tuf glaciers). The scarce winter snow cover has also led to an early acceleration of the sliding of the front of the Planpincieux Glacier in Val Ferret, which has been monitored for about ten years due to the risk of ice collapses potentially capable of reaching the valley floor. For the same reason, the over twenty-year monitoring of the Grandes Jorasses Glacier continues, and the monitoring of the Pra Sèc Glacier was added in 2022, due to anomalous acceleration of the velocity of glacial flow. On the other hand, the hazard posed by the Croce Rossa Glacier for the underlying hydroelectric reservoir in the event of ice failures, for which it was monitored for over twenty years, has now been considered to be over. Data were collected with the contribution of operators from the Italian Glaciological Committee (CGI), Gran Paradiso National Park (PNGP), ARPA Piemonte, ARPA Valle d'Aosta (ARPA VDA), Fondazione Montagna Sicura (FMS), IMAGEO s.r.l., National Research Council (CNR), Italian Meteorological Society (SMI), University of Turin (UniTO) and Polytechnic of Turin (PoliTO). We thank Cristina Viani and Giovanni Mortara for their precious collaboration in the organization and validation of the glaciological data and in the revision of the texts.*

## SETTORE LOMBARDO

### LOMBARDIA SECTOR

a cura di (editors) Carlo Baroni & Riccardo Scotti

Sono stati osservati 27 ghiacciai campione e sono state misurate le variazioni frontali di 21 apparati glaciali rispetto al 2021 oltre a due apparati rispetto ad anni precedenti (uno rispetto al 2019 e il secondo rispetto al 2020; Baroni *et al.*, 2020a, 2020b, 2022). Sono stati posizionati nuovi segnali alla fronte di sei ghiacciai campione: il ghiacciaio di Caspoggio e del Pizzo Scalino nel Gruppo del Bernina, il ghiacciaio Orientale di Dosdè nel Gruppo Piazzì - Campo, il ghiacciaio dei Forni Centrale nel Gruppo Ortles - Cevedale, il Ghiacciaio del Lupo nel gruppo Orobìe e il Ghiacciaio occidentale di Pisgana nel Gruppo dell'Adamello. Suddivisi per gruppi montuosi, i ghiacciai osservati sono così distinti:

Gruppo montuoso	N. ghiacciai visitati
Tambò - Stella	2
Badile - Disgrazia	6
Bernina	5
Piazzì - Campo	1
Ortles - Cevedale	8
Orobìe	2
Adamello	3
TOTALE	27

Dal punto di vista dinamico, i risultati delle 21 misure eseguite si possono così sintetizzare:

- ghiacciai in ritiro 21 (100% dei ghiacciai misurati)
- ghiacciai stazionari 0 (0% “ )
- ghiacciai in avanzata 0 (0% “ )

L'intero campione dei ghiacciai monitorati ha mostrato arretramenti estremamente significativi con alcuni esempi eclatanti nel gruppo del Badile - Disgrazia come il ghiacciaio del Ventina (-217 m) e il ghiacciaio di Predarossa (-62 m). La contrazione areale e volumetrica ha raggiunto quest'anno un picco mai osservato in precedenza su tutti i ghiacciai visitati e osservati senza particolari distinzioni in termini di settori o fasce altimetriche. Da un lato, la sempre più estesa copertura detritica in alcuni casi impedisce la misura delle variazioni frontali, dall'altro, la forte fusione ha talvolta intaccato e destabilizzato le aree da tempo completamente coperte da detrito portando alla luce il ghiaccio vivo in aree dove questo risultava invisibile da anni.

Sui due ghiacciai più estesi delle Alpi italiane (Ghiacciaio dell'Adamello e Ghiacciaio dei Forni nel Gruppo Ortles - Cevedale) la neve è scomparsa quasi completamente a tutte le quote mentre gli unici due ghiacciai con un minimo di

copertura residua sono il bacino di accumulo dei ghiacciai Occidentale e Orientale di Fellaria (gruppo del Bernina) e una piccola porzione del ghiacciaio del Cedèc (Gruppo dell'Ortles - Cevedale). Numerosi ghiacciai tendono a suddividersi in corpi minori, con evidenti contrazioni anche alle quote massime di diversi bacini di accumulo. Queste variazioni morfologiche si accompagnano all'ampliamento delle finestre rocciose e a vistosi assottigliamenti delle fronti. Si segnalano nuove grotte in ghiaccio (e.g., al ghiacciaio del Pizzo Ferrè nel settore Tambò - Stella) che si aggiungono a quelle già indicate nelle scorse campagne. *Bédière* sempre più lunghe e profonde solcano gran parte delle fronti e la densità del drenaggio superficiale è in alcuni casi molto elevata. Permangono i laghi proglaciali, i laghetti epiglaciali e altri laghetti segnalati in passato al contatto con il substrato roccioso anche alle quote più elevate. Particolarmente significativo quest'anno l'incremento della frequenza e ampiezza delle zone crepacciate in particolare nelle zone di accumulo eccezionalmente impoveritesi di *firn* pluriennale. I ghiacciai di questo settore monitorati per il bilancio di massa forniscono i dati di gran lunga più negativi delle rispettive serie di misure (v. cap. relativo ai bilanci di massa dei ghiacciai italiani per i dati di dettaglio). Il Ghiacciaio Meridionale di Suretta (n. catasto 371) nel Gruppo Tambò - Stella monitorato dal Servizio Glaciologico Lombardo ha registrato un bilancio negativo, con una perdita pari a -3564 mm *w.e.* mentre il Ghiacciaio del Lupo nelle Orobie (n. catasto 543, monitorato dal Servizio Glaciologico Lombardo) registra un deficit pari a -4000 mm *w.e.*, valore eccezionalmente elevato considerato il record negativo precedente di -1751 mm risalente al 2018.

*Twenty-seven glaciers were observed and the frontal changes of 21 apparatuses were measured with respect to 2021 as well as two glaciers with respect to previous years (one with respect to 2019 and the second with respect to 2018; Baroni et al., 2020a, 2020b). New signals were placed at the front of six glaciers: Caspoggio and Pizzo Scalino in the Bernina Group, Gran Zebù, Orientale di Dosdè in Piazzi - Campo group, Forni in the Ortles - Cevedale Group, Lupo in Orobie Group and Venerocolo in the Adamello Group.*

*Sub-divided by mountain group, the glaciers observed are classified as follows*

Mountain group	N° of observed glaciers
Tambò - Stella	2
Badile - Disgrazia	6
Bernina	5
Piazzi - Campo	1
Ortles - Cevedale	8
Orobie	2
Adamello	3
TOTAL	27

*From the point of view of dynamics, the results of the 21 measurements can be summarised as follows:*

- retreating glaciers 21 (100% of measured glaciers)
- stationary glaciers 0 (0% “ )
- advancing glaciers 0 (0% “ )

*The entire sample of monitored glaciers showed extremely strong retreats with some striking examples in the Badile - Disgrazia group such as the Ventina Glacier (-217 m) and the Predarossa Glacier (-62 m). The areal and volumetric contraction this year reached a peak never previously observed on all the glaciers visited and observed without particular distinctions in terms of sectors or altimetric bands. On the one hand, the increasingly extensive debris cover in some cases prevents the measurement of frontal changes; on the other, the strong melting has sometimes affected and destabilized the areas that have long been completely covered by debris, bringing to light bare-ice in areas where this had been invisible for years.*

*In the two largest glaciers in the Italian Alps (Adamello Glacier and Forni Glacier in the Ortles - Cevedale Group) the snow has almost completely disappeared at all elevations while the only two glaciers with a minimum of residual snow-cover are the glacier accumulation basin of the Occidentale and Orientale di Fellaria Glacier (Bernina Group) and a small portion of the Cedèc glacier (Ortles - Cevedale Group). Many glaciers tend to break up into smaller bodies, with evident contractions even at the highest altitudes of several accumulation basins. These morphological changes are accompanied by the widening of rocky windows and noticeable thinning of the fronts. New ice caves (e.g., at Pizzo Ferrè Glacier in the Tambò - Stella Group) are reported, in addition to those already indicated in previous campaigns. Increasingly long and deep *bédières* furrow most of the fronts and the density of surface drainage is very high in some cases. Proglacial lakes, epiglacial ponds and other ponds reported in the past in contact with the bedrock also remain at higher altitudes. Particularly significant this year is the increase in the frequency and size of crevassed areas, particularly in accumulation basins where the *firn* zones have undergone exceptional depletion.*

*This year the glaciers in this sector monitored for mass balance provide the most negative data of the respective time-series (see chapter on mass balances of Italian glaciers for complete data). The Ghiacciaio Meridionale di Suretta (inventory n. 371) in the Tambò - Stella Group, monitored by the “Servizio Glaciologico Lombardo”, recorded a negative mass balance, with a loss equal to -3564 mm *w.e.* while Ghiacciaio del Lupo in the Orobie Group (inventory n. 543) also monitored by the “Servizio Glaciologico Lombardo”, recorded a negative net balance, equal to -4000 mm *w.e.* This value is extremely negative considering that the previous most negative value, recorded in 2018, was limited to -1751 mm *w.e.**

SETTORE TRIVENETO e APPENNINI  
TRIVENETO SECTOR and APENNINES

a cura di (*editor*) Aldino Bondesan

I dati sono stati raccolti con il contributo di 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). Si ringraziano per la collaborazione Pietro Bruschi (SGAA), Franco Secchieri (SGAA), Cristian Ferrari (SAT) e Chiara Levorato per la raccolta e organizzazione generale dei dati glaciologici.

I 57 ghiacciai visitati sono così suddivisi per gruppo montuoso o settore alpino:

Gruppo montuoso	N. ghiacciai visitati
Adamello - Presanella (versante trentino)	8
Ortles - Cevedale (versanti trentino e altoatesino)	18
Venoste	10
Breonie	3
Aurine	0
Pusteresi	6
Dolomiti	11
Appennini	1

La posizione della fronte è stata misurata su 46 ghiacciai e la quota minima raggiunta dal ghiaccio è stata misurata su 43 ghiacciai.

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

- ghiacciai in ritiro: 43 (100 % dei ghiacciai misurati)
- ghiacciai stazionari 0 (0% “ )
- ghiacciai in avanzata 0 (0% “ )

I ghiacciai del Triveneto, in linea con quelli presenti nel resto del settore alpino, hanno evidenziato anche nel 2022 una significativa contrazione. Tutte le superfici glaciali e le masse gelate minori sono risultate al di sotto della linea di equilibrio e hanno manifestato una pronunciata tendenza alla regressione, con notevole riduzione della loro superficie ed evidenti assottigliamenti. Diversi ghiacciai si trovano in prossimità delle condizioni limite per la loro sopravvivenza e alcuni presto non saranno più misurabili.

Le osservazioni condotte nel 2022 hanno confermato l'eccezionalità dell'andamento meteorologico che ha contraddistinto l'anno idrologico 2021-2022. Due fattori predominanti hanno influenzato l'annata idrologica: la scarsità di precipitazioni e le temperature elevate che si sono protratte

fino al mese di ottobre. La stagione di accumulo è stata caratterizzata da scarse precipitazioni nevose e le alte temperature primaverili hanno anticipato il periodo di fusione rispetto al consueto mese di maggio.

Il manto nevoso invernale si era già esaurito entro la fine di settembre in conseguenza di un'ablazione con valori eccezionalmente elevati, in alcuni casi senza precedenti. Anche alle quote più alte, si è osservata una marcata riduzione dello spessore della neve; la fusione del permafrost ha innescato una serie di frane che hanno interessato vaste superfici.

I maggiori ritiri frontali sono stati registrati nel Ghiacciaio del Mandrone e nella Vedretta del Gioigo Alto con un arretramento rispettivamente di 139 m e di 111 m. Un caso particolare riguarda il Ghiacciaio de La Mare dove in conseguenza del distacco della porzione inferiore del ghiacciaio, si è registrato un ritiro frontale superiore al chilometro. La media degli arretramenti per il Triveneto è pari a 41.5 m, mentre la mediana risulta essere 37 m.

Si osserva sempre più frequentemente l'appiattimento delle fronti, fenomeno accelerato dall'esiguo spessore delle lingue glaciali. In queste situazioni, alcuni ghiacciai presentano talvolta un limitato ritiro frontale, ma ciò è attribuibile alla prevalenza delle perdite volumetriche rispetto agli arretramenti. L'osservazione di molti ghiacciai, tra cui il Ghiacciaio della Fradusta, evidenzia la loro frammentazione in placche di ghiaccio morto, con solo i settori più elevati ancora attivi.

Si osserva un progressivo aumento dei tunnel endoglaciali di neoformazione e di nuove *bédières*, come effetto dell'aumento della fusione glaciale. Si registra anche l'incremento di laghi proglaciali ed epiglaciali, molti dei quali di recente formazione.

Il considerevole incremento delle coperture detritiche sulla superficie glaciale costituisce l'esito dei sempre più marcati processi di fusione. Le morene galleggianti sono alimentate frane, collassi e flussi di detrito, che si verificano con una frequenza sempre maggiore anno dopo anno. Ciò è attribuibile sia alla fusione del permafrost nell'ambiente periglaciale, sia all'accentuazione dell'ablazione che ormai coinvolge anche le zone più elevate dei bacini di accumulo. Questo processo porta anche alla liberazione in superficie di detriti precedentemente inglobati nel ghiaccio. Lungo le fronti, la massiccia copertura detritica rende sempre più arduo individuare il margine glaciale.

È evidente un ampliamento delle zone deglacciate e un aumento sia in termini numerici che in estensione delle finestre rocciose, come già rilevato nelle precedenti campagne di monitoraggio. Si osserva inoltre un incremento di fratture, di aree crepacciate, di avvallamenti superficiali e di seraccate. La presenza di depositi glaciali instabili lungo le fronti, unita al rischio di crolli e all'incremento delle portate degli scaricatori, ha talvolta reso pericoloso l'avvicinamento ai margini glaciali, al punto che diversi segnali sono stati abbandonati. La collocazione di nuovi punti di riferimento fissi è anch'essa diventata problematica.

I bilanci di massa di alcuni dei ghiacciai monitorati indicano una riduzione dello spessore di ghiaccio che arriva ad essere anche di diversi metri. In molti casi, la riduzione è stata superiore ai minimi storici registrati nei due o tre decenni precedenti.

Un simile decremento coinvolge anche il Ghiacciaio del Calderone, che rappresenta l'ultimo apparato glaciale ancora presente nell'Appennino.

*The data were collected with the contribution of operators from the Italian Glaciological Committee (CGI), of the Comitato Glaciologico Trentino della SAT (Glaciological Committee of the Mountaineers Society of Trentino Region) and of the Glaciological Service of Alto Adige (SGAA), a body of the Italian Alpine Club (CAI).*

*We acknowledge for the collaboration Pietro Bruschi (SGAA), Franco Secchieri (SGAA), Cristian Ferrari (SAT) e Chiara Levorato for the glaciological data collection and processing.*

*The 57 observed glaciers are clustered according to mountain group or section of the Alpine range, as follows:*

Mountain group	N° of observed glaciers
Adamello - Presanella (Trento side)	8
Ortles - Cevedale (Trento and Alto Adige - South Tyrol side)	18
Venoste	10
Breonie	3
Aurine	0
Pusteresi	6
Dolomiti	11
Appennini	1

*The snout's position was measured on 46 glaciers, and the minimum altitude reached by the ice was measured on 43 glaciers. The results of the measurements can be summarized as follows:*

- retreating glaciers: 43 (100% of the measured glaciers);
- stationary glaciers 0 (0% “ )
- advancing glaciers 0 (0% “ )

*The glaciers in the Triveneto region, accordingly with those in the rest of the Alpine sector, exhibited a significant contraction in 2022. All glacial surfaces and smaller ice masses were found below the equilibrium line, displaying a pronounced trend of regression, with considerable reduction in their surface area and noticeable thinning. Several glaciers are approaching critical conditions for their survival, and some may soon become unmeasurable.*

*Observations conducted in 2022 confirmed the exceptional nature of the meteorological trends that characterized the*

*hydrological year 2021-2022. Two predominant factors influenced the hydrological year: the scarcity of precipitation and the persistently elevated temperatures extending into October. The accumulation season was marked by meager snowfall, and high spring temperatures advanced the melting period compared to the usual month of May.*

*The winter snow cover had already depleted by the end of September due to ablation with exceptionally high, in some cases unprecedented, values. Even at higher altitudes, a marked reduction in snow thickness was observed; permafrost melting triggered a series of avalanches affecting extensive areas.*

*The most significant frontal retreats were recorded at Mandrone Glacier and Vedretta del Giogo Alto, with retreats of 139 m and 111 m, respectively. A particular case concerns the La Mare Glacier where, because of the detachment of the lower portion of the glacier, a frontal retreat of more than one kilometer was recorded.*

*The average retreat for the Triveneto region is 41.5 m, with a median of 37 m.*

*Flattening of fronts is increasingly observed, a phenomenon accelerated by the scant thickness of glacial tongues. In these situations, some glaciers may exhibit limited frontal retreat, but this is attributable to volumetric losses prevailing over the retreats.*

*The observation of many glaciers, including Fradusta Glacier, highlights their fragmentation into dead ice plates, with only the higher sectors remaining active.*

*There is a progressive increase in endoglacial tunnels and new moulins, as an effect of increased glacial melt. An increase in proglacial and epiglacial lakes is also recorded, many of which are of recent formation.*

*The considerable increase in debris cover on the glacial surface is the result of progressively marked melting processes. Floating moraines are fed by landslides, collapses, and debris flows, occurring with ever-increasing frequency year after year. This is attributable both to permafrost melting in the periglacial environment and to the intensification of ablation, which now affects even the highest zones of accumulation basins. This process also leads to the release on the surface of debris previously embedded in the ice. Along the fronts, the massive debris cover makes it increasingly difficult to identify the glacial margin.*

*There is evident expansion of deglaciated zones and an increase, both in terms of numbers and extent, of rocky outcrops, as previously noted in the former monitoring campaigns. Additionally, an increase in fractures, crevassed areas, surface depressions, and seracs is observed.*

*The presence of unstable glacial deposits along the fronts, combined with the risk of collapses and increased discharge rates, has at times made it dangerous to approach the glacial margins, to the point where several markers have been abandoned. The placement of new fixed reference points has also become problematic.*

The mass balances of some of the monitored glaciers indicate a reduction in ice thickness, which can be several meters. In many cases, the reduction exceeded historical lows recorded in the two or three preceding decades.

A similar decrease also affects Glacier del Calderone, representing the last remaining glacial feature in the Apennines.

## SINTESI DEI FENOMENI

### PIÙ IMPORTANTI OSSERVATI NEL 2022

(I NUMERI SONO QUELLI DEL CATASTO DEI GHIACCIAI)

### SUMMARY OF THE MOST NOTICEABLE

#### PHENOMENA OBSERVED IN 2022

(NUMBERS ARE REFERRED TO THE GLACIERS INVENTORY)

Assottigliamento, riduzione areale (*thinning, areal reduction*): 38, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 51, 52, 64, 81, 101, 106, 126, 127.1, 127.2, 131, 132, 134, 138, 139, 148, 162, 163, 166, 168, 176, 177, 178, 181, 184, 201, 213, 221, 232, 235, 259, 260, 261, 281, 289, 297, 306, 311, 312, 317, 325, 338, 354, 357.1, 356, 365, 371, 390, 408, 411, 416, 432, 439, 440, 443, 473, 502, 503, 507, 507.1, 512.1, 516, 577, 639, 640, 643, 699, 701, 713, 730, 731, 732, 733, 743-744, 754, 762, 771, 772, 777, 778, 794, 805, 813, 828, 875, 880, 929, 942, 950, 975, 1006.

Bédières, acqua epiglaciale, mulini (*bédières, epiglacial water, moulins*): 43, 60, 62, 64, 81, 101, 103, 109, 110, 111, 113, 115, 121, 126, 127.2, 129, 131, 134, 139, 140, 144, 145, 146, 147, 148, 155, 162, 168, 177, 201, 232, 289, 297, 356, 357.1, 357, 365, 371, 416, 422, 439, 440, 473, 507, 507.1, 512.1, 516, 626, 644, 718, 729, 731, 762, 772, 778, 784, 829, 941.1, 942.

Cavità in ghiaccio (*caves in ice*): 1, 18, 46, 56, 57-58, 61, 70, 102, 110, 111, 132, 138, 168, 440, 473, 507.1, 512.1, 577, 581, 639, 731, 733, 754, 828, 829, 926, 927, 941.1.

Cedimento di argine morenico (*failure of moraine ridge*): 325.  
Colate di detrito sul ghiacciaio (*debris flow on the glacier surface*): none.

Coni detritici a nucleo di ghiaccio (*ice-cored debris cones*): 730.

Crepacci (*crevasses*): 78, 132, 166, 177, 181, 189, 229, 416, 422, 577, 727, 728, 729, 731, 732, 733, 754, 776, 784, 788, 805, 805, 828, 829, 880, 912, 926, 929, 941.1, 947, 967.

Crolli di seracchi o falesie superiori, valanghe di ghiaccio (*falls of seracs or ice walls, ice avalanches*): 440, 626, 731, 776, 777, 941.

Detrito alla fronte (*debris covering the terminus*): 1, 18, 22, 46, 49, 61, 102, 103, 106, 110, 112, 121, 127.2, 140, 142, 145, 146, 147, 155, 162, 200, 232, 261, 272, 289, 357, 371, 390, 408, 416, 419, 422, 432, 473, 502, 503, 507.1, 512.1, 516, 577, 581, 718, 729, 733, 771, 772, 788, 813, 912, 941.1, 966, 967, 975.

Detrito sulla superficie del ghiacciaio (*debris on the glacier surface*): 1, 13, 18, 20, 22, 26, 27, 38, 40, 41, 43, 46, 56, 57-58, 60, 69, 70, 72.1, 78, 79, 95, 101, 103, 106, 109, 111,

116, 119, 121, 127.2, 131, 134, 140, 142, 146, 155, 162, 166, 168, 172, 176, 177, 200, 221, 262, 297, 312, 371, 390, 419, 422, 473, 502, 503, 507, 507.1, 512.1, 516, 577, 581, 644, 678, 699, 713, 729, 730, 732, 733, 743-744, 754, 762, 788, 794, 805, 813, 828, 829, 912, 937, 947, 966, 975.

Finestre, formazione e allargamento (*appearance and enlargement of rock outcrops*): 38, 40, 42, 49, 51, 57-58, 72.1, 81, 106, 112, 126, 127.1, 127.2, 130, 131, 132, 138, 140, 147, 148, 155, 162, 168, 177, 181, 209, 232, 289, 306, 356, 357, 360, 365, 416, 473, 503, 507, 507.1, 577, 718, 727, 728, 730, 731, 732, 733, 743-744, 762, 778, 784, 794, 813, 912, 937, 975.

Frane di roccia sul ghiaccio (*rock falls on ice*): 40, 131, 134, 139, 142, 163, 259, 277, 371, 718, 727, 728, 729, 784, 794, 805, 813, 967.

Fronte crepacciata, sfrangiata, sollevata (*terminus with crevasses, fringed, banging*): 166, 225, 226, 263, 281, 422, 473, 507.1, 516, 637, 701, 718, 730, 805, 829, 912, 947.

Fronte, appiattimento (*flattening of the terminus*): 42, 45, 49, 102, 106, 110, 127.1, 132, 138, 221, 232, 260, 337, 365, 371, 390, 411, 416, 432, 443, 507.1, 577, 581, 727, 728, 730, 771, 776, 777, 778, 784, 828, 876, 926, 929, 975.

Fronte, distacchi e crolli (*detachments and ice falls from the terminus*): 43, 60, 110, 112, 221, 225, 226, 227, 259, 312, 325, 408, 440, 507.1, 637, 713, 929.

Ghiaccio morto (*dead ice*): 42, 56, 62, 69, 70, 78, 116, 122, 130, 162, 166, 201, 262, 272, 325, 337, 440, 637, 678, 699, 772, 777, 876, 967.

Laghi glaciali (*glacial lakes*): 16, 26, 29, 38, 61, 64, 69, 70, 72.1, 101, 106, 111, 112, 132, 144, 145, 147, 148, 162, 259, 261, 289, 306, 325, 337, 356, 727, 728, 731, 732, 762, 805, 880, 927, 947, 950.

Laghi proglaciali (*proglacial lakes*): 440, 503, 512.1, 577, 608.

Morene frontali/laterali (*side and front moraines*): 777, 880.

Morene mediane (*medial moraines*): 112, 259, 502, 507.1, 710, 730, 731, 732, 777, 813.

Neve residua abbondante (*abundant residual snow*): none

Neve residua scarsa o nulla (*few or lacking winter snow*): 1, 14, 20, 26, 27, 29, 34, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 56, 57-58, 60, 62, 64, 68, 69, 70, 78, 79, 81, 95, 101, 102, 103, 106, 113, 115, 116, 121, 127.2, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 144, 145, 146, 147, 148, 155, 162, 163, 166, 168, 172, 176, 177, 178, 200, 201, 213, 221, 232, 261, 277, 278, 284, 285, 289, 317, 354, 356, 360, 365, 371, 416, 419, 422, 440, 443, 507.1, 516, 577, 581, 626, 699, 701, 727, 728, 729, 733, 733, 771, 773-774, 776, 777, 778, 784, 794, 813, 828, 876, 912, 926, 927, 929, 937, 950, 966, 967, 975.

Separazione di corpi glaciali (*detachment of ice bodies*): 57-58, 79, 102, 140, 177, 263, 277, 278, 357.1, 784, 794, 805, 829, 880, 912, 966.

Svuotamento di lago glaciale (*glacial lake outburst*): 213, 966.

Termocarsismo, doline in ghiaccio, collassi circolari (*thermokarst, dolines in ice, circular collapse*): 16, 639, 678, 733, 777, 829, 876, 942, 950.

Valanghe (*snow avalanches*): 435, 440, 516, 543, 967.

## Settore Piemontese - Valdostano (Coordinatore: Marta Chiarle)

### ALPI MARITTIME

Bacino: STURA DI DEMONTE - PO

*Gruppo Clapièr - Maledia*

#### 1 Ghiacciaio del Clapièr

Operatore: Francesco Crosetto (CGI) -  
Controllo del 2022.09.17

Il ghiacciaio si presenta completamente privo di copertura nevosa e può essere distinto in tre parti: il circo sommitale con massa glaciale in larga parte scoperta, la lingua glaciale intermedia caratterizzata da consistente copertura detritica, in particolare in sinistra orografica a ridosso della parete est del Monte Clapièr, e il settore frontale, che termina in un'area subpianeggiante poco a valle della lingua intermedia e si presenta completamente ricoperto di detriti. In quest'ultimo settore sembra essersi verificato un crollo della sottile calotta di ghiaccio coperta da detriti: questo fenomeno ha presumibilmente portato alla luce il ghiaccio in un settore dove nelle precedenti campagne non era stato rilevato (per tale motivo per la valutazione del ritiro frontale si è preferito fare riferimento all'anno 2006 e non alle ultime misure disponibili). Nella parte inferiore della lingua glaciale intermedia, che è incassata tra la parete del Monte Clapièr e una costa rocciosa poco pronunciata, si è creata, in destra orografica, al contatto ghiacciaio-roccia, una cavità subglaciale ispezionabile, sul cui fondo si riscontra il ruscellamento concentrato delle acque di fusione. Nell'area proglaciale non si rileva invece deflusso idrico superficiale: l'acqua di fusione scorre in subalveo sino a quota 2350 m circa, oltre la morena frontale del ghiacciaio, all'incirca 1 km più a valle. Accumuli detritici derivanti da frane e colamenti recenti sono presenti nella parte sommitale, a ridosso della cresta di testata del valone, proprio in corrispondenza delle porzioni di parete rocciosa, oggi libere, ricoperte sino a pochi anni or sono dal ghiacciaio stesso.

In occasione del sopralluogo, il ghiacciaio è stato oggetto di rilievo topografico con misure GNSS, eseguite in modalità RTK (base - rover), inquadrato nel sistema di riferimento ETRF2000-RDN e datum altimetrico ITG2009 (E 373692, N 4886092 - N 44° 7' 0".61264, E 7° 25' 17".31668). Sotto il profilo geometrico i dati significativi ricavati dal rilievo sono di seguito elencati. Il corpo glaciale si estende da quota 2825 m a 2630 m,

svilupandosi in direzione N 330° per circa 600 m. La lingua glaciale compresa tra le quote 2740 m e 2640 m ha uno sviluppo inclinato di 300 m ed una pendenza media pari al 36%, mentre la parte sommitale meno ripida, con pendenza intorno al 25%, ha una lunghezza inclinata di 270 m e raggiunge la quota massima suindicata. L'estensione planimetrica del ghiacciaio è stimata in 4.1 ha, di cui soltanto poco più di un terzo (1.4 ha) libera da detriti. I dati acquisiti sono stati confrontati con i dati cartografici resi disponibili dalla Regione Piemonte ed inquadrati nel medesimo sistema di riferimento cartografico: la carta tecnica regionale (CTRN sezione 243060 rilevata in data 22.06.1991) ed il Rilievo Lidar ICE 2009-2011 (volo in data 15.09.2010). Previa verifica della coerenza dei datum altimetrici dei tre rilievi disponibili e della determinazione delle relative correzioni, sono stati ricavati tre modelli digitali del terreno e si è proceduto al confronto delle corrispondenti superfici. Per il settore frontale (quote minori di 2700 m) sono emerse riduzioni dello spessore nell'ordine di 25 m rispetto al 1991 e di 10 m rispetto al 2010. Entrambe le stime corrispondono ad una diminuzione media dello spessore di circa 0.80 m/anno. Per la parte sommitale del ghiacciaio, i medesimi confronti evidenziano una riduzione di circa 30 m rispetto al 1991 e di 15 m dal 2010. I valori medi annui di diminuzione dello spessore risultano di circa 1 m/anno sull'intero periodo e di 1.25 m/anno per il periodo più recente. La stima dell'area occupata dal ghiacciaio, eseguita mediante ortofotocarte, per i tre anni di riferimento ha fornito i seguenti valori: 9.5 ha (1991), 6.7 ha (2010) e 4.1 ha (2022).

Con l'occasione, sono state acquisite anche le coordinate del segnale VT indicato su roccia montonata in destra orografica alla base della morena a quota 2620 m [GPS] (E 373699, N 4886249 - N 44° 7' 6".70374, E 7° 25' 17".49605). Anche se data la distanza il segnale non appare più idoneo alle misure, non è stato per il momento istituito un nuovo caposaldo: la variazione frontale è stata ricavata indirettamente tramite le misure GNSS.

Quota min. fronte: 2630 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VT89 (df)	180°*	160	139 (2006)	-21

\* Il dato corregge il valore indicato nella precedente misura (170°), che alla verifica in campo è risultato non corretto.

## ALPI COZIE

Bacino: VARAITA - PO

*Gruppo Monviso*

### 13 *Ghiacciaio Inferiore di Vallanta*

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.10.04

Al momento del sopralluogo è presente una discontinua copertura di neve recente che ricopre in parte la fronte glaciale. Nonostante ciò, le eccezionali condizioni dell'estate 2022 hanno consentito di verificare l'effettiva consistenza dell'apparato glaciale, solitamente ricoperto da accumuli di valanga (Baroni *et al.*, 2020) e non più misurato dal 2000 (Armando *et al.*, 2001); nel complesso, si osservano due piccole placche di glacionevato poste a ridosso della parete rocciosa, mentre il resto della superficie si presenta ricoperta da detriti.

Quota min. fronte: NM

### 14 *Ghiacciaio Superiore di Vallanta*

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.10.04

In occasione del sopralluogo, il ghiacciaio presenta una discontinua copertura di neve recente che ricopre in parte la fronte glaciale. Si osserva una placca di glacionevato posta a ridosso della parete rocciosa: essa presenta una forma triangolare, regolare, priva di detriti e di crepacci e, al momento della visita, totalmente priva di neve residua.

Quota min. fronte: NM

### 16 *Ghiacciaio di Quarnero*

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.10.29

Nella conca sottostante la Punta Fiume, un tempo occupata dal Ghiacciaio di Quarnero, il piccolo laghetto a 3280 m di quota, storicamente contornato da accumuli detritici (Baroni *et al.*, 2017), presenta ora sulla sua sponda occidentale una scarpata in ghiaccio. La venuta a giorno di questo corpo glaciale residuo, sepolto dal detrito, è da attribuirsi alla lunga serie di temperature positive del periodo giugno-settembre 2022, come registrato dalla vicina stazione meteorologica Colletto Fiume, gestita da ARPA Piemonte.

Quota min. fronte: NM

### 18 *Ghiacciaio Sella*

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.10.29

Il ghiacciaio, collocato sul versante sud del Monviso dove passa la via normale di salita alla punta, non è più riconoscibile, essendo il sito interamente occupato da detrito, mentre ancora nel 2016 era presente una modesta placca di ghiaccio che occupava una superficie di circa 1 ettaro (Baroni *et al.*, 2017). Tracce di ghiaccio sepolto sono tuttavia state osservate nel corso del sopralluogo a monte del Bivacco Andreotti dove, a circa 3000 m di quota, probabilmente per effetto del forte riscaldamento della stagione estiva 2022, si è aperta una piccola grotta in ghiaccio.

Quota min. fronte: NM



14 - Ghiacciaio Superiore di Vallanta o del Triangolo (foto D. Bormioli, ARPA Piemonte, 2022.10.04). È un ripido scivolo addossato al Dado di Vallanta (3781 m). Almeno fino agli anni 1930 fasciava la base della frastagliata cresta di collegamento con la vetta del Monviso. *Superiore di Vallanta or Triangolo Glacier* (photo D. Bormioli, ARPA Piemonte, 2022.10.04). It is a steep ice slab next to the Dado di Vallanta (3781 m). At least until the 1930s it wrapped the base of the jagged ridge connecting with the summit of the Monviso Peak.

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.10.04

*Gruppo Ambin*

A causa dell'acclività del versante, l'accesso diretto al ghiacciaio, ormai più correttamente definibile un glacionevato, è possibile solo attraverso un approccio alpinistico; per tale motivo, le osservazioni sono state eseguite dal Colle delle Cadreghe di Viso (3130 m s.l.m.), posto a NW a circa 150-200 m di distanza dal ghiacciaio. Alla data del sopralluogo, sono presenti placche discontinue di neve recente, con spessori di ordine decimetrico, che nascondono in parte la fronte; per contro, non è visibile neve residua. Le porzioni di ghiaccio non coperte da neve recente risultano di colore grigio scuro, effetto dell'intensa ablazione subita durante l'estate. Sono visibili crepacciature ad andamento sub-orizzontale, probabilmente tratti della crepaccia terminale, solo parzialmente colmate da neve recente. Si osserva un aumento significativo delle dimensioni dei due coni detritici che coprono longitudinalmente il ghiacciaio e che sono alimentati dai crolli dalla parete sovrastante. Il cono più centrale risulta indubbiamente appoggiato sul ghiaccio, mentre per il cono in destra orografica tale rapporto non è chiaro: all'apparenza, il cono separa due ripide placche ghiacciate distinte che coprono una superficie di circa 3500-4000 m<sup>2</sup> verso est e di circa 9500-10 000 m<sup>2</sup> verso ovest. Infine, sul lato occidentale del ghiacciaio è ben riconoscibile la presenza di un grande blocco di crollo, di dimensioni plurimetrie, forse già presente nel 2021: non è chiaro se si tratti di un blocco caduto di recente, o emerso dal ghiaccio per effetto della fusione superficiale.

Quota min. fronte: NM

## 22 *Ghiacciaio Inferiore di Coolidge*

Operatore: Daniele Bormioli (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.10.27

Il ghiacciaio non è più stato visitato dal 1993 e l'ultima misurazione frontale risale al 1988. La quasi totalità della superficie risulta coperta da detrito proveniente dai frequenti crolli più o meno importanti che si producono sulle pareti laterali del Canalone Coolidge; solo la morfologia irregolare, caratterizzata da avvallamenti, dossi e contropendenze suggerisce a tratti la presenza di ghiaccio sepolto. Alcuni modesti lembi di glacionevato, di spessore visibile non superiore ai 2 metri, affiorano all'apice del pendio, subito a valle dello sbocco del canalone, probabile residuo di ghiaccio sepolto ed accumuli di valanga. Non è possibile distinguere le aree completamente deglaciate da quelle in cui sopravvive ghiaccio all'interno del detrito: il ghiacciaio è ormai da considerarsi un glacionevato in via di estinzione.

Quota min. fronte: NM

## 26 *Ghiacciaio di Galambra*

Operatore: Luca Paro (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.08.31

Al momento del sopralluogo la neve residua è totalmente scomparsa. Nel complesso in questo sito, visitato per l'ultima volta nel 2017, si osservano alcune piccole placche di glacionevato, mentre il resto della superficie in origine glaciale è ricoperta da detriti. I residui di glacionevato sono riconoscibili a ridosso della scarpata rocciosa di cresta e al piede, lungo la sponda occidentale dell'omonimo lago; si ipotizza la presenza di limitate masse di ghiaccio all'interno del detrito.

Quota min. fronte: NM

## 27 *Ghiacciaio dei Fourneaux*

Operatore: Luca Paro (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.08.31

Al momento del sopralluogo la neve residua è totalmente scomparsa. Placche di ghiaccio sepolto affiorano al di sotto del detrito alla base della parete rocciosa alla testata del bacino. Le acque di fusione si infiltrano, torbide, dapprima nell'estesa morena di fondo, per riaffiorare successivamente limpide alla testata del rock glacier attivo. Il ghiacciaio è stato visitato per l'ultima volta nel 2017, mentre l'ultima misura risale al 2014.

Quota min. fronte: NM

## 29 *Ghiacciaio dell'Agnello*

Operatore: Maurizio Tron (CGI) - Controllo del 2022.08.21

Sono del tutto assenti nevai residui. Non è stato possibile provvedere alla misura frontale a causa delle frequenti cadute di pietre, e di conseguenza neppure alla serie delle tre fotografie relative (Agnello 6 a/b/c-20). Presente ruscellamento terminale. Sempre presente il minuscolo laghetto glaciale osservato negli ultimi anni.

Quota min. fronte: NM

## 34 *Ghiacciaio del Lamet*

Operatore: Maurizio Tron (CGI) - Controllo del 2022.09.11

Totale assenza di nevai residui; intenso ruscellamento sin dalla fronte, quest'ultima ormai non più raggiungibile. Il corpo glaciale è pressoché prossimo all'estinzione.

Quota min. fronte: NM

38 *Ghiacciaio della Croce Rossa*

Operatori: Walter Alberto e Luca Lanteri (ARPA Piemonte) - Controlli del 2022.09.19 e 2022.10.06

Il sito è stato visitato il 19 settembre 2022 e il 06 ottobre 2022: nella prima occasione è stato effettuato un sorvolo in elicottero, mentre nella seconda visita, oltre al sorvolo in elicottero, è stata effettuata una ricognizione sul fianco sinistro del ghiacciaio. A settembre il ghiacciaio si presenta completamente privo di neve residua. Alcune fasce detritiche emergono dal ghiaccio sia sul lato destro che sinistro, allungandosi per 50-100 m verso valle: tali fasce detritiche prendono origine dagli affioramenti rocciosi della cresta di vetta e dallo scivolo in ghiaccio sommitale, sempre più appiattito, dove emerge per la prima volta una barra rocciosa a quota 3525 m circa; un accumulo detritico emerge inoltre sul fianco sinistro, lungo la lingua, a quota 3425 m circa. Le fotografie scattate da elicottero insieme alla Google Satellite Map, ripresa il 18 settembre 2022, hanno permesso di rappresentare il corpo glaciale nelle sue effettive dimensioni e di confrontarle con le estensioni degli anni passati. Una fortunata sequenza di ortofoto realizzate negli anni passati in condizioni tardo-estive / autunnali ha permesso il rilievo dell'estensione del ghiacciaio a partire dagli anni '60 del secolo scorso (77 173 m<sup>2</sup>), fino al settembre 2022 (51 495 m<sup>2</sup>): la riduzione (planimetrica) tra 2010 e 2022 è stata del 24%; tra 2019 e 2022 del 14%. Le maggiori trasformazioni sono state registrate al margine NW, dove il bordo del ghiacciaio, rimasto pressoché stabile fino all'inizio degli anni 2000, ha subito una migrazione continua verso SE di oltre 100 m. Gli altri limiti del ghiacciaio hanno subito variazioni planimetriche minori, compresa la fronte, arretrata di circa 30 m dal secolo scorso (di cui 10 m circa dal 2019 al 2022), ma la massa glaciale ha subito una forte contrazione volumetrica (Baroni *et al.*, 2020). Nel corso del 2022, il ghiaccio si è ritirato di circa 50 m dall'estremità SE, sotto la vetta, lasciando scoperte rocce e detriti e lasciando emergere una barra rocciosa sotto la cresta sommitale. Il margine occidentale, a ridosso della cresta spartiacque con la Francia, ha continuamente mostrato un'elevata dinamica nella genesi di conche, probabilmente di origine eolica, ripetutamente occupate da laghi di contatto glaciale: si ricorda il lago formatosi a fine secolo scorso e svuotatosi nel 2004. Poco a monte, un'altra depressione (quota 3460 m circa) ha ospitato piccole pozze di acqua di fusione fino al 2019, per poi dare luogo a un lago di maggiori dimensioni, che ha raggiunto la sua massima estensione nell'estate 2022 (circa 735 m<sup>2</sup>).

Quota min. fronte: 3345 m (C)

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

Il ghiacciaio si presenta completamente libero dalla neve stagionale: solo poche, irrilevanti chiazze resistono sotto le pareti rocciose. In forte contrazione areale e di spessore anche il *firm* pluriennale dei precedenti anni, che si conserva solamente nel settore più elevato e protetto dall'insolazione del bacino collettore, oltre i 3000 m di quota. La perdita di volume è consistente: presso un risalto roccioso nel settore superiore della lingua d'ablazione, si sono stimate riduzioni di spessore glaciale dell'ordine di 1-1.5 m. In estensione la copertura detritica superficiale sul settore mediano e inferiore del ghiacciaio. Nel collettore, dove sono sempre presenti modeste crepacciature, la fascia rocciosa a quota 3010 m si è ulteriormente ampliata: al punto segnale I FR20 l'arretramento del margine glaciale rispetto al 2020 è di 13 m. Le contenute variazioni negative registrate in zona frontale e laterale della lingua d'ablazione, attribuibili alla consistente copertura detritica locale, non sono rappresentative del quadro complessivo, molto negativo, dell'intero apparato. Nel settore frontale attivo è stata osservata, obliterata dal detrito, una piccola placca di ghiaccio probabilmente ancora in continuità con il bacino collettore: l'esatta estensione non è attualmente individuabile, pertanto la misura di variazione frontale è sempre riferita al margine glaciale scoperto da detrito (monitorato dal punto segnale E FR15). La frana che ha interessato nel 2020 il bacino collettore (ma il versante aveva già manifestato segnali di instabilità negli anni precedenti), ha contribuito ad alimentare l'esteso accumulo detritico sulla superficie del ghiacciaio (già in parte visibile su immagini satellitari del 2016, A. Bellantonio, com. pers.), che quest'anno è venuto per la prima volta completamente a giorno per la forte fusione del nevato che solitamente copre questo settore del ghiacciaio. Il distacco del materiale detritico aveva origine nelle dirupate pareti del canale che adduce ad una depressione (Colletto della Bouta) della cresta N della Uja Bessanese. L'attività gravitativa, probabilmente dovuta alla degradazione del permafrost, sembra essersi esaurita.

*Integrazione a cura di Luca Lanteri, Davide Viglietti e Walter Alberto (ARPA Piemonte).* Il sito è stato visitato il 19 settembre 2022 e il 06 ottobre 2022. Nella prima occasione è stato effettuato un sorvolo in elicottero e drone. Le fotografie scattate da elicottero insieme alla Google Satellite Map, ripresa il 18 settembre 2022, hanno permesso di rappresentare il corpo glaciale nelle sue effettive dimensioni, in particolare sono stati individuati i limiti del ghiacciaio dove poggia su substrato roccioso; più incerta la posizione dei limiti dove la copertura detritica ricopre indistintamente il ghiacciaio e le aree limitrofe. In occasione della seconda visita è stato eseguito un rilievo fotogrammetrico con drone elicottero del corpo glaciale. L'elevata risoluzione della camera utilizzata ha permesso la restituzione di

un'ortofoto di dettaglio (ground pixel 4.4 cm): nonostante una discontinua copertura di neve recente, sono molto ben visibili i caratteri morfologici del ghiacciaio e delle morene circostanti.

Quota min. fronte: 2815 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
E FR15 (cf)	340°	154*	152*	-2
F FR02 (sl)	305°	74.5	74.5	0
G FR90 (sl)	290°	54	53.5	-0.5
I FR20 (sl)	250°	47*	34 (2020)	-13

\* Misura effettuata con distanziometro.

#### 41 Ghiacciaio del Pian Gias

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

L'apparato si presenta completamente privo di neve residua. Non si riscontrano significativi cambiamenti rispetto allo scorso anno, a parte la generale lenta e inesorabile deglaciazione, non valutabile quantitativamente a causa della diffusa copertura detritica. Il settore superiore occupa ancora completamente la testata del bacino glaciale sotto il Monte Collerin; in sinistra idrografica, la confluenza con il Ghiacciaio Collerin d'Arnas è totalmente occultata dai detriti. Nel sottostante vallone "Pian Gias" prosegue la tendenza evolutiva al regresso: la massa glaciale non occupa più l'intero solco vallivo, a parte isolate placche di ghiaccio sepolte nel detrito, ma negli anni è progressivamente arretrata alla base dei ripidi e più ombreggiati contrafforti rocciosi delle Rocce Russelle.

Quota min. fronte: NM

#### 42 Ghiacciaio del Collerin d'Arnas

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

L'innervamento residuo è praticamente assente, salvo alcune chiazze sparse di ridotta estensione. Il ghiacciaio, rispetto al rilievo del 2020, appare in evidente ridimensionamento. La calotta glaciale sommitale evidenzia al controllo fotografico una sensibile contrazione areale e volumetrica, particolarmente accentuata lungo il margine periferico superiore a contatto con la cresta rocciosa Collerin - Albaron di Savoia. La lingua d'ablazione denota un marcato assottigliamento e il progressivo affioramento di balze rocciose, che riducono la colata ad uno stretto scivolo glaciale ormai privo di dinamica, con il margine frontale stimato approssimativamente a quota 3025 m. La porzione di ghiaccio morto interamente coperto di detrito a valle della lingua attiva è priva di continuità fisica con il corpo superiore del ghiacciaio ed è connessa a circa 2950 m con il sottostante Ghiacciaio di Pian Gias. Il glacione va alla base della parete OSO di Punta Chalanson, parzialmente obliterato dal detrito, è privo di neve invernale ed appare chiaramente in disfacimento. Si segnala la presenza di un lago di contatto glaciale in prossimità dello spartiacque, che corrisponde anche al confine Italia/Francia.

simativamente a quota 3025 m. La porzione di ghiaccio morto interamente coperto di detrito a valle della lingua attiva è priva di continuità fisica con il corpo superiore del ghiacciaio ed è connessa a circa 2950 m con il sottostante Ghiacciaio di Pian Gias. Il glacione va alla base della parete OSO di Punta Chalanson, parzialmente obliterato dal detrito, è privo di neve invernale ed appare chiaramente in disfacimento. Si segnala la presenza di un lago di contatto glaciale in prossimità dello spartiacque, che corrisponde anche al confine Italia/Francia.

Quota min. fronte: NM

#### 43 Ghiacciaio della Ciamarella

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

L'intero apparato glaciale è privo di neve residua e anche il *firn* degli anni precedenti risulta pesantemente intaccato dall'ablazione. La superficie glaciale localmente annerita dal detrito è percorsa da un diffuso ruscellamento di acque di fusione e solcata da alcuni crepacci longitudinali. Si segnala un parziale collasso del margine frontale in corrispondenza della fuoriuscita del torrente proglaciale, circa 30 m a destra del punto segnale Z22 (n.d.r.). Il ghiacciaio appare in forte sofferenza nonostante un arretramento frontale relativamente modesto. La perdita di potenza è ingente e interessa anche i settori più elevati. Lungo il margine periferico superiore aderente alle pareti rocciose del circo chiuso da Punta Chalanson - Uja Ciamarella è evidente un abbassamento di livello della massa glaciale approssimativamente stimato pari a 2.5-3 m. La localizzazione dei punti segnale per il monitoraggio frontale è stata adeguata alla posizione più arretrata assunta di recente dal margine glaciale. Sono stati istituiti due segnali sopra la scarpata rocciosa liberata di recente dal ghiaccio. In prossimità del margine centro-frontale è stato istituito il punto segnale Z22, a 238 m dalla stazione Z60, coordinate (GPS) UTM-ED50 32TLR53882072, quota 3168 m: la misura continua ad essere riferita alla stazione di origine. Il margine monitorato da Z22 non è quello più avanzato: una piccola lingua glaciale in disfacimento resiste ancora in posizione più avanzata (la posizione che aveva il margine glaciale prima del vistoso arretramento registrato nel 2017), mantenendo la quota minima del ghiacciaio a 3150 m. È stato inoltre istituito come punto segnale B FR22, un precedente riferimento posto nel 2019 a 13 m dal ghiaccio in posizione sinistra frontale, coordinate (GPS) UTM-ED50 32TLR53982072, quota 3190 m, azimut 350°.

*Integrazione a cura di Luca Lanteri, Davide Viglietti e Walter Alberto (ARPA Piemonte).* Il sito è stato visitato il 19 settembre 2022 e il 06 ottobre 2022. Nella prima occasione è stato effettuato un sorvolo in elicottero. Le

fotografie scattate da elicottero e la *Google Satellite Map*, ripresa il 18 settembre 2022, hanno permesso di rappresentare il corpo glaciale nelle sue effettive dimensioni; il confronto con l'ortofoto AGEA 2018 evidenzia come nel periodo 2018-2022 le maggiori variazioni si siano verificate nel tratto di settore frontale dove fino al 2016 era presente la lingua più avanzata, con un arretramento che, al centro dell'attuale rientranza della fronte, ha raggiunto gli 80 m. Gli altri lati del ghiacciaio mostrano variazioni planimetriche minime, ma con arretramenti anche del margine di monte, contro le pareti rocciose del circo glaciale, ad indicare una spiccata riduzione volumetrica. Il confronto 2018-2022 mostra, inoltre, come la cospicua produzione detritica del versante occidentale dell'Uja Ciamarella abbia ricoperto l'intera porzione orientale del ghiacciaio per una larghezza di oltre 200 m. La superficie del ghiacciaio nel 2022 (in proiezione planimetrica) è stata quantificata in 506 400 m<sup>2</sup>, in riduzione del 20% rispetto al 2006. In occasione della seconda visita è stato eseguito un rilievo fotogrammetrico con drone elicottero del corpo glaciale, parte occidentale. L'elevata risoluzione della camera utilizzata ha permesso la restituzione di un'ortofoto di dettaglio (ground pixel 4.4 cm): nonostante una discontinua copertura di neve recente, sono molto ben visibili i caratteri morfologici del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 3150 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Z60 (cf)	350°	265.5*	264*	-1.5
B FR22 (sf)	350°	22.5*	13 (2019)	-9.5

\* Misura effettuata con distanziometro.

#### 44 *Ghiacciaio dell'Albaron di Sea*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

Nonostante l'altitudine relativamente elevata e l'esposizione favorevole, a fine estate il ghiacciaio risulta completamente spoglio da neve residua stagionale. L'osservazione a distanza dell'apparato, ormai da tempo frammentato in quattro corpi separati, non evidenzia sostanziali variazioni rispetto allo scorso anno: tuttavia, vista la superficie glaciale totalmente esposta alla radiazione solare, si suppone che nel corso dell'estate abbia subito un sensibile assottigliamento, anche se non quantificabile dal confronto fotografico con riprese precedenti. Le quote minime dei due corpi principali possono essere considerate stazionarie a quota 3010 m e 3190 m, rispettivamente.

Quota min. fronte: NM

#### 45 *Ghiacciaio Tonini*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

Il ghiacciaio si presenta completamente scoperto di neve residua fino alle quote più elevate, salvo irrilevanti accumuli di valanga alla base delle pareti. Appare intaccato anche il *firm* pluriennale, distribuito con discontinuità nel circo collettore e nei settori a minor pendenza della lingua d'ablazione. Rispetto al 2021, l'apparato risulta ridotto in estensione e volume. Tutti i margini periferici della lingua d'ablazione osservabili evidenziano arretramento e assottigliamento. Le estremità frontali sono in contrazione di 7 m, mentre il regresso dell'articolato margine latero-frontale destro è stimato pari a circa 2-3 m.

Quota min. fronte: 2895 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C GR85 (cf)	160°	179	172	-7

#### 46 *Ghiacciaio di Sea*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

L'estesa copertura detritica impedisce un'attendibile determinazione dei limiti periferici e l'individuazione del margine frontale. Si ritiene però che l'apparato abbia subito una sensibile contrazione volumetrica, in quanto il ghiaccio osservabile lungo il margine periferico superiore a contatto con la scarpata rocciosa evidenzia, al confronto fotografico con un'immagine del 2020, un consistente assottigliamento, valutato approssimativamente di 3 m. Numerose cavità e fessurazioni di varie dimensioni costellano l'apparato, accelerandone il disfacimento. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2745 m.

Quota min. fronte: NM

#### 47 *Ghiacciaio Meridionale del Mulinet*

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

Il ghiacciaio appare completamente spoglio di neve residua dell'anno, anche il *firm* delle precedenti favorevoli annate è stato considerevolmente assottigliato: un manto uniforme si conserva solo al di sopra dei 2900 m di quota, ma con alcune placche discontinue più in basso, in zone più ombrose e di maggior accumulo da valanga. Il confronto fotografico con riprese dei precedenti anni non evidenzia nel suo insieme variazioni significative: il margine frontale attivo attestato a monte della scarpata rocciosa mantiene il

47-48 - Ghiacciai Meridionale (a sin) e Settentrionale (a dx) del Mulinet (foto da aereo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). I due ghiacciai, ancora uniti negli anni 1930 e seraccati fino agli anni 1980, appaiono appiattiti con ampie fasce di detrito superficiale (per confronto vedi Baroni *et al.*, 2008). *Meridionale (left) and Settentrionale (right) Mulinet glaciers (air photo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). The two glaciers, still united in the 1930s and with seracs until the 1980s, appear flattened with large bands of surface debris (for comparison see Baroni et al., 2008).*



profilo e la posizione assunta nei precedenti anni. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2745 m.

Quota min. fronte: NM

#### 48 Ghiacciaio Settentrionale del Mulinet

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

L'innevamento residuo risulta assente. L'aspetto del ghiacciaio appare sostanzialmente invariato, salvo un generalizzato assottigliamento del *firn* pluriennale accumulato negli anni precedenti (2018-2020), ma ancora esteso su gran parte della superficie glaciale. La perdita di spessore glaciale, apprezzabile ai piedi della parete rocciosa che delimita superiormente il ghiacciaio, è consistente e stimabile nell'ordine di 2.5-3 m. Le estremità frontali attive, sempre attestate lungo il bordo superiore della scarpata rocciosa, non evidenziano apprezzabili variazioni. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 2760 m.

Quota min. fronte: NM

#### 49 Ghiacciaio del Martellot

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

L'innevamento residuo è praticamente assente. Si osserva una generalizzata perdita di volume dell'apparato glaciale ed una sensibile riduzione areale. L'assottigliamento del ghiaccio è significativo; l'apertura di nuove finestre

rocciose e l'ampliamento di quelle già esistenti prefigura la frammentazione dell'apparato in placche isolate di ghiaccio morto. Nel conoide principale "Martellot", l'esteso accumulo detritico che ricopre l'unghia terminale impedisce l'individuazione del margine frontale, che si ritiene però in sensibile contrazione. La lingua di glacionevato che si estende nel valloncetto all'interno della morena laterale sinistra (PEG) appare in totale disfacimento, molto assottigliata e ridotta ad una stretta striscia allungata al piede di pareti rocciose. La quota minima dell'unghia terminale del conoide principale "Martellot" può essere considerata invariata a circa 2610 m.

Quota min. fronte: NM

#### 51 Ghiacciaio Meridionale della Levanna Orientale

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

Il confronto fotografico con le immagini delle campagne precedenti mostra l'apparato in accentuata contrazione. La neve stagionale ha iniziato ad esaurirsi già a fine giugno ed è scomparsa quasi del tutto entro fine luglio, esponendo a fusione tutta la superficie glaciale. Al controllo di fine estate l'apparato appare dunque totalmente spoglio della neve dell'anno; anche il *firn* delle ultime quattro annate è scomparso, ad eccezione di alcuni banchi nel settore sommitale alla base delle pareti e in zona frontale. La perdita di spessore glaciale è rilevante: dalle variazioni morfologiche osservate si stima essere dell'ordine di 2-2.5 m; valori maggiori, prossimi a 4-5 m, si osservano nella porzione apicale del ghiacciaio alla base della cresta SO della Levanna Orientale. Tutti i margini periferici, anche quelli più ele-

vati, stanno sensibilmente contraendosi: nel margine laterale destro aumentano in numero e dimensioni le finestre rocciose; in notevole estensione quella comparsa nel 2016 alla radice della lingua meridionale di deflusso. La quota minima della fronte centrale lungo il margine destro può essere considerata invariata a circa 2950 m.

Quota min. fronte: NM

## 52 Ghiacciaio Settentrionale della Levanna Orientale

Operatore: Franco Rogliardo (CGI) -  
Controllo del 2022.09.20

Il ghiacciaio già alla fine di giugno ha iniziato precocemente a liberarsi del nevato stagionale, e durante la visita del 20 settembre appare ormai completamente privo di neve residua. Il *firn* delle ultime quattro annate è stato fortemente intaccato ma ricopre ancora il settore più elevato del ghiacciaio, con una stretta striscia ai piedi della parete SE della Levanna Orientale. Il confronto fotografico con le riprese delle campagne precedenti presenta un quadro evolutivo caratterizzato da una decisa riduzione di massa, riconoscibile dall'abbassamento di livello del margine glaciale periferico superiore e stimabile nell'ordine di 3-4 m. Apparentemente stazionario il lungo margine latero-frontale che mantiene indicativamente la posizione assunta nei precedenti anni: tuttavia, visto il lungo periodo di esposizione del ghiacciaio alla radiazione solare, si ritiene che sia verosimilmente in sensibile contrazione areale e di spessore, anche se non chiaramente quantificabili dal confronto fotografico tra immagini riprese a distanza. La quota minima della fronte può essere considerata invariata a circa 3070 m.

Quota min. fronte: NM

Bacino: ORCO - PO

*Gruppo Levanne*

## 56 Ghiacciaio Orientale di Nel o della Levannetta

Operatori: Raffaella Miravalle, Alice Naudin e  
Vittorio Saccoletto (PNGP) - Controllo del 2022.09.12

Il ghiacciaio non presenta alla data del sopralluogo copertura di nevato residuo. I margini superiori del corpo glaciale risultano ricoperti da accumuli detritici provenienti dalle pareti circostanti. La copertura detritica appare particolarmente consistente in sinistra laterale, dove il ghiaccio è completamente occultato. Ben visibili le grotte glaciali nei pressi della fronte, la più ampia delle quali è evidente in destra frontale. Risultano sostanzialmente invariate le condizioni della grotta glaciale visibile nella parte

frontale della lingua di ghiaccio sepolto che si estende in sinistra laterale, a valle del margine frontale attivo, sino ad una quota di 2460 m (32T 357932.84 E, 5031413.74 N).

Quota min. fronte: NM

## 57-58 Ghiacciaio Centrale e Occidentale di Nel

Operatori: Raffaella Miravalle e Alice Naudin (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.12

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio presenta ridotte placche di nevato a ridosso delle pareti della Levanna Centrale e Occidentale. Le residue porzioni dell'apparato glaciale risultano parzialmente coperte di detrito di varie dimensioni, soprattutto quella di Nel Occidentale, in prossimità delle pareti dell'omonima Levanna e della Punta dell'Uja. Per quanto riguarda la porzione denominata di Nel Centrale, si segnala il definitivo distacco del nucleo in destra laterale, a causa dell'affioramento di una larga fascia rocciosa che lo ha isolato dal corpo principale. Tale nucleo presenta una cavità in zona centro-frontale. La misura della distanza della fronte dal segnale CC viene eseguita con telemetro Swarovski, poiché non più raggiungibile in sicurezza. In corrispondenza del segnale CC1 la fronte è ancora perlopiù evidente, anche se coinvolta da colate detritiche di piccole dimensioni. Al momento del rilievo la fusione era copiosamente in corso.

Quota min. fronte: 2840 m (A)

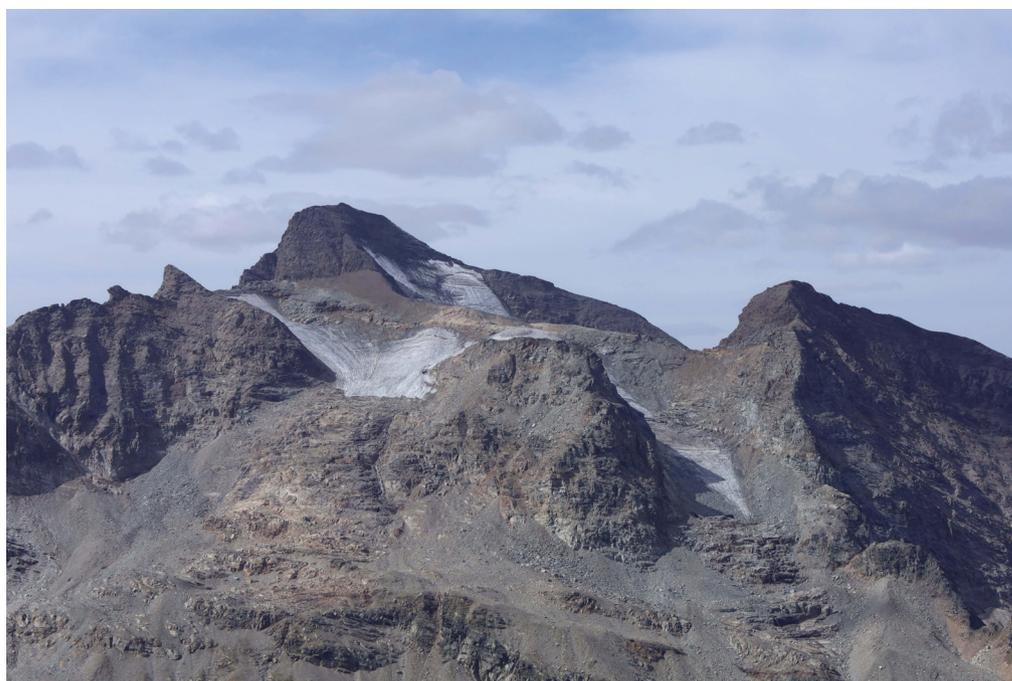
Segnale	Direzione della misura	Distanze (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CC (cf)	220°	260	198	-62
CC1 (sf)	240°	34	21	-13

## 60 Ghiacciaio Occidentale del Carro

Operatori: Raffaella Miravalle e Alice Naudin (PNGP) -  
Controllo del 2022.08.29

Il ghiacciaio non presenta più copertura di neve residua il giorno del sopralluogo. Il ramo sinistro è solcato da sei evidenti *bédière*, mentre il ramo destro ne presenta 7, di modeste dimensioni, tutte caratterizzate da un intenso ruscellamento di acque di fusione. Il ramo sinistro, inoltre, è ricoperto in destra laterale da accumuli detritici di frana di medie dimensioni provenienti dalla sovrastante cima quotata che separa le due lingue del ghiacciaio, con alcuni frammenti che risultano in equilibrio precario. Presso il ramo sinistro è stato istituito un nuovo segnale CFL 1 in sinistra frontale con coordinate 5033733.68 N, 353024.70 E, direzione di misura 186°, quota 2935 m, a 23 m dal ghiacciaio. Il precedente segnale CFL si presenta troppo di-

60 - Ghiacciaio Occidentale del Carro (foto da aereo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). Le due modeste placche sommitali all'inizio degli anni 1930 aggiravano a tenaglia lo sperone roccioso centrale unendosi a formare un'unica fronte. *Occidentale del Carro Glacier (air photo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). At the beginning of the 1930s, the two summit ice plates use to flow around the central rocky spur, joining below to form a single glacier front.*



stante dalla fronte glaciale, ormai frammentata e coperta di detrito nel sito di misura. Lungo il margine frontale del ramo destro si segnala il distacco di una modesta porzione di ghiaccio, indice evidente del disfacimento in corso.

Quota min. fronte: 2935 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CFL (sf)	230°	85.5	28.5	-57
FC (dl)	240°	76.5	52	-24.5
CFL 1 (sf)	186°	23	-	-

### 61 Ghiacciaio della Capra

Operatori: Valerio Bertoglio (CGI) e Lorenzo Costanzo (PNGP) - Controllo del 2022.09.13

Sono presenti residui di nevato contro la parete della Cima di Oin. Alla fronte si sono aperte due modeste grotte glaciali da cui fuoriescono le acque di fusione che si riuniscono nel ripiano sottostante. La fronte è coperta di massi dovuti a frane recenti. Si segnala la formazione di depositi sabbioso-ghiaiosi nel ripiano in zona centrale e in sinistra del torrente. Il lago presente in destra idrografica della morena laterale destra conserva le dimensioni abituali.

Quota min. fronte: 2500 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CA2 (cf)	180°	79	27	-52

### 62 Ghiacciaio della Losa

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) - Controllo del 2022.09.18

Il piccolo apparato glaciale si mostra estremamente ridotto, in totale assenza di nevato residuo e solcato nella porzione centrale da un'evidente *bédière*. In corrispondenza del margine inferiore del ghiacciaio, lungo la fascia detritica prospiciente al salto roccioso sul Pian della Ballotta, si notano piccole e frammentate placche di ghiaccio separate dal corpo principale. Si segnala la totale scomparsa del nevaio perenne situato dove si trovava il Ghiacciaio Orientale della Vacca (Catasto CGI n. 63, estinto), lungo la cresta di confine a nord dell'omonimo passo.

Quota min. fronte: NM

*Gruppo Gran Paradiso*

### 64 Ghiacciaio Basei

Operatori: Raffaella Miravalle (PNGP) e Daniele Cat Berro (SMI) - Controllo del 2022.09.18

L'inverno meno innevato in almeno un sessantennio di misure (276 cm di neve fresca totale al Lago Serrù, 2275 m s.l.m., metà della norma), seguito da un'estate estremamente lunga e calda, ha determinato una situazione glaciologica gravemente sfavorevole. Alla data del sopralluogo, il ghiacciaio era del tutto privo di neve residua, salvo modesti lembi di nevato (probabilmente pluriennale) sopravvissuti nel

tratto sub-pianeggiante all'estremità superiore dell'apparato a circa 3250 m di quota, appena sotto la Punta Basei: questo settore, osservato dalla vetta, appariva peraltro sconvolto da numerosi e ampi crepacci. Oltre all'ulteriore assottigliamento di tutto il ghiacciaio e in particolare del pendio inferiore, la variazione morfologica più rilevante è stata la formazione di un laghetto proglaciale profondo non più di 0.5-1 m nella lieve depressione liberata quest'anno, nei pressi del punto di misura del segnale FL1, da un regresso della fronte straordinariamente intenso. La misura a questo segnale, che – mantenendo la direzione di 225° – ricadeva proprio all'estremità settentrionale del laghetto, tuttavia non è stata penalizzata dalla formazione dello specchio d'acqua, e la scomparsa dell'accumulo di neve spesso ancora presente sul margine frontale a fine estate (2020, 2021) ha permesso quest'anno di misurare un ritiro di 10.5 m rispetto all'ultimo rilievo del 2019, regresso ragionevolmente concentrato nell'estate 2022. La contrazione annuale di 17 m al segnale FL19 è tra le peggiori mai rilevate su questo ghiacciaio, seconda solo ai 22 m registrati nel 2010 al segnale FL2006 (ma all'epoca un valore così importante fu il risultato non tanto di un'estate molto sfavorevole, quanto dell'improvviso affioramento locale di rocce montonate a seguito di una pur modesta perdita di spessore glaciale). I due segnali FL1 e FL19, ormai a eccessiva distanza dalla fronte, sono stati rinnovati lungo la medesima direzione e rinominati rispettivamente FL2 e FL22. Dopo circa cento giorni di fusione pressoché ininterrotta, l'improvviso arrivo del freddo con marcato rigelo dal giorno precedente (17 settembre) ha nettamente ridotto il ruscellamento superficiale sul ghiacciaio, tuttavia un'imponente *béd-ière* solcava il ripido pendio frontale a testimonianza dell'estrema ablazione su ghiaccio avvenuta durante tutta l'estate.

Quota min. fronte: 3050 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FL1	225°	46	35.5 (2019)	-10.5
FL2	225°	13.5	-	-
FL19	220°	20	3	-17
FL22	220°	6	-	-

#### 68 *Ghiacciaio della Porta Nord*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -  
Controllo del 2022.10.14

Nella conca un tempo occupata da questo ghiacciaio (già indicato come estinto nel catasto CGI del 1959-61), alle pendici della Cuccagna, si è conservata per anni una piccola massa di glacionevato. Questa, anche se poco visibile, interrompeva la strada reale che scende dal Colle della Porta in direzione del Lago della Piatta nell'alto Vallone del Roc. Tale massa si presentava coperta da neve residua per buona parte

dell'estate, e nella stagione autunnale sotto forma di glacionevato transitabile con ramponi o aggirabile lungo il suo margine inferiore: se ne segnala quest'anno la totale scomparsa. La conca è ora occupata da instabile detrito di medie e piccole dimensioni, che il giorno del rilievo risultava ricoperto da un sottile strato di neve fresca caduta nei giorni precedenti.

Quota min. fronte: NM

#### 69 *Ghiacciaio del Broglio*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.19

Il sopralluogo ha evidenziato le pessime condizioni di questo piccolo corpo glaciale alle pendici del Ciarforon. Si sottolinea la totale assenza di copertura di neve residua. La porzione in sinistra laterale, in direzione del Colle della Torre, è completamente scomparsa, lasciando posto ad accumuli di limo alternato a massi di medie e grandi dimensioni. Alcune placche frammentate di ghiaccio sono ancora presenti sotto il Colle, ormai separate dal bacino glaciale principale. Si segnalano accumuli detritici sulla superficie del ghiacciaio, soprattutto nel settore centrale monitorato dal segnale EM 1, risultato di frane provenienti dalle pareti sovrastanti. Il lago proglaciale situato presso la fronte si è ulteriormente ampliato e le acque risultano torbide.

Quota min. fronte: 3035 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
EM 1 (cf)	1°	36	32.5	-3.5

#### 70 *Ghiacciaio di Ciamousseretto*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.20

Nella conca glaciale non c'è traccia di neve residua. Le placche di ghiaccio ancora visibili gli anni scorsi a ridosso delle pareti di Ciarforon e Tresenta, prevalentemente coperte da nevato, presentano una copertura omogenea di detrito di dimensioni varie, derivante da frane provenienti dalle pareti circostanti. Nel corso del sopralluogo nella conca glaciale e alla stazione fotografica nei pressi del lago proglaciale (sostanzialmente invariato rispetto all'anno precedente), unico punto dov'è visibile il margine frontale della porzione sinistra del ghiacciaio, è stata ancora riscontrata la presenza di ghiaccio coperto da detrito sia in destra che in sinistra, con placche di ghiaccio frammentate e scollegate dal corpo glaciale principale. Sono sempre visibili le due grotte in destra laterale segnalate negli anni precedenti: quella più a monte, sita a 3040 m s.l.m. (coordinate WGS84: 32T 363865 E, 5039241 N), è ridotta ormai ad un breve tunnel glaciale

69 - Ghiacciaio del Broglio (foto R. Miravalle, 2022.09.19). Il ghiacciaio, in palese sofferenza, è totalmente mascherato da accumuli di frana provenienti dalle pareti del Ciarforon. È presente un modesto lago proglaciale (per confronto vedi Baroni *et al.*, 2012). *Broglio Glacier (photo R. Miravalle, 2022.09.19). The glacier, clearly suffering, is totally masked by debris accumulations of rockfalls detached from the Ciarforon rockwall. There is a small proglacial lake (for comparison see Baroni et al., 2012).*



aperto su due fronti, mentre quella più imponente e più a valle, localizzata a 3028 m s.l.m. (coordinate WGS84: 32T 363850 E, 5039274 N), è rimasta sostanzialmente invariata.

Quota min. fronte: 2990 m (GPS)

### 72.1 Ghiacciaio Occidentale di Noaschetta

Operatori: Roberto Permunian e Alice Naudin (PNGP) - Controllo del 2022.09.02

Il ghiacciaio è stato sottoposto a evidente e marcata ablazione, che nel corso dell'anno ha apportato e rimescolato detriti di dimensione variabile da fango a blocchi di medie dimensioni; non individuabile l'eventuale ruscellamento glaciale superficiale a causa della copertura detritica pressoché continua. Il corpo centrale, che termina in un lago proglaciale, segue la morfologia della conca. È iniziata la separazione della lingua che si sviluppa in direzione est dal corpo centrale, essendo ormai a vista il substrato roccioso sottostante. Per riuscire ancora ad intercettare la fronte del ghiacciaio, si è reso necessario modificare la direzione di misura dal punto segnale NP da 278° a 291°.

Quota min. fronte: 3160 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NP	291°*	46	41	-5

\* L'originale direzione di misura (278°) è stata modificata per seguire l'evoluzione della fronte glaciale.

### 78 Ghiacciaio di Rocciaviva

Operatori: Raffaella Miravalle e Alice Naudin (PNGP) - Controllo del 2022.09.13

Il giorno del rilievo il ghiacciaio, per quanto visibile dal punto di misura, si presenta privo di neve residua. La fusione è intensa e in pieno corso. I lembi di ghiaccio, semi-coperti di detrito, che costituivano la fronte rilevata in precedenza, giacciono completamente staccati dal corpo principale, alla base della barra rocciosa che sostiene la nuova fronte attiva oggetto di misura, dov'è stato posto il nuovo segnale RM2 a quota 3167 m, coordinate 32T 369947 E, 5041635 N. La lingua di ghiaccio coperto da detrito in destra laterale, che scende nella conca dove si trovano le stazioni fotografiche, risulta separata dal corpo principale del ghiacciaio da una fascia rocciosa. Detriti provenienti dalle pareti del Monte Nero e della Roccia Viva ricoprono il ghiacciaio lungo i margini sinistro e destro.

Quota min. fronte: 3165 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RM1 (cf)	30°	178*	76 (2019)	-102
RM2 (cf)	164°	5.5	-	-

\* Il valore riportato nella campagna 2021 non è corretto e il dato di variazione frontale indicato nel 2021 rispetto al 2019 è da considerarsi non valido.

79 *Ghiacciaio di Teleccio (o del Piantonetto)*

Operatore: Raffaella Miravalle (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.13

Non è stato possibile eseguire un sopralluogo diretto al ghiacciaio, ma le immagini scattate dai siti in quota ove esso è visibile sottolineano lo stato di sofferenza in cui versa questo ormai modesto corpo glaciale racchiuso nella conca tra la Torre del Gran San Pietro, il Colle di Teleccio e la Punta di Ondezana. Proprio lungo le pendici nord-occidentali di quest'ultima appare ancora una scoscesa placca di ghiaccio, occultata da detrito, ormai staccata dalla massa di ghiaccio sottostante da una ripida balconata rocciosa. Non si segnala presenza di nevato residuo. L'apparato glaciale nella conca del colle risulta notevolmente ridotto e parzialmente ricoperto da detrito.

Quota min. fronte: NM

81 *Ghiacciaio di Ciardoney*

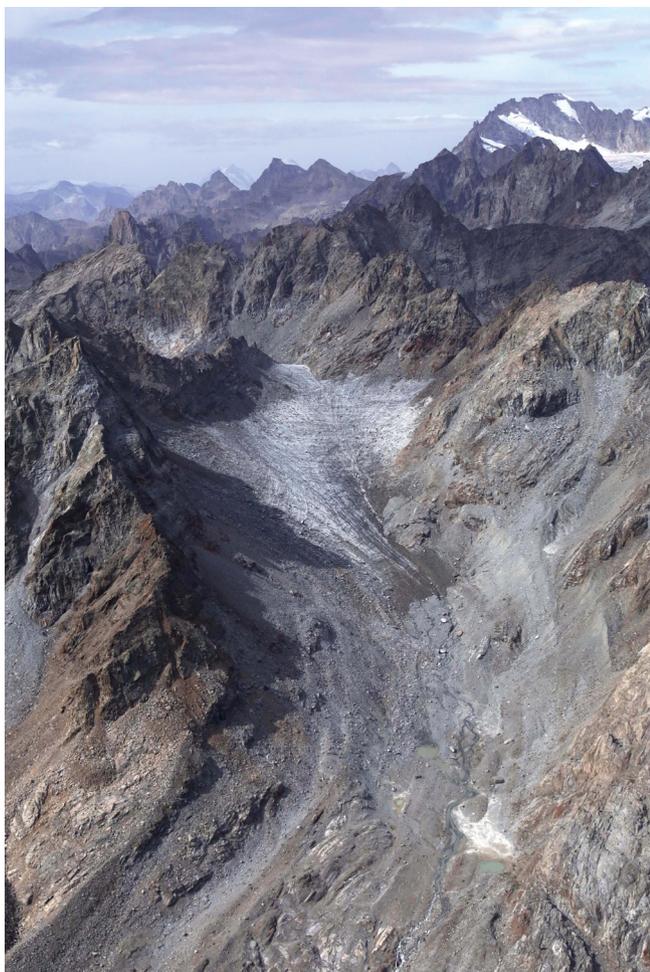
Operatori: Luca Mercalli e Daniele Cat Berro (SMI) -  
Controllo del 2022.09.20

La peggiore combinazione tra scarsità di neve invernale e calura estiva mai registrata nelle lunghe serie meteorologiche dell'area alpina ha determinato una stagione di perdite record per il ghiacciaio, in termini sia di bilancio di massa, sia di variazione frontale. Gli esigui spessori di neve riscontrati al sopralluogo del 1° giugno 2022 (tra 25 e 165 cm), corrispondenti a una lama d'acqua equivalente di 390 mm (solo un quarto del consueto e minimo della serie di misura iniziata nel 1992), sono fusi con inedita precocità entro inizio luglio. Al controllo intermedio del 14 luglio – in occasione del quale si è provveduto alla posa di nuove paline ablatometriche in affiancamento a quelle esistenti ai siti 2, 3, 4 e 6, in procinto di fuoriuscire del tutto dal ghiaccio – il corpo glaciale era ormai completamente spoglio di nevato, con perdite di spessore di ghiaccio, avvenute in meno di un mese, già comprese tra 102 e 218 cm: una situazione sbalorditiva e mai osservata prima, tenendo presente che in passato – anche nelle annate più sfavorevoli (1998, 2003, 2012, 2015...) – il completo esaurimento della neve invernale sul ghiacciaio si verificava solo a partire da inizio agosto. Il caldo straordinario e ininterrotto (alla stazione meteorologica a 2850 m s.l.m. la temperatura è rimasta sopra 0 °C dal 9 giugno al 16 settembre, ben 99 giorni, il più lungo periodo senza gelo nella serie di misure cominciata nel 2010 ma ragionevolmente da tempi anche ben più lontani) e la totale assenza di nevicate estive in grado di rallentare temporaneamente la fusione (ultimo episodio: 6 maggio 2022) hanno poi proseguito la loro opera per altri due mesi, tanto che il 20 settembre 2022 risultavano perdite di spessore glaciale, rispetto al 13 settembre 2021, comprese tra circa 400 cm

al Colle Ciardoney e 551 cm alla palina n. 3 nel settore mediano. Il bilancio di massa specifico riferito all'intera superficie glaciale (0.5 km<sup>2</sup>) è stato valutato in -4.00 m di acqua equivalente, valore che batte quanto rilevato nelle peggiori stagioni precedenti, ovvero 1997-98 (-3.36 m) e 2002-03 (-3.00 m). Si tratta inoltre del triplo di quanto in media si è rilevato, annualmente, nel già sfavorevole periodo di deglaciazione 1992-2021. La disponibilità di due sessioni di misura nella medesima estate, su un ghiacciaio completamente privo di neve residua, ha permesso il calcolo del tasso giornaliero di fusione del ghiaccio nei 68 giorni compresi tra il 14 luglio e il 20 settembre 2022, variabile tra 4.2 cm/giorno alla palina n. 2 e 5.2 cm/giorno alla palina n. 3. L'intensissima fusione e perdita di spessore si sono tradotte in una serie di rilevanti trasformazioni morfologiche. Procedendo dalla sommità del ghiacciaio verso la fronte: i) marcato assottigliamento della coltre glaciale al Colle Ciardoney, con accelerato affioramento del substrato roccioso ai margini, e quasi totale scomparsa della trasfluenza sul lato Valsoera (Valle Orco); ii) alterazioni del profilo del ghiacciaio, con superficie divenuta più acclive sotto al Colle Ciardoney e addolcimento del cambio di pendenza nel settore mediano (tra le paline 3 e 6); iii) ingente contrazione del margine laterale sinistro, in esposizione particolarmente soleggiata, e conseguente affioramento di nuovi ed estesi banchi di rocce montonate; iv) variazioni nel reticolo idrografico epiglaciale: la presenza di "mulini" glaciali è divenuta marginale, e la grande *bédière* che drena le acque di fusione dei due terzi superiori del ghiacciaio scendendo verso valle ne intercetta ora il margine sinistro (a causa del suo stesso arretramento), convogliando le acque verso l'esterno ben più a monte della fronte. Di conseguenza il settore frontale, percorso da quantità di acqua minori rispetto al passato, appare più omogeneo e assai meno inciso. All'ingente perdita di spessore glaciale si è accompagnato un massiccio ritiro della fronte, pari a 30 m rispetto al settembre 2021, che ha portato a circa 527 m il regresso complessivo dalla posa del primo caposaldo di misura nel 1971. Si tratta del valore annuale più negativo della serie cinquantennale. Dato il galoppante regresso, che porta la fronte ad essere sempre più lontana, il segnale di riferimento per le misure A4F è stato rinnovato a 6 m dal margine del ghiacciaio e rinominato A4G (la direzione di misura è stata modificata da 245° a 230° per adattarsi all'attuale orientamento dell'asse del pendio inferiore del ghiacciaio).

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A4F	245°	81	51	-30
A4G	230°	6	-	-



81 - Ghiacciaio di Ciardoney (foto da aereo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). Vista panoramica del ghiacciaio, totalmente privo di neve residua. *Ciardoney Glacier (air photo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). Panoramic view of the glacier, totally free of residual snow.*

Bacino: DORA BALTEA - PO

*Gruppo Torre Gran San Pietro - Gran Paradiso*

### 95 *Ghiacciaio del Tessonet Meridionale*

Operatori: Daria Ferraris (CGI) e Stefano Ferraris (UniTO) - Controllo del 2022.09.03

Nonostante una modesta nevicata, avvenuta nella notte immediatamente precedente al rilievo e che ha completamente imbiancato la Tersiva, il ghiacciaio dopo qualche ora risultava scoperto e privo di neve residua. La copertura detritica lungo la parete NW della Punta Tersiva risulta sempre estesa ed alimenta la morena galleggiante che originariamente occupava il settore centrale del ghiacciaio, e che oggi risulta coprire l'attuale fianco destro. La piccola placca di ghiaccio, isolata

dal corpo principale e visibile alla sua destra nel 2021, è completamente scomparsa. La fronte nel punto di misura è libera da detrito e ben riconoscibile. Un modesto ruscigliamento superficiale interessa il settore frontale del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 3005 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CV	150°	47	28	-19

### 101 *Ghiacciaio dell'Arolla*

Operatori: Piero Borre, Chiara Caminada e Alberto Peracino (PNGP) - Controllo del 2022.09.05

Il regresso della fronte, cospicuo se confrontato con gli arretramenti degli anni passati, si associa a un vistoso assottigliamento delle porzioni laterali del corpo glaciale, quasi completamente coperte da cospicui apporti di materiale di frana proveniente dalle pareti della Piccola e della Grande Arolla: solo delle sottili fasce di ghiaccio sono visibili a ridosso delle stesse, ben riconoscibili in virtù della totale assenza di neve residua. In prossimità della fronte, ancora ben individuabile, la massa glaciale ha mantenuto una forma a calotta, relativamente sgombra da detrito e solo sporadicamente punteggiata da massi di medie-grandi dimensioni. La superficie è incisa da sottili *bédière*, anche se non è stato osservato ruscigliamento superficiale in occasione del sopralluogo. Da segnalare la presenza di alcune pozze d'acqua alloggiata nelle depressioni fra le rocce montonate a valle della fronte glaciale, con incrostazioni rosso-ferrigne probabilmente dovute a colonie di alghe rosse unicellulari. Durante il sopralluogo si è cercato di stimare la possibile ubicazione dell'antico lago epiglaciale descritto nel 1932 da L. Peretti (Boll. CGI n.13, 1933). Sulla base della morfologia della zona visibile dalle foto satellitari, è stata individuata una conca a quota 2740 m (coordinate WGS84: 5045763 N, 375950 E) in destra orografica rispetto al canale del Rio d'Arolla (al cui interno negli anni '30 ancora si spingeva la lingua glaciale), che potrebbe corrispondere alla descrizione di L. Peretti. In loco è stato rinvenuto un piccolo laghetto. Non è stata invece trovata traccia dello storico segnale del 1895 (N°11. D.P. - 1895) inciso nella roccia e descritto da Porro e Druetti (1895-1896) sul limite di quello da loro indicato come "ramo mediano" del ghiacciaio, il più avanzato delle tre protuberanze individuate nel margine frontale. Nessuna traccia dei pilastri segnale collocati da L. Peretti nel 1932, quando eseguì il rilevamento topografico della zona.



101 - Ghiacciaio dell'Arolla (foto da aereo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). Settore meridionale del ghiacciaio in fortissima sofferenza (già scomparso all'inizio degli anni 2000 il più ampio settore settentrionale, non compreso nella foto). *Arolla Glacier* (air photo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). *Southern part of the glacier, in marked retreat (the larger northern part, not included in the photo, had already disappeared at the beginning of the 2000s).*

Quota min. fronte: 2895 m (A)\*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Mx1 (sf)	120°**	33	16	-17

\* Il dato corregge la misura pubblicata nel 2020.

\*\* Il precedente angolo di misura (100°) è stato corretto a 120°. Tale scarto è dovuto a un'errata misurazione dello stesso all'atto di istituzione del segnale. Il nuovo angolo di misura è stato perciò rideterminato con una strumentazione più affidabile sfruttando il segno tracciato negli anni passati sulla roccia montonata e altri punti di riferimento lungo la direzione di misura.

## 102 Ghiacciaio Settentrionale delle Sengie

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.05

Meno del 5% della superficie glaciale è ricoperta da nevato residuo. Alle quote superiori il detrito, di origine franosa, si concentra nelle zone marginali soggette a scariche provenienti dalle pareti del Monveso di Forzo e del Roccia Azzurra. Lo scarso innevamento invernale e le elevate temperature estive hanno favorito la completa fusione dello spesso strato di nevato residuo che negli anni precedenti aveva impedito il riconoscimento della fronte glaciale dell'originario ramo destro, oggi completamente a sé stante rispetto al corpo centrale al quale era collegato almeno fino al 2019. La fronte, incassata nel canale del torrente proglaciale, è coperta da una coltre di detrito grossolano fino a quota 2800 m, che non ne impedisce comunque l'individuazione. Il margine frontale si presenta

molto assottigliato per la presenza di una galleria glaciale, parzialmente crollata a monte dello stesso. La grotta è alta circa 2.5 m e larga 4 m e penetra nel corpo glaciale per una profondità di almeno 30 m, curvando poi verso la sinistra orografica, in direzione del laghetto glaciale in roccia già presente negli anni precedenti e notevolmente espanso. In sinistra laterale, il corpo glaciale sulla parete NO di Punta delle Sengie non presenta, al controllo fotografico, variazioni di rilievo.

Quota min. fronte: 2715 m (ramo destro, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VS1 (dl)	120°	92	69 (2015)	-23

## 103 Ghiacciaio di Valeille

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.06

La fronte si presenta coperta da detrito, ma ben riconoscibile nel punto di misura. A valle di quest'ultimo si segnala un considerevole ampliamento dell'area di ristagno d'acqua, limo e detrito fine. Tutta la parte inferiore del corpo glaciale, così come i margini dello stesso a ridosso delle pareti del bacino, presenta un ingente accumulo di materiale d'origine franosa che alimenta due piccole morene viaggianti in destra orografica che si prolungano fino al limite della fronte. Dove il ghiaccio è scoperto, sono individuabili i solchi delle *bédrière*. Da segnalare l'affioramento alla base della parete della Torre di Sant'Orso di ghiaccio

in precedenza celato da accumuli detritici. Percentuale di superficie glaciale ricoperta da nevato residuo: < 15%.

Quota min. fronte: 2685 m (A)\*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
LP2 (cf)	170°	78	43	-35

\* Il dato corregge la misura pubblicata in precedenza.

## 106 Ghiacciaio della Valletta

Operatori: Chiara Caminada, Alberto Peracino e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2022.10.06

Il corpo glaciale non era più visitato dal 1974. Rinvenuta la vecchia stazione fotografica F1 MG/71 146° N presso il laghetto morenico ove un tempo si immergeva la fronte glaciale (Peretti, 1933). Tale segnale, di cui si intravedono solo sbiadite tracce di vernice rossa, risulta ben descritto ed individuabile dalle vecchie relazioni di G. Mortara (“stazione situata su un enorme masso piatto di gneiss occhiadino, sulla morena laterale destra, a 6 m dalla riva occidentale del laghetto”) e presenta coordinate WGS84: 5046270 N; 371661 E; quota 2870 m (GPS). Si è provveduto a ripassare la sigla con vernice rossa e a scattare la fotografia con la stessa inquadratura del 1974 per offrire un adeguato confronto. La stazione fotografica F2 MG/72 non è stata rinvenuta, e si è istituita una nuova stazione F3 2022 190° N ubicata sulla morena laterale destra che conduce al Col di Valmiana alla quota di 3010 m (GPS) e che offre una vista molto simile per confronto fotografico (coordinate WGS84: 5046316 N; 372100 E). È stato rinvenuto il vecchio segnale di misura MG/71, distinguibile per una sbiadita linea di vernice rossa su rocce montonate poste sulla “sommità dello spallone di gneiss muscovitico che si innalza dal laghetto”, come descritto da G. Mortara nel 1971. Tale segnale, posto alla quota di 2945 m (GPS), presenta coordinate WGS84: 5046093 N; 371811 E. Si è dunque proceduto alla misurazione con telemetro dal segnale storico: -136 m dal 1974. È interessante notare come l’arretramento frontale in 48 anni sia molto contenuto: la fronte si è infatti ritirata in una depressione, che ha probabilmente contribuito (unitamente all’esposizione nord-sud del ghiacciaio) a limitarne l’arretramento. Ciò che risulta ben evidente, tuttavia, è la scomparsa dell’imponente “muro” di ghiaccio che costituiva la fronte nel 1974 e l’impressionante perdita di spessore e potenza della massa glaciale, che un tempo riempiva il versante posto tra la Punta Valletta e la Punta Tsissetta con diverse decine di metri di spessore di ghiaccio. Il ghiacciaio attualmente si presenta visibilmente appiattito, ricoperto alla data del rilievo da circa 15 cm di neve recente: immagini scattate nelle settimane precedenti mostrano tuttavia chiaramente come la superficie glaciale fosse del tutto

priva di nevato residuo prima della nevicata. In destra laterale appare evidente l’ingente copertura detritica alimentata da frane provenienti dalla Punta Valletta. In sinistra laterale la fronte è coperta da detrito grossolano in parte derivante da crolli, in parte affiorato in seguito alla fusione glaciale. In tale zona si segnala la presenza di un piccolo laghetto ghiacciato. Il margine frontale è assottigliato e in più punti cavo, per presenza di acqua sottostante, ghiacciata alla data del rilievo, che lascia supporre la possibilità di formazione in futuro di ulteriori laghetti. È stato istituito un nuovo segnale AP 2022 164° N (coordinate WGS84: 5045975 N; 371938 E, quota GPS: 2990 m) a 2.5 metri dalla fronte per semplificare le operazioni di misura. Tale segnale segue, nella direzione di misura scelta, il flusso principale del ghiacciaio, che in tale zona presenta una discreta pendenza. Si è proceduto a mappare la fronte con GPS, dove ben distinguibile. Si è mappato inoltre il perimetro del noto laghetto morenico ove un tempo si immergeva la fronte glaciale. Il perimetro del laghetto risulta essere di 234 m, la superficie di 3970 m<sup>2</sup>. Si segnala la presenza di una zona crepacciata sotto la Punta Tsissetta, ben visibile da riprese panoramiche che consentono altresì di riconoscere sotto la Punta Valletta una strozzatura nel corpo glaciale per emersione del substrato roccioso.

Quota min. fronte: 2990 m (GPS)

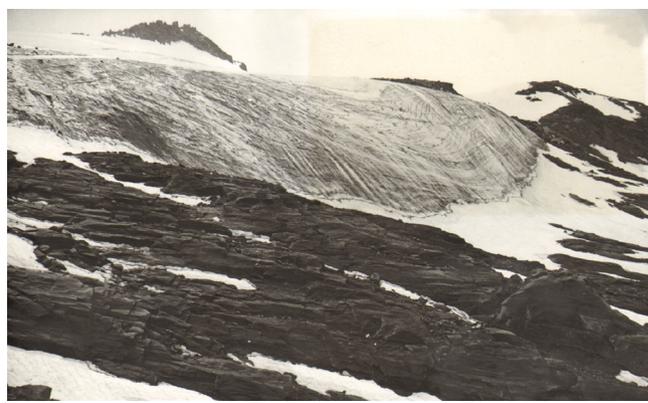
Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MG/71 (cf)	120°*	178	42 (1974)	-136
AP 2022 (cf)	164°	2.5	-	-

\* L’angolo di misura precedente (20° N) è stato corretto in seguito a verifica sul campo.

## 109 Ghiacciaio del Coupè di Money

Operatori: Piero Borre, Chiara Caminada e Marco Dellanoce (PNGP) - Controllo del 2022.09.09

La fronte del ramo destro in corrispondenza del segnale AM7 è ancora ben individuabile e si posiziona a quota 2840 m (misura effettuata con GPS, il dato corregge il valore pubblicato in precedenza). La superficie glaciale è sgombra di detrito e segnata da solchi di ruscellamento (non attivo al momento della misura). La fascia detritica a valle della cresta Paganini presenta un aumento considerevole sia in spessore che in ampiezza, con conseguente frammentazione della continuità del corpo glaciale in destra orografica, in direzione del colle di Money. La fronte del ramo sinistro misurata dal segnale AM6 si incunea nel canale del torrente glaciale. È presente una sottile coltre detritica solo in prossimità del margine frontale; a monte, la superficie glaciale è praticamente sgombra di detrito ed è incisa da marcate *bédière*, asciutte al momento della misura. Per agevolare le



106 - Ghiacciaio della Valletta (a sinistra: nuova staz. fotografica F3, foto A. Rossotto 2022.10.06; a destra: foto G. Mortara, 1974). Il confronto evidenzia la sensibile perdita di turgore del ghiacciaio che presenta ora una fronte molto appiattita. *Valletta Glacier (left: photo A. Rossotto from the new photographic station F3, 2022.10.26; right: photo G. Mortara, 1974). The comparison highlights the significant loss of volume of the glacier which now has a very flat front.*

future misurazioni si è ritenuto opportuno istituire un nuovo segnale (AM8, coordinate WGS84: 370218 E, 5043752 N) con un nuovo angolo di misura (110°) a quota 2784 m. Quota ELA superiore ai 3300 m. Percentuale di superficie glaciale ricoperta da nevato residuo: 20%.

Quota min. fronte: 2790 m (ramo sinistro, GPS)\*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AM 6 (sf)	106°	111	78	-33
AM 7 (df)	120°	95	67	-28
AM 8 (sf)	110°	4.5	-	-

\* Il dato corregge il valore pubblicato in precedenza.

### 110 *Ghiacciaio di Money*

Operatori: Piero Borre, Chiara Caminada e Marco Dellanoce (PNGP) - Controllo del 2022.09.09

La parte superiore del ghiacciaio, molto crepacciata, è sgombra da materiale detritico. Lungo tutto il margine frontale si è invece riscontrata la presenza di un'ingente quantità di detrito di varia pezzatura, con massi anche di cospicue dimensioni, accumulatasi recentemente in seguito a eventi franosi dalla sovrastante parete della Roccia Viva. Parte del materiale si è incuneato anche nel canale dove si trova l'attuale segnale di misura, arrivando quasi in prossimità dello stesso. Nel punto di misura la fronte si presenta assottigliata, con un'ampia cavità profonda almeno 3 m. Davanti alla fronte è presente un grosso blocco di ghiaccio staccatosi dalla stessa. Sono state osservate marcate *bédière* a ridosso del margine frontale ma il ruscellamento superficiale al momento della misura era assente. Quota ELA stimata a oltre 3300 m. Percentuale di superficie glaciale ricoperta da nevato residuo: 20%.

Quota min. fronte: 2660 m (A)\*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PB2 (df)	110°	43.5	31	-12.5

\* Il dato corregge il valore pubblicato nel 2020.

### 111 *Ghiacciaio di Grand Croux*

Operatori: Piero Borre, Chiara Caminada e Marco Dellanoce (PNGP) - Controllo del 2022.09.09

La parte centrale del ghiacciaio, che risale con dolci ondulazioni fino ad addossarsi alle pareti della Becca di Gay, risulta ingombra di materiale detritico sparso. In destra orografica il ghiacciaio si innalza con una pendenza più importante, facendosi più crepacciato. La parte inferiore, invece, e i margini laterali sono coperti da ingenti depositi di frana provenienti dalle incombenti pareti della Roccia Viva. La superficie glaciale presenta i solchi delle *bédière*, con ruscellamento in atto al momento del sopralluogo. Da segnalare per il settore misurato negli anni precedenti (ossia quello denominato dal "Nuovo Catasto dei Ghiacciai Italiani" (Smiraglia & Diolaiuti, 2015) Grand Croux Ovest 111.2), l'accumulo in sinistra orografica di detrito franato dalle pareti del Grand Croux, nonché di blocchi di ghiaccio staccatisi dalla seraccata del ramo destro del Ghiacciaio della Tribolazione, che incombe sul bacino glaciale in oggetto. Si è notevolmente espanso il piccolo lago proglaciale sito in prossimità del segnale CC 2021, già segnalato nel 2021 a valle della fronte del settore centrale. Quest'ultima, che nell'anno precedente presentava una cavità relativamente piccola e facilmente aggirabile, è stata oggetto di un regresso consistente con ampliamento della cavità suddetta, divenuta una vera e propria caverna glaciale di

circa 3.5 m di altezza nel punto più alto della volta e una larghezza di circa una quindicina di metri. Quota ELA stimata a circa 3250 m s.l.m. Percentuale di superficie glaciale ricoperta da nevato residuo: 20%.

*Integrazioni a cura di Fabrizio Troilo, Luca Mondardini, Paolo Perret e Simone Gottardelli (FMS).* È proseguita anche nel 2022 l'attività di monitoraggio del lago glaciale, sito a monte del Bivacco Borghi, che aveva dato luogo alla rotta improvvisa del 2016. Per seguirne l'evoluzione sono state utilizzate immagini satellitari ESA Sentinel-2 ed acquisizioni ad elevata risoluzione Planet Skysat (risoluzione: 0.50 m). Durante l'estate 2022 il bacino è rimasto vuoto. Lo stato di svuotamento osservato dai dati telerilevati è stato confermato dal rilievo di terreno effettuato nel mese di agosto, durante il quale è stato svolto anche il consueto rilievo aerofotogrammetrico dell'area.

Quota min. fronte: 2570 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CC 2021 (cf)	173°	66.5	41	-25.5

### 112 Ghiacciaio della Tribolazione

Operatori: Piero Borre, Chiara Caminada e Marco Dellanoce (PNGP) - Controllo del 2022.09.10

L'arretramento considerevole del ramo sinistro, il solo oggetto di misura, ha reso necessario posizionare un richiamo a una distanza di 62 m dal segnale. La fronte, pur essendo ricoperta di detrito, è ancora facilmente identificabile. La morena viaggiante si è ispessita ulteriormente a causa dei crolli provenienti dalla bastionata rocciosa a monte, che sta emergendo dal corpo glaciale. Più a destra, lungo il margine frontale del ramo misurato, si è formato un piccolo laghetto glaciale, alloggiato a ridosso della porzione terminale della morena viaggiante. Prosegue l'arretramento del ramo destro e di quello centrale lungo le balze rocciose, con eventi di crollo soprattutto dalla seraccata del ramo destro sul sottostante Ghiacciaio di Grand Croux Ovest. Quota ELA superiore a 3350 m. Percentuale di superficie glaciale ricoperta da nevato residuo: 25%.

Quota min. fronte: 2830 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BV6 (sl)	210°	67	41	-26

### 113 Ghiacciaio di Dzasset

Operatori: Piero Borre, Chiara Caminada e Marco Dellanoce (PNGP) - Controllo del 2022.09.10

Il ghiacciaio si presenta coperto da neve residua per circa il 15% della sua superficie: la quota della ELA può essere stimata a 3400 m s.l.m. La fronte, a forma di cuneo, è ben visibile: la forte pendenza scongiura l'accumulo di detrito sul margine frontale. Nessuna variazione importante nella morfologia del ghiacciaio. *Bédière* pronunciate sulla superficie glaciale in prossimità della fronte: al momento della misura non è stato tuttavia osservato ruscellamento superficiale.

Quota min. fronte: 3020 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MM2 (cf)	270°	75	60	-15

### 115 Ghiacciaio di Gran Val

Operatori: Piero Borre, Chiara Caminada e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2022.09.20

Il ghiacciaio si presenta quasi totalmente privo di neve residua, ad eccezione di un'esigua fascia di nevato (< 5%) situata oltre i 3350 m di quota sotto le pareti del Gran Sertz, a monte dell'unico settore ancora crepacciato del ghiacciaio. Il corpo glaciale è quasi del tutto privo di detrito superficiale (eccetto una piccola porzione con detrito di piccola pezzatura in prossimità della fronte misurata dal nuovo segnale DM1 2022), ed il suo margine frontale appare evidente e ben riconoscibile. In destra laterale è presente una caratteristica *bédière* longitudinale, non attiva al momento del rilievo. Durante il sopralluogo è stato rinvenuto lo storico segnale DM (coordinate WGS84: 5046577 N, 366795 E; 3120 m s.l.m.), ancora utilizzabile, ed è stata pertanto effettuata la misura anche da questo caposaldo. Per agevolare le misurazioni future è stato istituito un punto di richiamo (+171 m) a 46 metri dalla fronte, su di un grosso masso (coordinate WGS84: 5046494 N, 366662 E). La fronte misurata da DM è a quota 3215 m (A): vista la distanza dal segnale e la presenza di salti in roccia, la misura è stata eseguita in parte con telemetro e in parte con cordella metrica. È stato istituito un nuovo segnale di misura in destra frontale, denominato DM1 2022 (coordinate WGS84: 5046314 N, 366796 E; quota 3200 m) con direzione di misura 224°. Tale segnale, posizionato su roccia montonata, è situato ad 1 metro dalla fronte, in prossimità di un piccolo torrente glaciale. La fronte misurata da DM1 2022, posta a 3200 m di quota (A), costituisce la quota più bassa del ghiacciaio. In occasione del rilievo si è provveduto a mappare con GPS tutto il margine frontale del ghiacciaio. È stato inoltre istituito un punto fotografico PF 2022 (coord. WGS84: 5046752 N, 366749 E; quota 3190 m; dire-

zione di ripresa 210°), situato poco più in basso del colletto che collega il vallone del Gran Val con quello del Lauson. Il segnale SF posizionato nel 2021 non è stato rinvenuto.

Quota minima fronte: 3200 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
DM (sf)	240°	217	154 (2014)	-63
DM1 2022 (df)	224°	1	-	-

### 116 Ghiacciaio del Lauson

Operatore: Alberto Peracino (PNGP) -  
Controllo del 2022.08.29

Il ghiacciaio si presenta totalmente privo di neve residua e cosparso di detriti di varia pezzatura, soprattutto nel settore in sinistra orografica sul quale, durante tutta l'estate, si sono succeduti crolli di roccia. A valle del settore frontale in sinistra, tra i due segnali di misura, è presente una grossa piramide di detriti di roccia che coprono una massa di ghiaccio non collegata al ghiacciaio principale. La piramide, alta più di 10 m, è priva di detrito sul lato nord, ovvero il lato verso valle: si tratta di una porzione della fronte glaciale abbandonata durante il regresso degli ultimi anni.

Quota minima fronte: 3080 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SC1 (sf)*	180°	307	280	-27
SC2 (cf)	210°	260.5	248	-12.5

\* La misura, che in passato intercettava il fianco sinistro del ghiacciaio e dunque era indicata come "sl", oggi intercetta la parte sinistra del margine frontale.

### 119 Ghiacciaio Settentrionale del Tuf

Operatore: Alberto Peracino (PNGP) -  
Controllo del 2022.08.29

Nel mese di agosto, in seguito a piogge intense, è emerso ghiaccio sepolto dal detrito che si estende alle pendici del tratto di cresta compresa tra Cima Tuf e Colle Lauson. Il settore ospitava un tempo il Ghiacciaio Settentrionale del Tuf, già descritto come "piccolo glacionevato in disfaccimento" nel catasto CNR-CGI del 1957-1958 e considerato estinto ormai da tempo. Più a valle, tra le quote 3130 m e 2980 m, si sviluppa in direzione ovest-est un bel rock glacier, classificato come "intatto" nel catasto dei rock glacier della Regione Valle d'Aosta.

Quota minima: NM

### 121 Ghiacciaio del Trajo

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.19

Qualche modesta placca di neve residua è presente solo nelle parti più alte del bacino. Sempre più marcata, per ablazione differenziale, la differenza di quota fra la superficie del ghiacciaio e la superficie dell'accumulo della frana del 2017 dall'Arête des Clochettes. Il margine frontale risulta evidente e relativamente sgombro di detrito nella parte centrale; ai lati è invece meno riconoscibile a causa degli accumuli di detrito proveniente dalle pareti rocciose adiacenti. Poiché il punto di misura è risultato molto spostato verso il fianco sinistro del ghiacciaio, con il rischio che nei prossimi anni non intercetti più il margine frontale, si è reso necessario istituire un nuovo segnale (SP3, coord. WGM84: 5051755 N, 366255 E) in posizione più centrale, con un nuovo angolo di misura (210°).



121 - Ghiacciaio del Trajo (foto da aereo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). Il ghiacciaio appare pressoché spoglio di neve residua e parzialmente mascherato dall'accumulo della grande valanga di roccia del 2017. Trajo Glacier (air photo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). The glacier appears almost bare of residual snow and partially masked by the accumulation of the large rock avalanche of 2017.

Visibile ampliamento della *bédière* al centro della lingua glaciale e formazione di nuove, più piccole *bédière* ai lati: il giorno del sopralluogo, a causa delle basse temperature, non è stato osservato ruscellamento superficiale. Nel corso del sopralluogo si è altresì proceduto a mappare con GPS il margine frontale.

Quota min. fronte: 2950 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SP2 (cf)	223°	120	76	-44
SP3 (cf)	210°	0	-	-

## 122 Ghiacciaio della Grivoletta

Operatori: Piero Borre e Chiara Caminada (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.19

Un evento franoso, verificatosi probabilmente tra la fine di agosto e l'inizio di settembre, ha portato allo scoperto un'ampia porzione di ghiaccio, prima non visibile, alla testata del bacino. Il ghiacciaio è considerato estinto nei catasti più recenti (n.d.r.).

Quota min. fronte: NM

## 126 Ghiacciaio del Timorion

Operatore: Dario Favre (PNGP) - Controllo del 2022.09.07

Nevato residuo è presente solo a ridosso della cresta rocciosa nel punto più in alto del ghiacciaio: AAR è stimato pari a 0.2. Continua il progressivo e rapido arretramento frontale ed un generale assottigliamento dell'intera massa glaciale. In destra laterale, emerge una barra rocciosa trasversale che si incunea nel ghiacciaio per circa 20 metri. La zona frontale, misurata in sinistra laterale, è ora posta su di un piccolo salto di roccia di circa 5 metri di altezza. Sarà necessario il prossimo anno predisporre un richiamo del segnale PV che si trova oramai troppo distante dalla zona frontale. Presenti due grosse *bédière* in zona centro-frontale. L'immagine satellitare ripresa in data 18 settembre 2022 evidenzia come l'affioramento roccioso già segnalato negli anni precedenti nella porzione centrale del ghiacciaio (Baroni *et al.*, 2020) si sia ampliato al punto da tagliare in senso longitudinale il ghiacciaio, che ha così assunto una forma a "ferro di cavallo" (n.d.r.).

Quota min. fronte: 3150 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PV (sl)	120°	217	112 (2020)	-105

## 127.1 Ghiacciaio Occidentale del Gran Neyron

Operatore: Valter Vallet (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.19

Si nota un generale abbassamento ed appiattimento della massa glaciale, in particolare della zona frontale che mostra anche un forte arretramento. Si è conservata un'ampia fascia di nevato nella porzione superiore del ghiacciaio, che ricopre circa il 30% della superficie glaciale. Si è notevolmente ingrandita l'isola rocciosa che emerge in zona centro-frontale sotto la cresta rocciosa che racchiude il ghiacciaio ad est.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C3 (cf)	186°	276*	246	-30

\* Misura effettuata con distanziometro.

## 127.2 Ghiacciaio Orientale del Gran Neyron

Operatore: Valter Vallet (PNGP) - Controllo del 2022.09.19

È presente una ridotta fascia di nevato residuo (pari a circa il 5% della superficie) nella porzione superiore del ghiacciaio. Notevole presenza di detrito nel settore sinistro laterale e frontale del ghiacciaio. Si osserva un generale abbassamento ed appiattimento della massa glaciale, particolarmente evidente nella zona non coperta da detrito. Si segnala l'emersione di un'isola rocciosa in destra laterale. In zona centro-frontale è evidente una grossa *bédière*.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
D1	150°	192	171 (2020)	-21
D2	145°	185	166 (2020)	-19
D3	130°	186	159 (2020)	-27

## 128 Ghiacciaio di Montandeyné

Operatori: Stefano Borney e Stefano Nicolussi (PNGP) -  
Controllo del 2022.08.27

Presenza di una fascia di nevato nella parte superiore del ghiacciaio stimata del 10% rispetto alla superficie totale. Sul corpo del ghiacciaio sono stati osservati svariati funghi glaciali anche di grandi dimensioni. In occasione del sopralluogo sono state rilevate le coordinate dei vecchi segnali e dei relativi punti di richiamo (ET1: coordinate UTM WGS84 5044291/363861, richiamo posto a +296 m,

coordinate 5044286/364194; ET2: coordinate UTM WGS84 5044476/363915, richiamo posto a +346 m, coordinate 5044303/364207). Il segnale ET3 (coordinate UTM WGS84 5044620/364090) è stato abbandonato in quanto, in seguito al marcato ritiro della fronte, l'azimut utilizzato fino allo scorso anno conduce la misura fuori dal ghiacciaio. Viene posto quindi il nuovo segnale BN (coordinate UTM WGS84: 5044449/364197, direzione di misura 110°) posto su roccia montonata a 2 metri dalla fronte. Si segnala che le misure dai segnali ET1 e ET2 saranno destinate a intersecarsi a breve, in quanto gli angoli di misura originari di partenza su questa lunga distanza sono destinati a incontrarsi: infatti, i due segnali rispettivi di richiamo si trovano ora molto vicini. Occorrerà poi prendere in considerazione il posizionamento di nuovi segnali e correzione dei relativi azimut. Le misure sono state effettuate mediante telemetro Leica, ad eccezione di quella al segnale BN (cf), effettuata mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 3250 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
ET1 (cf)	86°	302	115 (2017)	-187
ET2 (cf)	116°	352	200	-152
BN (cf)	110°	2	-	-

### 129 Ghiacciaio di Lavacciù

Operatore: Stefano Nicolussi (PNGP) -  
Controllo del 2022.08.28

La zona centrale del ghiacciaio risulta fortemente crepacciata. Si segnala la presenza di una grossa *bédière* in zona centro-frontale. Quota ELA a circa 3800-3900 metri, poco sotto la cima del Gran Paradiso. Stima AAR: 0.1.

Quota min. fronte: 2940 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
ST (cf)	120°	115	90	-25

### 130 Ghiacciaio del Gran Paradiso

Operatori: Demis Massoni e Rudy Vallet (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.18

Il giorno del sopralluogo il ghiacciaio si presenta coperto solo in parte da neve residua (AAR = 0.1) e la linea dell'ELA si colloca tra i 3800 e i 3900 m s.l.m. Un grosso crepaccio terminale è ben visibile sotto la cima del Gran Paradiso ed un altro sotto il promontorio che delimita a ovest la zona denominata "schiena dell'asino". La fronte ha subito un marcato arretramento frontale, dovuto all'emer-

sione di due barre rocciose trasversali che hanno isolato due placche di ghiaccio morto al di sotto dell'attuale fronte attiva del ghiacciaio, che risulta ora molto ripida (dai 45° ai 55°). Una terza barra rocciosa, composta da materiale instabile, si sta allargando dalla zona destro frontale verso la zona centrale del corpo glaciale. Durante la visita, nonostante le temperature molto rigide per il periodo (-6 °C a 2750 m s.l.m.) si è assistito al distacco di diversi massi di varie dimensioni dalla fascia rocciosa sopra menzionata, che hanno reso pericolose le operazioni di misura. Nessuna *bédière* è risultata attiva durante la visita.

Quota min. fronte: 3450 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BP (cf)	118°	229*	19.5	-209.5

\* Misura effettuata con distanziometro.

### 131 Ghiacciaio di Moncorvé

Operatori: Demis Massoni e Rudy Vallet (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.17

Il corpo glaciale, notevolmente appiattito e con evidente perdita di massa glaciale, è diviso definitivamente in due porzioni, una sotto la vetta del Ciarforon, l'altra sotto la Tresenta. La porzione sotto la Tresenta risulta oramai di piccole dimensioni e per lo più ricoperta da detriti provenienti dalla soprastante zona del colle del Gran Paradiso e non è oggetto di misurazioni. La crepaccia terminale al di sotto del colle di Moncorvé è ben visibile e di notevoli dimensioni; la fascia rocciosa al di sotto del suddetto colle risulta molto ingrandita. Continua inoltre l'allargamento della barriera rocciosa della parete nord del Ciarforon, con eventi di frana in zona centrale e sinistra laterale che formano grossi accumuli di detriti nella zona sottostante. Il ghiacciaio è solcato da numerose piccole *bédière*, non attive al momento della visita. L'arretramento frontale prosegue con rapidità a causa dell'esiguo spessore della lingua glaciale, adagiata su rocce montonate. Il ghiacciaio sommitale si è notevolmente appiattito e presenta sul fianco sinistro una grossa *bédière* che termina sulla parete nord del Ciarforon. L'innervamento residuo è sostanzialmente assente, per cui non è possibile definire la quota della ELA.

Quota min. fronte: 3035 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RV (cf)	170°	123.5*	83	-40.5

\* Misura effettuata con distanziometro.

### 132 Ghiacciaio di Monciair

Operatori: Demis Massoni e Rudy Vallet (PNGP) -  
Controllo del 2022.09.16

L'intera massa glaciale risulta notevolmente assottigliata, in particolare la zona centro-frontale, risultato probabilmente di un inverno con scarse precipitazioni e di un'estate particolarmente calda. Innevamento residuo è presente solo in una stretta fascia alla base della parete nord della Becca di Monciair in sinistra laterale, probabilmente alimentata da accumuli valanghivi provenienti dalla parete soprastante (AAR = 0.1), per cui non è possibile definire la quota della ELA. Si è notevolmente allargata la penisola di rocce montonate emerse nel 2019 in zona destro-frontale, che determina un significativo restringimento del ghiacciaio in quella zona. In zona centro-frontale sta emergendo una evidente barra rocciosa, che ha determinato la formazione di una porta glaciale. Si osservano grossi crepacci in sinistra laterale, e in minor numero in destra laterale. La parete nord della Becca di Monciair è ormai priva di ghiaccio al di sopra di 3300 m di quota. È stato istituito un nuovo segnale fotografico per la ripresa d'insieme del ghiacciaio; tale segnale è posto su un masso ciclopico all'estrema sinistra orografica della morena che delimita a ovest il lago sotto la cima del Ciarforon, segnalato con un quadrato con all'interno una x (coordinate UTM WGS84: 5039530 N - 361599 E).

Quota min. fronte: 2930 m (A)\*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MB1 (cf)	105°	79	47.5	-31.5

\* La misura corregge il dato pubblicato nel 2020.

### 134 Ghiacciaio del Grand Etrèt

Operatori: Stefano Cerise, Demis Massoni e  
Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2022.09.16

Abbondanti detriti rocciosi di piccole e medie dimensioni sono sparsi su tutta la superficie glaciale, prodotti da crolli dalle pareti circostanti: durante il sopralluogo sono stati osservati due distacchi di piccole dimensioni dalle pareti in sinistra orografica del Colle Occidentale del Grand Etrèt. Una grande *bédière* attiva percorre longitudinalmente la parte bassa del ghiacciaio, dividendolo a metà. Tale *bédière*, che si origina ad una quota di circa 2850 m poco sotto la palina III, termina poco sopra la palina I, alla quota di 2780 m circa, in un grosso mulino glaciale, che si è provveduto a mappare (coordinate WGS84: 360789 E, 5037608 N). Un secondo mulino glaciale, di dimensioni maggiori, costituito di 3 inghiottitoi, è stato rinvenuto e mappato alla quota di 2815 m circa (coordinate WGS84: 360818 E, 5037482 N),

alimentato da una *bédière* meno evidente. Per la prima volta in 23 anni di osservazioni si segnala l'apertura di una grossa crepaccia terminale, ben visibile nelle riprese fotografiche. Con la sonda a vapore spalleggiabile messa a disposizione dal CNR-IRPI di Torino tramite la Società Meteorologica Italiana si è proceduto a riposizionare la palina V (caduta nel corso dell'estate e ripiantata a mano il 10 agosto) e la palina I, fuoriuscita di 532 cm nella sola estate 2022 ed a rischio caduta nell'estate 2023. L'accumulo nevoso è stato misurato il giorno 26 maggio 2023 dal personale del Corpo di Sorveglianza del Parco Nazionale Gran Paradiso mediante scavo di cinque pozzi da neve in prossimità delle paline ablatometriche. La densità media della neve è risultata di 416 kg/m<sup>3</sup> (media aritmetica), inferiore di circa l'11% rispetto al valore medio del periodo 2000-2021 (468 kg/m<sup>3</sup>). La densità della neve è stata misurata ogni 50 cm in verticale con carotiere ENEL - Valtecne (messo a disposizione dalla Società Meteorologica Italiana) lungo tutta la profondità dei pozzi nei pressi delle 5 paline ablatometriche. L'accumulo medio di neve sul ghiacciaio è risultato di 127 cm (media aritmetica): si tratta del valore più basso in assoluto della serie storica, inferiore di circa il 62% rispetto alla media del periodo 2000-2021 (331 cm). Durante l'anno idrologico 2021-2022 sono giunti sul ghiacciaio 173 858 m<sup>3</sup> di acqua sotto forma di neve e sono fusi quasi tutti insieme ai 959 251 m<sup>3</sup> di acqua in forma di ghiaccio, per un totale di 1 130 109 m<sup>3</sup> di acqua persi. L'accumulo specifico è stato di 606 mm *w.e.* Tale valore, il peggiore dell'intera serie storica, rappresenta un record assoluto in negativo (neanche nelle annate peggiori, l'accumulo specifico è mai sceso sotto i 1000 mm *w.e.*) e risulta inferiore di circa il 62% rispetto alla media del periodo 2000-2021 (1587 mm *w.e.*). La valutazione dell'ablazione in corrispondenza delle 5 paline ablatometriche ha reso necessario un sopralluogo sul ghiacciaio il 10 agosto per eseguire un controllo delle paline ed una misurazione intermedia, e si è conclusa il giorno 16 settembre 2022. L'ablazione specifica è stata di 3940 mm *w.e.*, decisamente più sfavorevole per il ghiacciaio rispetto al dato medio del periodo 2000-2021 (2448 mm *w.e.*), che viene superato di circa il 61%, e risulta in assoluto il peggior valore della serie storica. Il bilancio di massa specifico per l'anno idrologico 2021-2022 è risultato estremamente negativo, con un valore di -3334 mm *w.e.*, che porta il totale cumulato dal 1999 al 2021 a -22 331 mm *w.e.* Il bilancio specifico 2021-2022 è il peggiore della serie storica, con un valore quasi quadruplo del dato medio 2000-2021 (-864 mm *w.e.*), che viene superato, in negativo, di circa il 286%. Risulta peggiore, inoltre, di circa l'80% del secondo peggior valore della serie storica (-1855 mm *w.e.* nel 2005-2006). Il ghiacciaio nel corso della stagione 2022 ha perso uno spessore medio di 3.8 m di ghiaccio su tutta la sua superficie; dal 1999 ha perso quasi 26 m di spessore medio. Sebbene la superficie glaciale sia stata ricalcolata nel settembre 2021, si è reso necessario, a distanza di un solo anno, al termine di una stagione estiva del tutto straordinaria, riprimetrare l'intero corpo glaciale

con strumentazione GPS. Le perdite di superficie cagionate dall'ingente perdita di massa glaciale si sono rivelate infatti tutt'altro che trascurabili. L'elaborazione dei dati ha permesso di ricalcolare la superficie del ghiacciaio, che risulta essersi ridotta a 234 469 m<sup>2</sup>, rispetto ai 286 865 m<sup>2</sup> di settembre 2021, con una perdita di 52 396 m<sup>2</sup>. In un solo anno, la superficie glaciale ha pertanto subito una contrazione di circa il 18%, mentre dal 1999 si è ridotta di circa il 58%.

Hanno collaborato: C. Caminada, J.L. Jordaney, A. Peracino, F. Peretti, R. Vallet (PNGP).

Quota min. fronte: 2730 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
DM2 (cf)	175°	47	23	-24

### Gruppo *Teu Blanc*

#### 138 *Ghiacciaio di Aouilliè*

Operatori: Martino Nicolino, Rudy Vallet e Demis Massoni (PNGP) - Controllo del 2022.09.06

La superficie del ghiacciaio risulta diminuita, anche se in minor misura rispetto ad altri ghiacciai della stessa zona. La zona centro-frontale si è assottigliata e ristretta sia in destra che in sinistra. Neve residua è presente solo nella parte superiore centrale del ghiacciaio, in una piccola porzione sotto le rocce della parete nord della Punta dell'Aouilliè (AAR < 0.1); la quota della ELA non è identificabile. Prosegue l'ingrandimento e l'espansione verso l'alto della penisola rocciosa-detrítica che si protende dal margine sinistro del ghiacciaio. Si sono notevolmente ingranditi ed allargati i crepacci che, nella zona centrale del ghiacciaio, si aprono trasversalmente dalla zona destro-laterale alla zona centro-frontale e coincidono con un netto cambio di pendenza da dove scende la lingua frontale misurata. Sono presenti numerose piccole porte glaciali sul fianco destro della lingua monitorata dal segnale NV21. Le misure sono state effettuate con distanziometro.

Quota min. fronte: 3115 m (A)\*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NM13 (sf)	265°	90	82	-8
NV21 (cf)	230°	47	36	-11

\* La misura si riferisce ad una porzione del margine frontale non monitorata in passato e che attualmente rappresenta il punto in cui il ghiacciaio raggiunge la quota più bassa; le misure fino al 2019 sono invece riferite alla porzione di margine frontale monitorata dai punti segnale.

#### 139 *Ghiacciaio di Percia*

Operatori: Martino Nicolino, Rudy Vallet e Demis Massoni (PNGP) - Controllo del 2022.09.06

Durante la visita, il ghiacciaio è stato percorso per intero notando nella parte sommitale l'ormai totale assenza di ghiaccio nella piccola conca in destra laterale che ha come limite a ESE la cresta dell'Aouilliè. La copertura di neve residua è assente su tutta la superficie del corpo glaciale, si osserva qualche piccola traccia di neve caduta di recente nella parte superiore del ghiacciaio. Quota ELA non definibile considerata la scarsa elevazione massima del ghiacciaio, 3300 m s.l.m. Da un confronto fotografico con immagini del 2021, l'intero corpo glaciale risulta notevolmente assottigliato e la sua superficie notevolmente diminuita. Sul ghiacciaio sono presenti accumuli detritici dovuti a crolli di roccia dal costone che sale, alla sinistra orografica del ghiacciaio, dal Colle di Percia verso la parte superiore del ghiacciaio, fenomeni osservati anche durante la visita e l'attraversamento del ghiacciaio. Una barra rocciosa instabile crea un netto restringimento in zona destro-laterale a circa 200 metri dalla fronte. Presenza di due *bédière* di discrete dimensioni che si estendono dalla parte centrale verso la fronte, attive al momento della visita. A 3250 m di quota in zona centro-frontale è presente un grosso mulino glaciale, probabilmente di recente formazione. Si è inoltre proceduto a fotografare per eventuali confronti futuri il rock glacier che si estende dalla morena terminale del ghiacciaio fino nei piani delle Meyes.

Quota min. fronte: 3010 m (GPS)\*

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VN21 (df)	200°	36**	13	-23
NV21 (sf)	210°	74.5**	36	-38.5

\* La misura si riferisce ad una porzione del margine frontale non monitorata in passato e che attualmente rappresenta il punto in cui il ghiacciaio raggiunge la quota più bassa; le misure pubblicate in precedenza sono invece riferite alla porzione di margine frontale monitorata dai punti segnale.

\*\* Misure effettuate con distanziometro.

#### 140 *Ghiacciaio Settentrionale di Entrelor*

Operatori: Alberto Rossotto e Federico Peretti (PNGP) - Controllo del 2022.08.24

Il ghiacciaio presenta ben visibili gli effetti devastanti dell'inverno avaro di neve e dell'estate torrida, con una trasformazione evidente rispetto all'anno precedente. La copertura nevosa residua è minima, stimabile in meno del 5% della superficie glaciale e limitata ad una fascia esigua situata sotto la Cima di Entrelor, a circa 3300 m di quota,

142 - Ghiacciaio di Vaudaletta (foto F. Pollicini, 2022.07.31). Il ghiacciaio, totalmente mascherato da accumuli di frana, ha subito una forte contrazione negli ultimi 15 anni (per confronto vedi Baroni *et al.*, 2009). *Vaudaletta Glacier* (photo F. Pollicini, 2022.07.31). *The glacier, totally masked by rockfall accumulations, underwent a strong reduction in the last 15 years (for comparison see Baroni et al., 2009).*



e ad una piccola area sotto le pareti rocciose dell'antica sud. La copertura detritica è aumentata notevolmente, soprattutto sul pendio che scende alla fronte misurata dal segnale A(BP-04-40m), rendendo minima la porzione di ghiaccio scoperto che scende nel laghetto proglaciale. Molto evidente, profonda e caratteristica per l'andamento zigzagante è la *bédière* (formatasi questa estate) che contribuisce ad alimentare il suddetto laghetto. Altre colate di detrito più fine "sporcano" il ripido pendio glaciale in sinistra laterale sotto la Cima di Entrelor, rendendo il ghiaccio scuro. In tale settore si segnala l'apertura nel corso dell'estate di una vistosa isola rocciosa, che lascia presagire una futura frammentazione del corpo glaciale. Al di sotto dell'isola rocciosa appare evidente un'ampia fascia crepacciata in via di espansione. Il ramo del ghiacciaio in destra laterale, che scende dalla confluenza con il Ghiacciaio di Percia (ancora intatta), nel corso dell'estate si è definitivamente separato dal corpo glaciale principale per il marcato ampliamento della fascia rocciosa già segnalata negli anni precedenti. Il ghiacciaio raggiunge la sua quota minima in corrispondenza del punto segnale A(BP-04-40m); le quote del margine frontale ai punti di misura P4 e AR 2020 sono rispettivamente 3130 m e 3115 m (A).

Sono state ricontrollate le coordinate dei segnali di misura in uso: A(BP-04-40m): WGS84 5044316 N, 355697 E, quota 3015 m (A); P4: WGS84 5044071 N, 355651 E, quota 3100 m (A); AR 2020: WGS84 5043955 N, 355614 E, quota 3105 m (A). Sono inoltre stati rinvenuti alcuni vecchi segnali dei quali si è provveduto a misurare le coordinate: P8 (WGS84 5044439 N, 355663 E); SB 99 (WGS84 5044424 N, 355669 E); PF 7 (WGS84 5044389 N, 355715 E).

Quota min. fronte: 3045 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
P4 (cf)	145°	161	151	-10
A(BP-04-40m) (df)	160°	149	129	-20
AR 2020 (cf)	150°	30	17	-13

#### 142 Ghiacciaio della Vaudaletta

Operatori: Alberto Rossotto e Federico Peretti (PNGP) - Controllo del 2022.08.25

Condizioni particolari per il ghiacciaio. La pressoché totale assenza di neve residua ha consentito un accurato sopralluogo su ciò che resta del corpo glaciale, ormai completamente ricoperto da detrito di varia pezzatura. Il verificarsi di continui fenomeni di crollo nel corso dell'estate dalle pareti sottostanti la Punta Leynir ha stravolto lo stato dei luoghi, rendendo la salita al Col Leynir tramite il sentiero attrezzato sempre più difficoltosa e pericolosa. L'evento di frana più importante (che ha interessato il tracciato del sentiero) è avvenuto tra l'11 ed il 24 agosto, ed è stato documentato fotograficamente il giorno del rilievo. Tale evento ha rimosso il detrito sul pendio glaciale esposto a nord sottostante Punta Leynir, riportando alla luce il ghiaccio. Ben evidente la nicchia di distacco (con presenza di acqua in superficie) sulle pareti in sinistra orografica del Col Leynir. Dopo diversi anni è stato nuovamente possibile distinguere il margine frontale del ghiacciaio, seppur coperto da detrito, e si è provveduto ad effettuarne la misura dal segnale PR3 (WGS84 5042392 N, 354527 E, quota 2955 m (A)). È stato rinvenuto ghiaccio

a soli 73 metri dal segnale, contro i 110 metri misurati nel 2015: tale discrepanza di misura, lungi dal far pensare ad un avanzamento del ghiacciaio, è invece ragionevolmente da imputare al dilavamento causato dalla fusione glaciale che, unito ai continui fenomeni di frana ed al ruscellamento superficiale durante eventi temporaleschi, ha fatto riaffiorare ghiaccio laddove in passato si osservava soltanto detrito.

Sono stati ricercati e rinvenuti i vecchi segnali degli anni '70 GC5, GC6 e GC7, dei quali si è provveduto a misurare le coordinate: GC5: WGS84 5042483 N, 354242 E, quota 2910 m (A); GC6: WGS84 5042460 N, 354159 E, quota 2930 m (A); GC7: WGS84 5042507 N, 354631 E, quota 2980 m (A).

Quota min. fronte: 2960 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PR3	145°	73*	110 (2015)	*

\* Vedasi relazione.

*Gruppo Granta Parei*

#### 144 Ghiacciaio di Lavassey

Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Jean Laurent Jordaney (PNGP) - Controllo del 2022.09.04

Un modesto innevamento residuo è presente al di sopra dei 3100 m di quota nel settore più protetto del circo sottostante la Punta Bousson. Non appare continuo e le aree circostanti il ghiacciaio ne sono prive: l'area con neve non supera un sesto della superficie totale (stima visiva). I crepacci sono quasi ovunque ben aperti. Il dissipatore principale è solcato da diverse *bédière* con incisioni anche metriche che si originano verso i 2950 m di quota. La copertura detritica è presente alla base della parete rocciosa della Punta Bousson e in piccole aree frontali, dove risulta piuttosto sottile. Il laghetto proglaciale di quota 2820 m, segnalato nelle precedenti relazioni, non è più in contatto con il ghiaccio e si è svuotato. Se ne sta formando un altro pochi metri più ad est. Il margine frontale ha subito profonde modificazioni: alcune porzioni non sono più in continuità fisica con l'apparato e sono diventate ghiaccio morto ma una gran parte è semplicemente scomparsa dato l'esiguo spessore del ghiaccio e l'intensa ablazione. La fronte appare ora trilobata. Il lobo meridionale (sinistro) scende fino a poco più di 2800 m (A) ed è quello principale. È monitorato dai segnali già in essere ma, dato il considerevole ritiro e la complessità del terreno, è stato necessario avvicinarli al ghiaccio mantenendo inalterato l'azimut. Sul terreno ora vi è la seguente sequenza da ovest ad est:

- D.3: N 45°28'43.191", E 007°06'05.248" (con correzione in post processo), q. 2805 m (A) a 76 m da D.2;
- A.4: N 45°28'43.270", E 007°06'06.436" (con correzione in post processo), q. 2810 m (A) a 86 m da A.3;
- E.3: N 45°28'43.602", E 007°06'07.122" (con correzione in post processo), q. 2810 m (A) a 150 m da E.2;
- C.3: N 45°28'44.490", E 007°06'07.922" (con correzione in post processo), q. 2815 m (A) a 87 m da C.2;
- B.3: N 45°28'42.643", E 007°06'12.471", q. 2840 m (A) a 219 m da B.2.

Verso nord vi è prima un piccolo lobo centrale non monitorato, dove il ghiaccio scende fino a circa 2850 m (A) di quota, e poi il lobo settentrionale (destra), secondo per dimensioni, che raggiunge la quota minima di 2830 m (A). Per il suo controllo è stato posizionato il nuovo segnale F(JP-2022-24m), coord. 32TLR51983827 (UTM-ED50), q. 2835 m (A). Il margine frontale è stato tracciato con ricevitore GNSS (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato) e riportato in carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin, binocolo con distanziometro laser Swarowski EL Range 10x42, distanziometro laser Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost.

Errata Corrige per la relazione della campagna 2019: la distanza tra i segnali C e C.2 è 266 m e non 245 m mentre quella tra A ed A.2 è 317 m e non 316 m.

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

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.3(PF-2021-39m) (cf)	140°	99	39	-60
B.2(BP-2016-9m) (cf)	140°	248	74,5	-173,5
C.2(BP-2019-3m) (cf)	140°	127	22	-105
D.2(BP-2019-45m) (cf)	140°	88	65	-23
E.2(BP-2019-23m) (cf)	140°	177	36,5	-140,5
A.4(JP-2022-13m) (sf)	140°	13	-	-
B.3(JP-2022-29m) (sf)	140°	29	-	-
C.3(JP-2022-40m) (sf)	140°	40	-	-
D.3(JP-2022-12m) (sf)	140°	12	-	-
E.3(JP-2022-27m) (sf)	140°	27	-	-
F(JP-2022-24m) (df)	140°	24	-	-

#### 145 Ghiacciaio Orientale del Fond

Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2022.08.29

Il ghiacciaio non ha praticamente innevamento residuo, salvo qualche chiazza di neve vecchia sui ripiani. I sistemi di crepacci sono chiaramente beanti a tutte le quote. La copertura detritica si concentra alla base delle pareti roc-

ciose, soprattutto di quella della spalla nord-occidentale (q. 3288.7 m CTR RAVA) della Punta Galisia ed in prossimità dei margini frontali. A monte del rilievo suddetto, in prossimità del confine nazionale, è in fase di formazione un piccolo bacino lacustre segnalato nel 2018 da D. Cat Berro e fotografato quest'anno da J.L. Jordaney. È ben visibile nelle riprese aeree più recenti (2019?) del "Géoportail" francese. Un altro laghetto proglaciale era stato segnalato nella relazione della campagna glaciologica del 1997 a monte della q. 3273.6 e quotato 3267.2 m (CTR RAVA). Quest'ultimo specchio d'acqua era presente già nell'edizione 1975 della CTR RAVA e in tutte quelle successive fino al 2005 ed è ancora visibile, sebbene ridottissimo, nelle suddette foto aeree: attualmente sembra scomparso. I due corpi attivi (centrale ed orientale) permangono in continuità fisica tra loro e quello orientale (destro) è in continuità con l'apparato di Lavassey (n.144). La fusione provoca un ruscigliamento diffuso e la formazione di qualche piccola *bédière* nelle aree più distali. Relativamente al monitoraggio strumentale si riporta che: i) è stato possibile riprendere la misura strumentale dal caposaldo A (corpo orientale), interrotta nel 2018. È stato necessario avvicinarsi al ghiaccio ponendo il nuovo segnale A.2(PR-2022-27m) - coord. 32TLR51433765 (UTM-ED50) - q. 2930 m (A) a 120 m da A (dati WGS84: N 45°28'29.093", E 007°05'53.477" con correzione in post processo): la quota minima di questa fronte è 2935 m (A); ii) analogamente a quanto sopra è stato posto un nuovo segnale anche per il corpo centrale denominato B.3(PR-2022-22m) - coord. 32TLR51163760 (UTM-ED50) - q. 2880 m (A) a 133 m da B.2 (dati WGS84: N 45°28'27.342", E 007°05'40.966" con correzione in post processo): la quota minima di questa fronte è 2885 m (A). Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato), distanziometri laser Leica LRF Rangemaster 1200 e Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker, GPS Utility, RTKpost.

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

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A(BP-2009-15.5m) (df)	138°	147	90 (2018)	-57
B.2(BP-2017-20m) (cf)	165°	155	52	-103
A.2(PR-2022-27m) (df)	138°	27	-	-
B.3(PR-2022-22m) (cf)	165°	22	-	-

#### 146 Ghiacciaio Occidentale del Fond

Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2022.08.29

L'innervamento residuo è risultato assente. La superficie glaciale è apparsa interessata da ruscigliamento diffuso ma

sono anche presenti alcune *bédière*. Una di queste si origina direttamente dal Colle del Fond, che è la massima elevazione dell'apparato. Alcuni piccoli crepacci sono presenti solo in prossimità del colle predetto. La colata del circo orientale si protende ancora in quello occidentale, dove viene raggiunta la quota di minima del ghiacciaio, con una lingua interamente coperta da detrito. La copertura detritica tende sempre ad aumentare e comincia ad ostacolare l'individuazione del margine frontale presso i capisaldi B e C. Le misure sono state effettuate con i distanziometri laser Leica LRF Rangemaster 1200 e Nikon laser 400 e la bussola Wilkie.

Quota min. fronte: 2740 m (settore occidentale, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B(BP-08-12m) (df)	170°	134	114	-20
C(BP-12-13m) (df)	165°	132	76	-56
D(BP-2019-17m) (df)	180°	35	18.5	-16.5
PR10 (dl)	180°	161	157	-4

#### 147 Ghiacciaio di Soches - Tsanteleina

Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Alberto Rossotto (PNGP) - Controllo del 2022.08.29

Nel corso di un sopralluogo successivo a quello durante il quale sono state effettuate le misure di variazione frontale (2022.09.09), un velo di neve recente ricopriva il settore più elevato, ma si poteva intravedere qualche chiazza di neve vecchia sottostante: l'innervamento residuo può essere dunque considerato quasi assente. Diversi i sistemi di crepacci beanti. Il dissipatore è apparso soggetto ad intensa ablazione, con fenomeni di ruscigliamento sia diffuso che concentrato (*bédière*). La finestra di substrato roccioso posta a circa 3000 m di quota segnalata nel 2021 si è ulteriormente ampliata. Il laghetto proglaciale ha subito delle modificazioni: il livello dell'acqua è sceso di un paio di metri circa, prosciugandosi ad est ma estendendosi per una ventina di metri ad ovest per effetto dell'arretramento del margine glaciale. Il segnale C.4 è scomparso, probabilmente in seguito a franamenti dei depositi glaciali, per cui si è reso necessario collocarne un altro in posizione, si spera, più stabile per continuare la serie di misure. Questo nuovo caposaldo è C.5(PR-2022-23.5m) - coord. 32TLR49413917 (UTM-ED50), q. 2800 m (A) a 246 m da C.3 (e quindi a 50 m dallo scomparso C.4) ad azimut invariato. Le coordinate WGS84 sono N 45°29'16.739" E 007°04'18.456". La copertura detritica ha reso particolarmente difficoltose le misure dai segnali D.2 ed E.2. Il margine frontale è stato tracciato (parzialmente) con ricevitore GNSS (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato) e riportato in carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con

distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin, distanziometri laser Leica LRF Rangemaster 1200 e Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker e GPS Utility.

Quota min. fronte: 2725 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C.4(JP-2020-50m) (df)	195°	73.5	50	-23.5
D.2(BP-2017-59m) (cf)	205°	172	115 (2020)	-57
E.2(BP-2017-32m) (df)	215°	161	114	-47
F(BP-2015-12.5m) (sf)	190°	40	37	-3
G(FP-2021-7m) (df)	205°	32.5	7	-25.5
C.5(PR-2022-23.5m) (df)	195°	23.5	-	-

#### 148 Ghiacciaio di Goletta

Operatori: Fabrizio Pollicini (CGI) e Jean Laurent Jordaney (PNGP) - Controllo del 2022.09.08

L'innervamento residuo è praticamente assente, salvo qualche chiazza sul plateau tra la Granta Parei ed il Pic de Goletta. Il substrato roccioso continua ad emergere in modo sempre più accentuato: sotto il versante NE della Becca della Traversière una porzione di ghiaccio si sta separando dal resto dell'apparato. Nel settore italiano, la fusione provoca un ruscellamento generalmente diffuso, mentre in quello francese arriva a concentrarsi in alcune *bédière*. Notevoli le modificazioni della fronte occidentale (sinistra): il margine frontale ha abbandonato il ripiano del lago di q. 2835 m (A) in prossimità del quale permangono alcune piccole masse di ghiaccio morto e ora si colloca 60/70 m più in alto. È stato quindi necessario avvicinare al ghiaccio tutti i segnali secondo quanto segue: F.3(JP-2022-23.5m) - coord. 32TLR48004087 (UTM-ED50) - q. 2910 m (A) a 256 m da F.2; G.2(JP-2022-10.5m) - coord. 32TLR47964085 (UTM-ED50) - q. 2895 m (A) a 396 m da G; H.2(JP-2022-24.5m) - coord. 32TLR47934083 (UTM-ED50) - q. 2900 m (A) a 386 m da H. I dati WGS84 dei capisaldi sono: F.3 - N 45°30'10.678" E 007°03'11.725"; G.2 - N 45°30'09.994" E 007°03'10.080"; H.2 - N 45°30'09.263" E 007°03'08.615". Le misure dai nuovi segnali sono state effettuate anche con il nuovo azimut 150°, che è più in linea con il deflusso attuale del ghiacciaio e quindi dovrebbe sostituire il precedente 170° dalla prossima campagna. La quota minima della fronte occidentale è 2895 m (A). Il laghetto di q. 2930 m (A) di cui alla relazione precedente non è più in contatto con il corpo dell'apparato. Presso la fronte orientale (destra) l'arretramento è stato più modesto, ma la potenza del ghiaccio sta notevolmente diminuendo e di conseguenza si osserva un notevole ampliamento delle isole di substrato alla base della parete nord della Granta Parei. Per la difficoltà di accesso non è stato possibile misurare la

quota minima di questo settore, ma è sicuramente inferiore a quella del precedente. La fronte francese raggiunge ancora un lago proglaciale dove sono attivi fenomeni di calving. È scomparso l'ultimo diaframma di ghiaccio che divideva il lago in due settori ed il substrato roccioso ha cominciato ad emergere marcatamente in due aree. I margini frontali italiani sono stati tracciati con ricevitore GNSS (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato) e riportati in carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin, binocolo con distanziometro laser Swarowski EL Range 10x42, distanziometro laser Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker e GPS Utility.

Quota min. fronte: 2895 m (fronte sinistra, A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.4(BP-2019-10m) (df)	205°	42	30	-12
B.4(PF-2021-10m) (df)	205°	31.5	10	-21.5
E.3(PF-2020-18.5m) (df)	205°	60.5	27.5	-33
F.2(PF-13-15m) (sf)	170°	279.5	67	-212.5
G(PF-06-36.5m) (sf)	170°	406.5	223.5	-183
H(PF-06-10m) (sf)	170°	402	270	-132
F.3(JP-2022-20m) (sf)	150°	23.5	-	-
F.3(JP-2022-20m) (sf)	170°	20	-	-
G.2(JP-2022-10.5m) (sf)	150°	12.5	-	-
G.2(JP-2022-10.5m) (sf)	170°	10.5	-	-
H.2(JP-2022-16m) (sf)	150°	24.5	-	-
H.2(JP-2022-16m) (sf)	170°	16	-	-

*Gruppo Traversière - Grande Rousse - Grande Sassièr*

#### 155 Ghiacciaio del Torrent

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) - Controllo del 2022.08.20

Alla data del sopralluogo erano ancora presenti alcune piccole chiazze di neve residua, ma non in grado di permanere fino alla fine della stagione di ablazione. Non vi era neve in aree esterne all'apparato. Il ruscellamento appariva diffuso. La tendenza a dividersi in due corpi già evidenziata in passato prosegue: il substrato roccioso continua ad emergere nelle aree marginali e nelle finestre, anche nuove, in corrispondenza del cambio di pendenza tra le quote 2850 e 2900 m. La copertura detritica è più rilevante nel settore inferiore, dove si estende su oltre la metà della sua superficie, mentre si riduce a circa un terzo nel settore superiore, analogamente a quanto segnalato l'anno scorso. Sebbene per un tratto limitato, è divenuto nuovamente possibile il traccia-

mento del margine frontale con ricevitore GNSS, per cui si è operato con un GPSMAP66st della Garmin (GPS+GLO-NASS, L1, C/A, SBAS attivato) ed è stata poi aggiornata la carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro Nikon Laser 400 e bussola Wilkie.

Quota min. fronte: 2665 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B.3(PF-2021-38m) (cf)	210°	58	38	-20
C.3(PF-2010-22.5m) (df)	220°	148	118	-30
C.3(PF-2010-22.5m) (df)	230°	127	108	-19

### 162 Ghiacciaio dell'Invergnan

Operatori: Marco Bettio e Michelangelo Gilli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.22

Il ghiacciaio è costituito ormai da limitate placche glaciali discontinue, di dimensioni ridotte e assottigliate. I lembi principali, sottostanti la bastionata della Grande Rousse Sud, evidenziano un ulteriore assottigliamento, testimoniato dall'emersione di ampie superfici del substrato roccioso e dalla totale assenza di neve residua; il ghiaccio si presenta coperto da un finissimo detrito nerastro. Nelle porzioni superiori è presente un sottile e non uniforme strato di neve recente e i corpi glaciali appaiono solcati da numerose *bédière*. Anche nel settore sottostante la Punta Tina si osserva una riduzione delle masse glaciali, con formazione di nuovi crepacci e aumento della copertura detritica. Tutta la parte medio-inferiore risulta ampiamente ricoperta da consistenti depositi detritici. Sono sempre presenti piccoli laghetti proglaciali lungo il piatto dissipatore.

*Integrazione a cura di M. Chiarle, G. Nigrelli, S. Bellantonio e M. Negri.* Al di sotto di quota 3050 m circa, domina un ammasso caotico di detrito (sui cui spicca ancora per colore e dimensione dei blocchi l'accumulo della *rock avalanche* del 2014) e risulta impossibile riconoscere la presenza o meno di ghiaccio che colleghi il settore sommitale del ghiacciaio con quanto rimane della lingua valliva. Alla base del versante, dove i due rami si uniscono a formare la lingua valliva, e dove solitamente permangono accumuli valanghivi, pressoché assenti quest'anno, si osserva la comparsa sotto il detrito di una *ice cliff* alta circa 4 m, disposta trasversalmente al pendio. Prosegue lentamente l'arretramento della scarpata frontale della lingua valliva, dove negli anni passati affiorava una marcata falesia in ghiaccio. La scarpata ha assunto la forma di ferro di cavallo, con concavità verso monte: il ghiaccio affiora in sinistra e in destra idrografica, da dove fuoriesce quest'anno il torrente proglaciale, mentre al centro è mascherato dalla copertura detritica. Tutto il settore proglaciale rimane instabile, per la probabile presenza di lenti di ghiaccio sepolto in via di

fusione: particolarmente evidente la progressiva disarticolazione del corpo situato in sinistra idrografica a ridosso dell'argine morenico PEG e costituito da detrito e ghiaccio morto, localmente affiorante.

Quota min. fronte: 2680 m (GPS)

### 163 Ghiacciaio di Giasson

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.01

A causa dell'andamento climatico del 2022, al 1° agosto il ghiacciaio risulta già completamente scoperto da neve residua. Prosegue il ritiro e la diminuzione di spessore del ghiacciaio, già segnalata negli anni precedenti. Il ghiacciaio si presenta suddiviso in quattro parti: una ad est con fronte molto frastagliata, separata da una piccola placca di ghiaccio sovrastante e sospesa da un gradino roccioso; una centrale, che costituisce il corpo principale, sottostante al Col Giasson con fronte più regolare. Questi tre corpi alimentano un tributario del rio Mont Forciaz. La quarta, costituita da due o più placche, è ubicata oltre il Col Giasson ad ovest e alimenta con la sua acqua di fusione il Rio Chalet. La parte est inferiore si presenta ricoperta da detrito di frana, particolarmente esteso nella zona che la separa dal corpo principale.

Quota min. fronte: NM

### 166 Ghiacciaio di Bassac

Operatori: Michelangelo Gilli e Fabrizio Pollicini (CGI) -  
Controlli del 2022.08.01 e 2022.08.25

Al momento del sopralluogo, l'innervamento residuo è assente sul settore orientale ed è limitato a due chiazze su quello occidentale: una sulla zona meno inclinata al centro dell'apparato ed una seconda, piccola, alla base della parete NO della Punta Bassac Sud. La copertura detritica è più evidente che in passato. Essa è alimentata da fenomeni di crollo i cui depositi si collocano soprattutto nella zona di collegamento tra i due settori e sulla parte superiore del corpo orientale, a valle del colle tra le cime della Grande Traversière e della Punta Bassac Sud. La fronte est è ormai quasi completamente posizionata sul ripiano superiore (intorno ai 3150 m di quota) mentre quella ovest conserva la sua natura sospesa. Nell'ampio circo alla base della Grande Traversière (ripiano inferiore) permane ancora del ghiaccio morto interamente coperto da detrito. Sebbene non sia possibile effettuare misure strumentali, il confronto fotografico mostra una generale perdita di massa e il ghiacciaio si presenta molto crepacciato. La digitazione frontale intermedia è scomparsa.

Quota min. fronte: NM



165 - Ghiacciaio Meridionale di San Martino (foto F. Pollicini, 2022.08.24). La ripida e sottile placca di ghiaccio presente alla base della Punta Bassac nord è quanto sopravvive dell'“ampia lingua” descritta e figurata nel Catasto dei ghiacciai italiani (CGI-CNR, 1961, p. 158). *Meridionale di San Martino Glacier* (photo F. Pollicini, 2022.08.24). *The steep and thin ice plate at the base of Punta Bassac north is what survives of the “wide tongue” described and illustrated in the Inventory of the Italian Glaciers* (CGI-CNR, 1961, p. 158).

#### 168 Ghiacciaio di Gliaretta - Vaudet

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -  
Controllo del 2022.08.25

L'innnevamento residuo è riconducibile a modeste chiazze collocate in modo irregolare lungo una fascia sotto la cresta di confine e a qualche resto di valanga presente alla base della Grande Sassièrre e della Becca della Traversièrre: complessivamente costituiscono una frazione trascurabile della superficie glaciale. L'ablazione è intensa con ruscellamento sia diffuso che concentrato. Si osserva emersione di altro substrato roccioso. Copertura detritica è presente sul ghiaccio sottostante la parete orientale della Grande e della Petite Sassièrre e origina una morena viaggiante che si prolunga fino alla fronte. La zona terminale del ghiacciaio ha subito una forte riduzione di potenza, tale da provocare la comparsa di due evidenti isole di substrato. Si è modificata anche l'idrografia: il torrente principale, proveniente dal grande plateau, scorreva subglaciale ed emergeva solo alla fronte, mentre ora è a giorno già sul plateau, scorre lambendo il margine destro della lingua per un lungo tratto e ritorna subglaciale a circa 2730-2740 m di quota, un centinaio di metri prima della fronte, dove ha generato una grande porta. Il ghiaccio sovrastante la porta è la via di accesso al ripiano dove sono collocati i segnali attivi, in quanto il torrente è inguadabile nel periodo dei sopralluoghi. Quando collasserà, sarà difficile continuare il monitoraggio strumentale. Per quanto riguarda quest'ultimo si segnala che: i) la misura dal segnale D.3 non è stata effettuata per l'impossibilità di riconoscere il limite glaciale coperto di detrito; ii) l'o-

peratività del segnale C.3 è probabilmente arrivata al termine in quanto, data la continua tendenza evolutiva di arretramento del margine glaciale, il prossimo anno l'azimut non incontrerà più il ghiaccio; iii) si è deciso di collocare un nuovo caposaldo in posizione più occidentale, dove non ve ne erano, anche per ovviare in parte alla perdita dei due segnali predetti. Purtroppo non vi è garanzia sulla continuità della sua operatività perché la copertura detritica è presente anche qui. I dati del nuovo caposaldo sono i seguenti: G(PF-2022-27.5m) - coord. 32TLR45534248 (UTM-ED50) - q. 2670 m (A) - dati WGS84 N 45°31'00.844" E 007°01'16.166". Il margine frontale è stato tracciato (parzialmente) con ricevitore GNSS (GPS+GLONASS, L1, C/A, SBAS attivato) e riportato in carta in scala 1:2.500. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: ricevitore GNSS GPSMAP66st della Garmin, distanziometro laser Nikon Laser 400, bussola Wilkie. Software utilizzati: GPS Trackmaker e GPS Utility.

Quota min. fronte: 2645 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B.4(PF-12-10m) (df)	180°	204	180	-24
C.3(PF-2020-67m) (df)	180°	149	70	-79
E.3(PF-2020-17.5m) (cf)	180°	42	28	-14
F(PF-2021-36m) (cf)	180°	41	36	-5
G(PF-2022-27.5m) (sf)	180°	27.5	-	-

Operatore: Fabrizio Pollicini (CGI) -  
Controllo del 2022.08.24

Sul corpo superiore è presente un modestissimo innevamento residuo lungo una stretta fascia che si protende dalla quota 3300 m circa del margine orientale verso quota 3450 m di quello occidentale. La tendenza alla separazione della porzione a quota minore di questo corpo procede in modo accelerato: il ghiaccio sottostante la parete rocciosa della dorsale che unisce la Plattes des Chamois alla Becca di Suessa mostra maggiore persistenza, in quanto da questa provengono crolli di roccia che alimentano una copertura detritica protettiva dall'ablazione. Il settore inferiore è apparso, dopo diversi anni, praticamente privo delle consuete masse valanghive e, nonostante la copertura detritica, si è nuovamente prestato alle misurazioni strumentali interrotte nel 2014. Per il caposaldo A.2 è stato utilizzato anche il nuovo azimut 280° che dovrebbe permettere una maggiore continuità di monitoraggio. Tutte le misure sono state effettuate con distanziometro laser. Strumentazione utilizzata: distanziometro laser Nikon Laser 400, bussola Wilkie.

Quota min. fronte: 2550 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
A.2(PF-2013-40m) (cf)	260°	63.5	52 (2014)	-11.5
B(PF-2008-15m) (cf)	260°	48	31.5 (2014)	-16.5
A.2(PF-2013-40m) (cf)	280°	65	-	-



173 - Ghiacciaio di Vuert (foto F. Pollicini, 2022.08.24). Mai raffigurato nei periodici del CGI, si presenta come una ripida e sottile placca parzialmente mascherata da accumuli di frana. Vuert Glacier (photo F. Pollicini, 2022.08.24). Never illustrated in CGI's journals, it appears as a steep and thin ice slab partially masked by rockfall accumulations.

## 176 Ghiacciaio di Suzzei

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.01

A causa dell'andamento climatico del 2022, al 1° agosto il circo occupato un tempo dal ghiacciaio si presenta completamente scoperto da neve residua e occupato da detriti: la presenza di un lago di sbarramento morenico poco più in basso e una sorgente al piede del versante fanno supporre che esista del ghiaccio sotto i detriti. Le placche ghiacciate, in parte ricoperte da frane recenti, ai piedi del contrafforte roccioso tra il Mont Maurin (q. 3226 m (C)) e il Mont Quart (q. 2790 m (C)) si presentano molto ridotte. Sempre presente la placca di ghiaccio sovrastante il suddetto contrafforte, già segnalata negli anni precedenti, ma con superficie ridotta rispetto al 2021.

Quota min. fronte: NM

## 177 Ghiacciaio di Ormelune

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.01

A causa dell'andamento climatico del 2022, al 1° agosto il ghiacciaio si presenta in gran parte scoperto da neve residua. Sul corpo orientale, l'innevamento residuo è limitato alla parte superiore. Il margine destro è in parte mascherato da abbondante copertura detritica. Permangono

crepacci radiali e longitudinali sulla superficie. La fronte, arrotondata e molto sottile, è in fase di ritiro. Sul corpo occidentale l'innevamento residuo è scarso e permane solo un nevaio nella zona destra idrografica. Questo corpo si presenta ormai suddiviso in due parti in seguito all'emersione, per effetto dell'assottigliamento glaciale, di un barra rocciosa segnalata negli anni precedenti. Una parte è sottostante la Cima Ormelune Ovest, ha una fronte a V ed è solcata da un'evidente *bédière* centrale; l'altra parte si trova sotto la Cima La Goraj (q. 3149 m) ed è prossima ad un'ulteriore suddivisione in una parte superiore e una inferiore (quest'ultima solcata da due *bédière* nella parte più alta, n.d.r.), per l'affioramento di un evidente gradino roccioso. Tutti i margini glaciali si presentano assottigliati e con copertura detritica più o meno consistente (n.d.r.). Tutti i torrenti segnalati negli anni precedenti e indicati nella cartografia risultano alimentati.

Quota min. fronte: NM

#### 178 *Ghiacciaio della Sachère*

Operatore: Michelangelo Gilli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.01

Il ghiacciaio è stato visitato l'ultima volta nel 2009. A causa dell'andamento climatico del 2022, al 1° agosto l'innevamento residuo è modesto. Il ghiacciaio già da molti anni è suddiviso in più placche. La parte che occupa la valletta sotto il Col Sachère ha subito un forte ritiro e può ormai essere considerata un glacionevato; è ancora presente il torrente che alimenta il Lago di San Grato. La placca sottostante la parete sud della punta quotata 3192 m (Tavoletta 41 IV NO IGM) rispetto al 2009 sembra più estesa, ma si tratta probabilmente di nevaio; anche da questa scaturisce



un torrente che confluisce nel lago. Le placche sottostanti la dorsale tra la Becca du Lac (q. 3396 m), il colle di San Grato (q. 3285 m) e la Testa del Rutor appaiono invariate. Da tutte fuoriescono torrenti che confluiscono nel lago di San Grato. Anche dalla fronte sud del Ghiacciaio del Rutor scaturiscono due torrenti che scendono verso il lago.

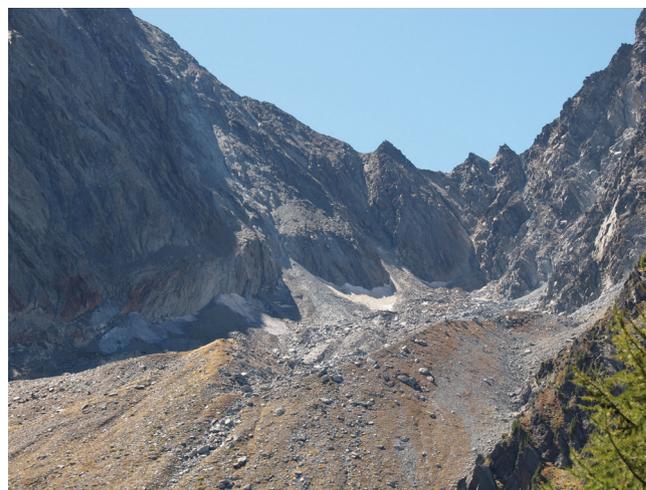
Quota min. fronte: NM

#### 181 *Ghiacciaio di Château Blanc*

Operatore: Stefano Perona (CGI) - Controllo del 2022.09.13

Tutte le placche di ghiaccio morto ancora presenti nel 2021 nel settore del lobo destro antistante i tre segnali SP1, SP2 e SP3 (questi ultimi abbandonati nel 2020) sono fuse completamente. La drammatica contrazione volumetrica subita dal ghiacciaio nel corso del 2022 ha ulteriormente accentuato l'irregolarità, sia planimetrica, sia altimetrica, del limite frontale di questo lobo e si è dovuto prendere atto della perdita di significatività anche della misurazione effettuata con l'ultimo segnale SP4, istituito nel corso della campagna 2020 a fronte della dismissione degli altri tre segnali. Si osserva l'apertura di nuove finestre rocciose, che probabilmente preludono alla cesura della lingua che scende nel canale a fianco del dosso su cui sono stati posti i segnali. Il lobo sinistro è ormai completamente separato dal lobo centrale da uno sperone di roccia. Copertura di neve residua assente nel settore frontale, presente oltre i 3100-3200 m.

Quota min. fronte: NM



183 - Ghiacciaio della Testa di Paramont (foto M. Govi circa 1960; S. Perona, 2022.09.12). Ritenuto estinto dal Catasto dei ghiacciai italiani (CGI-CNR, 1961), negli anni 1960 risultava invece ancora ben sviluppato. Attualmente sopravvivono alcuni coni di ghiaccio mascherati da accumuli di frana. *Testa di Paramont Glacier* (photo M. Govi circa 1960; S. Perona 2022.09.12). *Considered extinct by the Inventory of Italian Glacier (CGI-CNR, 1961), it was still well developed in the 1960s. Some ice cones masked by rockfall accumulations currently survive.*

## 184 Ghiacciaio di Paramont

Operatore: Stefano Perona (CGI) -  
Controllo del 2022.09.12

Il processo di contrazione volumetrica del ghiacciaio prosegue con evidenza, anche se le eccezionali condizioni climatiche del 2022 non sembrano aver impresso un'accelerazione così drammatica rispetto alla situazione del 2021. Il piccolo accumulo di detriti visibile al centro del ghiacciaio persiste da diversi anni. Un sistema di crepacci trasversali sta separando il corpo principale, al centro della nicchia, dalle placche a monte, più inclinate, che ancora rivestono il piede della piccola parete rocciosa sotto la vetta del Paramont. Sempre presenti i depositi di valanga alla base della parete NO del Paramont, che potrebbero ancora alimentare una piccola rimanenza, al di sotto di una estesa e potente copertura detritica, del Ghiacciaio della Testa di Paramont (n. 183 del Catasto CGI – qui indicato come estinto).

Quota min. fronte: NM

## Gruppo Rutor

## 189 Ghiacciaio del Rutor

Operatore: Roberto Garino (CGI) -  
Controllo del 2022.09.04

Prosegue l'ormai consueto ritiro della fronte glaciale, che nella campagna glaciologica 2022 registra un arretramento triplo rispetto a quello dell'anno precedente, tornando a misure di arretramento più consistenti rispetto a quelle che hanno caratterizzato gli ultimi anni. Per il resto non si segnalano sostanziali novità nella morfologia della fronte e delle zone limitrofe rispetto a quanto rilevato nel corso delle ultime campagne. Ormai la fronte destra del ghiacciaio ha iniziato la risalita della parete retrostante la concavità in cui si era ritirata, con conseguente maggiore arretramento. Permane anche il diffuso ruscellamento in corrispondenza della fronte e, di conseguenza, la presenza di un considerevole corso d'acqua con andamento parallelo alla fronte in direzione del segnale 2 cf, a dimostrazione che l'attività di fusione della massa glaciale continua in modo consistente. Anche la situazione dei laghi proglaciali è sostanzialmente identica a quella degli anni precedenti, alle cui relazioni si rimanda per una descrizione accurata. L'area paludosa compresa tra il segnale 3 df e il 2 cf si è ulteriormente ampliata rispetto agli ultimi anni, in cui si era mantenuta pressoché costante. Ormai la distesa di sabbia limosa alternata a ruscelli e pozze d'acqua è una costante del paesaggio, dominato dal corso d'acqua principale che scorre impetuoso con andamento parallelo alla fronte. La

riduzione della massa glaciale, percepibile ormai negli ultimi anni a occhio nudo, diventa sempre più evidente e con essa la morena mediana esistente al di sopra della bastionata rocciosa in corrispondenza del segnale 2 cf. Ampie crepacciature solcano tutta la fronte del ghiacciaio. Innanzitutto residuo assente alla fronte, permane a monte di quota 3200 m circa. Le misurazioni sono state effettuate con l'ausilio di cordella metrica e GPS.

*Integrazione a cura di Umberto Morra di Cella e Federico Grosso (ARPA VDA), Myrta Macelloni e Alberto Cina (POLITO).* Controllo del 10 settembre 2022. Il ghiacciaio ha subito anche nel 2021/22 gli effetti di stagioni negative per il bilancio di massa, condizioni che si sono registrate in modo diffuso su tutto l'arco alpino e che hanno determinato intensi impatti sulla criosfera. Il Ghiacciaio del Rutor, considerata la posizione geografica, ha beneficiato maggiormente, rispetto agli apparati più interni, degli apporti delle perturbazioni atlantiche che attraversando le ampie pianure francesi, giungono fino alla cresta di confine con l'Italia. Pertanto gli accumuli misurati risultano essere maggiori se confrontati con quelli dei settori più orientali della Valle d'Aosta. Sulla base delle 339 misure di altezza del manto nevoso realizzate, l'accumulo medio è stato calcolato pari a 224 cm (con minimi di 45-60 cm alla fronte orientale e massimi di 370-380 cm nella zona sommitale). La densità media del manto nevoso, determinata con 5 misure effettuate sul ghiacciaio, è pari a 486 kg/m<sup>3</sup> (massima e minima rispettivamente pari a 532 e 442 kg/m<sup>3</sup>). L'accumulo specifico è pertanto pari a 1077 mm di equivalente d'acqua, valore che colloca l'inverno 2022 al sesto posto per scarsità di massa, nel periodo di monitoraggio (18 anni). Per la stima dell'ablazione, considerata la difficoltà oggettiva di procedere con la misura puntuale in corrispondenza di riferimenti fissi, connessa alla significativa dinamicità dell'apparato, si è applicato il metodo geodetico basato sulla differenza di modelli digitali della superficie (DSM). A tale scopo sono stati confrontati i DSM derivati dai rilievi aerofotogrammetrici (camera digitale Phase One XT) acquisiti nell'ambito di una collaborazione tra ARPA VDA e il Glacier-Lab del Politecnico di Torino (<https://www.diati.polito.it>), computando la differenza fra la condizione della superficie al 10 settembre 2022 e quella a fine settembre 2021. È stato quindi possibile calcolare, su un dato ad altissima risoluzione (25 cm/px) e per l'intera superficie del ghiacciaio, le variazioni intercorse nel periodo, determinate unicamente dalla perdita di massa glaciale dal momento che in entrambi i periodi la copertura nevosa residua sul ghiacciaio era pressoché assente. I tassi di ablazione misurati nei diversi settori costituiscono i record dell'intero periodo di monitoraggio, raggiungendo picchi di oltre 9 m nelle zone frontali destra e intermedia, ora collocate rispettivamente attorno ai 2590 e 2670 m di quota; anche su tutto il plateau sommitale si sono registrati abbassamenti del ghiacciaio di oltre 3-3.5 m. Misurazioni



189 - Ghiacciaio del Rutor (foto da aereo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). I tre lobi frontali che caratterizzano questo grande ghiacciaio appaiono sensibilmente assottigliati. Prendono sempre più evidenza la morena mediana e alcune isole rocciose. *Rutor Glacier (air photo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). The three frontal lobes that characterize this large glacier look significantly thinned. The medial moraine and some bedrock outcrops are becoming more and more evident.*

intermedie della fusione glaciale hanno mostrato come a fine luglio si fosse già raggiunta l'ablazione dell'intera stagione dell'anno 2020-2021. Complessivamente il valore di ablazione specifica (mm di equivalente d'acqua) raggiunge i 3867 mm che, sommati alla perdita di massa legata alla completa fusione del manto nevoso depositatosi nel corso dell'inverno, conduce ad un bilancio di massa annuo di -4946 mm *w.e.*: si tratta del peggior bilancio di massa dell'intera serie di misure, con perdite doppie rispetto al record negativo precedente occorso nel 2015. Gli arretramenti frontali medi registrati per il periodo si attestano attorno ai 31-40 m per il lobo destro (variabilità connessa alla formazione di nuovi laghi proglaciali) e rispettivamente a 27 e 26 m per i lobi sinistro e centrale. In data 1° settembre 2022 è inoltre stato installato nell'ampio ripiano a quota 2729 m circa (lat: 45°39'30.9313" lon: 6°59'56.0474") un ablatometro automatico Smart Stake che ha consentito di registrare con passo orario i tassi di fusione e di osservarne l'andamento nel corso della parte terminale della stagione. Dalla data della installazione al termine dell'ablazione (23 settembre 2022) si è misurata una fusione complessiva

di 84 cm, corrispondente a 4 cm/g. Si segnalano infine 4 giorni consecutivi (dal 12 al 16 settembre) con temperature sempre positive che hanno determinato una fusione ininterrotta di oltre 23 cm. Infine, dal 18 luglio 2022, è operativa una stazione meteorologica automatica, installata a 2620 m di quota su uno sperone roccioso in prossimità della fronte destra del ghiacciaio, frutto della collaborazione fra ARPA VDA e il Glacier-Lab del Politecnico di Torino. I parametri misurati (temperatura e umidità relativa dell'aria, pressione atmosferica, direzione e intensità del vento, radiazione globale e precipitazioni) sono impiegati per l'analisi della dinamica glaciale e come input di modelli di fusione glaciale, oltre a supportare la caratterizzazione idrogeologica dell'area.

Quota min. fronte: 2590 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
3 (df)	170°	257	251	-6

Operatore: Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI) -  
Controllo del 2022.09.12

Il ghiacciaio si presenta del tutto privo di neve residua e con una diffusa copertura detritica per circa il 70% della sua superficie. Questa copertura detritica interessa soprattutto la porzione più a monte del ghiacciaio, che prende origine dalla base del versante roccioso. La fascia detritica che, alla data del rilievo precedente (2019.09.12), dalle Aiguilles de l'Hermitte si estendeva fino al margine frontale, risulta tuttora presente. L'acqua di fusione, sia superficiale sia nelle cavità presenti tra i grossi blocchi di roccia, il detrito grossolano e il ghiaccio, è scarsa. La fronte si presenta irregolare nel suo andamento trasversale e nel suo spessore: per alcuni tratti essa risulta coperta dal detrito grossolano che, attraverso le ampie cavità, ne fa intravedere la presenza sotto di esso, per altri brevi tratti invece presenta una copertura detritica con uno spessore dell'ordine di qualche decimetro. Tenuto conto di questa situazione, risulta pertanto difficile stabilire con certezza la quota minima della fronte: si è dunque fatto riferimento alla quota minima della fronte cosiddetta visibile, che risulta essere a 2735 m (coord. N 45°42'11.1" E 6°50'40.2"). Si segnala che la quota minima della fronte glaciale indicata nella campagna 2019 risultava ubicata a 2745 m, cioè ad una quota superiore rispetto a quella attuale: questa apparente discrepanza è da attribuirsi allo scoprirsi di una porzione di fronte che nel 2019 risultava coperta di detrito. I rilievi fotografici sono stati eseguiti facendo riferimento al tradizionale punto stazione VT85 (quota 2724 m, coord. N 45°42'15.1" E 6°50'42.7"), materializzato da A. Viotti nel 1985 quando questo veniva utilizzato anche come punto segnale. Le misure effettuate dal punto segnale NC15 (quota 2734 m, coord. N 45°42'12.2" E 6°50'38.0"), prendendo come riferimento la direzione di quelle effettuate negli anni precedenti (200°), restituiscono un arretramento della fronte che da questo punto dista ora oltre 60 metri: nello specifico, la fronte è localizzata a 2751 m di quota (coord. N 45°42'10.2" E 6°50'37.0"). In relazione a quanto riportato in precedenza circa l'irregolarità della fronte, si è deciso di effettuare una seconda misurazione, utilizzando sempre il punto segnale NC15 ma facendo riferimento ad una seconda direzione di misura (180°): questa misurazione ha restituito una distanza della fronte da questo punto di 34.9 m, localizzata a 2741 m di quota e a coord. N 45°42'10.9" E 6°50'37.9". Per quanto riguarda l'innnevamento, si segnala che l'altezza media giornaliera di neve al suolo, osservata alla stazione meteorologica automatica di La Thuile La Grande Tête (2430 m s.l.m. e coord. 45°41'00.2" N - 6°54'57.6" E), gestita dal Centro Funzionale della Regione Autonoma Valle d'Aosta e calcolata per il periodo ottobre 2021 - maggio 2022 è risultata essere di 59 cm, con un

valore massimo giornaliero di 113 cm, osservato l'8 aprile: un innnevamento significativamente scarso, come rilevato su gran parte dell'arco alpino occidentale italiano, che ha contribuito in maniera significativa a rendere ancor più rapidi i processi di ritiro glaciale in atto. Hanno partecipato ai rilievi: Stefano Bellantonio (CNR-IRPI) e Irene Vercellino (UNITO, IRPI). Tutte le quote e le coordinate sono state acquisite mediante ricevitore GPS (accuratezza  $\pm 3$  m), le distanze invece sono state misurate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2735 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NC15 (sf)	200°	61.5	27.5 (2019)	-34
NC15 (sf)	180°	35	-	-

### 201 *Ghiacciaio Settentrionale di Arguerey*

Operatore: Guido Nigrelli (CNR-IRPI, CGI) -  
Controllo del 2022.09.12

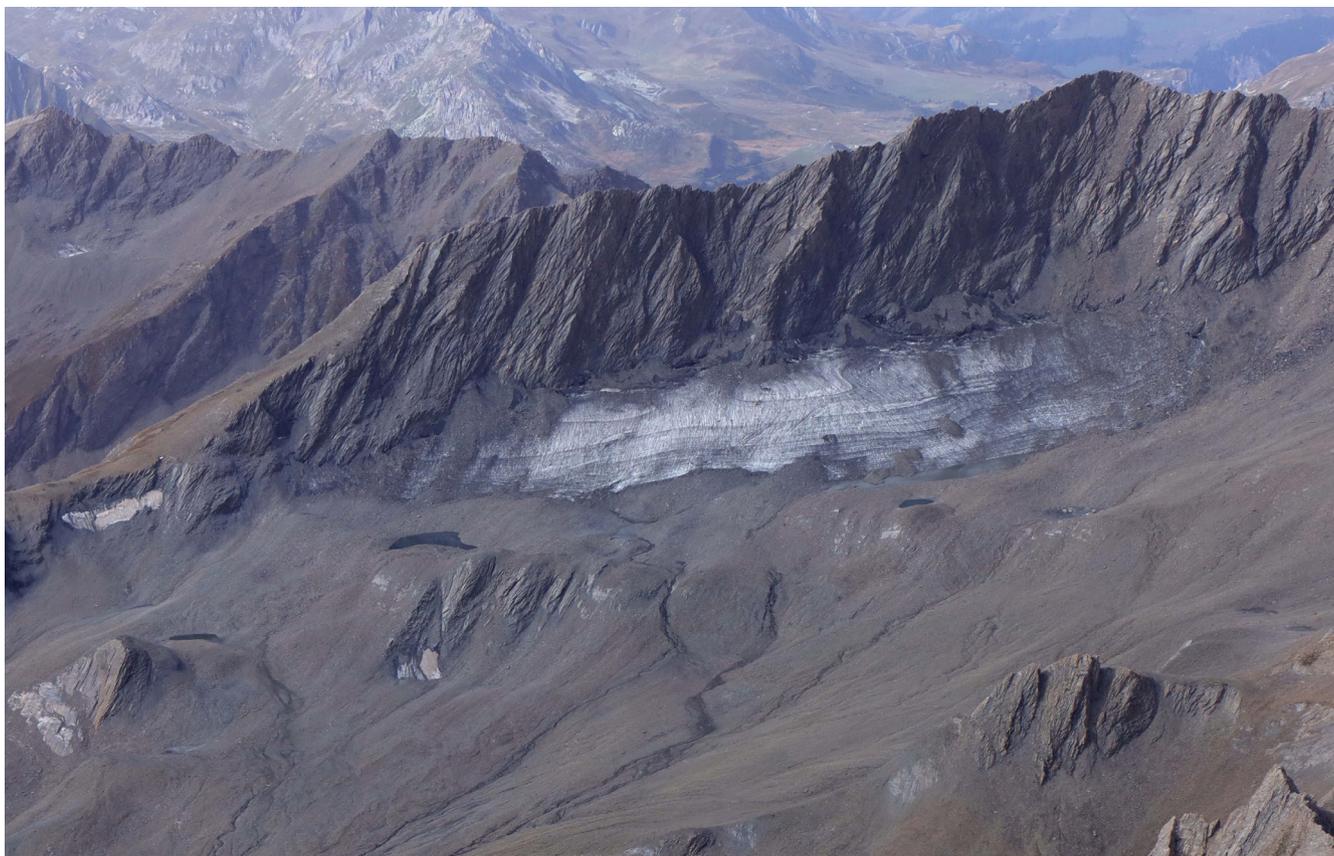
Ad una prima osservazione generale, il ghiacciaio si presenta del tutto privo di neve residua, con poca copertura detritica e con una abbondante presenza di acqua di fusione superficiale, anche sotto forma di piccoli torrenti epiglaciali (*bédière*). Le dimensioni di questo ghiacciaio si sono drasticamente ridotte rispetto al precedente controllo del 2020: l'arretramento della fronte glaciale è notevole e interessa tutto il suo sviluppo. La fronte si presenta irregolare nel suo andamento trasversale e nello spessore del ghiaccio: per alcuni tratti questa risulta coperta da detrito grossolano immerso in una matrice fine intrisa di acqua di fusione, per altri tratti invece è visibile e di spessore centimetrico. I rilievi fotografici sono stati eseguiti facendo riferimento al punto stazione 201-17 (quota 2701 m, coord. 45°42'24.5" N - 6°50'16.9" E), materializzato nel 2017 e da quell'anno sempre utilizzato come tale. Il punto segnale NCB15 (quota 2690 m, coord. 45°42'24.8" N - 6°50'13.3" E), utilizzato in occasione del controllo precedente dista circa 220 m dalla fronte glaciale, risultando quindi non più utilizzabile, anche a causa della presenza di un grosso sperone roccioso interposto fra i due punti. Nel settore occupato dalla fronte del ghiacciaio nel 2020 rimane una placca di ghiaccio di un centinaio di metri quadrati e spessore di qualche metro, completamente staccata dal corpo principale. Si è pertanto proceduto alla materializzazione di un nuovo punto segnale: NBV22 (quota 2734 m, coord. 45°42'19.7" N - 6°50'07.6" E) al fine di poter proseguire le misurazioni. La distanza planimetrica tra il punto segnale NCB15 e il punto segnale NBV22 è di 200 m, in direzione 218°.

In base ai punti segnale presenti, alle distanze reciproche ed a quelle con l'attuale fronte glaciale, è possibile quantificare un arretramento del ghiacciaio di circa 170 metri, rispetto all'ultimo controllo del 2020. Da segnalare che la quota minima della fronte (2690 m) risulta localizzata al margine inferiore di una lingua glaciale larga non più di qualche metro, posizionata nel settore del ghiacciaio in cui vi è il punto segnale NC17. A fronte di quanto riscontrato si può affermare che questa quota minima non rispecchia il reale posizionamento della fronte attiva di questo ghiacciaio, mediamente posizionata ad una quota di circa 2730 metri. La distanza tra il punto segnale NC17 (2696 m, coord. 45°42'23.1" N - 6°50'16.1" E) e la quota minima della fronte (2690 m, coord. 45°42'21.5" N - 6°50'15.1" E) è di 54 m, in direzione 206°. La distanza tra il punto in cui si colloca la quota minima della fronte e la quota media sopra riportata è di oltre 150 metri. Per quanto riguarda l'innevamento, fare riferimento ai dati riportati nella relazione del Ghiacciaio Meridionale di Arguerey. Hanno partecipato ai rilievi: Stefano Bellantonio (CNR-IRPI) e Irene Vercellino (UNITO, IRPI). Tutte le quote e le coordinate sono state

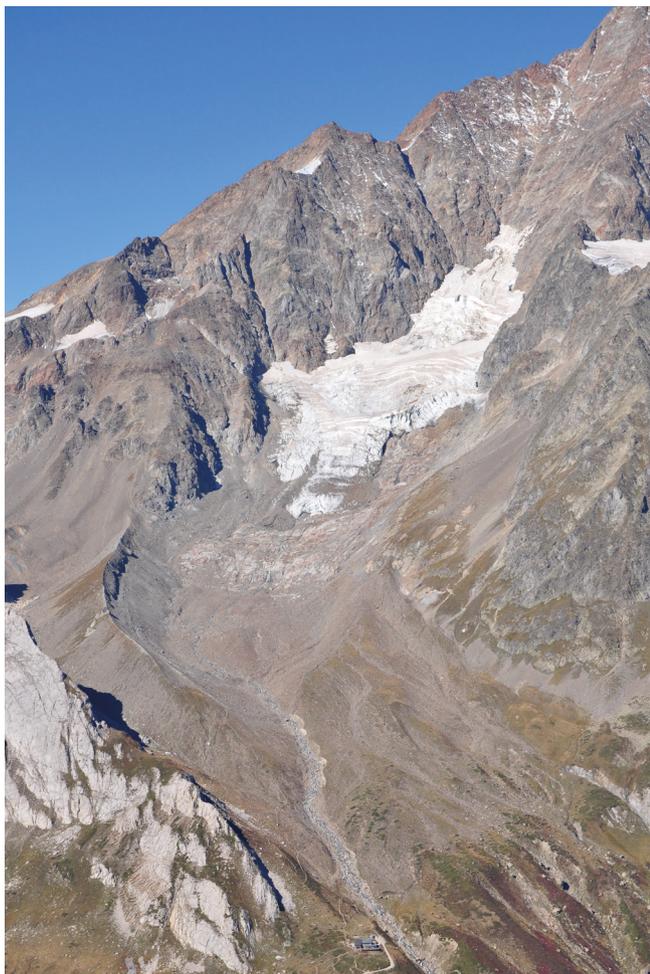
acquisite mediante ricevitore GPS (accuratezza  $\pm 3$  m), le distanze invece sono state misurate mediante rotella metrica.

Quota min. fronte: 2690 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
NC17 (cf)	206°	54	-	-
NBV22 (sf)	220°	19	-	-



203 - Ghiacciaio Settentrionale del Breuil (foto da aereo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). Abbandonato il ripiano ora costellato di laghetti, il ghiacciaio fascia con modesto spessore la base della dorsale Colle del Breuil - Punta Lechaud. *Settentrionale del Breuil Glacier (air photo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). The thin glacial mass, after having retreated from the terrace now dotted with small lakes, wraps the base of the Colle del Breuil - Punta Lechaud ridge.*



208 - Ghiacciaio d'Estellette (foto A. Fusinaz, 2022.09.22). Il ghiacciaio si sta ritirando nel settore intravallivo dopo aver abbandonato da una decina d'anni l'apparato morenico della PEG (per confronto vedi Baroni et al., 2014). *Estellette Glacier (photo A. Fusinaz, 2022.09.22). The glacier is retreating towards the head of the basin after abandoning the LIA moraines about ten years ago (for comparison see Baroni et al., 2014).*

### 209 Ghiacciaio di Lex Blanche

Operatori: Alberto Fusinaz e André Fusinaz (CGI) -  
Controllo del 2022.09.09

La neve residua è ancora presente solo nei settori alti del bacino di accumulo del ghiacciaio. Le finestre rocciose, già presenti lo scorso anno, risultano ampliate. Non si riscontrano significative variazioni della fronte rispetto allo scorso anno. Si segnala una riduzione della larghezza della colata dal Petit Mont Blanc. Risulta infine ancora evidente, alla confluenza tra la colata del P. Mont Blanc e l'Aiguille des Glacier, il detrito della frana del 2008.

Quota min. fronte: NM

Operatore: Walter Alberto (ARPA Piemonte, CGI) -  
Controllo del 2022.08.07

Il ghiacciaio è stato visitato più volte nel corso dell'estate 2022, permettendo di osservare e talora misurare importanti trasformazioni correlate all'estrema siccità e alle temperature elevate che hanno caratterizzato il 2022. L'inverno 2021/2022 è stato caratterizzato da scarso accumulo nevoso, come su tutte le Alpi, e da un inizio precoce dell'ablazione. Il lago del Miage, vuoto dal luglio 2021, si riempie nel corso del giugno 2022, raggiungendo il massimo invasato i primi giorni di luglio e culminando alla quota 2005 m s.l.m. circa, con una debole tracimazione verso est (com. pers. FMS). Considerando un invasato a quota 2004 m s.l.m., il lago presenta una lunghezza di oltre 300 m per una larghezza media di circa 100 m, una superficie di circa 32 000 m<sup>2</sup>, una profondità massima di circa 35 m, per un volume totale invasato di circa 400 000 m<sup>3</sup>. Nel corso della notte dell'11 luglio 2022 si verifica lo svuotamento improvviso del lago, producendo una rotta glaciale che si propaga all'interno dei condotti endoglaciali per circa 2 km, fino a fuoriuscire dalla fronte del lobo sud. L'espulsione di acqua in pressione ha prodotto l'apertura di quattro brecce: il flusso ha generato il collasso di parte della morena, lasciando un accumulo a grossi blocchi all'interno della breccia e producendo alcuni coni di accumulo di materiale detritico. Al fondo della piana è transitata un'onda di piena con un battente di almeno 1 m, attraverso una sezione di circa 12 m (com. pers. P. Deline). L'estate prosegue con un'intensa ablazione e fusione di gran parte della neve residua, preservata solo nelle parti alte del bacino. Lungo la lingua glaciale si intensifica la perdita di ghiaccio in corrispondenza degli *ice cliff*, rendendo la morfologia glaciale particolarmente articolata e caratterizzata da scarpate e piccoli bacini sopraglaciali. Il 07 agosto 2022 è stato eseguito un volo fotogrammetrico con elicottero dell'intera lingua glaciale: questo ha permesso la produzione di un'ortofoto e di un DEM di dettaglio. Il rilievo è stato possibile grazie alla copertura dei costi di elicottero da parte del Prof. Marco Giardino (Università di Torino), al supporto logistico del GeoSitLab diretto dal Dott. Luigi Perotti e al contributo volontario di numerosi appassionati che hanno aiutato nell'esecuzione delle misure a terra, e a cui va il mio personale ringraziamento (M. Giardino, A. Franchino, F. Parizia, P. Deline, M. Palomba, F. Venere, F. Tognetto, L. Perotti, L. Tedeschi Toschi, A. Sorletti). Il confronto dei modelli rilevati nel 2022 con quelli precedenti (intero bacino da Lidar VdA 2008, lobo N e lago rilevati con drone nel 2018, 2020, 2021) ha permesso la quantificazione dei processi di trasformazione della superficie glaciale e delle morene. In particolare, è stata quantificata una perdita di volume di ghiaccio della lingua glaciale pari a



215 - Ghiacciaio del Col de Miage (foto G. Celesia 1910 in Sacco, 1918; A. Franchino 2022.08.10). Il confronto evidenzia la sensibile contrazione di questo piccolo e ripido ghiacciaio sospeso sull'alto Ghiacciaio del Miage. *Col de Miage Glacier (photo G. Celesia 1910 in Sacco, 1918; A. Franchino 2022.08.10). The comparison highlights the significant contraction of this small and steep glacier hanging on the upper part of the Miage Glacier.*

$110 \times 10^6 \text{ m}^3$  tra il 2008 e il 2022. La quota della fronte attiva è stata identificata tramite confronto multitemporale 2021-2022 che ha permesso la distinzione tra aree soggette a flusso attivo, aree soggette a solo abbassamento della superficie e aree senza movimenti.

Quota min. fronte: 1790 m circa (Lobo N)

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

Operatore: André Fusinaz (CGI) -  
Controllo del 2022.09.12

Si segnala un ridotto ritiro della fronte che si accompagna ad una diminuzione di spessore. Il settore sinistro laterale, visibile durante il sopralluogo, presenta una forte riduzione della neve residua, al contatto con la parete, ed evidente copertura detritica.

*Integrazioni a cura di FMS (Luca Mondardini, Pietro Di Sopra, Fabrizio Troilo, Paolo Perret).* Dal confronto di immagini fotografiche e satellitari (ESA Sentinel-2), il ghiacciaio si presenta in gran parte privo di innevamento residuo recente, esponendo ampie aree di nevato e ghiaccio. Si rilevano piccoli crolli di ghiaccio nella parte di sinistra orografica della fronte, la quale risulta in posizione pressoché invariata rispetto all'anno precedente. Prosegue la tendenza all'assottigliamento del settore frontale.

Quota min. fronte: NM

#### 225 *Ghiacciaio di Planpincieux*

Operatori: Fabrizio Troilo, Paolo Perret (FMS),  
Nicolò Dematteis e Daniele Giordan (CNR-IRPI)

Continua il monitoraggio del lobo destro (Montitaz) del ghiacciaio attivo sin dal 2013 da parte di Fondazione Montagna Sicura e del CNR-IRPI di Torino. A causa delle quasi assenti precipitazioni invernali, la superficie del ghiacciaio risulta scoperta già in primavera e a maggio la velocità di scivolamento della porzione frontale del lobo di Montitaz fa registrare valori simili a quelli di estate inoltrata delle precedenti annate. Nel corso dell'anno è stata ultimata l'analisi dei dati di *ice penetrating radar* del 2020, che dimostra la relazione tra una serie di discontinuità del substrato roccioso e la posizione dei principali crepacci (Dematteis *et al.*, 2022). Si segnala la presenza di un glacionevato alla quota di 2000-2100 m, alimentato dai crolli di ghiaccio del lobo di Montitaz. La quota della fronte risulta invariata. Nel 2022 sono stati effettuati 16 rilievi della topografia del lobo frontale destro del ghiacciaio, al fine di individuare e determinare in maniera quantitativa le modifiche morfologiche della zona attenzionata. I rilievi fotogrammetrici sono stati effettuati tramite l'utilizzo di una macchina fotografica gestita dall'operatore a bordo di elicottero oppure da drone: la sequenza di immagini raccolta è stata elaborata per generare dati del terreno in tre dimensioni. Grazie al continuo monitoraggio tramite radar interferometrico è stato possibile calcolare lo spostamento cumulato annuo dei due rami frontali dell'apparato glaciale. Sul ramo Margueraz, in sinistra orografica, si registra uno spostamento

medio di 53.2 metri/anno, mentre sul ramo Montitaz, in destra orografica, lo spostamento medio è pari a 99.5 metri/anno. Per quanto riguarda il Report di Allertamento sintetico del Ghiacciaio di Planpincieux, (procedura redatta a partire dal 2021 e trasmessa alla Struttura Assetto idrogeologico dei bacini montani della Regione Autonoma Valle d'Aosta e al Comune di Courmayeur) il Livello di Rischio (Basso, Medio, Elevato) durante l'anno 2022, è stato: per il 53% Basso, per il 36% Medio e per l'11% Elevato, con un incremento del 3% di rischio Elevato rispetto all'anno precedente. Hanno collaborato: L. Mondardini e S. Gottardelli (FMS).

Quota min. fronte: 2641 m (T, lobo destro)

### 226 Ghiacciaio delle Grandes Jorasses

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

Durante il 2022 è proseguito il monitoraggio del Seracco Whympfer mediante i sistemi topografico, fotografico e radar, registrando un buon grado di correlazione dei dati dei tre sistemi relativamente alle velocità di spostamento del seracco stesso. L'installazione di nuovi prismi riflettenti sulla sua superficie ha permesso di mantenere in funzione tutti e 5 i punti misura del sistema topografico. Sette sono stati i crolli registrati durante l'anno: il primo nella notte tra l'1 e il 2 marzo di circa 8500 m<sup>3</sup>, seguito da quelli del 18 aprile (2500 m<sup>3</sup>), del 19 maggio e 6 giugno (per un totale di 15 000 m<sup>3</sup>), del 25 luglio (1500 m<sup>3</sup>), del 30 ottobre e 2 novembre (per un totale di 9500 m<sup>3</sup>) ed infine del 3 novembre (4000 m<sup>3</sup>). Fatta eccezione per i periodi di accelerazione pre-crollo, le velocità di spostamento del seracco si sono mantenute stabili intorno ai 2-6 cm/giorno, dato confermato da tutti i sistemi di monitoraggio attivi. Hanno collaborato: P. Perret e S. Gottardelli (FMS). Il 16 agosto l'operatore A. Fusinaz ha documentato un crollo di roccia sotto la calotta sommitale delle Grandes Jorasses.

Quota min. fronte: NM

### 227 Ghiacciaio di Prà Sec

Operatori: Fabrizio Troilo, Luca Mondardini e Paolo Perret (FMS) - Controllo del 2022.07.26

Attraverso l'analisi di immagini da fotocamera *time-lapse* ed acquisizioni satellitari, con processamento di mappe di spostamento (DIC) e *Structure from Motion* (SfM) è stata misurata un'anomalia nelle velocità di spostamento della massa glaciale, con accelerazioni estremamente anomale. I valori di velocità estiva sono stati fino a 10 volte superiori alle velocità di base invernali/primave-



226 - Ghiacciaio delle Grandes Jorasses (foto A. Fusinaz 2022.08.16). Ripresa in diretta di un crollo di roccia in caduta sul ramo orientale del ghiacciaio. *Grandes Jorasses Glacier* (photo A. Fusinaz 2022.08.16). *Live footage of a rock collapse falling on the eastern branch of the glacier.*

rili. Una dinamica di questo tipo su un ghiacciaio alpino di versante può innescare una destabilizzazione di grandi dimensioni con conseguente valanga di ghiaccio che può potenzialmente raggiungere il fondovalle. Le stime volumetriche di crollo e le successive simulazioni di propagazione indicano un raggiungimento del fondovalle a partire dalla destabilizzazione di una porzione di ghiacciaio dell'ordine dei 100 000-300 000 m<sup>3</sup>. La situazione necessita di ulteriori approfondimenti e l'inizio di un'acquisizione sistematica di dati. Nel 2022, la fronte si presenta in posizione invariata rispetto all'anno precedente. Al momento del controllo sono presenti piccoli accumuli di crolli di ghiaccio antistanti la fronte. Hanno collaborato: P. Di Sopra e S. Gottardelli (FMS).

Quota min. fronte: 2540 m

### 232 Ghiacciaio Orientale di Gruetta

Operatore: Gianluigi Gadin (CGI) - Controllo del 2022.09.18

In alcune parti del ghiacciaio permane un certo innevamento residuo caratterizzato dalla presenza di sabbia

233 - Ghiacciaio di Punta Bosio (foto A. Franchino 2022.09.01). Piccolo ghiacciaio di circo, crepacciato con fronte appiattita. Mai misurato (vedi Catasto Ghiacciai Italiani, CGI-CNR, 1961, p. 200). *Punta Bosio Glacier (photo A. Franchino 2022.09.01). Small cirque glacier, crevassed with flattened front. Never measured (see the Italian Glacier Inventory, CGI-CNR, 1961, p. 200).*



234 - Ghiacciaio del Triolet (foto J.P. Gadin da staz. fotogr. F2, 2022.09.11). Fino a metà degli Anni 1930 era uno dei maggiori ghiacciai vallivi del versante meridionale del Monte Bianco. È attualmente smembrato in più unità ospitate in circhi dell'alto bacino (per confronto vedi Armando *et al.*, 2001). *Triolet Glacier (photo J.P. Gadin from photographic station F2, 2022.09.11). Until the mid-1930s it was one of the largest valley glaciers on the southern flank of Mont Blanc. It is currently divided into several units hosted in glacial cirques at the head of the basin (for comparison see Armando *et al.*, 2001).*

del Sahara. La parte inferiore del ghiacciaio, alimentata da blocchi di ghiaccio che si staccano dall'alto, è ancora parzialmente unita a quella superiore anche se gli affioramenti rocciosi tra le due parti sono aumentati. La fronte si è ulteriormente assottigliata ed è solcata da *bédière*. Il minuscolo lago proglaciale si è prosciugato.

*Integrazioni a cura di Luca Mondardini, Fabrizio Troilo, Paolo Perret, Pietro di Sopra (FMS).* Al controllo fotografico di fine luglio, il ghiacciaio appare scarsamente coperto da innevamento recente. Dalla verifica di fine ottobre (acquisizione satellitare Planet-Skysat), il ghiacciaio si presenta privo di innevamento residuo. La continuità del corpo glaciale è interrotta da due affioramenti rocciosi, che risultano sempre più estesi. Quello di monte è situato a circa 3000 m di quota; quello più a valle, a circa 2800 m s.l.m., raggiunge ormai la linea mediana della lingua glaciale, determinando la formazione di una seraccata centrale. La copertura detritica del ghiacciaio risulta in aumento, in particolare alla fronte.

Quota min. fronte: 2655 m

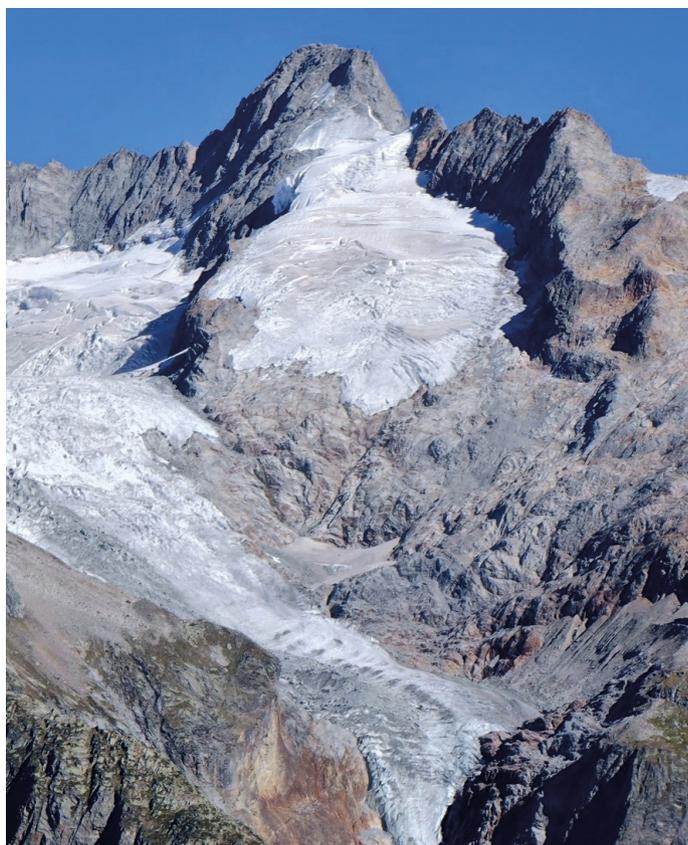
Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
P2 2011	285°	81	48.5	-32.5

### 235 Ghiacciaio di Pré de Bar

Operatore: Alberto Fusinaz (CGI) -  
Controllo del 2022.08.23

Ulteriore lieve ritiro e restringimento della colata. Aumento della neve residua in alto. Sempre detrito superficiale in corrispondenza della rottura di pendenza della colata. Presenza di polveri nella parte sottostante il M. Dolent. Si accentua la separazione tra il corpo che scende dalla cresta tra il M. Dolent e il M. Grapillon, e il Pré de Bar vero e proprio.

Quota min. fronte: NM



235 - Ghiacciaio di Pré de Bar (foto Bottega d'Arte - Courmayeur, ante 1931; J.P. Gadin dal Mont de la Belle Combe, 2022.09.11). Il ghiacciaio, dopo aver perduto in questo ultimo decennio la sua celebre lingua valliva, si sta ritirando nell'alto bacino con un'evidente contrazione volumetrica. *Pré de Bar Glacier* (photo Bottega d'Arte - Courmayeur, before 1931; J.P. Gadin from Mont de la Belle Combe, 2022.09.11). *The glacier, after having lost its famous valley tongue in the last decade, is retreating into the upper basin with an evident volumetric reduction.*



255 - Ghiacciaio Settentrionale di Oren (foto F. Pollicini 2022.07.02). Il ghiacciaio ha perso la sua caratteristica forma arcuata e si è ritirato su un gradino roccioso alla base della dorsale La Sengla - Becca d'Oren (vedi Catasto Ghiacciai Italiani, CGI-CNR, 1961, p. 222). In secondo piano l'alto bacino glaciale di Otemma (CH). *Settentrionale di Oren Glacier (photo F. Pollicini 2022.07.02). The glacier has lost its characteristic arched shape and has retreated onto a rocky step at the base of the La Sengla - Becca d'Oren ridge (see the Italian Glacier Inventory, CGI-CNR, 1961, p. 222). In the background the high glacial basin of Otemma (CH).*

## ALPI PENNINE

### *Gruppi Grandes Murailles - Petites Murailles - Dent d'Hérens - Cervino*

#### 259 *Ghiacciaio di Tza de Tzan*

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -  
Controllo del 2022.08.13

Rispetto al 2021, il ghiacciaio si presenta con un'ulteriore diminuzione in volume. Il muro di ghiaccio, presente al di sopra del salto roccioso, si è praticamente dimezzato rispetto a dieci anni fa e il salto roccioso è occupato dalla lingua glaciale solo sulla destra orografica, mentre tutta la restante area centrale e sinistra è completamente libera dal ghiaccio. Dalla falesia di ghiaccio si generano due torrenti che precipitano in un avvallamento naturale del versante roccioso a quota 2850 m circa. Tale avvallamento, che negli ultimi dieci anni è stato occupato da ghiaccio morto, oggi raccoglie l'acqua di fusione portata dai due torrenti, creando un lago le cui acque defluiscono grazie ad un intaglio naturale della roccia. Questo nuovo lago, ancora circonda-

to da ghiaccio morto coperto di detrito, è visibile oltrepassando il Rifugio Aosta e proseguendo lungo il sentiero che sale al Col della Division. Nel bacino d'accumulo del ghiacciaio è presente un accumulo detritico sopragliaciale che si sviluppa dalla base del Dents des Bouquetins verso sud, congiungendosi alle due morene galleggianti che si spingono fino all'estremità frontale del lobo adagiato sul salto roccioso. Questo accumulo detritico deriva probabilmente da una grande frana caduta dalla parete est del Dents des Bouquetins nel settembre del 2019. Dall'osservazione delle immagini Sentinel 2, l'evento pare collocarsi tra il 4 e il 9 settembre 2019. La trasfuga del ghiacciaio svizzero del Mont Miné verso il Ghiacciaio di Tza de Tzan, attraverso il Col des Bouquetins, si è notevolmente ridotta, infatti già dall'inizio del XXI secolo i due ghiacciai non sono più collegati fra di loro, se non per alcuni nevai, quest'anno assenti a causa della siccità prolungata e delle temperature elevate. In conclusione, delle tre lingue segnalate nel 2019, oggi ne è presente solo una, cioè quella che raggiunge la quota più bassa e si sviluppa nell'area meno verticale del salto roccioso. Rispetto allo scorso anno, la fronte si è ridotta visi-

bilmente. Durante l'escursione si è assistito ad un crollo di ghiaccio dalla fronte.

Quota min. fronte: NM

### 260 Ghiacciaio des Grandes Murailles

Operatori: Marco Tesoro e Laura Villa Vercella (CGI) -  
Controllo del 2022.08.13

Il confronto fotografico con le riprese degli anni precedenti evidenzia un assottigliamento della fronte.

Quota min. fronte: NM

### 261 Ghiacciaio des Petites Murailles

Operatori: Laura Villa Vercella e Marco Tesoro (CGI) -  
Controllo del 2022.09.11

Il ghiacciaio ha perso quasi metà del volume dalla precedente osservazione avvenuta nel 2009. La fronte, invece, risulta arretrata di soli 20 metri, probabilmente perché si tratta di una stretta e sottile lingua incassata fra due dossi rocciosi, completamente ricoperta di detrito medio e fine. In questo caso quindi, la sola variazione frontale non è sufficiente per descrivere la reale perdita complessiva del ghiacciaio. Il ghiacciaio è completamente sgombro di neve residua e sulla metà centro-sinistra orografica è ricoperto da detrito caduto dalle pareti delle Petites Murailles. Nelle varie piccole conche rocciose presenti fra la fronte e la morena frontale si annidano una decina di pozze d'acqua. È stato istituito il nuovo segnale MT22 su un masso bianco di silicati posto sulla sinistra della fronte, i cui riferimenti sono: quota 3060 m; coordinate geografiche: N 45°55'43", E 07°34'47" (da GPS Garmin GPSMAP 62s con accuratezza di 4 m, Datum WGS84); coordinate piane - foglio Prarayser: UTM 32TLR 89xx 87xx; direzione di misura: 90°.

Quota min. fronte: 3060 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CB (cf)	90°	134	114 (2009)	-20
MT22	90°	0	-	-

### 262 Ghiacciaio des Dames

Operatori: Laura Villa Vercella e Marco Tesoro (CGI) -  
Controllo del 2022.09.11

La porzione di ghiacciaio che nel 2016 costituiva la fronte coperta da detrito, risulta ora separata dal corpo principale e si presenta come ghiaccio nero morto, localizzato al di sotto del salto roccioso in sinistra orografica. La fronte

attiva è caratterizzata da ghiaccio bianco che era già stato individuato in direzione 115°N e che oggi si trova 25 m più in alto e 70 m più distante dal segnale di misura rispetto al 2016. Il ghiacciaio presenta varie evidenze di collasso lungo il fianco destro nella sua porzione a più alta quota. Su tutto il ghiacciaio è presente del detrito sparso di varie dimensioni. Il collegamento con il Ghiacciaio del Mont Blanc du Créton è scomparso dal 2021.

Quota min. fronte: 2840 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
LV99	115°	300	230 (2016)	-70

### 263 Ghiacciaio del Mont Blanc du Créton

Operatori: Laura Villa Vercella e Marco Tesoro (CGI) -  
Controllo del 2022.09.11

Per la prima volta è possibile redigere una relazione singolarmente per questo ghiacciaio, in quanto in passato è sempre stato collegato al sottostante Ghiacciaio des Dames. Nel 2021 è scomparso il collegamento fra i due ghiacciai e da quest'anno sono nettamente divisi. La fronte è pensile: pertanto non è stato possibile misurarne la quota, ma viene stimata ad una quota paragonabile a quella del segnale CB (cf) da cui è stata fotografata, ossia 3020 m.

Quota min. fronte: NM

### 272 Ghiacciaio di Roisetta

Operatore: Michele Motta (UniTO) -  
Controllo del 2022.08.04

Sono presenti chiazze di neve residua limitate alla parte alta del ghiacciaio. La ELA è stimata, solo per il settore destro orografico, a circa 3000 m s.l.m. (C). Questo settore, a ridosso della parete N della Punta di Cian, appare più o meno come nel 2017: crepacciatura scarsa e fronte molto sottile. La porzione del ghiacciaio sopra descritta è l'unica con vera e propria dinamica glaciale ed è apparentemente separata dai coni di ghiaccio allo sbocco dei principali canali sottostanti, parzialmente ricoperti da detrito, e dai corpi di ghiaccio morto più a valle, riconoscibili grazie al colore più scuro del detrito rispetto a quello privo di ghiaccio.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B04 (sf)	230°	11	11 (2020)	0

277 *Ghiacciaio di Château des Dames*

Operatore: Michele Motta (UniTO) -  
Controllo del 2022.08.28

Il ghiacciaio si è estinto. Resistono residue piccole masse di ghiaccio coperto di detrito, ma disgiunte e di dimensioni insignificanti. Neve fresca assente; neve residua solo nell'immediata prossimità del Col des Dames. Nel canale sotto al colle e sul versante dello Château des Dames sovrastante l'area del ghiacciaio sono presenti due importanti crolli avvenuti dopo l'ultimo sopralluogo nel 2018, probabilmente legati alla scomparsa del ghiaccio.

Quota min. fronte: NM

278 *Ghiacciaio di Vofrede*

Operatore: Michele Motta (UniTO) -  
Controllo del 2022.08.28

Assenza di neve residua o fresca, ELA sopra alla quota massima del ghiacciaio. Il ghiacciaio si è smembrato in 5 corpi minori, di cui solo il più grande è considerabile ancora un corpo glaciale (sebbene tutto al di sotto dell'ELA), esteso fra 3100 e 2920 m s.l.m. (C). È un corpo di ghiaccio visibilmente stratificato, non crepacciato, con scarsa copertura morenica, e visibilmente sottile.

Quota min. fronte: NM

281 *Ghiacciaio di Mont Tabel*

Operatore: Marco Giorcelli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.20

La parte pensile del ghiacciaio si presenta particolarmente grigia, soprattutto la lingua destra che appare altresì fortemente ridotta nello spessore.

Quota min. fronte: NM

284 *Ghiacciaio di Tyndall*

Operatore: Marco Giorcelli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.20

Rispetto allo scorso anno il ghiacciaio e il bacino sottostante sono sgombri da neve residua, a testimonianza della scarsità di precipitazioni nevose nell'inverno precedente. Sono visibili tracce di neve recente sulla parete del Cervino.

Quota min. fronte: NM

285 *Ghiacciaio del Cervino*

Operatore: Marco Giorcelli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.20

Alla data del rilievo fotografico il ghiacciaio risulta completamente sgombro da neve residua, a testimonianza della scarsità di precipitazioni nevose nell'inverno precedente. Sono visibili tracce di neve recente sulla parete del Cervino.

Quota min. fronte: NM

289 *Ghiacciaio di Valtournenche*

Operatore: Marco Giorcelli (CGI) -  
Controllo del 2022.08.20

Il ghiacciaio si presenta completamente sgombro di neve residua, inclusa buona parte del bacino di alimentazione in quota, determinando la chiusura degli impianti sciistici, evento mai verificatosi in questo periodo dell'anno. Al di sopra del primo segnale, sotto la parete rocciosa della Gobba di Rollin, era presente un accumulo di neve (ordine di grandezza 15 000 m<sup>3</sup>) creato artificialmente e coperto da teli bianchi, in preparazione di una gara sciistica pianificata in autunno. Il confronto fotografico mostra l'assottigliamento del ghiaccio e i rilievi un parziale arretramento. La fronte è completamente sgombra di neve e ricoperta di detriti, con marcati ruscellamenti; al posto dell'accumulo di



289 - Ghiacciaio di Valtournenche (foto M. Giorcelli da MG20B, 2022.08.20). La fronte, appiattita, è solcata da un elevato numero di rigole che alimentano in parte un laghetto proglaciale. *Valtournenche Glacier* (photo M. Giorcelli from MG20B, 2022.08.20). *The flattened front is cut by numerous rivulets which partly feed a proglacial lake.*

304 - Ghiacciaio del Lys (foto da aereo D. Cat Berro SMI 2022.09.13). Ben evidente il lago che si è progressivamente sostituito alla chilometrica lingua valliva ("plateau"), dopo la cesura con il bacino alimentatore (metà anni 2000). *Lys Glacier (air photo D. Cat Berro, SMI, 2022.09.13). The lake which progressively replaced the kilometric valley tongue ("plateau") after separation from the accumulation basin (mid-2000s) is clearly visible.*



neve in sinistra si è formato un laghetto. Lungo il margine destro del ghiacciaio, quella che negli anni passati appariva come un'isola rocciosa si mostra ora come un'area completamente sgombra di ghiaccio e neve.

Quota min. fronte: 3100 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
'20 MG (sf)	0°	12	0	-12
MG '20 B (cf)	110°	25	12	-13
MG '20 C (df)	110°	40	40	0

### Gruppo Monte Rosa

#### 297 Ghiacciaio Grande di Verra

Operatori: Mauro Palomba e Maura Giuliano (CGI) - Controllo del 2022.10.16

La lingua, nella sua porzione frontale, appare completamente priva di neve residua e mostra evidenti segni dell'intensa fusione occorsa durante la stagione estiva, con *bédière* sempre più profonde e segni di collasso di porzioni della fronte. È evidente la sempre maggiore copertura detritica del settore destro. Il regresso frontale risulta il più elevato da quando viene misurata la fronte dall'attuale segnale di misura (2017) e appare evidente anche la riduzione di spessore del ghiaccio. Nonostante la stagione avanzata, è ancora presente una sensibile fusione glaciale nella zona frontale.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C4 (cf)	332°	77	52	-25

#### 306 Ghiacciaio d'Indren

Operatori: Paolo Piccini, Emil Squinobal e Tito Princisvalle (CGI) - Controllo del 2022.08.20

Il ghiacciaio presenta il maggior regresso lineare degli ultimi 20 anni. Si segnala il disfacimento della fronte occidentale, recentemente emersa a monte del laghetto Mon-terin. Risulta inoltre imminente il distacco di una vasta porzione di ghiaccio al di sotto del cambio di pendenza di quota 3200 m. È evidente il ridimensionamento del ghiacciaio a tutte le quote, con emersione del substrato a quota 3500 m, che limita la trasfluenza della colata ad ovest del seracco di quota 3700 m. Innevamento residuo scarso a quote superiori ai 3800 m; residui di valanga assenti all'epoca del rilievo fotografico effettuato nel mese di settembre.

Quota min. fronte: 3095 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MW21 (cf)	360°	78	38	-40



306 - Ghiacciaio d'Indren (foto P. Piccini 2022.09.20). Ghiacciaio in rapido, marcato disfacimento. Fortemente ridotta la copertura glaciale del versante meridionale della Piramide Vincent (per confronto vedi Armando *et al.*, 2005). *Indren Glacier* (photo P. Piccini 2022.09.20). *The glacier is undergoing rapid and marked downwasting. The glacial cover of the southern flank of the Pyramid Vincent is greatly reduced (for comparison see Armando et al., 2005).*

Bacino: SESIA - PO

### 311 *Ghiacciaio di Bors*

Operatori: Paolo Piccini e Tito Princisvalle (CGI) -  
Controllo del 2022.08.20

Non si segnalano particolari evoluzioni nella morfologia del ghiacciaio, pur con accelerazione del ridimensionamento generalizzato a tutte le quote. Crepacciatura ormai assente sul lato occidentale ed in ampliamento nella zona centrale di maggior spessore e movimento gravitativo. Il rilievo è stato svolto dopo una recente nevicata avvenuta nel corso del mese di agosto, che ha mascherato parzialmente l'impatto della torrida estate 2022.

Quota min. fronte: 3195 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PT20 (cf)	360°	27	16	-11

### 312 *Ghiacciaio delle Piode*

Operatori: Paolo Piccini, Tito Princisvalle (CGI) e  
Cristina Viani (UniTO) - Controllo del 2022.09.13

Prosegue il forte regresso della caratteristica seraccata del ramo orientale, oggetto di misurazione, con aumento di copertura detritica alle quote inferiori ai 3000 metri ed evidente perdita di potenza. Si presume una crescente instabilità di questa zona, per mancanza di sostegno al piede. Si

evidenzia l'assenza di innevamento residuo esterno al perimetro glaciale e la scarsa visibilità del glacionevato Parrot. La quota minima della fronte non è stata rilevata causa crolli.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
P14 (sf)	312°	189	176	-13

### 314-315 *Ghiacciaio Sesia - Vigne*

Operatori: Paolo Piccini, Tito Princisvalle (CGI) e  
Cristina Viani (UniTO) - Controllo del 2022.09.13

Si segnala un forte regresso della fronte comune delle due colate di Sesia e Vigne, che si riuniscono ai piedi della Punta Gnifetti. Questo falsopiano da cui si origina il fiume Sesia è ancora parzialmente glacializzato, ma privo di consistente alimentazione e disarticolato in alcune sue parti. Il regresso annuale è il più elevato dalla ripresa delle misure nel 1996. Si segnala la possibile instabilità di entrambe le due ripide colate a seguito della fusione del "piede" glaciale che al momento ancora le sostiene.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
TP18	352°	177	118	-59

### 317 Ghiacciaio di Flua

Operatore: Cristina Viani (UniTO) -  
Controllo del 2022.09.17

Se fino al 2021 dal rilievo fotografico i bacini di Flua risultavano ancora occupati da piccoli corpi di ghiaccio, nel 2022 si rileva la totale assenza ghiaccio e di neve: si segnala quindi la totale scomparsa dei glacionevati di Flua. L'ultima descrizione del ghiacciaio è contenuta all'interno della campagna del 1988.

Bacino: TOCE - TICINO - PO

*Gruppo Monte Rosa*

### 325 Ghiacciaio del Belvedere

Operatori: Andrea Tamburini (IMAGEO) e  
Salvatore Versaci (CGI) - Controllo del 2022.10.05

Rilievi effettuati in data: 2022.05.10 (riprese fotografiche della fronte da A. Roffestaffel e Hinderbalmo), 2022.08.14 (misura sporgenza paline), 2022.09.17 (campagna fotografica), 2022.10.05 (misura posizione e sporgenza paline, installazione di una nuova palina al lobo sinistro e misura frontale). Nel sopralluogo del 10/5 si osserva la sostanziale assenza di acqua in uscita dalla fronte del lobo sinistro: dall'analisi delle foto scattate dalla camera fissa installata dal Politecnico di Milano a questa fronte, si osserva che il flusso diventa visivamente apprezzabile a partire dal 15/5. Sempre dall'esame delle immagini acquisite giornalmente dalla camera fissa si sono osservati due crolli di ghiaccio dalla volta della bocca glaciale, rispettivamente il 22/5 ed il 31/5. Il 10/6 Tania Bettineschi (gestore Rifugio Zamboni-Zappa) osserva una fuoriuscita d'acqua dal fianco interno della morena sinistra del lobo destro, a valle dell'attraversamento del sentiero, probabilmente imputabile alla fusione del ghiaccio ancora presente all'interno della morena stessa. Altre evidenze di fenomeni analoghi sono visibili più a monte nelle riprese effettuate lo stesso giorno. Come lo scorso anno, si sono formati ristagni d'acqua lungo il margine destro del ghiacciaio all'altezza della breccia Pisati e alcuni laghi sopraglaciali più a monte, in posizione più centrale alla lingua glaciale. Continuano ad evolvere i franamenti che interessano le morene della PEG nel tratto a monte della Cappella Pisati (morena destra) e al fianco esterno sinistro della morena che separa i due lobi glaciali alla biforcazione (morena Miravalle). Il "Sentiero Naturalistico" che attraversa il lobo sinistro e risale all'Alpe Fillar da quest'anno aggira la biforcazione a monte della stessa, non essendo più possibile scendere lungo il ripido fianco interno della morena destra del lobo sinistro. Si segnala inoltre che, dal confronto tra riprese fotogrammetriche multi-temporali da drone effettuate dal Politecnico di Mi-

lano nell'ambito della Summer School che viene svolta da alcuni anni sul ghiacciaio, si è notata una ripresa dei movimenti del tratto di morena destra ribassato anteriormente al 1889 circa in corrispondenza della curva che quest'ultima descrive a monte della biforcazione. Ciò è probabilmente legato alla mancanza di sostegno da parte del ghiacciaio, che sta progressivamente riducendosi di spessore e volume. L'erosione della morena delle Locce in corrispondenza del tubo di scarico delle acque del lago è rimasta sostanzialmente invariata rispetto allo scorso anno. La rete di paline ablatometriche attualmente operativa 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. La palina del lobo sinistro, è stata rimpiazzata il 5/10 mantenendo la medesima posizione degli anni precedenti. I valori puntuali di ablazione sono generalmente superiori a quelli della scorsa stagione e ammontano rispettivamente a 368 cm/anno (Pisati), 336 cm/anno (lobo destro) e 284 cm/anno (lobo sinistro). La velocità di spostamento superficiale misurata con GNSS in corrispondenza della palina del lobo destro è pari a circa 1.6 m/anno, quella del lobo sinistro è di circa 3.9 m/anno, mentre al centro del ghiacciaio, in corrispondenza della Cappella Pisati, si misurano circa 19.1 m/anno. La velocità è generalmente in diminuzione, pur mantenendo valori decisamente più elevati all'altezza della Cappella Pisati. La misura della distanza della fronte è stata eseguita in data 5/10 mediante utilizzo di un distanziometro laser LTI Truepulse 360 (precisione nominale  $\pm 1$  m), il medesimo strumento impiegato negli anni precedenti. La quota della fronte è rimasta invariata.

Quota min. fronte: 1840 m (GPS)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
S 2018	281°	217.5	203	-14.5

## ALPI LEPONTINE

### 337 Ghiacciaio del Leone

Operatore: Luca Paro (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.09.11

Il ghiacciaio era in passato alimentato da un'effluenza dell'esteso corpo glaciale Chaltwassergletscher, che si estende sul versante occidentale del M. Leone, in gran parte in territorio svizzero. Dal Chaltwassergletscher si diparte una lingua in direzione NE che supera gli spalti rocciosi della zona di cresta e che fino a qualche anno fa alimentava il corpo principale del ghiacciaio. Attualmente, la lingua è prevalentemente confinata a quota 3000 m circa, a monte del brusco cambio di pendenza che segna la

transizione del pendio nell'alto bacino del Leone. In questo tratto ripido, fino al 2020 era presente la fronte della lingua, priva di seracchi ma caratterizzata da crepacci trasversali, ora appiattita sulle rocce. Poco a valle, a ridosso della parete settentrionale del M. Leone, nel settore più protetto dai raggi solari diretti, resiste una piccola massa glaciale, estesa poche centinaia di metri e la cui fronte non supera i 2700 m di quota. La superficie del ghiacciaio presenta numerosi crepacci che rendono la superficie glaciale assai irregolare.

*Integrazione a cura di Irene Bollati (Università La Statale di Milano).* Un rilievo con drone realizzato in occasione di una campagna naturalistica ha evidenziato come la maestosa cerchia morenica PEG, che ospitava fino agli anni '50 la porzione frontale del ghiacciaio, sia oggi occupata da un corpo detritico con ghiaccio (ben visibile a tratti sotto la copertura detritica), che negli ultimi anni si è completamente sgonfiato, lasciando spazio alla formazione di un lago.

Quota min. fronte: NM

### 338 *Ghiacciaio di Aurona*

Operatore: Luca Paro (ARPA Piemonte) -  
Controllo del 2022.09.11

Il ghiacciaio è collegato geneticamente alle propaggini settentrionali dell'esteso corpo glaciale Chaltwassergletscher presente sul versante occidentale del M. Leone, in gran parte in territorio svizzero, di cui rappresenta la trasfluenza verso nord. Il Ghiacciaio d'Aurona propriamente detto occupava il settore che dalla Bocchetta d'Aurona (2770 m di quota) scendeva con una lingua ben definita, di cui resta l'edificio morenico esteso fino a quota 2200 m circa. Dell'originario ghiacciaio rimangono dei resti a ridosso della bastionata rocciosa: una placca di glacionevato e un probabile ammasso residuo al di sotto del deposito glaciale di ablazione. La parte soprastante del ghiacciaio, diffidente dal Chaltwassergletscher, risulta notevolmente ridotta, appiattita e completamente confinata al di sopra degli spalti rocciosi, apparentemente non più in grado di alimentare il sottostante corpo glaciale. Il ghiacciaio era stato visitato in precedenza nel 2013.

Quota min. fronte: NM

### 354 *Ghiacciaio dei Gemelli di Ban*

Operatore: Raffaella Ossola (CGI) -  
Controllo del 2022.08.28

Per questo piccolo ghiacciaio vengono effettuati solo controlli fotografici. Alla fine del mese di agosto non è più presente neve residua. Il corpo glaciale è inoltre sempre più piccolo, prossimo all'estinzione. La fronte è stimata attestarsi a quota 2700 m circa.

*Integrazione a cura di Luca Paro e Walter Alberto (ARPA Piemonte).* Ai fianchi della cresta che collega i Gemelli di Ban (2946 m) e Punta del Ghiacciaio di Ban (2975 m) rimangono piccole placche di ghiaccio sotto forma di glacionevato. Non si esclude che altro ghiaccio residuo persista sotto la potente ed instabile coltre detritica che ricopre il versante, anche se risulta poco probabile. La Bing Satellite Map, ripresa a inizio settembre 2022, mostra i versanti privi di neve residua, mentre una leggera spruzzata di neve tardo-estiva evidenzia la presenza delle placche di glacionevato. Tale condizione ha permesso di rappresentare i corpi glaciali nelle loro effettive dimensioni, in particolare sono stati riconosciuti i limiti dove il glacionevato poggia sul substrato roccioso; più incerta la posizione dei limiti dove la copertura detritica ricopre indistintamente il ghiaccio e le aree limitrofe. Il confronto con le ortofoto precedenti, ha evidenziato come negli ultimi anni si sia assistito alla quasi completa sparizione di entrambe le masse glaciali ed insieme anche del lago proglaciale del Ghiacciaio di Ban (n. 353 del Catasto CGI-CNR), che nel 2022 risulta ormai ridotto ad alcune pozze isolate.

Quota min. fronte: NM

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

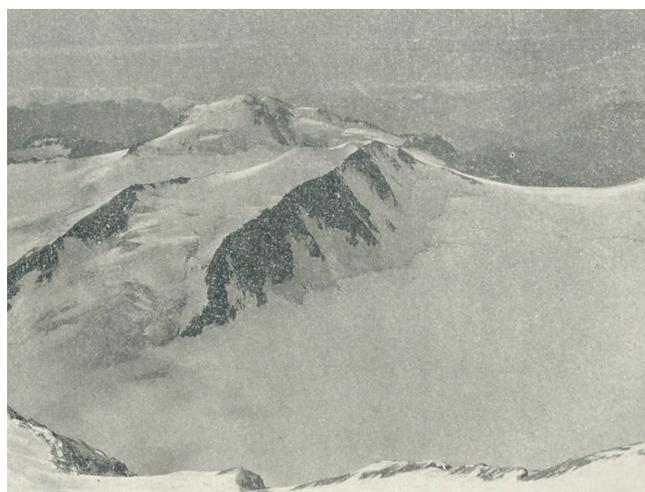
Operatore: Paolo Valisa (CGI) - Controllo del 2022.09.04

L'estrema scarsità delle precipitazioni invernali si è sommata ad un'estate molto calda (seconda solo a quella del 2003), iniziata già nel mese di maggio (secondo i dati della serie storica di Varese del Centro Geofisico Prealpino, iniziata nel 1967). La ELA è risultata superiore alla quota massima della cima d'Arbola (3250 m) e di conseguenza AAR=0. L'innnevamento a fine luglio era già più scarso di quanto si sia registrato negli ultimi anni a fine settembre. Nessuna chiazza di neve era presente nel vallone del Vannino. Continua la perdita di spessore (quest'anno notevolissima anche ai 2700 m del P.so del Vannino, probabilmente alcuni metri) con emersione di ulteriori morene e dossi rocciosi montonati, tanto che si prevede che entro pochi anni il ghiacciaio risulterà separato in almeno 4 unità distinte. La massa glaciale situata sulla parete est dell'Arbola è già separata dal bacino di accumulo situato tra 2800 e 2900 m di quota, che a sua volta sarà separato a breve dalla lingua di ablazione da un dosso roccioso in via di emersione a quota 2750 m, che taglia il ghiacciaio trasversalmente. A quota 2650 m la morena che scende dalla punta di Lebendun emerge sempre più dal ghiacciaio; a monte della morena si va formando un laghetto. Sullo scivolo più ripido della lingua di ablazione iniziano ad emergere chiazze scure di materiale detritico. La lingua confluyente che scendeva dal Passo del Sabbione è ormai nettamente separata dalla

lingua di ablazione principale. Il ruscellamento superficiale è molto attivo, il ghiaccio in superficie presenta un aspetto granulare, anche a causa delle piogge dei giorni precedenti il sopralluogo. Dal ghiacciaio fuoriescono tre torrenti. È stata misurata la posizione del segnale fotografico utilizzato per le foto panoramiche dalla sommità di morene a N del P.so del Vannino, sotto Punta Lebdun, che risulta N 46°23'42.9" e E 8°20'1.3" (GPS), quota 2700 m.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2012=-18 (cf)	230°	450	420	-30



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

Operatore: Raffaella Ossola (CGI) -  
Controllo del 2022.08.28

Al momento del sopralluogo il limite delle nevi è posizionato a quota 3100 m circa. Prosegue l'arretramento frontale della porzione sinistra della lingua di ablazione, alla quale si fa riferimento per le misure. La porzione in destra orografica è decisamente più avanzata rispetto al resto e costituisce un corpo a sé, per il quale la copertura detritica rende impossibile definire con precisione le relazioni con il resto dell'apparato glaciale. Il settore di accumulo è individuato ormai solo nella lingua che scende dal colle posto ad ovest della Punta del Sabbione. All'incirca a metà del pendio si intuisce la progressiva separazione del corpo glaciale in due unità distinte in corrispondenza di una zona di emersione del substrato. I settori superiori del ghiacciaio costituiscono ormai parte a sé. La copertura detritica è parziale, ubicata in particolare al contatto con le pareti rocciose, ed è in evidente aumento alla fronte. Al momento del sopralluogo è presente ruscellamento superficiale: una *bédière* solca il settore frontale nella parte di maggiore avvallamento. È stato difficile individuare il masso utilizzato per il punto segnale RO20, in quanto ricoperto quasi completamente da detriti. È stato dunque istituito il nuovo punto segnale RO22 in posizione centrale, a 15 m di distanza da RO20 in direzione 244°, con coordinate: N 46°24'78", E 08°18'84", quota 2643 m (GPS).

Quota min. fronte: 2680 m (A)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RO20 (cf)	276°	45	25 (2020)	-20
RO22 (cf)	270°	18	-	-



357 - Ghiacciaio Settentrionale di Hobsand (foto V. Sella dal Blindenhorn, ante 1901, in Gerla, 1901; A. Tomini 2022.08.20). Il confronto evidenzia la fortissima contrazione del ghiacciaio, separato in due unità indipendenti. *Settentrionale di Hobsand Glacier* (photo V. Sella from the Blindenhorn, before 1901, in Gerla, 1901; A. Tomini 2022.08.20). *The comparison highlights the strong contraction of the glacier, splitted into two independent units.*

#### 357.1 Ghiacciaio di Punta Hobsand

Operatore: Raffaella Ossola (CGI) -  
Controllo del 2022.08.28

Il confronto fotografico con riprese degli anni precedenti mette in risalto un notevole arretramento ed assottigliamento del ghiacciaio, che ha portato ad una suddivisione in due corpi distinti. Una modesta copertura detritica è presente sui margini laterali del corpo inferiore, solcato da una evidente *bédière*.

Quota min. fronte: NM

Operatore: Raffaella Ossola (CGI) -  
Controllo del 2022.08.28

Non si osserva neve residua nella parte visibile del ghiacciaio. La fronte è attualmente posizionata al di sopra di un gradino roccioso posto a quota 3000 m circa. Inoltre, la porzione frontale è in via di separazione dal corpo glaciale principale in corrispondenza di una barra rocciosa a quota 3050 m circa (n.d.r.). A causa del ritiro del ghiacciaio e del rischio di caduta massi, la fronte non è più misurata dal 1999.

*Integrazione a cura di Luca Paro e Walter Alberto (ARPA Piemonte).* La Bing Satellite Map, ripresa a inizio settembre 2022, mostra i versanti pressoché privi di neve residua, una leggera spruzzata di neve tardo-estiva si è accumulata nelle depressioni tra il ghiaccio e la roccia. Tale condizione ha permesso di rappresentare il corpo glaciale nelle sue effettive dimensioni, in particolare sono stati riconosciuti i limiti dove il ghiacciaio poggia sul substrato roccioso. Il confronto con le ortofoto storiche (Ministero Ambiente 2006, distribuita attraverso il Portale Cartografico Nazionale, AGEA 2018), tutte rilevate in periodo estivo / tardo-estivo, ha permesso la ricostruzione dell'evoluzione della massa glaciale: negli ultimi anni si assiste alla contrazione generalizzata di tutti i margini glaciali con maggiore evidenza sui margini orientale e occidentale.

Quota min. fronte: NM

## Settore Lombardo

(Coordinatori: Carlo Baroni e Riccardo Scotti)

### ALPI LEPONTINE

Bacino: ADDA - PO

*Ghiacciai del Gruppo Tambò - Stella*

#### 365 Ghiacciaio del Pizzo Ferrè

Operatori: Emanuele Congiu e Luca Pironi (SGL) -  
Controllo del 2022.09.21

Ci siamo recati a controllare il Ghiacciaio del Pizzo Ferrè in tre occasioni: il 14 agosto 2022 per realizzare le foto dalla stazione fotografica SF012, il 21 settembre, per eseguire le misure frontali e il 30 ottobre per realizzare le foto dalla SF003. Già a metà agosto la copertura di neve residua era limitata alla zona sommitale, proprio sotto la cima del Pizzo Ferrè, mentre il 21 settembre l'ELA era assente vista la modesta quota dell'apparato glaciale. L'arretramento del ghiacciaio risulta essere di 12 m alla stazione di misura EC 106 bis, e di 10 m alla stazione di misura EC 206 bis. Prosegue la vistosa perdita di volume di ghiaccio ed il conseguente allargamento delle finestre rocciose già presenti sul ghiacciaio, che fanno assumere alla zona superiore dell'apparato una forma trilobata. Come già evidenziato lo scorso anno la porzione in destra idrografica della lingua glaciale è definitivamente scollegata dal bacino di accumulo superiore. In sinistra idrografica non è ancora avvenuta la separazione

della parte superiore del ghiacciaio da quella inferiore, ma a tenerle in contatto resta solo una stretta colata di ghiaccio destinata ad una veloce scomparsa. Presso la fronte del ghiacciaio, in prossimità della stazione EC106 bis, si è formata un'ampia cavità glaciale, profonda circa 30 m ed alta circa 7 m dalla quale esce un torrente di fusione che, proprio nei pressi della bocca glaciale, ha formato una pozza. Una grotta di dimensioni inferiori si incontra più a NO, percorrendo la fronte verso il punto di misura della EC206 bis.

Quota min. fronte: 2700 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
EC 106 bis	180°	86.5	74.5	-12
EC 206 bis	230°	76.5	66.5	-10

### ALPI RETICHE

#### 371 Ghiacciaio Meridionale di Suretta

Operatore: Fabio Villa (SGL) - Controllo del 2022.08.06

Sono stati effettuati 3 rilievi nel corso del 2022: a inizio agosto, per verificare lo stato delle paline ablatometriche viste le temperature eccezionalmente alte dei mesi precedenti, a metà agosto per sostituire le paline che rischiavano di cadere entro la fine della stagione, e a inizio ottobre per le misure conclusive. Già il 6 agosto il ghiacciaio si presentava completamente privo di copertura nevosa, e con perdite di spessore in corrispondenza delle paline che arrivavano fino a

371 - Ghiacciaio Meridionale di Suretta; stazione fotografica SF006 (foto F. Villa, 2022.08.06). Panoramica del ghiacciaio che mostra la completa assenza di neve e la significativa copertura detritica nella zona centrale. *Overview of the glacier highlighting the lack of residual snow-cover and the debris-cover in the central portion.*



*Ghiacciai del Gruppo Badile - Disgrazia*390 *Ghiacciaio del Passo di Bondo*

Operatore: Andrea Barilli (SGL) -

Controllo del 2021.09.14

3.6 m in corrispondenza della palina più bassa. La foto scattata dalla stazione fotografica SF005, e la misura della posizione della fronte si riferisce a questa data, poiché durante il rilievo di misura finale delle paline, il giorno 2 ottobre, il ghiacciaio si presentava coperto da circa 40-50 cm di neve appena caduta durante i due giorni precedenti. Il lago che si è formato davanti alla fronte del ghiacciaio appare sempre più grande, ma non sono state eseguite misure di superficie o stime del volume di acqua. La misura della fronte è stata eseguita, mediante misure GPS, solo lungo la direzione di azimut di 45°, misurando un regresso frontale di 10 m rispetto all'anno precedente e di 85 m rispetto al 2009, quando il segnale era stato definito, in prossimità della fronte stessa. La misura con azimut 20° è stata definitivamente abbandonata. Le paline hanno registrato, al 02/10/2022 perdite pari a 6.08 m di ghiaccio nella parte bassa (Palina 1), 4.60 m nella parte intermedia (Palina 2) e 2.80 m nella parte alta (Palina 4).

Il bilancio di massa calcolato con metodo glaciologico vede un bilancio di accumulo di 1148 mm *w.e.*, un bilancio di ablazione di 4712 mm *w.e.* per un bilancio netto di -3564 mm *w.e.*

Quota min. fronte: 2705 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MV09 (cf)	45°*	85	75*	-10

\* Dato non pubblicato nella campagna precedente.

L'assenza di neve accumulata e la fortissima fusione subita mettono in evidenza i margini del ghiacciaio. Dal segnale 2 si introduce un nuovo azimut di 100° in quanto appare per la prima volta la fronte del ghiacciaio, normalmente sempre ricoperta di detrito ed accumuli nevosi. Foto scattata dalla classica SF102.

Quota min. fronte: 2910 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2	70°	100	71*	-29
2	100°	28.5	-	-

\* Dato non pubblicato nella campagna precedente.



390 - Ghiacciaio del Passo di Bondo; stazione fotografica SF102 (foto A. Barilli, 2022.09.13). Vista generale del ghiacciaio; evidente incremento della copertura detritica. *Glacier overview; increase in the debris-cover.*

Operatore: Massimo Urso (SGL) -  
Controllo del 2022.10.04

Il ghiacciaio è completamente scoperto da neve residue ed emerge in più punti il *firm* pluriennale concentrato nei pianori della Sella di Pioda e nei conoidi valanghivi alla base della parete sud del M. Disgrazia. Si è completata la separazione tra il ghiacciaio proveniente dalla Sella di Pioda, ad alimentazione prevalentemente diretta, dal ghiacciaio ad accumulo valanghivo posto sotto la parete sud del Disgrazia. La fronte risulta arretrata di 62 metri rispetto allo scorso anno, ma soprattutto si è verificata una vera e propria “disintegrazione” della fronte stessa – rimangono infatti solamente due sottili lembi laterali non più in comunicazione tra di loro e destinati a crollare probabilmente già nel corrente anno. Gli spessori di ghiaccio osservati alla fronte fino allo scorso anno – anche di 2-3 metri – non esistono più e il detrito presente rende ancora più difficile la valutazione della consistenza e dell’effettivo valore del ghiaccio rimasto immediatamente a monte della fronte. La parte frontale superiore, se pur non visualizzata direttamente in loco, mostra una sofferenza molto marcata, con evidente arretramento. In particolare la placca di ghiaccio residua posta sotto alla finestra rocciosa in sinistra orografica (finestra, alla quota approssimativa di 3000 metri, che corrisponde al punto di divisione del ghiacciaio in due tronconi) risulta avere perso uno spessore di ghiaccio intorno ai 10 metri (osservazione da confronto fotografico rispetto allo scorso anno). Anche le altre placche presenti fino allo scorso anno nella zona sottostante alla linea di fronte superiore, sono molto ridotte se non addirittura azzerate. Hanno collaborato Andrea Amormino (corsista) e Riccardo Scotti (osservazioni fotografiche).

Quota min. fronte: 2700 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
1.15 (df)	20°	170	108	-62

#### 411 *Ghiacciaio Orientale di Cassandra*

Operatore: Maurizio De Zaiacomo (SGL) -  
Controllo del 2022.09.22

L’innnevamento annuale è assente sul ghiacciaio e su tutto il versante sud est del Monte Disgrazia. Alla base delle conoidi di valanga sul lato nord est del circo glaciale, come anche al piede delle pareti rocciose sul lato ovest, il confronto con gli anni precedenti evidenzia una perdita di spessore significativa. Rispetto al 2021 si stima una minore altezza, lungo tutti i margini superiori del ghiacciaio, dell’ordine della decina di metri. Anche nella zona di ac-

cumulo si osserva quindi un forte deficit di volume. Si nota un aumento dei detriti, da crolli di roccia e localmente da affioramento diretto dal ghiaccio. Il margine frontale registra una contrazione per tutti i segnali di misura, la variazione pari a -7.5 m è significativa e superiore alla media degli anni precedenti. La perdita di volume e di potenza della massa glaciale è evidente e si riflette nell’appiattimento e assottigliamento della fronte, dove si notano anche dei crolli. Inoltre, la lingua che si allunga nel vallone in sinistra idrografica, piuttosto stabile negli anni precedenti, si è ritirata in modo evidente, assottigliandosi e restringendosi con alcuni crolli laterali. La quota minima, finora indicata in 2925 m, è risalita di diverse decine di metri, non è misurabile direttamente per il rischio di caduta massi, ma è stata stimata a 3030 m sulla base della foto aerea *Google Earth* datata 17 ottobre 2022. Si evidenzia che il rischio di scivolamento di massi è presente, ormai, lungo tutto il margine frontale. Complessivamente per il ghiacciaio Cassandra il bilancio di massa annuale è di decremento forte.

Quota min. fronte: 3030 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SPO18 (cf)	345°	7	2	-5
SAB18 (dl)§	315°	26	16	-10
MDZ15(sl)*	300°	23	9	-14
TSO21*	350°	15	5	-10
OME18*	0°	17	6(2019)	-11
SAN18*	45°	17	5(2019)	-12

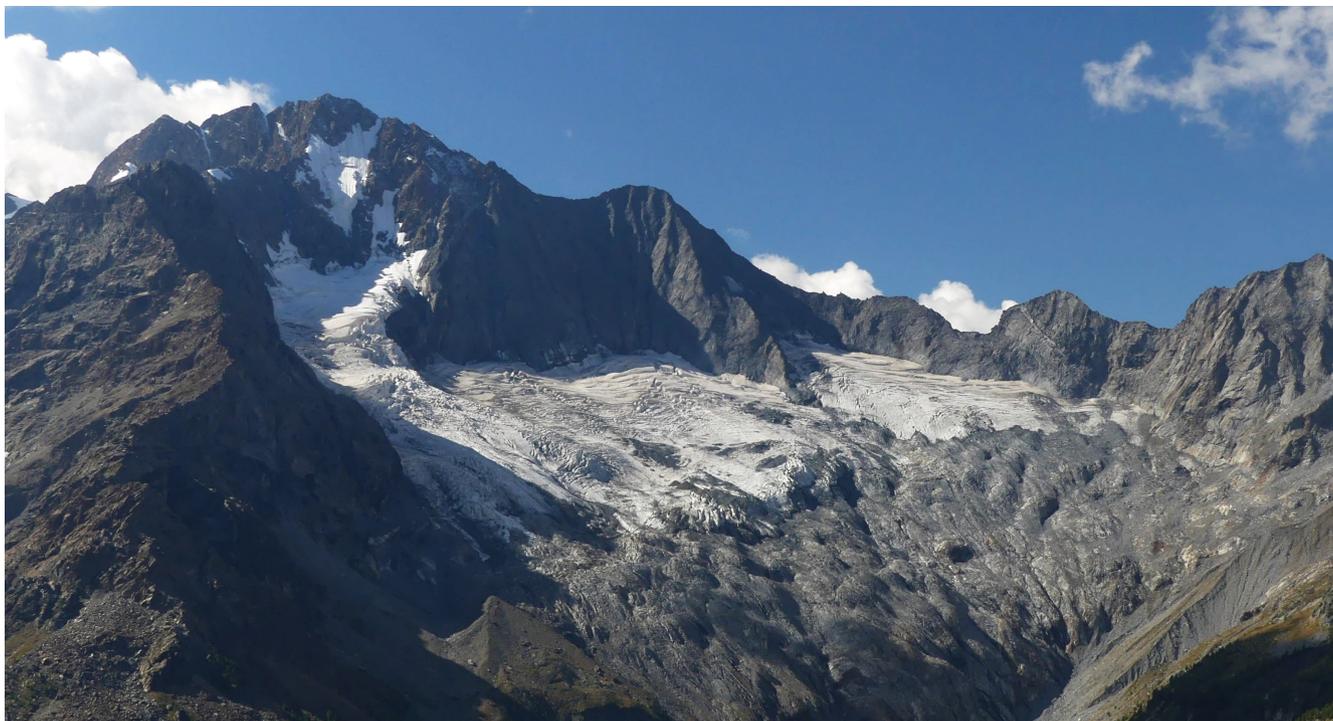
\* Lobo destro.

§ Il segnale SAB18 misura la porzione orientale del lobo pro principale e non il lobo destro, come erroneamente indicato nella campagna precedente.

#### 416 *Ghiacciaio della Ventina*

Operatore: Mattia Gussoni, Augusto Regazzoni e  
Filippo Repisti (SGL) - Controllo del 2022.09.18

L’innnevamento residuo al 23 agosto si limitava a qualche chiazza disgiunta di origine valanghiva nel bacino di accumulo, non ci sono informazioni attendibili rispetto alla loro conservazione fino al termine della stagione di ablazione. Il *firm* degli ultimi due anni è venuto a giorno specie al di sotto della parete nord del Pizzo Cassandra. In questo settore appare sempre più evidente uno sprofondamento della massa glaciale. Il ghiacciaio anche per quest’anno registra importanti perdite sia di volume che di lunghezza. Da segnalare le variazioni morfologiche nel settore frontale: in sinistra idrografica il ghiaccio è arretrato significativamente, la parte in destra idrografica invece, coperta da detrito, è molto più spessa e si trova diverse decine di metri più a



419 - Ghiacciaio del Disgrazia (foto V. Cipriani, 2022.09.04). Vista generale del ghiacciaio, la porzione in sinistra idrografica è prossima alla separazione dal corpo principale. *General overview. The left portion of the glacier is close to the isolation from the main glacier body.*

valle rispetto alla nuova fronte. La distanza della fronte dal segnale GR-19 era in agosto di 175 m. Nel corso del rilievo di settembre non è stato possibile raggiungere la nuova fronte, molto più a monte e la misura è stata ricavata in ambiente GIS da ortofoto *Google Earth* del 17.10.2022 con una distanza dal segnale di 298 m per un arretramento di 217 m dal 2021. È stato posizionato un nuovo segnale in sinistra idrografica (GR-22) per misurare la fronte nella porzione completamente coperta dal detrito. Alla palina ablatometrica a quota 2500 metri (coordinate N 46.2725 E 9.7780) è stata registrata una perdita di spessore di 460 cm in data 2 luglio, successivamente non è stato possibile rilevare il dato a causa della pericolosità della zona. Ha collaborato Valentina Gatti.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GR-19 (cf)	174°	298	81	-217
GR-22 (cf)§	186°	0		

§ Nuovo segnale - Coordinate N 46.2774451, E 9.7813059, zona completamente coperta da detrito.

#### 419 *Ghiacciaio del Disgrazia*

Operatori: Alessandro Galluccio (SGL) -  
Controllo del 2022.08.14

All'osservazione fotografica del 14 agosto persistono porzioni di neve invernale 2022 dai 3180 m e *firn* dai 2850 m sul bacino di accumulo sottostante la parete nord del Monte Disgrazia, i suoi contrafforti occidentali e il Monte Pioda. Accumuli certamente favoriti dall'attività valanghiva lungo i canali rocciosi. Il Ghiacciaio pensile del Monte Disgrazia appare ancora potente, mentre il sottostante crepaccio terminale sta crollando nella sua porzione superiore. A ovest, la porzione di ghiacciaio è prossima a staccarsi da quella centrale creando una neoformazione glaciale (da separazione) che potrà assumere il nome di Ghiacciaio del Disgrazia Occidentale. La morfologia del terreno, caratterizzata da formazioni rocciose che si alternano a vallette determina una deglaciazione che disegna una caratteristica linea sinuosa fatta di concavità e convessità. Dal confronto fotografico col 2021 si possono notare rilevante ritiro frontale nella sezione centrale ed occidentale del ghiacciaio. La seraccata centrale (sotto la parete nord), si mantiene discretamente. Stimando almeno un ulteriore mese di temperature superiori alle medie di stagione, si può ipotizzare un residuo massimo di copertura nevosa pari al 5%. Tuttavia, il decremento di massa, considerate le temperature ma anche l'esposizione nord, non può che considerarsi moderato.

Quota min. fronte: 2460 m

#### 422 Ghiacciaio del Sissone

Operatore: Andrea Almasio (SGL) -  
Controllo del 2022.09.11

Forte decremento della copertura nevosa rispetto al 2021, con emersione di crepacci nella parte superiore e nel settore centrale del ghiacciaio, assieme ad una cospicua copertura detritica nel bacino superiore, sotto al monte Sissone. Il *firn* pluriennale è presente nel pianoro posto sopra alla fronte principale e forma una fascia collocata ai piedi delle pareti rocciose, che si riduce progressivamente nel settore centrale, fino a scomparire nel settore sinistro del ghiacciaio. La caratteristica rete di solchi di ruscigliamento e di dilavamento superficiali dei settori centrale e sinistro del ghiacciaio è messa in evidenza da una recente nevicata, che si è conservata al loro interno, mentre è scomparsa sul resto della superficie glaciale, dando luogo ad un pattern a righe trasversali. Il settore sinistro, con quel che resta del lobo superiore, si è completamente staccato dal corpo principale del ghiacciaio, come conseguenza della completa emersione della fascia rocciosa segnalata a partire dal 2015. Questa parte ormai relitta del ghiacciaio, che copre una superficie di circa 2 ha, si è notevolmente ridotta di spessore e si trova ai piedi della citata soglia rocciosa, una sessantina di metri più in basso e ad un centinaio di metri di distanza dal corpo principale del ghiacciaio. Ne consegue l'abbandono dei segnali di misura 20 e 19/LF06, non più rappresentativi della dinamica del Ghiacciaio del Sissone. La seraccata sopra alla fronte principale si presentava con il caratteristico profilo laterale concavo, con l'elemento terminale appiattito e completamente coperto da detrito morenico. Nella zona morenica frontale si è nuovamente formato un piccolo lago e la fronte ha subito un arretramento di pochi metri rispetto allo scorso anno.

Quota min. fronte: 2775

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
3B (cf)*	240°	54	49	-5

\* Fronte principale.

#### Ghiacciai del Gruppo del Bernina

#### 432 Ghiacciaio Inferiore di Scerscen

Operatore: Andrea Salvetti (SGL) -  
Controllo del 2022.09.26

Il rilievo è stato effettuato in data 26 settembre 2022; le condizioni meteorologiche erano buone; alle ore 8.00 temperatura pari a +2.4 °C alla stazione ARPA Lombar-

dia dell'Alpe Entova e -1.1 °C presso il Passo Marinelli. La temperatura massima ha raggiunto +9.1 °C all'Alpe Entova e +2.1 °C al Passo Marinelli. La quasi totalità del ghiacciaio risultava libera da neve. La stagione di fusione era ancora in corso e avrebbe ripreso vigore nei giorni successivi (ottobre molto caldo). Rispetto ai rilievi degli anni precedenti, la copertura di detriti della lingua settentrionale, ai piedi del versante sud del Piz Sella, è ancora più abbondante. Si osserva, oltre all'arretramento della fronte, un evidente e ulteriore abbassamento generale dello spessore glaciale, causato dall'eccezionale anno 2021-22, con scarse precipitazioni invernali e primaverili e caldo estivo. Come negli anni precedenti, la misura della fronte è stata eseguita tramite distanziometro sia dal segnale AD09, ben visibile e segnato su una roccia della morena centrale (4 misure successive, Azimut 300°) sia, per verifica, dal segnale MDZ15, (ometto su un sasso piatto, Azimut 290 °C). Rispetto alla misura 2021, la fronte è arretrata di ulteriori 45 metri, considerando la presenza di ghiaccio che emerge dai detriti in sinistra idrografica e che può ancora essere considerato collegato al ghiacciaio principale. Nei prossimi anni, con il probabile progressivo arretramento del fronte sulla roccia di fondo dovrebbe essere più evidente definire la differenza tra ghiaccio morto e fronte glaciale ancora attiva. Anche in sponda idrografica destra rispetto alla morena centrale è progredita molto rapidamente l'attività del torrente ablatore, determinando un ulteriore crescita del lago proglaciale.

Quota min. fronte: 2785 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AD09 (cf)*	300°	464	420	-44
MDZ15(cf)	290°	216	170	-46

\* Lobo settentrionale, principale.

#### 435 Ghiacciaio di Caspoggio

Operatori: Roberto Porta e Tiziana Zandrini (SGL) -  
Controllo del 2022.09.19

Il ghiacciaio si presenta in forte contrazione frontale, quasi tutta la sua superficie risulta completamente scoperta caratterizzata da ghiaccio vivo ad eccezione di un sottile lembo nella fascia superiore. Alla fronte nella zona SA16 sono presenti circa 30 cm di copertura detritica, che calano a circa 10 cm nella zona DVD18. Sono state create due nuove stazioni di misura frontali rispettivamente denominate PR28 e TZ13 in quanto l'angolo azimutale delle stazioni già esistenti difficilmente andava ad intercettare il corpo glaciale.



435 - Ghiacciaio di Caspoggio dalla SF307 (foto R. Porta, 2022.09.19). Assenza di neve residua e divisione in due singoli apparati. *Absence of annual residual snow-cover. The glacier is now divided in two single glacier bodies.*

Quota min. fronte: 2752 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SA16	120°	74	56.5	-17
DVD18	135°	11	3	-8
TZ13§	116°	18		
PR28§	130°	11		

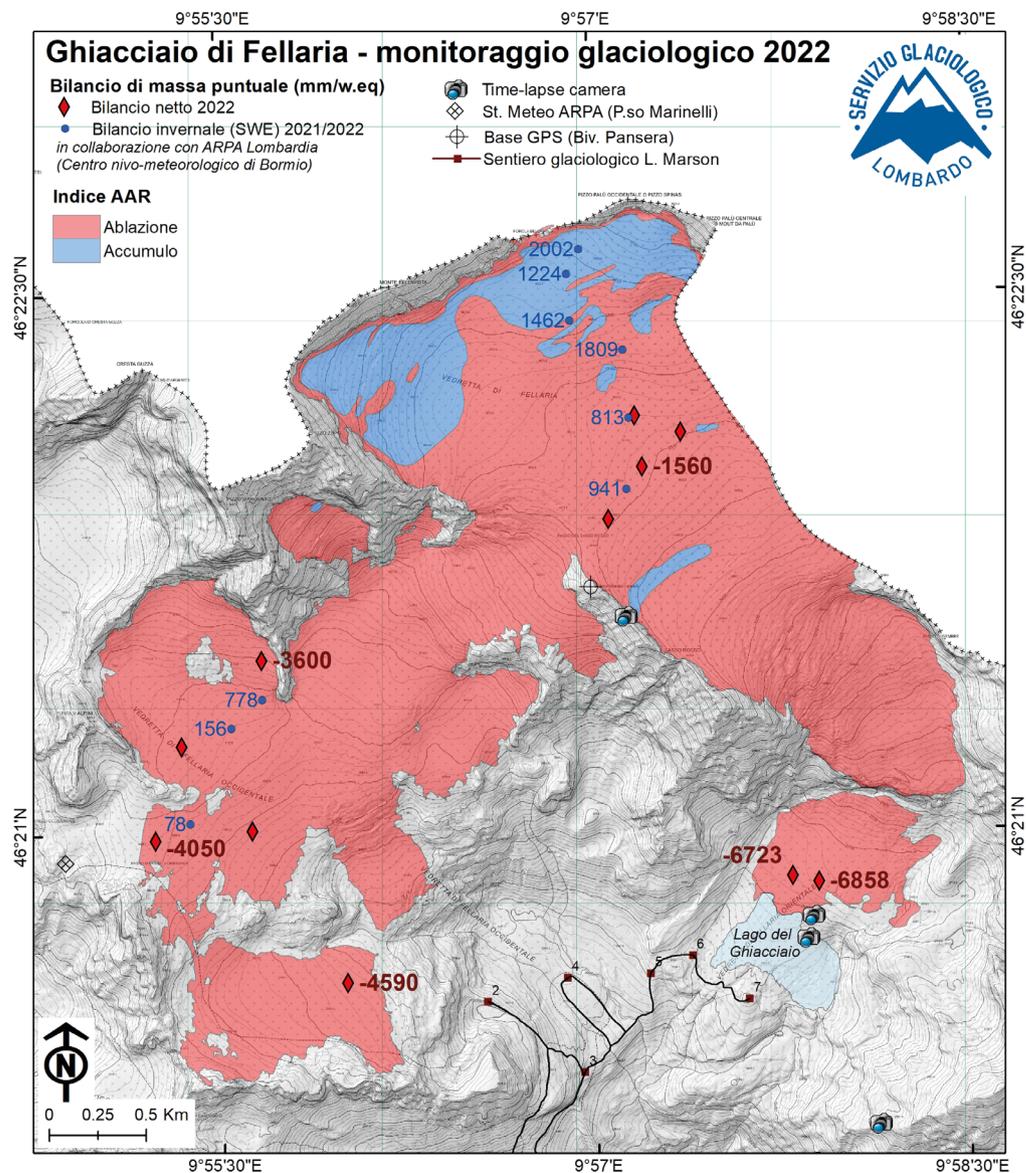
§ Nuovo segnale.

#### 439-440 Ghiacciai Occidentale e Orientale di Fellaria

Operatori: Riccardo Scotti e Matteo Oreggioni (SGL) - Controllo del 2022.09.22

Dopo che nel 2020 e nel 2021 l'innnevamento residuo era riuscito a coprire circa il 50% della superficie del ghiacciaio consentendo un bilancio di massa complessivamente stazionario, nel 2022 la neve dell'anno è presente solo sull'altopiano di Fellaria al di sopra dei 3600 m di quota. La

superficie coperta da neve raggiunge circa il 10% della porzione italiana del ghiacciaio (dato Sentinel-2 del 26 agosto suffragato dalle immagini della *time-lapse* camera del Biv. Pansera). Tale valore, seppur molto scarso e probabilmente fra i più scarsi di sempre per questo ghiacciaio, è il più alto dell'intera regione dove su praticamente tutti i ghiacciai l'innnevamento è stato azzerato completamente già entro la fine di luglio. Lungo l'isoipsa di 3500 m, che taglia trasversalmente l'altopiano di Fellaria, nel giugno 2020 sono state installate 4 paline ablatometriche. L'accumulo residuo nel 2020 era stato di 3.8 m (2.1 m *w.e.*) e 3.7 m (1.85 m *w.e.*) nel 2021. Nel 2022, oltre alla completa scomparsa della neve residua annuale, le perdite di nevato del 2021 ammontano a circa 2.8 m (1.56 m *w.e.*). Sebbene i dati parziali relativi al singolo anno risultino frutto di stime rese complesse dalla difficoltà nel distinguere l'interfaccia fra neve dell'anno e nevato dell'anno precedente, grazie alle paline infisse nel 2020 e nel 2021 rinvenute quest'anno, è possibile dare solidità al dato complessivo cumulato fra 2021 e 2022 che vede un accumulo complessivo di 0.9 m di *firn* pluriennale. Nel settore occidentale, presso il sito di misura della fusione



439-440 - Ghiacciai Orientale e Occidentale di Fellaria. Il rilievo eseguito dal Servizio Glaciologico Lombardo mostra le aree in accumulo (in blu) e in ablazione (in rosso) e i dati registrati dalle singole paline (mm w.e.). In azzurro è indicato il lago proglaciale alla fronte del Ghiacciaio di Fellaria Orientale. *The survey carried out by the dal Servizio Glaciologico Lombardo shows the accumulation basins (in blue) and the ablation area (in red) as well as data recorded at each stake (mm w.e.). The proglacial lake at the front of the Ghiacciaio Orientale di Fellaria is indicated in blue.*

superficiale del Passo Marinelli a 3080 m, il ghiacciaio ha subito una perdita di spessore di 492 cm, un valore talmente elevato che fatichiamo a trovare un aggettivo appropriato per descriverlo. Per fornire un utile termine di paragone, il valore è più che doppio rispetto ai 242 cm di ghiaccio perso nel 2018, l'anno peggiore precedente dell'intera serie iniziata nel 2012. La perdita media quasi 4 volte più grave rispetto alla media annuale di 1.3 m. Presso la lingua orientale del ghiacciaio, alimentata dal 2005 soltanto da ghiaccio rigenerato, la perdita di spessore a 2600 m di quota, ha raggiunto i 755 cm, valore elevatissimo ma più vicino ai dati degli anni precedenti. In questa zona, la fronte continua il suo regresso facilitato dal calving del lago glaciale sempre a contatto con il margine del ghiacciaio. I conoidi di ghiaccio rigenerato sono ancora meno estesi e potenti rispetto all'anno precedente a testimonianza di una riduzione del flusso di ghiaccio dal bacino di accumulo e, in misura minore,

di una forte ablazione. Il lago di neoformazione in sinistra idrografica, segnalato lo scorso anno, si è prima notevolmente espanso (ortofoto 19 giugno) in conseguenza della forte fusione di inizio estate, e successivamente completamente svuotato tra luglio e settembre. Il piccolo canyon che fungeva da emissario è stato completamente abbandonato, l'acqua è stata drenata internamente al ghiacciaio aggirando in questo modo la barra rocciosa che si fa sempre più evidente in sinistra idrografica. La zona occupata dal lago è ora contraddistinta da un avvallamento di una quindicina di metri con crepacci concentrici. Dall'analisi delle immagini delle fotocamere *time-lapse* non sono evidenti innalzamenti improvvisi e significativi del lago glaciale sottostante che, grazie alle sue cospicue dimensioni ha potuto assorbire la massa d'acqua defluita anche nell'ipotesi che l'evento sia stato rapido e intenso. Le forti perdite di spessore del ghiacciaio hanno provocato quest'anno il completo distacco di



440 - Ghiacciaio Orientale di Fellaria da drone (foto F. Nonini, 2022.10.07). Si noti il continuo arretramento della fronte ed i fenomeni di *calving*. I conoidi di rimpasto sono sempre meno potenti *The front of the Eastern Fellaria glacier from a drone flight. Note the frontal retreat due to strong summer ablation and calving processes. The regenerated ice cones below the rock wall are shrinking.*

due significative porzioni del ghiacciaio nel settore occidentale. La ripida colata che scende dal circo fra il Piz Argient e il Piz Zupò è oggi completamente indipendente mentre più a valle, la potente lente di ghiaccio posta a nord-ovest della Cima di Fellaria è oggi completamente separata dal resto del ghiacciaio. Il ghiacciaio è stato visitato numerose volte durante la stagione estiva in conseguenza delle varie attività di monitoraggio in corso nelle sue diverse zone che comprendono: bilancio di massa puntuale (sia di accumulo che netto), monitoraggio fotografico con *time-lapse* camera, bilancio geodetico puntuale con GPS. Hanno collaborato: Matteo Fioletti e Susanna Grasso (ARPA Lombardia), Davide Colombarolli, Simone Ialongo, Matteo Zanbenedetti, Antonio Galluccio, Giovanni Prandi, Roberto Porta, Filippo Repisti, Andrea Greppi, Michele Oggioni (SGL) ed il gruppo corso per operatori glaciologici SGL 2022.

Quota min. fronte: 2565 m

#### 443 *Ghiacciaio del Pizzo Scalino*

Operatori: Andrea Monti e Stefano Leoni (SGL) -  
Controllo del 2022.09.18

Ghiacciaio senza alcuna copertura di neve residua. La porzione inferiore del ghiacciaio ha mostrato un consistente arretramento della fronte e una riduzione di spessore maggiori rispetto agli anni precedenti. La porzione più orientale del ghiacciaio risulta collegata al corpo principale da un lembo di ghiaccio di poche decine di metri di sviluppo. La porzione superiore mostra una forte riduzione di spessore e ridimensionamento laterale (-12.5 m), con emersione di una nuova finestra rocciosa in prossimità della misura laterale SL22 (foto a sinistra 2021, foto a destra 2022) Posizionamento di 2 nuovi segnali di misura: AM22 e SL22. Utilizzo di tre stazioni fotografiche non ancora codificate, ma già usate anche negli anni precedenti.

Quota min. fronte: 2750 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AMSL19	184°	67	39	-28
AM19	215°	81	16.5	-64.5
SL17*	140°	32	19.5	-12.5
SL22*§	140°	0.5		
AM22§	215°	4.5		

\* Propaggine del "Cornetto".

§ Nuovo segnale, coordinate AM22: 576186E, 5126407N; SL22: 575416E, 5126055N.

### *Ghiacciai del Gruppo Piazzi - Campo*

#### 473 *Ghiacciaio Orientale di Dosdè*

Operatore: Andrea Toffaletti (SGL) -  
Controllo del 2022.09.04

Al momento del rilievo il ghiacciaio si trova del tutto scoperto da neve residua della passata stagione invernale per un AAR pari allo 0 che fa sì che il ghiacciaio si trovi in un bilancio di massa fortemente negativo. Gli unici accumuli di nevato (o *firn* pluriennale) sono presenti tratto pianeggiante a valle del ripido bacino di alimentazione e alcune orlature alla base delle pareti che ne cingono il limite superiore, an-

ch'essi in gran parte erosi dalla calura estiva. Altrove non si osserva presenza di neve annuale o pluriennale. Continua l'espansione della costolatura rocciosa presente nel bacino di accumulo che attesta la riduzione di spessore del ghiacciaio anche dove dovrebbe esserci accumulo. I bordi del ghiacciaio appaiono sollevati e distaccati dal substrato roccioso nel settore frontale e mediano in destra orografica. La cospicua copertura detritica, dovuta ai crolli dalle pareti soprastanti, è andata aumentando considerevolmente durante l'ultimo anno, sia in destra sia in sinistra orografica. In quest'ultimo settore, l'ablazione differenziale indotta dalla copertura detritica prima descritta, fa sì che il ghiacciaio risulti più spesso rispetto agli altri settori; tale caratteristica si riverbera anche nella morfologia della zona frontale. La parte di ghiaccio nascosto sotto il morenico in sinistra orografica, sebbene sempre cospicuo, tende a ridursi più velocemente rispetto agli anni passati e la grotta glaciale presente risulta in più punti, crollata. Le *bédières* che solcano la parte frontale della lingua appaiono meno profonde rispetto agli scorsi anni. Le riprese fotografiche effettuate dalla SF 416 risultano non più significative per l'osservazione della lingua glaciale che risulta per buona parte nascosta. Il prossimo anno verrà individuata una nuova stazione fotografica. Il segnale di misura TB18 viene abbandonato in quanto l'azimut punta in una zona ormai priva di ghiaccio. Viene creato un nuovo segnale Toffa22 con azimut 175° a 31 metri di distanza dalla fronte. Il segnale Toffa21 era stato creato lo scorso anno (2021) a 4.5 metri di distanza dalla fronte (1593370 - 5138799). In sinistra orografica si sono registrati nell'ultima stagione estiva,



473-474 - Vista da drone dei Ghiacciai Orientale e Centrale di Dosdè (foto A. Toffaletti, 2022.09.04). Panoramica del ghiacciaio. Si noti la totale assenza di neve residua e le limitate chiazze di *firn* pluriennale. *Note the complete absence of residual snow-cover and the small patches of multi-year firn.*

numerosi crolli di materiale anche di notevoli dimensioni tali da rendere potenzialmente pericoloso rimanere sul lato sinistro orografico (tale situazione anche alla luce di quanto riferito dalla Guida alpina Adriano Greco, il quale afferma di aver rilevato grosse spaccature larghe alcune decine di centimetri, sul bordo della parete sovrastante il ghiacciaio). Hanno collaborato con un rilievo al 6 agosto Valentino Sosio (SGL) e Samuele Bedognè, rilevando una perdita di spessore eterogenea per la presenza di detrito, accumulo valanghivo e ombreggiamento; presso il terminale la perdita di spessore medio dal 25 settembre 2021 al 6 agosto 2022 è stata di 230 cm dove il ghiacciaio era ricoperto da detrito e 360 cm dove il ghiaccio era privo di detrito.

Quota min. fronte: 2 625 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Toffa 17	185°	52	45	-7
Toffa 17	200°	52	39	-13
Toffa 17	160°	74	54	-20
Toffa21*	165°	24	4,5	-19,5
Toffa22§	175°	31	-	-

\* Segnale ubicato nel 2021, dato non pubblicato lo scorso anno, coordinate WGS 84 32T UTM 1593370, 5138799.

§ Nuovo segnale ubicato nel 2022 (coordinate WGS84: 46°23'45.51" N, 10°12'51.73" E.)

### 502 Ghiacciaio di Gran Zebrù

Operatori: Davide Colombarolli (SGL) e Matteo Fioletti (ARPA Lombardia) - Controllo del 2022.09.22

Il 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 margino-glaciale, ormai notevolmente distanziato dal limite della lingua centrale. Il ramo glaciale occidentale, con fronte posta a 3120m, è caratterizzato da una morfologia complessa. La lingua appare strutturata in due sistemi distinti: il primo, posto più a valle, risulta abbondantemente ricoperto da detrito. La morfologia evidenzia come sia ancora presente del ghiaccio sottostante (il quale affiora in più punti specialmente nelle incisioni provocate dai torrenti di fusione), tuttavia si ritiene non vi sia dinamica, e che tale settore sia sostanzialmente non più alimentato da monte, quindi considerabile una placca di ghiaccio morto coperto da detrito. La parte superiore, priva di detrito e direttamente collegata alla zona di accumulo, è quella attualmente misurata, e il trend in atto è quello di un progressivo regresso.



502 - Panoramica del Ghiacciaio di Gran Zebrù (foto D. Colombarolli, 2022.09.22). Le due fronti glaciali si assottigliano e coprono di detrito sempre di più. *The two fringed fronts are increasingly thinning and covering with supraglacial debris.*

Quota min. fronte: 3040 m (fronte centrale), 3120 m (fronte occidentale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
COFI21*	0°	39	13.5	-25.5
BCF20(cf)**	337°	60	26.5	-33.5

\* Fronte centrale.

\*\* Ramo occidentale.

### 503 Ghiacciaio di Cedèc

Operatore: Davide Colombaroli (SGL) e Matteo Fioletti (ARPA Lombardia) - Controllo del 2022.09.22

Permane un minimo di accumulo stagionale nei piani superiori al di sopra dei 3500 m di difficile valutazione. Il ghiacciaio sta progressivamente abbandonando la piana posta a quota 2750. 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. È sempre presente un piccolo laghetto periglaciale in destra idrografica. La porzione frontale del ghiacciaio appare quasi completamente ricoperta da detriti anche di grosse dimensioni. La lingua settentrionale, posizionata a 2990 m, si presenta di modeste dimensioni e di spessore non molto consistente nella sua parte frontale. La stessa è limitatamente ricoperta da detrito di medio-grosse dimensioni (soprattutto sul bordo).

Quota min. fronte: 2990 m (lingua meridionale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FC20*	157°	36	29	-7
CF21**	122°	48	13	-35

\* Lobo meridionale.

\*\* Lobo settentrionale.

### 507 Ghiacciaio del Palon della Mare

Operatore: Luca Farinella - Controllo del 2020.09.22

Alla data del rilievo l'apparato glaciale si mostra parzialmente coperto dalla neve caduta nella settimana precedente, in spessori esigui, da 0 cm a 5 cm. Dalle foto scattate in data 27/08/22 presso la S.F. 515 dall'op. Alessandro Galluccio, l'apparato mostra una copertura nevosa molto ridotta, limitata ad una modesta porzione del bacino sommitale, posta quasi completamente al di sopra dei 3450 m di quota. Placche di nevato dell'anno si intuiscono anche alla base della parete rocciosa che delimita il ghiacciaio verso sud-est, ma di proporzioni modestissime, anche con-

siderato che questa zona dell'apparato gode di una buona protezione orografica ed è soggetta ad intensi accumuli valanghivi nella stagione invernale. Continua il progressivo abbassamento di spessore dell'apparato, rilevabile soprattutto in corrispondenza della seraccata, sia in lato destro che in lato sinistro, e l'ulteriore accrescimento delle 2 finestre rocciose, in particolare di quella più in destra, formatasi nel 2020, ormai prossima a saldarsi alla cresta rocciosa che delimita il bacino verso nord-ovest. Ritiro imponente della lingua centrale. Il lago margino-glaciale presso la fronte centrale e i torrenti ablatori risultano, alla data del rilievo, parzialmente ghiacciati a causa del rigelo notturno, ma i poderosi solchi scavati nel detrito proglaciale durante la stagione estiva (di larghezza pari ad alcuni metri e profondità anche superiore al metro) sono evidenti e testimoniano di una formidabile portata dei corsi d'acqua in uscita dalle fronti durante i forti calori dei mesi di luglio e agosto. Hanno collaborato: Luca Zambotti, Antonella Piccardi

Quota min. fronte: 3094 m

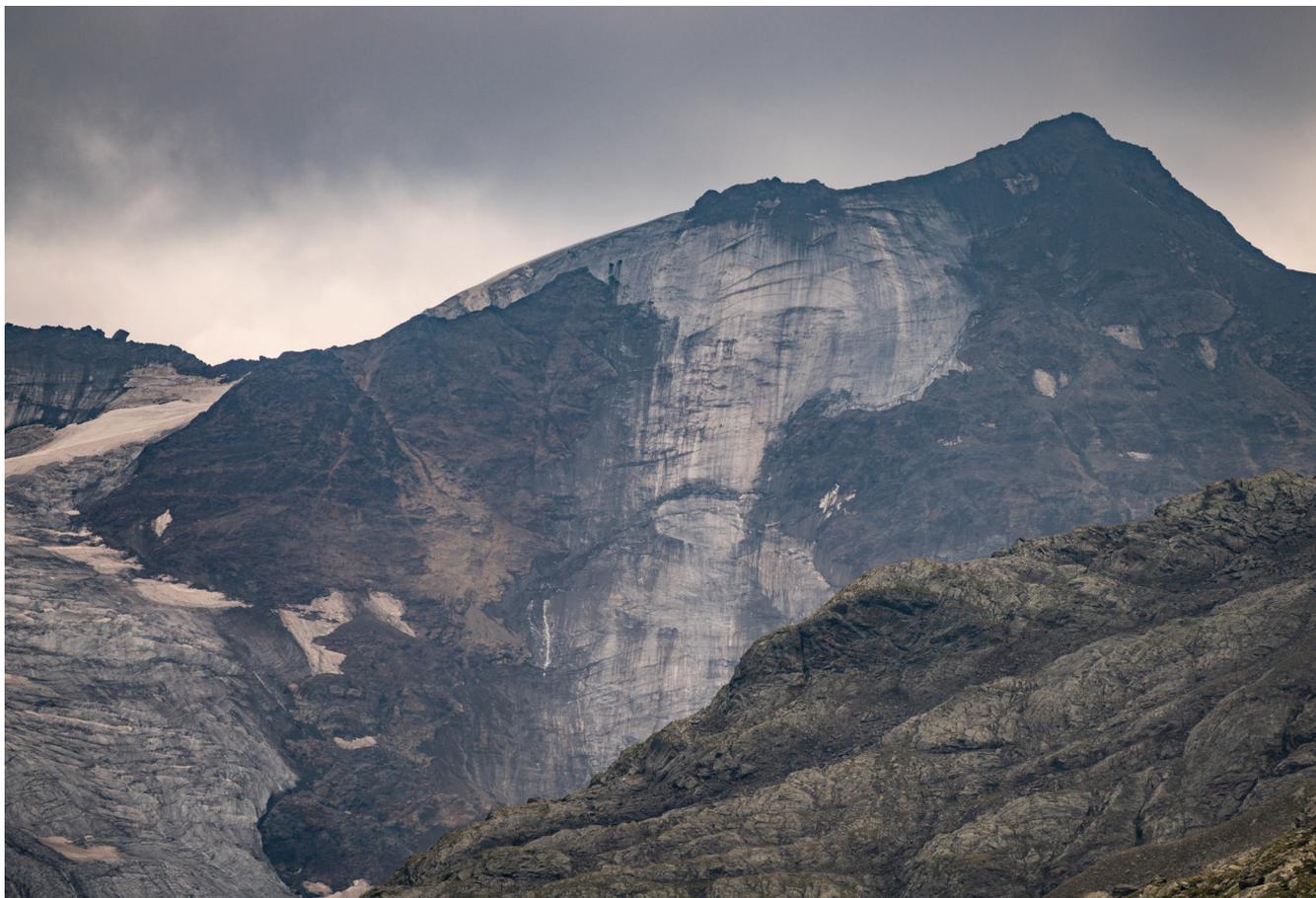
Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
D3 (cf)*	22°	150	99.5	-50.5

\* Lobo centrale.

### 507.1 Ghiacciaio dei Forni

Operatori: Valentino Sosio e Maria Nagostinis (SGL) - Controlli del 2022.09.18, 2022.10.08 e 2022.10.15

*Ghiacciaio del Forni Centrale* - Sembra che il ghiacciaio dei Forni centrale sia destinato a restringersi verso est più rapidamente di quanto probabilmente arretrerà la fronte verso sud (per via della notevole copertura detritica della massa di ghiaccio a est e come conseguenza della fusione accelerata dei torrenti provenienti dalle quote maggiori). La palina infissa nel 2020 è fuoriuscita completamente a fine mese di agosto. Presso la fronte la sottile lingua di ghiaccio che più avanzava verso nord ha abbandonato l'affioramento roccioso che le dava una forma assottigliata, essendo limitato lo spessore che ricopriva la roccia. L'arretramento è stato considerevole (160 m in due anni). Sul bordo ovest sempre nuovi buchi si formano per i collassi dall'interno (in particolare uno ha ospitato un laghetto di diametro 30 m per tutto il mese di luglio). Quasi collassato completamente invece il grande cratere dove si infila il torrente più a sud del Forni ovest. Se tra il 2020 e il 2021 in prossimità della fronte, lungo il profilo trasversale passante per i GCP, la perdita di spessore medio è stata di 4.5 m (meno della lettura della palina 5.20 anche per via della notevole copertura detritica), quest'anno la perdita



507.1 - Ghiacciaio dei Forni (foto R. Scotti, 2022.07.20). Visione della Parete nord della Punta Cadini (3524 m s.l.m.). Completa assenza di neve residua già nel mese di luglio con accentuati processi di versante nelle porzioni rocciose circostanti. *The North Face of Punta Cadini (3524 m a.s.l.) is already free of snow cover in July. Very active slope-processes in the rock walls.*

di spessore è stata di 7.2 m (media sul profilo esteso 235 m). I torrenti provenienti dalla fusione più a monte provocano una rapida fusione dall'interno; a fine agosto 2022 collassa per questo motivo una nuova porzione a quota 2700 m, proprio dove il torrente penetra nel ghiacciaio (fotografati crolli fino al fondo e crepacciate circolari). Sul bordo est del Forni centrale invece lo spessore del ghiacciaio è inferiore e i crolli riguardano porzioni più sottili. Come avvenne tra il 2017 e il 2018, presto collasserà una grossa porzione presso la fronte per via dei collassi interni dovuti alla presenza dell'acqua che proviene dal Palon de la Mare e dal M. Vioz (rilevato dai modelli 3d un abbassamento di ben 9.2 m al centro della copertura detritica in questione, spesso 30-35 m). Due nuovi segnali (SGL22 e CO22) sono stati posizionati il 10 luglio 2022 nel settore sinistro idrografico della fronte). I due segnali hanno fornito un arretramento di 9 m (SGL22) e 11 m (CO22) tra il 10 luglio e il 18 settembre 2022 ma tali valori non possono essere considerati significativi per l'intera estate 2022 visto che la fronte era in fusione almeno da inizio giugno. Rilievo effettuato il 2022.09.18, ha collaborato Samuele Bedognè.

*Ghiacciaio del Forni Orientale.* Dal 2013 al 2021 la risalita della fronte è stata di 220 m con azimut 102° (28 m annui di media). Non è stata individuata la vecchia stazione di misura. 385 cm di ghiaccio perso rispetto ai 55 cm dello scorso anno a quota 3200 circa. Svuotato completamente della maggior parte delle zone coperte da *firn* formatosi negli scorsi anni. Affiorano nuove masse rocciose poco sopra la seraccata inferiore che nel 2018 custodiva la bellissima grotta Lapislazzuli. Non è stata invece ritrovata la palina a quota inferiore. Impressionanti e inaspettati i piccoli torrenti che scorrevano sopra il ghiaccio nel mese di luglio. Rilievo effettuato il 2022.10.08 ha collaborato Samuele Bedognè.

*Ghiacciaio del Forni Occidentale.* La perdita di spessore di ghiaccio, rilevata in prossimità del laghetto lungo il bordo nord, è stata di 4 metri. Non è stata ritrovata la precedente stazione di misura. Dal 2013 al 2017 la fronte è arretrata 91 m (da dati cartografici e ortofoto prodotta con tecnica aereofotogrammetrica). Dal 2017 al 2021: 41 m (azimut 256°) (media complessiva pari a 17 m annui). Da settembre 2021 al 18 settembre 2022 l'arretramento è stato pari a 25 m (in modo assai anomalo più simile alla

media 2013-2017 di 23 m, quando probabilmente il ritiro era anche più accelerato per via della maggior pendenza). Si osserva a quota 3050 m un abbassamento importante nel centro del ghiacciaio, in particolare si osserva una risalita di quasi 10 m prima della colata che un tempo riempiva lo stretto vallone a nord che scende a quota 2450 m. L'abbassamento è probabilmente dovuto alla differente velocità di scorrimento verso valle delle due lingue glaciali: maggiore quella principale rispetto a quella della piccola lingua nord più protetta dalla radiazione solare. La colata che scende dal P.zo Tresero è praticamente ormai scollegata dalla colata principale. La mancanza di neve primaverile e le elevate temperature non hanno scongiurato l'apertura di nuovi crepacci a quota 3100 (zona palina persa 11.20). Le masse glaciali sui pendii nord delle cime S. Matteo, Dosegù, Pedranzini e Tresero appaiono sospese, in stabilità precaria, scollegate da larghi e profondi crepacci. Rilievo del 2022.10.15, ha collaborato Samuele Bedognè.

Quota min. fronte: 2515 m (centrale)

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SPP20*	170°	208	202	-6
SPP20*	154°	237	232	-5
SPP21*	141°	149	87	-62
SPP22§	140°	27		
SGL22§	138°	17.5		
CO22§	134°	21		

\* Ghiacciaio Centrale dei Forni.

§ Nuovo segnale, coordinate WGS84, UTM32T, SPP22: 0621830, 5139779, SGL22: 0621811.51, 5139853.25, CO22: 0621840.85, 5139774.12.

### 512.1 Ghiacciaio del Dosegù

Operatore: Aldo Borghi (SGL) -  
Controllo del 2022.09.18

La linea di equilibrio risulta sostanzialmente assente anche se l'Indice AAR è superiore a zero (circa 0.03), grazie ad alcune zone del ghiacciaio poste sotto le pareti rocciose che risultano ancora coperte (forse anche grazie a qualche accumulo valanghivo) e ad un paio di bacini di accumulo verso i 3500 m ancora parzialmente coperti. Valutando l'indice AAR, la condizione della seraccata assottigliata a tal punto da renderne molto difficile la risalita per raggiungere i pianori superiori, i 5 m di perdita di ghiaccio della palina 1, la situazione complessiva del ghiacciaio è di decremento forte. Il segnale AB18 è diventato definitivamente non misurabile a causa della situazione della fronte in quella zona, caratterizzata da ampie zone di ghiaccio collassate, da aree formate da limo e probabilmente ghiaccio morto che impediscono di individuare in modo certo la fronte.

Il segnale BP08 tornato misurabile risulta in arretramento di 44 metri rispetto al 2020. Anche in questa zona la determinazione della fronte risulta ormai non facile a causa delle ampie zone di limo e di ghiaccio collassato. A08Bis è stato definitivamente sostituito dal A08Ter già segnalato e materializzato lo scorso anno con distanza 37 m, ad oggi il più significativo per la valutazione delle condizioni generali della fronte sud. Il segnale 2TER è stato misurato e presenta un arretramento di 39 metri dal 2020. È stato posizionato un nuovo segnale (denominato AB22) nella zona nord della fronte in posizione più adatta alle nuove condizioni delle linee di forza del ghiacciaio e in zona meno soggetta a collassi e presenza di limo. Oltre ai segnali di misura è stata controllata la sola palina 1 che è risultata completamente espulsa, ma in giugno sostituita con una nuova palina. La palina 2 bis (anch'essa infissa a giugno 2022) non è stata raggiunta a causa delle pessime condizioni del ghiacciaio nella zona sopra alla seraccata (grandissima quantità di crepacci). Hanno collaborato C. Nardon, A. Nardon, L. Bolognini, M. Di Biase e G. Lorenzoni (SGL).

Quota min. fronte: n.v.

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2ter	50°	116	77 (2020)	-39
BP08	73°	244	200 (2020)	-44
A08ter§	40°	62	37	-25
AB22§	105°	18.5		

§ Nuovo segnale: A08ter già segnalato lo scorso anno ma senza l'indicazione della distanza dalla fronte, coordinate WGS84, UTM32T, 618545, 5136389. AB22 coordinate: 618654.20, 5136685.22.

### 516 Ghiacciaio della Sforzellina

Operatore: Claudio Smiraglia (CGI) -  
Controllo del 2022.09.09

Ghiacciaio totalmente privo di accumulo. Mancano quasi completamente gli usuali grandiosi coni di valanga ai piedi della parete rocciosa del Corno dei Tre Signori. In aumento la copertura detritica anche nel settore superiore, che rende poco visibile la crepaccia terminale. La fronte, completamente ricoperta da morenico, come gran parte del settore medio-inferiore del ghiacciaio, è in continuo lieve arretramento.

Quota min. fronte: 2830 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CS2 (cf)*	130°	18	14	-4

Bacino: ADDA - PO

*Ghiacciai del Gruppo Orobic*

541 *Ghiacciaio dei Marovin*

Operatori: Riccardo Scotti, Matteo Oreggioni e Marco Manni (SGL) - Controllo del 2022.09.19

L'innnevamento appariva già scarsissimo alla prima visita del 2 giugno quando alcune porzioni generalmente coperte da detrito della parte inferiore già erano scoperte dalla neve dell'inverno. L'estate ha poi visto la rapida scomparsa sia della neve che del *firn* pluriennale che, al 19 settembre, è presente solo nel terzo superiore del ghiacciaio. Abbondante la copertura detritica che si alterna a porzioni scoperte nella parte centrale ed inferiore. La superficie appare molto più ondulata longitudinalmente rispetto alle passate stagioni con poca copertura nevosa. La fortissima fusione estiva ha destabilizzato il detrito lasciando libere alcune porzioni di ghiacciaio che, prive della normale protezione, hanno subito evidenti perdite di spessore rispetto al resto delle zone ancora coperte. La perdita di volume, sebbene non misurabile oggettivamente, appare significativa e rappresenta la peggiore almeno da quando è attivo il monitoraggio a cura di SGL

(1990). È stato possibile misurare il limite frontale che appare riconoscibile nonostante l'estesa copertura detritica che permane nell'intera porzione inferiore del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 2072 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
UB19	155°	15	1 (2019)	-14

543 *Ghiacciaio del Lupo*

Operatore: Riccardo Scotti, Matteo Oreggioni e Marco Manni - Controllo del 2022.09.19

Il ghiacciaio del Lupo è stato visitato come di consueto in 4 occasioni durante il semestre estivo. I rilievi nivologici per il calcolo del bilancio invernale ed i sondaggi della neve su tutta la superficie del ghiacciaio sono stati effettuati il 2 giugno mentre il 31 luglio (Roberto Porta e Fabio Fazzini) e il 31 agosto (Marco Masserini e Claudio Ferrari) è stato effettuato il controllo delle paline ablatometriche. Il rilievo finale è stato effettuato il 19 settembre con la collaborazione di Simone Ialongo, Paolo Gallo e Matteo Crippa che hanno



541-542-543 - Panoramica della testata della Valle Armisa con il Ghiacciaio dei Marovin (sinistra), del Dente di Coca (centro) e del Lupo (destra) (foto R. Scotti, 2022.09.17). Completa assenza di neve residua e significativo incremento della copertura detritica sul Ghiacciaio dei Marovin. *Complete absence of annual residual snow-cover and strong increase in supraglacial debris cover of the Marovin glacier.*

effettuato il rilievo in aereofotogrammetrico del ghiacciaio con drone e GPS differenziale (inclusa la battitura delle paline). Alla data del 2 giugno la media dell'altezza neve nei 3 punti campione è di 147 cm, il valore più scarso dell'intera serie di dati iniziata nel 1996 (record negativo precedente 200 cm nel 2007). L'altezza neve vede un deficit del 69% rispetto alla media 1996-2021 con un innevamento più scarso rispetto a quello che solitamente si riscontra alla fine di luglio. Il bilancio di accumulo distribuito sull'intera superficie del ghiacciaio (875 mm *w.e.*) conferma l'estrema scarsità di neve nella stagione di accumulo con un deficit del 73% rispetto al valore medio 2007-2021. Il ghiacciaio inizia a scoprirsi con enorme anticipo rispetto agli anni precedenti, pur non avendo a disposizione quest'anno le immagini della *time-lapse* camera per un problema tecnico, diverse osservazioni fotografiche testimoniano un inizio della scopertura pochi giorni dopo i rilievi nivologici, fra il 5 ed il 10 giugno. Tale data è anticipata di circa un mese rispetto al 2018 (annata molto negativa) e di quasi 2 mesi rispetto alla media degli ultimi anni tanto che già al 9 luglio il ghiacciaio è quasi completamente scoperto mentre lo è al 100% al 17 luglio. I dati delle paline ablatometriche forniscono dati di fusione senza precedenti sia per precocità della fusione durante l'estate che per intensità. Già al 31 luglio si registrano perdite comprese fra i 165 (P4) e i 330 cm (P7). Quest'ultimo valore equivale ad un tasso medio giornaliero di 6.1 cm/giorno. Dal 31 luglio al 31 agosto le perdite variano da 135 (P4) a 180 cm (P7) confermando tassi giornalieri compresi fra 4.4 e 5.8 cm/giorno. Nell'ultimo intervallo dal 31 agosto al 19 settembre la fusione è meno drastica ma si perdono ancora dai 30 (P4) ai 60 cm (P6). Complessivamente l'estate 2022 ha provocato perdite di spessore di ghiaccio comprese tra 330 (P4) e 560 cm (P7). Detto questo, non stupisce il valore record del bilancio di massa netto esteso all'intera superficie del ghiacciaio pari a -4000 mm *w.e.*, che denota una perdita più che doppia rispetto al bilancio più negativo precedente (- 1751 mm *w.e.* nel 2018). Ancora più significativa l'analisi del bilancio netto cumulato che, dal 2008 al 2021 (13 anni), aveva visto una perdita complessiva di 6320 mm *w.e.*, valore tutto sommato contenuto rispetto soprattutto ad altri ghiacciai posti in altri contesti alpini. In conseguenza della singola estate 2022 tale valore balza oggi a -10360 mm *w.e.* Nei pressi della fronte del ghiacciaio, il cospicuo accumulo di *firn* pluriennale che la mascherava nel 2021, è completamente scomparso rendendo possibili le misure su tutti i segnali attivi. In conseguenza dell'arretramento riscontrato (mediamente -9.5 m dal 2020 sebbene tutti ascrivibili all'estate 2022), sono stati posizionati i nuovi caposaldi UT22 e UM22 (triangoli in vernice azzurra) che sostituiscono rispettivamente 2MB02 e LF03 mentre è stato rinfrescato il segnale SM11 sempre in vernice azzurra. Hanno effettuato i rilievi nivologici del 2 giugno: Marco Masserini, Marco Manni, Fabio Fazzini, Michele Oggioni, B. Fezzi, Matteo Crippa, M. Castellazzi, Roberto Porta e Riccardo Scotti.

Quota min. fronte: 2445 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
2MB02	180°	39.5	30 (2020)	-9.5
SM11	190°	38.5	21.5 (2018)	-17
LF03	200°	45.5	19 (2017)	-26.5
UT22§	180°	1.5		
UM22§	212°	1		

§ Nuovo segnale, coordinate WGS84, UTM32T: UT22: 576495, 5103129, 2450 m s.l.m.; UM22: 576558, 5103138, 2445 m s.l.m.

Bacino: OGLIO - PO

*Ghiacciai del Gruppo Adamello - Presanella*

### 577 Ghiacciaio Occidentale di Pisgana

Operatori: Emanuel Galetta, Andrea Scaltriti e Paolo Pagliardi (SGL) - Controllo del 2022.09.18

I rilievi nivologici del 3 giugno hanno riscontrato un manto nevoso di soli 120 cm di spessore e 583 mm di equivalente in acqua, risultando il bilancio di accumulo invernale più basso della serie storica iniziata nel 2009. La fusione è iniziata in realtà già nel mese di maggio, intaccando probabilmente l'accumulo nevoso di 20-30cm (confrontando i valori di SWE con quelli rilevati sul Pian di Neve al 22 maggio). Il ghiacciaio risultava esposto completamente già al 2 luglio, ad eccezione di piccole porzioni a ridosso delle creste rocciose. È stata trovata la palina 1 espulsa per galleggiamento in quanto in prossimità di una *bédière*. Il 25 agosto è stata infissa una nuova palina da 12 metri. Tutta la superficie del ghiacciaio era priva di neve residua. Il *firn* 2020-2021 era presente con colore marrone-grigio nelle zone di maggio accumulo, come nei pressi del Passo Venerocolo. La perdita di spessore sull'altopiano sottostante la Punta Venerocolo si attesta a 443 cm al 10 settembre. In data 18 settembre è stato svolto un rilievo della fronte, confermando la situazione di rapido disfaccimento della stessa con visibile perdita di spessore e arretramento. È stato fissato un nuovo segnale di misura frontale in corrispondenza del settore inferiore, in quanto più accessibile rispetto ai laghetti. È identificato dal codice PSG22 e triangolo con vernice blu su un masso. Su base cartografica (Goole Earth) è stata valutato che il 24.09.2021 la fronte del ghiacciaio distava nel 519 m dal vecchio segnale Sx (azimut 184° e misura che considera anche l'incremento di quota). Tale segnale è stato misurato per l'ultima volta nel 2010 (distanza 102 m) per un arretramento conseguente di 417 m dal 2010 al 2021. In assenza di una foto aerea nel 2022 è stato impossibile valutare l'arretramento lungo questo azimut in questa zona



577 - Ghiacciaio Occidentale di Pisgana (foto E. Galetta, 2022.09.18). Panoramica del ghiacciaio; il collegamento tra i bacini di accumulo e la lingua è sempre più stretto. Formazione di nuove grotte e laghi proglaciali alla fronte. *An overview of the glacier showing the shrinking of the connection between the accumulation basins and the tongue. Formation of new ice caves and proglacial lakes at the front.*

della fronte mentre, sempre grazie alla dettagliata foto Google Earth del 24.09.2021 è stata ricostruita la distanza del segnale PSG22 dalla fronte, pari a 8 m. Per questo motivo viene indicato in tabella un arretramento per il 2022 pari a 12 m. La distanza del nuovo segnale PSG22 dal vecchio Sx è pari a 691 m con un azimut di 198°. Hanno collaborato: Amerigo Lendvai, Giovanni Prandi, Piera Federici (SGL).

Quota min. fronte: 2690

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Sx(S2)*	184°	519 (2021)	102 (2010)	-417
PSG22§	105°	20	8	-12

\* Vecchio segnale dato calcolato in cartografia riferito al periodo 2010-2021 indispensabile per il raccordo della vecchia serie di misure.

§ Nuovo segnale, coordinate WGS84, UTM32T: UT22: 617493, 5117087, misura 2021 non indicata l'anno precedente (vedi testo per maggiori informazioni).

### 581 Ghiacciaio del Venerocolo

Operatori: Amerigo Lendvai e Cristian Nardon (SGL) - Controllo del 2022.08.25

La neve residua sul corpo glaciale principale è limitata esclusivamente ad un sottile lembo, e neppure continuo, a ridosso della parete nord dell'Adamello; più continuo, lo stesso lembo è visibile sulla porzione distaccata occidentale, ma a quota più alta. Ben visibile anche la linea di demarcazione del *firn* degli anni precedenti in entrambi i settori che si attesa a quote molto variabili a seconda dell'esposizione. La finestra rocciosa centrale continua ad ingrandirsi. La fronte

del corpo principale è ulteriormente arretrata, come attesta la misurazione eseguita seppur in data successiva al rilievo fotografico. È stato contrassegnato con segnale in vernice VEN20 in precedenza materializzato solo con un ometto.

Quota min. fronte: 2570 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VEN20*	153°	30	25	-5

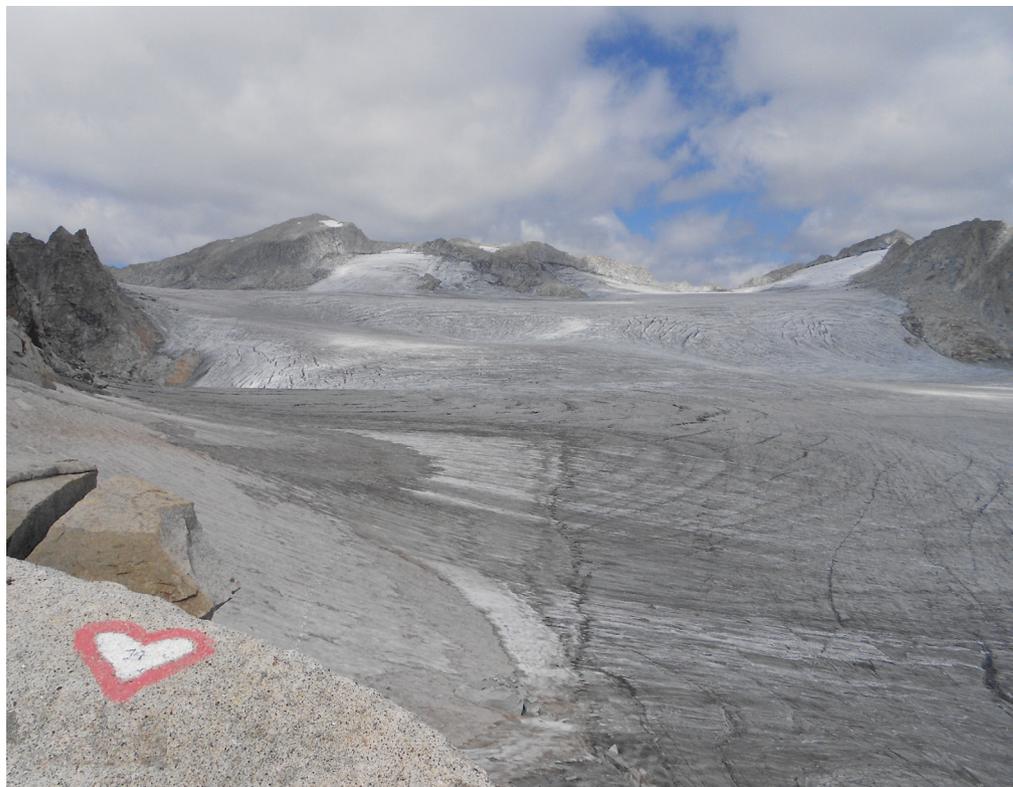
\* Le coordinate del segnale riportate in precedenza sono state ricontrollate e corrette: WGS84 UTM32T 615444.48, 5114016.27.

### 608 Ghiacciaio dell'Adamello

Operatori: Amerigo Lendvai, Andrea Scaltriti e Paolo Pagliardi (SGL) - Controllo del 2022.09.23

Al 22 maggio la fusione nivale era già attiva anche alle quote più elevate del ghiacciaio, tant'è che sul Pian di Neve erano presenti laghetti sopra glaciali solitamente visibili tra fine giugno e inizio luglio. Uno di questi, in prossimità del sito del carotaggio ADA270, sotto il Corno Bianco, era lungo oltre 100 m. In tale data è stato rilevato il bilancio di accumulo con trincea nivologica di 145 cm equivalenti a 565 mm di acqua. Il 25 giugno la snowline stagionale era già risalita oltre i 3000 m e alla fronte del Mandrone risultavano persi già 275 cm di spessore e 130 cm a quota 2830 m. Al 31 luglio l'indice AAR era già pressoché azzerato, con *firn* residuo delle stagioni 2020 e 2021 solo nelle zone più alte del Pian di Neve e sul Dosson di Genova; sul Pian di Neve le paline indicavano una fusione superficiale di 185 cm. Il 13 e il 20 agosto sono state razionalizzate le paline come da

608 - Ghiacciaio dell'Adamello, visione del Pian di Neve da Passo Salarno (foto A. Scaltriti, 2022.08.01). Assenza di neve residua già ai primi di agosto e incremento della crepacciatura. *View of the accumulation basin; Absence of residual snow-cover in early August and increase in extension of crevassed areas.*



pianificazione condivisa con la PAT e la SAT, in particolare è stata installata una nuova palina sul pianoro a 3240 m, e sono state re-infisse tutte le altre paline strettamente necessarie per la definizione di un bilancio di massa con metodo glaciologico. L'accesso dal Passo Salarno per la prima volta risultava difficoltoso a causa dell'emersione di diversi metri di placche rocciose lisce o instabili, anche l'accumulo eolico solitamente presente a ridosso del bivacco Giannantonj era completamente dissipato. Notevoli portate di acqua di fusione confluivano in un enorme inghiottitoio in prossimità dell'effluenza Salarno e i crepacci disposti sul cambio di pendenza tra i Corni di Salarno e il Corno Bianco apparivano molto più numerosi e profondi rispetto agli anni precedenti. Ampie finestre rocciose si sono aperte sotto il Monte Falcone e diversi funghi di ghiaccio sono visibili sotto il Corno Bianco per effetto dei grossi massi crollati negli ultimi anni. La porzione di ghiacciaio sul versante orientale del Corno Bianco è ormai distaccata di circa 100 metri dal corpo glaciale principale. Le due finestre rocciose apparse dopo il 2015 sul versante settentrionale affiorano sempre più. Le tre placche residue del precedente bacino glaciale tra Passo Brizio, Punta del Venerocolo e Cima Venezia si stanno rapidamente riducendo e la più grande e orientale delle tre alimenta ora un discreto torrente ablatore effluente dal laghetto formatosi. In questa zona emergono numerosi reperti bellici, tra cui una linea di telegrafo e dei tronchi di larice tagliati grezzamente. Resiste l'esile collegamento della porzione di ghiacciaio sotto Cresta Croce, anche se dal punto di vista dinamico non c'è più alcun trasferimen-

to di massa. La fronte del Mandrone appare in fortissima contrazione, con due enormi voragini circolari sprofondate nel mese di settembre in sinistra idrografica; queste erano da oltre due anni preannunciate da evidenti crepacci concentrici. Il laghetto formatosi nella conca dove la fronte è arretrata presenta battente idrico molto ridotto perché, con portate di deflusso ridotte come quelle riscontrate al 23 settembre, risulta in gran parte drenato e affiorano sedimenti limosi calpestabili. La fusione può considerarsi arrestata definitivamente sopra i 3000 m con il rapido raffreddamento avvenuto il 17 settembre, mentre alle quote inferiori dovrebbe essersi esaurita con le nevicate di fine settembre. La perdita di spessore superficiale rilevato dalle paline va dai 351 cm del Pian di Neve a quota 3110 fino ai 735 cm della fronte del Mandrone a quota 2570, con ottima correlazione altimetrica per le fasce intermedie. L'indice AAR pari a zero e i valori di ablazione superficiale rilevati dalle paline non hanno precedenti nelle serie storiche dei rilievi sistematici dal 2007. L'unico probabile precedente è individuabile forse nell'anno 2003. A corredo, si segnala che le temperature medie rilevate nel trimestre estivo a Punta del Venerocolo (3320 m) sono state pari a +4.5 °C con uno scostamento positivo di oltre 1.6 °C rispetto al già molto caldo trimestre estivo 2021 e con minime superiori allo zero per ben 44 giorni. Hanno collaborato: Giovanni Prandi, Claudio Colombi, Sabrina Viali, Emiliana Triglia, Piera Federici, (SGL), Sabrina Cola, Nicola Marchio (SAT-SGL), Sergio Benigni (PAT), Cristian Ferrari, Enrico Valcanover, Romano Niccolini ed Elena Bertoni (SAT).

**Settore SETTORE TRIVENETO**  
(Coordinatore: Aldino Bondesan)

Quota min. fronte: 3100 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 2-19*	295°	70	-	-

ALPI RETICHE

Bacino: SARCA - MINCIO - PO

*Gruppo Adamello - Presanella*

632 *Ghiacciaio di Conca (Orientale Carè Alto)*

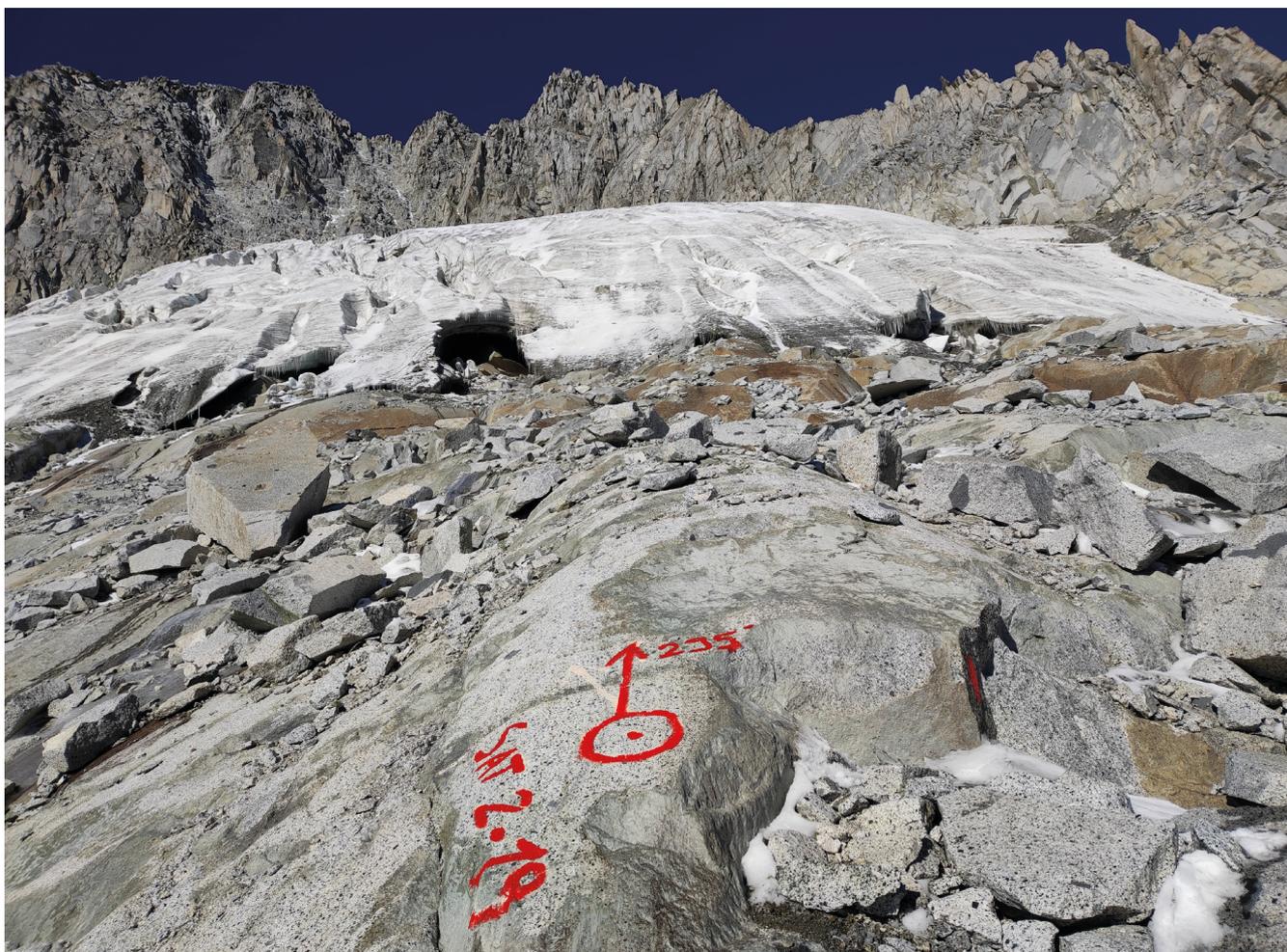
Operatori: Mario Valentini e Silvio Alberti (SAT) -  
Controllo del 2022.09.20

Presenza di un sottile strato di neve fresca, caduta sei giorni prima, ma completa assenza di neve vecchia. Si osservano estesi seracchi e tunnel endoglaciali.

637 *Ghiacciaio della Lobbia*

Operatori: Elena Bertoni (SAT) -  
Controllo del 2022.10.08

Fronte glaciale coperta da 20 cm di neve fresca e caratterizzata da fratture profonde e collassi localizzati. Presenza di blocchi di ghiaccio isolati al limite del ghiacciaio.



632 - Ghiacciaio di Conca (Orientale Carè Alto) - *Weissbrunnferner* (foto M. Valentini e S. Alberti, 2022.09.20). Il ghiacciaio mostra una serie di crepacci radiali, molti dei quali aperti e solo alcuni sigillati dalla neve. Diversi tunnel alla fronte, che si presenta molto appiattita, drenano le acque del ghiacciaio. Sono inoltre molto evidenti le foliazioni. La foto è scattata dal nuovo segnale SAT 2-19 che sostituisce il precedente SAT 2-08. *The glacier exhibits a series of radial crevasses, many of which are open and only a few sealed by snow. Several tunnels at the front, which appears very flat, drain the glacier's melting water. Foliation features are also very evident. The photo is taken from the new SAT 2-19 marker, replacing the previous SAT 2-08.*

Quota min. fronte: 2735 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 3A-18	178°	103	46	-57

### 639 Ghiacciaio dell'Adamello/Mandrone

Operatore: Federico Pedrotti, Massimo Santoni e Romano Niccolini (SAT) - Controllo del 2022.10.01

Il ghiacciaio e la zona circostante si presentano coperti da un sottile strato di neve recente, spesso di pochi centimetri alla quota della fronte. Dalle osservazioni effettuate nei mesi precedenti e dall'analisi delle immagini satellitari Sentinel-2 si può ipotizzare che le uniche porzioni del ghiacciaio dove è presente della neve sono su alcuni versanti esposti a NO a quote maggiori di 3200 m s.l.m. Nel periodo precedente, il ghiacciaio mostrava una colorazione molto scura a causa del sedimento sabbioso che lo ricopriva. I crolli presenti nella zona centrale negli anni scorsi si sono estesi cominciando a mostrare una cavità ostruita da bocchi di ghiaccio, indicativamente allineata alle depressioni evidenti nelle zone arretrate rispetto alla fronte

Quota min. fronte: 2540 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT4a-18*	222°	221	82	-139
SAT4a-18*	209°	125	-	-
SAT3b-11	209°	343	-	-

\* Il punto di misura SAT 4A 18 si trova in destra idrografica della fronte e la misura è stata effettuata mantenendo l'azimut degli anni precedenti. A causa dell'arretramento della fronte questo azimut (222°) non risulta essere più allineato col punto più a valle, bensì con la zona centrale della fronte dove l'arretramento è piuttosto marcato. È stata effettuata una seconda misura, con azimut 209°, che punta alla porzione più a valle della fronte.

### 640 Ghiacciaio Occidentale di Nardis

Operatori: Marisa Groff, Daniele Luchetta, Pier Paolo Speri, Norman Gasperini (SAT) - Controllo del 2022.09.18

Quota min. fronte: 2774 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 20-1	308°	90	47	-43

### 643 Vedretta degli Sfulmeni Settentrionale

Operatori: Alessandro Fellin e Romano Niccolini (SAT) - Controllo del 2022.10.15

L'intera vedretta è ricoperta da circa 20 cm di neve recente, caduta probabilmente verso la metà di settembre. Al fine di determinare la posizione della fronte è stato utile osservare il bordo laterale in sinistra orografica, facilmente individuabile. Considerando la forte pendenza della vedretta, si suppone che la perdita in spessore abbia prevalso sull'arretramento, il quale si attesta a soli 2 m rispetto all'anno 2021.

Quota min. fronte: 2630 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT 90+56	140°	57	55	-2
SAT 90/1	145°	111	41.5 (1996)	-69.5

### 644 Ghiacciaio d'Amola

Operatori: Matteo Zumiani, Elisabetta Travaglia e Julieta Rivosecchi (SAT) - Controllo del 2022.09.18

Nella porzione medio-sommitale si riscontra presenza di neve fresca, che probabilmente copre anche della neve residua rimasta nelle porzioni basali delle pareti che costituiscono il circo. La copertura detritica interessa buona parte della superficie del corpo glaciale, con spessori variabili arealmente tra qualche centimetro e vari metri. È costituita da clasti tonalitici di dimensioni da centimetriche a plurimetriche. Ben visibile il torrente proglaciale generato da acqua di fusione. Il ghiaccio sulla fronte è caratterizzato da una colorazione molto scura tendente al nero.

Quota min. fronte: 2541 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SAT02 10	290°	167	130	-37
SAT02 10*	280°	142		

\* È stato misurato anche il fianco idrografico destro della fronte, dal punto SAT2 10.

### 678 Ghiacciaio della Presanella

Operatori: Cristian Ferrari e Romano Niccolini (SAT) - Controllo del 2022.09.17

La stagione estiva con elevate temperature ha visto alla fronte della Presanella l'apertura di un crepaccio circolare già nel 2021. Nel 2022 il crepaccio ha provocato il distacco della parte frontale. Altri crepacci sono stati osservati nella parte più interna della sezione valliva.



678 - Ghiacciaio della Presanella (foto C. Ferrari, 2022.09.17). I collassi circolari, sempre più frequenti nei ghiacciai in ritiro, hanno interessato già dal 2021 la fronte della Presanella, con formazione di cavità, crepacci concentrici e ristagni d'acqua di fusione. La copertura detritica nella parte basale del ghiacciaio è uniformemente presente sulla superficie glaciale, coperta da una leggera nevicata. *Circular collapses, increasingly common in retreating glaciers, have affected the Presanella front since 2021, resulting in the formation of cavities, concentric crevasses, and meltwater epiglacial ponds. The debris cover in the lower part of the glacier is uniformly present on the glacial surface, covered by a light dusting of snow.*

La porzione basale del ghiacciaio risulta staccata ormai dalle zone di accumulo a monte.

La copertura detritica rimane importante nella parte basale del ghiacciaio della Presanella, mentre risulta assente sulla parte del Cercen.

Quota min. fronte: 2453 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
VM96	200°	450	370	-80

*Gruppo Ortles - Cevedale*

### 699 Ghiacciaio de La Mare

Operatori: Luca Carturan (CGI), Cristian Ferrari (CGT-SAT) - Controllo de 2022.09.11

Nel 2022 il bilancio invernale (dato indice misurato il 15 maggio) è risultato del 40% inferiore alla media dal 2004 al 2021. La fusione estiva, iniziata già nella seconda decade di maggio (un mese prima dell'anno precedente) è stata molto intensa e pressoché ininterrotta dall'11 giugno al 7 settembre. A fine giugno metà ghiacciaio si presentava già privo di neve residua ed entro metà luglio la neve era già scomparsa dal 95% della superficie, permanendo solo nelle conche ad accumulo eolico sopra i 3300 m. A fine annata di bilancio la neve residua era pressoché assente (AAR = 0.001), con ELA oltre la quota massima (3583 m)

e bilancio pari a -2979 mm *w.e.*, il più negativo dall'inizio delle misurazioni nel 2003. Nel 2022 è avvenuto il distacco della porzione inferiore del ghiacciaio, al di sotto del gradino roccioso di quota 3100 m, che ha causato un ritiro frontale superiore al chilometro. Il margine inferiore del ghiacciaio è attualmente articolato in quattro piccole appendici frontali. La più settentrionale scende fino a quota 3016 m ed è in gran parte coperta da detrito. La fronte centrale, collocata lungo la linea di flusso centrale del ghiacciaio e per questo considerata come principale e utilizzata per la misura della variazione frontale, è priva di copertura detritica e si affaccia sul bordo superiore del gradino di quota 3100 m. Le altre due fronti, più meridionali, divergono in corrispondenza di uno sperone roccioso a quota 3050 m e scendono fino a 2999 e 2971 m. La loro copertura detritica è trascurabile.

Quota min. fronte: 3101 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
Elaborazione GIS su base lidar*	-	1132 (2022)	0 (fronte 2021)	-1132

\* La variazione frontale, rispetto alla posizione della fronte nel 2021, è stata determinata mediante software GIS a partire da un modello digitale del terreno rilevato nel settembre 2022 dalla Provincia Autonoma di Trento e messo a disposizione dall'Ufficio Previsioni e Pianificazione, Servizio Prevenzione Rischi e Centrale Unica di Emergenza.



699 - Ghiacciaio de La Mare. Panoramica del ghiacciaio ripresa dal drone l'11 settembre 2022 (foto C. Ferrari). L'asterisco indica la fronte attuale del ghiacciaio, collocata sulla linea di flusso principale, in corrispondenza della quale è stata determinata la variazione frontale mediante GIS. La vecchia fronte, coperta da detrito, è visibile in basso a sinistra. *The La Mare Glacier seen from a UAV on 11 September 2022 (photo C. Ferrari). The asterisk indicates the current tfront of the glacier, located along the main flow line, where the length change was evaluated using a GIS. The old front, covered by debris, is visible in the lower left.*



701 - Ghiacciaio del Careser (foto L. Carturan, 2022.09.21). Lo scarso innevamento e il precoce inizio della fusione estiva ha determinato l'ablazione totale della neve già ai primi di luglio. La fronte, che si affaccia sul lago proglaciale, è marginata dai depositi recenti. Sono inoltre piuttosto fitte le *bedièrès* che solcano la superficie glaciale. *Low snowfall and the early onset of summer melting led to the complete ablation of snow already in early July. The front, overlooking the proglacial lake, is bordered by recent deposits. Bedièrès, which furrow the glacial surface, are also quite dense.*

### 701 Ghiacciaio del Careser

Operatore: Luca Carturan (CGI) -  
Controllo del 2022.09.21

Nel 2022 l'accumulo nevoso è stato particolarmente scarso sul ghiacciaio del Careser, raggiungendo solo il 50% del valore medio della serie storica di misurazione. A causa dello scarso innevamento e del precoce inizio della fusione, a metà giugno il ghiacciaio era già ampiamente scoperto e la neve residua si è esaurita del tutto entro la prima decade di luglio. L'AAR è quindi stato pari a zero, la ELA si è collocata oltre la quota massima del ghiacciaio, e il bilancio annuale è risultato pari -3965 mm *w.e.*, il più negativo dal 1967. Le variazioni morfologiche più significative sono avvenute sulla propaggine più settentrionale, in rapido disfacimento a causa dei ridotti spessori residui e della forte fusione. Altrove si osserva un generalizzato arretramento del margine glaciale, che ha riguardato anche la porzione superiore con esposizione più favorevole a NO, a differenza degli ultimi anni quando era rimasta stabile.

Quota min. fronte: 2966 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
C19	63°	59	35	-24

### 710 Ghiacciaio di Sternai

Operatori: Michele Framba (SAT) -  
Controllo del 2022.09.23

È stata effettuata una misura anche dal nuovo azimut a 75°. In tale direzione l'arretramento del ghiacciaio è stato inferiore a causa della presenza di un cordone morenico superficiale.

Quota min. fronte: 2942 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FS 21-2	90°	86	66	-20
FS 21-2	75°	68	=	=

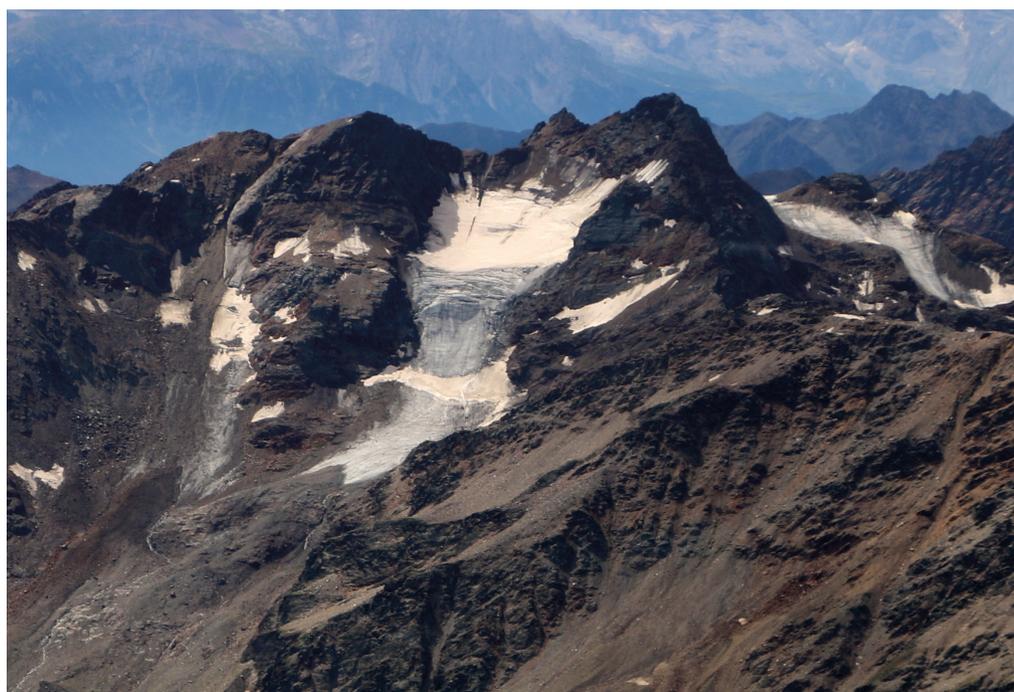
Bacino: VALSURA - ADIGE

### 713 Ghiacciaio Fontana Bianca - Weissbrunnferner

Operatori: Giuseppe Barison e Silvano Rosa (SGAA) -  
Controllo del 2022.09.22

I valori delle variazioni sono da considerarsi sugli ultimi due anni (nel 2021 i valori erano falsati dalla presenza di neve fresca). La lingua di sinistra presenta un distacco a circa metà bacino. Sulla lingua di destra è aumentata in maniera sensibile la massa detritica.

Consistente diminuzione areale e volumetrica, con conseguente arretramento frontale.



718 - Ghiacciaio Soi - Soyferner (foto G. Barison e E. Baraldo, 2022.08.03). Il ramo in destra idrografica del ghiacciaio è stato interessato da una grande frana staccatasi dal sovrastante canale. L'accumulo detritico maschera la fronte glaciale che appare comunque molto assottigliata e frastagliata. Il settore sinistro mostra una evidente seraccata in corrispondenza del gradino roccioso. *The right hydrographic branch of the glacier has been affected by a large landslide detached from the overlying channel. The debris accumulation masks the glacial front, which appears nevertheless very thin and jagged. The left sector shows a clear serac in correspondence with the rocky step.*

Quota min. fronte: 3000 m (fronte sinistra orografica)  
3007 m (fronte destra orografica).

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BG18m13dx	220°	41	30	-11
	180°	35	28	-7
	240°	51	33	-18
SG15m21sx	234°	-	43	-
	190°	-	39	-
SG20m10	240°	25	10	-15
	180°	-	11	-3

### 718 Ghiacciaio Soi - Soyferner

Operatori: Giuseppe Barison e Ezio Baraldo (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.03

È stata rilevata la presenza di una grande frana proveniente dal sovrastante canalone. Causa la copertura detritica sul ramo destro, non è stato possibile rilevare con esattezza la posizione della fronte che comunque è risultata molto assottigliata e frastagliata.

Sul settore superiore del ramo sinistro era presente una notevole quantità di materiale detritico e sono risultate sempre più ampie le finestre di roccia che emergono dal ghiacciaio.

È stata rilevata una notevole portata d'acqua nei torrenti che fuoriescono dai due rami del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 2858 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BR18m37	210°	80	49	-31
BR19m45	150°	66	52	-14

Bacino: PLIMA - ADIGE

### 727 Ghiacciaio di Grames - Gramsenferner

Operatori: Stefano Benetton (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.24

Con la risalita del lobo sinistro oltre lo scalino roccioso, la fronte risulta asimmetrica e senza più due lobi distinti, con il margine frontale che scende dolcemente verso la destra idrografica. La superficie esposta si presenta quasi interamente in ghiaccio vivo. Assenti le chiazze di neve invernale o nevato nelle aree proglaciali, a qualsiasi quota. Modesta e irregolare fascia di nevato ai piedi della parete rocciosa meridionale, nel versante nord. Pochi crepacci, alcuni trasversali nel centro del ghiacciaio, altri più lunghi

trasversali sotto la cima Rossa di Saent, al di sotto della quale è ben visibile e pronunciato il crepaccio terminale.

Presente una nuova finestra rocciosa di dimensioni circa 10 × 20 m nell'estrema destra idrografica, ad una decina di metri dalla fronte nel settore destro. Presente un'altra nuova finestra rocciosa in sinistra idrografica verso i 3000 m di quota, vicina al bordo sinistro del ghiacciaio. Assenti le morene galleggianti. Il detrito è presente in minima parte nei pressi della fronte nel settore sinistro, pressoché nullo in tutto il ghiacciaio ad eccezione di blocchi di varia taglia crollati dalla parete della cima Rossa di Saent.

Il lobo sinistro è rimontato sopra lo scalino roccioso, arretrando notevolmente dall'anno scorso. La fronte piatta, ad unghia, si immerge nel laghetto di neoformazione, con poco detrito presente a destra e a sinistra rispetto al punto misurato. Il lobo destro della fronte si è ritirato nel pianoro e l'area del ghiacciaio in questa porzione è stata sostituita dall'ampliamento del lago. La fronte, da alcuni anni termina nel lago proglaciale; risulta piatta, ma con una morfologia nel complesso ben conservata.

Il giorno del sopralluogo il torrente in sinistra orografica possedeva una notevole portata, mentre quello emissario del lago proglaciale aveva una portata minore.

Presenza di un laghetto proglaciale davanti al lobo sinistro, sopra lo scalino roccioso appena liberato dal ghiacciaio, parzialmente ghiacciato per le basse temperature.

In corrispondenza del fronte destro, il lago proglaciale è aumentato con una larghezza massima di 110 m. È presente un torrente proglaciale che il giorno del sopralluogo possedeva una portata scarsa.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB19m4(sf)	160°	127	31	-96
SB19m8(df)	175°	54	22	-32

### 728 Vedretta Serana - Schranferner

Operatore: Stefano Benetton (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.24

Ghiacciaio prevalentemente in ghiaccio vivo, presente fino ai ripidi tratti sommitali.

Assenza completa di chiazze di neve invernale, anche al di fuori della superficie del ghiacciaio, a qualsiasi quota. Presenza di grandi crepacci trasversali, in particolare nel settore superiore e centrale e di alcuni longitudinali nel centro del ghiacciaio. Sono presenti alcune finestre rocciose nel settore inferiore in destra idrografica, in particolare due di grandi dimensioni. Presente anche una nuova finestra rocciosa nel settore centrale in sinistra idrografica ed altre nei pressi della cresta rocciosa che corona il ghiacciaio.

Le finestre rocciose nel settore inferiore in destra idrografica hanno dato origine ad alcune morene caratterizzate da blocchi di varie dimensioni, fino ad alcuni metri cubi di volume.

Alcune frane, generate verosimilmente dallo scioglimento del permafrost, sono presenti soprattutto sotto la cresta rocciosa di cima Martello e sotto la cresta che corona il ghiacciaio a settentrione, e in forma ridotta sotto cima Venezia.

La fronte si presenta piatta e senza detriti in sinistra idrografica. Nella zona orientale è arretrata meno grazie alla copertura detritica. Presenti numerosi piccoli torrenti proglaciali. Sono stati rilevati due piccoli laghi proglaciali nel settore centrale.

Quota min. fronte: 2927 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
CS06m158(df)	150°	99	82	-17
CS06m10(df)	105°	343	313	-30

### 729 *Vedretta Ultima - Ultenmarkferner*

Operatore: Stefano Benetton (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.24

Mancanza di copertura di neve vecchia e nevato, anche nelle adiacenti aree periglaciali. Presenti larghi crepacci trasversali in corrispondenza dei due cambi di pendenza. Non sono visibili nuove finestre rocciose e le morene superficiali risultano assenti. Detrito abbondante con blocchi di varia taglia fino a blocchi di grandi dimensioni presenti nel lobo terminale del ghiacciaio che rendono difficile l'individuazione della fronte. Detrito in leggero aumento sul bordo inferiore in destra idrografica e sotto la ripida parete nel settore centrale del ghiacciaio in sinistra idrografica.

Presente una frana di notevoli dimensioni dalla Terza Cima Venezia. Fronte suddivisa in tre diversi lobi, sempre più separati per l'emersione delle rocce di fondo a causa della riduzione di spessore.

È presente del detrito morenico che maschera in parte il bordo inferiore del ghiaccio. Dalla fronte in destra orografica esce un torrente che a valle confluisce col più grande torrente proveniente dalla Vedretta Serana.

Quota min. fronte: NM

### 730 *Vedretta Alta - Höhenferner*

Operatori: Stefano Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2022.08.23

Il ghiacciaio evidenzia il protrarsi del ritiro e dell'assottigliamento, la comparsa di finestre rocciose e l'aumento

della copertura detritica; si presenta nel complesso ancora prevalentemente bianco, con copertura detritica limitata. Sono presenti alcune placche di neve invernale residua sul ghiacciaio solamente sopra i 3100 m, mentre sono assenti le placche di neve invernale fuori dal ghiacciaio a qualsiasi quota. Presenti piccoli crepacci trasversali poco a monte della fronte sulla sinistra idrografica e alcuni larghi crepacci trasversali alle quote superiori. Ben visibile la crepacciata terminale nel settore in destra idrografica. Sono presenti 2 finestre rocciose poco a monte della fronte, di cui una di dimensioni di circa 10 × 4 metri.

Nel settore in centro-destra idrografica sono presenti 2 conii detritici di dimensioni medio-grandi. Non sono presenti morene vere e proprie, ma alcuni depositi galleggianti di detrito scivolato in maniera sparsa dai conii detritici. Altro detrito è presente nei pressi della fronte nel settore in destra idrografica e nei pressi del margine glaciale. Fronte frastagliata, parzialmente coperta di detrito. Sta rimontando velocemente l'ultimo ripido scalino roccioso prima del pendio con pendenza più dolce presente poco più a monte. Presenza di torrenti proglaciali in fuoriuscita da vari punti della fronte, con acque abbondanti che scorrono a rami intrecciati verso la ripida rampa sottostante. Un torrente proglaciale scende dalla vedretta Ultima e si unisce alle acque della vedretta Alta.

Quota min. fronte: 2846 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP19m13	180°	126	55	-71

### 731 *Vedretta della Forcola - Fürkele Ferner*

Operatori: Stefano Benetton (SGAA) e  
Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2022.08.23

Il ghiacciaio è visibilmente in fase di ritiro dopo un rallentamento negli ultimi anni. La vedretta della Forcola e la vedretta del Cevedale sono ancora collegate, a valle di una imponente morena.

Appare prevalentemente bianco, con copertura detritica contenuta, anche se in fase di aumento.

Leggera copertura per effetto di una fresca nevicata a partire dai 3500 m circa, che non permette la stima della AAR e della quota della ELA.

Presenti pochi crepacci longitudinali nel settore centrale ed in sinistra idrografica verso i 3000 m di quota. Crepacci trasversali più importanti sono presenti nel ripido pendio sotto la *Zufallspitze*, dove il ghiacciaio mostra una accelerazione del movimento. Presenti crepacci trasversali nei pressi della fronte, in destra idrografica. Visibile la crepacciata terminale nel margine destro del settore centrale del ghiacciaio e sotto le pareti rocciose sommitali.



731 - Vedretta della Forcola - *Fürkele Ferner* (foto S. Benetton, 2022.08.23). Il ghiacciaio manifesta il progredire della riduzione glaciale con l'estensione delle coperture detriche, specialmente in destra idrografica, con allargamento delle finestre rocciose. Alcune sono di neoformazione, verso quota 2900 m. Il piccolo lago proglaciale si è formato nell'estate 2022, per effetto del ritiro frontale. Si scorgono inoltre numerosi crepacci longitudinali e trasversali, sia alla fronte che sul corpo glaciale. *The glacier shows the progression of glacial reduction with the extension of debris cover and with widening of rock windows. Some are newly formed, towards an altitude of 2900 m. The small proglacial lake formed in the summer of 2022, due to frontal retreat, is also visible. Numerous longitudinal and transverse crevasses are also observed, both at the front and on the glacial body.*

Comparsa di una nuova finestra rocciosa di circa 10 m<sup>2</sup> nel centro del ghiacciaio verso quota 2900 m. Ampliamento della finestra rocciosa longitudinale situata nella sinistra del ghiacciaio verso quota 2950 m. Espansione del contrafforte roccioso che si insinua nel ghiacciaio in sinistra idrografica verso i 2850 m. Formazione di una piccola morena centrale verso i 2900 m e aumento del detrito in destra idrografica negli ultimi 100 m di quota del ghiacciaio. Detrito presente anche attorno al contrafforte roccioso situato in sinistra idrografica.

La fronte è alta un metro in sinistra idrografica e circa 4 metri in destra idrografica dov'è presente una caverna e blocchi di ghiaccio collassati ed in fase di distacco. Il torrente proglaciale defluisce nella sinistra idrografica della valletta. Formazione di un laghetto proglaciale largo circa 40 m e lungo circa 10 m, in sostituzione al ghiaccio che fino all'anno scorso occupava la piana.

È presente una vistosa *bédière* in posizione centrale della fronte.

Quota min. fronte: 2764 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP2015m9	245°	149	112	-37

### 732 Vedretta del Cevedale - *Zufall Ferner*

Operatori: Stefano Benetton (SGAA) e Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2022.08.23

Morfologia glaciale preservata rispetto alla scorsa campagna glaciologica. Il ghiacciaio termina in 2 lobi, dei quali viene monitorato quello sinistro, per importanza e per dimensioni.

Il ghiaccio vivo è presente fino ad oltre i 3300 m per la maggior parte dell'area e chiazze di neve sono presenti dai 3000 m sotto la parete della *Zufallspitze*.



732 - Vedretta del Cevedale - *Zufall Ferner*; Stazione fotografica F18 (foto S. Benetton e G. Perini, 2022.08.23). In primo piano il lobo sinistro del ghiacciaio presenta assenza di detrito epiglaciale e di neve residua. Si intravedono in destra idrografica una falda detritica e alcuni depositi galleggianti sotto le pareti rocciose. *In the foreground, the left lobe of the glacier shows absence of epiglacial debris and residual snow. On the right hydrographic side, a debris bed and some floating deposits under the rock walls can be glimpsed.*

Leggera copertura di neve fresca a partire da circa 3500 m che non permette la stima della AAR e della quota della ELA. Riduzione di volume, riscontrabile in particolare nei pressi della fronte del lobo sinistro. I crepacci più significativi sono presenti nel settore centrale e superiore in destra idrografica, in corrispondenza di pendenze più elevate. Continuano ad essere presenti crepacci radiali nella porzione terminale del lobo sinistro. Presente qualche crepaccio longitudinale verso quota 2850 m.

Affiorano grandi finestre rocciose sul pendio della *Zufallspitze* in destra idrografica rispetto al flusso principale, alcune in fase di unione.

La morena interposta tra la vedretta del Cevedale e la vedretta della Forcola nasconde ancora ghiaccio sotto il detrito; pertanto, risulta esserci ancora continuità di ghiaccio tra le vedrette della Forcola, del Cevedale e Lunga. Presente una falda detritica e alcuni depositi detritici galleggianti sotto le pareti rocciose in destra idrografica del ghiacciaio, mentre sul lobo sinistro è presente poco detrito. Presente abbondante detrito sulla parte finale del lobo destro.

La fronte piatta presenta un margine regolare. Ha terminato la risalita della parte più ripida dello scalino roccioso che la connetteva precedentemente al grande pianoro sottostante.

Nel lobo sinistro è presente un torrente proglaciale che si origina dall'estrema sinistra idrografica del ghiacciaio ed un torrente proglaciale più piccolo che origina dalla zona centrale e che alimentano a valle del gradino roccioso i laghi proglaciali. Presenza di vari laghetti proglaciali a valle del lobo destro.

Quota min. fronte: 2786 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP19m29	200°	73	41	-32

Operatori: Giuseppe Perini (CGI) e  
Stefano Benetton (SGAA) - Controllo del 2022.08.22

La parte inferiore del ghiacciaio si presenta in ghiaccio vivo e col settore terminale coperto da detrito. Il ritiro rispetto allo scorso anno è notevole. Significativa anche la perdita di spessore.

È presente un piccolo collassamento nei pressi della fronte in sinistra idrografica.

Espansione del contrafforte roccioso situato in sinistra idrografica, all'altezza del cambio di pendenza verso i 2950-3000 m. È presente un po' di neve fresca in alta quota e un paio di chiazze di neve invernale nel settore centrale del ghiacciaio, sotto le pareti della cima dei Tre Cannoni e della cima di Solda; risultano assenti le chiazze di neve invernale fuori dal ghiacciaio a qualsiasi quota. Presenti grandi crepacci trasversali sopra la finestra rocciosa, in corrispondenza del cambio di pendenza a circa 2950 m e lungo il pendio che sale al rifugio Casati verso i 3150 m.

In destra idrografica si registra l'ampliamento della consueta finestra rocciosa, ormai quasi congiunta ad una seconda finestra rocciosa più recente e più in destra idrografica, che a sua volta dista dal margine roccioso circa 20-30 metri.

È comparsa una nuova finestra rocciosa lungo il pendio che sale al rifugio Casati, verso i 3150 m e una nuova piccola finestra rocciosa nei pressi della fronte, in estrema sinistra idrografica.

Detrito in aumento nel settore inferiore in centro-destra idrografica. È presente negli ultimi 100 m di quota, ma copre il ghiacciaio anche superiormente in destra idrografica fino alla cascata. I detriti si evidenziano particolarmente a partire da una stessa quota verso la metà della lingua di ablazione.

Fronte con margine ben evidente, anche se coperto per buona parte da detrito. Arretrata sensibilmente. Nel settore in sinistra idrografica la fronte si trova ora a monte una prominenza di roccia e detriti, fino all'anno scorso coperta da ghiaccio, ma dietro la quale si vedeva un crepaccio che ne circoscriveva l'area.

La fronte negli ultimi anni si è via via sempre più ricoperta di detrito, il quale ora ammantava completamente il settore centrale e in destra idrografica.

Apertura di una nuova caverna in corrispondenza della fuoriuscita di uno dei torrenti scaricatori, in sinistra idrografica. Acque abbondanti. Ora il torrente proglaciale in destra idrografica è il più importante. A monte è presente una cascata. Presente un torrente anche in sinistra idrografica, con flusso intermedio, nei pressi del quale è stato collocato il nuovo segnale di misura.

L'acqua di fusione del ghiacciaio esce dunque in due punti ben evidenti: uno in sinistra idrografica dalla nuova

caverna e l'altro con una cascata in corrispondenza del gradino roccioso in destra idrografica per poi scorrere sotto il ghiaccio ed i detriti, affiorando più a valle, riunendosi infine in un unico flusso torrentizio.

Quota min. fronte: 2735 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP18m17	240°	117	84	-33

Bacino: RIO LASA - ADIGE

743-744 *Ghiacciaio Lasa e Basso dell'Angelo - Laasertal Ferner u. Angelus Ferner*

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) -  
Controllo del 2022.09.11

Al momento del sopralluogo il corpo glaciale evidenziava una generale diminuzione di spessore e le diverse colate mostravano i segni di una prossima separazione e definitiva scomparsa, specialmente quella sotto Punta Livi. In aumento anche la copertura del detrito proveniente dalle circostanti pareti ormai prive di tracce di masse gelate. La diminuzione di spessore del ghiaccio ha portato all'emersione e all'aumento areale di numerose finestre rocciose.

Il limite altimetrico dell'inevamento residuo, visibile nonostante la leggera copertura di neve fresca (confermata dalla foto aerea del 13.07.2022) era molto elevato e di fatto limitato ad una modesta fascia ai piedi delle pareti rocciose. Non è stato possibile il controllo della lingua di destra idrografica a causa delle difficoltà di accesso ed è stato individuato un possibile percorso, anche se in condizioni di potenziale pericolo causato da massi instabili presenti sulla morena storica di collegamento dei due rami principali del ghiacciaio.

Quota min. fronte: 2920 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AS09m16*	220°	NM	157	NM
AS21m44	220°	79	44	-35

\* Il segnale AS09m16 viene abbandonato, poiché il ghiacciaio si è ritirato sopra un salto roccioso: i due segnali sono in sequenza con lo stesso azimut e distano 113 m.

I segnali AS2010m252 e AS12m184 sono stati abbandonati, essendo ormai in completo disfacimento la lingua pensile che da questi segnali era misurata.

754 *Ghiacciaio di Rosim - Rosimferner*

Operatori: Giuseppe Barison e Silvano Rosa (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.21

Le condizioni generali in cui è stato trovato l'apparato glaciale hanno evidenziato le conseguenze dello scarso innevamento invernale e della torrida estate le cui elevate temperature si sono poi protratte fino alla fine del mese di ottobre.

L'intera massa glaciale ha subito una generale riduzione verificabile dalla restrizione areale ed è aumentata anche la copertura di materiale detritico ai lati e ai piedi delle pareti rocciose soprattutto nel settore superiore di sinistra. Il valore di arretramento frontale verificato non fornisce una indicazione qualitativamente reale della riduzione in atto.

Da rilevare la sempre maggiore formazione di crepacci sul bacino superiore e la formazione di una galleria alla fronte, alla destra della fuoriuscita del torrente glaciale.

Quota min. fronte: 3020 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
UF07m20	130°	113	108	-5
UF07m20	115°	96	92	-4

762 *Ghiacciaio Solda - Sulden Ferner*

Operatori: Guido Sartori e Roberta Rosan (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.21

L'aspetto più evidente della riduzione della massa gelata è dato dall'aumento degli affioramenti rocciosi associato ad un sensibile arretramento delle fronti delle due lingue principali, separate da una sempre più consistente area detritica. Da segnalare le notevoli frane che hanno interessato le pareti settentrionali come quella di Punta Graglia oltre che quelle del Gran Zebrù e la Ovest dell'Ortles. Le conseguenze delle variazioni morfologiche del detrito, causate anche dalla diminuzione dello spessore del ghiaccio sepolto, sono visibili sull'intero bacino e specialmente sul settore di sinistra ai piedi dello Zebrù e del Gran Zebrù.

La fusione del ghiaccio sepolto ha modificato in maniera significativa l'ambiente e ha reso più difficoltoso l'accesso lungo il consueto itinerario di salita, franato in più punti e con la presenza di imbuto e ponti di ghiaccio a rischio di crollo.

L'intensità della fusione era messa in evidenza dai numerosi torrenti e *bédières* che solcano soprattutto la lingua di sinistra. Nell'area proglaciale sono presenti, inoltre, due piccoli laghi (normalmente ne era presente solamente uno).

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RS08m16	148°	-	-	-
	154°	-	167	-
	174°	205	170	-35
RR15m56	200°	155	130	-25
	185°	-	155	-
SG21m14	155°	24	14	-10
	150°	25	-	-
	180°	22	-	-

771 *Ghiacciaio del Madaccio - Madatschferner*

Operatori: Guido Sartori, Giuseppe Barison e  
Ezio Baraldo (SGAA) - Controllo del 2022.08.20

Quest'anno il sopralluogo è stato effettuato con un mese di anticipo rispetto alla campagna precedente e quindi le misure effettuate (seppur molto negative) possono considerarsi ancora inferiori a quelle reali di fine stagione di ablazione che, si è protratta ancora fino alla fine del mese di ottobre. Le condizioni generali del ghiacciaio hanno evidenziato una sensibile riduzione generale della massa ed un forte arretramento frontale, soprattutto riguardo alla parte centrale della fronte perché più sottile (vedi misura da azimut 200°). La porzione inferiore della fronte è risultata collegata al settore della lingua misurata per una superficie piuttosto ridotta e destinata di conseguenza a staccarsi entro breve tempo. Anche il settore inferiore della fronte di destra presentava una sensibile riduzione di spessore. La colata di sinistra ha mostrato una ulteriore significativa riduzione nonostante sia risultata ricoperta da materiale detritico.

Molto scarsa la neve o il nevato residuo anche alle quote più elevate del bacino nonché nei canali di cima Tucket e Madaccio. Sempre più esiguo e frastagliato il collegamento con la Vedretta Piana.

Quota min. fronte: 2660-2670 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SG20m32	200°	79	51	-28
	172°	109	95	-14
SG22m38	190°	38	-	-
	150°	35	-	-

\* È stata effettuata un'ultima misura dal segnale SG20; a causa del ritiro della fronte al di sopra di un ulteriore gradone roccioso è stato posto un nuovo segnale contraddistinto dalla sigla SG22m38.

772 - Vedretta Piana - Eben Ferner (foto S. Benetton, 2022.08.23). Dal segnale SB19m14 si osservano lenti di ghiaccio morto ai piedi del canalino roccioso precedentemente occupato da una lingua glaciale. From the SB19m14 marker, dead ice layers can be observed at the foot of the previously occupied rock channel by a glacial tongue.



#### 772 Vedretta Piana - Eben Ferner

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.31

Presenza di ghiaccio vivo senza alcuna traccia di neve invernale. Dall'anno scorso la fronte del ghiacciaio è rimontata sopra gli scalini rocciosi che connettevano il corpo glaciale principale con la lingua che si trova nel canalino roccioso. Ora sono presenti varie porzioni di ghiaccio morto tra l'attuale fronte e la posizione frontale occupata fino all'anno scorso.

È visibile un'esile pista da sci di raccordo tracciata dal gatto delle nevi che scende dal rifugio di cima Livri fino a raggiungere in prossimità del rifugio Pirovano, tagliando il ghiacciaio verso la sinistra idrografica. Crepacci quasi assenti, presenti solo un paio di piccoli crepacci trasversali nell'estrema sinistra idrografica. Finestre rocciose assenti. Morene assenti. Detrito quasi assente, presente solo nel tratto terminale della lingua sinistra. La fronte si trova ormai verso la parte sommitale del canalino roccioso, su pendenza minore. È coperta di detrito. Presenza di varie *bédière* con quantitativo d'acqua contenuto. Il torrente proglaciale principale presenta un flusso abbastanza elevato. Si osserva un altro torrente proglaciale proveniente dalle acque di fusione di destra idrografica.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB19m14	175°	180	14 (2019)	-166

Bacino: CARLIN - ADIGE

Gruppo Venoste Occidentali

#### 776 Vedretta della Croda - Gepatsch Ferner

Operatore: Stefano Benetton e  
Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2022.08.30

Ghiacciaio prevalentemente in ghiaccio vivo. Neve invernale presente solo a chiazze ed in alta quota. Il 28.08.2022 è avvenuto il crollo di due seracchi, anche oltre la scarpata, come comunicato dal gestore del rifugio.

Presenti molti crepacci trasversali in corrispondenza del settore centrale della fronte. Presenti altri crepacci trasversali nel settore centrale del ghiacciaio, in corrispondenza del cambio di pendenza verso i 3050 m. Presenti crepacci longitudinali nel settore centrale in sinistra idrografica, sotto la cima di *Vernagl*.

Apertura di tre nuove finestre rocciose nel settore superiore verso la cima di Croda Vernaga Alta - *Hochvernaglwand*. Morene sopraglaciali assenti. Detrito assente. Fronte ben definita e bassa in destra idrografica, mentre è più elevata, con seracchi, al centro e alla sinistra idrografica. Il torrente proglaciale principale fuoriesce in destra idrografica e rispetto al 2019 origina leggermente più in sinistra idrografica. Quantitativo d'acqua intermedio. Il torrente proglaciale genera una grande cascata circa 50 metri a valle della fronte, dirigendosi verso il ghiacciaio di Vallelunga. Sono presenti altri torrenti con dimensioni più ridotte al centro e in sinistra idrografica.



776 - Vedretta della Croda - Gepatsch Ferner (foto S. Benetton, 2022.08.30). La fronte glaciale risulta sospesa, fortemente acclive e frammentata da crepacci e seracchi. È evidente il crollo recente del seracco frontale, dove il ghiaccio mostra una colorazione azzurra. *The glacial front appears suspended, strongly inclined, and fragmented by crevasses and seracs. The recent collapse of the frontal serac, where the ice shows a bluish coloration, is evident.*

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB19m13	55°	47	13 (2019)	-34
SB19m10	55°	30	10 (2019)	-20

### 777 Ghiacciaio di Vallelunga - Langtauferner

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) -  
Controllo del 2022.10.07

Il giorno del sopralluogo era presente una leggera copertura di neve recente, di ordine centimetrico, oltre circa 2600 m; presumibilmente assente la neve vecchia, anche se non visibili i settori più alti del ghiacciaio. Dalle foto aeree si può desumere un ELA superiore ai 3200 metri di quota. È proseguito anche questa annata un ingente calo volumetrico della lingua per la quale è stato misurato anche un regresso accentuato, accentuato anche dalla evoluzione del grande crollo circolare del ghiaccio. La fronte attiva è arretrata fino al bordo superiore della voragine segnalata nel 2018 tra la morena laterale destra (quasi scomparsa, tranne una piccola placca) e la lingua principale; ai suoi lati persistono due cordoni glaciali, dei quali quello settentrionale la connette ad una spessa arcata glaciale abbandonata, in disfacimento, mentre quello meridionale la connette ad una placca di ghiaccio, precedentemente a contatto con la morena di sinistra orografica.

Il flusso proveniente dall'alto bacino sottostante la parete ovest della Pala Bianca è in via di distacco rispetto alla

colata principale. Notevolmente estesa la copertura della lunga morena mediana di separazione con la colata proveniente dal *Gepatsch Ferner* (Ghiacciaio della Croda).

In riduzione l'area seraccata di collegamento tra i due ghiacciai. Il giorno del sopralluogo si presentava consistente la portata del torrente glaciale.

Quota min. fronte: 2530 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AS13m120 (cf)	110°	-	419	-
AS13m70 (cf)	100°	125	70	-55

### 778 Ghiacciaio Barbadorso di Dentro - Innerer Baerenbart Ferner

Operatore: Andrea Scaltriti (SGAA) - Controllo del 2022.10.07

Presenza di alcuni centimetri di neve recente oltre i 2500 m, circa 20 cm leggermente ventati oltre i 2700 m. Neve vecchia residua assente.

Prosegue la riduzione della massa complessiva, soprattutto nello spessore; si ingrandiscono e aumentano le finestre rocciose; la lingua ablatrice continua ad assottigliarsi e ad arretrare verso il bacino collettore, dal quale si distingue per il limitato spessore; la porzione frontale pare sollevata rispetto al fondo roccioso. Assente l'ablazione al momento del rilievo.

In zona proglaciale si sono formati profondi fossati, assenti nel passato, scavati dai torrenti ablatori per la forte corrente delle acque di fusione glaciale.

777 - Ghiacciaio di Vallelunga - *Langtauferner* (foto A. Scaltriti, 2022.10.07). La riduzione di massa che interessa i ghiacciai alpini dà luogo sempre più frequentemente a tipiche forme di *downwasting*. In primo piano si osserva un arco di ghiaccio, sormontato da detrito e sullo sfondo una parete in corrispondenza di una spessa placca di ghiaccio morto. La fronte attiva è oramai arretrata sulla sommità del ripido versante. *The mass reduction affecting alpine glaciers increasingly gives rise to typical forms of downwasting. In the foreground, an arch of ice, topped by debris, is observed, and in the background, a wall corresponding to a thick layer of dead ice. The active front has now retreated onto the summit of the steep slope.*



Quota min. fronte: 2780 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
AS18m103	150°	175	155	-20

Bacino: PUNI - ADIGE

#### 784 *Ghiacciaio di Planol - Planeil Ferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) - Controllo del 2022.08.29

Il ghiacciaio presenta ghiaccio esposto su tutta la superficie osservabile. È apprezzabile un calo di spessore con allargamento delle finestre rocciose e aumento della copertura detritica. I crepacci sono pochi, piccoli e trasversali.

Si osservano due finestre rocciose di grandi dimensioni, quasi congiunte al centro, che stanno determinando una riduzione e deviazione del flusso glaciale, con minore apporto di ghiaccio dalla parte superiore a quella inferiore. Inoltre, queste finestre rocciose stanno portando alla separazione del ghiacciaio nel settore superiore e inferiore.

Presenti blocchi rocciosi di diversa dimensione in destra idrografica, con margine meno riconoscibile in questo settore. Presenza di detrito sotto le finestre rocciose e lungo il margine in destra idrografica. La fronte risulta piatta, meno spessa ed inclinata rispetto al 2020.

Presente un torrente proglaciale con medio quantitativo d'acqua di fusione. *Bédière* di grandi dimensioni nel settore centrale e inferiore del ghiacciaio, in destra idrografica.

Quota min. fronte: 2872 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GG04m20	102°	292	249 (2020)	-43

Bacino: SALDURA - ADIGE

#### 788 *Ghiacciaio di Mazia*

Operatori: Giovanni Greco e Bruno Teti (SGAA) - Controllo del 2022.09.22

Il giorno del sopralluogo era presente un leggero strato di neve fresca. La crepacciatura è risultata comunque ben visibile e notevolmente diffusa. Abbondante l'accumulo di materiale detritico di varie dimensioni, in evidente aumento sulla parte inferiore del ghiacciaio. Nel settore centrale è affiorato un grande masso che testimonia della forte diminuzione di spessore. La lingua centrale e quella che scende sulla sinistra orografica si restringono sempre più per la forte riduzione di spessore. Inoltre, l'intero ambiente periglaciale e proglaciale ha subito una forte modifica per il notevole aumento di materiale detritico tanto che non è stato possibile ritrovare i due segnali df e cf, motivo per cui è stata eseguita



788 - Ghiacciaio di Mazia (foto F. Secchieri, 2022). Le zone frontali delle lingue glaciali presentano una marcata fratturazione e una notevole presenza di materiale detritico, dovuto alla progressiva diminuzione dell'area occupata dai corpi glaciali. Nel cuore del ghiacciaio, emerge una dorsale rocciosa che testimonia la significativa e graduale riduzione dello spessore glaciale. Nella parte più alta del ghiacciaio, sono ancora presenti estese placche di neve residua. *The frontal zones of the glacial tongues exhibit pronounced fracturing and a significant presence of debris, generated by the progressive reduction in area occupied by the glacial bodies. At the heart of the glacier, a rocky ridge emerges, bearing witness to the substantial and gradual reduction in glacial thickness. In the higher reaches of the glacier, extensive residual snow patches are still present.*

una misura approssimativa basata sulle coordinate dei punti. Molto elevato il limite del nevato, suddiviso in placche irregolari, comunque sopra i 3200 m di quota.

Quota min. fronte: 2800 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
TP14m112	120°	205	200	-5
GG11m68	92°	150	145	-5
GG04m48	110°	335	331	-4
GG15m59	50°	202	189	-13

#### 794 Ghiacciaio di Saldura Meridionale -Suedl. Saldur Ferner

Operatori: Giovanni Greco, Valter Carbone, Bruno Teti e Paolo Tosi (SGAA) - Controllo del 2022.08.30

Il ghiacciaio evidenzia una situazione di bilancio estremamente negativo determinato dalla consistente fusione della massa gelata con conseguente diminuzione dell'area e del volume complessivo. Consistente anche l'arretramento frontale e l'ampliamento degli affioramenti rocciosi. Sono aumentate anche le frane generatesi per lo scioglimento del

permafrost. Numerosi i crepacci aperti nel settore centrale. Il materiale detritico è aumentato sia sulle aree laterali che su quelle centrali tanto da ricoprire completamente il settore centrale e laterale sinistro della lingua centrale. Il giorno del sopralluogo il torrente aveva una portata abbondante a causa della forte fusione. La lingua che collegava il ghiacciaio si è quasi completamente disciolta. È visibile la parte superiore, sotto Cima Saldura, ma ormai separata dalla parte sottostante e probabilmente ancora collegata dalla lingua di sinistra nel settore che parte dai crepacci superiori e scompare dietro uno sperone di roccia. Non è stata rilevata la presenza di neve vecchia e il nevato era presente solo in isolate placche sommitali.

Quota min. fronte: 3000 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
RE03m45	166°	440	431	-9
GG10m53	136°	428	365	-63
GG15m37	148°	210	110	-100
LG18m23	120°	95	23	-72

805 *Vedretta di Lagaun - Lagaun Ferner*

Operatori: Giuseppe Barison e Silvano Rosa (SGAA) -  
Controllo del 2022.09.13

La fronte dal segnale destro si presenta molto sottile e frastagliata, ricoperta in parte di detrito morenico. Alla sinistra la fronte termina in parte su un piccolo lago epiglaciale.

Sempre più estese e profonde le fessure verticali sul ghiacciaio, in corrispondenza delle quali si osserva un notevole scorrimento di acqua.

Quota min. fronte: 3050 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
BRG 19-m23	270°	40	33	-7
	300°	35	21	-14
BRG 17-m21	270°	77	65	-12
	290°	65	52	-13

812 *Vedretta delle Frane - Steinschlag Ferner*

Operatore: Giovanni Greco, Paolo Tosi e  
Bruno Teti (SGAA) - Controllo del 2022.08.22

L'ambiente glaciale e periglaciale è stato profondamente modificato a causa di numerose frane detritiche provenienti dalle pareti rocciose circostanti. Specialmente il settore sinistro è stato ricoperto dal materiale morenico che ha obliterato gran parte della superficie in ghiaccio. Sono stati osservati due torrenti con abbondanti portate, di cui quello di sinistra alimentato dalla fusione del permafrost. La fronte, notevolmente frastagliata, ha evidenziato un regresso complessivamente modesto specialmente se messo a confronto con la grande diminuzione di massa e conseguente riduzione dello spessore del ghiaccio. Tale fatto ha anche provocato l'emersione e l'estensione delle finestre rocciose. Anche sul settore di destra la superficie esposta del ghiacciaio è stata notevolmente ricoperta da detrito e pare in atto il distacco dalla massa principale, specialmente sotto Punta Oberettes. Diversi crepacci, alcuni di neoformazione, sono stati osservati sulla parte centrale appena sopra l'isola rocciosa centrale.

Quota min. fronte: 2900 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
PB05m85	254°	262	254	-8
PT10m32	250°	178	173	-5
PT11m113	285°	220	214	-6
PT12m37	244°	170	165	-5
GC21m10	300°	32	13	-19

813 *Vedretta del Giogo Alto - Hochjoch Ferner*

Operatori: Stefano Benetton e Giovanni Benetton (SGAA) -  
Controllo del 2022.09.01

Ghiacciaio in condizioni critiche. Quasi tutto il corpo glaciale si presenta in ghiaccio vivo. Decisa riduzione di spessore e ritiro della fronte glaciale a monte del contrafforte roccioso che è emerso dal ghiacciaio negli ultimi anni.

I teli di copertura del ghiacciaio sono stati tolti nei giorni precedenti alle misurazioni, così è evidente l'area glaciale sommitale in sinistra idrografica che ne era coperta, perché pressoché l'unica a possedere ancora neve invernale. I piloni di sostegno dell'impianto di risalita in destra idrografica risultano emergere dal ghiacciaio verticalmente per alcuni metri.

Crepacci assenti. È presente una finestra rocciosa nella parte superiore centrale del ghiacciaio, vicina alle rocce che lo delimitano lateralmente. Morene di superficie assenti. Falda detritica derivante dal crollo di blocchi rocciosi dalla Croda Nera, in destra idrografica.

Fronte arretrata notevolmente, facilmente riconoscibile. Presenta una copertura morenica solo nei primi metri frontali.

Sono presenti 2 torrenti proglaciali, uno in destra ed uno in sinistra idrografica del contrafforte roccioso. Il giorno del sopralluogo le portate erano scarse a causa delle basse temperature.

L'attività di movimentazione e gli interventi protettivi con teloni sul manto nevoso non consentono la valutazione dei parametri glaciologici.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB18m52	150°	583	472	-111

Bacino: ADIGE

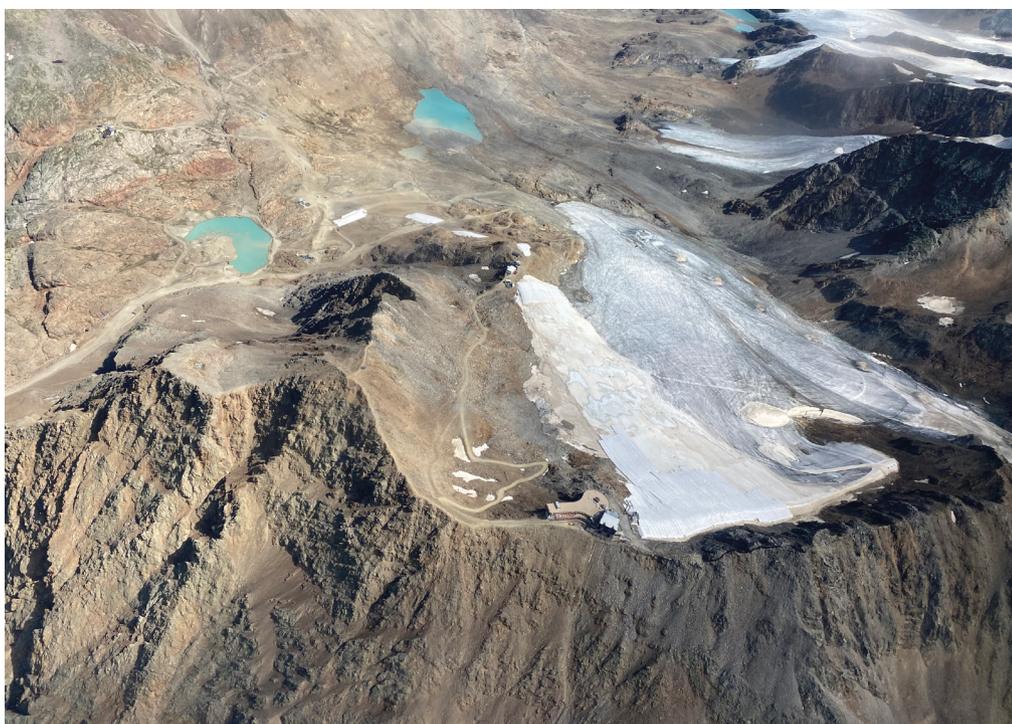
*Gruppo Venoste di Levante*

828 *Vedretta della Croda Rossa - Rotwand Ferner*

Operatore: Matteo Toro (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.25

Il corpo glaciale ha mantenuto complessivamente la medesima morfologia dell'anno precedente. La zona ispezionata della fronte risulta in ghiaccio vivo ed il nevato invernale risulta assente.

Una famiglia di crepacci trasversali si rileva subito a valle del cambio di pendenza che si trova circa 50 m a monte della fronte. Nella zona terminale occupata dal



813 - Vedretta del Giogo Alto - Hochjoch Ferner (foto F. Secchieri, 2022). La quasi totalità del corpo glaciale si presenta in ghiaccio vivo. Le aree coperte da teli e i settori adibiti allo sci risultano molto evidenti e incidono in modo significativo sulla conformazione del ghiacciaio. *The vast majority of the glacial body appears as exposed ice. Areas covered with tarpaulins and sections designated for skiing are highly conspicuous and have a significant impact on the glacier's morphology.*

ghiacciaio fino al 2021, è stato lasciato abbondante materiale fine frammisto a grossi blocchi e ciottoli. La presenza di detrito sul corpo glaciale, eccezion fatta per alcuni grossi blocchi osservabili sulla terminazione, è abbastanza limitata.

La fronte possiede una terminazione ben definita che risulta essere appiattita, con pendenza uniforme nel tratto ispezionabile. Essa è più avanzata nella parte centrale e in destra idrografica, mentre risulta più arretrata ed assottigliata in sinistra idrografica dove ha oramai risalito buona parte del pendio dal quale scende la porzione ispezionabile del corpo glaciale. Non sono presenti segni di instabilità, nonostante la pendenza venga stimata attorno ai 25°.

Il torrente origina esclusivamente da una cavità sita in sinistra idrografica, con acqua lievemente torbida. Risalendo la soglia rocciosa per accedere al ghiacciaio, si notano tracce del passaggio di acqua e deposizione di sedimento fine anche nelle porzioni centrali ed in destra idrografica.

Nel complesso il ghiacciaio registra un ritiro accentuato e una cospicua perdita di area nella zona di ablazione associata a forte perdita di spessore.

Quota min. fronte: 2935 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
SB1301	162°	96	39	-57

#### 829 Vedretta di Tessa - Textel Ferner

Operatore: Matteo Toro (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.25

La parte del circo glaciale nel settore sommitale del ghiacciaio al di sopra della soglia rocciosa situata a 3100 m circa risulta completamente coperta di detriti, così come la zona di ablazione; tale soglia interrompe quasi completamente la continuità del corpo glaciale, lasciando solo un lembo di ghiaccio in destra idrografica che garantisce la continuità tra i due settori, vicini alla separazione. In destra idrografica è presente della neve invernale, protetta dalle sovrastanti pareti rocciose.

I crepacci sono visibili nel corpo glaciale, sia longitudinali che trasversali. Nella zona in cui la fronte immerge al di sotto della coltre detritica, sono visibili alcuni crepacci longitudinali ed alcune *bédières*.

I detriti risultano coprire il ghiacciaio nella parte più alta del bacino; essi sono presenti in maniera diffusa in sinistra idrografica, mentre in destra si concentrano maggiormente in corrispondenza degli sbocchi dei canali fra le pareti rocciose. Nella parte terminale formano un potente corpo che consente al ghiacciaio di affiorare solo in zone limitate.

La fronte risulta sepolta dal detrito e frastagliata. Rilevata la presenza di limitate falesie alte circa 1.5 m e di piccole trincee, oltre che tracce di fenomeni di crollo di una cavità glaciale. La posizione della fronte è stata stabilita grazie all'incisione operata da alcune *bédière* che mettono in luce la presenza di ghiaccio sotto al detrito.

Lo scaricatore principale emerge da una cavità posta in sinistra idrografica. I torrenti secondari sorgono dai detriti in destra idrografica. Torbidità e portata limitate.

Quota min. fronte: 2804

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
UM79m138	175°	465	366	-99

Bacino: RIDANNA - ADIGE

*Breonie*

### 875 *Vedretta di Malavalle - Uebeltal Ferner*

Operatore: Gianluigi Franchi (CGI) -  
Controllo del 2022.08.09

Dall'anno idrologico 2001/02 è in atto sul ghiacciaio Malavalle lo studio del bilancio di massa. La serie storica dei ventuno anni di Bilancio Invernale fa registrare un valore medio sul periodo di 1284 mm *w.e.*; perciò il Bilancio Invernale del 2021/22 (l'accumulo nevoso è stato rilevato il 14 maggio) con 719 mm *w.e.* è risultato il più basso della serie e inferiore alla media del 44%.

L'estate molto calda, che si è prolungata fino alle prime nevicate di metà settembre, ha provocato la fusione della neve invernale su tutto il ghiacciaio (AAR allo 0%) e anche la fusione di parte del nevato alle alte quote.

La perdita in assoluto di ghiaccio è stata sul Malavalle di oltre 6 m a circa 2700 m di quota, e ancora di circa 5 m a 3000 m, per poi ridursi a circa 3 m tra 3100 e 3200 m. Alle quote superiori (fino ai 3400 m) il bilancio è stato ancora negativo con notevole perdita di ghiaccio e nevato (tra -700 e -1300 mm *w.e.*).

Perciò il Bilancio Specifico Annuale del 2021/22 con -3174 mm *w.e.* si colloca al 21° rango della serie di 21 anni, ben al di sotto del precedente negativo del 2018 con -1789 mm *w.e.* L'ELA sul Malavalle è stata calcolata a 3516 m, quindi qualche decina di metri sopra la quota massima del ghiacciaio e circa 500 m al di sopra dei 3002 m dell'ELA<sub>0</sub>, quota teorica per l'equilibrio. Sempre notevole anche l'arretramento (-20 m) e il restringimento della zona frontale.

Quota min. fronte: 2605 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GF15m200 Quota 2583 m	240°	337	317	-20

### 876 *Vedretta Pendente - Hangender Ferner*

Operatore: Gianluigi Franchi (CGI) -  
Controllo del 2022.10.08

Dall'anno idrologico 1995/96 è in atto sulla Vedretta Pendente lo studio del bilancio di massa. L'accumulo nevoso invernale, che si effettua dal 1999, quest'anno (rilievi del 14 maggio) è stato di 858 mm di equivalente in acqua risultando inferiore alla media del 47%, e si è collocato al 23° rango della serie di 24 anni, il cui valore massimo si è avuto nel 2001 con 2957 mm *w.e.*, il minimo nel 2007 con 763 mm *w.e.*

Già ai primi di agosto il ghiacciaio si trovava completamente privo di copertura nevosa; perciò, il bilancio di massa annuale è stato di -3493 mm *w.e.* (media della serie di 27 anni -1244 mm) collocandosi al 27° rango e risultando ben inferiore al precedente minimo di -2229 mm *w.e.* del 2018.

Ovviamente l'AAR corrisponde allo 0%, mentre l'ELA si trova a 3547 m, circa 600 m oltre la quota massima del ghiacciaio. Da notare che mentre il bacino occidentale mantiene ancora una discreta struttura, quello orientale si sta riducendo a delle placche ghiacciate.

La fronte quest'anno si è ritirata di 37 m e si trova ancora in un pianoro, ma è collassata.

Quota min. fronte: 2625 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GF90m5(cf) Quota 2607 m	345°	327	290	-37

### 880 *Ghiacciaio Montarso - Feuersteinferner*

Operatore: Ivan Bertinotti (SGAA) -  
Controllo del 2022.09.21

Il ghiacciaio ha subito una sostanziale modifica con la separazione definitiva del settore meridionale dal corpo principale, evento comunque già ipotizzato nella precedente campagna.

Questa lingua compresa fra Croda traversa, Cima S. Lorenzo e punta Rocol risulta separata dal corpo principale per circa 40 m. In tali condizioni la superficie del lago periglaciale è raddoppiata e la fronte rispetto alla misurazione dello scorso anno, quindi con lo stesso azimut, risulta ora distante 174 m dal punto B21 (+97 m). Adesso il ghiacciaio risulta laterale rispetto al punto di riferimento B21, per cui l'arretramento reale della lingua è di circa 40 m.

La perdita di spessore è stimabile mediamente attorno ai 3 metri (la valutazione è comunque ostacolata dalla presenza di una abbondante nevicata precoce che maschera un po' l'insieme). Questa perdita di massa è evidente anche nella "zona di accumulo", da sempre a quota troppo bassa (di poco superiore ai 2900 m), ma adesso l'inizio superiore della massa glaciale è a 2800 m circa.



876 - Vedretta Pendente - *Hangender Ferner* (foto G. Franchi, 2022.10.08). Il ghiacciaio si presenta completamente spoglio di neve invernale, con chiare evidenze di stratificazioni e crepacci. Il bacino occidentale, sul lato destro della rete idrografica, conserva ancora una certa integrità morfologica, a differenza di quello orientale che mostra una frammentazione quasi completa in placche di ghiaccio disconnesse dal corpo principale. *The glacier appears completely devoid of winter snow, displaying clear evidence of stratification and crevasses. The western basin, on the right side of the hydrographic network, still maintains a certain morphological integrity, in contrast to the eastern side, which exhibits almost complete fragmentation into disconnected ice plates from the main body.*

Il corpo principale, che ha costituito una piccola morena frontale a sancire il distacco, risulta arretrato di 38 m (+37 m) rispetto al punto A21.

La presenza di neve abbondante e ventata ha reso difficilmente individuabili i crepacci e non ha permesso l'attraversamento del ghiacciaio in tutta sicurezza per cui le rilevazioni rispetto al punto C21 non sono state fatte sul posto, ma stimate da una roccia dominante. È stata comunque confermata la perdita di massa, anche se la diminuzione areale è parsa abbastanza limitata.

La lingua pensile è quasi sparita, anche se sembra che ci sia una piccola presenza di ghiaccio molto incassata.

La formazione di grossi crepacci trasversali fa pensare a possibili ulteriori crolli e praticamente al collasso completo della lingua pensile.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
B 21 (dx idrografica)		174		-40

## ALPI NORICHE

*Gruppo delle Aurine*

Bacino: VIZZE - ADIGE

### 912 *Vedretta di Pedroi - Prettau Kees*

Operatore: Gianni Moreschi, Osvaldo Zambelli e Stefano Covi (SGAA) - Controllo del 2022.08.28

È aumentata considerevolmente la copertura di materiale morenico e di conseguenza il bordo del ghiaccio non è apparso sempre bene individuabile.

La superficie del ghiacciaio si presenta molto irregolare rispetto alle rilevazioni dello scorso anno, con una notevole presenza di crepacci e una abbondante copertura morenica, soprattutto sul lato sinistro. La lingua glaciale prospiciente la fronte ha evidenziato una notevole riduzione con conseguente estensione dei corpi rocciosi, soprattutto sul lato destro.

Cospicuo deflusso di acqua da una cavità sul lato destro della fronte. Totale assenza di neve vecchia su tutto il corpo

glaciale e su tutto il massiccio del Picco dei Tre Signori. Alcune isolate placche di nevato al di sopra dei 3200/3300 m di quota.

Quota min. fronte: 2576 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
MC14m58*	130°	205	152	-53

\* La fronte è di difficile individuazione per la presenza di numerosi detriti sulla superficie meridionale del ghiacciaio. Di conseguenza la misurazione della distanza dal segnale è stimata.

### Gruppo delle Pusteresi

#### 926 Ghiacciaio Occidentale di Sassolungo - Westl. Lenkestein Ferner

Operatori: Giuseppe Perini (CGI) e Giovanni Saccon (SGAA) - Controllo del 2022.08.17

Il ghiacciaio si presenta in gran parte privo di neve dell'inverno e il limite del nevato si attesta sui 2950 m di quota. È presente qualche centimetro di neve fresca caduta nel mese di settembre, che permane nella parete nord del Collalto.

Sono presenti pochi crepacci in prossimità del cambio di pendenza nel settore centrale del ghiacciaio. La

926 - Ghiacciaio Occidentale di Sassolungo - Westl. Lenkestein Ferner (foto G. Saccon, 2022.08.17). La terminazione glaciale, oramai ampiamente appiattita, conserva una sua unitarietà, nonostante gli avvallamenti superficiali che suggeriscono spessori modesti e un significativo adeguamento alla conformazione del substrato roccioso sottostante. Il deposito di materiale detritico assume progressivamente maggiore rilevanza, coinvolgendo l'intera superficie, in particolare il tratto frontale. *The glacial terminus, now largely flattened, retains its structural cohesion, despite surface depressions indicating modest thicknesses and substantial adaptation to the underlying bedrock morphology. The coarse deposit progressively gains importance, encompassing the entire surface, particularly in the frontal section.*



fronte presenta un'altezza stimata di 3.5 m, in fase di assottigliamento. Assenti torrenti epiglaciali e laghi epiglaciali.

Quota min. fronte: 2565 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GS17m54	150°	143	125	-18
GS22m17*	N 150°	17	-	-

\* È stato posizionato il nuovo segnale GS22m17 a quota 2565 m con azimut pari a 150°, a 126 m dal segnale precedente GS17m54 (coordinate UTM 33T 0282794, 5201276; 46°55'46"N, 12°08'48"E).

Operatori: Giorgio Cibir (CGI) - Controllo del 2022.10.08

Ricoprimento di neve recente.

La porta glaciale appare ampia e con vistosi crolli e collassi.

Quota min. fronte: 2640 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
FS79	140°	480	445 (2021)	-25

927 *Ghiacciaio di Collalto - Hochgall Kees*

Operatori: Giovanni Saccon (SGAA) e  
Giuseppe Perini (CGI) - Controllo del 2022.08.17

Il ghiacciaio si presenta quasi completamente privo di neve invernale, il cui limite stimato è a 2950 m circa. Presenti pochi crepacci di dimensioni contenute. Finestre rocciose assenti. Morene e detrito senza notevoli variazioni rispetto agli anni precedenti.

Alla fronte si è creata una caverna di ampie dimensioni, con le seguenti misure stimate: larghezza 8 m, altezza 4 m e profondità 45-50 m.

La portata del torrente che origina alla fronte del ghiacciaio è più elevata rispetto all'anno precedente. Il lago proglaciale è aumentato leggermente di volume rispetto agli anni precedenti. Assenti torrenti epiglaciali.

Quota min. fronte: 2635 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GS18m7	140°	26	20	-6

929 *Vedretta del Gigante Centrale - Zentrales Rieser Kees*

Operatori: Matteo Toro (SGAA) -  
Controllo del 2022.08.28

Il ghiacciaio ha registrato una accelerazione del ritiro nel corso dell'ultimo anno, con perdita di estensione e di

spessore nella zona frontale. Solo nella porzione sommitale del ghiacciaio permangono alcune rare chiazze di neve vecchia. I crepacci sono presenti soprattutto a valle del cambio di pendenza posto circa a 2900 m di quota. Nessuna finestra rocciosa visibile nel settore inferiore del ghiacciaio. La superficie si presenta generalmente libera da detrito, fatta salva la presenza di qualche blocco di roccia.

La fronte è suddivisa in tre lobi, generalmente a forma di unghia. Il lobo posto in destra idrografica (nord) risulta essere piatto e termina contro una piccola soglia rocciosa mascherata da detrito; quello in sinistra idrografica (sud) è costituito da una falesia alta un paio di metri, fratturata e terminante in un piccolo laghetto proglaciale. La superficie presenta solchi di ruscellamento, asciutti al momento del rilievo. Presenti due scaricatori principali

La stazione fotografica SF79 è stata abbandonata perché la fronte non è più visibile da quella posizione. SF19 è posta lungo il sentiero n. 4 che porta alla Forcella di Anterselva, sul lato della valle opposto rispetto alla vedretta.

Quota min. fronte: 2800 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
93 P.P.P.	140°	1097	1058*	-39
EV18m496	N 125°	571	532*	-39
EV19m1	N 125°	75	36*	-39

\* Dato non pubblicato nella campagna 2021.



929 - Vedretta del Gigante Centrale - *Zentrales Rieser Kees* (foto M. Toro, 2022.08.28). Nella foto ripresa dalla nuova stazione fotografica SF19, sono evidenti i crepacci, soprattutto a valle del cambio di pendenza. Mentre la superficie si presenta generalmente libera da detrito, i settori proglaciali presentano estese coperture che in parte ricoprono le rocce montonate. Particolarmente numerosi e fitti i solchi epiglaciali. *In the photo captured by the new SF19 photographic station, crevasses are evident, especially downstream of the change in slope. While the surface is generally free of debris, the proglacial sectors exhibit extensive coverings that partially obscure the roche moutonnée. Epiglacial grooves are notably numerous and tightly spaced.*

### 930 *Ghiacciaio Gigante Occidentale - Westl. Rieser Kees*

Operatore: Operatori: Giorgio Cibir (CGI) -  
Controllo del 2022.10.08

Ricoprimento di neve recente. Non è stato possibile eseguire le misurazioni a causa della difficoltà di accesso alla fronte.

Quota min. fronte: 2700

### 937 *Ghiacciaio Cristallo*

Operatore: Giuseppe Perini (CGI) -  
Controllo del 2022.09.03

Il ghiacciaio risulta essere libero da neve residua invernale, salvo due piccole placche alla base di due canali. Il ghiacciaio risulta essere quasi totalmente coperto di detriti. Il ghiaccio è visibile solamente nella zona a monte della grande finestra rocciosa, apertasi nei primi del Novecento.

Crepacci non visibili.

Quota min. fronte: NM

## DOLOMITI

### *Gruppo Dolomiti orientali*

### *Gruppo Marmolada*

### 941 *Ghiacciaio Principale della Marmolada*

Il 3 luglio 2022, alle 13:43:20 CEST, si sono staccate improvvisamente dal ghiacciaio della Marmolada, nelle Dolomiti, circa 64.000 tonnellate di acqua, ghiaccio e detriti rocciosi, dando origine ad una valanga che ha travolto e ucciso 11 alpinisti, mentre altri 7 sono rimasti feriti. La valanga di ghiaccio e detriti si è arrestata in un canale dopo aver percorso circa 2.3 km lungo il pendio. Il crollo è avvenuto nella parte alta del versante settentrionale della Marmolada alla quota di 3213 m s.l.m. e ha interessato un lembo sommitale del ghiacciaio, nei pressi di Punta Rocca.

Le misure frontali non sono state possibili a causa dell'interdizione all'accesso ai settori frontali.

### 941.1 *Ghiacciaio Principale della Marmolada (settore occidentale)*

Operatore: Gino Taufer e Nicola Marchio (SAT) -  
Controlli del 2022.10.15 (Settore occidentale)

Il rilievo frontale è stato effettuato con presenza di neve fresca a copertura variabile ma quasi continua. L'unica misura significativa è stata effettuata dal punto S1bis/18, materializzato con vernice rossa sul posto alle coordinate sotto riportate

e allineato sull'azimut 185°. La misura è di 40 m rispetto ai 1.5 del 2021, ma la misura non si può ritenere del tutto certa per la presenza sia di neve fresca che di molto detrito. Il punto battuto corrisponde a ghiaccio sicuro ma la fronte potrebbe essere presente anche qualche metro più in basso anche se non chiaramente individuabile. La misura è stata eseguita con telemetro digitale Rxiry modello XR1800C con bussola integrata. Lo strato di neve fresca ricopre interamente la parte ghiacciata e una diffusa presenza di detrito nella parte bassa rende difficile la lettura. Sulla fronte sono presenti *bédières* e tunnel proglaciali. Solo la parte alta del ghiacciaio appare più omogenea, meno coperta da detrito e meno tormentata da crolli. Nella parte alta che finisce contro le rocce sono ben visibili numerosi crepacci aperti.

Quota min. fronte: 2688 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
S1bis/18*	185°	40	1.5	-38.5

\* Coordinate 5147211 N, 718893 E, quota 2690 m.

### 942 *Ghiacciaio Occidentale della Marmolada*

Operatore: Gino Taufer e Nicola Marchio (SAT) -  
Controlli del 2022.10.15

Anche per il 2022 l'unica misura significativa è stata effettuata dal punto S2bis/18, materializzato con vernice rossa sul posto alle coordinate sotto riportate e allineato sull'azimut 190° dell'S2/91, da cui dista 60 m. La misura è di 24.1 m rispetto ai 5 del 2021 e la fronte, nonostante la neve fresca, è facilmente individuabile in quanto confina con la roccia montonata; si reputa che il punto battuto con telemetro digitale Rxiry modello XR1800C con bussola integrata, sia su una fronte di ghiaccio sicuro. Lo strato di neve fresca ricopre interamente la parte ghiacciata, ma il perimetro della massa glaciale è confinato per buona parte dentro l'avvallamento roccioso, quindi è abbastanza bene individuabile. Nella parte bassa è molto evidente un pozzo circolare nel ghiaccio avente diametro stimabile in 20 m con crollo di pezzi di ghiaccio e ingresso d'acqua di scorrimento. Lo spessore è certamente diminuito molto e l'apparato si è infossato rispetto al precedente anno.

Quota min. fronte: 2660 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
S2bis/18**	185°	24.1	5	-19.1

\* Questa misura non era stata riportata nella campagna glaciologica del 2021.

\*\* Coordinate 5147164 N, 718352E, quota 2668 m.



937 - Ghiacciaio del Cristallo (foto G. Perini, 2022.09.03). Il ghiacciaio mostra un notevole ritiro e risulta oggi quasi interamente ricoperto da detriti. La presenza di ghiaccio è osservabile solamente nella zona a monte del grande contrafforte roccioso che è emerso nei primi anni del Novecento. *The glacier displays considerable retreat and is now almost entirely covered by debris. The presence of ice is observable only in the area upstream of the large rocky prominence that emerged in the early twentieth century.*

## 947 Ghiacciaio del Travignolo

Operatori: Gino Taufer e Carlo Albino Turra (SAT) -  
Controlli del 2022.10.05

L'apparato si presenta completamente coperto da neve fresca anche se sono molto visibili sia una abbondante copertura detritica nella parte bassa sia la presenza di numerosissimi crepacci nella parte medio alta. Negli anni precedenti non erano stati mai osservati così tanti crepacci e così aperti. Altra novità è la presenza di un laghetto di fusione posto sulla fronte del ghiacciaio. Nel 2022 non sono stati eseguiti rilievi primaverili di accumulo per il calcolo di *w.e.* Rispetto agli anni precedenti il rilievo è stato eseguito con un telemetro digitale Rxiry modello XR1800C, dotato di bussola integrata che dà l'azimut e il telemetro è stato posizionato su un cavalletto amagnetico. Data la disponibilità dell'attrezzatura, oltre alle tre solite misure frontali su azimut assegnati, sono state eseguite numerose misure sia su una sezione a 150° dalla fronte fino alle pareti rocciose, sia battendo punti significativi lungo il perimetro (base pareti, apici di conoidi, crepacci che terminano lateralmente sulla parete, ecc.). Il confronto fra le sezioni rilevate darà nei prossimi anni un dato significativo sulla variazione dello spessore. Infatti, l'arretramento della fronte registrato generalmente negli ultimi anni, è un dato poco significativo rispetto all'evidente diminuzione di spessore lungo tutto l'apparato, parametro che finora non si è mai potuto misurare. I punti perimetrali posso aiutare nel tentativo di una digitalizzazione del perimetro su base aerofotogrammetrica, ortofoto che risultano normalmente poco utilizzabili a questo scopo perché coperte dalle ombre delle alte pareti laterali che circondano tutto il ghiacciaio. Le misure sulla fronte risultano difficoltose sia per la presenza massiccia di detrito, sia perché nell'azimut centrale (150°) la fronte si è annidata dietro ad un gradino roccioso per cui è difficile vedere il ghiaccio. L'andamento della fronte è stato comunque rilevato anche con GPS e i dati sono stati confrontati con le misure qui riportate.

Quota min. fronte: 2387 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
T5	150°	138	134	-4
T5	126°	168	158	-10
T5	190°	15	-	-

Operatori: Gino Taufer e Maurizio Salvadori (SAT) -  
Controlli del 2022.09.14

Il 14.09.2022 sono stati eseguiti i rilievi delle misurazioni frontali da F5 e scattate le foto da SF2009; il rilievo topografico della parte alta non è stato effettuato con la stazione Wild e al suo posto è stato sperimentato un rilievo con telemetro digitale modello Rxiry modello XR1800C dotato di bussola azimutale e appoggiato su cavalletto amagnetico di altezza nota che ho consentito di calcolare con discreta precisione coordinate e quota dei punti battuti. L'utilizzo del telemetro digitale (precisione inferiore ai 0.5 m sulle lunghezze e un grado sugli angoli) ha l'indubbio vantaggio di consentire il rilievo dal punto fisso di stazione senza mandare nessun operatore sul ghiacciaio. La precisione è inferiore a quella topografica, ma ci sono i vantaggi di sicurezza, velocità di rilievo, un solo rilevatore (anziché minimo 3 del rilievo topografico). I dati restituiti e sovrapposti ai rilievi topografici degli anni precedenti (l'ultimo è stato quello del 2019) e al GIS, hanno evidenziato una diminuzione della superficie da 26.668 mq del 2019 ai 23.029 del 2022 (-13.6%), non molto significativa considerato che è su 3 anni e che nel 2019 vi era neve residua dell'inverno precedente. Il dato più importante è quello che deriva dalla sovrapposizione della sezione principale (azimut 144°) dove si evidenzia una perdita di spessore medio di 3.5 m negli ultimi 3 anni e di 7.4 medi tra il 2016 e il 2022. Si presume che lo spessore residuo nella parte centrale sia ancora di pochi metri. La superficie si presenta poco coperta da detrito, presente soprattutto nella parte bassa, con la completa assenza di neve vecchia dell'inverno precedente anche nella zona alta protetta dalla falesia di roccia, dove normalmente si conservava. La parte centrale mostra segni di sofferenza in quanto risulta essere quella più colpita dalla radiazione solare ed ha assunto una chiara conformazione concava. L'acqua di fusione al momento del rilievo risulta abbondante e la parte sottostante al ghiacciaio è cosparsa da laghetti effimeri anche di medie dimensioni, molti dei quali non presenti negli anni precedenti.

Quota min. fronte: 2782 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
F5	174°	126	118	-8
F5	144°	116	116	0

Bacino: OTEN - PIAVE

*Gruppo Antelao*

966 *Ghiacciaio Superiore dell'Antelao*

Operatore: Giuseppe Perini (CGI) -

Controllo del 2022.08.25

Dopo un inverno poco nevoso già dalla metà del mese di maggio le temperature sono salite notevolmente, con giugno e luglio molto caldi e secchi, che hanno favorito la fusione veloce della neve dell'inverno sino ad alte quote. Al momento dei rilievi, nell'ultima decade di agosto, rimane visibile del nevato solo nel bacino di accumulo a ridosso della parete dell'Antelao.

Presenti crepacci trasversali in corrispondenza del cambio di pendenza alla base del bacino di accumulo. Finestre rocciose assenti. Aumento della copertura detritica nel settore inferiore e centrale del ghiacciaio. Il lobo destro, che assomiglia a un lungo cordone morenico, è completamente ricoperto da detriti, ma con margine frontale evidente e assottigliato rispetto al 2021. Fronte asimmetrica con il lobo destro coperto da detrito, che scende a quota inferiore. Margine frontale prevalentemente riconoscibile.

Assenti i torrenti epiglaciali. I due laghi proglaciali non presentano affluenti ed effluenti per ragioni carsiche. Rispetto allo scorso anno, quest'anno si sono nuovamente riempiti d'acqua con aumento di superficie e volume in particolare del lago Piccolo posizionato più a monte.

Quota min. fronte: 2520 m

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP2014m15	240°	85	80	-5
GP2007m5	250°	40	40 (2020)	-
GP22m19	245°	19	-	-

\* Il nuovo segnale GP22m19 (sf) dista 66 m dal segnale GP2014m15 (sf) in direzione N 245°. È stato collocato su un masso nella sinistra idrografica del ghiacciaio.

967 *Ghiacciaio Inferiore dell'Antelao*

Operatore: Giuseppe Perini (CGI) e

Stefano Benetton (SGAA) - Controllo del 2022.08.25

Quest'anno il ghiacciaio è quasi completamente libero di nevato invernale, salvo qualche modesta placca frutto di valanghe a ridosso delle pareti rocciose. Nonostante ciò, il ghiaccio scoperto è poco visibile, a causa delle frane cadute sulla superficie e a valle del ghiacciaio dal 2014; ciò contribuisce però a ridurre l'ablazione, il ritiro e la perdita di spessore.

Anche il canalino centrale sottostante il segnale GP12m5, riempito di neve per alcuni metri, ora presenta solo alcuni blocchi di ghiaccio morto. A monte del segnale, il margine glaciale è riconoscibile nonostante i detriti, così permette di eseguire una misura dopo il 2012.

Il lobo destro invece non è più controllato dal 2019, dopo la frana staccatasi dal canalone Menini nell'agosto 2020 che ha coperto, con un notevole spessore di detriti e massi, la fronte e il segnale.

La copertura detritica è tale da ridurre la visibilità dei crepacci, salvo qualcuno più evidente alla base del canalone Menini. Finestre rocciose assenti.

Detrito abbondante con presenza di grandi massi sul ghiacciaio e a valle della fronte. La fronte è prevalentemente coperta da detrito che ne rende difficile il riconoscimento del margine. Le acque di fusione sono drenate da piccoli torrenti proglaciali.

Quota min. fronte: NM

Segnale	Direzione della misura	DISTANZE (in m)		
		attuale	precedente	variazione
GP12m5	180°	13	5 (2012)	-8

975 *Ghiacciaio Occidentale del Sorapìs*

Operatore: Giuseppe Perini (CGI) -

Controllo del 2022.09.11

L'ampia lingua frontale appare interamente coperta da detriti, i quali sono presenti anche nel bacino di accumulo, con una presenza di nevato invernale circoscritta unicamente alla base del canalone. Nella zona del cambio di pendenza, si osserva ancora la presenza di ghiaccio, con alcuni crepacci. La finestra rocciosa, che si è manifestata nel 2018, ha ulteriormente ampliato la sua estensione in corrispondenza del gradino roccioso, dove il ghiacciaio attualmente mostra un considerevole decremento in termini di superficie.

Dall'analisi fotografica emerge un incremento di detriti al di sopra del predetto gradino roccioso; per il resto, le condizioni ricalcano sostanzialmente quelle documentate nell'ultimo monitoraggio. L'intero tratto frontale risulta ammantato da uno spesso strato detritico. Inoltre, l'analisi comparativa con immagini acquisite oltre venti anni fa evidenzia una significativa diminuzione dell'estensione della fronte glaciale. Assenza di acqua superficiale, che emerge a valle e alimenta il lago del Sorapìs.

Quota min. fronte: NM

975 - Ghiacciaio Occidentale del Sorapis (foto G. Perini, 2022.09.11). L'intero tratto frontale, così come la lingua glaciale, risulta ammantato da uno spesso strato detritico. Al di sopra del cambio di pendenza affiora la massa residuale del ghiacciaio, con alcuni crepacci, particolarmente sviluppati in sinistra idrografica, soprattutto sopra la formazione rocciosa sporgente sopra il gradino roccioso, e con abbondanti accumuli di detriti generati da crolli. *The entire frontal section, as well as the glacial tongue, is mantled with a thick layer of detritus. Above the change in slope, the residual mass of the glacier emerges, featuring some crevasses, particularly pronounced on the left hydrographic side, especially above the protruding rocky formation atop the rock step, along with abundant accumulations of debris resulting from collapses.*



## 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), Federica Bruschi (Università di Perugia), Pinuccio d'Aquila (Engeoneering Srls, Chieti), Matteo Martinelli (Engeoneering Srls, Chieti), Tiziano Caira (Geologo, CGI), Mattia Pecci (Fisico, CGI), Paolo Tuccella (Cetemps, L'Aquila), Edoardo Raparelli (Cetemps, L'Aquila) - Controlli del 2022.06.14 e del 2022.09.14

La stagione estiva 2022 è stata caratterizzata da frequenti e durature ondate di calore, dovute alla persistenza sul Mediterraneo di anomalie positive di geopotenziale, associabili alla presenza persistente dell'anticiclone africano a partire dalla seconda decade di maggio e fino a tutto ottobre. In particolare, sul Centro Italia, alla quota isobarica di 850 hPa (circa 1500 m s.l.m.), nel trimestre estivo si è registrata un'anomalia positiva di temperatura di 2.5-3.0 °C (re-analisi NCEP, NOAA) rispetto alla media del periodo 1981-2010.

Nella giornata di sabato 14 giugno 2022 è stato effettuato il sopralluogo di inizio stagione di ablazione (con le

condizioni di innevamento riscontrate in Fig. 1a), che ha mantenuto la continuità della serie storica delle osservazioni glacio-nivologiche e del monitoraggio ambientale, tramite il campionamento della neve al suolo, effettuato nel consueto sito di scavo della trincea di neve a quota 2700 m circa (nel glacionevato del Calderone inferiore, poco al di sotto delle rocce montonate).

Dal punto di vista nivologico, sul manto nevoso che ricopriva quasi interamente il bacino del Calderone, nel glacionevato inferiore sono stati misurati spessori variabili tra 2.9 m e 6.8 m di neve di accumulo invernale, mentre nel glacionevato superiore gli spessori sono risultati variabili tra 2.90 m e 3.20 m, decisamente inferiori all'anno precedente, per via di una precoce ablazione, iniziata subito dopo la prima decade di maggio.

Il 14 settembre 2022, sono state svolte le attività di monitoraggio di fine stagione di ablazione, dopo una estate costantemente molto calda; nel corso del sopralluogo è stato condotto un rilievo laser scanner ad alta risoluzione, integrato da un rilievo fotogrammetrico da drone ed è stata rilevata la presenza di una limitata area, in corrispondenza della parte centrale della depressione del glacionevato inferiore (Fig. 1b) in cui la neve stagionale, riferibile all'inverno precedente, si è conservata, mentre in alcune altre aree alla base delle pareti, sia del glacionevato superiore, sia di quello inferiore, è affiorato del nevato degli anni precedenti in corso di trasformazione in ghiaccio, evidentemente non più protetto dalla neve di accumulo dell'inverno 2021-2022.



Fig. 1a - Panoramica del ghiacciaio del Calderone il 14 giugno 2022 (foto M. Pecci). *View of the Calderone glacier, on 14<sup>th</sup> of June 2022 (photo M. Pecci).*



Fig. 1b - Il gh. del Calderone il 14 settembre 2022 (foto M. Pecci). *The Calderone gl. on 12<sup>th</sup> of September 2021; picture (by M. Pecci) from the lower E Peak of the Corno Grande.*

Sulla placca di neve residua nella depressione inferiore, sono stati effettuati i rilievi nivologici descrittivi e sono stati prelevati i campioni utili per le successive analisi di laboratorio chimico-ambientale.

In Fig. 2 è presentato il mosaico delle ortofoto da drone, integrato dalle foto restituite dal rilievo laser scanner ad

alta risoluzione, eseguito per il solo glacionevato inferiore e, in Fig. 3, il confronto/sottrazione delle superfici digitali ottenute dall'analisi in ambiente GIS.

Dal confronto emerge che l'area glaciale "attiva" a settembre 2022 (disegnata in verde) si è mantenuta costante rispetto a settembre 2021, e risulta confermata, quindi, anche

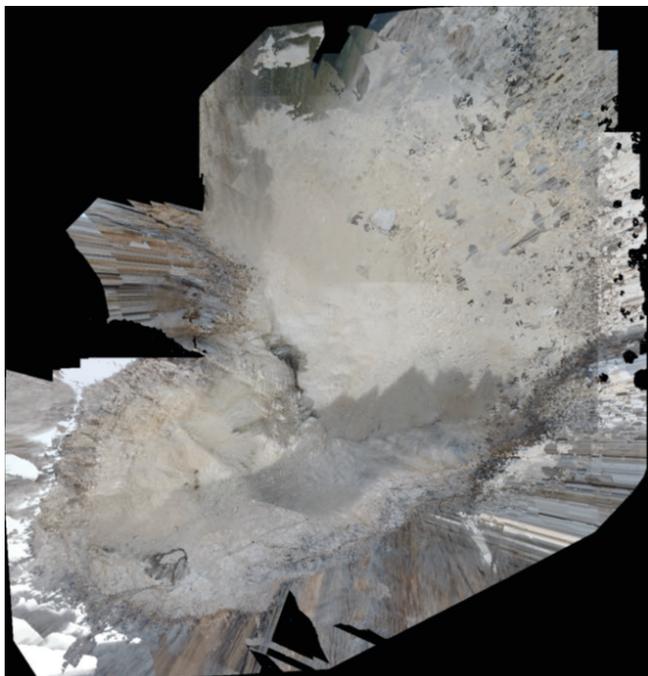


Fig. 2 - Mosaico delle ortofoto riprese il 14 settembre 2022 da drone e integrate con le foto restituite dal rilievo laser scanner ad alta risoluzione eseguito per il solo glacionevato inferiore; il modello digitale sorgente è stato utilizzato e sottratto a quello ottenuto a settembre 2021 per il calcolo dei volumi risultanti e, quindi, per il calcolo del bilancio di massa 2021-2022. *Mosaic of the orthophotos taken by drone on 14<sup>th</sup> of September 2022 integrated with the images taken by the high resolution laser-scanner survey, performed only in the lower glacieret. The resulting digital elevation model source (2022) has been used and subtracted to the one obtained in September 2021 for the calculation of the deriving volumes and, then, of the mass balance 2021-2022.*

nel corso dell'anno glaciologico 2021-2022, pari a 38 927 m<sup>2</sup> nel glacionevato inferiore e a 10 054 m<sup>2</sup> nel glacionevato superiore, per una area massima totale di 48 981 m<sup>2</sup>.

Si vuole segnalare che, continuando ad utilizzare la stessa metodologia (aerofotografica e topografica) dell'anno glaciologico precedente 2020-2021, e mantenendo l'uso del drone ad integrazione del laser scanner (utilizzato nel presente anno glaciologico al posto della stazione totale ad alta risoluzione, usata a settembre 2021) si è andati a calcolare le variazioni altimetriche all'interno di aree di attività del ghiaccio (che, come detto, sono risultate congruenti con quelle di settembre 2021) e che includono anche limitate zone senza variazioni (considerate comprese tra 0.0 m e 0.25 m). Anche quest'anno, la diminuzione di spessore del ghiaccio, per ablazione, si è manifestata, come variazione altimetrica, soprattutto nel glacionevato inferiore, con un valore medio pari a -0.47 m, registrato sulla corrispondente superficie, per un volume di -18 196 m<sup>3</sup>; viceversa nel glacionevato superiore si è registrato un moderato accumulo, pari ad un valore medio dello spessore di ghiaccio di 0.04 m distribuito sulla corrispondente area, per un volume positivo pari a 449 m<sup>3</sup>, che, solo in quasi trascurabile parte, ha compensato le perdite del glacionevato inferiore.

Si vuole ribadire che, come già rilevato sul terreno negli ultimi anni ed evidenziato nel rapporto dello scorso anno glaciologico (2020-2021), queste, pur se limitate, variazioni positive di spessore, da un punto di vista glaciologico, non possono più essere considerate completamente come accumuli di ghiaccio, in quanto risultanti prevalentemente legate a locali rigonfiamenti di origine gravitativa, in una prospettiva di evoluzione paraglaciale (*sensu* Ballantyne, 2022), che coinvolgono principalmente il deposito glaciale superficiale e, solo subordinatamente, possono essere considerate come derivanti da una dinamica di lento collasso glaciale. Di conseguenza, a partire dal prossimo anno glaciologico si sta pensando di utilizzare una nuova metodologia, che consenta di eliminare il predetto contributo gravitativo, utilizzando sempre tecnologie topografiche ad alta risoluzione e aerofotogrammetriche, con analisi in ambiente GIS.

Ai fini del Calcolo del bilancio di massa, quindi, sulla superficie totale massima di area glaciale "attiva", pari a 48 981 m<sup>2</sup>, è risultata una variazione volumetrica:

$$449 \text{ m}^3 - 18\,196 \text{ m}^3 = -17\,747 \text{ m}^3$$

Tenuto conto che al volume, principalmente di *firm* e di ghiaccio, fuso in acqua, in accordo con quanto suggerito da Huss (2013), può essere attribuito un fattore di conversione di volume in massa (*f DV*) pari a 850 ± 60 kg/m<sup>3</sup>, si ottiene, dividendo il volume risultante (in perdita), pari a -17 747 m<sup>3</sup>, per la semisomma tra area min e max, nel periodo considerato, pari a 48 981 m<sup>2</sup> (area attiva invariata) e moltiplicando per il fattore di conversione di volume in massa, un bilancio di massa specifico netto pari a -308 mm *u.e.*

Tale stima tiene conto degli errori già menzionati, della conversione di volume in massa, e assume che sia ancora valido il contributo di entrambe le placche di glacionevato alla sopravvivenza dell'apparato, considerato come se fosse unitario.

#### RINGRAZIAMENTI

L'attività di monitoraggio è stata svolta con il sostegno economico dell'ASI e con il conseguente contributo economico dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" – DISET, nell'ambito del progetto SMIVIA (Contratto ASI & DIET-SAPIENZA "SMIVIA" n.2021-9-U.0 - CUP F85F21001230005); al riguardo, si ringraziano entrambi gli Enti.

#### CARTOGRAFIA E SITOGRAFIA

C.T.R.N. Regione Abruzzo scala 1:5000 - Edizione 2001-05 - Formato SHP.

NOAA, 2022. <https://psl.noaa.gov/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

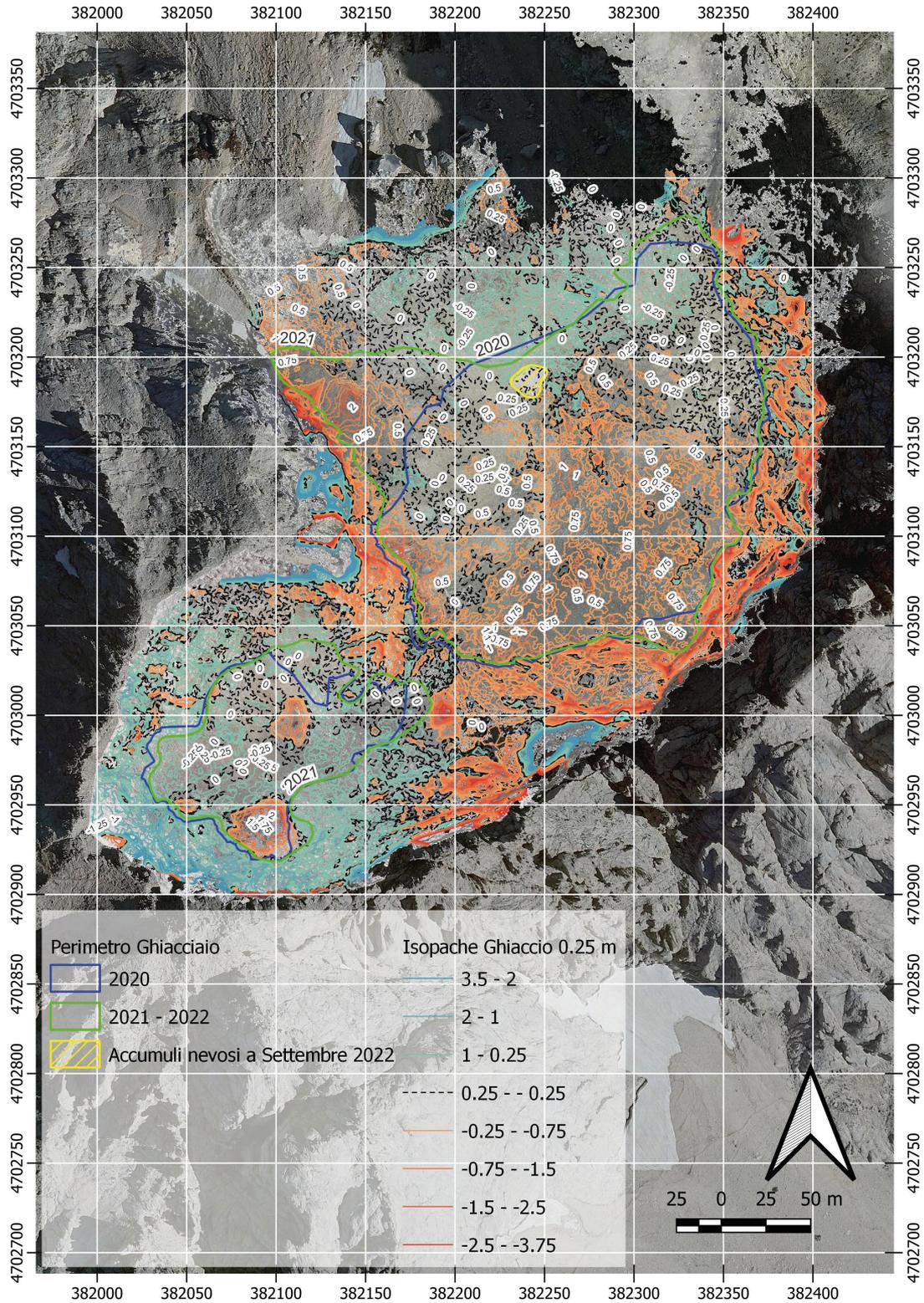


Fig. 2 - Mosaico delle ortofoto riprese il 14 settembre 2022 da drone e integrate con le foto restituite dal rilievo laser scanner ad alta risoluzione eseguito per il solo glacionevato inferiore; il modello digitale sorgente è stato utilizzato e sottratto a quello ottenuto a settembre 2021 per il calcolo dei volumi risultanti e, quindi, per il calcolo del bilancio di massa 2021-2022. *Mosaic of the orthophotos taken by drone on 14<sup>th</sup> of September 2022 integrated with the images taken by the high resolution laser-scanner survey, performed only in the lower glacieret. The resulting digital elevation model source (2022) has been used and subtracted to the one obtained in September 2021 for the calculation of the deriving volumes and, then, of the mass balance 2021-2022.*

**Bilanci di massa dei ghiacciai italiani  
nell'anno 2022**  
**Mass balance of italian glaciers in 2022**  
(a cura di / *editor*: Luca Carturan)

GHIACCIAI MONITORATI, OPERATORI  
ED ENTI FORNITORI DEI DATI  
MONITORED GLACIERS, OPERATORS  
AND AFFILIATIONS

- 81 Ghiacciaio di Ciardoney: Mercalli Luca, Cat Berro Daniele (SMI, CGI);
- 126 Ghiacciaio del Timorion: Morra di Cella Umberto (ARPA Val d'Aosta); Isabellon Michel (ARPA Val d'Aosta);
- 134 Ghiacciaio del Grand Etrèt; Rossotto Alberto, (Parco Nazionale Gran Paradiso);
- 189 Ghiacciaio del Rutor: Morra di Cella Umberto (ARPA Val d'Aosta); Isabellon Michel (ARPA Val d'Aosta);
- 371 Ghiacciaio Meridionale di Suretta (Suretta Sud): Scotti Riccardo (SGL, CGI), Gallo Paolo, Villa Fabio, Prandi Giovanni (SGL);
- 543 Ghiacciaio del Lupo: Scotti Riccardo (SGL, CGI), Oreggioni Matteo, Masserini Marco, Porta Roberto (SGL);
- 639 Ghiacciaio del Mandrone: Lendvai Amerigo, Scotti Riccardo, Prandi Giovanni (SGL), Gaddo Mauro, (Meteotrentino - Provincia Autonoma di Trento), Ferrari Cristian (Commissione Glaciologica SAT), Casarotto Christian (MUSE, CGI);
- 699 Ghiacciaio de La Mare: Carturan Luca (Università di Padova, CGI), Ferrari Cristian (Commissione Glaciologica SAT);
- 701 Ghiacciaio del Careser: Carturan Luca (Università di Padova, CGI), Gaddo Mauro (Meteotrentino - Provincia Autonoma di Trento), Ferrari Cristian (Commissione Glaciologica SAT), Casarotto Christian (MUSE, CGI);
- 733 Vedretta Lunga (*Langenferner*): Galos Stephan P. (University of Innsbruck); Dinale Roberto (Agenzia per la Protezione civile, Provincia autonoma di Bolzano, CGI);
- 875 Vedretta di Malavalle (*Uebeltal Ferner*): Franchi Gianluigi, Dinale Roberto (Provincia Autonoma di Bolzano, CGI);
- 876 Vedretta Pendente (*Hangender Ferner*): Franchi Gianluigi, Dinale Roberto (Provincia Autonoma di Bolzano, CGI);
- 930 Ghiacciaio Occidentale di Ries (Vedretta Gigante Occidentale - *Westl. Rieser Kees*): Dinale Roberto, Di

- Lullo Andrea (Agenzia per la Protezione civile, Provincia autonoma di Bolzano, CGI);
- 978 Ghiacciaio Alto di Popera: Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, Società Meteorologica Alpino-Adriatica, CGI), Del Gobbo Costanza, Securo Andrea (CNR-ISP);
- 981 Ghiacciaio Occidentale di Montasio: Cazorzi Federico (Università di Udine, CGI), Cucchiario Sara, de Infanti Riccardo (Università di Udine);
- 982.1 Ghiacciaio di Conca Prevala (glacionevato): Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, Società Meteorologica Alpino-Adriatica, CGI), Securo Andrea (CNR-ISP), Pillon Simone (Università di Trieste);
- 984 Ghiacciaio Orientale del Canin: Colucci Renato Roberto (CNR-ISP, Società Meteorologica Alpino-Adriatica, CGI), Del Gobbo Costanza, Securo Andrea (CNR-ISP);
- 997 Ghiacciaio Settentrionale di Campo (Campo Nord): Scotti Riccardo (SGL, CGI), Colombarolli Davide, Peri Ivan (SGL);
- 1006 Ghiacciaio del Calderone: Pecci Massimo (PCM-Dipartimento per gli affari regionali e le autonomie, CGI), Cappelletti David (Università di Perugia, CGI), Esposito Giulio (CNR - IIA, Roma), Bruschi Federica (Università di Perugia), d'Aquila Pinuccio (Engineering Srls, Chieti), Martinelli Matteo (Engineering Srls, Chieti), Caira Tiziano (Geologo, CGI), Pecci Mattia (Fisico, CGI), Tuccella Paolo (Cetemps, L'Aquila), Raparelli Edoardo (Cetemps, L'Aquila).

INTRODUZIONE  
E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO  
INTRODUCTION  
AND GEOGRAPHIC SETTING

Per l'anno idrologico 2021-'22 si riportano i risultati delle misure di bilancio per 19 ghiacciai italiani, di cui quattro sulle Alpi Occidentali, 14 sulle Alpi Orientali, e uno sull'Appennino Centrale (fig. MB1). Gran parte delle misurazioni è stata eseguita 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. Per alcuni piccoli ghiacciai sulle Dolomiti, Alpi Giulie e sul Gran Sasso, 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).

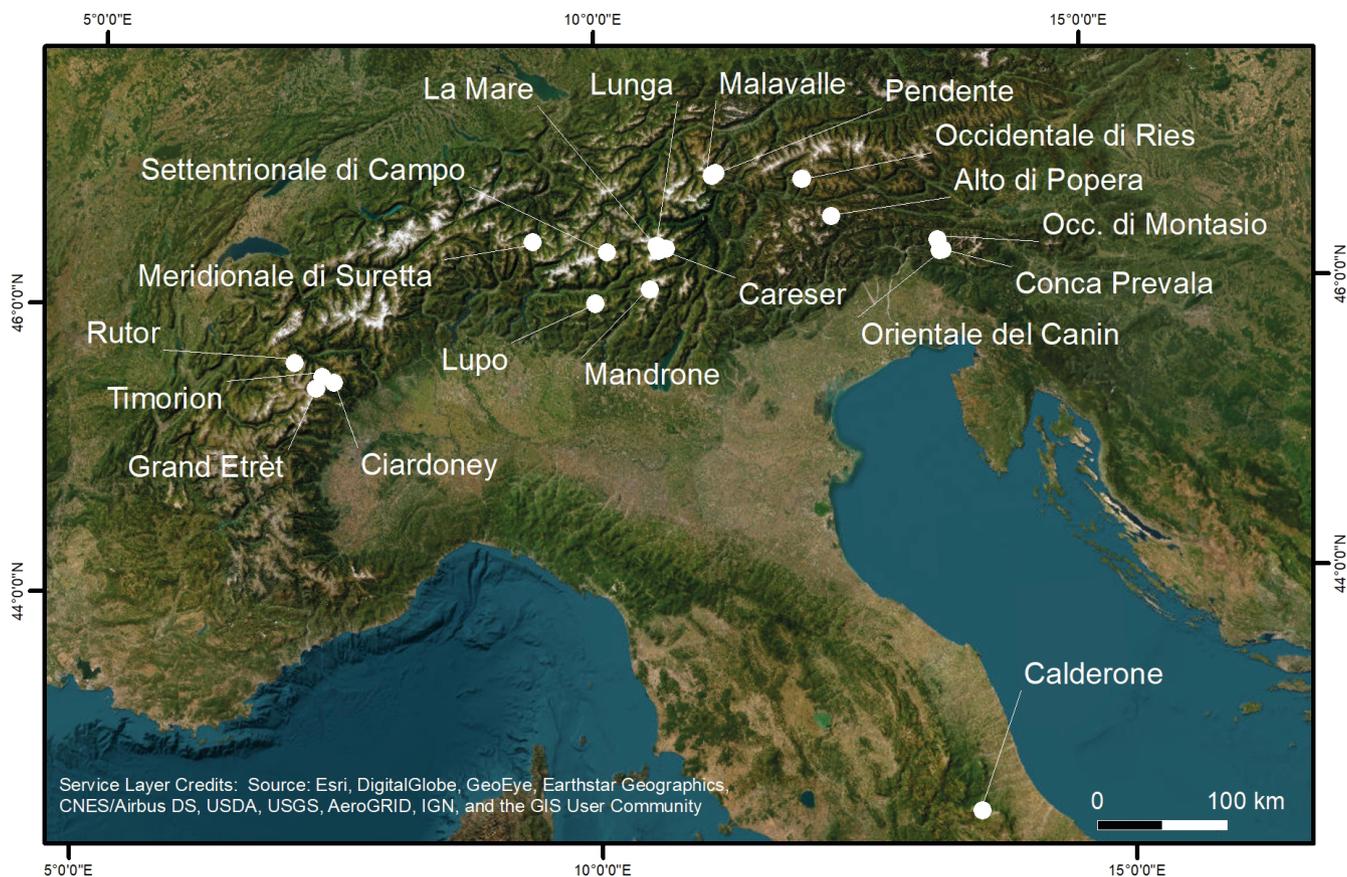


Figura MB1 - Collocazione geografica dei ghiacciai italiani per i quali si riportano i valori di bilancio di massa nell'anno 2022. *Geographic setting of the Italian mass balance glaciers with reported data for 2022.*

*Here we report the results of mass balance measurements for the year 2021-'22 on 19 Italian glaciers. Four of them are located in the Western Alps, 14 on the Eastern Alps and one in the Central Apennines (fig. MB1). Most 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. For some small glaciers in the Dolomites, Julian Alps and Gran Sasso, 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

L'anno idrologico 2021-'22 è stato caratterizzato da bilanci di massa negativi su tutti i ghiacciai monitorati (Tabella MB1). I valori registrati rappresentano il valore più negativo dell'intera serie di misura per la quasi totalità dei ghiacciai, con l'esclusione del solo ghiacciaio del Calderone.

Questo corpo glaciale, tuttavia, è totalmente ricoperto da uno spesso strato di detrito e si tratta di una forma residuale, dove le dinamiche glaciali vengono progressivamente sostituite da dinamiche di tipo paraglaciale e periglaciale.

I confronti con le serie storiche più lunghe (Tabella MB2) evidenziano come in quasi tutti i ghiacciai sono stati raggiunti i valori minimi anche per quanto riguarda i bilanci invernali, evidenziando un'estrema scarsità nell'accumulo di neve, e i bilanci estivi, indicando un'estrema intensità nell'ablazione estiva.

Il valore medio del bilancio annuale di tutti i ghiacciai osservati è stato pari a -3298 mm *w.e.*, quasi un ordine di grandezza più negativo rispetto a quello del 2021, pari a -424 mm *w.e.*

I bilanci annuali più negativi sono stati misurati sui ghiacciai Prevala (-4674 mm *w.e.*), Timorion (-4191 mm *w.e.*), Ciardoney (-4000 mm *w.e.*), Lupo (-4000 mm *w.e.*), Careser (-3965 mm *w.e.*), Rutor (-3869 mm *w.e.*) e Orientale del Canin (-3868 mm *w.e.*). Forti perdite di massa hanno quindi interessato sia ghiacciai in forte disequilibrio da anni per cause morfometriche e ipsometriche, come Careser e Ciardoney, sia ghiacciai che invece hanno beneficiato nel recente passato di fattori favorevoli come alimentazione valanghiva, riparo orografico e/o copertura detritica come

Prevala, Canin e Lupo (Carturan *et al.*, 2016, 2020).

I bilanci meno negativi, con perdite inferiori a 3000 mm *w.e.*, sono stati misurati sui ghiacciai de La Mare (-2979 mm *w.e.*), Occidentale di Ries (-2487 mm *w.e.*), Alto di Popera (-2223 mm *w.e.*), Montasio (-2100 mm *w.e.*) e Calderone (-308 mm *w.e.*). Con l'eccezione del Calderone, già menzionato, si tratta in ogni caso di valori molto negativi per ghiacciai che beneficiano di ipsometria favorevole (La Mare, Ries) e di alimentazione valanghiva, riparo orografico e copertura detritica (Popera e Montasio, Colucci e Guglielmin, 2015; De Marco *et al.*, 2022).

L'area di accumulo è risultata inesistente (AAR = 0) su tutti i ghiacciai misurati, con la linea di equilibrio (ELA) collocata ovunque al di sopra della quota massima dei ghiacciai. Sono quindi interessate da ablazione netta non solo le aree solitamente soggette, ma anche le porzioni sommitali che negli anni precedenti avevano potuto accumulare *firn*. Sul ghiacciaio de La Mare, ad esempio, l'area coperta di *firn* si estendeva sul 40% della superficie nel 2020 e sul 50% nel 2021. A fine estate 2022, l'area coperta di *firn* si era ridotta al 15% circa della superficie.

Dal punto di vista meteorologico, l'intera stagione di accumulo è stata caratterizzata da precipitazioni particolarmente scarse e temperature frequentemente superiori alle medie storiche. Se nel trimestre autunnale l'anomalia di precipitazione è stata contenuta, il trimestre invernale si colloca tra i più siccitosi e tra i più caldi dell'ultimo secolo. La poca neve caduta è stata inoltre frequentemente erosa e redistribuita da forti venti settentrionali.

La primavera ha visto la prosecuzione dell'anomala fase siccitosa fino a tutto marzo. Le precipitazioni sono riprese ad aprile, ma non sono state sufficienti per recuperare il forte deficit invernale. A maggio si è avuto un precoce inizio della fusione alle quote dei ghiacciai, già nel corso della seconda decade. Al termine della stagione di accumulo i ghiacciai presentavano un innevamento piuttosto scarso, già fortemente intaccato dalla fusione. Con un anticipo di almeno un mese si notava a fine maggio la scoperta di alcune fronti glaciali, come ad esempio quella del ghiacciaio del Mandrone.

La fusione è poi proseguita intensa per gran parte della stagione estiva 2022. Quest'ultima è stata caratterizzata da temperature quasi costantemente sopra le medie climatiche del periodo 1981-2010, con fasi ininterrottamente molto calde nei mesi di giugno e luglio che hanno registrato anomalie positive di 3-4 °C, in media, rispetto alla norma. Il mese di agosto ha presentato anomalie termiche più ridotte rispetto a giugno e luglio, anche se in ogni caso positive. Le precipitazioni sono state generalmente scarse durante l'estate, e piovose fino ad alta quota a causa delle alte temperature. Solo nel mese di settembre, complessivamente in media dal punto di vista termico, si sono avute le prime nevicate alle quote dei ghiacciai e la seconda metà del mese è stata piuttosto fresca e quindi conservativa.

La calda estate 2022, termicamente confrontabile con il valore record del 2003, ha quindi causato una fusione molto intensa sui ghiacciai, che ha portato al rapido esaurimento della neve invernale già nel mese di giugno. Nel 2022 si è avuta la combinazione delle due condizioni peggiori per l'esistenza dei ghiacciai, cioè accumuli nevosi invernali molto scarsi e fusione estiva molto intensa e prolungata.

*The hydrological year 2021-'22 was characterized by negative mass balances on all monitored glaciers in Italy (Table MB1). The recorded values are the most negative of the entire measurement series for almost all the glaciers, with the exception of only the Calderone glacier. This glacial body, however, is totally covered by a thick layer of debris and the glacial dynamics are progressively replaced by paraglacial and periglacial processes.*

*The comparisons with the longest historical series (Table MB2) show that also winter balances were the lowest (or the second lowest) of the entire series, highlighting an extremely scarce snow accumulation, as well as the summer balances, indicating an extreme intensity in summer ablation.*

*The average value of the annual balance of all the observed glaciers was -3298 mm w.e., almost an order of magnitude more negative than that of 2021 (-424 mm w.e.).*

*The most negative annual balances were measured on the Prevala (-4674 mm w.e.), Timorion (-4191 mm w.e.), Ciardoney (-4000 mm w.e.), Lupo (-4000 mm w.e.), Careser (-3965 mm w.e.), Rutor (-3869 mm w.e.) and Orientale del Canin (-3868 mm w.e.) glaciers. Strong mass losses have affected both glaciers that have been recently in strong imbalance due to morphometric and hypsometric factors, such as Careser and Ciardoney, and glaciers which benefited from favorable factors such as avalanche supply, orographic shading and/or debris cover, such as Prevala, Canin and Lupo (Carturan *et al.*, 2016, 2020).*

*The least negative balances, with losses lower than 3000 mm w.e., were measured on the La Mare (-2979 mm w.e.), Occidentale di Ries (-2487 mm w.e.), Alto di Popera (-2223 mm w.e.), Montasio (-2100 mm w.e.) and Calderone (-308 mm w.e.) glaciers. With the exception of the Calderone, already mentioned, these are very negative values for glaciers that benefit from favorable hypsometry (La Mare, Ries) and from avalanche supply, orographic shading and debris cover (Popera and Montasio, Colucci e Guglielmin, 2015; De Marco *et al.*, 2022).*

*The accumulation area was found to be non-existent (AAR = 0) on all measured glaciers, with the equilibrium line (ELA) located everywhere above the maximum elevation of the glaciers. Therefore, net ablation occurred not only in the areas usually affected, but also the summit areas where *firn* accumulated in previous years. On La Mare Glacier, for example, the area covered by *firn* covered 40% of the surface in 2020 and 50% in 2021, but decreased to 15% by the end of summer 2022.*

Tabella MB1 - Bilanci di massa dei ghiacciai italiani 2022.

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).

Table MB1 - MASS BALANCE OF ITALIAN GLACIERS 2022.

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).

Bacino e n. catasto Basin and n. of inv.	Ghiacciaio Glacier	Metodo di misura* Measurement method <sup>§</sup>	Da (data iniziale) From (initial date)	A (data finale) To (end date)	Bilancio invernale (mm w.e.) Winter balance (mm w.e.)	Bilancio estivo (mm w.e.) Summer balance (mm w.e.)	Bilancio annuale (mm w.e.) Annual balance (mm w.e.)	ELA (m slm)	AAR
Dora Baltea - Po									
126	Timorion	GEOD (FA)	20210923	20220923	469	-4660	-4191	> 3490	0.000
134	Grand Etrèt	GLAC (DA)	20210917	20220916	606	-4268	-3662	> 3200	0.000
189	Rutor	GEOD (FA)	20210913	20220910	1077	-4946	-3869	> 3450	0.000
Orco - Po									
81	Ciardoney	GLAC (DA)	20210913	20220920	390	-4390	-4000	> 3150	0.000
Adda - Po									
371	Mer. di Suretta (Suretta Sud)	GLAC (AUTO/COM)	20210930	20221002	1148	-4712	-3564	> 2925	0.000
Inn - Danubio									
997	Settentrionale di Campo (Campo Nord)	GLAC (MAN)	20210914	20221002	N.D.	N.D.	-3130	> 3145	0.000
Adda - Po									
543	Lupo	GLAC (AUTO/COM)	20211001	20220919	875	-4875	-4000	> 2760	0.000
Noce - Adige									
701	Careser	GLAC (AUTO)	20210913	20220921	493	-4458	-3965	> 3121	0.000
699	La Mare (settore meridionale)	GLAC (COM)	20210909	20220906	607	-3586	-2979	> 3583	0.001
Sarca - Mincio - Po									
639	Mandrone	GLAC (COM)	20210926	20220923	N.D.	N.D.	-3570	> 3423	0.001
Plima - Adige									
733	Vedretta Lunga	GLAC (MAN)	20210930	20221005	622	-4029	-3408	> 3365	0.000
Isarco - Adige									
930	Occidentale di Ries (Vedretta Gigante Occidentale)	GLAC (DA)	20210924	20221006	680	-3167	-2487	> 3225	0.000
876	Pendente	GLAC (DA)	20210928	20221008	858	-4351	-3493	> 2950	0.000
875	Malavalle	GLAC (DA)	20210928	20221008	719	-3893	-3174	> 3470	0.000
Piave									
978	Alto di Popera	GEOD (TS)	20210907	20220907	N.D.	N.D.	-2223	> 2815	0.000
Fella - Tagliamento									
981	Montasio	GEOD (FA)	20210928	20221003	1780	-3880	-2100	> 2050	0.000
982.1	Conca Prevala (glacieret)	GEOD (TS)	20211014	20221003	N.D.	N.D.	-4674	> 1963	0.000
984	Orientale del Canin	GEOD (TS)	20210928	20221003	N.D.	N.D.	-3868	> 2240	0.000
Mavone - Vomano									
1006	Calderone (glacieret)	GEOD (FA-TLS)	20210912	20210914	N.D.	N.D.	-308	N.D.	N.D.

Tabella MB2 - Anomalie di bilancio annuale e stagionale di alcuni ghiacciai italiani nel 2022. Il ranking esprime la posizione del bilancio 2022 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 2022. Ranking expresses the position of the 2022 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-	31	-68%	31/31	-73%	31/31	-205%	31/31
Meridionale di Suretta (Suretta Sud)	2010-	13	-55%	12/12	-28%	12/12	-254%	13/13
Lupo	2010-	13	-74%	13/13	-25%	13/13	-655%	13/13
Careser	1967-	56	-50%	48/49	-112%	49/49	-251%	56/56
Langenferner - Vedretta Lunga	2004-	19	-38%	18/19	-86%	19/19	-193%	19/19
Pendente	1996-	27	-48%	23/24	-50%	24/24	-202%	27/27
Calderone	1995-	26					+27%	14/26

From a meteorological point of view, the accumulation season was characterized by remarkably scarce precipitation, and temperature frequently higher than the historical average. In autumn the precipitation anomaly was limited, but the winter ranks among the driest and warmest of the last century. In addition, the snow was also frequently eroded and redistributed by strong northerly winds.

The anomalous drought phase continued until the end of March. Precipitation resumed in April, but it was not enough to compensate the large winter deficit. In May there was an early onset of melt at glacier elevations, during the second decade. At the end of the accumulation season, the glaciers had a rather scarce snow cover, already heavily affected by melt. At the end of May some glacial fronts were already uncovered, such as that of the Mandrone Glacier.

The melt then continued intensely for most of the 2022 summer season. The latter was characterized by with very warm and uninterrupted phases in the months of June and July, which recorded mean anomalies of 3-4 °C compared to the mean. The month of August presented smaller thermal anomalies than June and July, although positive in any case. Precipitation was generally scarce during the summer, and liquid up to high altitudes due to the high temperatures. Only in the month of September, on average from a thermal point of view, did the first snowfalls occur at glacier elevations and the second half of the month was rather cool and conservative.

The warm summer of 2022, comparable with the record value of 2003, caused a very intense melt on the glaciers, which led to the rapid depletion of the winter snow already in June. In 2022 there was a combination of very low winter snow accumulations and very intense and prolonged summer melt, which are the two worst conditions for the existence of 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 2021-'22. 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 2021-'22. 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.

### 371 Ghiacciaio Meridionale di Suretta (Suretta Sud)

Riccardo Scotti (SGL, CGI); Paolo Gallo; Fabio Villa; Giovanni Prandi (SGL)

Il ghiacciaio Meridionale di Suretta è un ghiacciaio di circo con esposizione meridionale. Situato a Nord del Lago di Montespluga è il più settentrionale dei ghiacciai del Gruppo Spluga-Lej (Alpi lombarde). Attualmente il ghiacciaio occupa una superficie di 0.125 km<sup>2</sup> (2019), ha una quota che varia tra 2700 e 2910 m s.l.m. e una quota mediana di circa 2770 m s.l.m. Nel 2014 è stato effettuato

un rilievo radar sull'intera superficie del ghiacciaio che ha messo in luce uno spessore medio di 11.2 m fino ad un massimo di 38.8 m (Hagg *et al.*, 2017). Dal 2001 il ghiacciaio è stato oggetto di misure di bilancio di massa geodetico per mezzo di rilievo GPS differenziale (Tamburini *et al.*, 2003; Tamburini e Villa, 2009) al quale dal 2010 è stato affiancato il bilancio glaciologico classico comprensivo di bilancio invernale (Hagg *et al.*, 2017).

Dal 2002 i bilanci sono stati costantemente negativi con solo due anni positivi (2010 e 2014). Il 2022 ha visto una stagione di accumulo eccezionalmente deficitaria che ha prodotto il peggior bilancio invernale dal 2010 (+1148 mm *w.e.*). Il record negativo precedente risaliva al 2020 con +1892 mm *w.e.* Considerando solo la serie di altezza neve misurata presso la palina n° 2 al centro del ghiacciaio (serie 1999-2022), il 2022 si conferma l'annata peggiore (120 cm). Anche l'ablazione è stata particolarmente significativa toccando il valore più alto dal 2010 (-4712 mm *w.e.*) superiore alla media 2010-2021 di oltre 1000 mm portando ad un bilancio netto negativo pari a -3564 mm *w.e.*, di gran lunga il

più negativo della serie storica. La neve dell'anno era già scomparsa completamente ad inizio agosto portando l'indice AAR a 0 con assenza di linea di equilibrio visibile. Nella zona centrale e frontale la copertura detritica, sempre più estesa e consistente, ha ridotto significativamente la fusione superficiale.

*The Meridionale di Suretta is a cirque glacier with southern exposure. It is located north of the Lago di Montespluga, and it is the northernmost glacier of the Sluga-Lej Group (Alpi Lombarde). Currently (2019), the glacier area is of 0.125 km<sup>2</sup>, with elevation ranging between 2700 and 2910 m a.s.l., and with a median elevation of 2770 m a.s.l.. In 2014 a georadar survey covering the entire area of the glacier highlighted a mean ice thickness of 11.2 m, and a maximum ice thickness of 38.8 m (Hagg *et al.*, 2017).*

*Mass balance measurements using the geodetic method started in 2001, employing a differential GPS (Tamburini *et al.*, 2003; Tamburini & Villa, 2009). Parallel mass balance measurements using the glaciological method were under-*

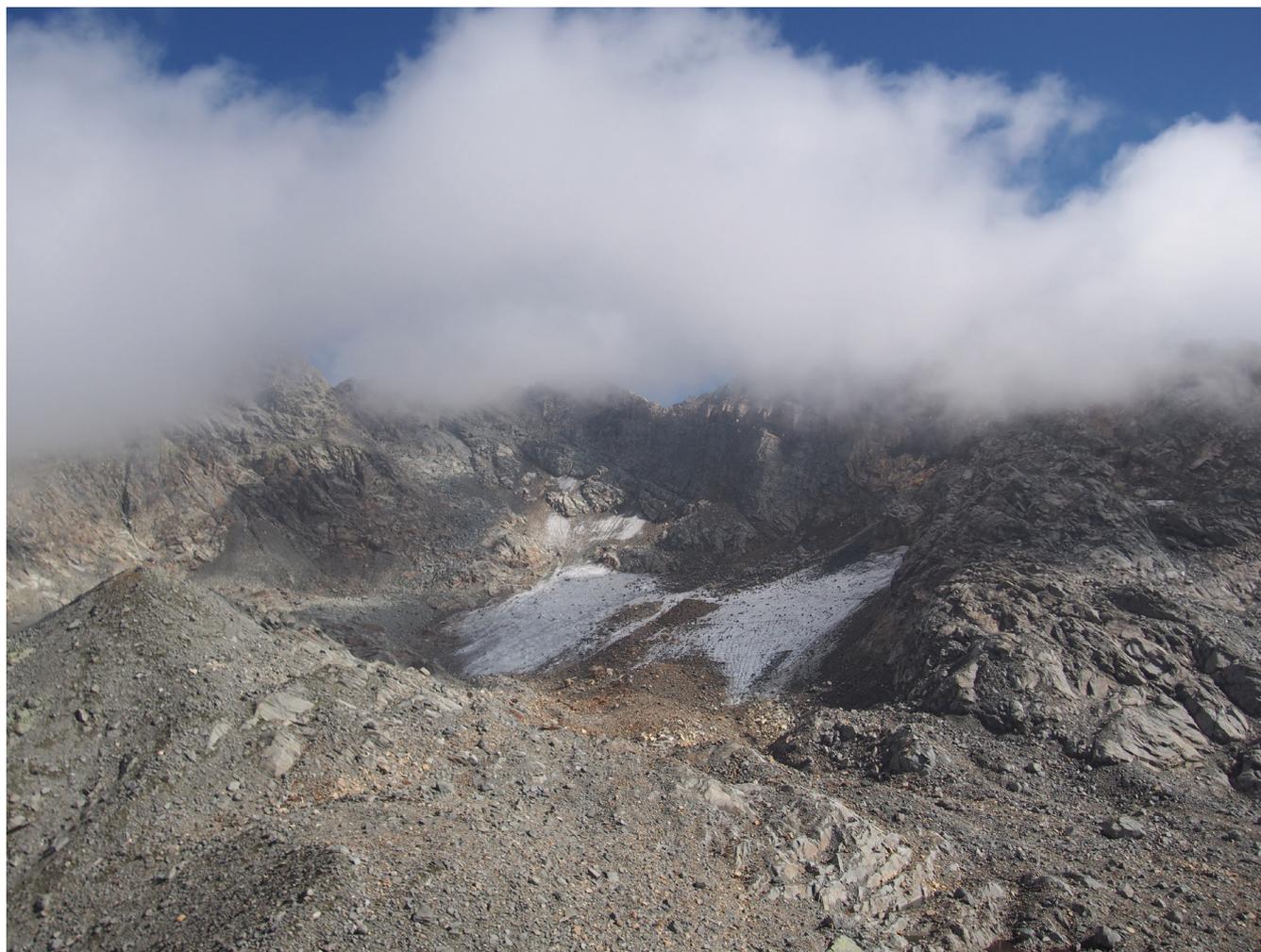


Fig. MB2 - Il ghiacciaio Meridionale di Suretta a metà agosto 2022 (foto S. Losa, 2022.08.16). *The Meridionale di Suretta Glacier in mid-August 2022.*

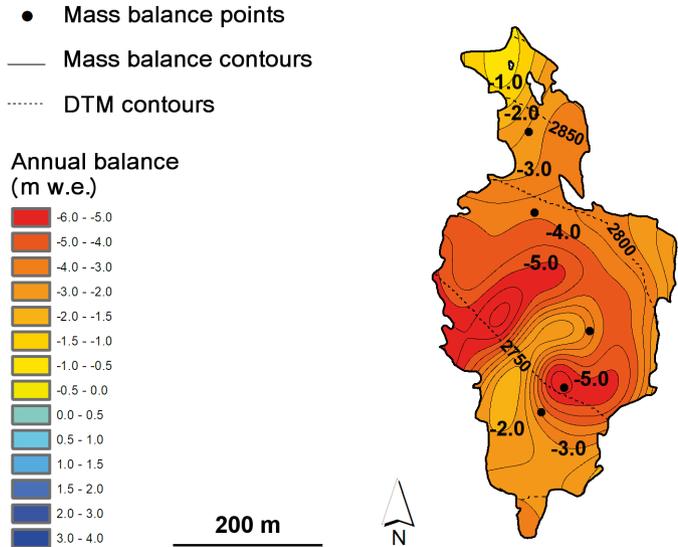


Fig. MB3 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sul ghiacciaio Meridionale di Suretta nel 2022. *Annual balance distribution on the Meridionale di Suretta Glacier in 2022.*

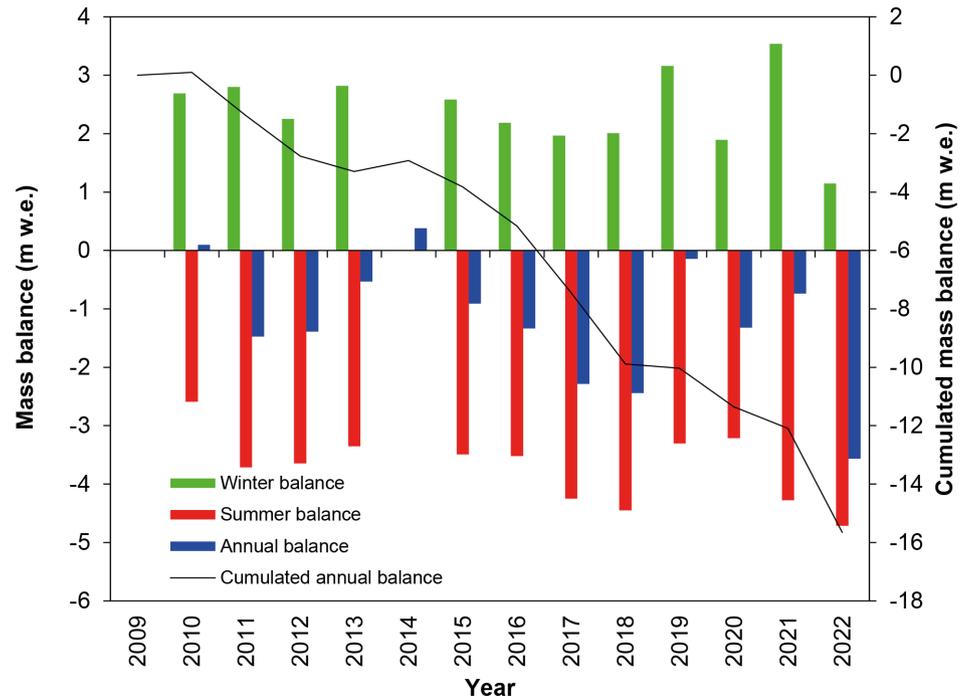


Fig. MB4 - Risultati delle misure di bilancio di massa sul ghiacciaio Meridionale di Suretta dal 2010. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. *Results of the mass balance measurements on the Meridionale di Suretta Glacier since 2010. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.*

taken since 2010, with the observation of annual and seasonal components (winter and summer balances (Hagg et al., 2017).

Since 2002, the mass balance has been constantly negative, with only two years of positive mass balance (2010 and 2014). The year 2022 had an exceptionally poor accumulation season that produced the worst winter balance since 2010 (+1148 mm w.e.). The previous negative record dates back to 2020 with +1892 mm w.e. Considering only the snow depth series measured at pole No. 2 in the center of the glacier (1999-2022

series), 2022 is confirmed as the worst year (120 cm). Ablation was also particularly significant, reaching the highest value since 2010 (-4712 mm w.e.) above the 2010-2021 average of over 1000 mm leading to a negative annual balance of -3564 mm w.e., by far the highest negative of the historical series. The snow of the year had already completely disappeared in early August bringing the AAR index to 0 with no visible equilibrium line. In the central and frontal area the debris cover, increasing in extent and thickness, significantly reduced the surface melt.

699 *Ghiacciaio de La Mare*

Luca Carturan (Università di Padova, CGI);  
Cristian Ferrari (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 km<sup>2</sup> (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. L'area del settore meridionale è di 1.73 km<sup>2</sup> e la quota è compresa tra 2972 e 3583 m a.s.l. La quota mediana è di 3231 m a.s.l.

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). Il ghiacciaio de La Mare

nel periodo di osservazione 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 (-823 mm *w.e.* in media dal 2003 al 2021), causando una consistente perdita di superficie e di volume dall'inizio delle misurazioni.

Nel 2022 l'accumulo nevoso è stato del 40% inferiore alla media e l'ablazione estiva è stata pari al doppio della media. Di conseguenza, il bilancio annuale è risultato fortemente negativo e pari a -2979 mm *w.e.*, che risulta essere anche il valore minimo dal 2003. La ELA si è collocata al di sopra della quota massima del ghiacciaio e l'AAR è stato pari a 0.001.

*The La Mare Glacier is a mountain glacier located in the central part of the Ortles-Cevedale Group. Its area is of 3.03 km<sup>2</sup> (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*



Fig. MB5 - Sul ghiacciaio de La Mare la *snowline* era già risalita oltre i 3250-3300 m il 23 giugno 2022 (foto L. Carturan). *The snowline was already above 3250-3300 m a.s.l. on the La Mare Glacier on 23 June 2022.*

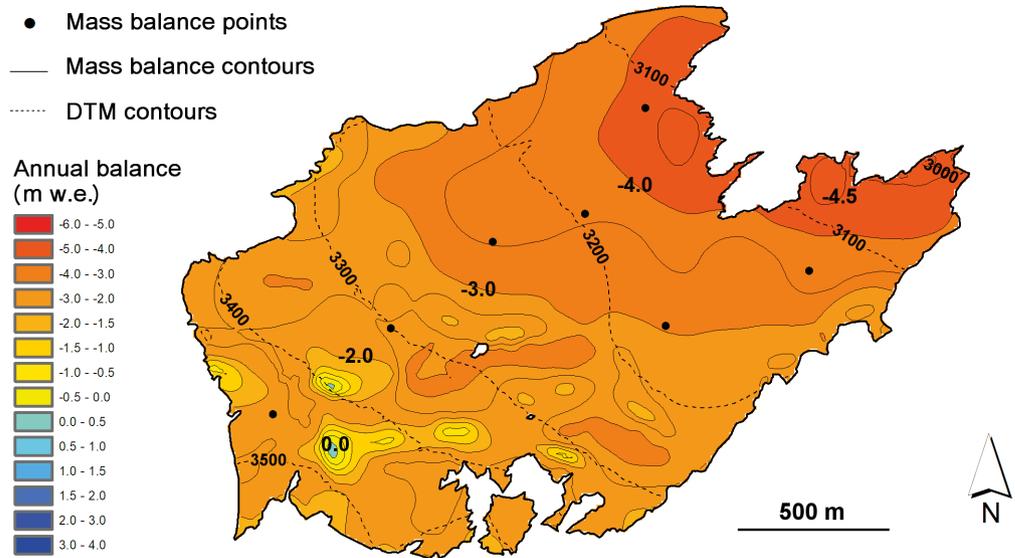


Fig. MB6 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale del ghiacciaio de La Mare (unità meridionale) nel 2022. *Annual balance distribution on the La Mare Glacier (southern unit) in 2022.*

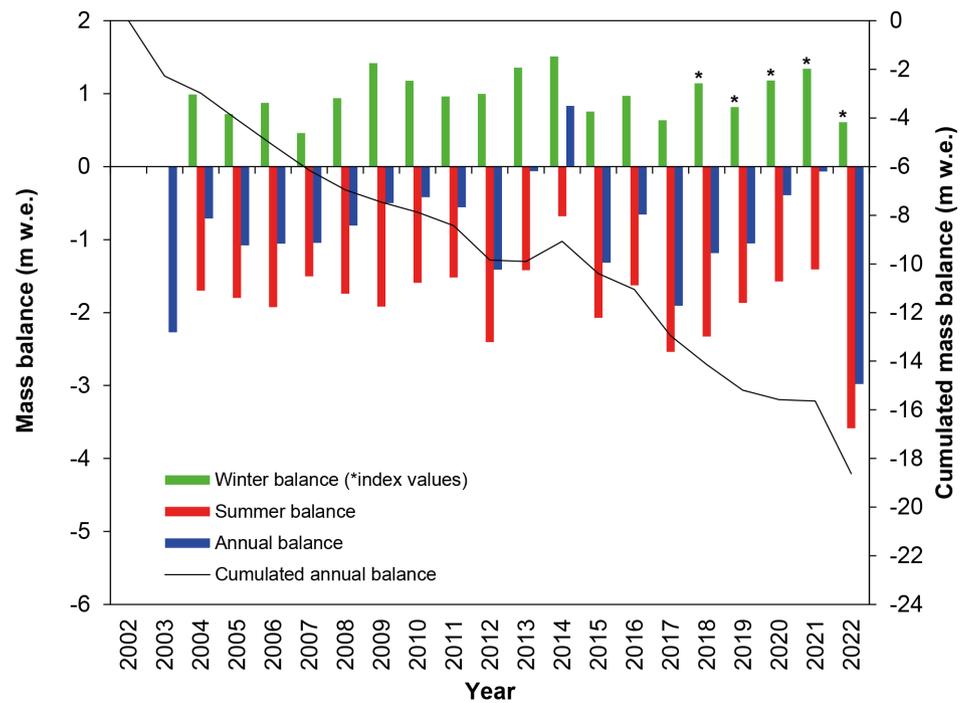


Fig. MB7 - Risultati delle misure di bilancio di massa sul ghiacciaio de La Mare dal 2003. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. *Results of the mass balance measurements on the La Mare Glacier since 2003. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.*

unit, subject to mass balance measurements. The area of the southern unit is now 1.73 km<sup>2</sup> 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 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 (-823 mm w.e. on average in the period between 2003 and 2021), leading to a considerable loss in area and volume.

In 2021 the snow accumulation has been about 40% lower than average, and the summer ablation has been twice the average. Consequently, the annual balance has been strongly negative (-2979 mm w.e.) and the lowest since 2003. The ELA was above the maximum elevation and the AAR was 0.001.

Luca Carturan (CGI-UNIPD); Mauro Gaddo (Meteotrentino-Provincia autonoma di Trento); Cristian Ferrari (Commissione Glaciologica SAT); Christian Casarotto (MUSE Museo delle Scienze)

Il ghiacciaio del Careser occupa una superficie di 0.65 km<sup>2</sup> (settembre 2022) e la sua quota varia tra i 2966 e i 3119 m s.l.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 s.l.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 prevalentemente 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 -1759 mm *w.e.* tra il 2002 e il 2021.

Nel 2022 gli accumuli di neve invernali sono stati decisamente scarsi, raggiungendo appena il 50% della media (Tabella MB2). La fusione estiva è stata intensa, più che doppia rispetto alle media dal 1967 al 2021. A fine estate la neve residua era totalmente assente (AAR = 0, ELA superiore alla quota massima). Il bilancio annuale è quindi stato fortemente negativo e pari a -3965 mm *w.e.*, che risulta essere il valore minimo dal 1967.

*The Careser Glacier occupies an area of 0.65 km<sup>2</sup> (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 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 -1759 mm *w.e.* from 2002 to 2021.*

*In 2022, the winter snow accumulation was remarkably scarce, reaching only 50% of the long-term mean (Table MB2). The summer melt was more than twice the 1967-2021 mean. At the end of the ablation season, the residual snow was totally absent (AAR = 0, ELA above the maximum elevation). The annual balance was strongly negative and equal to -3965 mm *w.e.*, which is the lowest balance since 1967.*



Fig. MB8 - Il ghiacciaio del Careser fotografato il 9 agosto 2022 (foto L. Carturan). *The Careser Glacier on 9 August 2022.*

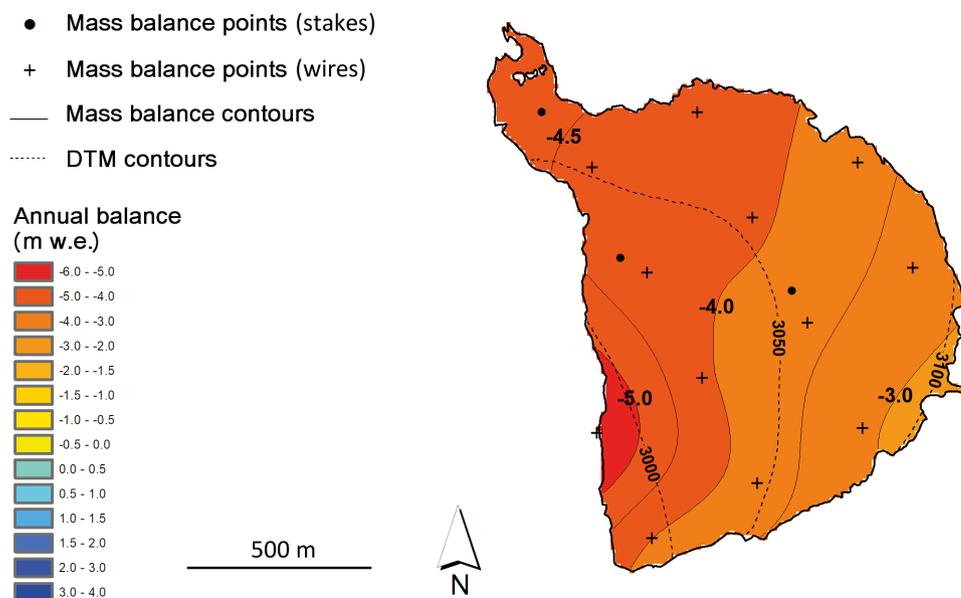


Fig. MB9 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sul ghiacciaio del Careser nel 2022. *Annual balance distribution on the Careser Glacier in 2022.*

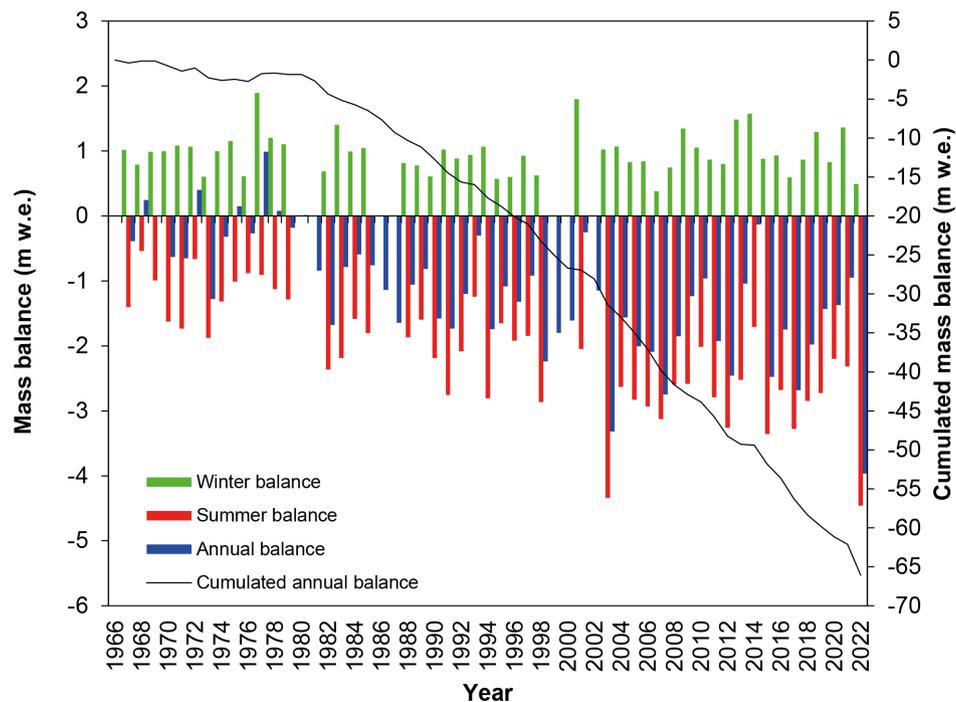


Fig. MB10 - Risultati delle misure di bilancio di massa sul ghiacciaio del Careser dal 1967. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. *Results of the mass balance measurements on the Careser Glacier since 1967. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.*

### 733 Vedretta Lunga (Langenferner)

Stephan P. Galos (University of Innsbruck);  
 Roberto Dinale (Agenzia per la Protezione civile,  
 Provincia autonoma di Bolzano, CGI);

Il ghiacciaio della Vedretta Lunga (Langenferner) è situato alla fine della Val Martello nel gruppo dell'Ortles-Cevedale, nella Provincia Autonoma di Bolzano, Italia. Il ghiacciaio copre un'area di circa 1.44 km<sup>2</sup> con un'altitudine che si estende dai 3365 m ai 2720 m (2019). La parte superiore del ghiacciaio è esposta a Nord mentre la parte inferiore ad Est.

Il monitoraggio del ghiacciaio della Vedretta Lunga è effettuato annualmente, partendo nell'anno idrologico 2003/04. Il bilancio di massa annuale e invernale, è determinato applicando il metodo glaciologico diretto a date fisse.

Per la valutazione del bilancio invernale sono stati realizzati tre profili di densità della neve e 90 sondaggi del manto nevoso in data 4 maggio 2022. Nell'estate 2022 sono state effettuate altre tre campagne di misura, includendo le misurazioni per il bilancio annuale avvenute il 5 ottobre 2022. I dati raccolti hanno permesso il calcolo del bilancio di massa annuale in 28 diversi punti del ghiacciaio.

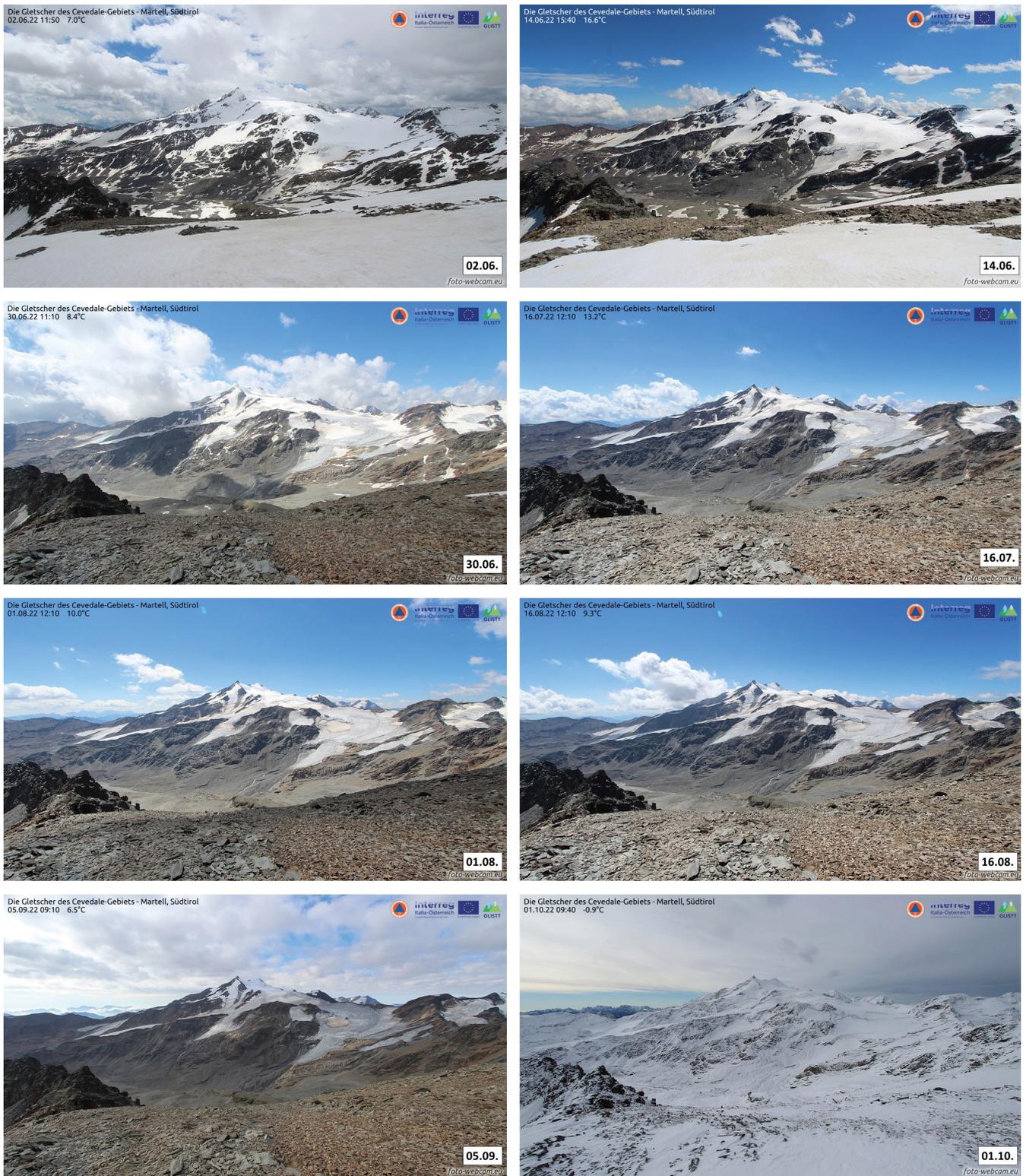


Fig. MB11 - Veduta della Vedretta Lunga (Langenferner) ripresa in otto differenti date durante la stagione di ablazione 2022 dalla webcam installata al Butzenspitze. *View of the Vedretta Lunga (Langenferner) taken by the webcam at Butzenspitze in eight different dates during the 2022 ablation season (Galos, 2022).*

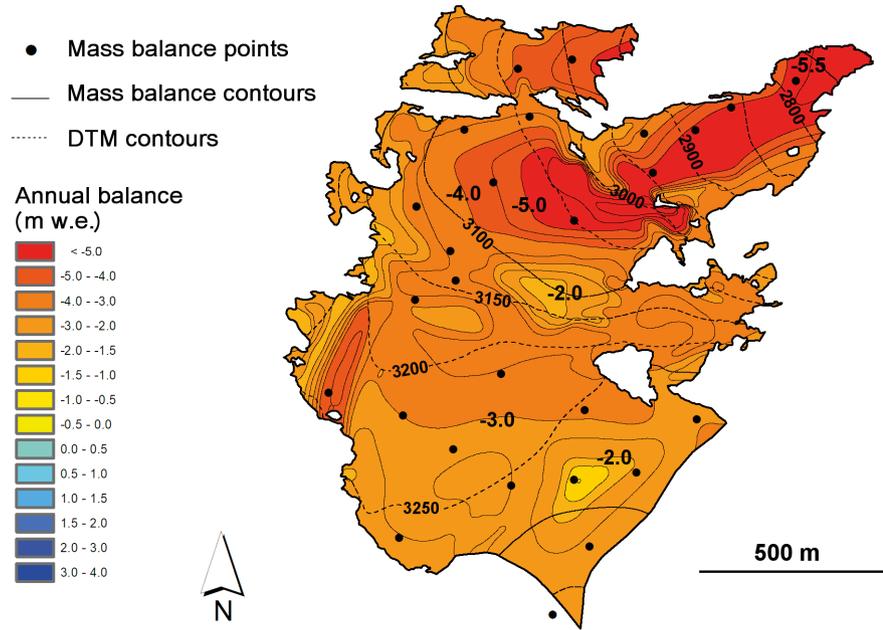


Fig. MB12 - Distribuzione spaziale del bilancio annuale sulla vedretta Lunga nel 2022. *Annual balance distribution on the vedretta Lunga (Langenferner) in 2022.*

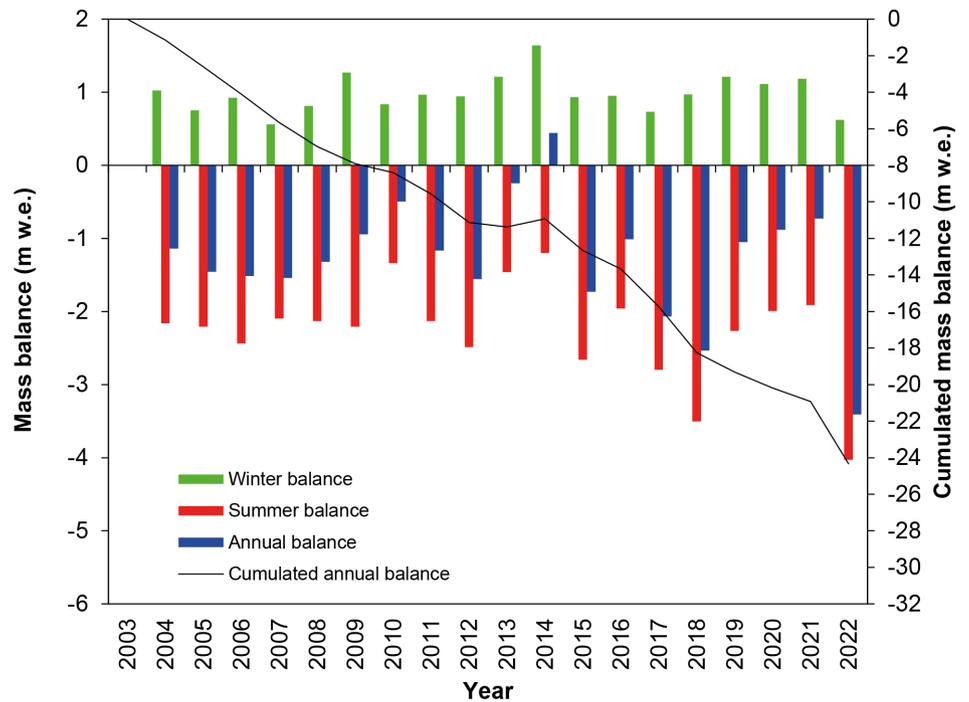


Fig. MB13 - Risultati delle misure di bilancio di massa sulla vedretta Lunga dal 2004. Il grafico riporta i bilanci annuali, cumulati annuali e stagionali. *Results of the mass balance measurements on the vedretta Lunga (Langenferner) since 2004. The chart reports the annual, cumulated annual and seasonal mass balances.*

Per il periodo dal 1° ottobre 2021 al 30 aprile 2022, le analisi mostrano un bilancio invernale ben al di sotto della media, pari a 622 mm *w.e.*, con l'evento di precipitazione più importante già registrato all'inizio di novembre. I mesi di dicembre, gennaio e marzo in particolare sono stati estremamente secchi e per lo più troppo miti.

I bassi depositi di neve del semestre invernale, insieme alle temperature superiori alla media all'inizio dell'estate e

ad un marcato strato di polvere del Sahara dalla fine dell'inverno, hanno portato a una fusione particolarmente precoce del manto nevoso sul ghiacciaio. All'inizio di luglio quasi due terzi della superficie del ghiacciaio erano già privi di neve invernale. Il clima persistentemente caldo e la totale assenza di nevicate estive nel periodo principale di ablazione hanno portato al bilancio di massa annuale più negativo misurato sulla Vedretta Lunga, pari a -3408 mm *w.e.*

Questo valore molto probabilmente supera le perdite dell'estate del 2003, che è stata poi definita "l'estate del secolo", ed è particolarmente notevole in quanto le elevate perdite di massa del 2022 si sono avute con (soprattutto alle quote più basse) un'area del ghiacciaio già significativamente ridotta. Nell'estate del 2022, per la prima volta nella serie di misurazioni della Vedretta Lunga, sul ghiacciaio non è sopravvissuta assolutamente nessuna neve invernale. Di conseguenza, l'AAR è stato pari a 0.0 e non è stato possibile determinare la quota della linea di equilibrio.

*Langenferner (Vedretta Lunga) is located at the head of Martell-Valley in the Ortles-Cevedale Group, Autonomous Province of Bolzano, Italy. The glacier covers an area of 1.44 km<sup>2</sup> and extends from 3365 m down to 2720 m (year 2019). While the upper glacier part is exposed to the North, the lower part faces east.*

*Mass balance measurements have been carried out at Langenferner since the hydrological year 2003/04. These measurements comprise both the winter and the annual mass balance of the glacier and follow the fixed date direct glaciological method.*

*For the evaluation of the winter balance, data from three density pits and 90 snow depth probings, which were carried out on May 4<sup>th</sup>, 2022, could be used. In the summer of 2022, three more measurement campaigns were carried out, with the final inspection for the preparation of the annual balance taking place on October 5<sup>th</sup>, 2022. The data obtained made it possible to determine the specific annual balance at 28 points on the glacier.*

*For the period from October 1<sup>st</sup>, 2021 to April 30<sup>th</sup>, 2022, the analyses show a well below average specific winter balance of 622 mm w.e., with the most important precipitation event already being recorded at the beginning of November. The months of December, January and March in particular were extremely dry and mostly too mild.*

*The low snow deposits from the winter half-year, coupled with the well above-average temperatures in early summer and a pronounced layer of Sahara dust from late winter, led to a particularly early melting of the snow cover on the glacier. At the beginning of July almost two thirds of the glacier surface were already free of winter snow. The persistently hot weather and the complete absence of summer snowfall in the main ablation period led to by far the most negative annual balance measured on Langenferner of -3408 mm w.e.*

*This value very probably exceeds the losses of the summer of 2003, which was then referred to as the "summer of the century", and is particularly remarkable in that the high mass losses of 2022 have to be interpreted in relation to the (especially at lower altitudes) already significantly reduced glacier area. In the summer of 2022, absolutely no winter snow could survive on the glacier for the first time in the measurement series of Langenferner. Accordingly, the AAR was 0.0 and no equilibrium (line) altitude (ELA) could be determined on the glacier.*

## REFERENCES

- Armando E. (Ed.), 1986. *Relazioni della Campagna glaciologica 1985, Settore Piemontese-Valdostano*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 9 (2), 91-115.
- Armando E., Baroni C., Meneghel M. (Eds), 2005. *Report of the glaciological survey 2004. Relazioni della campagna glaciologica 2004*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 28 (2), 233-290.
- 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), 2019. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2018). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2018)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 42 (2), 113-201. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2019.42.9>
- Baroni C., Bondesan A., Carturan L., Chiarle M. (Eds), 2020a. *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. (Eds), 2020b. *Annual glaciological survey of Italian glaciers (2020). Campagna glaciologica annuale dei ghiacciai italiani (2020)*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 43 (2), 221-314. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2020.43.10>
- 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., Chiarle M. (Eds), 2017. *Report of the Glaciological Survey 2016. Relazioni della Campagna Glaciologica 2016*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 40 (2), 233-320. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2017.40.14>
- Baroni, Bondesan A., Mortara G. (Eds), 2012. *Report of the Glaciological Survey of 2011. Relazioni della campagna glaciologica 2011*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 35 (2), 211-279. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2012.35.19>
- Baroni C., Bondesan A., Mortara G. (Eds), 2013. *Report of the Glaciological Survey 2012. Relazioni della campagna glaciologica 2012*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 36 (2), 303-374. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2013.36.24>
- Baroni C., Bondesan A., Mortara G. (Eds), 2014. *Report of the Glaciological Survey 2013. Relazioni della Campagna Glaciologica 2013*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 37, 163-227. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2014.37.16>
- Baroni C., Bondesan A., Mortara G. (Eds), 2015. *Report of the Glaciological Survey 2014. Relazioni della Campagna Glaciologica 2014*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 38 (2), 229-304. <https://doi.org/10.4461/GFDQ.2015.38.18>
- 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>
- Baroni C., Meneghel M., Mortara G. (Eds), 2007. *Relazioni della campagna glaciologica 2006*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 30 (2), 255-313.

- Baroni C., Meneghel M., Mortara G. (Eds) 2008. *Report of the glaciological survey 2007. Relazioni della campagna glaciologica 2007*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 31 (2), 259-322.
- Baroni C., Meneghel M., Mortara G. (Eds), 2009. *Report of the Glaciological Survey of 2008. Relazioni della campagna glaciologica 2008*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 32 (2), 255-315.
- Baroni C., Meneghel M., Mortara G. (Eds), 2010. *Report of the Glaciological Survey of 2009. Relazioni della campagna glaciologica 2009*. Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria, 33 (2), 244-311.
- 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., Baroni C., Brunetti M., Carton A., Dalla Fontana G., Salvatore M.C., Zanoner T., Zuecco G., 2016. *Analysis of the mass balance time series of glaciers in the Italian Alps*. The Cryosphere, 10 (2), 695-712. <https://doi.org/10.5194/tc-10-695-2016>
- Carturan L., Rastner P., Paul F., 2020. *On the disequilibrium response and climate change vulnerability of the mass-balance glaciers in the Alps*. Journal of Glaciology, 66 (260), 1034-1050. <https://doi.org/10.1017/jog.2020.71>
- CGI - Comitato Glaciologico Italiano, 1928-1977. *Relazioni delle campagne glaciologiche. Reports of the glaciological surveys*. Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano, Series I (1-25) and II (1-25). <http://www.glaciologia.it/en/i-ghiacciai-italiani/le-campagne-glaciologiche/>
- 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.
- Colucci R.R., Guglielmin M., 2015. *Precipitation-temperature changes and evolution of a small glacier in the southeastern European Alps during the last 90 years*. International Journal of Climatology, 35, 2783-2797. <https://doi.org/10.1002/joc.4172>.
- De Marco J., Carturan L., Maset E., Cucchiario S., Visintini D., De Infanti R., Cazorzi F., 2022. *Century-long multi-source analyses highlight decreasing vulnerability for a small, debris-covered and avalanche-fed glacier in the Eastern Italian Alps*. Journal of Hydrology, Volume 615, Part A, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128586>
- Dematteis N., Giorda, D., Perret P., Grab M., Maurer H., Troilo F., 2022. *Evidences of bedrock forcing on glacier morphodynamics: A case study in Italian Alps*. Frontiers in Earth Science, 10, 793546. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.793546>
- Galos S.P., 2022. *Langenferner Massenhaushaltsstudien - Bericht über die Jahresbilanz 2021/22*. Natters, November 2022.
- Hagg W., Scotti R., Villa F., Mayer E., Heilig A., Mayer C., Tamm W., Hock T., 2017. *Evolution of two cirque glaciers in Lombardy and their relation to climatic factors (1962-2016)*. Geografiska Annaler, ser. A, 99 (4), 371-386.
- 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>
- Peretti L., 1933. *Campagna glaciologica 1932*. Bollettino CGI, S. I, 13, 180.
- Porro F., Druetti A., 1895-96. *Osservazioni sui ghiacciai del gruppo del Gran Paradiso*. Bollettino CAI, XXIX (62), 162-163.
- 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>
- Tamburini A., Lojacocono M., Bellotti M., 2003. *Variazioni volumetriche di un ghiacciaio determinate mediante rilievo GPS differenziale (Ghiacciaio di Suretta Sud, Valle dello Spluga, Italia)*. Terra Glacialis, 6.
- Tamburini A., Villa F., 2009. *Ghiacciaio di Suretta Sud (Spluga Lei - SO). Valutazione bilancio di massa con metodo geodetico*. Terra Glacialis, 12.
- WGMS, 2019. *Fluctuations of Glaciers Database*. World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland. <https://doi.org/10.5904/wgms-fog-2019-12>. Online access: <http://dx.doi.org/10.5904/wgms-fog-2019-12>
- WGMS, 2020. *Global Glacier Change Bulletin No. 3 (2016-2017)*. Zemp M., Gärtner-Roer I., Nussbaumer S.U., Bannwart J., Rastner P., Paul F., Hoelzle M. (Eds), *ISC(WDS)/IUGG(IACS)/UNEP/UNESCO/WMO*. World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, 274 pp., publication based on database version: <https://doi.org/10.5904/wgms-fog-2019-12>.
- WGMS, 2021. *Global Glacier Change Bulletin No. 4 (2018-2019)*. Zemp M., Nussbaumer S.U., Gärtner-Roer I., Bannwart J., Paul F., Hoelzle M. (Eds), *ISC(WDS)/IUGG(IACS)/UNEP/UNESCO/WMO*. World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, 278 pp., publication based on database version: <https://doi.org/10.5904/wgms-fog-2021-05>.
- 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.

