



**Ghiacciaio Ciardoney (Gran Paradiso), bilancio 2026:
estate eccezionalmente calda, stagione tra le peggiori
per la conservazione del ghiacciaio**

Settembre 2026

Ai rilievi glaciologici di lunedì 21 settembre 2026 al Ghiacciaio Ciardoney hanno partecipato:



LUCA MERCALLI
Società Meteorologica Italiana



MARCO PERELLI
IREN Energia



DANIELE CAT BERRO
Società Meteorologica Italiana



LUIGI CAFIERO
Associazione "Altra Quota"



FRANCESCO PARIZIA
*Università La Sapienza - DICEA,
Roma*



IVO BONATO
Cameraman RAI



MAURO PALOMBA
Società Meteorologica Italiana

Elaborazione bilancio geodetico e cartografia:



WALTER ALBERTO
Arpa Piemonte



LUIGI PEROTTI
Università di Torino - DISAFA

Testo, impaginazione e grafica del report: Daniele Cat Berro, Luca Mercalli

Fotografie: Daniele Cat Berro, Francesco Parizia, Mauro Palomba, Marco Perelli

Un ringraziamento particolare va a IREN Energia e all'Ente Parco Nazionale Gran Paradiso per la collaborazione e l'assistenza logistica alle operazioni di misura.



Ghiacciaio Ciardoney, rilievi settembre 2026: i numeri da ricordare

-3,17 m

bilancio di massa
(tra i peggiori in 35
anni dopo il 2022,
il doppio della media)

25 m

ritiro lineare della
fronte (oltre 560
m cumulati dalla
posa dei primi
segnali nel 1971)

2,2

milioni di metri cubi
di ghiaccio persi
da settembre 2023

250

piscine olimpioniche
di acqua all'anno
defluite dal 2023

0,428 km²

superficie 2026
(-7% dal 2023,
-48% dal 1988,
-72% dal 1850)

9,1 °C

temperatura
media giugno-
agosto (l'estate
più calda)

18,0 °C

il 4 settembre 2026,
temperatura
più elevata
(giugno-settembre)

109

giorni consecutivi
senza gelo
dal 12 giugno
al 29 settembre



Summary

The summer of 2026 - the hottest in over a century in Italy and Western Europe as a whole, following a spring with scarce snowfall - led to massive ice losses on Ciardoney Glacier, ranging between 272 cm and 507 cm at the ablation stakes. The mass balance is estimated at -3,17 m of water equivalent (more than double the average of the observation period since 1992), making 2025-26 season one of the most unfavorable following the 2021-22 record, comparable to 1997-98 and 2002-03. Frontal retreat was also intense (25 m). The rapid emergence of the bedrock is set to dismantle the lower part of the glacier. After three years, a new drone photogrammetric survey updated the glacier's 3D model, indicating a loss of 2,2 Mm³ in volume and 0,03 km² in area compared to 2023 (current area: 0,428 km², -7% since 2023 and -72% since the Little Ice Age maximum, around 1850).

Introduzione

Il **21 settembre 2026** gli operatori della **Società Meteorologica Italiana** in collaborazione con le **Università di Torino** (DISAFA) e **"La Sapienza" di Roma** (DICEA), **IREN Energia**, **Arpa Piemonte**, l'Ente **Parco Nazionale Gran Paradiso** e l'associazione **Altra Quota** hanno condotto i consueti rilievi di bilancio di massa e variazione frontale al Ghiacciaio Ciardoney (2900-3120 m, Valle Soana), nel quadro delle campagne di misura della **Fondazione Glaciologica Italiana**.

Le operazioni sono avvenute in atmosfera per lo più soleggiata e limpida, con cielo a tratti velato da nubi d'alta quota (cirri, cirrostrati, cirrocumuli) in regime di venti da Nord a tratti forti al mattino (raffica di 59 km/h alla stazione meteorologica sulla



21 settembre 2026: ripresa da drone del settore superiore del Ghiacciaio Ciardoney, completamente privo di neve residua (f. F. Parizia).



21 settembre 2026: il Ghiacciaio Ciardoney ripreso dal Colle omonimo, alla sommità del bacino glaciale. Tutto l'apparato è privo di neve residua ed è rimasto esposto alla radiazione solare e al caldo estremo dell'estate 2026 per oltre due mesi, subendo perdite di spessore superiori a 3 m di acqua equivalente e tra le peggiori in 35 anni di esecuzione del bilancio di massa.

piana proglaciale). Al margine di un anticiclone accompagnato da aria calda sull'Ovest europeo, le temperature erano decisamente elevate per la stagione, comprese tra una minima giornaliera di 6,5 °C e una massima di 13,4 °C (6 °C sopra la media 2010-2025), tanto che all'intensificarsi della radiazione solare nel corso della mattinata la fusione glaciale ha ripreso vigore su un ghiacciaio già devastato da un'estate eccezionalmente calda e lunga.

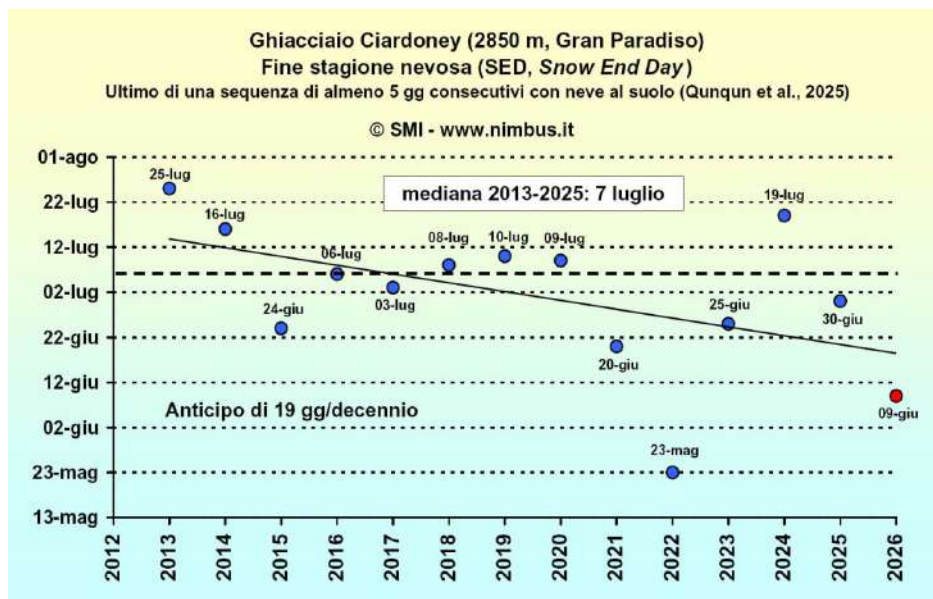
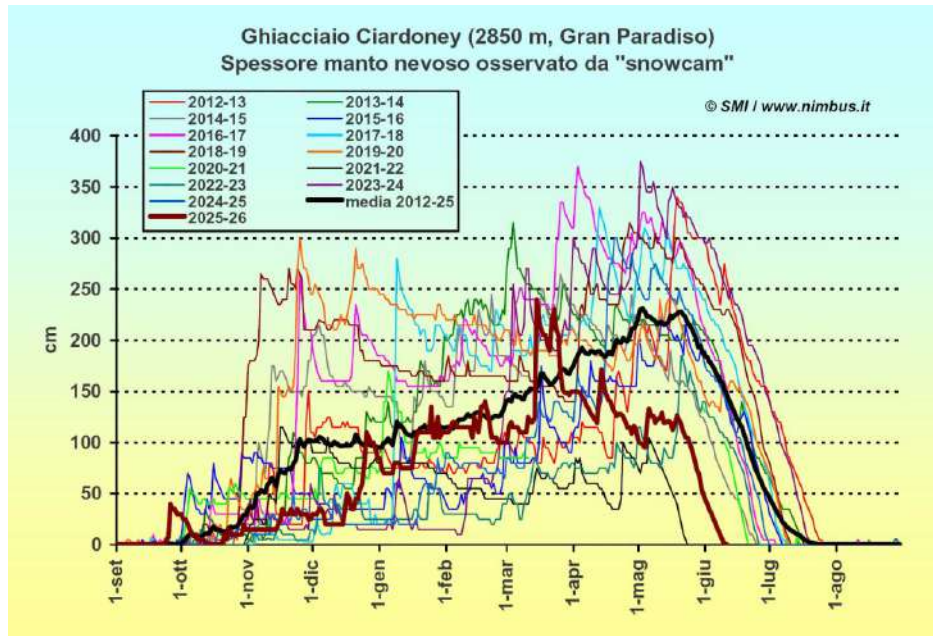
Bilancio di massa estremamente negativo (-3,17 m di acqua equivalente) dopo una primavera povera di nevicate e un'estate di caldo record

I rilievi nivologici del **29 maggio 2026** avevano evidenziato un **manto nevoso relativamente modesto** sul ghiacciaio, con uno spessore medio di 240 cm pari a uno SWE (Snow Water Equivalent) di circa 1130 mm (32% sotto la media del periodo 2012-2025). Una situazione imputabile alla marcata carenza di nevicate tardo-autunnali e primaverili, e sviluppatesi malgrado le frequenti preci-

pitazioni dei mesi centrali dell'inverno (da metà dicembre a metà marzo).

Il caldo estremo, prolungato e quasi ininterrotto dalla fine di maggio in poi ha dato luogo a una **lunga e intensa stagione di fusione nivo-glaciale**, determinando una precoce scomparsa del manto nevoso dapprima in prossimità della stazione meteorologica (9 giugno) e poi anche sulla superficie del ghiacciaio,

Il bilancio di massa dell'anno idrologico 2025-26 (-3,17 m di acqua equivalente) è pari a 2,2 volte la media già sfavorevole dell'intero periodo di osservazione dal 1992. In un'estate di caldo eccezionale, solo la maggiore quantità di neve invernale ha lasciato insuperate le perdite record del 2022 (-4,00 m)



In alto, spessore giornaliero del manto nevoso osservato da webcam alla stazione meteorologica presso il Ghiacciaio Ciardoney nelle stagioni idrologiche dal 2012-13 in poi. Dopo un autunno 2025 molto scarso di precipitazioni, da metà dicembre frequenti nevicate hanno ripristinato condizioni di innevamento vicine alla normalità, fino al picco raggiunto a seguito dell'evento estremo del 14-15 marzo (massimo stagionale di 240 cm di neve al suolo). Tuttavia in seguito la carenza di apporti primaverili e il precoce avvio della fusione nivale nella terza decade di maggio hanno determinato un rapido assottigliamento del manto nevoso intorno all'asta nivometrica e una sua precoce scomparsa, avvenuta il 9 giugno (grafico qui sopra) con un anticipo di ben 28 giorni rispetto alla data mediana del periodo 2013-2025 (7 luglio). Solo nel 2022, annata memorabile per la combinazione estrema tra siccità e caldo, la neve si esaurì ancora prima (ultimo giorno con neve al suolo: 23 maggio).

rimasta **completamente priva di qualunque traccia neve invernale** (nemmeno accumuli di valanga ai piedi dei versanti ombrosi delle Uje di Ciardoney) ed esposta alla radiazione solare fin dai giorni intorno al 20 luglio. Dunque ancora una volta la **linea delle nevi** (ELA = *Equilibrium Line Altitude*) si è venuta a trovare **al di sopra della quota massima del ghiacciaio (3120 m)**, come ormai accade nella quasi totalità degli anni. Occorre risalire al 2014 per trovare una significativa situazione di accumulo nevoso nel settore sommitale del bacino glaciale, con 75 cm di neve residua il 22 settembre al Colle Ciardoney, peraltro sovrapposti agli ulteriori 70 cm rimasti dalla stagione 2013.

In **assenza di nevicate e di episodi di gelo** nel corso dell'estate 2026, la fusione glaciale è proseguita quasi indisturbata fino al rilievo del 21 settembre (ma anche oltre, almeno fino a fine mese), asportando i seguenti spessori di ghiaccio:

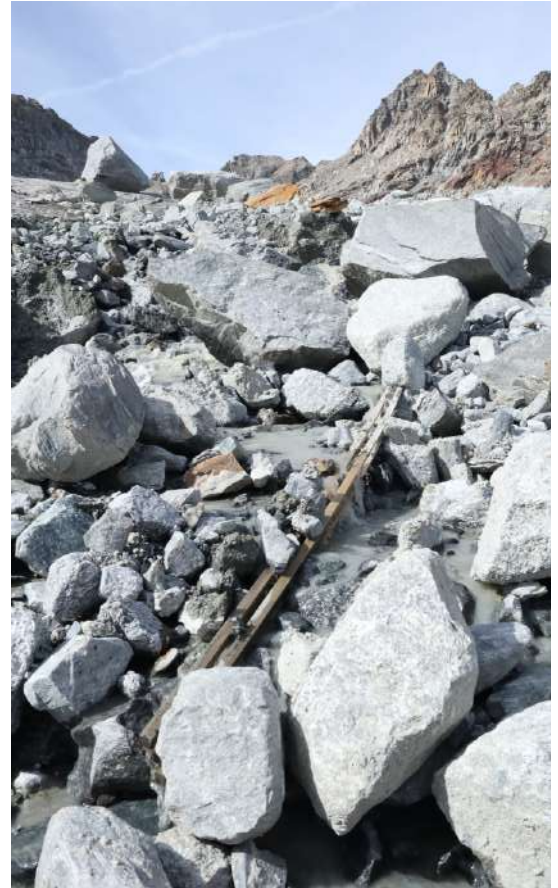
palina n. 1	272 cm
palina n. 2	335 cm
palina n. 3	385 cm
palina n. 4	507 cm
palina n. 6	>330 cm

La perdita di spessore particolarmente marcata al sito di misura n. 4 è spiegabile con il più lungo periodo di espo-

(in alto a sinistra)
Luca Mercalli
sorregge i segmenti
della palina
ablatometrica n. 2
fuoriusciti dal
ghiaccio durante
l'estate 2026, evi-
denziando una
perdita di spessore
glaciale di ben 335
cm in questo sito
del settore superio-
re del ghiacciaio.



(in basso)
La perdita di spes-
sore più marcata,
ben 507 cm, è
stata rilevata alla
palina n. 4, dove -
a differenza degli
altri punti di misu-
ra - il ghiaccio era
rimasto privo di co-
pertura nevosa già
durante l'eccezio-
nale ondata di ca-
lore di fine giugno
2026. Luigi Cafiero
e Daniele Cat Berro
mostrano gli ele-
menti lignei fuorius-
citi nei tre mesi
estivi.

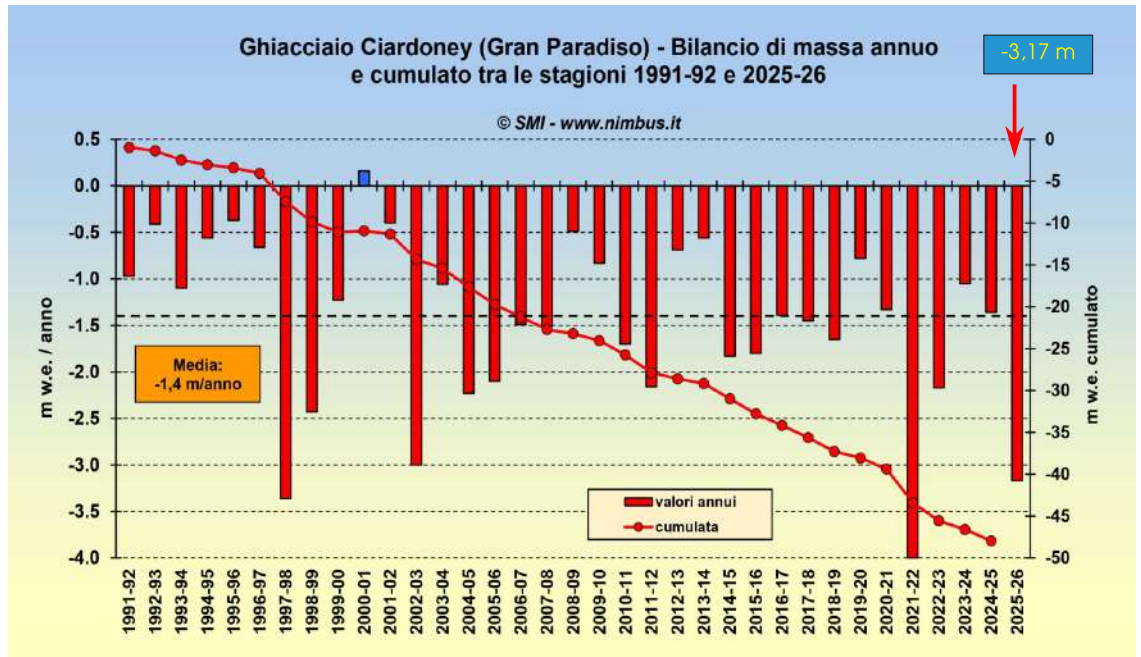


(in alto a destra)
La palina n. 6 era
quella collocata
alla quota più bas-
sa. Infissa nel
settembre 2024 fi-
no a toccare il
fondo roccioso (be-
drock) a 5,7 m di
profondità, è
completamente
emersa nella sta-
gione di ablazione
2026 con l'affiora-
mento di una fa-
scia di rocce
montonate. Rinve-
nuta tra acqua di
fusione e detriti,
non verrà rinno-
vata, dato l'immi-
nente collasso
della porzione in-
feriore del ghiacciaio.



Serie dei bilanci di massa (saldo tra accumuli invernali di neve e fusione estiva, espressi in acqua equivalente) dalla stagione 1991-92. Il valore dell'annata idrologica 2025-26 (-3,17 m di equivalente d'acqua) è pari a 2,2 volte la media già sfavorevole dell'intero periodo di osservazione. Solo nel 2021-22 (-4,00 m) il bilancio fu significativamente più negativo, mentre valori analoghi si ebbero nel 1997-98 (-3,36 m) e nel 2002-03 (-3,00 m). Le perdite di massa cumulate raggiungono i -51 m di acqua equivalente, pari a oltre 55 m di spessore di ghiaccio.

In ragione della sua serie di misure più che trentennale, dal 2023 il Ciardoney è entrato nella lista dei ghiacciai montani di riferimento mondiale per il bilancio di massa del World Glacier Monitoring Service, insieme ad altri 60 apparati glaciali delle varie catene montuose del pianeta (tra cui, sulle Alpi italiane, il Ghiacciaio del Careser nel gruppo Ortles-Cevedale, sorvegliato con bilancio di massa dal 1967).



sizione del ghiaccio alla radiazione solare rispetto agli altri settori del ghiacciaio: il 29 maggio li erano presenti solamente 95 cm di manto nevoso, e il ghiaccio ha cominciato ad affiorare già intorno al 20 giugno trovandosi - a differenza degli altri siti dotati di paline ablatometriche, ancora protetti da neve residua - in balia dell'eccezionale ondata di calore di fine mese, peraltro in un periodo segnato dal massimo annuale di irraggiamento e durata del dì in prossimità del Solstizio d'estate.

La palina n. 6, installata nel settembre 2024 intercettando il fondo roccioso ad appena 5,7 m di profondità nel ghiaccio, come atteso è fuoriuscita del tutto nel corso dell'estate 2026 (probabilmente tra fine agosto e inizio settembre) parallelamente all'emersione di un marcato affioramento roccioso di cui già durante il sopralluogo del 19 settembre 2025 si notavano le prime avvisaglie, e che ora si appresta a interrompere la continuità del settore frontale del ghiacciaio. In questo punto la perdita di spessore è stata di

330 cm fino alla caduta della palina, ma il ghiaccio ancora presente negli immediati dintorni ha continuato ad assottigliarsi fino alla data del rilievo perdendo in media - si stima - circa 400 cm, valore che è stato considerato per una valutazione del bilancio di massa più vicina al vero. Date le profonde trasformazioni in atto e gli esigui spessori di ghiaccio rimanenti nel settore inferiore del ghiacciaio (probabilmente meno di 10 m), questa palina non verrà rimpiazzata.

Il **bilancio di massa specifico**, riferito alla superficie glaciale 2023 di 0,46 km² (ottenuta tramite il precedente rilievo fotogrammetrico da drone), è stato valutato in **-3,17 m di acqua equivalente**, valore pari a più del doppio (2,2 volte) della già sfavorevole media del periodo di misura 1992-2025 (-1,4 m di acqua equivalente).

Si è trattato di una **situazione tra le più negative in 35 anni di misure**, dopo i casi delle stagioni idrologiche 2021-22 (-4,00 m) e 1997-98 (-3,36 m), e che si

Luigi Cafiero e Daniele Cat Berro rilevano la sporgenza della palina n. 3, dove l'ablazione dell'estate 2026 ha asportato 385 cm di ghiaccio, nel settore mediano. Tutte e quattro le paline ablatometriche ancora presenti sul ghiacciaio, in procinto di fuoriuscire completamente dal ghiaccio, andranno rinnovate nell'estate 2027.



Gli anni recenti hanno segnato una drammatica accelerazione delle perdite di massa: -2,35 m/anno di acqua equivalente nel 2022-2026, rispetto ai -1,03 m/anno del periodo 1992-2002

inserisce nel contesto della **drammatica accelerazione delle perdite di spessore, superficie e massa glaciale** riscontrata negli ultimi cinque anni sia sulle Alpi sia nell'insieme del mondo. Suddividendo il periodo trentacinquennale di misura in tre periodi di lunghezza quasi identica (11, 12 e 12 anni), si nota come il bilancio di massa medio sia **quasi raddoppiato** passando da -1,03 m/anno di acqua equivalente nel 1992-2002, a -1,49 m/anno nel 2003-

Marco Perelli e Luca Mercalli accanto a un esemplare di "fungo" glaciale originato dall'ombreggiamento del ghiaccio (rimasto così in rilievo a causa della minore fusione) da parte di un grande blocco roccioso.



Rilievi di variazione frontale al segnale A4H: il regresso annuo di 25 m è tra i più marcati dell'intero periodo di misura avviato in questo caso nel 1971.

Le osservazioni annuali del ghiacciaio nel quadro delle campagne della Fondazione Glaciologica Italiana (già "Comitato Glaciologico Italiano"), inizialmente irregolari, divennero continue dal 1986 con Luca Mercalli e Fulvio Formengo, compiendo ora un quarantennio.



2014, a -1,83 m/anno nel 2015-2026 (e a ben -2,35 m/anno nel 2022-2026).

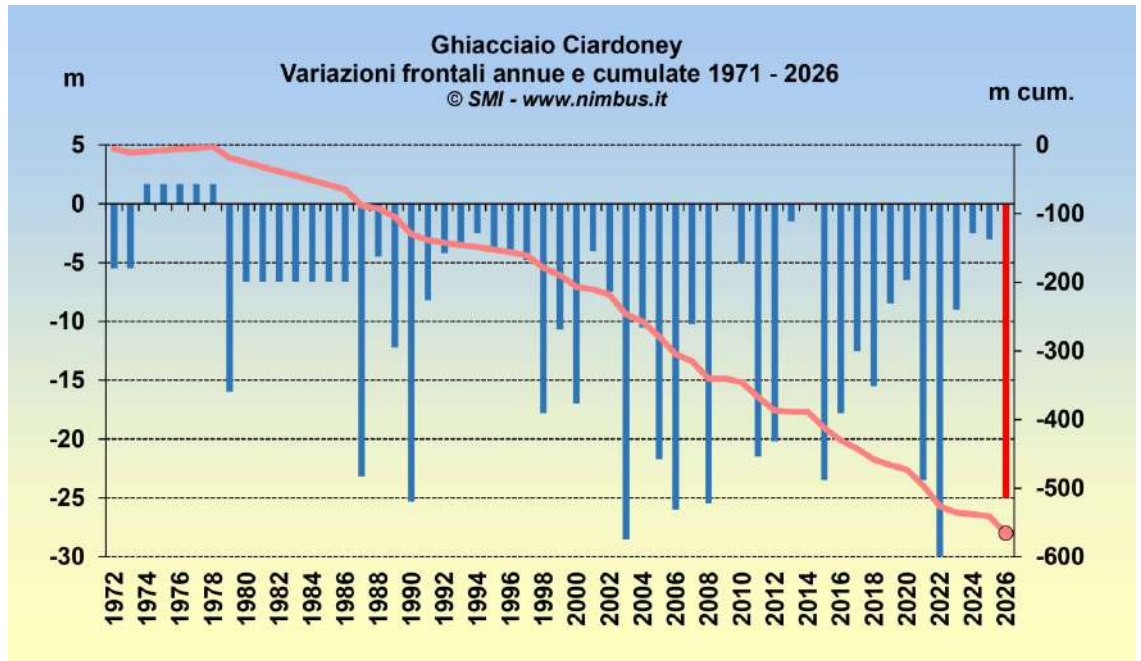
Il bilancio di massa cumulado dal 1992 ha superato per la prima volta la soglia di -50 m di acqua equivalente (precisamente -51,1 m).

Forte regresso della fronte glaciale (-25 m)

Il forte assottigliamento della lingua frontale ha determinato un vistoso arretramento del suo margine inferiore, pari a ben **25 m in corrispondenza del segnale di riferimento A4H** rispetto al 2025 (direzione di misura 245°).

Peggio di così andò solo nel 1990 (-25,3 m), 2003 (-28,5 m), 2006 (-26 m), 2008 (-25,5) e 2022 (-30 m). Il regresso cumulado **dal 1971** ammonta a **circa 565 m**. Si ricorda che rispetto alle variazioni di massa, quelle della posizione della fronte rispondono in modo meno diretto alle condizioni climatiche di ciascuna annata, essendo influenzate anche da caratteristiche e geometria del ghiacciaio e del fondo roccioso che lo ospita.

Variazioni frontali dalla posa del primo segnale di misura nell'estate 1971 (operatore CGI Gianpaolo Ravarino). In rosso il ritiro del 2026, pari a -25 m (oltre 560 m dal 1971), tra i più marcati della serie e superato solo dai casi del 1990 (-25,3 m), 2003 (-28,5 m), 2006 (-26 m), 2008 (-25,5 m) e 2022 (-30 m). A causa del restringimento in larghezza della fronte e del crescente accumulo di detrito che oblitera il ghiaccio nel settore destro impedendo di distinguere il margine, il numero di segnali è diminuito dai tre iniziali, a due (nel 2000) e infine a uno (dal 2017). I cartelli installati nel 2025 a indicare la posizione della fronte in alcuni anni significativi (1971, 1979, 1986, 1990, 2000, 2010, 2020), via via più distanziati tra loro avvicinandosi all'attuale margine del ghiacciaio, testimoniano la drastica accelerazione recente del ritiro. Il segnale 2010 dista ormai 220 m dalla fronte, e in soli 16 anni il ghiacciaio si è ritirato quanto nei 31 anni intercorsi tra il 1971 e il 2002, raddoppiando dunque la velocità di regresso.



Nonostante la stagione avanzata, nelle ore centrali del 21 settembre 2026 (stante la temperatura massima di 13,4 °C alla stazione meteorologica) la fusione era ancora ben attiva e alimentava con portate d'acqua significative il reticolo idrografico superficiale del ghiacciaio, costituito da marcate bédrières. Una, in particolare, raccoglie l'acqua di fusione lungo la linea più depressa del profilo trasversale del ghiacciaio, convogliandola verso il margine sinistro; da qui, con un ultimo tratto di percorso subglaciale, il torrente ablatoire raggiunge la fronte, da cui sgorga. Assenti invece, ormai da alcuni anni, i consueti inghiottitoi (mulini, o pozzi glaciali).





Coni di detrito sulla superficie del ghiacciaio nel settore mediano poco a monte della palina n. 3, già osservati negli anni scorsi (specie nel 2025) e via via cresciuti di dimensioni. Si tratta di accumuli di sedimenti a granulometria fine (per lo più sabbie e piccole ghiaie), concentrati dal ruscellamento delle acque di fusione al fondo di cavità ora scomparse (anse di bédieres, inghiottitoi); affiorati in superficie con la perdita di spessore del ghiacciaio, hanno protetto dalla radiazione solare il ghiaccio sottostante, rimasto così in rilievo per ablazione differenziale.

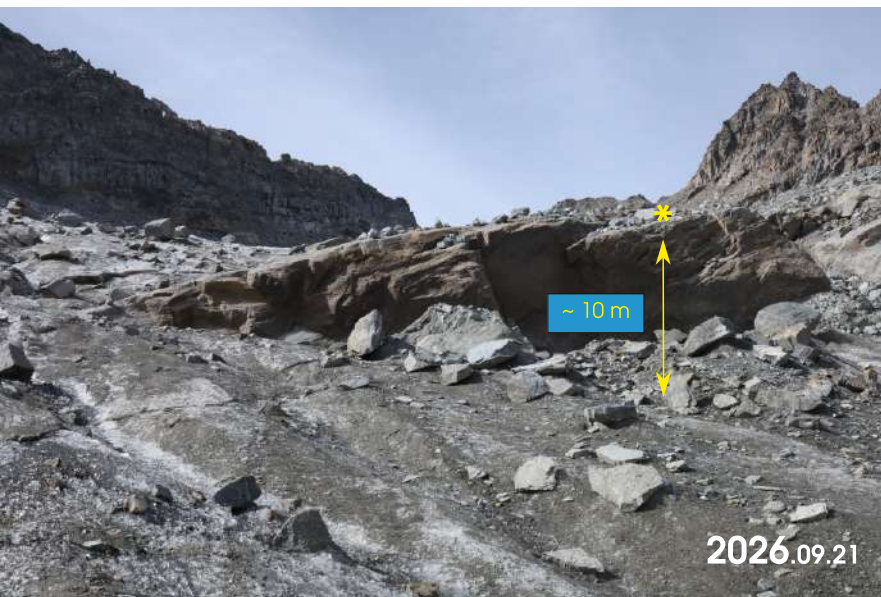


In marcia verso la fronte del ghiacciaio lungo il pendio di ghiaccio terminale, sempre più appiattito e sottile. L'asterisco indica la posizione del masso-segnale A4H, attuale riferimento per le misure di variazione frontale. Il piccolo lago proglaciale osservato nel 2025 è scomparso, colmato dal deposito di sedimenti trasportati dalle acque di fusione e di pioggia (vedi pagine seguenti).



Margine frontale e fuoriuscita del torrente ablatoire con le sue acque cariche di finissimo sedimento in sospensione, originato dall'azione abrasiva del ghiacciaio sul fondo roccioso e le pareti circostanti.





Rapido e imponente affioramento di un gradino del substrato roccioso tra il 2025 e il 2026 nel settore inferiore del ghiacciaio, destinato nel giro di pochi anni a interrompere la continuità del pendio frontale peraltro in fase di estinzione. In prossimità del versante roccioso al margine sinistro orografico del ghiacciaio, dove il maggiore assorbimento di radiazione solare ha reso più accentuata la fusione, la perdita di spessore glaciale è stimabile in circa 10 metri nella sola estate 2026 (rispetto ai circa 4 m delle porzioni più distanti dalle rocce). Entro alcuni anni la "nuova" fronte attiva del ghiacciaio, presa in considerazione per le misure di arretramento, si collocherà a monte del gradino roccioso, benché in destra, sotto la Grande Uja di Ciardoney, rimarrà ancora del ghiaccio anche più a valle, in gran parte mascherato e protetto da detrito di frana di varia pezzatura.

Aspetto del ghiacciaio e variazioni morfologiche

Al termine di un'estate particolarmente calda e severa per la sua conservazione, il ghiacciaio appariva inevitabilmente **spoglio di neve, scurito da detrito roccioso** di pezzatura varia (da limi e sabbie fino a blocchi di dimensioni metriche) e solcato dalla consueta e **profonda bédrière** incisa dall'acqua di fusione. Tuttavia, come già osservato da alcuni anni, questa non percorre più l'intero apparato glaciale fino alla fronte, ma poco a valle della palina n. 3 ne intercetta il margine sinistro convogliando l'acqua fuori dal ghiacciaio per qualche decina di metri in corrispondenza del nuovo affioramento roccioso (vedi più avanti), infine il deflusso intraprende un percorso subglaciale fino alla fronte.

Si conferma l'**assenza di "pozzi" glaciali** nel plateau mediano del ghiacciaio: ultimi residui della loro presenza nei decenni scorsi sono depositi di fine detrito, con spessori da centimetrici a decimetrici, che localmente hanno protetto la superficie del ghiacciaio dalla radiazione solare e dalla fusione dando origine per ablazione differenziale a **coni di ghiaccio** semi-sepolti già ben osservati nel 2025, ma ulteriormente messi in rilievo nel 2026 fino a raggiungere altezze di 1,5-2 m rispetto alla superficie glaciale scoperta nei dintorni.

Appena più a valle, dove si trovava la palina n. 6 da poco caduta, il forte assottigliamento del ghiacciaio ha lasciato emergere ampiamente il **gradino di rocce montonate** di cui nel settembre 2025 si intravedeva appena un modestissimo affioramento di pochi metri quadrati. La messa a nudo del

Benché riprese ad appena un anno di distanza, le immagini del settore inferiore del ghiacciaio scattate dal segnale A4H ne evidenziano un importante smagrimento, reso più appariscente dall'affioramento della fascia rocciosa segnalata con gli asterischi gialli. Il masso indicato con asterisco rosso nell'estate 2026 è stato deposto e parzialmente interrato da sedimenti glaciali (outwash sediments) laddove nel 2025 era presente il piccolo lago pro-glaciale.



Il piccolo lago proglaciale osservato nel settembre 2025 ha avuto una vita effimera, e - data la sua modestissima profondità (ragionevolmente inferiore al metro) - nell'estate 2026 è stato colmato dal deposito di sedimenti trasportati dal ruscellamento delle acque meteoriche e di fusione.



La notevole contrazione del ghiacciaio, ripreso dalla stazione fotografica S2 in prossimità della stazione meteorologica, nei 35 anni intercorsi tra il 23 settembre 1991 (f. L. Mercalli) e il 21 settembre 2026 (f. D. Cat Berro). Da allora, la fronte si è ritirata di circa 450 m e lo spessore glaciale si è ridotto di oltre 50 m. Si noti il profilo del ghiacciaio ancora convesso nell'immagine del 1991, quando era da poco terminata la fase stazionaria / di lieve avanzata degli Anni Settanta-Ottanta del Novecento.



Il notevolissimo regresso del ghiacciaio è ancora più appariscente se osservato da una posizione più ravvicinata, dalla stazione fotografica "F", il 5 settembre 1986 (f. F. Fornengo) e il 21 settembre 2026 (f. D. Cat Berro). Il grande masso erratico al centro dell'immagine del 1986 venne deposto dal ghiacciaio in ritiro nel 1991.





Il drone pronto al decollo, e il geologo Francesco Parizia intento nel pilotaggio per l'acquisizione delle immagini destinate all'elaborazione del modello fotogrammetrico.

substrato roccioso procede da Nord (sinistra orografica) a Sud (destra), e renderà via via più labile la continuità della massa glaciale, trasformando l'attuale lingua frontale in una porzione di ghiaccio privo di dinamica, connessa al resto del ghiacciaio solo nella porzione



cosparsa di blocchi di frana in destra sotto la Grande Uja di Ciardoney, e destinata comunque a estinguersi forse entro 3-5 anni, al perdurare delle condizioni osservate di recente.

Il piccolo **lago proglaciale** osservato a fine estate 2025 ha avuto vita breve: di modesta profondità (inferiore a 0,5-1 m), è stato rapidamente **colmato dal deposito di sedimenti** trasportati dalle acque di fusione e di pioggia nel corso dell'estate 2026.

Rilievo fotogrammetrico da drone per la determinazione del bilancio geodetico (2023-2026) e l'aggiornamento della superficie glaciale

L'ormai consolidata collaborazione con l'Università di Torino (DISAFA, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari) e l'Arpa Piemonte ha permesso di ripetere un **rilievo fotogrammetrico da**



Rappresentazione del Ghiacciaio Ciardoney tramite la nuvola di punti 3D con dato RGB (Red, Green, Blue) associato, generata dal processamento fotogrammetrico. Una nuvola di punti densa è la base da cui derivano DEM e ortofoto (elaborazione: Francesco Parizia).

drone rispettivamente a sette e tre anni dai precedenti del 13 settembre 2019 e 14 settembre 2023. Per i rilievi sul campo sono intervenuti i geologi Francesco Parizia (dottorando in Earth Observation all'Università La Sapienza - Roma, che ha curato altresì lo sviluppo del nuovo modello digitale del ghiacciaio) e Mauro Palomba (Società Meteorologica Italiana, Associazione Pangea), mentre il geologo Walter Alberto (Arpa Piemonte) e il professore di geomatica Luigi Perotti (UNITO) hanno curato l'elaborazione del bilancio geodetico e della cartografia.

La correzione geometrica e la georeferenziazione del mosaico di 1126 immagini aeree con risoluzione di 5 cm (ortofotomosaico) ha dunque permesso di ottenere - oltre all'aggiornamento del dato di superficie del ghiacciaio e delle sotto-aree di riferimento di ciascuna palina ablatometrica - un nuovo **modello fotogrammetrico 3D della superficie glaciale**, composto da una nuvola di oltre 750 milioni di punti da

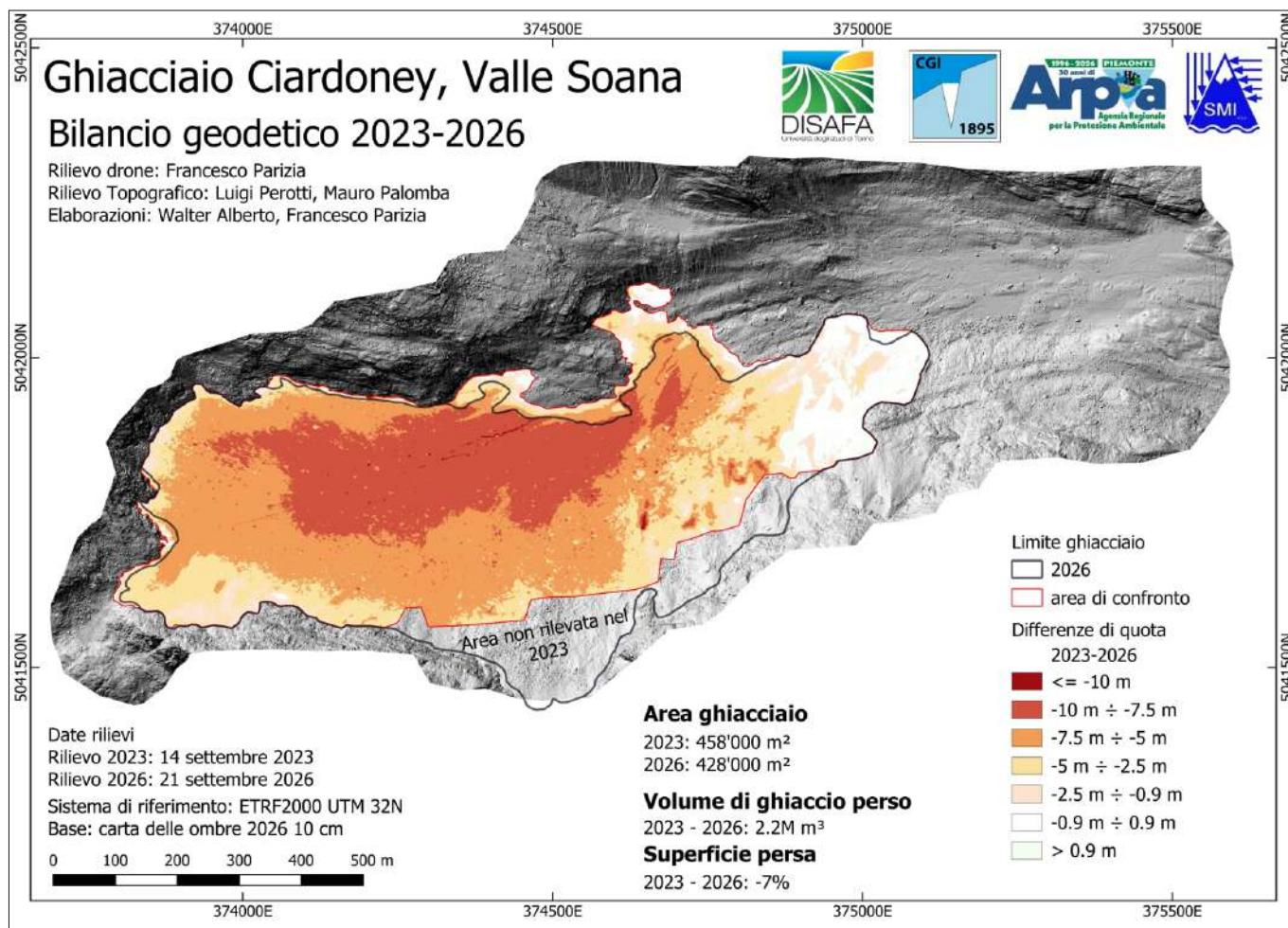
cui è stato tratto un **modello dell'altimetria** (DEM, *Digital Elevation Model*) con risoluzione di 10 cm.

Confrontando quest'ultimo con quello del 2023, condotto dal medesimo personale con metodo e strumenti identici, è stato possibile quantificare le perdite di spessore e volume nell'insieme del ghiacciaio **in tre anni**, ovvero:

-5,4 m di spessore di ghiaccio, in media (riferendosi alla superficie originaria 2023 per non escludere dal calcolo porzioni di ghiacciaio presenti allora e poi scomparse), pari a **-4,7 m di acqua equivalente**;

-2,2 milioni di m³ di ghiaccio nell'insieme del ghiacciaio, corrispondenti a un deflusso d'acqua in grado di riempire circa **250 piscine olimpioniche all'anno**.

Il bilancio geodetico così ottenuto ha il vantaggio di considerare in maniera continua, tramite le variazioni altimetriche, tutta la superficie glaciale, anche le



Carta delle variazioni di spessore tra il 14 settembre 2023 e il 21 settembre 2026; i colori arancioni evidenziano che le maggiori perdite si verificano sul settore sinistro orografico del ghiacciaio, più soleggiato e sgombro da detrito, con valori compresi tra 7,5 m e 10 m in tre anni in una vasta fascia che dalla fronte risale fin verso le quote più elevate. Le riduzioni di spessore decrescono portandosi in destra orografica, per effetto combinato dell'abbondante detrito roccioso che protegge il ghiaccio dalla radiazione solare, e del maggiore ombreggiamento da parte delle Uje di Ciardoney. Sono dunque questi due (insieme ai pattern di distribuzione della neve invernale) i fattori più importanti di controllo della fusione glaciale, più che la modesta differenza di quota tra fronte e sommità del ghiacciaio (circa 220 m). La carta è stata ottenuta dalla rappresentazione delle variazioni altimetriche negli oltre 750 milioni di punti che compongono il modello 3D del ghiacciaio. L'area non rilevata nel 2023 a ridosso delle pareti delle Uje di Ciardoney è stata coperta dal volo 2026, e potrà essere inclusa nei calcoli del bilancio geodetico a partire dal prossimo rilievo.

zone coperte da detrito e battute da frane che sarebbe problematico monitorare tramite paline ablatometriche (bilancio glaciologico diretto, condotto sul Ciardoney dal 1992).

È stato dunque possibile un nuovo **confronto tra bilancio geodetico e bilancio glaciologico** (2023-2026), e i risultati sono analoghi a quanto riscontrato

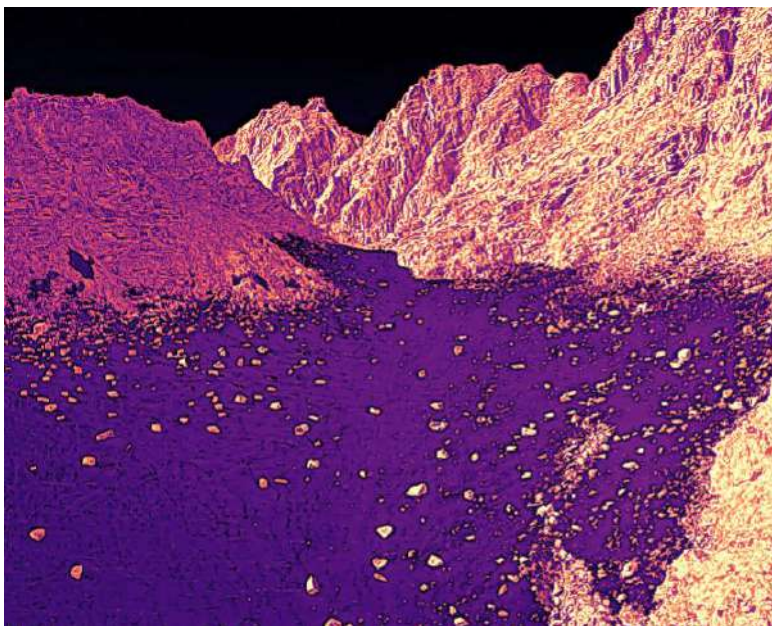
nel precedente periodo 2019-2023.

Negli ultimi tre anni (14 settembre 2023 - 21 settembre 2026) la stima del bilancio glaciologico diretto tramite paline (-5,58 m di acqua equivalente) è **stato superiore del 19% a quello geodetico** (-4,7 m di acqua equivalente) che per le sue caratteristiche offre una valutazione più aderente al vero. In sostanza, la collocazione delle

In alto, ripresa da drone del settore frontale destro del ghiacciaio (vista da Sud-Ovest a Nord-Est), abbondantemente coperto da detrito roccioso di diversa pezzatura che protegge il ghiaccio dalla fusione e ne rende i margini di difficile riconoscimento introducendo incertezza nella valutazione della superficie glaciale. Localmente scivolamenti della coltre detritica portano a giorno il ghiaccio sottostante evidenziandone la presenza in posizione più avanzata rispetto alla fronte "scoperta". (freccia).



Sotto, la termografia a raggi infrarossi, eseguita sempre da drone, aiuta nell'identificazione di ghiaccio sepolto, evidenziando temperature del detrito inferiori rispetto a zone circostanti ormai prive di corpi interni di ghiaccio.



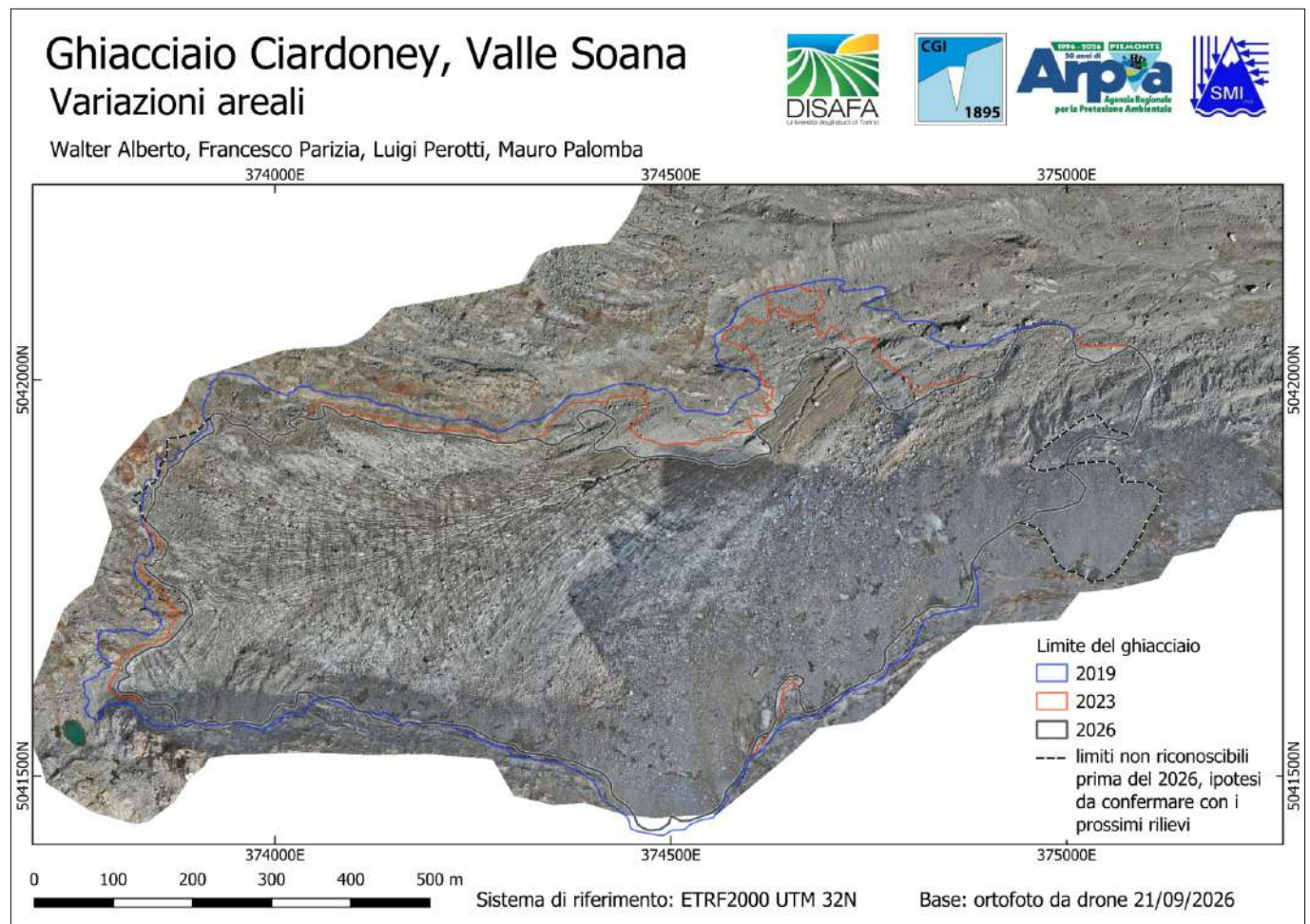
Il confronto tra i modelli 3D del 14 settembre 2023 e 21 settembre 2026 ha evidenziato, in tre anni, perdite di 5,4 m di spessore nell'insieme del ghiacciaio (= 4,7 m di acqua equivalente), pari a un volume di 2,2 milioni di metri cubi di ghiaccio e a un deflusso medio annuo in grado di riempire circa 250 piscine olimpioniche. L'area glaciale è scesa a 0,428 km² (-7% dal 2023 e -72% dal 1850 circa)

Perimetro del ghiacciaio il 13 settembre 2019, il 14 settembre 2023 e il 21 settembre 2026. A contrarsi è specie il settore inferiore sinistro (in alto a destra nell'immagine). La superficie glaciale si è ridotta da 0,516 km² nel 2019 a 0,458 km² nel 2023, a 0,428 km² nel 2026 (-17% 2019-2026, -7% 2023-2026). Incertezze nei limiti del ghiacciaio restano nel settore frontale destro, sepolto da detrito.

paline ablatometriche per lo più lungo la zona assiale e soleggiata del ghiacciaio, con copertura detritica relativamente modesta e sparsa - che dunque non attenua in modo rilevante la fusione a differenza dell'estesa coltre detritica sotto le Uje di Ciardoney, dove non è ragionevolmente possibile installare paline - porta a una inevitabile sovrastima nella valutazione delle perdite di massa, che tuttavia riteniamo di entità tutto sommato contenuta e accettabile, nel quadro dell'incertezza che inevitabilmente caratterizza questo tipo di stime. Il risultato del confronto 2023-2026 (+19%) peraltro si colloca nello stesso ordine di grandezza di quello del 2019-2023 (+17%). Considerando il bilancio geodetico dell'intero periodo 2019-2026, le perdite

ammontano a 13,6 m di spessore (11,8 m di acqua equivalente) e 5,8 milioni di m³ di ghiaccio. Un prossimo rilievo GPR (Ground Penetrating Radar), a oltre un decennio da quello eseguito nel 2015, potrà eventualmente permettere migliori stime del volume totale del ghiacciaio, in modo da tradurre queste variazioni in percentuale rispetto al volume glaciale complessivo. Ma, intanto, PARIZIA et al. (2026), ricostruendo la perdita di risorsa idrica glaciale dal culmine della PEG in cinque ghiacciai delle Alpi occidentali italiane, stimano per il Ciardoney una **contrazione volumetrica dell'87% dal 1850 circa**.

Il bilancio geodetico è più accurato rispetto al bilancio glaciologico diretto ottenuto da



Il Colle Ciardoney è ormai sempre più estesamente libero da ghiaccio, situazione che probabilmente non si verificava dai tempi dell'Optimum Termico Olocenico tra circa 7000 e 6000 anni fa. Al centro, il piccolo lago sviluppatosi con la scomparsa della trasfluenza glaciale del Ciardoney verso l'alto Vallone di Valsoera nei decenni finali del Novecento. Sullo sfondo a destra, le nicchie occupate fino ai primi Anni Duemilaventi dagli ultimi resti dei ghiacciai di Valsoera meridionale e settentrionale, ora da considerarsi estinti. Irrilevanti masse di ghiaccio restano forse nascoste sotto la potente copertura detritica.



poche paline ablatometriche, ma anche più complesso e oneroso da eseguire, e per questo meno diffuso.

Una sua applicazione in siti-campione come il Ciardoney è ragionevole a intervalli di alcuni anni, in modo da ottenere aggiornamenti sulle variazioni areali e volumetriche e stime di fattori correttivi eventualmente da applicare alle misure di bilancio glaciologico diretto.

Aggiornamento della superficie glaciale: 0,428 km², -7% dal 2023, -48% dal 1988

La fotogrammetria da drone ha permesso anche l'aggiornamento dei dati di superficie del ghiacciaio, che **tra il settembre 2023 e il settembre 2026 è passata da 0,458 km² a 0,428 km², pari a una riduzione del 7% in soli tre anni.**

Dal primo rilievo fotogrammetrico del settembre 2019 la perdita di superficie ammonta al 17%, e - considerate le aree ottenute da fotointerpretazione di immagini aeree precedenti o da georeferenziazione delle morene storiche nel caso della PEG - risultano **contrazioni areali del 24% dal 2010 al 2026** (ortofoto Regione Piemonte), **del 48% dal 1988** (ortofoto Protezione Civile Nazionale) **e del 72% dal 1850 circa.**

Il tasso di riduzione areale 2019-2026 (-0,013 km²/anno) è aumentato del 41% rispetto al precedente periodo 2000-2019 (-0,009 km²/anno).

I nuovi dati di area 2026 (e relative sottoaree di riferimento per ciascuna palina) verranno impiegati per il calcolo del bilancio di massa a partire dal prossimo anno idrologico 2026-27.

Marco Perelli e Luigi Cafiero provvedono alla manutenzione ordinaria della stazione meteorologica automatica sulla soglia della piana proglaciale (2850 m), in buono stato e pronta ad affrontare l'inverno 2026-27.

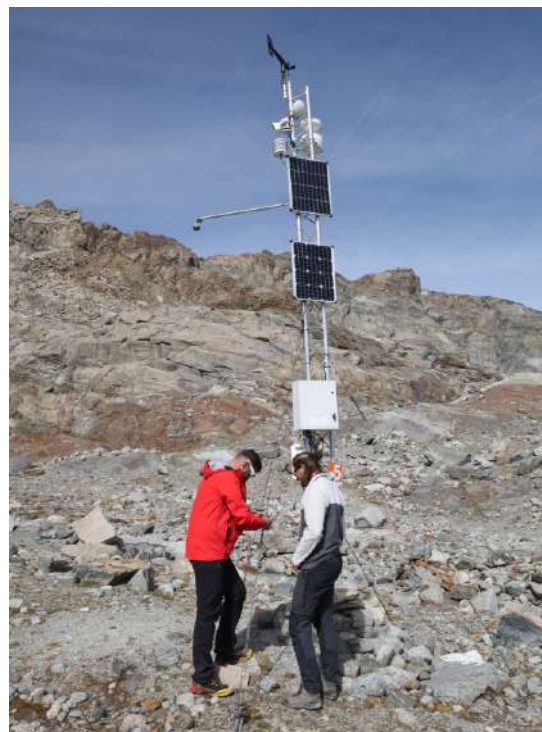
Andamento meteorologico dell'estate

La stazione meteorologica automatica installata a 2850 m al margine orientale della piana proglaciale ha continuato a funzionare correttamente negli ultimi mesi, richiedendo solo minime manutenzioni ordinarie in vista dell'inverno durante il sopralluogo del 21 settembre.

I dati testimoniano l'eccezionalità delle temperature della stagione di ablazione 2026. Con una media del trimestre giugno-agosto di 9,1 °C (anomalia +1,8 °C rispetto al periodo di misura 2011-2025), **l'estate è risultata la più calda almeno dell'ultimo quindicennio**, superando il precedente primato del 2022 (media 8,3 °C). A scala mensile, anche luglio e agosto 2026 si sono rivelati da record nella breve serie storica per ora disponibile.

Non solo: **eccezionale è stata pure la durata del periodo senza gelate** (Tmin giornaliera >0 °C), tuttora ininterrotto e, alla data di pubblicazione di questo report (28 settembre 2026) pari a ben **109 giorni consecutivi** a partire dal 12 giugno, superiore al caso del 2022 (99 giorni consecutivi). Ed è stata proprio la persistenza del caldo anomalo a rendere del tutto straordinaria l'estate 2026.

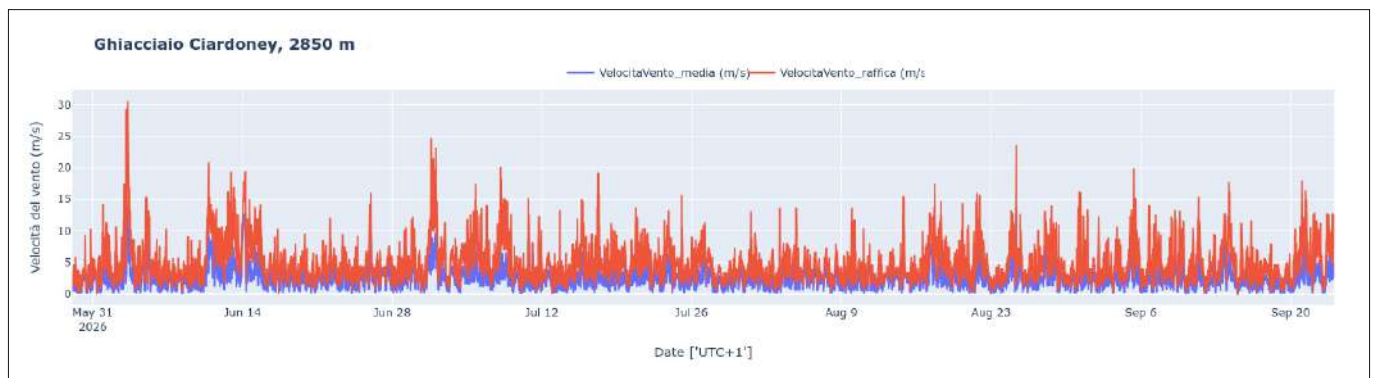
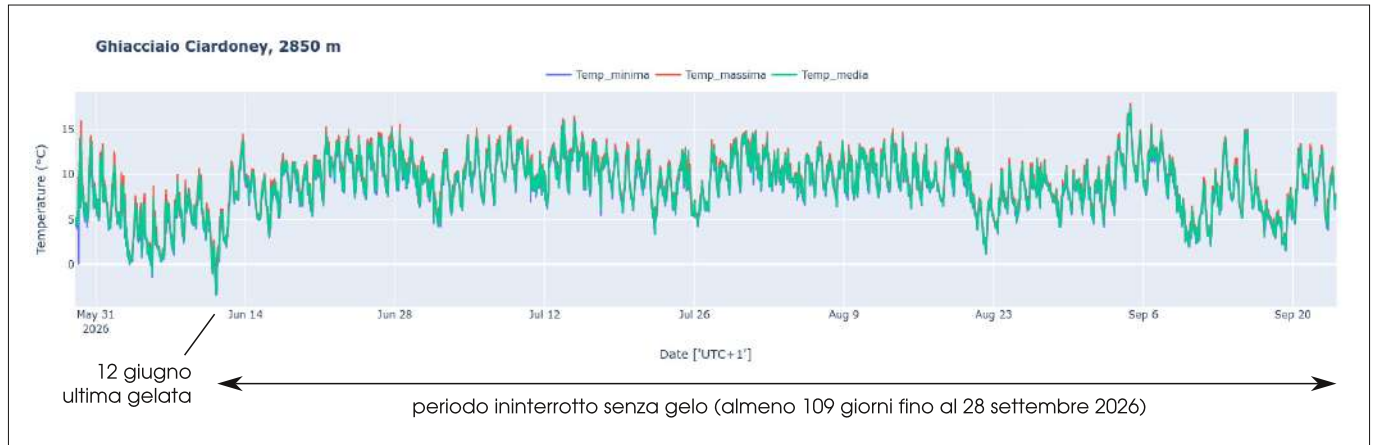
Immagine webcam del 4 agosto 2026, h 17:06 locali, nelle fasi finali del temporale (11,6 mm in un'ora, totale giornaliero di 37,2 mm) che ha mandato in piena il torrente e imbiancato il suolo di grandine.



Curiosamente, la temperatura massima più elevata del periodo di ablazione, pari a **18,0 °C**, è stata raggiunta il **4 settembre**, giornata serena al culmine di una notevole e tardiva avvezione di aria subtropicale, mentre nel resto dell'estate non si era andati oltre i 16,5 °C del 14 luglio, ragionevolmente a causa della **frequente nuvolosità cumuliforme** a evoluzione diurna (con la stazione meteorologia spesso nella nebbia), in grado di attenuare i picchi di temperatura nelle ore centrali.

Notevoli anche le **minime giornaliere di 9,1 °C** registrate sia l'**8 luglio** sia il **7 settembre 2026** (in questo caso la più elevata finora nota nel primo mese dell'autunno meteorologico, mentre la più alta in assoluto spetta al 23 agosto 2023 con 11,7 °C).

Pur in un contesto in prevalenza anticiclonico e siccitoso a grande scala in Europa, i temporali sulle Alpi sono stati

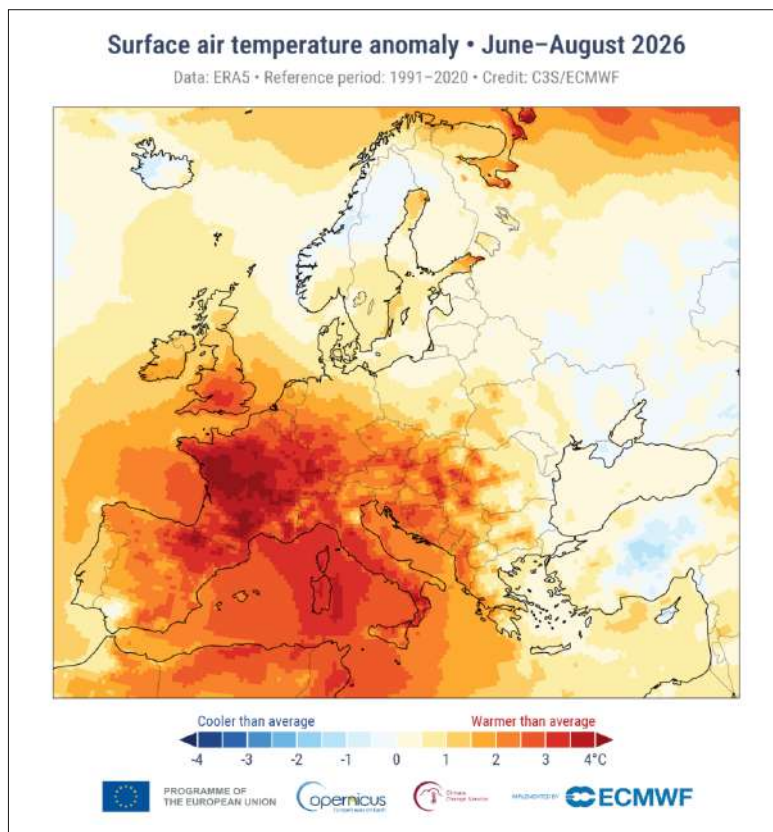
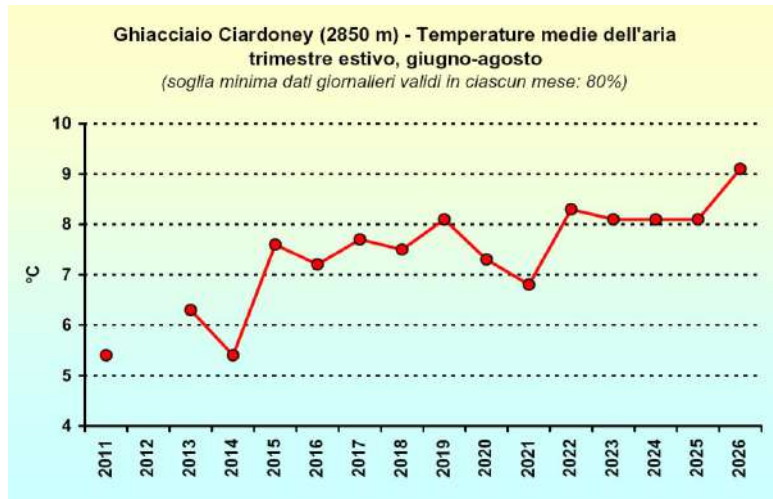


Andamento delle temperature (minima, media, massima), velocità del vento (media e massima) e precipitazioni cumulate dal 1° giugno al 23 settembre 2026 (valori ogni 10 minuti; grafici di Alessio Golzio, SMI).

frequenti e al Ciardoney hanno totalizzato **342 mm di precipitazione nel trimestre giugno-agosto** (-10% rispetto alla media 2011-2025) distribuiti in 35 giorni con apporto di almeno 1 mm, fino ai 37,2 mm del 4 agosto. Alcuni rovesci hanno determinato rapidi **ingrossamenti del torrente**, come avvenuto proprio nell'evento di inizio agosto (peraltro accompagnato da grandine), tuttavia

senza determinare rilevanti alluvionamenti della piana proglaciale come in anni passati.

Dopo l'ultima spruzzata di neve del 5 giugno 2026, durante l'estate alla stazione meteorologica **le precipitazioni sono avvenute sempre in forma liquida** (salvo la grandinata del 4 agosto) o quanto meno senza deposito di neve al suolo. Solo nella notte tra il 9 e il 10



In alto, temperature medie estive al Ghiacciaio Ciardoney dal 2011 (lacuna nel 2012): con media di 9,1 °C, l'estate 2026 è stata di gran lunga la più calda della (per ora breve) serie di misura; scarto +1,8 °C rispetto alla media 2010-2025. In basso, anomalie termiche dell'estate 2026 in Europa, stagione molto più calda del normale su tutto il continente e soprattutto nel Sud-Ovest, Alpi incluse, qui con deviazioni dalla media 1991-2020 di circa +3 °C.

settembre una sottile nevicata si è limitata a imbiancare debolmente il ghiacciaio. Negli anni recenti si è notata una sostanziale **scomparsa delle nevicate estive**, che fino a pochi decenni fa erano del tutto comuni a quote di 3000 m, e che - grazie all'elevato potere riflettente anche di pochi centimetri di neve fresca - rivestivano un ruolo fondamentale nell'abbassare l'**albedo della superficie glaciale** e attenuare o interrompere la fusione del ghiaccio per alcuni giorni. Ancora nei primi anni di funzionamento della stazione meteorologica e della webcam capitava di osservare in media uno-due episodi all'anno tra luglio e agosto (periodo 2011-2021), mentre dal 2022 in poi si è censito un solo evento nevoso (5 cm il 28 agosto 2023). La netta rarefazione delle nevicate estive quanto meno a quote inferiori a 3500 m, parallelamente allo "scurimento" dei ghiacciai per l'accumulo di detriti e impurità di origine sia naturale sia antropica (polveri desertiche, black-carbon...), costituisce dunque un **fattore amplificatore delle perdite di massa glaciale**, più di quanto è in grado di fare in modo diretto l'aumento delle temperature.

Conclusioni: un ghiacciaio verso la sua fase terminale

Le ingenti perdite di massa dell'estate 2026, giunte a breve distanza da quelle ancora più estreme del 2022, evidenziano come il Ghiacciaio Ciardoney e più in generale l'insieme della criosfera alpina e globale siano entrati in una fase di contrazione accelerata rispetto alla situazione già sfavorevole dei tre decenni precedenti. Per il dodicesimo anno consecutivo il ghiacciaio si è trovato a fine estate privo di neve residua e dunque della

I rilievi glaciologici del 21 settembre 2026 al Ciardoney hanno segnato il quarantennale del monitoraggio ininterrotto del ghiacciaio, avviato il 5 settembre 1986 da Luca Mercalli e Fulvio Fornengo nel contesto delle campagne annuali di osservazione della Fondazione Glaciologica Italiana (già "Comitato"). In un primo tempo vennero condotte solo misure di variazione frontale, cui nel 1992 si aggiunsero anche quelle per la determinazione del bilancio di massa. Una volta rientrati a valle, la ricorrenza è stata festeggiata all'Osteria dei Viaggiatori di Noasca (Valle Orco). Da sinistra a destra: Daniele Cat Berro, Mauro Palomba, Marco Perelli, Francesco Parizia, Luca Mercalli, Ivo Bonato.



benché minima alimentazione (se si eccettuano i marginali accumuli rimasti nel 2020 e 2024), in totale disequilibrio climatico e dunque destinato a **estinzione certa in tempi più o meno vicini** a seconda di quale sarà l'andamento climatico dei prossimi anni.

Il rapido affioramento del substrato roccioso avvenuto nell'estate 2026 intorno a 2950 m di quota prelude all'**imminente frammentazione e collasso del settore frontale** del ghiacciaio, il cui spessore è ormai limitato a pochi metri. Più a lungo, ragionevolmente oltre un decennio, resisterà il *plateau* superiore grazie a una coltre di ghiaccio probabilmente ancora prossima a 30-40 m nei punti più profondi - in base a quanto riscontrato con la prospezione GPR (Ground Penetrating Radar) del 2015 e successive misure di ablazione - così come la fascia più ombreggiata e coperta da detrito ai piedi delle Uje di Ciardoney. Lì il ghiacciaio tenderà a rilegarsi riducendo via via la sua dinamica per trasformarsi in un **glacionevato**, il cui monitoraggio perderà infine rilevanza. Siamo di fronte a una fase estremamente

evolutiva degli ambienti glaciali e periglaciali che merita attenzione per ragioni sia scientifiche sia di sorveglianza dei rischi naturali. E, comunque vada, il bacino del Ciardoney si presta a **rimanere un sito di monitoraggio interdisciplinare su clima e ambiente d'alta quota**, anche in considerazione di un gruppo di lavoro che negli anni è cresciuto beneficiando di nuove collaborazioni e competenze tecniche.

Bibliografia

CAT BERRO D., MERCALLI L., FORNENGO F., ALBERTO W., PEROTTI L., PARIZIA F., 2025 - *Ghiacciaio Ciardoney (Gran Paradiso): evoluzione nel decennio 2016-2025*. Nimbus 93:54-79.

PARIZIA F., PEROTTI L., GIARDINO M., BORGOGNO-MONDINO E., 2026 (preprint) - *Quantifying glacial water resource loss in the Western Italian Alps since the Little Ice Age: climate-driven cryospheric reduction and implications for downstream water security*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=7069624.



Sequenza webcam che mostra la situazione alla data del sopralluogo di fine primavera, con 70 cm di neve al suolo (29 maggio 2026), alla precoce scomparsa della neve all'asta nivometrica (10 giugno), a metà estate, con il ghiacciaio già quasi interamente spoglio di neve e il torrente gonfio per la fusione nel pomeriggio (15 luglio), e alla data di chiusura di questo report (29 settembre), con il ghiacciaio ancora in attesa delle prime nevicate e la fusione tardivamente attiva.

Immagine webcam in tempo reale (solo diurna):

<https://www2.nimbus.it/stazioni-meteo/StazMeteoCiardoney/ciardoney.jpg>

I report precedenti sulle misure glaciologiche al Ciardoney si trovano su www.nimbus.it

In particolare:

14 settembre 2023 (precedente rilievo fotogrammetrico da drone)

https://www.nimbus.it/ghiacciai/2023/230922_CiardoneyBilancio.htm

19 settembre 2025 (chiusura stagione glaciologica 2024-25)

https://www.nimbus.it/ghiacciai/2025/250923_CiardoneyBilancio.htm

29 maggio 2026 (misure di innevamento a fine stagione 2025-26)

https://www.nimbus.it/ghiacciai/2026/260529_CiardoneyNeve.htm

