

MANUELA PELFINI (*) & CLAUDIO SMIRAGLIA (**)

ALCUNE SERIE SECOLARI DI VARIAZIONI FRONTALI DEI GHIACCIAI DELLE ALPI LOMBARDE

Abstract: PELFINI M. & SMIRAGLIA C., *A century of glacier fluctuations in the Lombardy Alps (Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 1992).

The patterns of fluctuations of Ghiacciaio dei Forni and Ghiacciaio della Ventina in Lombardy, during the last century, are identified. Both the glaciers show strong retreats from the end of the past century to the '70s of our century, when the fronts of the two glaciers begin an advancing period. This was mainly a consequence of a decrease in summer temperature by about 0.5 °C. In the last years of '80s the warm summers caused a new period of retreating for the above listed glaciers and for almost all the glaciers of the Lombard Alps.

KEY WORDS: Glaciers, Long trend variations, Lombard Alps.

Riassunto: PELFINI M. & SMIRAGLIA C., *Alcune serie secolari di variazioni frontali dei ghiacciai delle Alpi Lombarde*. (IT ISSN 0391-9838, 1992).

Le misurazioni sistematiche delle variazioni frontali dei ghiacciai da segnali fissi, iniziano in Lombardia verso la metà degli Anni Venti. Già nell'ultimo decennio del secolo scorso erano stati collocati segnali presso le fronti di alcuni importanti ghiacciai. L'analisi della documentazione storica, insieme alle ricerche di terreno, ha permesso di ricostruire in modo completo, pur con qualche incertezza, le oscillazioni frontali annuali per i ghiacciai della Ventina e dei Forni a partire rispettivamente dal 1890 e dal 1895. Risulta evidente un arretramento continuo fino all'inizio degli Anni Settanta di oltre un chilometro per entrambi i ghiacciai, quando le fronti, dopo un breve periodo di stazionarietà, cominciano ad avanzare. Quest'ultimo fenomeno si interrompe alla fine degli Anni Ottanta. L'esame delle serie storiche delle temperature medie annue e medie estive alla stazione di Sondrio indica l'inizio di una fase fredda dall'inizio degli Anni Cinquanta all'inizio degli Anni Ottanta.

TERMINI CHIAVE: Ghiacciaio, Variazioni secolari, Alpi Lombarde.

PREMESSA

Anche se le complesse interrelazioni fra variazioni climatiche e variazioni glaciali non sono ancora state chiarite completamente, i ghiacciai possono essere considerati significativi indicatori climatici; essi infatti reagiscono alle variazioni della temperatura e delle precipitazioni modificando le proprie dimensioni e quindi anche la posizione delle loro fronti.

In questa nota verranno presentate delle serie pressoché secolari di variazioni frontali di alcuni ghiacciai lombardi per verificare la loro capacità di segnalare eventi climatici già registrati strumentalmente, in particolare la fase «fredda» posteriore al 1950.

DISPONIBILITÀ E SELEZIONE DEI DATI

In Lombardia le misure delle variazioni frontali dei ghiacciai da segnali fissi divengono sistematiche a partire dagli Anni Venti con le annuali campagne glaciologiche organizzate dal Comitato Glaciologico Italiano e proseguono fino ai nostri giorni. Le misure sono state pubblicate con cadenza quasi annuale dopprima sul Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano, poi, a partire dal 1978, sulla rivista *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*.

Degli oltre trecento ghiacciai lombardi poco più di una decina tuttavia presenta serie storiche pluridecennali utilizzabili. Si tratta degli apparati di maggiori dimensioni, soprattutto vallivi, la cui fronte scende a quote relativamente basse. L'utilizzo dei dati richiede tuttavia una continua verifica della loro piena attendibilità, che può essere limitata da numerosi fattori. Fra questi la diversa strumentazione usata nelle misure; le lacune nelle serie storiche, colmate spesso con valori medi oppure con l'uso di fonti cartografiche; il susseguirsi dei vari operatori; il cambiamento dei segnali fissi e il non sempre facile raccordo con i nuovi segnali; l'utilizzo di un diverso numero di segnali frontali fra i vari ghiacciai e anche nell'ambito dello stes-

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Milano, via Mangiagalli, 34 - 20133 Milano.

(**) Università di Chieti «D'Annunzio», sede di Pescara. Indirizzo attuale: Dipartimento di Scienze della Terra, via Mangiagalli, 34 - 20133 Milano.

Ricerca eseguita con il contributo del M.U.R.S.T., fondi 40% e 60% (Resp. Prof. S. Belloni). Per quanto riguarda la stesura del testo, M. Pelfini ha scritto i paragrafi 2 e 4; C. Smiraglia i paragrafi 1 e 3. Comunicazione presentata al VI Convegno Glaciologico Italiano, Gressoney, 26-28 Settembre 1991. (Communication presented at the 6th Italian Glaciological Meeting, Gressoney, 26-28 September, 1991).

so ghiacciaio; le modificazioni morfologiche che possono subire gli apparati, in particolare la loro frammentazione in unità minori.

Se si tiene conto di questi fattori e quindi si procede a un accurato e critico esame delle fonti, a controlli incrociati e anche a verifiche sul terreno delle evidenze geomorfologiche, le serie storiche delle variazioni frontali, specialmente quelle ultracinquantennali, possono fornire valide informazioni sull'evoluzione del glacialismo a vasta scala temporale e quindi prestarsi ad analisi delle correlazioni con le dinamiche climatiche.

LE SERIE SECOLARI DELLE ALPI LOMBARDE

Due sono in Lombardia le serie storiche pressoché secolari di variazioni frontali, quelle del Ghiacciaio della Ventina e del Ghiacciaio dei Forni.

Il Ghiacciaio della Ventina

Il Ghiacciaio della Ventina è situato sul versante nord del Monte Disgrazia in Valtellina. È un apparato vallivo di dimensioni relativamente limitate (poco più di 2 km² di superficie con una lunghezza inferiore ai 4 km), ma con un bacino collettore e una lingua ben evidenti e distinti. La facilità di accesso, la vicinanza a centri abitati e a insediamenti temporanei, la quota relativamente bassa della fronte (a circa 2 000 m alla fine del secolo scorso; oggi a circa 2 180 m) unitamente agli interessi più spiccatamente glaciologici, hanno fatto della Ventina uno dei più importanti «ghiacciai-campioni» delle Alpi Lombarde (SMIRAGLIA, 1986).

La serie è costituita da ben 64 misure annuali, 4 misure biennali, una misura triennale (1907-1910), una misura quadriennale (1966-1970), una misura su un arco di tempo di otto anni (1899-1907). Esistono poi due lacune nelle misure sul terreno, la prima di cinque anni (1890-1895) e la seconda di otto anni (1915-1923), entrambe colmate con l'utilizzo di fonti cartografiche.

I primi segnali presso la fronte vennero collocati da MARSON nel 1895 (MARSON, 1896), che li utilizzò fino al 1907. Seguirono SANGIORGI, NANGERONI, diversi operatori del Comitato Scientifico del C.A.I., RIVA, SAIBENE, CATASTA e SMIRAGLIA.

Le variazioni cumulate della fronte della Ventina sono presentate nella fig. 1. Come appare dalla figura, nella curva si possono individuare almeno quattro fasi principali: 1) 1890-1940, fase di ritiro non accentuato (totale 276 m, media 5,5 m all'anno con massimo di 15 m nel 1896 e nel 1938), con rari anni in limitata avanzata (1899, 1915-1923, 1939); 2) 1941-1963, fase di ritiro accentuato (totale 392 m, media 19 m all'anno con massimo di 36 m nel 1953 e con nessun anno in progresso); 3) 1964-1970, fase di ritiro molto accentuato (totale 392 m, media 56 m all'anno con un massimo di 131 m nel 1964); 4) 1971-1988, fase di stazionarietà (1971-1972) e di limitata espansione (totale 118 m, media 6,6 m all'anno con un massimo di 27 m nel 1974), con una sola misura negativa (1979, -2

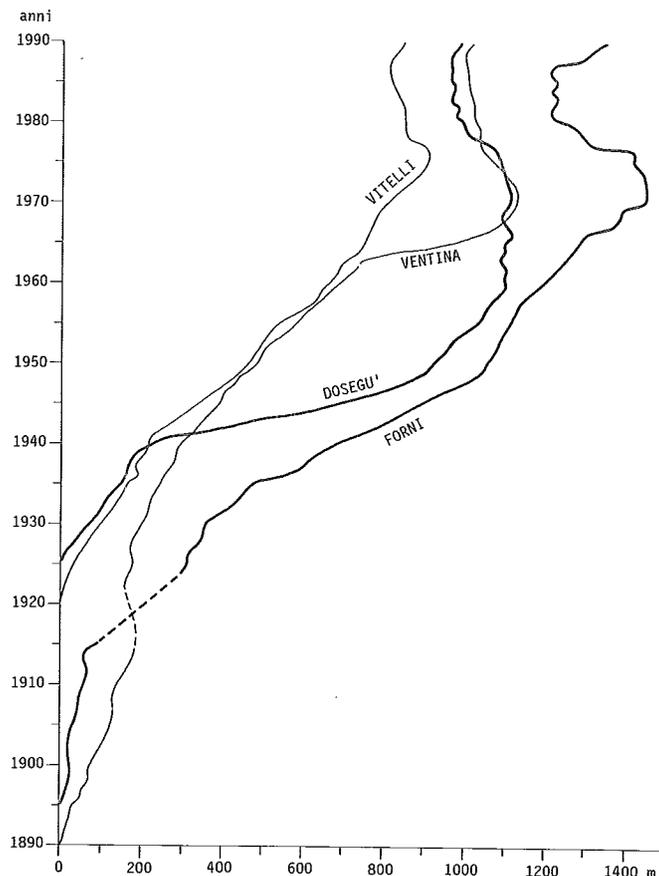


FIG. 1 - Variazioni frontali cumulate di alcuni ghiacciai della Valtellina (in ascissa verso destra si leggono le variazioni negative; i trattini fra il 1915 e il 1923 indicano la maggiore interruzione nelle misure, colmata attraverso l'analisi della cartografia).

FIG. 1 - Cumulative glacier front variations for some Valtellina glaciers. Along the abscissa (towards the right), negative variations are reported. Dashed line between 1915 and 1923 indicate a major interruption in measurement records which has been filled in by the analyses of topographic maps.

m). Negli ultimi due anni le misure frontali sembrano indicare una ripresa della fase negativa (-11 m). Il regresso totale della fronte dal 1890 al 1970 è di circa 1 100 m. Dall'inizio degli Anni Sessanta la storia della Ventina sembra essere caratterizzata da due eventi, l'intensissimo ritiro 1964-1970 e la pulsazione positiva 1971-1988, che richiedono qualche altra considerazione.

L'entità del ritiro è chiaramente anomala rispetto alla tendenza dei decenni precedenti ed è determinata da un elemento morfologico, la presenza di un ripido gradino roccioso verso i 2 200 m. Tale gradino, nella fase di arretramento e di assottigliamento della lingua, ha determinato la frammentazione e la separazione del tratto terminale della stessa con la formazione di una grande placca di ghiaccio morto, mentre la nuova fronte si riassume al di sopra del salto roccioso.

Per quanto riguarda la fase di espansione, si può osservare come questa sia stata preceduta da un breve pe-

riodo di stazionarietà e come la maggiore intensità del progresso frontale si sia verificata nei primi anni dell'inversione di tendenza; le misure dai segnali frontali indicano infatti un progressivo rallentamento dell'avanzata a partire dal 1982. Una ben evidente morena di neoformazione, costituita in prevalenza da materiali grossolani (blocchi serpentinitici anche plurimetrici), ormai nettamente separata dal ghiaccio, indica il limite della massima espansione, raggiunta nel 1988.

Il Ghiacciaio dei Forni

Il Ghiacciaio dei Forni, situato in alta Valfurva nel Gruppo del Cevedale, è sicuramente uno dei più noti e più studiati ghiacciai delle Alpi Italiane (PELFINI, 1988). Si tratta di un apparato vallivo composto, formato da tre estesi bacini di accumulo che alimentano una breve lingua, la quale si arresta a 2 320 m; le sue dimensioni (circa 13 km² di superficie e 5,5 km di lunghezza) ne fanno il maggiore ghiacciaio italiano (figg. 2 e 3), se si eccettua il complesso Ghiacciaio dell'Adamello.

La sua serie storica delle variazioni frontali è tuttavia meno completa e omogenea di quella del Ghiacciaio della



Fig. 2 - Il Ghiacciaio dei Forni nel 1941 (foto Desio).

Fig. 2 - Forni Glacier in 1941 (photograph by Desio).

Ventina. Le misurazioni annuali sono infatti solo 40, due sono biennali, sei triennali, due sono quadriennali, una misura copre sei anni (1898-1904) e una copre sette anni (1951-1958). Anche per i Forni vi è una lunga interruzione nella serie (undici anni) fra il 1914 e il 1925 prima dell'avvio sistematico delle campagne annuali da parte del Comitato Glaciologico Italiano; la lacuna fu colmata da ABBADESSA (1955) attraverso confronti cartografici. I primi segnali furono collocati nel 1895 da RIVA e successivamente utilizzati da MARIANI fino al 1914 (DESIO, 1967). Seguirono poi le misure di DESIO, CHIESA, PAREA, GIORCELLI, BELLONI e POLLINI.

Anche nella dinamica frontale dei Forni (fig. 1) si possono individuare alcune fasi principali: 1) 1895-1914, fase di ritiro non accentuato (totale 62 m, ritiro medio annuo 3,4 m), con periodi di stazionarietà (1898-1904; 1911-1914); 2) 1914-1970, fase di ritiro accentuato (totale 1 373 m, ritiro medio annuo 24,5 m, massimo di 65 m nel 1967), con incertezze sulle variazioni annuali 1914-1925; 3) 1971-1987, fase di limitata espansione (totale 225 m, progresso medio annuo 14 m con il massimo di 111 m nel 1976). Dal 1988 l'arretramento riprende in misura accentuata (129 m dal 1988 al 1990). Il ritiro totale della fronte dal 1895 al 1970 è stato di 1 435 m.

Come appare dai grafici e dai dati presentati, anche per i Forni, così come per il Ghiacciaio della Ventina, l'interruzione delle misurazioni fra il 1915 e il 1925 non permette di cogliere la fluttuazione positiva degli Anni Venti segnalata per i maggiori ghiacciai alpini. Quanto alla fase di espansione degli Anni Settanta, va sottolineato come il progresso della fronte sia iniziato dopo qualche anno di stazionarietà (1971-1974; 1976) e come le avanzate di maggiore entità si siano verificate fra il 1977 e il 1981 (208 m). Anche per i Forni la dinamica della massa glaciale è nettamente influenzata dalla morfologia del substrato.

La zona della lingua fittamente crepacciata e seraccata, denominata «Le Guglie», ben evidente nelle fotografie di SELLA e di DESIO, nasconde un ripido gradino roccioso che emerge negli Anni Sessanta dopo la lunga fase di intenso ritiro (foto BELLONI). La parte terminale della lingua, assottigliata e smagrita, si attesta al di sopra del salto roccioso fino al 1974. Segue una breve stasi con il rigonfiamento della fronte; si verificano crolli di valanghe di ghiaccio sul pianoro sottostante con la formazione di conoidi di rimpasto, finché nel 1977, allungandosi per oltre 100 m, il ghiacciaio supera il salto roccioso e si riporta nel piano. Anche per i Forni la posizione più avanzata, raggiunta dalla fronte nel 1987, è indicata da una morena, di minore altezza rispetto a quella della Ventina e formata prevalentemente da materiali fini.

VARIAZIONI FRONTALI DEI GHIACCIAI E VARIAZIONI TERMICHE

In un *trend* secolare che è nettamente regressivo, i ghiacciai della Ventina e dei Forni evidenziano negli Anni Settanta e Ottanta una netta inversione di tendenza, che sem-



FIG. 3 - Il Ghiacciaio dei Forni nel 1989. Si osservi l'imponente riduzione in lunghezza della lingua e l'emersione dello sperone roccioso della Cima di Peio (foto Smiraglia).

FIG. 3 - Forni Glacier in 1989. As it can be observed, the tongue of the glacier underwent a great reduction in its length causing the outcropping of Cima di Peio peak (photograph by Smiraglia).

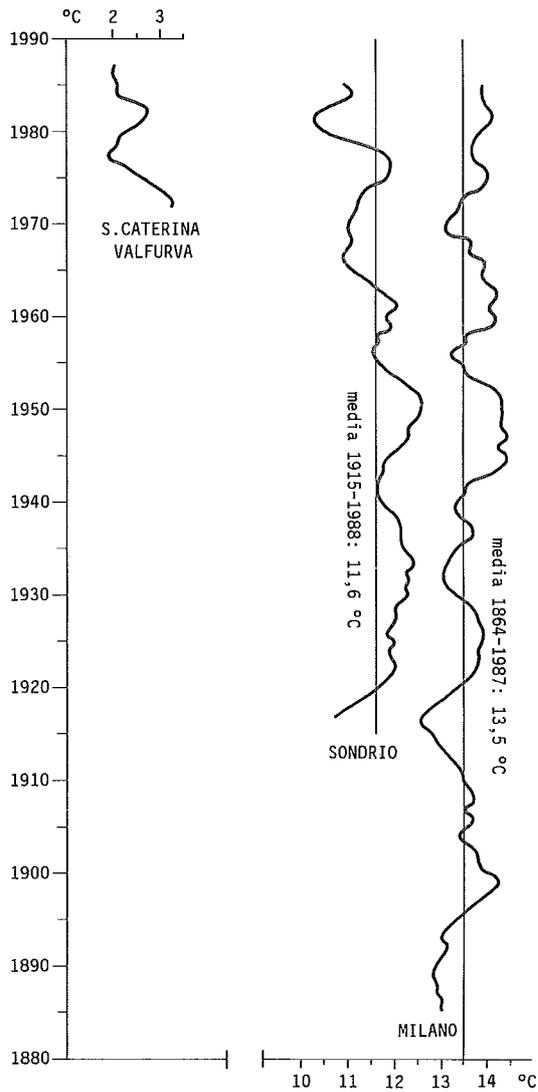


FIG. 4 - Temperature medie annue (medie mobili di ordine cinque) alle stazioni di Sondrio, Milano e S. Caterina Valfurva.

FIG. 4 - Annual mean temperatures (mobile means of fifth order) at Sondrio, Milano and S. Caterina di Valfurva Stations.

bra ormai conclusa. Nella fig. 1 sono state inserite anche le curve di due altri ghiacciai delle Alpi Lombarde, quelli del Dosegù e dei Vitelli, nel Gruppo del Cevedale. Anche per questi appare chiara la fase di espansione, pur con differenze nell'entità del progresso frontale e nella sua precisa collocazione cronologica.

I ghiacciai della Lombardia sembrano dunque registrare un evento climatico, la cui portata è tale da invertire, seppur per un breve periodo e con una scala dimensionale limitata (per i Forni ad esempio la percentuale dell'avanzata rispetto al totale del ritiro è del 15,7%, mentre per la Ventina è del 10,7%), una tendenza almeno quarantennale al regresso.

Limitandoci agli aspetti termici (pur essendo naturalmente di notevole importanza nella dinamica degli apparati glaciali la variazione dell'entità delle precipitazioni), numerosi sono ormai i lavori che documentano e quantificano l'aumento della temperatura in Europa a partire dal 1850 (PINNA, 1991). Verso la metà del nostro secolo (1950-1975) si è verificata una fase di diminuzione della temperatura nelle zone di alta e media latitudine nel nostro emisfero (LAMB, 1974; PINNA, 1991). Anche nell'ambito delle Alpi Lombarde viene registrata strumentalmente questa fase fredda. Nella fig. 4 vengono presentate attraverso medie mobili di ordine cinque le variazioni della temperatura media annua a Sondrio in Valtellina dal 1915 al 1987 e per confronto quelle di Milano dal 1885 al 1987 (sulla sinistra sono riportate anche quelle di S. Caterina Valfurva dal 1970 al 1988).

Si può osservare come a Sondrio dal 1920 al 1962 i valori siano quasi costantemente al di sopra della media dell'intero periodo, mentre poi tendano a diminuire per raggiungere, pur con una oscillazione a metà degli Anni Settanta, i valori minimi all'inizio degli Anni Ottanta. Usando i valori reali si constata che gli scarti rispetto alla media 1915-1987 (11,6 °C) divengono quasi costantemente negativi a partire dal 1960 e che si registra una diminuzione della temperatura media annua di 0,48 °C nel decennio 1960-1969, di 0,46 °C nel decennio 1970-1979 e di 0,63 °C nel periodo 1980-1987.

Dal punto di vista glaciologico sono però più significative le temperature medie dei mesi estivi (Giugno-Settembre). Esaminando la successione delle temperature medie estive registrate a Sondrio dal 1915 al 1988, si osserva che i valori raramente sono inferiori alla media dell'intero periodo (19,96 °C) fino al 1953; successivamente si hanno numerose sequenze di anni con scarti negativi. Si constata in particolare che nel decennio 1950-1959 la

temperatura media estiva è diminuita di 0,23 °C rispetto alla media 1915-1988; nel decennio 1960-1969 è diminuita di 0,68 °C, mentre nel decennio 1970-1979 è diminuita di 0,49 °C. Nel periodo 1980-1988 si è verificata una diminuzione di 0,38 °C. Come si vede l'inizio della fase fredda viene registrato verso la prima metà degli Anni Cinquanta e raggiunge il suo apice negli Anni Sessanta e Settanta. I ghiacciai della Ventina e dei Forni rispondono a questa variazione all'inizio degli Anni Settanta con un ventennio circa di ritardo rispetto alla prima registrazione strumentale, raggiungendo la massima espansione annua rispettivamente nel 1974 e nel 1977, durante l'acme della fase fredda. Lo smorzarsi di quest'ultima è accompagnato dalla nuova inversione di tendenza dei due ghiacciai, che riprendono il loro regresso (nelle estati 1987 e 1988 le temperature sono state lievemente superiori alla media).

In conclusione i due ghiacciai presi in esame hanno dato una segnalazione evidente e ben identificabile dell'evento climatico noto come «fase fredda posteriore al 1950»; la reazione al fenomeno, manifestatasi attraverso un progresso delle lingue glaciali, diventa chiaramente avvertibile dopo circa un ventennio rispetto all'inizio del raffreddamento e si inserisce nella fase generale di progresso 1965-1985 che ha caratterizzato la dinamica recente del glacialismo sulle Alpi e anche sulle altre catene montuose (ZANON, 1991).

BIBLIOGRAFIA

- ABBADESSA F. (1955) - *Rilievi e indagini sul Ghiacciaio dei Forni (Valtellina)*. Boll. Com. Glac. It., ser. 2, 6, 101-128.
- DESIO A. con la collaborazione di BELLONI S. & GIORCELLI A. (1967) - *I ghiacciai del Gruppo Ortles-Cevedale*. C.N.R. Com. Glac. It., Tamberlini Ed., Torino, 874 pp.
- LAMB H.H. (1974) - *The current trend of world-climate. A report on early 1970's and a perspective*. Climatic Research Unit, Norwich.
- MARSON L. (1896) - *Sui ghiacciai del massiccio del M. Disyazia o P.zo Bello*. Boll. Soc. Geogr. It., 6, 171-192.
- PELFINI M. (1988) - *Contributo alla conoscenza delle fluttuazioni oloceniche del Ghiacciaio dei Forni (Gruppo Ortles-Cevedale, Sondrio)*. Natura Bresciana, 24, 237-257.
- PINNA M. (1991) - *Le variazioni recenti del clima (1800-1990) e le prospettive per il XXI secolo*. Atti Conv. «Le variazioni recenti del clima (1800-1990) e le prospettive per il XXI secolo», Roma, 1990, Mem. Soc. Geogr. It., 46, 9-68.
- SMIRAGLIA C. (1986) - *Il Ghiacciaio della Ventina (Val Malenco, Alpi Centrali): contributo alla conoscenza del tempo di risposta*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 9, 49-55.
- ZANON G. (1991) - *Venti anni di progresso dei ghiacciai: 1965-1985*. Atti Conv. «Le variazioni recenti del clima (1800-1990) e le prospettive per il XXI secolo», Mem. Soc. Geogr. It., 46, 153-166.