

FRANCO SECCHIERI & PAOLO VALENTINI

INDAGINE GLACIOLOGICA SULLA VEDRETTA ALTA E SULLA VEDRETTA OCCIDENTALE DI RIES (Alto Adige)

ABSTRACT: SECCHIERI F. & VALENTINI P., *Glaciological investigation on the Vedretta Alta and Vedretta Occidentale di Ries (Alto Adige/South Tyrol)* (IT ISSN 0084-8948, 1985).

Two glaciers in the Alto Adige (South Tyrol) were studied, mainly from the glaciological point of view, from 1977 to 1979. They were the Vedretta Alta (Martello Valley) and the Vedretta Occidentale di Ries (Riva Valley) on the eastern and western sides respectively of the province of Bolzano.

The two glaciers display fairly similar sizes and geographical features, allowing useful comparison of the research results. The fundamental core of the research was a two-year mass balance calculation. The balance was obtained by direct measurements taken on the surfaces of the two glaciers.

The mass balance of the Vedretta Occidentale di Ries (2,5720 km²; 1979 survey) for hydrological year 1977-78 was positive, with a net accumulation of 1.6070 million m³ of water equivalent. In the following year (1978-79) records showed a practically nil balance, since gross ablation equalized gross accumulation.

For the year 1977-78, the mass balance of the Vedretta Alta (1,7460 km²; 1978 survey) was positive and equal to a mass increase of 0.71 million m³ of water equivalent. In the following year (1978-79), mass balance was calculated on the basis of altitude variations over the entire surface during the whole year period. The parameters of this balance were net accumulation and net ablation only. The result for the year 1978-79 was a slightly negative mass balance, with a total loss of 0.3350 million m³ of water equivalent.

Calculation of the balance of the Vedretta Alta for the ten-year span 1968-79 was also attempted, on the basis of a comparison between two different topographic surveys. The result showed an appreciable increase in the glacier mass: 11.6810 million m³ of water equivalent, corresponding to an average water depth of 6 690 mm. The profile of the surface variation was particularly interesting, revealing greater thickening in the ablation tongue, compared to the rest of the glacier.

The behaviour of the northern snout of the Vedretta Alta, observed during the two-year investigation period, displayed definite progression. Instead, the Vedretta Occidentale di Ries showed a tendency towards stability after a long period of considerable retreat.

RIASSUNTO: SECCHIERI F. & VALENTINI P., *Indagine glaciologica sulla Vedretta Alta e sulla Vedretta Occidentale di Ries (Alto Adige)* (IT ISSN 0084-8948, 1985).

Dal 1977 al 1979 sono state eseguite ricerche principalmente di carattere glaciologico su due ghiacciai dell'Alto Adige: la Vedretta Alta (Val Martello) e la Vedretta Occidentale di Ries (Val di Riva), posti rispettivamente alle estremità occidentale ed orientale della Provincia di Bolzano.

I due ghiacciai presentavano dimensioni e caratteri geografici abbastanza simili e tali da permettere un utile confronto tra al-

cuni risultati della ricerca. Il cardine fondamentale di tale ricerca è stato il calcolo del bilancio di massa per due annate consecutive. Tale bilancio è stato ottenuto dal confronto tra le misure di accumulo e di ablazione, effettuate con rilievi diretti sulla superficie dei due ghiacciai.

Il bilancio di massa per la Vedretta Occidentale di Ries (2,5720 km²) per l'annata 1977/78 è risultato positivo, con un accumulo netto pari a 1,6070 milioni di m³ di equivalente in acqua. Per l'annata successiva (1978/79) si è registrato un bilancio praticamente nullo, in quanto l'ablazione lorda ha pareggiato l'accumulo lordo.

Il bilancio dell'annata 1977/78 per la Vedretta Alta (1,7460 km²) è stato positivo e pari ad un incremento totale di massa di 0,71 milioni di m³ di equivalente in acqua. Per l'annata successiva il calcolo del bilancio è stato fatto sulla base della variazione di quota dell'intera superficie durante l'annata stessa.

I termini per calcolare il bilancio sono stati solamente l'accumulo netto e l'ablazione netta. Il risultato ha fornito un bilancio di massa, per l'annata 1978/79, moderatamente negativo, con una perdita netta complessiva di 0,3350 milioni di m³ di equivalente in acqua. Per la Vedretta Alta è stato anche tentato il calcolo del bilancio relativo al decennio 1968-1978, sulla base del confronto tra due diversi rilievi topografici.

È stato riscontrato un notevole aumento della massa del ghiacciaio, di ben 11,6810 milioni di m³ di equivalente in acqua, pari ad una lama d'acqua mediamente di 6 690 mm. Di particolare interesse è risultato il profilo della variazione altimetrica della superficie, dal quale si osserva un maggiore ispessimento della lingua di ablazione rispetto al resto dell'intero corpo glaciale.

Il comportamento della fronte della colata settentrionale della Vedretta Alta, osservato durante il biennio di indagine, è stato quello di una decisa avanzata. Per la Vedretta Occidentale di Ries si può invece parlare di una sostanziale tendenza alla stazionarietà, raggiunta dopo un lungo periodo di sensibile regresso.

TERMINI CHIAVE: Glaciologia; bilancio glaciale; Alpi italiane.

PREMESSA

Dal 1977 al 1979, per incarico dell'Ufficio Idrografico della Provincia Autonoma di Bolzano, sono state effettuate ricerche di carattere glaciologico e geologico su due ghiacciai dell'Alto Adige e sui relativi bacini: la Vedretta Alta, in Val Martello (Gruppo Ortles-Cevedale), e la Vedretta Occidentale di Ries, in Val di Riva.

Dopo una indagine preliminare effettuata su diversi campioni, la scelta è caduta sui due ghiacciai, sia perché ubicati agli estremi opposti, occidentale ed orientale della

Provincia, sia per le loro caratteristiche morfometriche, topografiche e di esposizione, sufficientemente simili, così da consentire un eventuale confronto con taluni risultati che la ricerca stessa si prefiggeva.

Tralasciando gli altri tipi di indagine svolti, la parte principale della ricerca in campo glaciologico è consistita nel calcolo del bilancio di massa per le annate 1977/78 e 1978/79, per entrambi i ghiacciai.

Di seguito vengono forniti i risultati principali che si sono ottenuti, senza tuttavia entrare nel merito specifico delle metodologie adottate, specialmente per quel che riguarda la raccolta dei dati di campagna. Tali metodi operativi, del resto, si basano su ricerche analoghe in altri ghiacciai italiani (ZANON, 1969; 1970; 1982), dove tutt'ora continuano.

LA VEDRETTA OCCIDENTALE DI RIES

Il ghiacciaio è situato alla testata del Val di Riva, nel gruppo delle Vedrette di Ries, a 46° 54' 30" latitudine Nord e a 00° 21' 02" longitudine Ovest di Monte Mario. Nel Catasto dei Ghiacciai Italiani è classificato come pirenaico, di versante.

Nel 1977 esso presentava tre distinte lingue di ablazione, di dimensioni relativamente modeste, derivanti da altrettanti settori di alimentazione nei quali il corpo glaciale viene ad essere suddiviso a causa della morfologia del letto roccioso.

Dalla osservazione degli apparati morenici, si è potuto valutare un ritiro medio lineare delle fronti di circa un chilometro rispetto ai massimi delle fasi storiche, su un dislivello massimo di circa 300 metri.

Dalla metà del secolo scorso fino all'inizio delle prime campagne glaciologiche da parte di operatori italiani (1) il ghiacciaio è stato sottoposto ad un continuo arretramento frontale, mostrando anche una riduzione di spessore, seppure limitata, nelle parti più alte del bacino collettore.

Nel 1925 è stata stabilita in 2 425 metri la quota della fronte centrale, la più bassa e principale delle tre colate. Nel 1979 tale quota era salita a 2 555 m s.m.

Nell'intervallo di tempo tra il 1930 ed il 1958 è stato misurato, per la stessa fronte, un arretramento totale lineare di 442 m, pari ad una media di 15,8 m/anno.

Dopo un periodo durante il quale le osservazioni ed i controlli frontali furono abbandonati, dal 1972 (anno di ripresa di regolari campagne) al 1979, l'arretramento totale osservato è stato di 46 m, con una riduzione della media annua a 6,6 metri.

Nel corso del triennio di indagini (1977/79), le fronti dei tre apparati di ablazione hanno mostrato un comportamento tra loro diversificato. La fronte orientale ha segnato una continua, sensibile riduzione di spessore, accompagnata da un altrettanto sensibile arretramento; quella centrale, principale, si può dire che abbia manifestato una tendenza alla stazionarietà; quella occi-

dentale, infine, ha mostrato un modesto ma costante progresso sia nell'avanzata lineare che ancor di più nella crescita di spessore.

Tali situazioni hanno certamente rispecchiato le caratteristiche dei relativi settori di appartenenza, in special modo riguardo alla distribuzione altimetrica delle aree, crescente da Est ad Ovest.

DATI MORFOMETRICI

I dati seguenti sono stati ricavati dalla restituzione (scala 1 : 10 000) di un rilievo aerofotogrammetrico del 1968, e sono stati poi parzialmente aggiornati con un rilievo terrestre eseguito nel 1979.

area totale	2 5720 km ²	larghezza massima	1 500 m
quota più bassa	2 554 m	lunghezza massima	2 150 m
quota più elevata	3 250 m	altezza mediana	2 950 m
estensione altimetrica	696 m	esposizione preval.	Nord
pendenza media	12°	alimentazione prev.	diretta
quota più elevata del bacino:		3 358 m (Monte Nevoso).	

Riguardo al grado di glacializzazione del bacino cui il ghiacciaio appartiene, considerandolo chiuso dall'isoipsa 2 300, la Vedretta Occidentale rappresenta da sola circa la metà dell'intera area glacializzata che copre, a sua volta, il 47 % della superficie complessiva del suddetto bacino.

Come primo dato di valutazione del ghiacciaio è stata costruita la curva della distribuzione percentuale delle aree (fig. 1), da cui è anzitutto possibile ricavare la classificazione morfologica. In base ad essa il ghiacciaio può essere definito un ghiacciaio di circo (AHLMANN, 1948).

Con l'utilizzo di tale curva si può valutare l'influenza dell'altitudine della linea di equilibrio sul rapporto tra bacini ablatore e collettore (ZANON, 1982). La curva caratteristica di questo ghiacciaio indica come una oscillazione anche sensibile della quota media della linea di equilibrio attorno al dato ottenuto per le due annate di bilancio (2 720 per la prima annata e 2 948 per la successiva) si ripercuota scarsamente sull'economia del ghiacciaio, in relazione al rapporto tra bacini ablatore e collettore (fattore AAR = Accumulation Area Ratio).

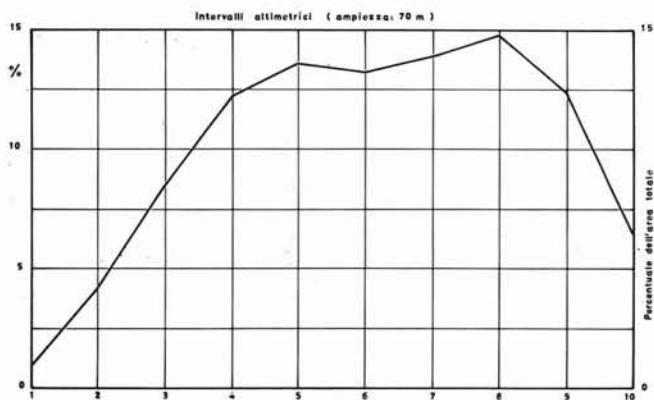


Fig. 1 - Vedretta Occidentale di Ries - Curva della distribuzione percentuale dell'area totale in dieci intervalli altimetrici (AHLMANN, 1948) sulla base del rilievo aerofotogrammetrico del 1968.

(1) Cfr. relazioni campagne glaciologiche dal 1925 al 1979 in Boll. CGI.

Questo al contrario di quanto verificatosi per la Vedretta Alta, la cui curva corrispondente (fig. 5) presenta una forma diversa.

BILANCIO DI MASSA PER L'ANNATA 1977/78

Per entrambe le annate il calcolo del bilancio di massa è stato fatto valutando sia l'accumulo lordo che l'ablazione lorda. Entrambi sono stati determinati con misure dirette sul terreno, eseguite al termine delle rispettive stagioni invernale ed estiva.

I dati finali di bilancio per l'annata 1977/78 sono riassunti nella seguente tabella:

accumulo lordo		ablazione lorda		bilancio netto	
totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)	totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)	totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)
2,6640	1 035	1,0980	411	+1,6070	+624

L'annata si è dunque conclusa con un bilancio positivo. L'incremento di massa è stato pari a 1,6070 milioni di m³ di equivalente in acqua, corrispondenti ad una lama d'acqua di 624 mm di spessore medio.

L'accumulo lordo non ha mostrato valori elevati e si può dire che siano state le condizioni meteorologiche estive a determinare un esito favorevole alla economia del ghiacciaio.

L'ablazione è stata infatti modesta, e si può anche ricordare, come esempio significativo, il fenomeno dell'ablazione negativa (ZANON, 1970): cioè un accumulo, a fine stagione di ablazione, eccedente lo stesso accumulo lordo. Tutto questo, comunque, per una ristretta area al disopra dei 3 125 m di quota.

La linea di equilibrio è stata calcolata a 2 720 m di quota, notevolmente più bassa dell'altitudine mediana (2 950 m). In termini di rapporto tra le superfici dei

bacini ablatore e collettore, si è avuto un fattore AAR pari a 94 (%). Questo significa che la superficie del bacino ablatore si è ridotta al solo 6 % del totale, cioè 0,1520 km² su una superficie complessiva di 2,5720 km².

BILANCIO DI MASSA PER L'ANNATA 1978/79

I dati complessivi di bilancio sono riportati nella seguente tabella:

accumulo lordo		ablazione lorda		bilancio netto	
totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)	totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)	totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)
3,7670	1,465	3,7700	1 466	-0,0030	±0

L'accumulo ha dunque pareggiato l'ablazione, portando, in pratica, ad un bilancio nullo per l'annata.

Rispetto al precedente anno l'accumulo lordo è stato nettamente superiore. D'altra parte, in estate vi è stata una intensa ablazione che ha dissipato una massa pari allo stesso accumulo invernale, a prescindere da poco rilevanti apporti solidi estivi.

La linea di equilibrio è andata ad attestarsi a 2 948 metri di quota, coincidendo praticamente con l'altezza mediana. In tal modo il fattore AAR è stato pari a 50 (%). Considerandone la media, il biennio si è concluso con un bilancio moderatamente positivo. In fig. 2 è disegnato l'andamento delle varie curve di bilancio.

Una osservazione a parte meritano le curve relative all'accumulo delle due annate: da una parte esse mostrano come tale fenomeno non risenta dell'incremento di quota, come invece succede per l'ablazione; d'altra parte l'andamento sensibilmente parallelo delle due curve può indurre a pensare all'influenza di fattori topografici, quindi costanti, nella distribuzione delle precipitazioni invernali.

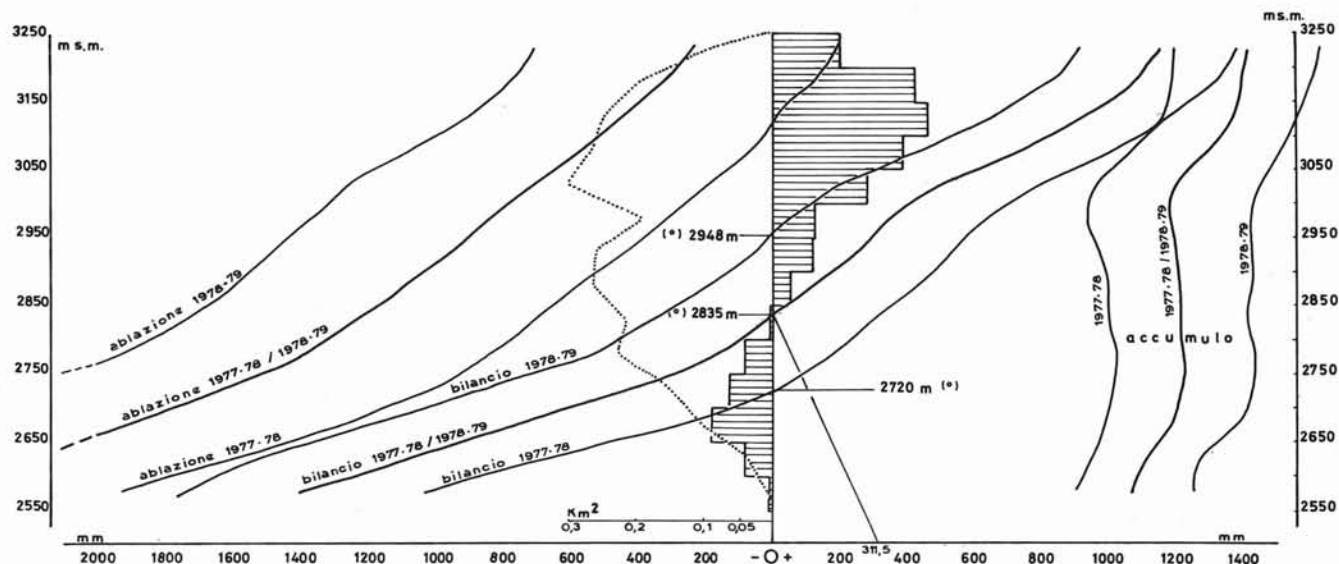


FIG. 2 - Vedretta Occidentale di Ries, 1977-78 e 1978-79. Andamento dell'accumulo, dell'ablazione e del bilancio (specifico e totale); (*), quote della linea di equilibrio. La linea punteggiata rappresenta la distribuzione areale, l'istogramma a righe orizzontali il bilancio totale (media per il biennio).

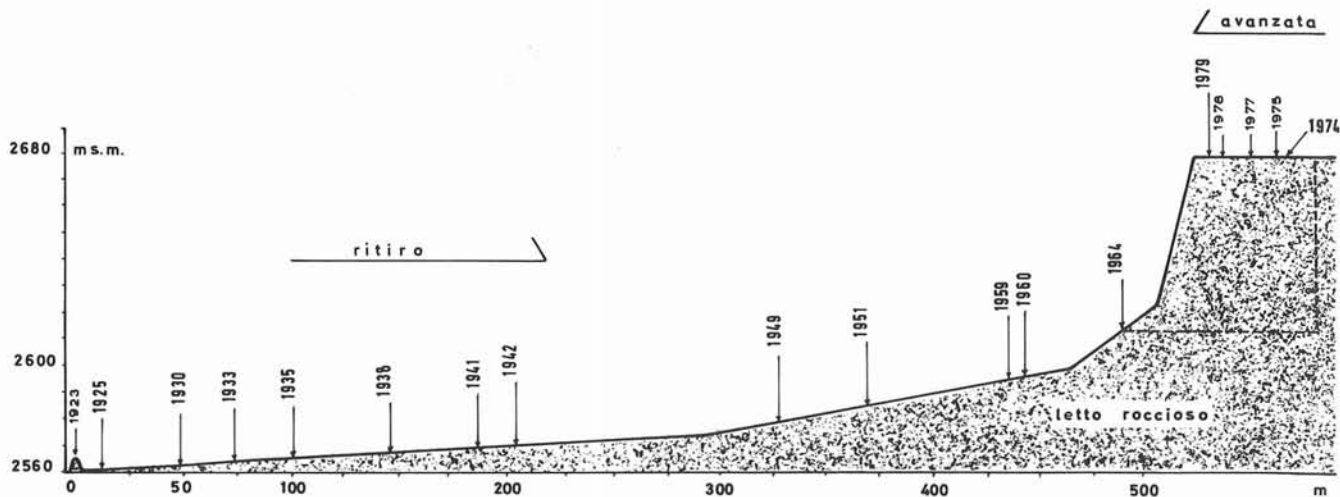


FIG. 3 - Vedretta Alta - Posizioni della fronte della colata settentrionale dal 1923 al 1979 (mancano i dati per il periodo dal 1964 al 1974).

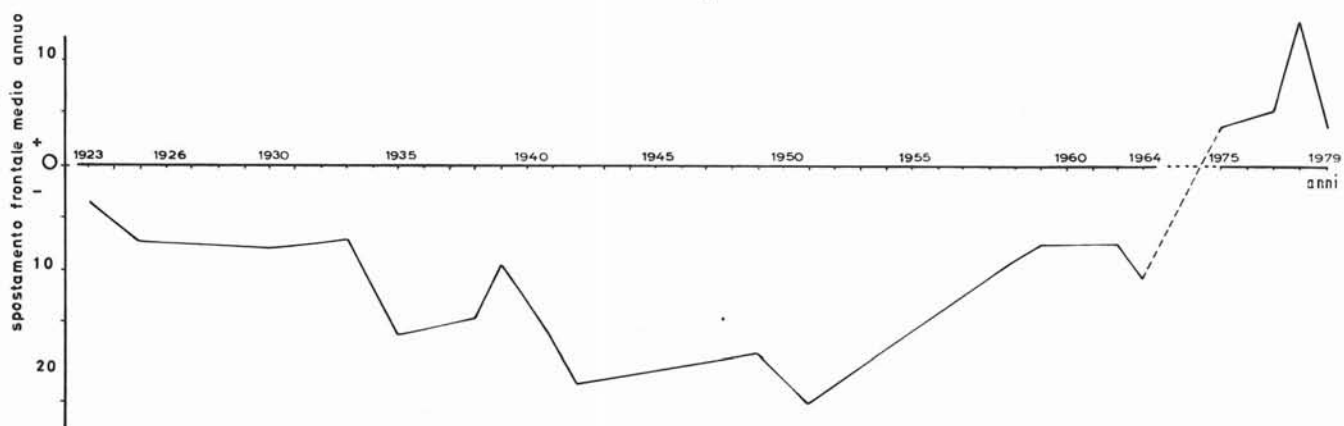


FIG. 4 - Vedretta Alta - Spostamento frontale medio annuo per la fronte della lingua settentrionale dal 1923 al 1979

LA VEDRETTA ALTA

Questo ghiacciaio si trova sul versante destro dell'alta Val Martello (Gruppo Ortles-Cevedale), a $46^{\circ} 27'$ e $30''$ di lat. N, e ad $1^{\circ} 46' 20''$ di long. W di Monte Mario.

Nel Catasto dei Ghiacciai Italiani è classificato di II ordine (pirenaico, di circo-pianalto). La sua attuale estensione ($1,7460 \text{ km}^2$) lo pone tra gli individui glaciali di medie dimensioni dell'intero gruppo montuoso.

Un tempo il ghiacciaio presentava due distinti apparati di ablazione, a forma di lingua, scendenti in due valloni rispettivamente orientati a N e ad W. La lingua occidentale era tanto sviluppata nel secolo scorso da arrivare a confluire con la grande colata del Ghiacciaio della Forcola. Nel 1977 essa poteva considerarsi estinta e sul fondo del vallone rimaneva solo un glacionevato di modesta estensione.

Per la fronte della colata settentrionale, tutt'ora ben sviluppata in proporzione alle dimensioni complessive dell'apparato glaciale, esiste una buona serie di dati ⁽²⁾

⁽²⁾ Cf. le relazioni delle campagne glaciologiche dal 1923 al 1979 in Boll. CGI.

che permette la ricostruzione dell'attività frontale dal 1923 in poi (figg. 3 e 4).

Mancano purtroppo le osservazioni dal 1964 al 1973. Proprio in tale periodo la fronte raggiunse la posizione di massimo arretramento per iniziare, quindi (presumibilmente attorno al 1970) una fase di avanzata che perdurava ancora nel 1979.

DATI MORFOMETRICI

Come per il precedente ghiacciaio, i dati riportati nella tabella seguente sono stati ricavati dalla restituzione alla scala di 1 : 10 000 di un rilievo del 1968, e parzialmente aggiornati poi al 1978.

area totale	1,7460 km ²		lunghezza massima	2 000 m
quota più bassa	2 670 m		larghezza massima	1 400 m
quota più elevata	3 350 m		altitudine mediana	3 059 m
estensione altimetr.	680 m		esposizione preval.	Nord
pendenza media	13°		alimentazione prev.	diretta
quota più elevata del bacino: 3 386 m (Cima Venezia).				

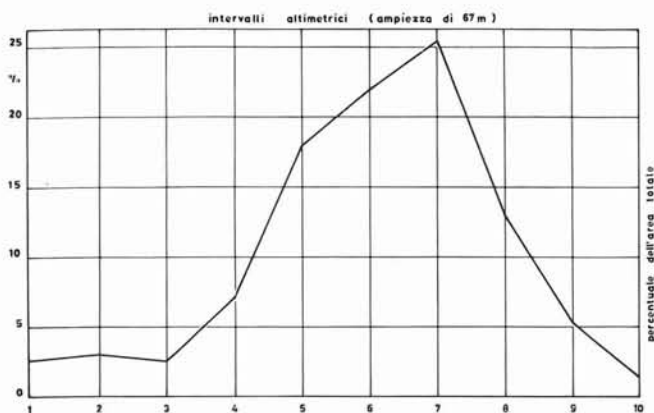


FIG. 5 - Vedretta Alta - Curva della distribuzione percentuale dell'area totale in dieci intervalli altimetrici (secondo AHLMANN, 1948), sulla base del rilievo aerofotogrammetrico del 1968. Area totale: 1,746 km².

La fig. 5 mostra la curva della distribuzione percentuale delle aree ed, in base alla tipologia descritta da AHLMANN (1948) il ghiacciaio può essere classificato come vallivo, pur nelle sue modeste dimensioni.

Ripetendo la stessa osservazione fatta per la Vedretta di Ries, la quota della linea di equilibrio media del biennio (3 020, v. oltre) è venuta a cadere in un intervallo (il 6°) corrispondente ad una discreta percentuale dell'area totale, circa il 22 %. Una oscillazione attorno a tale quota si ripercuote quindi in maniera sensibile nel rapporto tra bacino ablatore e bacino collettore (fattore AAR), una situazione perciò diversa da quella riscontrata per il precedente ghiacciaio.

BILANCIO DI MASSA PER L'ANNATA 1977/78

Anche per questo ghiacciaio il bilancio è stato ottenuto ponendo a confronto le quantità lorde di accumulo ed ablazione misurate direttamente sulla superficie.

I dati riassuntivi totali sono forniti nella seguente tabella:

accumulo lordo		ablazione lorda		bilancio netto	
totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)	totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)	totale (10 ⁶ m ³)	specifico (mm)
2,7650	1 583	2,0540	1 170	+0,7100	+407

Durante un periodo nella stagione estiva è stato seguito l'andamento dell'ablazione netta (fusione di solo ghiaccio) misurata in corrispondenza di alcuni punti fissi sulla superficie (paline di ablazione), nel settore inferiore del ghiacciaio. È stata fatta una serie di successive misurazioni dell'abbassamento della superficie del ghiaccio conseguente appunto alla fusione in un'area complessiva di 0,1320 km², compresa tra la fronte (2 670 m) e l'isoipsa 2 850. Per il periodo dal 10 al 25 Agosto 1978 è stato valutato un deflusso giornaliero medio pari a 3 735 m³ di acqua ed un deflusso totale di 718 000 m³. Per l'intera stagione di ablazione si è calcolato un deflusso medio giornaliero (solo contributo glaciale) di 178 000 m³ d'acqua relativo all'intero ghiacciaio.

Una stazione meteorologica, installata nei pressi della fronte, ha consentito di seguire l'andamento meteorologico della stagione estiva.

Alla fine dell'annata di bilancio è stata calcolata un'altezza della linea di equilibrio pari a 2 895 m, 74 m più bassa dell'altezza mediana. Il fattore AAR che ne è derivato è stato uguale a 71 (%).

A titolo sperimentale, per la stessa annata, è stato eseguito il calcolo del bilancio netto basandosi solo sulla variazione della superficie estiva, quella superficie cioè che si viene a determinare alla fine della stagione di ablazione e che sopporta quindi l'accumulo lordo dell'annata successiva. Per questo è stato sufficiente determinare, presso le paline infisse sulla superficie, l'entità

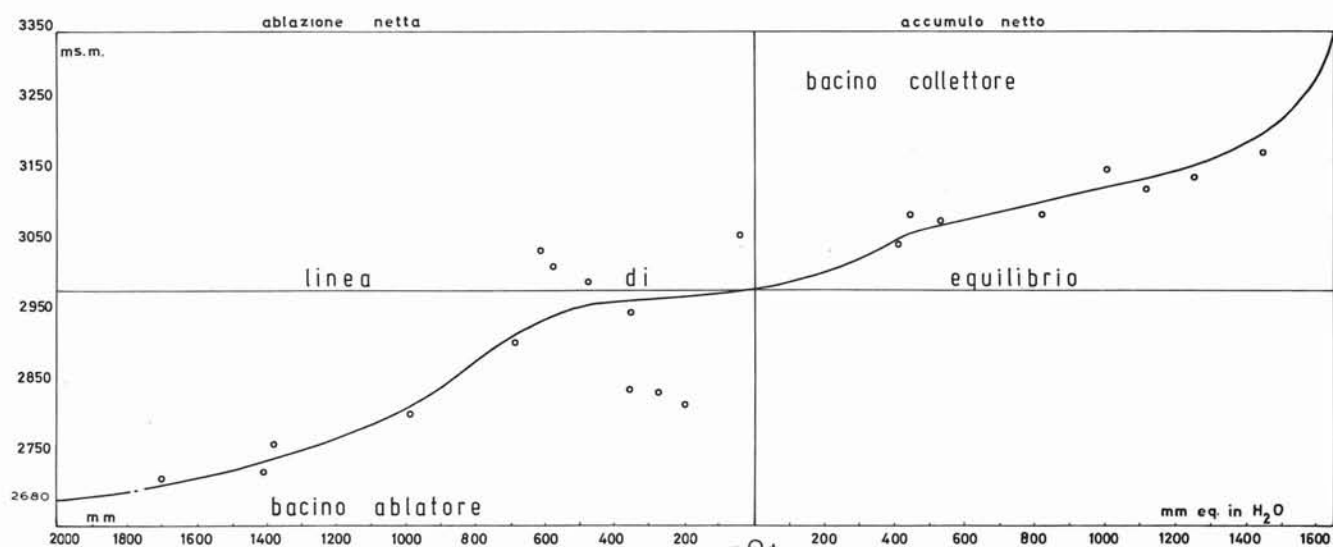


FIG. 6 - Vedretta Alta, bilancio 1977-78 - Variazione della superficie estiva dell'annata 1977-78 rispetto a quella dell'annata 1976-77, in mm di equivalente in acqua. I cerchietti corrispondono alle paline.

dell'ablazione netta, nel bacino ablatore, e quella dell'accumulo netto nel bacino collettore. Le paline di misura ovviamente erano già state poste in opera e cartografate alla fine della precedente annata. Il loro numero è stato determinato in modo da creare una maglia con una densità di 14 punti per chilometro quadro, più che sufficiente in relazione alle caratteristiche stesse del ghiacciaio.

La fig. 6 mostra l'andamento della curva relativa alla

variazione della superficie estiva dell'annata 1977/78 rispetto appunto a quella dell'annata precedente. Tale variazione è stata calcolata in mm di equivalente in acqua e si è dovuto quindi tenere conto delle rispettive densità delle masse in gioco (ghiaccio, nevato e neve). Per mezzo della curva (costruita per interpolazione) è stato ricavato il bilancio netto che, in questo caso, non tiene conto delle quantità lorde di accumulo ed ablazione.

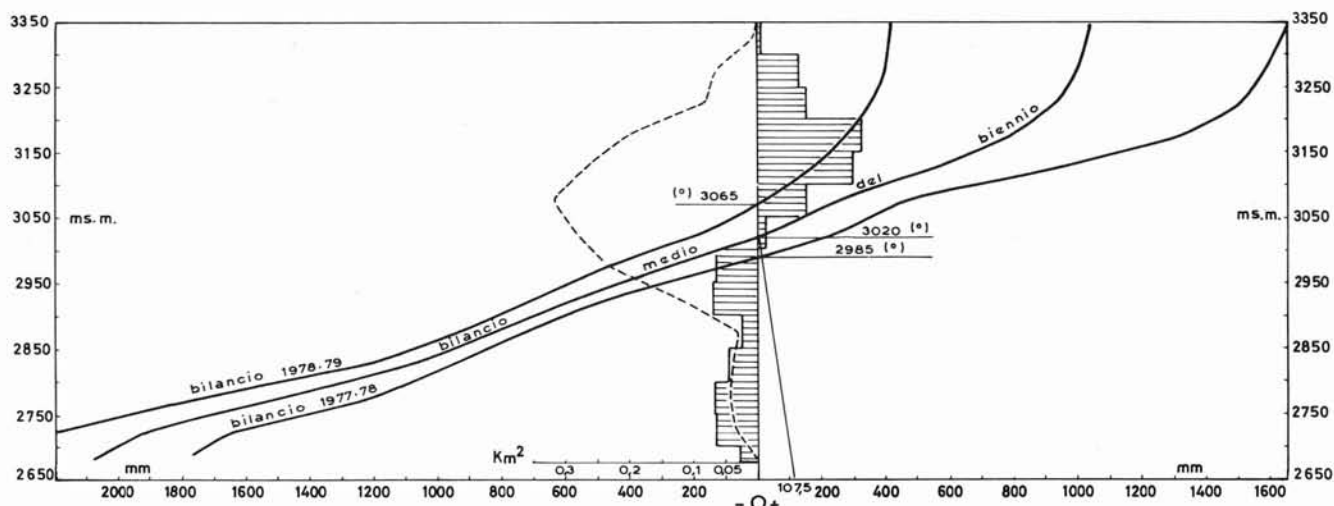


Fig. 7 - Vedretta Alta, 1977-78 e 1978-79. Andamento del bilancio (specifico e totale). La linea tratteggiata indica la distribuzione areale in funzione dell'altitudine, il segno (°) l'altezza della linea di equilibrio, gli istogrammi a righettato orizzontale il bilancio totale (media del biennio).

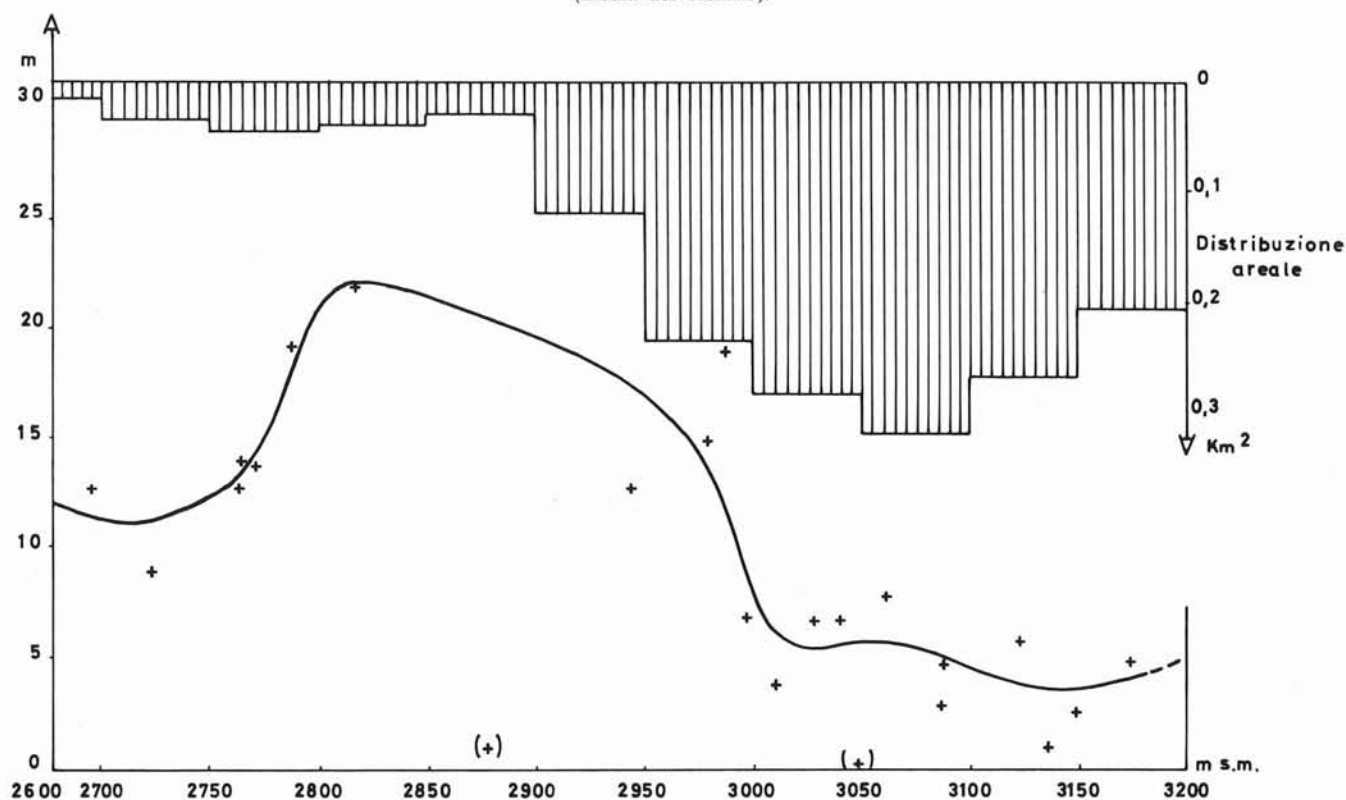


Fig. 8 - Vedretta Alta - Variazione dell'altitudine della superficie del ghiacciaio dal 1968 al 1978 e istogramma della distribuzione areale (nel 1968). Le croci indicano la posizione delle paline.

BILANCIO DI MASSA PER L'ANNATA 1978/79

Sulla base dei soddisfacenti risultati precedenti, per l'annata in esame si è preferito operare direttamente con il suddetto metodo. Si deve aggiungere che tale decisione è stata presa anche per la impossibilità di eseguire le misure di accumulo lordo a causa dell'ambiente che era stato valutato troppo pericoloso sia per le valanghe che, soprattutto, per i crepacci che erano nel frattempo notevolmente aumentati sia di numero che di dimensioni, specialmente nel settore medio-basso del ghiacciaio.

È chiaro che operando col metodo della superficie estiva, senza l'effettuazione delle misure alla fine della stagione invernale, non vengono calcolati i termini di entrata e di uscita del « budget » glaciale (accumulo ed ablazione lordi), ma se ne determina il solo « saldo » (bilancio netto). D'altra parte il metodo presenta l'indiscutibile vantaggio di richiedere (in teoria!) un solo intervento diretto sul ghiacciaio, e nelle migliori condizioni operative: alla fine della stagione di ablazione.

Per l'annata in esame si sono ottenuti dunque i seguenti risultati:

bilancio netto totale: $-0,3350 \times 10^6 \text{ m}^3$ di EW;
bilancio netto specifico: -192 mm.

I valori di bilancio (fig. 7) sono stati compresi tra un massimo negativo di 2 400 mm (in prossimità della fronte), ed un massimo positivo di 400 mm, nella parte più elevata del bacino collettore. Il gradiente medio di bilancio è stato pari a 430 mm/100 m. La quota della linea di equilibrio è stata calcolata di 3 065 m ed il valore del fattore AAR è stato pari a 47 (%). Riguardo alla media del biennio, il bilancio si è chiuso con un leggero incremento di massa e col fattore AAR pari a 60, mentre l'altezza media della linea di equilibrio è stata di 3 020 m.

BILANCIO RELATIVO AL DECENNIO 1968-1978

Sulla base di due rilievi, uno terrestre ed uno aereo, eseguiti rispettivamente nel 1968 e nel 1978, entrambi

restituiti alla scala 1 : 10 000, è stato tentato un calcolo almeno indicativo di bilancio decennale. Il computo si è basato sulla variazione di quota della superficie del ghiacciaio in tale arco di tempo.

I risultati ottenuti sono stati i seguenti:

bilancio totale specifico: $+6 690$ mm;
bilancio totale netto: $+11,6810 \times 10^6 \text{ m}^3$ di HW.

Più che l'aspetto quantitativo, risulta di maggiore interesse osservare la distribuzione della variazione rispetto alla distribuzione areale del ghiacciaio. La fig. 8 illustra la variazione (in metri) dell'altitudine della superficie dal 1968 al 1978. Si osservi la forma e la distribuzione della variazione della superficie e come il culmine dell'« onda » coincida con la parte superiore del bacino ablatore. Si potrebbe supporre che un simile andamento possa rispecchiare un processo dinamico di trasferimento di massa in atto per il ghiacciaio. In tale ipotesi parrebbe verosimile attendersi che la fase di espansione frontale, riscontrata ancora nel 1979, possa continuare manifestando, magari, una sensibile accentuazione.

BIBLIOGRAFIA

- AHLMANN H. W. (1948) - *Glaciological research on the North Atlantic Coasts*. R.G.S. Res. Ser., 1, 1-83.
- COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO (1959-1962) - *Catasto dei Ghiacciai Italiani*. 4 voll., Torino.
- ZANON G. (1969) - *Ricerche sul bilancio di massa glaciale, con applicazione al Ghiacciaio della Marmolada (Alpi Orientali)*. Boll. CGI, ser. 2, 15 (parte prima), 23-69.
- ZANON G. (1970) - *Studi sul bilancio di massa del Ghiacciaio del Caresèr (Alpi Centrali). Risultati per le annate 1966-67 e 1967-68*. Atti Mem. Acc. Patavina Sc. Lett. Arti, 82 (1969-1970), II, 457-494, 2 tt.
- ZANON G. (1982) - *Recent Glaciological Research in the Ortles-Cevedale Region (Italian Alps)*. Geogr. Fis. Dinam. Quater., 5, 75-81, 6 ff.