

Dinamica di accumulo e ablazione delle

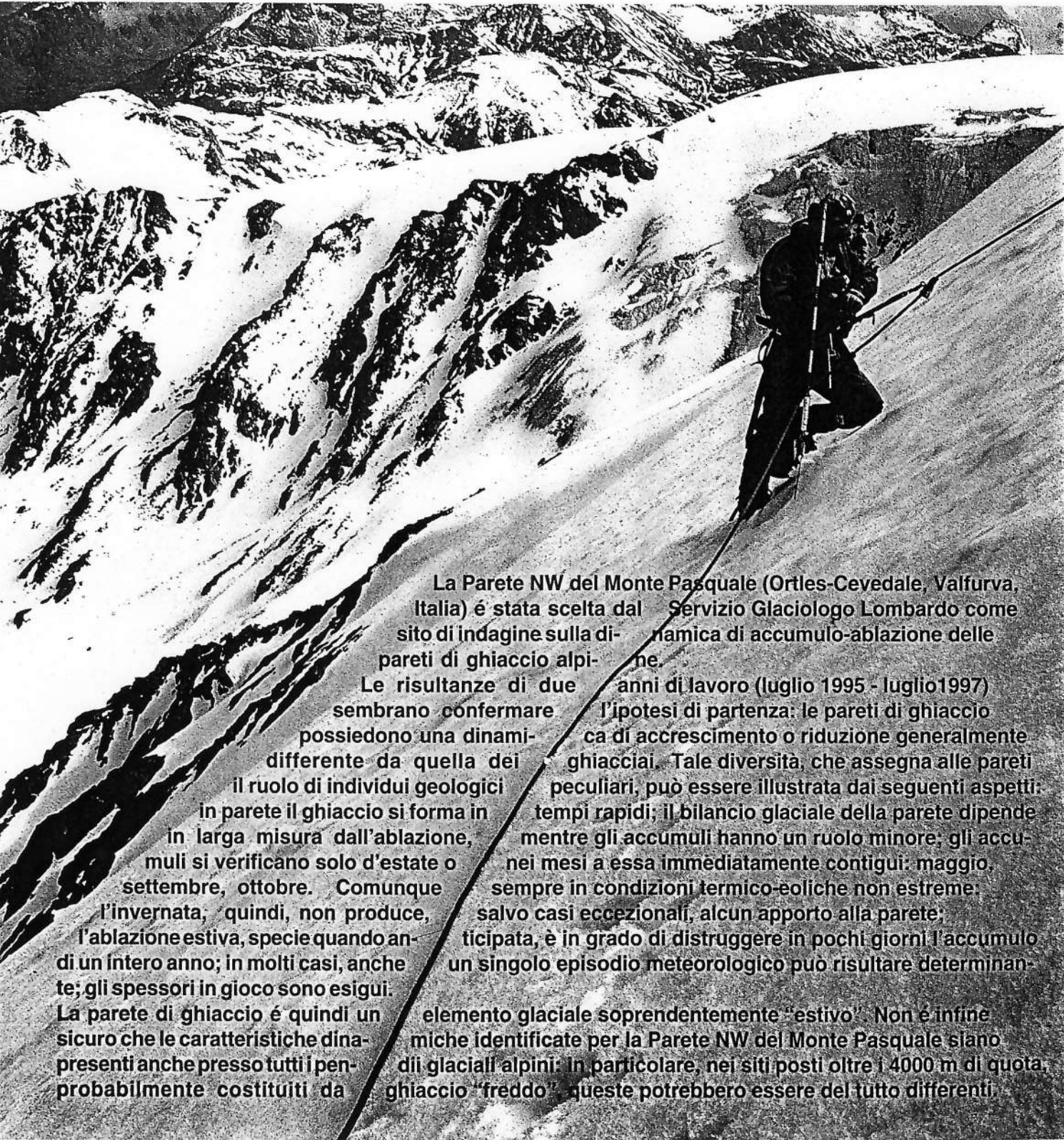
PARETI DI

**Le nuove
acquisizioni
scaturite dallo
studio e dalle
osservazioni
effettuate sulla
parete Nord-Ovest
del Monte Pasquale**

Giuseppe Cola , Valerio Paneri ,
Antonio C. Galluccio,
Fabrizio Righetti, Alessandro Galluccio
del Servizio Glaciologico Lombardo
Milano



GHIACCIO



La Parete NW del Monte Pasquale (Ortles-Cevedale, Valfurva, Italia) è stata scelta dal Servizio Glaciologo Lombardo come sito di indagine sulla dinamica di accumulo-ablazione delle pareti di ghiaccio alpine.

Le risultanze di due anni di lavoro (luglio 1995 - luglio 1997) sembrano confermare l'ipotesi di partenza: le pareti di ghiaccio possiedono una dinamica di accrescimento o riduzione generalmente differente da quella dei ghiacciai. Tale diversità, che assegna alle pareti il ruolo di individui geologici peculiari, può essere illustrata dai seguenti aspetti: in parete il ghiaccio si forma in tempi rapidi; il bilancio glaciale della parete dipende in larga misura dall'ablazione, mentre gli accumuli hanno un ruolo minore; gli accumuli si verificano solo d'estate o settembre, ottobre. Comunque nei mesi a essa immediatamente contigui: maggio, l'invernata; quindi, non produce, sempre in condizioni termico-eoliche non estreme; l'ablazione estiva, specie quando salvato, è in grado di distruggere in pochi giorni l'accumulo; e in molti casi, anche un singolo episodio meteorologico può risultare determinante; gli spessori in gioco sono esigui.

La parete di ghiaccio è quindi un elemento glaciale sorprendentemente "estivo". Non è infine sicuro che le caratteristiche dinamiche identificate per la Parete NW del Monte Pasquale siano presenti anche presso tutti i pendii glaciali alpini: in particolare, nei siti posti oltre i 4000 m di quota, probabilmente costituiti da ghiaccio "freddo", queste potrebbero essere del tutto differenti.



Pagina precedente: controllo dello spessore del manto nevoso presso le paline 1 e 2 del 14/7/96 e (foto piccola) vista dal rifugio Pizzini il 21/8/41.

Sopra: momenti in parete nel corso delle operazioni di rilevamento

FIG. 1- Schizzo della Parete NW del Monte Pasquale tratto da una foto eseguita il 27 luglio 1996: situazione della neve residua, del ghiaccio scoperto e ubicazione delle due coppie di paline. Nella foto sotto è evidenziata la porzione di parete rappresentata nello schizzo.

INTRODUZIONE

I ricercatori del Servizio Glaciologico Lombardo si occupano, da cinque anni, di fornire un contributo allo studio delle complesse dinamiche che regolano il bilancio di accumulo-ablazione delle pareti di ghiaccio alpine. Presupposto a tale interesse, che ha visto finora la pubblicazione di due lavori (1) (2), è stata l'osservazione di un fenomeno inatteso: l'andamento generale delle pareti si è discostato in molte occasioni da quello dei sottostanti ghiacciai, almeno nel XX secolo, periodo per il quale si dispone di sufficiente iconografia. Ad esempio, in fasi di ritiro glaciale complessivo, quale quella relativa agli Anni Trenta sul versante sudalpino, le pareti si sono conservate se non addirittura accresciute. La deduzione possibile è che le condizioni climatiche che ne determinano il bilancio siano differenti da quelle valide per i settori sub-pianeggianti. Questa ipotesi trova un valido supporto nell'analisi del decennio appena trascorso, compreso tra il 1985 e il 1995, per il quale la documentazione è completa e i dati meteorologici sicuri: in questo periodo, il clima è stato così avverso

al glacialismo da potersi concludere che, se non si invocano dinamiche del tutto particolari e fenomeni di autoconservazione, va considerata quasi miracolosa la persistenza di molti dei pendii ghiacciati alpini, costituiti da spessori di ghiaccio dell'ordine di pochi metri. Nonostante tutto, per fortuna, le grandi vie alpinistiche in ghiaccio e misto esistono ancora, anche se a tutti i praticanti è risultata evidente la sostanziale diversità tra le pareti attuali e quelle, ad esempio, degli Anni Settanta. La ricerca in argomento si presenta ardua; essa è inoltre praticamente impossibile da praticare su vasta scala, per motivi economici, logistici e di risorse umane. Il S.G.L. ha così deciso di concentrare i propri sforzi su un unico pendio glaciale di facile accessibilità e di buona osservabilità da valle, la Parete NW del Monte Pasquale (3552 m, Ortles-Cevedale, Valfurva, Lombardia, Italia), senza tuttavia trascurare il monitoraggio a distanza di numerose altre pareti alpine. L'idea di fondo era quella di ottenere dati e osservazioni in loco che consentissero di orientare la ricerca, nella convinzione che, identificati i meccanismi principali della dinamica della copertura glaciale di un

caso puntiforme, fosse possibile "esportare" i modelli ottenuti sull'intera globalità del fenomeno, magari apponendo successivamente gli opportuni correttivi alla miriade di situazioni possibili (esposizione, quota media, situazione orografico-climatica del sito ecc.).

MATERIALI E METODI

Gli Autori del primo contributo in letteratura (Galluccio A. e Righetti F., 1994), definiscono le pareti di ghiaccio come "quei ripidi settori glacializzati delle montagne, di norma situati nei pressi delle vette o degli apici dei crinali, che sono delimitati in basso da una crepaccia terminale parziale o a tutto spessore e che presentano un profilo regolare, non interrotto da pianori, seracchi o contropendenze".

Si intende che l'inclinazione debba essere uguale o superiore ai 40° e non si rinvengano interruzioni evidenti della regolarità del profilo che possano generare gli accumuli distrettuali tipici dei sub-pianori. La Parete NW del Monte Pasquale coincide in effetti con i requisiti tecnici descritti nel lavoro citato. Inoltre, l'inclinazione non molto elevata della parete (40-50° nel settore sommitale) consente di utilizzare le normali paline ablatometriche e di compiere lo scavo di trincee. A partire dal 9 luglio 1995 sono così iniziati i lavori: 4 paline di alluminio (successivamente portate a 6 nel 1996), dotate di zebratura centimetrica colorata per i controlli a distanza, sono state infisse nel ghiaccio utilizzando una apposita trivella a mano di m. 1.5 di lunghezza; si è provveduto a raccordarle, mediante un sottile cavo di nylon di oltre 300 m di lunghezza, ad un ancoraggio posto in prossimità della vetta: questa misura prudenziale è stata adottata per evitare che, per effetto di una fuoriuscita accidentale, le aste potessero colpire gli alpinisti impegnati nella ascensione della parete.

Sono stati effettuati circa 30 controlli in due anni, costituiti da una decina di sopralluoghi in parete (con la raccolta di profili stratigrafici della neve e del nevato) e da 20 osserva-

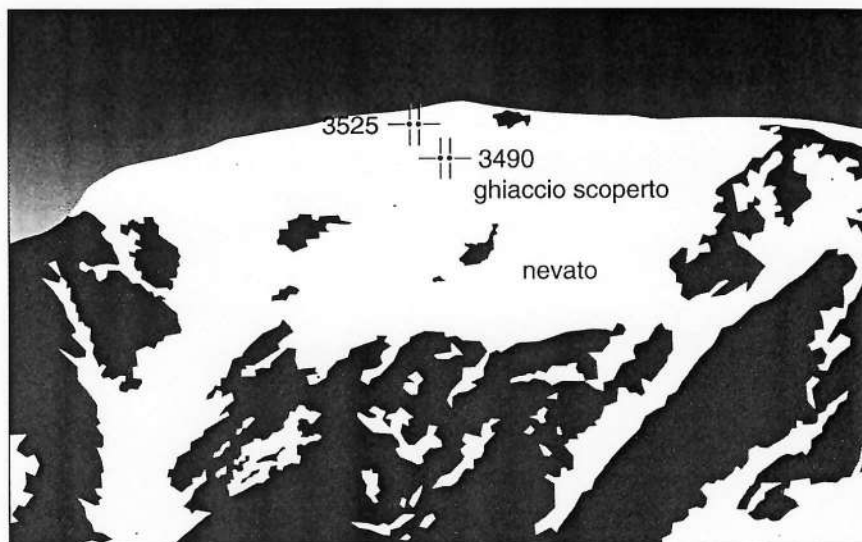
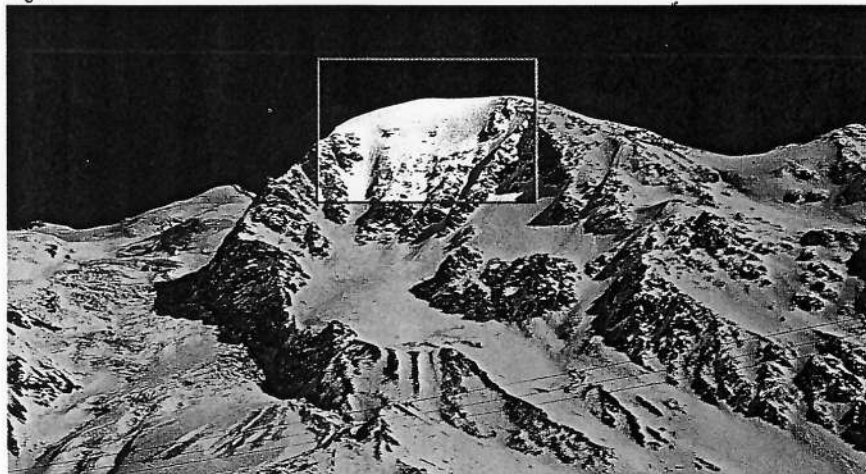


Fig 1



zioni a distanza: per questa operazione è stato impiegato un piccolo telescopio di 8 cm di apertura e 100 cm di focale, dotato di ottica con configurazione Schmidt-Cassegrain, che garantisce un potere risolutivo di 1,5 secondi d'arco. Tale metodica, innovativa, consente di percepire come nettamente distinte due linee separate da un intervallo di solo 2 cm, garantendo la lettura del valore di emersione delle paline con un errore di circa 1 cm. Il punto fisso di osservazione è posto a 3 km dalla parete.

SINTESI DEI DATI RACCOLTI

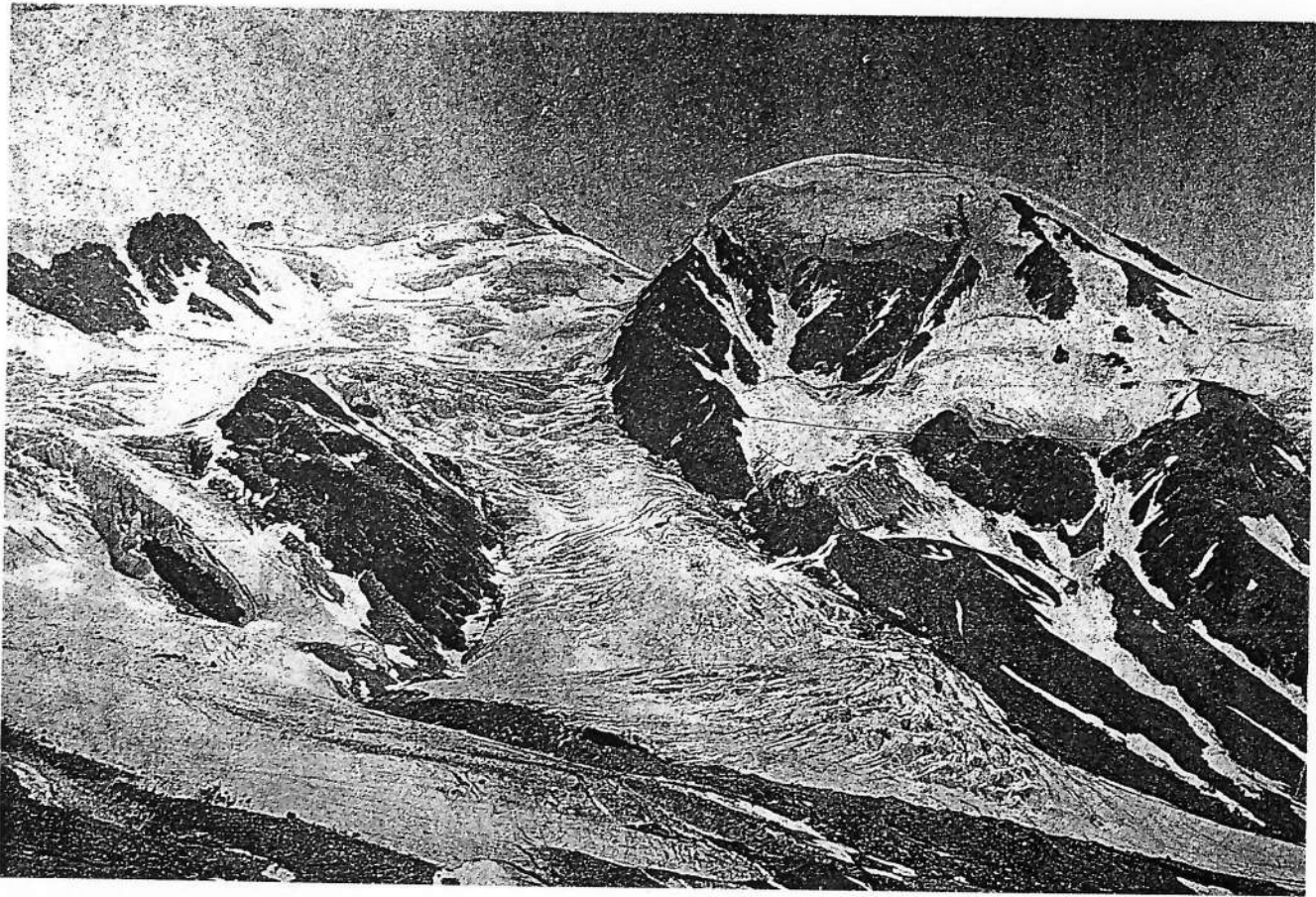
I primi 17 mesi di lavoro (9 luglio 1995-9 novembre 1996)

Il 9 luglio 1995 vengono infisse due coppie di paline nel settore più elevato della parete, la prima a 3490 m di quota, l'altra a 3525 m (paline 1 e 2, 3 e 4, fig. 1). In

questa occasione, si rinviene una copertura di neve esigua ma di spessore abbastanza uniforme, variabile tra i 40 e i 55 cm. Lo strato è costituito da due subunità, di cui quella inferiore, è a granulometria più grossolana, indice di un maggior numero di cicli di gelo-disgelo, rispetto allo strato sovrastante più recente. Al contatto neve-ghiaccio viene notato un sottile orizzonte di neve trasformata: in questo punto è attiva la rapida trasformazione della neve in ghiaccio.

Il 6 agosto 1995 la parete si presenta quasi del tutto spoglia di neve: residua una stretta fascia situata presso il suo bordo inferiore. Durante il controllo del 25 agosto si misura l'entità della fusione estiva, ricavabile dal valore di emersione delle paline dal ghiaccio: tra i 38 e i 67 cm.

L'8 settembre il pendio è coperto da 30 cm di neve, che divengono 70 cm il giorno 22. Ai diversi episodi perturbati fa sempre seguito una fase ventosa, con azione deflattiva che



In questa pagina: foto della parete in esame ripresa in diverse epoche, in alto all'inizio del secolo, sopra nel 1960 e sotto nel 1995.



riduce lo spessore dell'accumulo. A fine settembre, la stabilità atmosferica intercorsa permette la compattazione dello strato: il giorno 8 ottobre esso è profondo tra i 20 e i 30 cm. Il rilievo stratigrafico mette in luce due strati, di cui quello superiore è formato da cristalli di piccole dimensioni, tipici prodotti finali del metamorfismo da isotermità, mentre quello più profondo è popolato da cristalli a facce piane che sono indicatori della fase iniziale del metamorfismo da gradiente. Il rialzo termico che si verifica nelle due prime decadi di ottobre riesce probabilmente ad arrestare la metamorfosi da gradiente, instaurando nel manto nevoso una debole fase liquida che contribuisce a "legare" la neve al ghiaccio sottostante. Questa ipotesi viene avvalorata dalla mancata osservazione di valanghe a lastroni (indice di uno strato basale a debole coesione) nel settore più elevato della parete, dove abitualmente si eseguono i rilievi stratigrafici, evento che si sarebbe puntualmente verificato a seguito di successive nevicate, qualora l'evoluzione verso uno strato di cristalli a calice fosse giunta al termine.

Il 10 dicembre 1995, la parete presenta un aspetto cromatico grigio-nerastro. La neve "bianca" è rimasta attaccata al pendio solo nelle zone estreme, superiore e inferiore, e laterali. Il suo spessore medio è di 22 cm: a partire da ottobre non si è quindi verificato alcun incremento. Nell'ambito della porzione centrale scoperta, sono chiaramente visibili le orme impresse nella neve nel corso del controllo dell'8 ottobre. foto Questo rilievo "da campo", di grande importanza, dimostra come la copertura nevosa presente a ottobre si sia trasformata in ghiaccio in soli 60 giorni, o anche meno. Abbiamo così un primo riscontro concreto che avvalorava una delle ipotesi-guida della nostra ricerca: sulle pareti di ghiaccio, il metamorfismo della neve può avere tempi molto brevi, assai più rapidi di quelli che la letteratura indica per i pianori glaciali. Il giorno 10 marzo le "orme di ottobre" sono ancora chiaramente visibili, il che conferma che durante tutto il periodo invernale in parete non si è prodotto alcun accumulo. Il dato è confermato dal valore di emersione delle paline, identico a quello misurato il 10 dicembre.

Gli apporti nevosi riprendono in Aprile. Lo spessore della neve che si deposita non è però uniforme, tendendo a diminuire con l'aumentare della quota. Il 21 aprile, infatti, si misurano 40 cm nel settore sommitale e 55 cm presso le paline più basse.

All'inizio del mese di giugno, tali valori sono rispettivamente di 45 e 80 cm: maggio ha visto il susseguirsi di numerosi episodi perturbati e, in tal senso, questo incremento dell'accumulo va considerato molto modesto, a causa dell'azione demolitrice del vento nelle ore immediatamente successive all'evento meteorico. Il rialzo termico e la maggior durata dell'irraggiamento intaccano successivamente l'esiguo strato di neve residua, nonostante le numerose neviccate che si susseguono anche nel corso del mese di giugno: il 29.6 si misurano soli 20-30 cm, mentre sono visibili alcune valanghe di neve umida che traggono origine da due piccoli affioramenti rocciosi centrali e dalle sponde che delimitano il settore inferiore della parete.

Il 14 luglio è possibile misurare sia la neve residua che l'accrescimento del ghiaccio relativi alla stagione di accumulo 1995-96: presso le paline superiori i valori sono rispettivamente di 14 e 20 cm, mentre più in basso (paline inferiori) sono di 40 e 12 cm. Da questi dati si può dedurre come la neve si accumuli maggiormente alle quote più basse e che la minore copertura nevosa di quelle superiori favorisca in queste



PARETE NW MONTE PASQUALE: ACCUMULO E FUSIONE DEL GHIACCIO DELL'ANNO (cm)

ACCUMULO

FUSIONE

PALINA	ANNO 1995-1996	ESTATE 1995	ESTATE 1996
1	11	51	21
2	14	n.r	19
3	20	38	36
4	19	67	40
MEDIA	16	52	32

Fig 2

Scheda Rilevazione

Effettuata il: 13 Ottobre 1996

Progressivo giorni: 462

da: Cola G, Galluccio Al, Paneri V.

Misure:

Valori rilevati di emersione

Palina 1	105 cm
Palina 2	105 cm
Palina 3	107 cm
Palina 4	114 cm
Palina 5	0 cm
Palina 6	57 cm

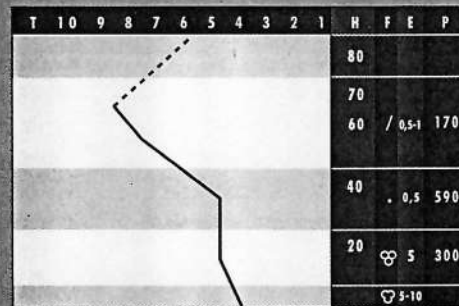
Valori riferiti alla prima misura di emersione

Palina 1	96 cm
Palina 2	97 cm
Palina 3	101 cm
Palina 4	120 cm
Palina 5	
Palina 6	

Fig 3

Osservazioni:

Viene effettuata una stratigrafia della neve su uno spessore di 76 cm, presso le paline 1 e 2, che mette in luce 4 strati con caratteristiche differenti. Partendo dal basso, a contatto con il ghiaccio, è presente un sottile strato di 7 cm, dotato di media coesione, quel che rimane della nevicata dei primi giorni d'agosto, composto di cristalli poligranulari di grosse dimensioni (5-10 mm), legati tra di loro con dei ponti di ghiaccio. Le grosse dimensioni dei cristalli lasciano numerosi vuoti tra di essi. Salendo si incontra uno strato di 19 cm, deposto in occasione delle neviccate avvenute nella seconda decade di agosto, caratterizzato da neve molto compatta, con peso specifico di 300 Kg/m³, interessato dal metamorfismo di fusione come il sottostante, ma con cristalli di dimensioni inferiori rispetto ai precedenti. Al di sopra è presente uno strato di 20 cm, deposto a fine agosto, costituito da piccoli cristalli rotondeggianti, fase finale del metamorfismo di isoterma, con peso specifico 290 Kg/m³. Infine uno strato di 30 cm, formato dalla neve caduta a settembre ed a inizio ottobre, composto da cristalli ancora sottoposti al metamorfismo di isoterma, con peso specifico di 170 Kg/m³. Nei pressi della palina 1 vengono effettuate misurazioni della temperatura di aria, neve e ghiaccio a diverse profondità:



Temp. ghiaccio a 130 cm di profondità: -0,3°C

Fig 2 - accumulo in ghiaccio nella stagione 1995/96 e raffronto tra i valori di fusione della Parete NW del Monte Pasquale nelle estati del 1995 e del 1996.

A fianco: esecuzione del profilo stratigrafico della neve in corrispondenza della palina 5.



zone la rapida trasformazione del nevato in ghiaccio. Il rilievo stratigrafico segnala un peso specifico globale di 370 Kg/mc, valori tipici della neve primaverile. Il giorno 27 luglio 1996 (fig. 1) la parete appare del tutto scoperta nel settore sommitale e centrale, mentre la neve occupa solo la parte inferiore. La fase di ablazione viene bruscamente interrotta dalle nevicate che si verificano i giorni 3 e 11-12 agosto: in questo secondo episodio, la neve imbianca le valli sino ai 2200 m di quota. L'entità della fusione estiva risulta così nettamente inferiore rispetto all'annata precedente, in ragione dell'esiguità del periodo in cui la parete si è presentata priva di neve (circa 10 giorni). Presso le paline superiori, essa è di 38 cm di ghiaccio mentre nel settore di quelle più basse è di 20 cm. Come sempre, nella parte alta della parete l'ablazione inizia più precocemente che in quella inferiore a causa del minore spessore degli accumuli. Nel mese di agosto, la Parete NW del Monte Pasquale riceve importanti apporti nevosi: il 24 agosto si misurano 20-30 cm che diventano 58-72 cm il giorno 31. Le precipitazioni sono sempre nevose, sul pendio non si hanno piogge dilavanti.

•Le note di questo paragrafo sono tratte, dopo opportuna revisione, da Ricerche sulla dinamica di accumulo-ablazione della Parete NW del Monte Pasquale, di Cola G., Paneri V., Galluccio A.C., Righetti F.,

Galluccio A. (Servizio Glaciologico Lombardo), Annuario della Sezione Valtellinese del Club Alpino Italiano, p. 172-180, aprile 1997, Sondrio, Italy. Il periodo successivo, per l'intero mese di settembre, vede precipitazioni di scarsa consistenza, più che compensate da un'intensa attività deflattiva: il giorno 30, presso le paline inferiori, viene misurato uno spessore di 62 cm, simile a quello di fine agosto, che risulta di soli 40 cm in corrispondenza delle paline superiori. All'inizio del mese di ottobre si registra la ripresa degli apporti: il giorno 9 le paline basse sono coperte da 74 cm di neve che diventano 59 cm per quelle di quota 3525. Il giorno 13 tutti i caposaldi mostrano uno spessore di 80 cm: il pendio, dopo la fase prevalentemente deflattiva di settembre, è quindi coperto da uno strato uniformemente distribuito. In occasione di quest'ultimo rilievo, si effettua la stratigrafia in un punto dove lo spessore della neve risulta di 76 cm. Partendo dal basso, è visibile un orizzonte di 7 cm, a contatto con il ghiaccio, dotato di media coesione: si tratta del residuo della nevicata dei primi giorni di agosto. E' composto da cristalli poligranulari di grosse dimensioni (5-10 mm) collegati da ponti di ghiaccio e separati da spazi vuoti piuttosto ampi. Al di sopra, si incontra uno strato di 19 cm, deposto in occasione delle nevicate della seconda decade di agosto, caratterizzato da neve molto com-

patta, con peso specifico di 300 Kg/mc, interessato dal metamorfismo di fusione come il sottostante ma contenente cristalli di dimensioni inferiori. Più sopra è presente uno strato di 20 cm, deposto a fine agosto, costituito da piccoli cristalli rotondeggianti, fase finale del metamorfismo di isoterma, con peso specifico di 290 Kg/mc. Per ultimo uno strato di 30 cm, riferibile alle precipitazioni di settembre e soprattutto a quelle dei primi giorni di ottobre, composto da cristalli ancora sottoposti al metamorfismo di isoterma, con peso specifico di 170 Kg/mc. Infine, utilizzando un termometro digitale, si è provveduto a misurare la temperatura del ghiaccio sul fondo di un buco di 130 cm di profondità: il valore riscontrato, di -0,3 °C, sembra suggerire che il ghiaccio della Parete NW del Monte Pasquale sia del tipo "caldo" o "temperato". Nei giorni 24 ottobre e 2 e 9 novembre vengono svolti gli ultimi tre controlli di questa fase del lavoro. Presso le paline superiori lo spessore della neve risulta rispettivamente di 30, 20 e 18 cm, mentre quelle inferiori registrano 60, 55 e 40 cm di spessore. Nonostante le consistenti precipitazioni solide che si sono susseguite nel mese di ottobre, si assiste quindi, soprattutto nel settore superiore della parete, ad una riduzione dello spessore degli accumuli. Il vento, infatti, ne ha asportato buona parte e ha favorito il naturale compattamento. La copertura nevosa è ora costituita principalmente dallo strato basale, formato dalle prime nevicate di agosto, caratterizzato da notevole coesione e quindi difficilmente intaccabile.

GLI ULTIMI CONTROLLI

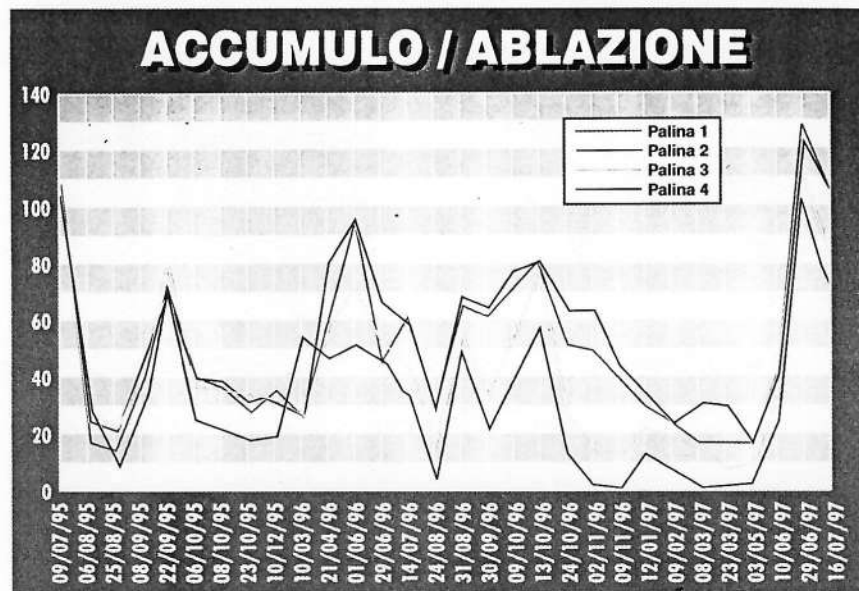
**(10 novembre 1996
23 marzo 1997)**

A partire dal 10 novembre 1996, e soprattutto nella seconda decade del mese, si verificano precipitazioni abbondantissime, tra le più cospicue del secolo, limitatamente a questo periodo autunnale e all'area geografica in esame. I valori pluviometrici, nelle Alpi Centrali, raggiungono in

alcuni casi anche il 300% della media. Altre importanti nevicate si susseguono dal 20 dicembre sino al 4 gennaio: una fase perturbata memorabile. Eppure, il 12 gennaio 1997 la parete presenta una copertura di soli 30 cm di neve, di entità quindi simile al controllo di inizio-novembre: le grandi nevicate intercorse tra le due misure non hanno quasi lasciato traccia sul pendio. Le successive letture del 9 febbraio e dell' 8 marzo mostrano una ulteriore diminuzione dello spessore della neve. Importante sottolineare come, dopo il 9 gennaio, si sia prodotta una fase siccitosa di durata eccezionale (111 giorni presso la Stazione Meteorologica di S. Antonio di Valfurva). Il giorno 23 marzo viene svolto il primo controllo in parete del nuovo anno. Nella porzione in cui sono situate le paline rinveniamo pochissima neve: gli spessori variano tra i 10 e i 20 cm, mentre l'emersione delle paline dal ghiaccio risulta nettamente inferiore rispetto al sopralluogo del 13 ottobre. Si è quindi avuto, tra le due date, un apprezzabile accrescimento del ghiaccio a spese dello strato di neve, esiguo, di copertura. I valori variano tra i 10 e i 14 cm.

DISCUSSIONE

È utile ripercorrere qui brevemente l'itinerario ideativo che sorregge la nostra ricerca sulle pareti di ghiaccio. In seguito alla osservazione iniziale della dimostrata difformità tra l'andamento delle pareti e quello dei ghiacciai sottostanti nel corso di una stessa fase climatica, lo studio si è incentrato sulla possibilità di dimostrare che era la "qualità" delle precipitazioni a fornire il supporto a questa diversità. Nei contributi precedenti, identificammo nelle precipitazioni a ridosso dell'estate, in quelle autunnali e in quelle della tarda primavera le sole utili all'accumulo di neve sui pendii ghiacciati, mentre assegnammo al regime termico-pluviometrico dell'estate e, secondariamente alla ventosità della fase fredda (deflazione degli accumuli), il ruolo centrale nella fase ablativa ma anche quello principale dell'intero processo di accumulo-ablazione. Ipotizzammo inoltre che i pendii possedessero la capacità di



trasformare la neve in ghiaccio in tempi assai più rapidi di quelli che la letteratura ci consegna per i pianori glaciali. Le conseguenze di tali rilievi erano sorprendenti: in inverno sulle pareti di ghiaccio non accade quasi nulla, esse vivono o muoiono nel periodo caldo; le pareti di ghiaccio tendono ad automantenersi, giovandosi assai più di una limitata ablazione che di accumuli considerevoli, che, tra l'altro, non si verificherebbero in ogni caso; l'intero universo-parete appare come un individuo geologico a sé stante, connotato da equilibri delicatissimi e sovente legati al singolo episodio meteorologico o a un piccolo gruppo di questi. I dati e le osservazioni raccolti in due anni di lavoro sembrano confermare tutte queste ipotesi, anche se rimangono molti dubbi e incertezze. Vediamo in sintesi quelli che appaiono come possibili punti fermi, fin qui acquisiti:

- il ghiaccio in parete si forma in tempi rapidi (giorni, settimane o mesi). Le "orme di ottobre" (1995-96) e il controllo del 23 marzo 1997 dimostrano che la neve della tarda estate-inizio autunno del 1995, nel primo caso, e dell'agosto 1996, nel secondo, si è trasformata in ghiaccio in 60-200 giorni. È inoltre possibile, e anzi molto probabile, che minime nevicate estive, seguite da disgelo parziale e successivo rigelo, costituiscano orizzonti centimetrici di ghiaccio colato in pochi giorni. La genesi di questo ghiaccio nella fase calda

FIG. 4- Grafico indicativo dell'entità globale di accumulo e ablazione del nevato e del ghiaccio nel periodo luglio 1995-ottobre 1997 (4 paline): si nota il plateau relativo all'invernata, attestante l'assenza di accumulo in gran parte della stagione fredda.

Pagina a fianco: versante Nord-Ovest del Monte Pasquale in pieno inverno (12/1/1997).

dell'anno è imputabile ai cicli disgelo-rigelo e a percolazione degli strati nevosi soprastanti, mentre rimane misteriosa per ciò che concerne la stagione fredda. A questo meccanismo "estivo" può spiegare come la formazione del ghiaccio si verifichi più rapidamente in quei settori di parete dove gli spessori nevosi sono minori (nel nostro caso, nelle zone più elevate; qui concomita anche una più celere e marcata fusione).

- il tempo a disposizione della parete per acquisire accumuli che siano utili alla formazione di ghiaccio sono assai ristretti, concentrando si tra giugno-luglio e ottobre (prime decadi), pur rimanendo aperta la possibilità che la nevicata "buona" possa avvenire anche in altri momenti dell'anno; in questo caso, sembra confermato che la precipitazione debba avvenire con temperatura prossima allo 0 °C, sia poco abbondante e trovi in parete le condizioni nivologiche adatte a sostenerla. I questi due anni di studi, l'invernata, caratterizzata da precipitazioni che solo eccezionalmente avvengono con le modalità viste in precedenza, e dove si eccettui

l'azione deflattiva del vento, è risultata del tutto priva di un ruolo sostanziale nelle dinamiche di accumulo-ablazione, in accordo con la coraggiosa ipotesi di partenza.

- il breve ma devastante periodo estivo di fusione del ghiaccio scoperto si conferma come l'elemento cruciale dell'intero processo.

Risulta chiaro che quanto più questo lasso di tempo è ridotto, tanto più il bilancio si porterà verso il pareggio o la positività, e viceversa. La tab. 1 dimostra come il bilancio 1995-96 della parete sia largamente deficitario: a fronte di un accumulo annuale in ghiaccio di 16 cm (valore medio di tre caposalda) abbiamo una fusione di 52 cm, imputabile a sole 3-4 settimane. L'estate 1996, nettamente più fresca di quella precedente, ha visto dimezzarsi i valori di ablazione. A conferma di questo ruolo fondamentale vengono anche i primi dati dell'annata 1996-97: il ghiaccio nuovo rinvenuto in parete il 23 marzo 1997 (12 cm) è frutto quasi esclusivo della sola neve dell'agosto 1996.

Davvero le pareti sono elementi "estivi": in questo periodo, allargandolo di poco, prima e dopo, avviene tutto, accumulo di qualità e fusione.

- la data di scoprimento della parete dalla neve costituisce un aspetto importante nel bilancio glaciale del pendio, soprattutto per ciò che concerne l'andamento del mese di giugno: con il sole allo Zenit, e quindi con la massima incidenza e potere calorico diretto, questo periodo dell'anno può portare, se secco o caldo, alla precoce elisione della neve di copertura, con conseguente allungamento dell'esposizione e incremento della fusione. In caso contrario, si ha un ritardo, con effetto protettivo e con la definizione di un bilancio positivo. Questo aspetto meteo-climatico, ben indagato da Francou B. (3), vale anche per le fronti glaciali. Siamo convinti che esso costituisca uno dei punti più delicati e più difficilmente indagabili della nostra ricerca: il singolo episodio può essere determinante per un'intera annata.

- i dati citati in tabella dimostrano che davvero le pareti tendono ad

automantenersi. Esse si giovano assai più di una modesta ablazione che di importanti accumuli. Non c'è paragone tra l'entità dei due processi: per accrescersi di mezzo metro di ghiaccio, alle condizioni attuali, la parete impiega dai due ai tre anni. Per dissolvere lo stesso strato, in estate, bastano poche settimane. Inoltre, complici le particolarità orografiche dei pendii, non si verificherebbero in ogni caso accumuli di portata eccezionale; anche l'iconografia suggerisce come una parete di ghiaccio in fase positiva non si accresca più di tanto, risultando in questo ben diversa dai ghiacciai, capaci invece di espandersi enormemente, sino a raggiungere la pianura. Risulta inoltre chiaro che le grandezze in gioco sono modeste: accumulo e ablazione sulle pareti si misurano in centimetri.

- l'ablazione in parete si verifica, oltre che per i già dibattuti fatti termici, con il concorso di altri fattori: la ventosità, capace di dissolvere gli accumuli in modo diretto (asportazione) e di indebolirne la coesione rompendo i legami dendritici tra i cristalli, le valanghe, che comportano la perdita totale dell'accumulo, gli affioramenti rocciosi, che costituiscono, in condizioni climaticamente sfavorevoli, un elemento di moltiplicazione quasi esponenziale del ritmo di riduzione. Infine i crolli di materiale solido o liquido che, creando rigole e canali se dotati di spigolo vivo (massi), o dilavando il pendio nella sua totalità (pioggia), o formando dei solchi di corrivazione (pioggia concentrata), assestano duri colpi al bilancio glaciale della parete.

CONCLUSIONI

L'annata in corso (1996-97) si presenta con caratteristiche molto favorevoli per il bilancio della Parete NW del Monte Pasquale. Ciò avviene dopo un sicuro biennio assai negativo e un ipotizzabile, ben più lungo periodo di sofferenza. La prudenza è d'obbligo: al momento in cui scriviamo (31 luglio 1997), la pala ghiacciata si mostra immacolata in conseguenza di un mese di giugno record per le abbondanti nevicate e le temperature contenute. Per quanto detto prima, i giochi non

sono ancora fatti, mancando ancora la fase centrale dell'estate, elemento determinante nel bilancio glaciale del pendio.

I risultati e le conferme ottenute stimolano a continuare ed estendere la ricerca: E' in progetto un analogo studio sulla piccola Parete Nord del Pizzo Tresero. Non mancano però i dubbi e le incertezze, al punto che il dibattito tra gli stessi autori del presente lavoro si mantiene vivo e coinvolge ormai anche un buon numero di appassionati. Per esempio, come detto, sfuggono del tutto le modalità di formazione del ghiaccio nel periodo freddo, oppure la possibile interferenza di parametri fisici, quali pendenza e conseguente variazione del coefficiente di attrito tra i cristalli o temperatura media annua, esclusivi della parete. Infine non siamo sicuri che tutte le acquisizioni fin qui raggiunte per la Parete NW del Monte Pasquale, situata ai limiti inferiori dell'alta quota alpina, valgano anche per i pendii dei "4000", dove può anche essere ipotizzata la presenza di "ghiaccio freddo".

La speranza è che altre e superiori competenze riconoscano un interesse specifico all'argomento, in modo da integrare e approfondire il nostro lavoro.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano Davide Demonti, Luigi Demonti, Maurizio Landi, Guglielmo Confortola, Virgilio Mariani, operatori del SGL e abili alpinisti, il cui indispensabile aiuto ha reso possibile l'esecuzione della ricerca.

Si ringrazia inoltre il Sig. Guido Combi, Direttore dell'Annuario della Sezione Valtellinese del CAI che, ospitando nelle pagine della sua rivista i primi due lavori pubblicati in argomento, ha grandemente contribuito allo sviluppo di questo studio.

BIBLIOGRAFIA

1) Galluccio A., Righetti F. (Servizio Glaciologico Lombardo): La riduzione delle pareti di ghiaccio alpine, un contributo allo studio del fenomeno, Annuario della Sezione Valtellinese del Club Alpino Italiano, p. 151-158, aprile 1994, Sondrio, Italy

2) Cola G., Paneri V., Galluccio A.C., Righetti F., Galluccio A. (Servizio Glaciologico Lombardo), Ricerche sulla dinamica di accumulo-ablazione della Parete NW del Monte Pasquale, Annuario della Sezione Valtellinese del Club Alpino Italiano, p. 172-180, aprile 1997, Sondrio, Italy

3) Francou B., Hautes Montagnes Passion d'exploration, cap. IV-VI, Ed. Masson, 1993, Paris, (traduzione dal francese di Guido Catasta, Milano, 1995)