

GHIACCIAIO DEL GRAND ETRÈT

BILANCIO DI MASSA 2023-2024

Stefano Cerise *Alberto Rossotto* *Alberto Peracino* *Stefano Drigo*

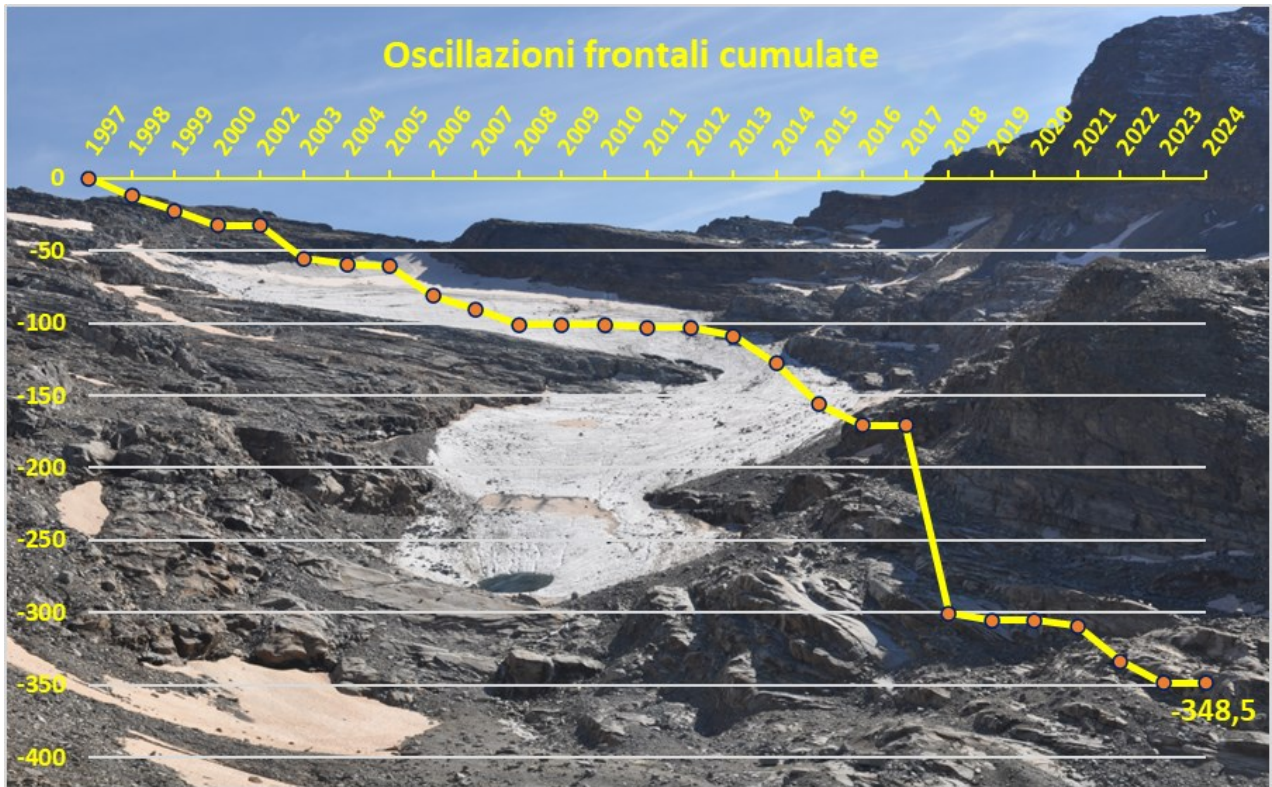
Hanno collaborato:

Stephanie Bethaz
Chiara Caminada
Marco Dellanoce
Jean Laurent Jordaney
Nicolò Maule
Lorenzo Mineo
Pierre Yves Oddone
Federico Peretti
Alberto Rabellino Bethaz
Umberto Morra di Cella (ARPA VdA)
Federico Grosso (ARPA VdA)

Oscillazioni frontali annuali 1997-2024

<i>Data controllo</i>	<i>Misura</i>	<i>Variazione</i>	<i>Innevamento della fronte</i>
21/9/1997	19,5 m		
16/9/1998	31,5 m	- 12 m	
14/10/1999	42,0 m	- 10,5 m	
9/9/2000	52,0 m	- 10 m	
8/10/2001	Innevato		La neve residua a ridosso della fronte impedisce una corretta misurazione. Placche di nevato di una certa consistenza sotto il corpo glaciale.
7/9/2002	52,0 m	0 m	Presso la fronte, in destra centrale, accumulo di nevato di notevoli dimensioni.
7/9/2003	75,0 m	- 23 m	
12/9/2004	79,0 m	- 4 m	
14/9/2005	80,5 m	- 1,5 m	Al centro accumulo di nevato di origine valanghiva presente fino alla fine di agosto; in destra frontale altro accumulo di nevato della stessa origine.
8/9/2006	100,5 m	- 20 m	
8/9/2007	110 m	-9,5 m	
16/9/2008	120,5 m	-10,5 m	
5/9/2009	innevato		Non si è registrato un ritiro frontale a causa dell'accumulo valanghivo sulla fronte
14/9/2010	innevato		Un accumulo valanghivo in destra centrale ha raggiunto e coperto la fronte ed ha impedito la misurazione.
10/9/2011	122,5 m	-2 m	
16/9/2012	innevato		Assenza quasi completa del nevato residuo tranne due placche di origine valanghiva ancora collegate alla fronte che impediscono la misurazione.
21/9/2013	128,5 m	-6 m	
21/9/2014	61,5 m	-19 m	
19/9/2015	89,5 m	-28 m	
4/9/2016	104 m	-14,5 m	
17/9/2017	innevato		Non si è registrato un ritiro frontale a causa dell'accumulo valanghivo sulla fronte
7/9/2018	234 m	-130 m	La roccia montonata emergente ha provocato una grossa frattura frontale con formazione di un'isola di ghiaccio morto nel ripiano frontale.
18/9/2019	19 m	-5 m	
16/09/2020	19 m	0 m	Nonostante l'evidente appiattimento della zona frontale non si rileva arretramento rispetto al 2019
17/09/2021	23 m	-4 m	
16/09/2022	47 m	-24 m	
20/09/2023	62 m	-15 m	
17/09/2024	innevato		Una sottile fascia di nevato residuo in prossimità della zona frontale impedisce le operazioni di misura

La fronte del Ghiacciaio del Grand Etrèt è arretrata di **348,5** metri dal 1997 anno di inizio delle misurazioni frontali.



Ghiacciaio del Grand Etrèt



10 settembre 2024

134 Grand Etrèt 50 mm 190° 32T 0360920 5038715 m 2685

foto Stefano Drigo

17 settembre 2024

Quota minima fronte : non misurata per innevamento stagionale residuo

Coordinate UTM-WGS84 del segnale di misura DM2: 5037808 N 360820 E a quota 2714 m s.l.m.

Operatori: Cerise S., Drigo S., Jordaney J.L., Peracino A., Rossotto A.

Il buon accumulo nevoso rilevato a fine maggio sul ghiacciaio ha solo in parte limitato i danni dell'ennesima estate calda.

Fino alla prima decade di agosto il corpo glaciale si presentava ancora discretamente innevato, tuttavia le alte temperature dei restanti giorni estivi hanno rapidamente fuso il nevato residuo, che alla data del rilievo si è conservato solo in tre settori (ben riconoscibili per il colore rossiccio conferitogli dalla sabbia sahariana depositatasi con le precipitazioni primaverili):

- poco sotto la palina II, a 2780 m di quota, con una superficie di 2600 m² ed uno spessore medio stimato di 15 cm;
- a 2870 m di quota sopra la palina III, con una superficie di 600 m² ed uno spessore medio stimato di 10 cm;
- oltre una quota media di 3050 m sopra la palina V, soprattutto in sinistra orografica a ridosso delle pareti di testata (che proteggono maggiormente il ghiacciaio dall'irraggiamento solare), per una superficie di 20400 m² ed uno spessore medio stimato di 30 cm. La linea inferiore del nevato non segue una isoipsa ma varia da 3020 m in estrema sinistra orografica fino a 3070

m in centro e destra orografica, dove tuttavia il nevato si assottiglia lasciando scoperte ampie porzioni di ghiaccio fin sotto le pareti). L'andamento discontinuo di questa fascia di nevato non consente di definire con certezza la ELA.

Una esigua lingua di neve stagionale residua a ridosso della fronte (non conteggiata in bilancio) ha impedito la misura della variazione frontale.

Un contributo certamente importante alla fusione di neve e ghiaccio è stato quello apportato dalla pioggia impetuosa caduta tra il 04 ed il 05 settembre fin oltre i 3000 m di quota, che ha creato esondazioni in Valsavarenche a partire proprio dal vallone del Grand Etrèt, i cui segni erosivi sul terreno sono apparsi ben visibili lungo la salita di avvicinamento al ghiacciaio.

Nel vallone, al di sotto dell'ampio pianoro che ospitava fino agli inizi degli anni 2000 la fronte glaciale, si è osservata la presenza di placche residue di accumulo valanghivo ricoperte dal detrito portato dal suddetto evento alluvionale



10 agosto 2024

ancora un discreto innevamento presente

foto Stefano Drigo

La grossa bédère presente sopra la palina I si presentava inattiva, e, nella sua parte superiore, sotto la palina II, era parzialmente riempita di nevato residuo.

Il grosso mulino a tre inghiottitoi appariva ridotto ed anch'esso in parte riempito di neve.

Presenza di ghiaccio sovrainposto dovuto a rigelo nella parte medio-alta del ghiacciaio.

La crepaccia terminale, a differenza delle due scorse stagioni, si presentava nuovamente del tutto chiusa e coperta da nevato residuo

L'indice AAR (*Accumulation Area Ratio* = Superficie di accumulo/Superficie ghiacciaio) è pari a **0,11**.

La “strozzatura” generatasi nel 2021 a 2940 m di quota a causa dell'emersione del substrato roccioso si è ristretta ulteriormente, scendendo in un anno da 73 a 57 metri di larghezza nel punto più stretto.

Il “calderone” comparso la scorsa estate poco sopra la fronte si è ampliato notevolmente, offrendo uno scenario suggestivo. La superficie della cavità è più che raddoppiata, passando dai 430 m² di ottobre 2023 ai 962 m² del giorno del rilievo. La parete verticale di ghiaccio presenta un'altezza di circa 18 metri.

La presenza di uno spesso strato di nevato al suo interno lascia supporre nel corso dell'estate il crollo di una porzione di tetto sotto il peso stesso della neve.

Contestualmente alle misurazioni, è stato effettuato dagli operatori del Corpo di Sorveglianza del Parco un rilievo con fotogrammetria aerea da drone, che, grazie al supporto tecnico di ARPA Valle d'Aosta, ha permesso di ottenere il modello digitale della superficie (DSM) e l'ortomosaico del ghiacciaio, consentendo di aggiornare con grande precisione tutte le quote ed il profilo della superficie del corpo glaciale.



17 settembre 2024

il “calderone”

foto Stefano Cerise



17 settembre 2024

ripresa aerea della fronte e del "calderone"

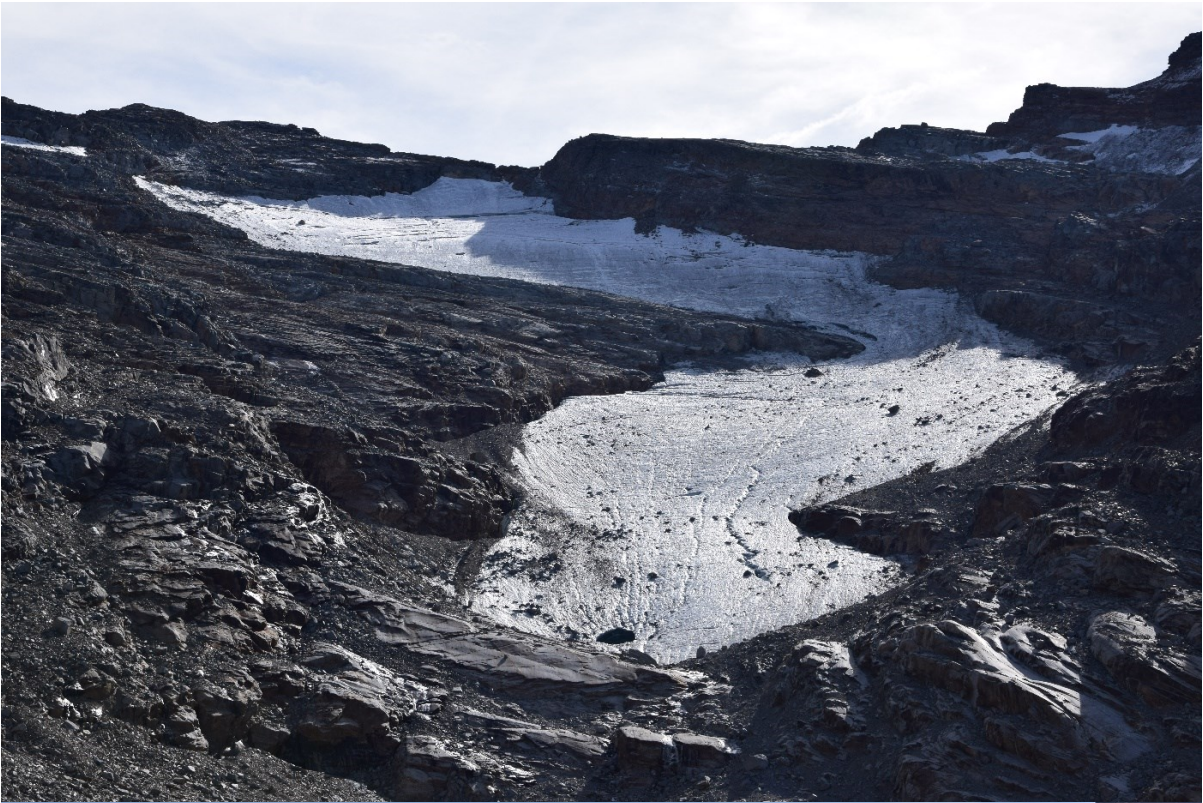
foto Alberto Peracino



17 settembre 2024

ripresa aerea del ghiacciaio

foto Alberto Peracino



Evoluzione del “calderone” dal 15 ottobre 2023 al 10 settembre 2024, foto Alberto Rossotto e Stefano Drigo



17 settembre 2024

l'interno del "calderone"

foto Alberto Rossotto



17 settembre 2024

resti di accumulo da valanga ricoperti da detrito

foto Alberto Rossotto



17 settembre 2024

erosione causata dall'evento di piena

foto Alberto Rossotto



17 settembre 2024

erosione causata dall'evento di piena

foto Alberto Rossotto

28 maggio 2024, determinazione dell'equivalente in acqua della neve accumulata in corrispondenza delle paline ablatometriche



28 maggio 2024

verso la fronte del ghiacciaio

foto Alberto Rossotto

Il rilievo dell'accumulo nevoso sul Ghiacciaio del Grand Etrèt è stato effettuato martedì 28 maggio 2024, con condizioni meteorologiche perfette.

Hanno preso parte al rilievo dodici operatori del Corpo di Sorveglianza del Parco: Bethaz S., Caminada C., Cerise S., Dellanoce M., Drigo S., Jordaney J.L., Maule N., Mineo L., Oddone P.Y., Peretti F., Rabellino Bethaz A., Rossotto A.

Il vallone si presentava molto ben innevato oltre i 2200 metri di quota (ove è stato possibile calzare gli sci) grazie alle abbondanti precipitazioni nevose che, seppur non straordinarie come in alcuni settori della Valle d'Aosta orientale o del vicino Piemonte, si sono distribuite dalla fine di febbraio in poi fino a ridosso del giorno del rilievo.

Questa situazione ha compensato un autunno ed una prima parte dell'inverno piuttosto anomala, con temperature molto alte e precipitazioni nevose seguite da piogge intense fino a quote elevate e venti molto forti.

Dalla fine di marzo alcuni eventi precipitativi sono stati accompagnati da importanti apporti di sabbia sahariana, ben evidenti all'interno del manto nevoso durante lo scavo dei pozzi. Il giorno del rilievo la "neve rossa" appariva in superficie solo al di sotto dei 2400 metri di quota.

La progressiva esposizione ai raggi solari della neve contenente sabbia potrà purtroppo accelerare i processi di fusione del manto nevoso.

Lungo la salita sono stati attraversati alcuni accumuli di valanga di dimensioni contenute.

Il “calderone” comparso la scorsa estate è rimasto visibile lungo tutto il corso dell’inverno, offrendo uno scenario suggestivo e destando la curiosità dei molti sci-alpinisti in salita verso il Colle del Grand Etrèt.

Gli operatori, divisi in tre gruppi, hanno proceduto a scavare 5 pozzi da neve in corrispondenza delle 5 paline ablatometriche di riferimento, individuate tramite strumento GPS.



28 maggio 2024

il vallone del Grand Etrèt

foto Alberto Rossotto



28 maggio 2024

accumuli di valanga

foto Alberto Rossotto



28 maggio 2024

salita sul ghiacciaio

foto Alberto Rossotto

La valutazione dell'accumulo di neve sul ghiacciaio è stata effettuata tramite sondaggio verticale ogni 20 cm sino al ghiaccio di ghiacciaio utilizzando il cilindro per carotaggio in alluminio standard modello AINEVA presso le paline ablatometriche I e II.

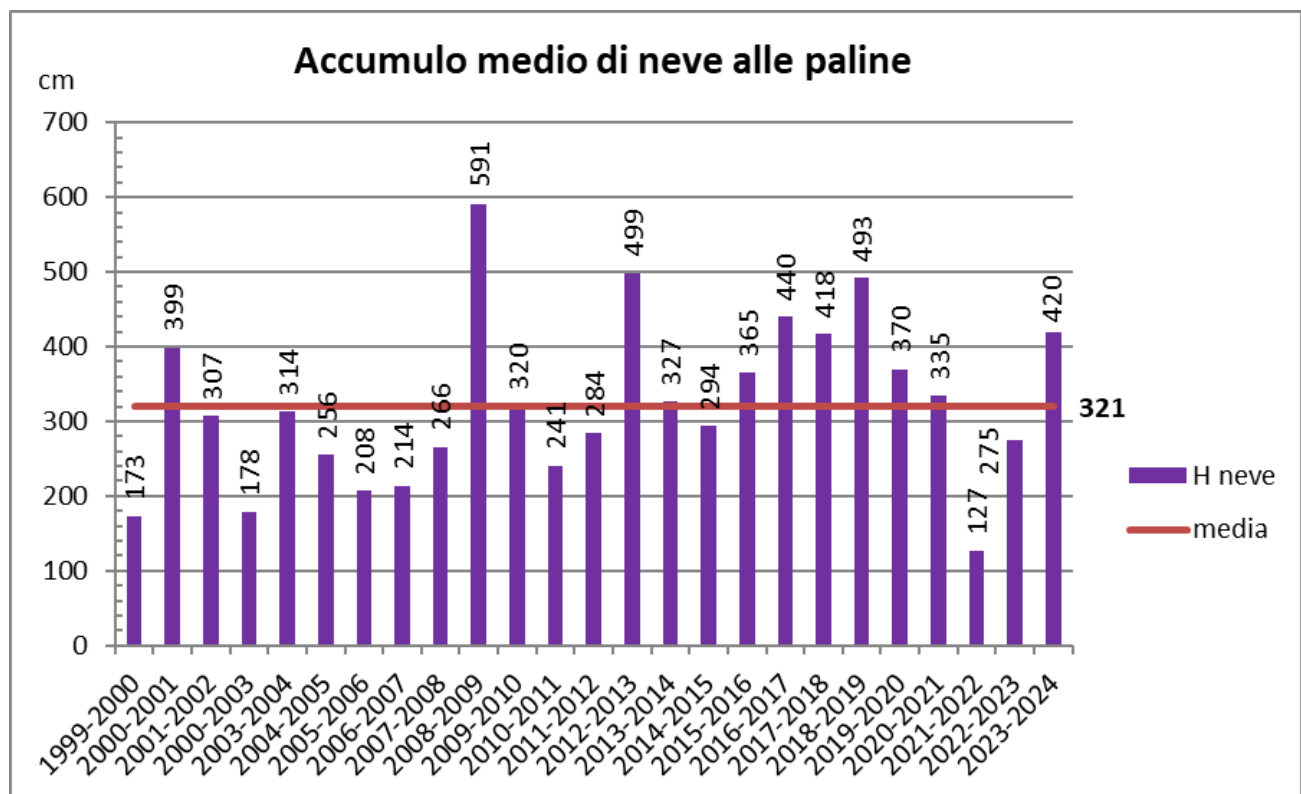
Presso le paline III, IV e V è stato utilizzato il Carotatore Enel Valteche messo a disposizione dalla Società Meteorologica Italiana.

Tale carotatore consta di 6 segmenti cilindrici assemblabili tra loro mediante avvitatura; ogni segmento misura 50.0 cm di lunghezza e 6.0 cm di diametro.

L'accumulo nevoso è risultato piuttosto uniforme presso le 5 paline, ed ha fatto registrare i seguenti valori:

- 390 cm alla palina I
- 400 cm alla palina II
- 425 cm alla palina III
- 480 cm alla palina IV
- 407 cm alla palina V

L'accumulo medio di neve sul ghiacciaio è di **420 cm** (media aritmetica), superiore di circa il 31% rispetto alla media del periodo 2000-2023 (321 cm). Tale valore rappresenta il quinto miglior dato della serie storica di 25 anni.



Paline I e II – carotiere AINEVA

Per calcolare l'equivalente in acqua presso le paline I e II dove è stato impiegato il cilindro carotatore AINEVA si applica la seguente formula che fornisce il peso complessivo della neve che grava su m² di superficie (1kg/m² = 1 mm w.e.):

$$\sum_0^n 0,2\rho$$

n = altezza complessiva del manto nevoso che ricopre il ghiacciaio in corrispondenza delle paline ablatometriche [m]

0,2 = spessore dello strato [m]

ρ = densità dello strato [kg/m³] = (P/V) x (L/h)

P = massa in kg della neve contenuta nel cilindro carotatore

V = volume del cilindro carotatore = 0,0005 m³

L = lunghezza del cilindro carotatore = 0,2 m

h = altezza di riempimento del cilindro

Palina I

cm	Peso (kg)	ρ (kg/m ³)	kg/m ²
390-370	0,215	430	86
370-350	0,245	490	98
350-330	0,215	430	86
330-310	0,210	420	84
310-290	0,210	420	84
290-270	0,220	440	88
270-250	0,190	380	76
250-230	0,240	480	96
230-210	0,215	430	86
210-190	0,225	450	90
190-170	0,215	430	86
170-150	0,230	460	92
150-130	0,225	450	90
130-110	0,210	420	84
110-90	0,205	410	82
90-70	0,200	400	80
70-50	0,205	410	82
50-30	0,225	450	90
30-10	0,230	460	92
10-0	0,115	230	46
TOT.			1698

1698 kg/m² = 1698 mm w.e.; densità media: 424 kg/m³

Palina II

cm	Peso (kg)	ρ (kg/m ³)	kg/m ²
400-380	0,200	400	80
380-360	0,245	490	98
360-340	0,205	410	82
340-320	0,220	440	88
320-300	0,225	450	90
300-280	0,200	400	80
280-260	0,210	420	84
260-240	0,250	500	100
240-220	0,230	460	92
220-200	0,250	500	100
200-180	0,240	480	96
180-160	0,215	430	86
160-140	0,245	490	98
140-120	0,240	480	96
120-100	0,210	420	84
100-80	0,240	480	96
80-60	0,240	480	96
60-40	0,205	410	82
40-20	0,235	470	94
20-0	0,255	510	102
TOT.			1824

$1824 \text{ kg/m}^2 = 1824 \text{ mm w.e.}$; densità media: 456 kg/m^3

	MISURE CAROTATORE AINEVA		
Palina	Spessore neve cm	cm w.e.	Densità kg/m ³
I	390	169,8	424
II	400	182,4	456

Paline III, IV, V – carotiere ENEL VALTECNE

La densità della neve è stata calcolata pesando ciascuna carota di neve ed applicando la seguente formula matematica:

$$d \text{ (kg/m}^3\text{)} = \text{Peso della carota (in kg)} / \text{Volume della carota (in m}^3\text{)}$$

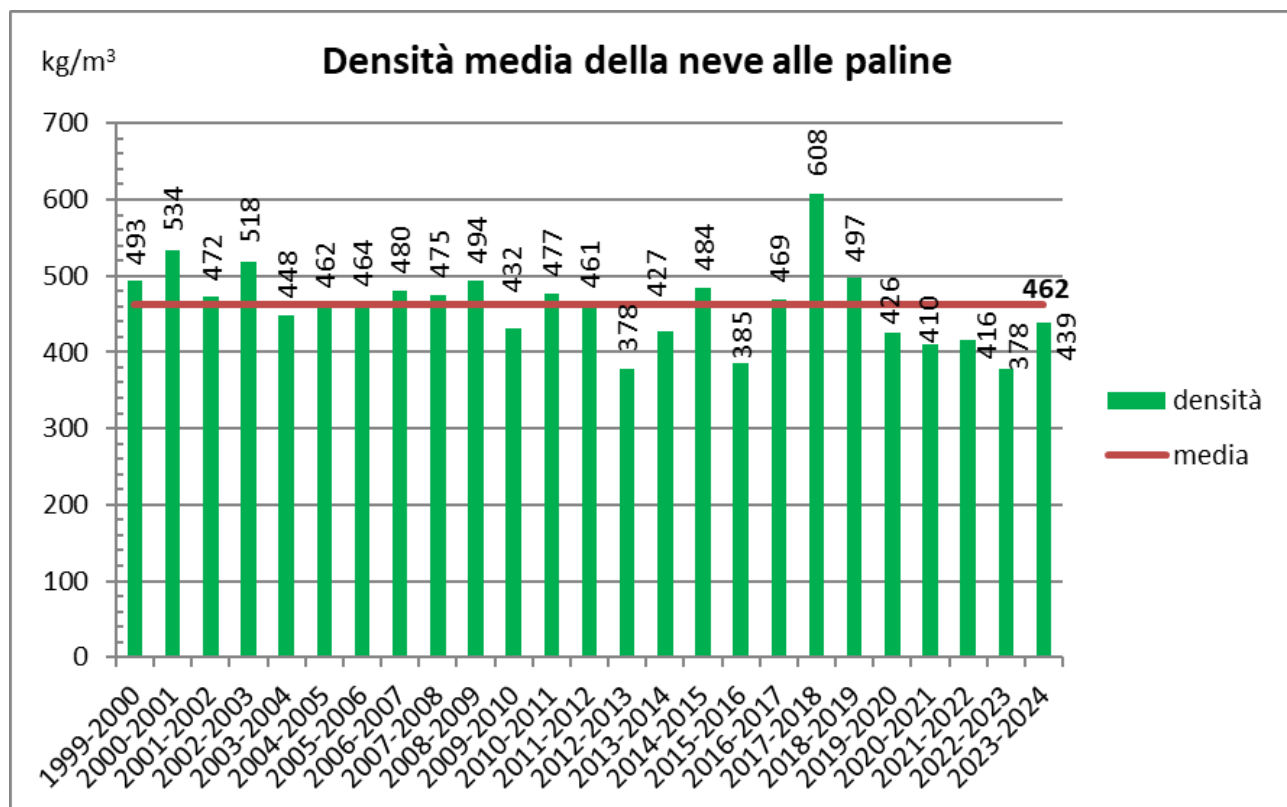
I pesi delle carote sono i seguenti:

- Palina III: 5,770 kg (carota 425 cm)
- Palina IV: 6,330 kg (carota 480 cm)
- Palina V: 4,210 kg (carota 407 cm)

Sono state rilevate pertanto le seguenti densità:

- 480 kg/m³ alla palina III
- 467 kg/m³ alla palina IV
- 366 kg/m³ alla palina V

La densità media della neve rilevata presso le cinque paline risulta essere di **439 kg/m³** (media aritmetica), inferiore di circa il 5% rispetto al valore medio del periodo 2000-2023 (462 kg/m³). I valori di densità rilevati sono risultati piuttosto omogenei, ad eccezione del dato riscontrato presso la palina V, più basso, probabilmente per via della quota più elevata, che ha mantenuto la neve più leggera e meno compatta.



Le coordinate UTM WGS84 e le nuove superfici rilevate il 20 settembre 2023 delle 5 paline di riferimento sono le seguenti:

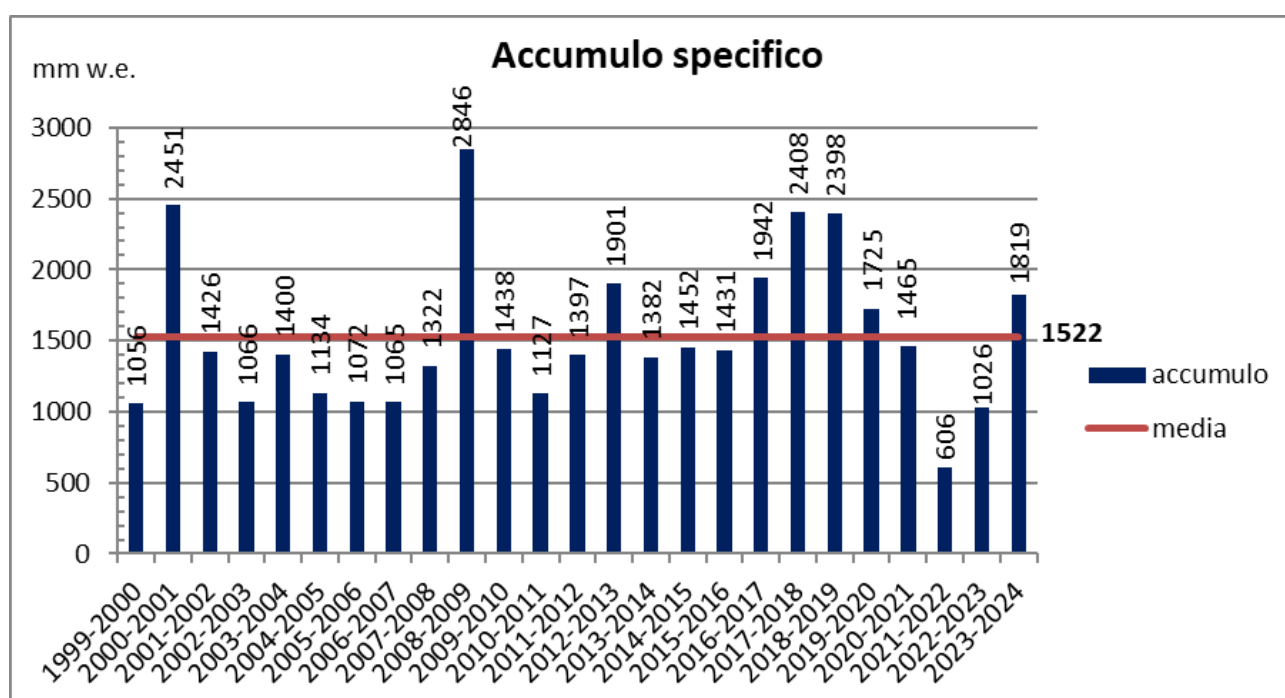
<i>n. palina</i>	<i>Coordinate</i>		<i>Quota</i>	<i>Superficie</i>
Palina I	32T	360803 5037689	2750 m	24785 m²
Palina II	32T	360812 5037525	2800 m	30408 m²
Palina III	32T	360740 5037360	2860 m	47081 m²
Palina IV	32T	360726 5037226	2900 m	38138 m²
Palina V	32T	360924 5037009	3025 m	72240 m²

Palina	m w.e.	Superficie glaciale m ²	m ³ H ₂ O
I	1,698	24785	42085
II	1,824	30408	55464
III	2,042	47081	96139
IV	2,240	38138	85429
V	1,490	72240	107638
Totale		212652	386755

Sul ghiacciaio, con le precipitazioni autunnali, invernali e primaverili, sono giunti complessivamente, sotto forma di neve **386755 m³** di acqua.

Dividendo tale valore per la superficie totale del ghiacciaio si ottiene pertanto come media ponderata l'accumulo specifico di **1819 mm w.e.**

Tale valore risulta superiore di circa il 20% rispetto alla media del periodo 2000-2023 (1522 mm w.e.) e rappresenta il settimo miglior dato della serie storica di 25 anni.





28 maggio 2024

il settore superiore del ghiacciaio

foto Alberto Rossotto



28 maggio 2024

strati con sabbia sahariana

foto Federico Peretti



14 aprile 2024

il "calderone" in veste invernale

foto Alberto Rossotto



28 maggio 2024

il "calderone" in veste invernale

foto Alberto Rossotto



28 maggio 2024

pesatura della neve con il cilindro carotatore AINEVA

foto Stefano Drigo



28 maggio 2024

pesatura della neve con il carotatore ENEL VALTECNE

foto Jean Laurent Jordaney



28 maggio 2024

gli operatori del Corpo di Sorveglianza

foto Alberto Rossotto

Determinazione dell'equivalente in acqua del ghiaccio fuso in corrispondenza delle paline ablatometriche

La valutazione dell'ablazione della stagione idrologica 2023-2024 in corrispondenza delle 5 paline ablatometriche ha richiesto un sopralluogo sul ghiacciaio in data 10 agosto per il controllo e le misurazioni intermedie alle paline e si è conclusa il giorno 17 settembre 2024 con le misurazioni finali.

17 settembre 2024, variazione dello spessore del ghiaccio in corrispondenza delle paline ablatometriche

Per il calcolo del bilancio di massa 2023-2024 sono stati impiegati i dati rilevati in corrispondenza delle cinque paline ablatometriche di riferimento.

Le misurazioni eseguite il 17/09/2024 hanno dato il seguente risultato:

Palina I	Palina II		Palina III		Palina IV	Palina V	
-208 cm ghiaccio	-24 cm ghiaccio	+15 cm nevato 2600 m ²	-153 cm ghiaccio	+10 cm nevato 600 m ²	-183 cm ghiaccio	-191 cm ghiaccio	+30 cm nevato 20400 m ²

Palina I

In corrispondenza della Palina I (quota aggiornata al 17 settembre 2024: 2743 m), oltre ai 390 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 208 cm di ghiaccio, ed è stato utilizzato il valore 0,87 g/cm³ come densità del ghiaccio.

$$-2080 \cdot 0,87 = -1810 \text{ mm w.e.}$$

Confrontando la misura finale di ghiaccio fuso (-208 cm) con quella intermedia eseguita il 10 agosto (-70 cm) è stato inoltre possibile stabilire il ritmo di fusione medio giornaliero per tale periodo (38 giorni di fusione): -3,6 cm/giorno.

Conoscendo inoltre il dato della fusione autunnale presso la palina I: -27 cm di ghiaccio (grazie al sopralluogo straordinario del 15 ottobre 2023), è possibile conoscere con esattezza la quota della fusione di ghiaccio estiva 2024: -181 cm.

Palina II

In corrispondenza della Palina II (quota aggiornata da DSM al 17 settembre 2024: 2796 m), oltre ai 400 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 24 cm di ghiaccio, ed è stato utilizzato il valore 0,87 g/cm³ come densità del ghiaccio.

$$-240 \cdot 0,87 = -209 \text{ mm w.e.}$$

Tuttavia a 2780 m di quota si è rilevata la presenza di una placca di nevato residua di 2600 m² di superficie con uno spessore medio stimato di 15 cm ed è stato utilizzato il valore 0,60 g/cm³ come densità del nevato.

$$+150 \cdot 0,60 = +90 \text{ mm w.e.}$$

Al sopralluogo del 10 agosto la palina II non è stata rinvenuta in quanto ancora sommersa dalla neve.

Conoscendo il dato della fusione autunnale presso la palina II: -24 cm di ghiaccio (grazie al sopralluogo straordinario del 15 ottobre 2023), è possibile affermare con certezza che tutta la fusione di ghiaccio è avvenuta nel periodo autunnale 2023.

Il fatto che la palina II sia rimasta per gran parte dell'estate sommersa dalla neve e che si sia conservata una placca di nevato di 2600 m² proprio a ridosso della stessa è da imputare probabilmente ad un errore di sottostima dell'accumulo nevoso nel rilievo primaverile. E' infatti plausibile che presso la palina II vi fosse a fine maggio un accumulo nevoso superiore a quello rilevato, di probabile origine valanghiva, sfuggito ai sondaggi.

Palina III

In corrispondenza della Palina III (quota aggiornata da DSM al 17 settembre 2024: 2859 m), oltre ai 425 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 153 cm di ghiaccio, ed è stato utilizzato il valore 0,87 g/cm³ come densità del ghiaccio

$$-1530 \cdot 0,87 = -1331 \text{ mm w.e.}$$

Tuttavia a 2870 m di quota si è rilevata la presenza di una placca di nevato residua di 600 m² di superficie con uno spessore medio stimato di 10 cm ed è stato utilizzato il valore 0,60 g/cm³ come densità del nevato.

$$+100 \cdot 0,60 = +60 \text{ mm w.e.}$$

Al sopralluogo del 10 agosto presso la palina III vi erano ancora 10 cm di neve residua. Confrontando la misura finale alla palina con quella intermedia del 10 agosto è stata rilevata la fusione di 138 cm tra neve residua e ghiaccio, ed è stato possibile valutare il ritmo di fusione medio giornaliero per tale periodo (38 giorni di fusione): -3,6 cm/giorno.

Conoscendo inoltre il dato della fusione autunnale presso la palina III: -25 cm di ghiaccio (grazie al sopralluogo straordinario del 15 ottobre 2023), è possibile conoscere con esattezza la quota della fusione di ghiaccio estiva 2024: -128 cm, tutta avvenuta certamente dopo la data del 10 agosto.

Palina IV

In corrispondenza della Palina IV (quota aggiornata da DSM al 17 settembre 2024: 2901 m), oltre ai 480 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 183 cm di ghiaccio, ed è stato utilizzato il valore 0,87 g/cm³ come densità del ghiaccio

$$-1830 \cdot 0,87 = -1592 \text{ mm w.e.}$$

Confrontando la misura finale di ghiaccio fuso (-183 cm) con quella intermedia eseguita il 10 agosto (-53 cm) è stato inoltre possibile stabilire il ritmo di fusione medio giornaliero per tale periodo (38 giorni di fusione): -3,4 cm/giorno.

Conoscendo inoltre il dato della fusione autunnale presso la palina IV: -28 cm di ghiaccio (grazie al sopralluogo straordinario del 15 ottobre 2023), è possibile conoscere con esattezza la quota della fusione di ghiaccio estiva 2024: -155 cm.

Palina V

In corrispondenza della Palina V (quota aggiornata da DSM al 17 settembre 2024: 3027 m), oltre ai 407 cm di neve rilevati in primavera, sono fusi 191 cm di ghiaccio ed è stato utilizzato il valore 0,87 g/cm³ come densità del ghiaccio

$$-1910 \cdot 0,87 = -1662 \text{ mm w.e.}$$

Tuttavia dalla quota media di 3050 m si è conservata una fascia di nevato residua di 20400 m² di superficie con uno spessore medio stimato di 30 cm ed è stato utilizzato il valore 0,60 g/cm³ come densità del nevato.

$$+300 \cdot 0,60 = +180 \text{ mm w.e.}$$

Confrontando la misura finale di ghiaccio fuso (-191 cm) con quella intermedia eseguita il 10 agosto (-76 cm) è stato inoltre possibile stabilire il ritmo di fusione medio giornaliero per tale periodo (38 giorni di fusione): -3,0 cm/giorno.

Conoscendo inoltre il dato della fusione autunnale presso la palina V: -18 cm di ghiaccio (grazie al sopralluogo straordinario del 15 ottobre 2023), è possibile conoscere con esattezza la quota della fusione di ghiaccio estiva 2024: -173 cm.

<i>N. palina</i>	<i>ACCUMULO 28 maggio 2024</i>	<i>ABLAZIONE 217 settembre 2024</i>
<i>Palina I</i>	390 cm	-390 cm di neve e -208 cm di ghiaccio
<i>Palina II</i>	400 cm	-400 cm di neve e -24 cm di ghiaccio; +15 cm nevato 2600 m ²
<i>Palina III</i>	425 cm	-425 cm di neve e -153 cm di ghiaccio; +10 cm nevato 600 m ²
<i>Palina IV</i>	480 cm	-480 cm di neve e -183 cm di ghiaccio
<i>Palina V</i>	407 cm	-407 cm di neve e -191 cm di ghiaccio; +30 cm nevato 20400 m ²

Calcolando la media ponderata dei valori di ablazione totale (neve di accumulo primaverile fusa + ghiaccio fuso) relativi alle singole superfici di riferimento di ciascuna palina ablatometrica rispetto alla superficie totale del ghiacciaio (tabella riassuntiva nelle pagine seguenti) si giunge al valore dell'ablazione specifica.

Sottraendo il valore (assoluto) dell'ablazione specifica a quello dell'accumulo specifico si ottiene il valore finale del bilancio di massa annuale.

Sono giunti sul ghiacciaio **386755 m³** di acqua sotto forma di neve e sono fusi quasi tutti (eccetto **3942 m³** conservatisi sotto forma di nevato) insieme ai **259413 m³** di acqua in forma di ghiaccio, per un totale di **642226 m³** di acqua persi.

L'accumulo specifico rilevato in primavera è stato di **1819 mm w.e.**

L'ablazione specifica è stata di **-3020 mm w.e.**, superiore di circa il 18%, rispetto al dato medio 2000-20023 (-2564 mm w.e.) e sesto peggior valore della serie storica.

Inoltre, a titolo di curiosità, grazie al sopralluogo straordinario del 15 ottobre 2023 è possibile scorporare la quota di ablazione puramente estiva (-2818 mm w.e.) da quella dell'autunno 2023 (-202 mm w.e.).

Il bilancio di massa specifico per l'anno idrologico 2023-2024 è risultato moderatamente negativo, con un valore di **-1201 mm w.e.**, che porta il totale cumulato dal 1999 al 2024 a **-26246 mm w.e.**

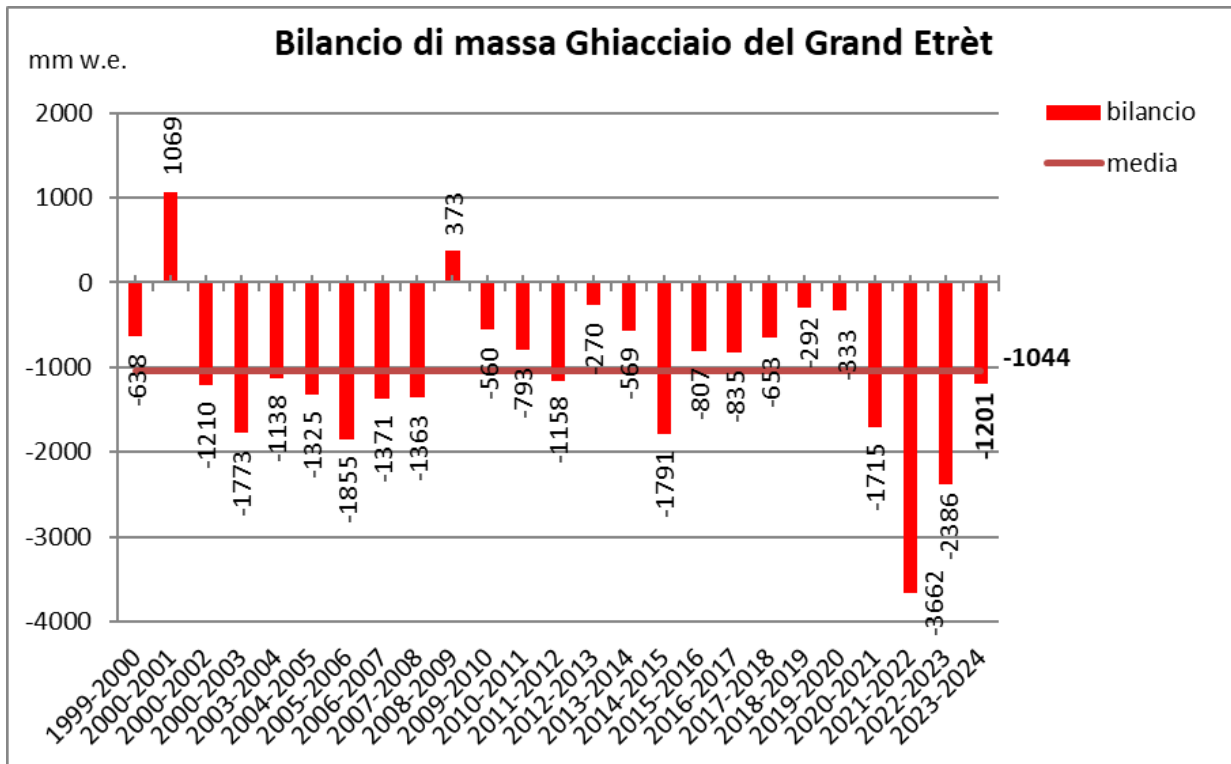
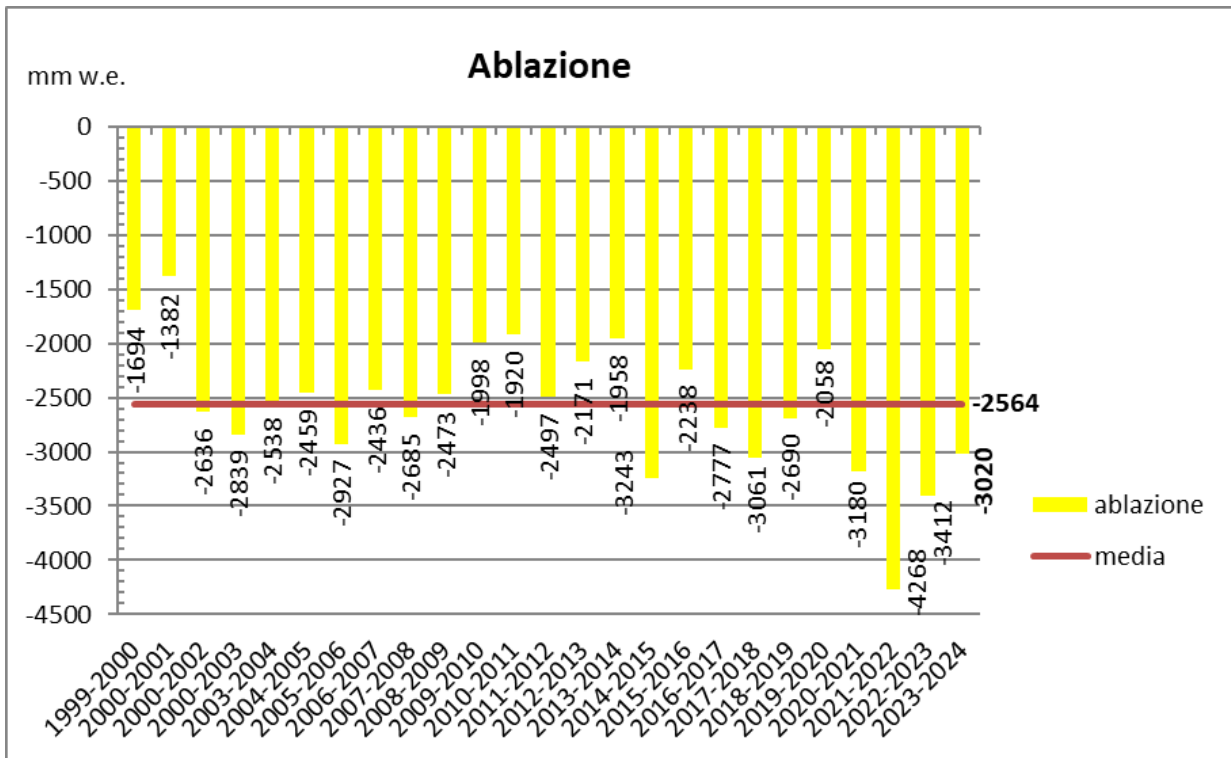
Seppur nettamente migliore rispetto ai valori registrati nelle tre passate stagioni estive, il bilancio specifico 2023-2024 risulta superiore del 15 % rispetto al dato medio del periodo 2000-2023 (-1044 mm w.e.).

Il ghiacciaio nel corso della stagione 2024 ha perso uno spessore medio di 1,4 metri di ghiaccio su tutta la sua superficie; dal 1999 ha perso 30 metri di spessore medio.

Ghiacciaio del Grand Etrêt - Bilancio di massa 2023-2024

Paline	Accumulo/Ablazione 17 settembre 2024 (A/Ab)										Accumulo 28 maggio 2024 (Ac)			Ablazione Totale (A/Ab + Ac) m ³ H ₂ O
	Quota m (2024)	Nevato cm	mm w.e.	Ghiaccio cm	mm w.e.	Tot. m w.e.	Superficie glaciale m ² (2023)	Computo m ³ H ₂ O ghiaccio	Computo m ³ H ₂ O nevato	Neve cm	m w.e.	Computo m ³ H ₂ O		
Palina I	2743	0	0	-208	-1810	-1,810	24785	-44861	0	390	1,698	42085	-86946	
Palina II	2780	15	+90	0	0	+0,09	2600	0	+234	400	1,824	55464	-61042	
	2796	0	0	-24	-209	-0,209	27808	-5812	0					
Palina III	2859	0	0	-153	-1331	-1,331	46481	-61866	0	425	2,042	96139	-157969	
	2870	10	+60	0	0	+0,06	600	0	+36					
Palina IV	2901	0	0	-183	-1592	-1,592	38138	-60716	0	480	2,240	85429	-146145	
	3027	0	0	-191	-1662	-1,662	51840	-86158	0	407	1,490	107638	-190124	
Palina V	3050	30	+180	0	0	+0,18	20400	0	+3672					
Totali							212652	-259413	+3942			386755	-642226	

Bilancio di massa specifico (mm w.e.)		Bilancio	
Accumulo	1819	Ablazione	-3020
			-1201



Bilancio di massa annuale e cumulato

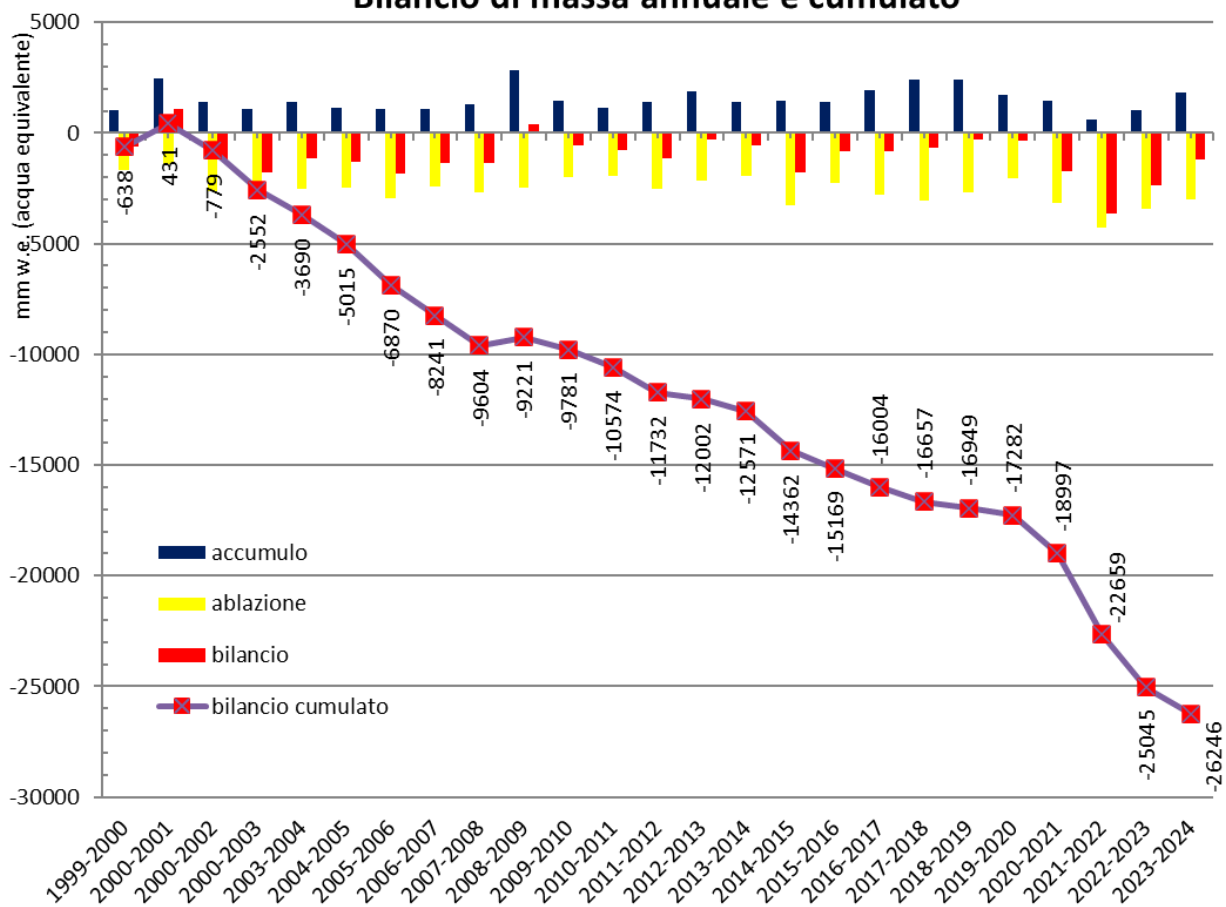


Tabella riassuntiva dei principali dati del ghiacciaio del Grand Etrèt

Anno	Superficie Ghiacciaio (m ²)	N. paline	Accumulo neve medio (cm)	Densità neve media (kg/m ³)	Accumulo specifico (mm w.e.)	Ablazione specifica (mm w.e.)	Bilancio di massa specifico (mm w.e.)	Bilancio di massa cumulato (mm w.e.)	Oscillazioni frontali (m)	Oscillazioni frontali cumulate (m) dal 1997
1999-2000	564000	4	173	493	1056	-1694	-638	-638	-10	-32,5
2000-2001	564000	6	399	534	2451	-1382	+1069	+431	0	-32,5
2001-2002	564000	5	307	472	1426	-2636	-1210	-779	0	-32,5
2002-2003	564000	5	178	518	1066	-2839	-1733	-2552	-23	-55,5
2003-2004	564000	5	314	448	1400	-2538	-1138	-3690	-4	-59,5
2004-2005	564000	5	256	462	1134	-2459	-1325	-5015	-1,5	-61
2005-2006	564000	5	208	464	1072	-2927	-1855	-6870	-20	-81
2006-2007	552600	5	214	480	1065	-2436	-1371	-8241	-9,5	-90,5
2007-2008	552600	7	266	475	1322	-2685	-1363	-9604	-10,5	-101
2008-2009	552600	7	591	494	2846	-2473	+373	-9221	-	-101
2009-2010	532200	7	320	432	1438	-1998	-560	-9781	-	-101
2010-2011	532200	7	241	477	1127	-1920	-793	-10574	-2	-103
2011-2012	532200	7	284	461	1339	-2497	-1158	-11732	-	-103
2012-2013	532200	7	499	378	1901	-2171	-270	-12002	-6	-109
2013-2014	532200	7	327	427	1389	-1958	-569	-12571	-19	-128
2014-2015	532200	7	294	484	1452	-3243	-1791	-14362	-28	-156
2015-2016	532200	7	365	385	1431	-2238	-807	-15169	-14,5	-170,5
2016-2017	461400	6	440	469	1942	-2777	-835	-16004	-	-170,5
2017-2018	379350	6	418	608	2048	-3061	-653	-16657	-130	-300,5
2018-2019	359682	5	493	497	2398	-2690	-292	-16949	-5	-305,5
2019-2020	359682	5	370	426	1725	-2058	-333	-17282	0	-305,5
2020-2021	359682	5	335	410	1465	-3180	-1715	-18997	-4	-309,5
2021-2022	286865	5	127	416	606	-4268	-3662	-22659	-24	-333,5
2022-2023	234469	5	275	378	1026	-3412	-2386	-25045	-15	-348,5
2023-2024	212652	5	420	439	1819	-3020	-1201	-26246	-	-348,5

Aggiornamento delle quote e della superficie glaciale al termine dell'estate 2024

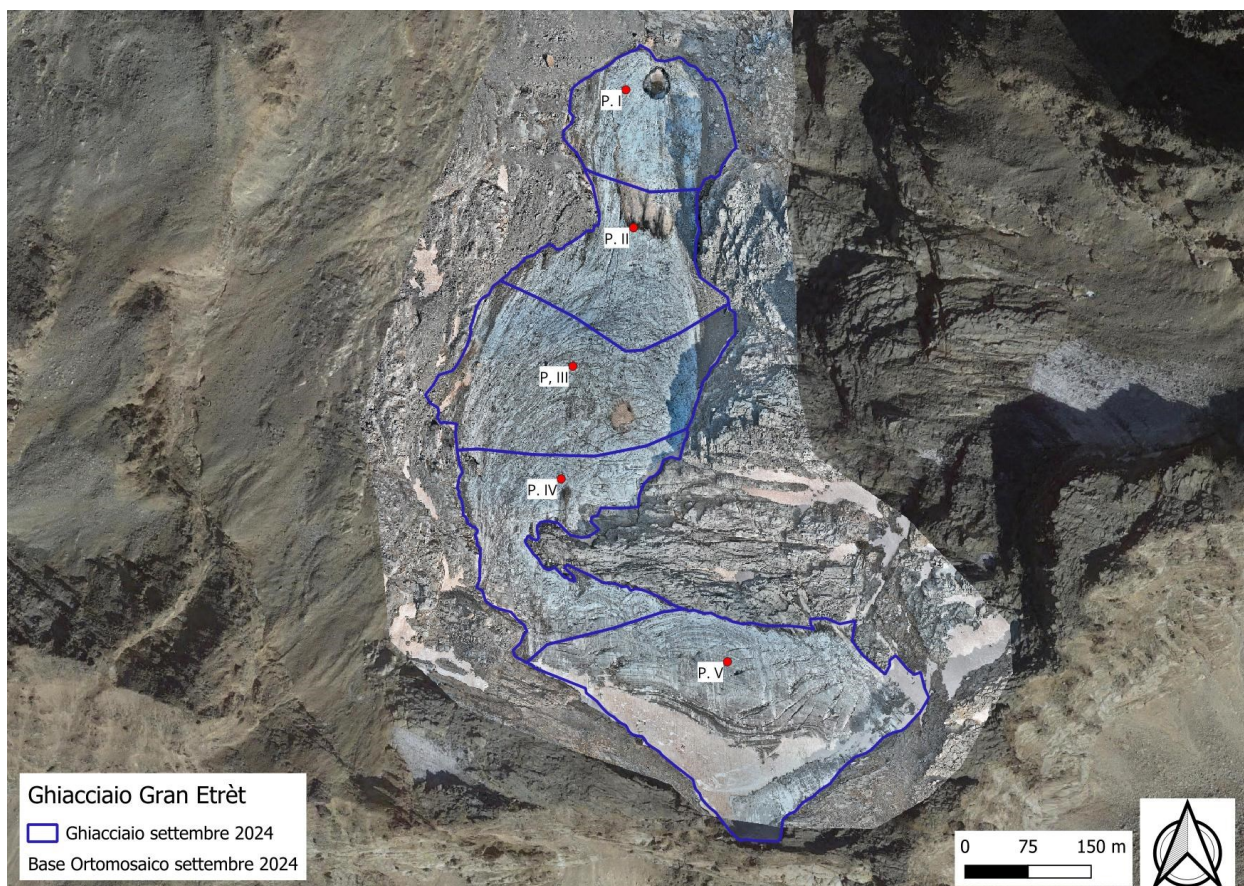
Nel corso delle operazioni di misura del 17 settembre è stato effettuato dagli operatori del Parco un rilievo con fotogrammetria aerea da drone, che ha permesso di ottenere il modello digitale della superficie (DSM) e l'ortomosaico del ghiacciaio; è stato così possibile aggiornare con grande precisione tutte le quote ed il profilo della superficie del corpo glaciale (tramite programma QGIS versione 3.32).

La superficie aggiornata misura **211034 m²** rispetto ai 212652 m² di settembre 2023.

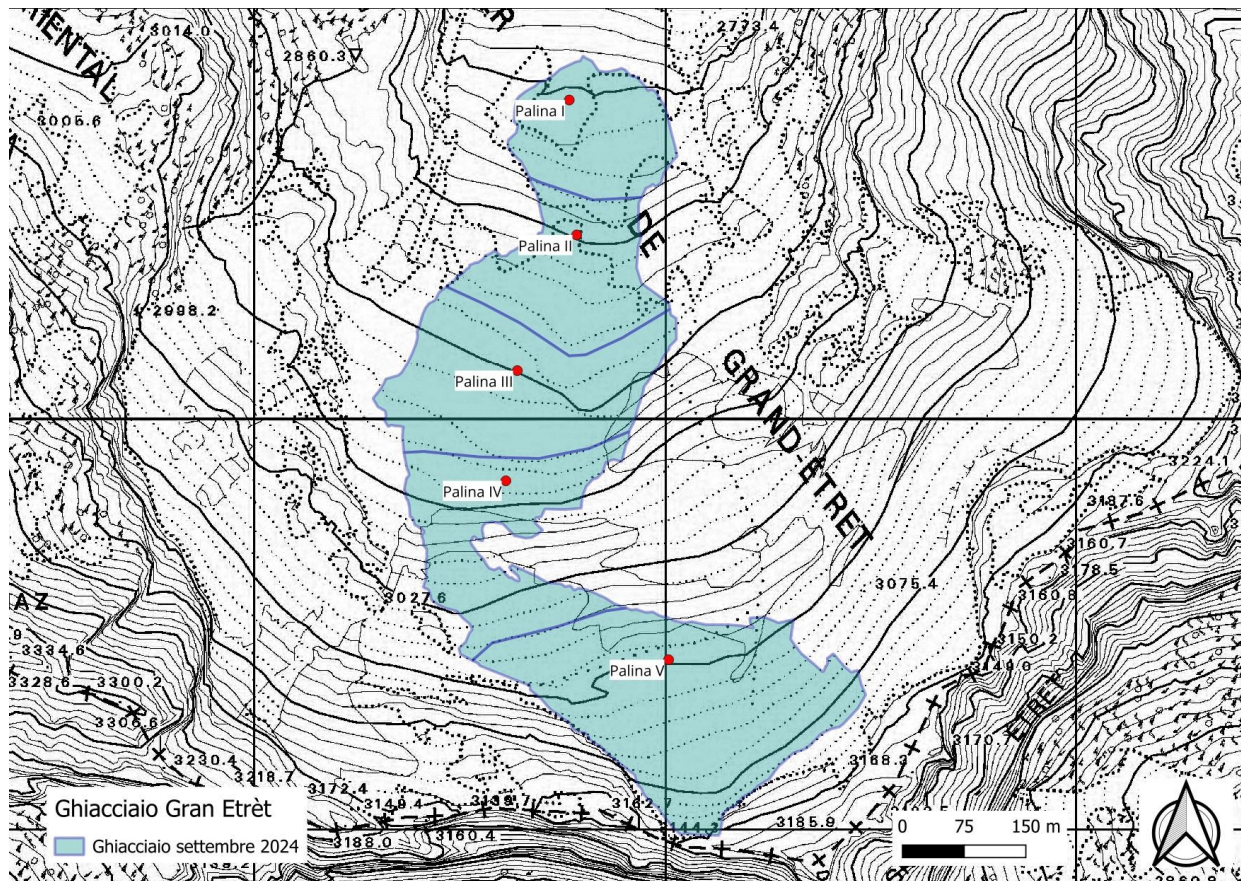
Il drone ed il software utilizzati sono stati messi a disposizione da ARPA Valle d'Aosta, che ha offerto il supporto tecnico per la pianificazione del rilievo ed ha curato l'elaborazione al PC dei dati raccolti dal drone. In particolare:

- l'ortomosaico a colori del ghiacciaio presenta una risoluzione di 4 cm/px, ed è georiferito in UTM WGS 84
- il modello digitale della superficie (DSM) ha una risoluzione di 15 cm/px, ed è georiferito in UTM WGS 84, con quote ortometriche.

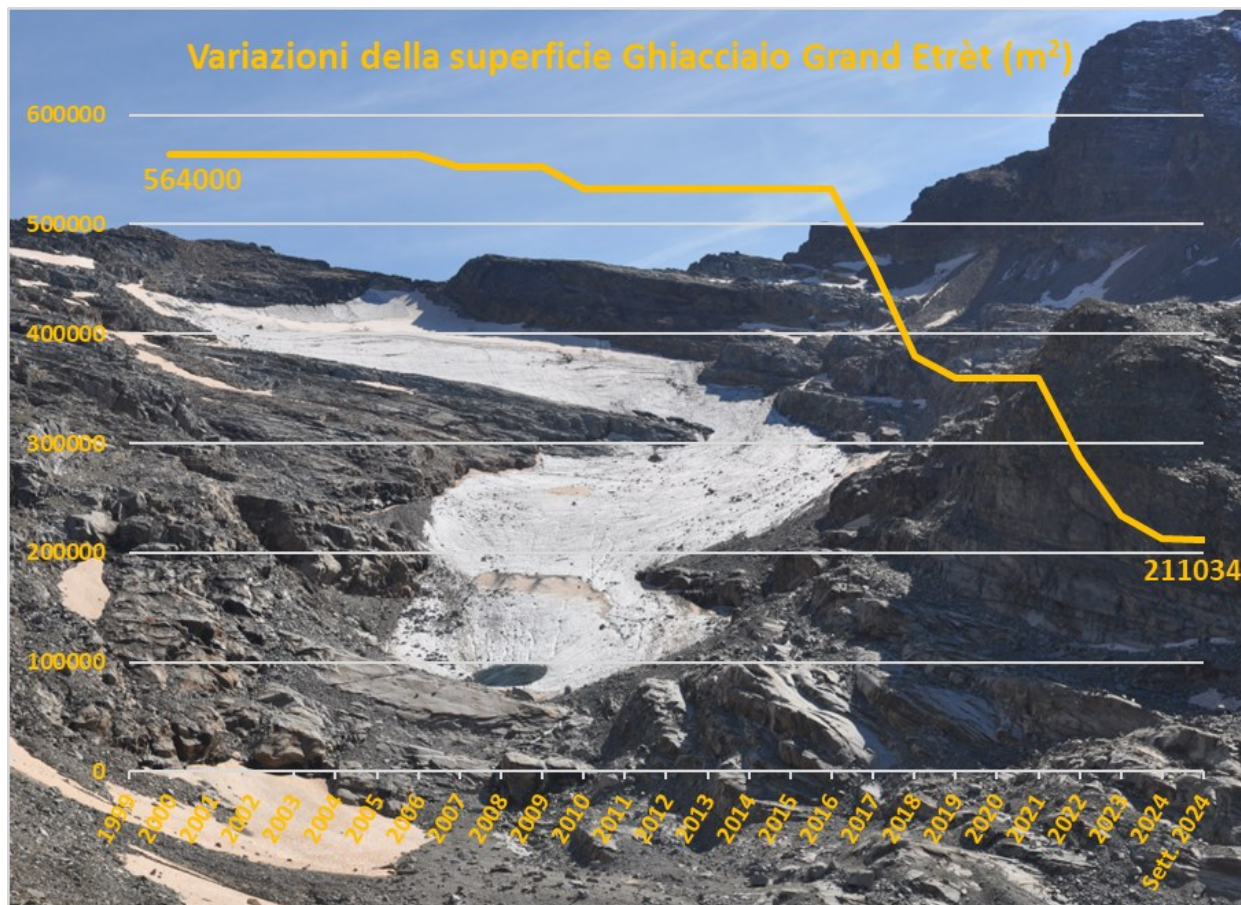
La georeferenziazione dei prodotti è "diretta", basata sulle informazioni di posizione del sensore al momento dello scatto, ed è stata determinata utilizzando il sistema nRTK (network Real Time Kinematic), sistema garantito dal SPIN3 - Servizio di Posizionamento Interregionale GNSS.



Ortomosaico con profilo ghiacciaio, elaborato a cura di Alberto Peracino con supporto tecnico di Arpa Valle d'Aosta



Superficie glaciale aggiornata al 17 settembre 2024, elaborato a cura di Alberto Peracino





17 settembre 2024

rilievo con il drone

foto Alberto Rossotto



17 settembre 2024

operazioni di misura presso le paline

foto Stefano Cerise



Gli operatori del Corpo di Sorveglianza PNGP presso il "calderone", foto Alberto Rossotto

Alberto Rossotto