

AUGUSTA VITTORIA CERUTTI (*)

L'ESPANSIONE DEI GHIACCIAI ITALIANI DEL MONTE BIANCO FRA IL 1962 E IL 1989

Abstract: CERUTTI A.V., *The advance of italian glaciers of Mont Blanc between 1962 and 1989.* (IT ISSN 0391-9838, 1992).

The recent glacier advance shown in the whole of the Alps, was particularly marked and continued in the Mont Blanc region, the reason probably due to the great mean altitude of the accumulation areas (up than 4000 m asl) and the favourable exposure to moist Atlantic winds. The climatic behaviour between 1950 and 1980, showing heavy snowfalls and a gentle temperature decline, produced high accumulation and positive mass balance. Fluctuations of some glaciers located in the Italian slope of Mont Blanc are examined in comparison with temperature and precipitation trends of the period 1936-1991, as revealed by meteorological data of the weather stations of Courmayeur (1 250 m) and of the Italian entrance of the Mt. Blanc Tunnel (1 381 m). A glacier favourable climatic period took place between 1951 and 1990, while glacier advance began in 1955-1962 and went on till 1989-1991. The terminus advance of Lex Blanche Glacier was of 740 m; Brenva Glacier volume increase was estimated $57 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

KEY WORDS: Glacier advance, Accumulation area, Climatic trends, Mt. Blanc (Alps).

Riassunto: CERUTTI A.V., *L'espansione dei ghiacciai italiani del Monte Bianco tra il 1962 e il 1989.* (IT ISSN 0391-9838, 1992).

La recente fase di espansione glaciale, manifestatasi su tutte le Alpi, è stata particolarmente intensa e prolungata per i ghiacciai del Monte Bianco. La causa, probabilmente, è da ricercarsi nella forte altimetria del massiccio e nella sua esposizione agli umidi venti atlantici che hanno dato luogo, negli altissimi bacini di alimentazione, durante la fase climatica relativamente fredda e umida degli anni '50-'60 e '70, a copiose precipitazioni nevose. Queste hanno originato coltri nivo-glaciali molto importanti e, di conseguenza, «onde di piena» assai ricche e perduranti nel tempo hanno attraversato i singoli apparati da monte a valle provocandone l'espansione lineare e volumetrica.

L'esame del comportamento di alcuni ghiacciai italiani del Monte Bianco in parallelo con l'andamento delle temperature e delle precipitazioni registrate dalle stazioni meteorologiche di Courmayeur (m 1 250 s.l.m.) e del Piazzale Italiano del Traforo del Monte Bianco (m 1 381 s.l.m.), dimostra che la fase climatica favorevole al glacialismo si è svolta fra il 1951 e il 1980 mentre l'espansione delle fronti glaciali prese inizio fra il 1955 e il 1962 e perdurò fino al 1989-1991. L'espansione

lineare del ghiacciaio di Lex Blanche in questi anni è stata complessivamente di 740 metri mentre quella volumetrica del ghiacciaio del Brenva ha largamente superato i $57.000.000 \text{ m}^3$.

TERMINI CHIAVE: Espansione dei ghiacciai, Bacini di alimentazione, Fasi climatiche, M. Bianco.

IL PRIMO PERIODO DI ESPANSIONE: 1962-1973

La campagna glaciologica 1962 rivelò inaspettatamente che la fronte del ghiacciaio di Toules nel Massiccio del Monte Bianco era entrata in fase di espansione. Il lobo sinistro infatti fra il 1961 e il 1962 si era spinto avanti una decina di metri mentre il lobo destro continuava a regredire.

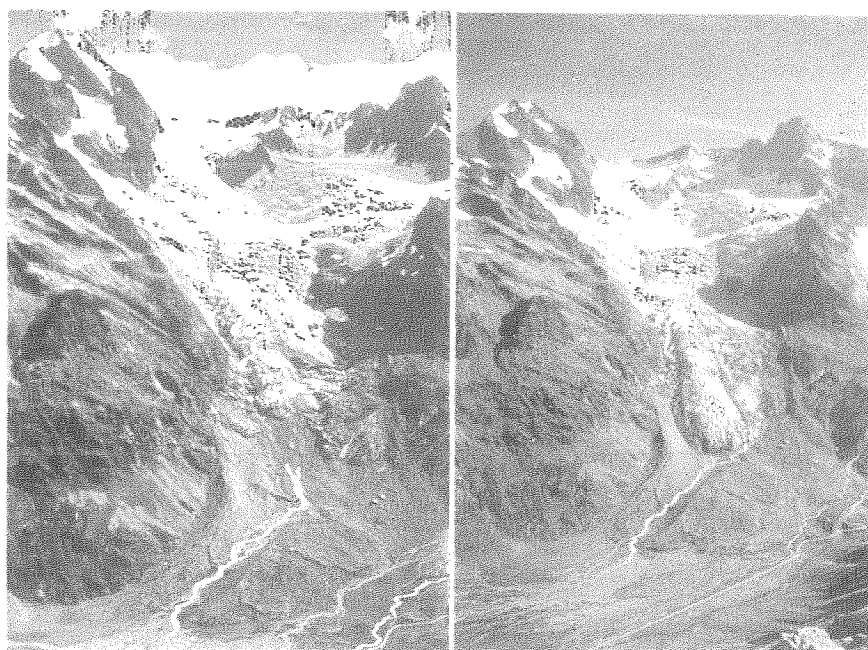
La campagna successiva, quella dell'Estate 1963, mise in luce che lo stesso fenomeno si era verificato alla fronte del Ghiacciaio di Pré de Bar. Questa situazione contraddittoria si protrasse per tre o quattro anni sui due ghiacciai, ma, dal 1966 su quello di Toules e dal 1967 su quello di Pré de Bar, l'espansione delle fronti divenne generale con progressi di circa quindici metri all'anno accompagnati dall'aumento della larghezza e della potenza delle fronti stesse.

Da principio il mondo accademico rimase fortemente perplesso, abituato come era, fin dal 1925 al regresso generale dei ghiacciai alpini. Ma negli anni '70 il fenomeno aveva assunto una tale rilevanza da imporsi all'attenzione degli studiosi. Non solo le lingue vallive si allungavano, ma i ghiacciai di circo o di vallone, come il Brouillard, il Freney, il Rochefort, il Plan Pinceux, il Frebouzie, straripavano dalle loro soglie con frequenti cadute di seracchi che, ai piedi delle balze rocciose, andavano a costituire veri e propri ghiacciai rigenerati di notevoli dimensioni.

Si parlò per la prima volta di espansione dei ghiacciai del Monte Bianco nel Convegno Glaciologico svoltosi a Bormio nell'Ottobre del 1970 quando chi scrive presentò una memoria dando notizia dell'avvenimento in atto ormai da otto anni (CERUTTI, 1971). Nel Settembre dello

(*) Via Promis 1, Aosta.

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.



FIGG. 1 e 2 - Ghiacciaio della Lex Blanche dal Mont Fortin. 1) Agosto 1961; 2) Agosto 1985 (Fot. CERUTTI).

Si tratta di un ghiacciaio vallivo che scende alla Val Veni la cui quota più alta è 3 910 m; esposizione Sud. Fruisce di una ricca alimentazione dovuta ai venti atlantici. Fra il 1961 e il 1985 la lingua si è allungata di più di 300 metri ed è cresciuta di spessore. Siamo ancora però molto lontani dall'espansione che il ghiacciaio aveva assunto al culmine del progresso degli anni '20 il cui limite è segnato sul terreno dal possente arco morenico bilobato, ben visibile nelle due fotografie.

FIGG. 1 e 2 - The Lex Blanche Glacier from Mt. Fortin. 1) August 1961; 2) August 1985 (photographs by CERUTTI).

This is a valley glacier descending from the Val Veni (culminating at 3 910 m) with southern exposition. Its mass balance is positive and strongly controlled by the wet atlantic winds. The front advanced more than 300 m and its thickness increased between 1961 and 1985. Nevertheless, its present front is still far from the bilobate morainic ridge marking the position reached in the '20s.

stesso anno C. LESCA del Politecnico di Torino aveva fatto eseguire un volo aerofotogrammetrico sulla Val Veny. La restituzione dei rilievi, messa a confronto con aerofotogrammetria rilevata nel 1965 e con altro materiale cartografico e fotografico, mise in luce che fra il 1965 e il 1970 la lingua valliva di Lex Blanche si era allungata di circa 110 m. Ma dal confronto con fotografie degli anni '50 risultava che l'espansione era iniziata fra il 1954 e il 1955 e che da allora il progresso complessivo della fronte era stato nettamente superiore ai 600 m (LESCA & ARMANDO, 1972). Il Ghiacciaio di Brouillard fra il 1965 e il 1970, nonostante la sfavorevole conformazione del ripido fondo roccioso che tende a frammentare il corpo glaciale, si era allungato di 550 m (LESCA, 1972).

La lingua valliva del Ghiacciaio della Brenva, sempre fra il 1965 e il 1970 si era allungata 120 m e l'aumento di spessore risultava essere di 20-30 m. Gli stessi ordini di grandezza venivano riscontrati negli altri ghiacciai della Val Veny oggetto dei rilevamenti 1965 e 1970. Il confronto di questi rilevamenti, per mezzo di un sofisticato procedimento di valutazione e di calcolo, permise a LESCA di valutare con soddisfacente precisione le variazioni volumetriche delle lingue vallive dei ghiacciai di Lex Blanche e della Brenva. Nei cinque anni intercorsi fra i rilevamenti i due ghiacciai risultarono avere avuto un incremento volumetrico rispettivamente di 4.965.000 e di 14.030.000 m³ di ghiaccio (LESCA, 1972).

Lo studio dei dati termometrici e pluviometrici rilevati dalla stazione meteorologica di Courmayeur (m 1 220 s.l.m.) mette in luce che questa fase espansiva dei ghiacciai del Monte Bianco era il frutto di una congiuntura climatica favorevole al glacialismo instauratasi all'inizio degli anni '50 e caratterizzata da una sensibile diminuzione delle tem-

perature estive e da un aumento delle precipitazioni annue. Nel quinquennio 1951/55 la temperatura media dei mesi estivi a Courmayeur (Giugno, Luglio, Agosto, Settembre) fu 14,9 °C a fronte della media di lungo periodo (1936-80) di 15,6°. Nello stesso periodo le precipitazioni annue furono di 969 mm annui a fronte di una media di 943.

Furono necessari almeno dieci anni perché nei bacini alimentatori le coltri glaciali crescessero tanto da assumere la potenza necessaria per trasmettere l'onda di piena alle lingue vallive. Fa eccezione il Ghiacciaio di Lex Blanche ove il progresso, secondo LESCA, inizia fin dal 1954.

Sebbene gli anni che seguirono, soprattutto dopo il 1960, fossero assai meno favorevoli all'espansione glaciale (CERUTTI, 1975) le masse glaciali del Monte Bianco continuarono ad espandersi. Le precipitazioni annue erano divenute inferiori alla media del lungo periodo di circa 92 mm. Le temperature estive, però, continuavano ad essere piuttosto rigide tanto che l'isoterma 0 °C di Luglio non raggiungeva i 3 500 m, e pertanto le precipitazioni estive negli alti bacini di raccolta avvenivano in gran parte in forma solida alimentando così le coltri glaciali.

Fino al 1973 l'espansione frontale di Lex Blanche fu dell'ordine di circa 34 m all'anno; quella della Brenva di 20 m, quelle dei ghiacciai di Toules e di Pré de Bar di 14 m (CERUTTI, 1977).

LA STASI DEGLI ANNI 1974-1980

Nel quinquennio 1971/75 le precipitazioni a Courmayeur scendono ad una media annua di soli 701 mm. Contemporaneamente le temperature estive salgono a 16,9 °C



FIGG. 3 e 4 - Ghiacciaio della Brenva dal Mont de la Saxe. 3) Agosto 1966; 4) Agosto 1987 (Fot. CERUTTI). È uno dei maggiori ghiacciai delle Alpi Italiane. La sua quota più elevata è costituita dalla cupola sommitale del Monte Bianco, a 4 810 m di altitudine, il che gli garantisce l'alimentazione da precipitazioni nevose anche in piena Estate. Forse per questo motivo, malgrado le variazioni recenti, la Brenva mantiene le dimensioni assunte nella massima espansione storica culminata nel 1821 e spinge la sua fronte fino a 1 379 m risultando così il ghiacciaio italiano che scende più in basso. Nella fotografia del 1987 il ghiacciaio appare tanto espanso da riempire totalmente l'apparato morenico costruito nel 1821. La lingua valliva ha addirittura scavalcato l'alveo della Dora di Val Venì portandosi sulla destra idrografica mentre la fronte dista appena una quarantina di metri dalle morene storiche frontali. Vent'anni prima (fig. 3) il ghiacciaio aveva la fronte 470 m più a monte e la lingua valliva era meno turgida. L'aumento volumetrico verificatosi fra il 1966 e il 1987 è stimabile a circa 60 milioni di m³ di ghiaccio.

FIGG. 3 e 4 - The Brenva Glacier from Mt. de la Saxe. 3) August 1966; 2) August 1987 (photographs by CERUTTI). This glacier is one of the biggest in the Italian Alps. Its basin reaches the summit of the Mt. Blanc and is fed also during the summer. Perhaps this is the reason why its tongue is presently as extended as during the 1821 advance. Its front reaches 1 379 m a.s.l. (the lowest-lying glacier in Italy), at only about 40 m from the moraine delimiting its maximum historic position. In 1966 the glacier was less thick and its front was retreated about 430. Its volume increased about 60 millions m³ of ice between 1966 and 1987.

spingendo l'isoterma 0° di luglio alla quota di 3 670 (CERUTTI, 1985). Diminuisce l'alimentazione delle coltri nevose ed aumenta considerevolmente anche l'ablazione.

Ovviamente i ghiacciai del Monte Bianco registrano questa congiuntura gravemente sfavorevole che impoverisce rapidamente i bacini alimentatori, visto che le scarse precipitazioni solide non sono in grado di equilibrare le perdite dovute alla forte ablazione.

Il Ghiacciaio di Lex Blanche nel 1974, e cioè dopo tre o quattro anni di congiuntura climatica sfavorevole, inizia un deciso regresso frontale. In sette anni l'ampia fronte del ghiacciaio si ritira di 86 m con un regresso annuo medio di più di 14 m. La perdita volumetrica risulta largamente

superiore ai 3.500.000 m³ di ghiaccio.

La reazione dei ghiacciai di Toules e di Pré de Bar è assai meno drastica in quanto in loro non si nota una inversione di fase, ma solo un marcato rallentamento di espansione fra il 1974 e il 1980. In quegli anni in progresso della loro fronte di riduce ad un avanzamento medio di appena tre o quattro metri all'anno e nel 1976/78 alcuni lobi delle fronti restano o stazionari o si raccorciano di pochi metri.

Il Ghiacciaio della Brenva invece non presenta alla fronte sintomi di impoverimento. La sua espansione continua con un allungamento medio di circa 20 m all'anno come era avvenuto nel passato.

IL SECONDO PERIODO DI ESPANSIONE: 1981-1989

La campagna 1981 trova il Ghiacciaio di Lex Blanche nuovamente in progresso: in confronto alla posizione dell'anno precedente la fronte, su tutto il suo lungo arco che misura ben 300 m, si è spinta in avanti 31 m. L'espansione prosegue negli anni successivi; in soli tre anni raggiunge e supera la piccola cerchia morenica frontale abbandonata nel 1973 e il progresso continua con un allungamento medio di 27 m all'anno.

Nel 1989 la fronte del Ghiacciaio di Lex Blanche si attesta circa 300 m a monte delle morene frontali costruite dall'espansione degli anni '20. Quel momento segna la massima espansione del nostro tempo: l'allungamento della lingua valliva a partire dal 1954 è stato di ben 740 m.

Anche gli altri ghiacciai del Monte Bianco, dopo il 1981 accelerano la loro espansione. Toules progredisce in media 6 m all'anno fino al 1989. Dal 1962 l'apparato si è allungato complessivamente 200 m e si è allargato di almeno 100. Pré de Bar avanza circa 13 m all'anno fino al 1989. La sua espansione lineare, del 1963, è in tutto di 247 m e anche qui si registra un considerevole allargamento della fronte.

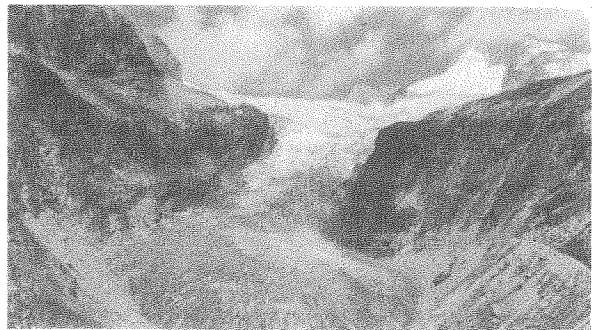
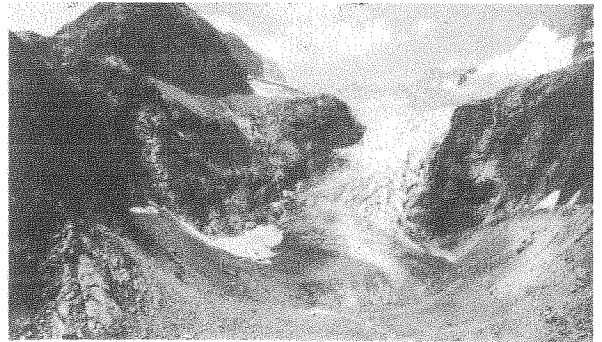
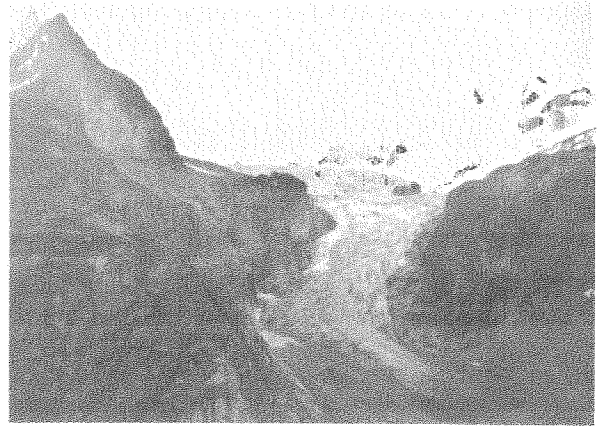
Un discorso tutto particolare merita il ghiacciaio della Brenva che, come abbiamo segnalato nelle pagine precedenti, non interrompe la sua rapida espansione neppure in concomitanza della sfavorevole congiuntura climatiche degli anni '70 (OROMBELLI & PORTER, 1982). Dal 1981 al 1985 la sua lingua valliva si allunga in media di 23 m all'anno e poi prosegue l'espansione con velocità più modesta fino al 1991.

Poiché fin dalla anomala espansione culminata nel 1941 (CAPELLO, 1941), questo ghiacciaio ha travolto e sopravanzato le morene del 1920, per valutare l'espansione attuale dobbiamo valerci del rilievo stereofotogrammetrico eseguito dal CAPELLO del 1959 e dell'aerofotogrammetria 1965 (LESCA, 1972). Dalla posizione della fronte in quegli anni alla posizione attuale si è effettuato un progresso di 490 m e un allargamento di almeno 150 m. Oggi il Ghiacciaio della Brenva, e quello del Miage, sono gli unici in Europa ad occupare per intero la cerchia morenica costruita nella Piccola Età Glaciale, durante quella che fu in assoluto la loro massima espansione storica e che si realizzò fra il 1818 e il 1820. La fronte attuale di tutti gli altri ghiacciai alpini, e anche quelli scandinavi, si trova ora a 1, 2 o anche 3 chilometri a monte dei depositi della massima espansione storica.

La fronte della Brenva invece ora dista appena 20-30 m da ciò che resta del grande cordone morenico formatosi fra il 1818 e il 1820.

IPOTESI SULLE CAUSE DELLE ESPANSIONI

Non è facile ipotizzare la causa che ha determinato l'evoluzione dei ghiacciai del Miage e della Brenva in modo tanto dissimile a quella di tutti gli altri ghiacciai alpini. Vero



FIGG. 5, 6 e 7 - Ghiacciaio dei Pré de Bar dall'alpeggio omonimo. 5) Agosto 1955; 6) Agosto 1964; 7) Agosto 1989 (Fot. CERUTTI).

Il Ghiacciaio di Pré de Bar, ha il suo punto più alto a 3 720 m e fruisce, per la sua posizione geografica alla testata della val Ferret, di una alimentazione più modesta dei ghiacciai della Lex Blanche e della Brenva. Le tre fotografie lo mostrano in tre momenti fondamentali della sua storia recente: 1955 - La lingua valliva piatta, la seraccata smagrita, il bacino superiore così emunto da mostrare la soglia di un *rognon* roccioso che emerge dalla coltre glaciale; 1964 - L'onda di piena ha già raggiunto la fronte e l'ha gonfiata a falesia; 1989 - L'espansione attuale raggiunge il culmine. Nei confronti della posizione 1964 la lingua valliva ha una lunghezza superiore di circa 250 m, una maggior larghezza e un maggior spessore.

FIGG. 5, 6 e 7 - The Pré de Bar Glacier (Val Ferret) from the omonymous locality. 5) August 1955; 6) August 1964; 7) August 1989 (photographs by CERUTTI).

Its basin culminates at 3 720 m and is less fed than the Brenva and Lex Blanche glaciers. 1955 - The glacier is flat, the ice fall is depleted and the upper part of the basin is considerably empty (note the *rognon* emerging in the middle of the glacier). 1964 - The flood reaches the tongue giving a terminal cliff. 1989 - The advance culminates at 250 m from the 1964 position and the tongue increased his thickness.

è che la Brenva, investita dalla enorme frana del 1920, schiacciata sotto il peso di migliaia di tonnellate di roccia frantumata, a causa della compressione ha portato sempre più a valle la sua fronte fino al 1941 mentre tutti gli altri ghiacciai erano in regresso (CAPELLO, 1941). Ma è pur vero che dopo quell'anno anch'essa subì un fortissimo regresso e la lingua valliva sparì, sepolta sotto una immane coltre detritica che ben presto si ammantò di betulle, di ontani e di larici.

Quando nel 1965 il ghiacciaio cominciò a inturgidirsi e a liberarsi dal gran mantello detritico, per diversi anni si portò sulla groppa, fenomeno singolare!, un bosco lillipuziano formato da piante alte 80-100 centimetri che «viaggiavano» trasportate dalla lingua glaciale avanzante e che naturalmente a poco a poco venivano «scaricate» ai lati o alla fronte del ghiacciaio (CERUTTI, 1971).

I ghiacciai della Brenva e del Miage hanno bacini alimentatori che si estendono fino a 4 810 m della cupola sommitale della maggior vetta d'Europa. Pertanto una larga parte del loro bacino è ad una altimetria tale da ricevere tutto l'anno precipitazioni solide che arricchiscono grandemente le coltri glaciali, e così comunque si svolgano i cicli climatici, questi ghiacciai ricevono nei confronti degli altri una alimentazione più copiosa e più costante. Inoltre, sono ambedue *glacier noir*: la loro lingua valliva è ricoperta di copioso materiale morenico che rallenta l'ablazione della massa glaciale. Forse questi due fattori, l'uno che incrementa l'alimentazione, l'altro che riduce l'ablazione, sono le cause che determinano la particolare evoluzione di questi due ghiacciai il cui sviluppo è attualmente, come si è detto, questi uguale a quello assunto al culmine della «Piccola Età Glaciale».

Nelle pagine precedenti abbiamo accennato ai calcoli fatti da LESCA (1972) per valutare l'espansione volumetrica del Ghiacciaio della Brenva fra il 1965 e il 1970. Applicando questi stessi parametri all'intera espansione lineare prodottasi fra il 1965 e il 1991 (m 490), l'aumento volumetrico risulta di 57.000.000 di m³, cioè quasi il 16% del volume dell'apparato dichiarato dal Catasto dei Ghiacciai 1986 (371.000.000). Va tenuto presente che i valori dei parametri sono sottostimati perché non tengono conto del notevole allargamento della lingua valliva.

Se questa percentuale corrispondesse alla crescita dell'intera copertura glaciale del versante meridionale del Monte Bianco, questa, negli ultimi ventisette anni, avrebbe subito un aumento non inferiore ai 250.000.000 di m³.

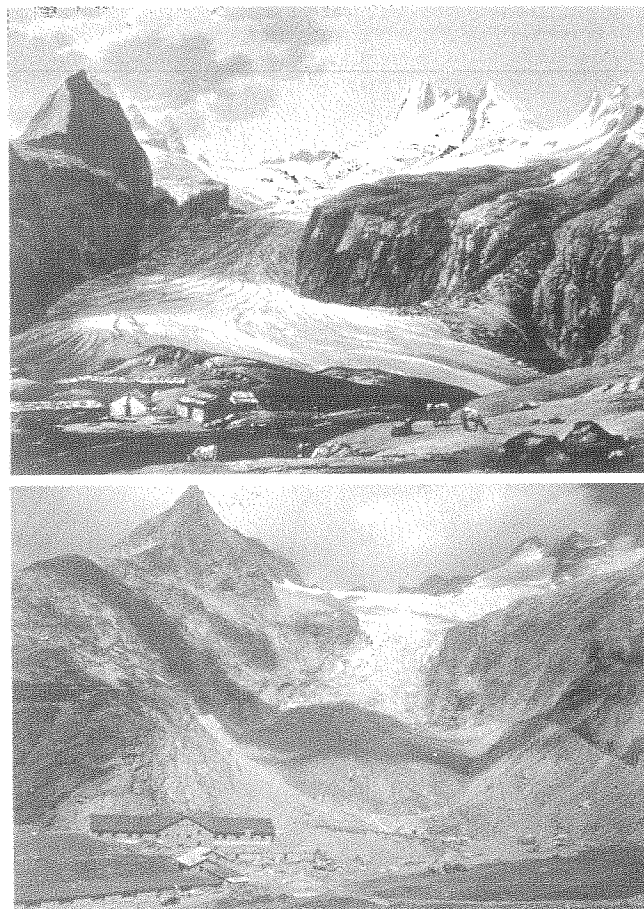
Si tratta ovviamente di valutazioni molto grossolane ma esse possono dare l'idea dell'ordine di grandezza di questa ultima fase espansiva dei ghiacciai del Monte Bianco.

I FATTORI CLIMATICI E LA RISPOSTA DEGLI APPARATI GLACIALI

La fase climatica sfavorevole al glacialismo degli anni '70 fu di breve durata. Già nel corso del 1977 le temperature medie estive si abbassarono in confronto delle medie a lungo termine ma soprattutto si fecero particolarmente

abbondanti le precipitazioni. A Courmayeur nel quinquennio 1976-1980 si registrarono annualmente circa 1 246 mm, cioè 303 mm in più della media di lungo periodo.

Queste condizioni climatiche spiegano la ripresa dell'espansione glaciale che avvenne cinque anni dopo l'instaurarsi della fase climatica favorevole al glacialismo. L'abbondanza di alimentazione fu tale da colmare in così breve tempo il deficit che si era prodotto nei bacini di raccolta. La nuova onda di piena raggiunse le fronti nel 1981 e continuò ad alimentarle fino al 1989.



FIGG. 8 e 9 - Ghiacciaio di Pré de Bar dall'alpeggio omonimo. 8) - Stampa del LORY 1826; 9) - Foto CERUTTI, Agosto 1991;

La stampa del LORY pubblicata nel 1826 ritrae il ghiacciaio nella massima espansione storica, quando la lingua valliva riempiva l'ultimo tratto della Val Ferret spingendosi fin quasi allo sbocco del vallone del Triolet, esso pure, allora colmo di ghiaccio. La foto del 1991, ripresa dallo stesso punto di vista, mostra l'aspetto attuale del ghiacciaio che, pure dopo una fase espansiva durata venticinque anni, è lungi dal raggiungere le possenti morene, costruite nel secolo passato, ben visibili nella foto soprattutto sulla sinistra idrografica.

Fig. 8 e 9 - The Prè de Bar Glacier (Val Ferret) from the omonymous locality. 8) Print (LORY, 1826); 9) August 1991 (photograph by CERUTTI). The print illustrates the maxim historic position of the glacier, when its tongue filled the Val Ferret, reaching the vallone del Triolet. The photograph, taken from the same point of view, shows the present position of the glacier, far from its maximum historic position marked by the big moraines of the last Century.

Tabella 1 - Variazioni climatiche e glaciali nel gruppo del M. Bianco dal 1936 al 1990.
 Stazioni meteorologiche di: Courmayeur - m 1220 s.l.m. - 1936-1983
 Tiraforo del Monte Bianco - 1381 s.l.m. - 1966-1990

Table 1 - Climatic trends and glacier fluctuations in the Mont Blanc Group for the period 1936-1990.

Quinquennio	Scostamenti dalle medie 1936-80 delle		Medie annue cadute neve	Medie delle temperature estive meridiane	Variazioni lineari delle medie annue dei ghiacciai di				
	Temperature estive	Precipitazioni annue			Lex Blanche	Brenva	Toules	Pré de Bar	
1936-40	+0,4 °C	-157 mm			regresso +8 m	+28 m	non controllato	regresso +12 m	
1941-45	-0,0 °C	-28 mm			regresso -20 m	-18 m	»	regresso	
1946-50	+0,2 °C	-60 mm			regresso +36 m	-20 m	»	regresso	
1951-55	-0,7 °C	+26 mm			stazionario	-16 m	»	regresso	
1956-60	-0,6 °C	-02 mm			+36 m	-7 m	»	regresso	
1961-65	-0,2 °C	-95 mm			+36 m	+23 m	+5 m	-5 m	
1966-70	-0,2 °C	-56 mm	672 cm	16,7 °C	+13 m	+20 m	+14 m	+14 m	
1971-75	+1,3 °C	-242 mm	436 cm	17,1 °C	+14 m	+21 m	+9 m	+11 m	
1976-80	+0,5 °C	+303 mm	730 cm	16,9 °C	-17 m	+21 m	+3 m	+4 m	
1981-85	+1,4 °C	manca dato	585 cm	17,7 °C	+27 m	+23 m	+6 m	+4 m	
1986-90	+1,3 °C	manca dato	469 cm	17,7 °C	+6 m	+8 m	0	+13 m	+5 m
Medie 1936-1983					Medie 1966-1990				
15,6 °C					17,2 °C				
943 mm					578 cm				
					Variazioni lineari totali dall'inizio espansione				
					+740 m				
					+490 m				
					+200 m				
					+247 m				

Nota alla Tabella 1 - Per temperature estive si intende la media delle temperature dei mesi di Giugno, Luglio, Agosto e Settembre.

Come media a lungo termine si è calcolata quella del quarantasettennio 1936/1983 non essendo ancora disponibili i dati posteriori registrati alla stazione di Courmayeur. Per ottenere gli scostamenti delle temperature medie degli ultimi due quinquenni mi sono valsa dei dati della stazione meteorologica del Piazzale Italiano del Tiraforo del Monte Bianco, funzionante dal 1966. I dati sono stati elaborati in modo da essere resi confrontabili a quelli dei quinquenni precedenti. Non è stato possibile fare la stessa cosa per i dati pluviometrici in quanto la stazione meteo del Tiraforo del Monte Bianco non è dotata di pluviometro. Può tuttavia essere indicativo il dato delle precipitazioni nevose rilevate al T.M.B. che nell'ultimo quinquennio sono molto al di sotto della media 1966-90. Per le variazioni dei ghiacciai i dati sono desunti dalle risultanze delle campagne glaciologiche (CERUTTI, 1962-90 e LESCA, 1970-80).

Note to Table 1 - By Summer temperatures we mean the average temperatures of June, July, August and September. As long time average, we calculated that of 47 years between 1936 and 1983, the data recorded at Courmayeur station being not yet available.

To obtain the variances of the average temperatures of the last two quinquennia I used the data of the meteorological stations of the Italian Piazzale of Mont Blanc Tunnel operating since 1966. The data have been elaborated in order to be compared with those of the previous quinquennia. It wasn't possible to do the same with the pluviometric data since the meteo station of Mont Blanc Tunnel has no rain gauge. Anyway we may refer to the snowfalls noticed at Mont Blanc Tunnel that, in the last quinquennium are much inferior to the average 1966-90. As to the glaciers variations the data are taken from the results of the glaciological researches (CERUTTI, 1962-90 e LESCA, 1970-80).

TABELLA 2 - Variazioni medie lineari in metri dei ghiacciai del M. Bianco durante la fase espansiva 1963-1991
(+ = progresso; - = regresso)

TABLE 2 - Linear mean fluctuations of the Mt. Blanc glaciers during the period 1963-1991 (in metres).

Ghiacciai e loro dati caratteristici secondo il Catasto dei Ghiacciai Italiani 1986				
ANNI	LES BLANCHE Area km ² 4,10 Quota max 3 950 Quota fronte 2 065	BRENVA Area km ² 8,06 Quota max 4 810 Quota fronte 1 415	TOULES Area km ² 0,928 Quota max 3 500 Quota fronte 2 615	PRÉ DE BAR Area km ² 3,528 Quota 3 750 Quota fronte 2 075
1963			+ 8	+ 6
1964			+ 8	+ 6
1965			+ 8	+ 5
1966	dal 1954 al 1971	dal 1954 al 1970	+ 8	+ 7
1967	+ 600	+ 120	+ 15	+ 15
1968			+ 15	+ 10
1969			+ 15	+ 15
1970			+ 15	+ 19
1971		dal 1971 al 1980	+ 7	+ 11
1972	+ 25	+ 215	+ 14	+ 9
1973	+ 24		+ 9	+ 10
1974	- 11		+ 2	+ 6
1975	- 11		+ 13	+ 15
1976	- 11		+ 3	- 3
1977	- 11		+ 2	+ 4
1978	- 11		+ 4	+ 3
1979	- 11		+ 4	+ 9
1980	- 21		+ 3	+ 8
1981	+ 31	+ 31	+ 3	+ 11
1982	+ 32	+ 26	+ 15	+ 12
1983	+ 31	+ 25	+ 7	+ 13
1984	+ 15	+ 17	+ 7	+ 12
1985	+ 24	+ 17	+ 7	+ 14
1986	+ 25	+ 14	+ 6	+ 14
1987	+ 11	+ 10	+ 3	+ 8
1988	+ 3	+ 11	+ 3	+ 4
1989	+ 5	+ 4	+ 4	+ 4
1990	+ 15	0	- 13	- 3
1991	- 25	- 17	- 15	- 6
Totale espansione	+ 740	+ 490	+ 200	+ 247

Nota alla Tabella 2 - Le variazioni annuali riportate sono la media di quelle registrate ai diversi capisaldi di misurazione di ciascun ghiacciaio nelle campagne glaciologiche e riportate nelle relazioni pubblicate sui Bollettini del Comitato Glaciologico Italiano e, per gli anni più recenti, ancora inedite.

Note to Table 2 - The yearly variations reported are the average of those registered at the different measure data points of each glacier in the glaciological campaigns and illustrated in the reports published in the Bulletins of the Italian Glaciological Committee still unpublished for the most recent years.

Alla campagna glaciologica del 1989 il Ghiacciaio di Lex Blanche denunciava ad alcuni capisaldi un certo ritiro nei confronti della posizione dell'anno precedente; l'anno dopo, il regresso era generalizzato a tutta la fronte ed era mediamente di 15 m, poi andò via via accentuandosi sempre più.

Nel 1990 la fronte del ghiacciaio di Toules, già pressoché stazionaria, si ritirò di 13 m e nel 1991 di altri 15; quello di Pré de Bar regredì 3 m nel 1990 e 6 m l'anno dopo e addirittura 40 m nel corso del 1991-92.

Il Ghiacciaio della Brenva ancora alla campagna del 1991 mostrava una espansione lineare di 10 m, ma già da qualche anno la lingua valliva aveva iniziato a diminuire rapidamente di spessore e a restringersi. Fra il 1987 e il 1988 la lingua valliva di questo ghiacciaio nei pressi dello chalet di Planponquet (m 1 500 s.l.m.) si era allargata tanto a occupare tutto l'alveo della Dora di Val Veni e da obbligare il corso d'acqua ad aprirsi un condotto subglaciale per un tratto di circa 300 m. Questa situazione è cartografata dall'I.G.M. nella edizione speciale 1989 della ta-

voletta «Monte Bianco» aggiornata mediante rilievo aerofotogrammetrico eseguito nell'estate 1987. Diminuita l'alimentazione, il ghiaccio soprastante al condotto aperto dalla Dora crollò già nella tarda estate nel 1988. Negli anni successivi prese l'avvio una rapida diminuzione di spessore della lingua valliva accompagnata da un restringimento, valutabile a più di 100 m nel giro di quattro anni; tuttavia contemporaneamente la fronte continuava ad avanzare alcuni metri. Questo comportamento contraddittorio è un sicuro preludio di una inversione di fase anche nell'apparato del ghiacciaio della Brenva. Viene così a concludersi fra il 1989 ed il 1991 la recente fase espansiva dei ghiacciai del Monte Bianco.

La congiuntura climatica, dal 1982 presenta un drastico aumento delle temperature insieme ad un altrettanto drastica diminuzione delle precipitazioni annue. Purtroppo il ritardo della pubblicazione dei dati meteorologici ufficiali sugli annuari dell'ISTAT non ci permette di lavorare su dati omogenei, per quanto riguarda la fonte, a quelli anteriori al 1983. Dobbiamo pertanto ricorrere ai dati rilevati dalla stazione meteorologica del piazzale italiano dal Monte Bianco (m 1 381 s.l.m.) in servizio dal 1966 e riportabili alle medie di lungo periodo della stazione di Courmayeur (m 1 220 s.l.m.). Secondo questi computi la temperatura media a Courmayeur nei mesi estivi sarebbe salita da 15,6 a 16,6 °C.

Da alcuni anni a questa parte gli alti bacini di raccolta dei ghiacciai dal Monte Bianco appaiono fortemente smagriti, inquinati di pulviscolo atmosferico e da detriti rocciosi. Il limite delle nevi perenni al termine della stagione calda dal 1985 si porta a circa 3 300 m di altitudine, mentre fra il 1975 e 1982 esso non superava i 2 900 m. Quasi tutti i ghiacciai italiani delle Alpi già da diversi anni hanno risentito gli effetti dell'instaurarsi di questa sfavorevolissima congiuntura climatica e sono entrati in fase di contrazione volumetrica e lineare molto prima di quelli del Monte Bianco.

Perché sul nostro massiccio l'espansione è iniziata più precocemente e perdura più a lungo che altrove? Credo che la risposta vada cercata nella favorevole esposizione del Monte Bianco agli umidi venti atlantici e nella sua forte altimetria. I venti atlantici scorrono ad una quota molto elevata e pertanto riversano sulle altissime creste del Monte Bianco copiose quantità di vapor acqueo. Nel periodo 1936-70, mentre le precipitazioni annue medie a Courmayeur erano di 943 mm, al colle del Gigante (m 3 330) erano di ben 2 239 mm. Più in alto, probabilmente esse erano ancora maggiori. Data l'altissima quota dei bacini alimentatori, la quasi totalità di queste precipitazioni cade sotto forma solida e l'ablazione è certamente inferiore che nei bacini ad altimetria più modesta (CERUTTI, 1975). Quindi, iniziata la fase climatica di forti precipitazioni e di basse temperature estive, gli alti bacini di raccolta del massiccio del Monte Bianco ne beneficiano in maggior misura di quelli dei gruppi montuosi meno esposti ai venti

atlantici, come il Monte Rosa (CERUTTI, 1985), o meno elevati, come il Gran Paradiso o il Rutor.

Pertanto le coltri glaciali dei bacini alimentatori del Monte Bianco si arricchiscono precocemente e precocemente l'onda di piena si trasmette alle lingue vallive. D'altro canto il rifornimento è così abbondante che le loro coltri glaciali possono fungere, per qualche tempo, da volano equilibratore e quindi sopperire per alcuni anni ai deficit di alimentazione. E ciò è accaduto negli ultimi dieci anni ed ha permesso il prolungarsi su questo massiccio della fase espansiva fino agli anni '90.

FONTI DEI DATI METEOROLOGICI

- DIREZIONE TRAFORO MONTE BIANCO (1965-1991) - *Relazioni mensili*. ISTAT (1968-1987) - *Annuario statistiche meteorologiche*; Poligrafico dello Stato, Roma.
 MINISTERO LL.PP. - Servizio Idrografico (1936-1972) - *Annuali Idrografici - Prima parte*; Poligrafico dello Stato, Roma.
 MINISTERO LL.PP. - Consiglio Superiore (1960) - *Distribuzione delle Temperature dell'aria in Italia nel trentennio 1926-1955*. Poligrafico dello Stato, Roma.
 REGIONE PIEMONTE (1980) - *Pluviometria e Termometria. Altezze di precipitazioni in mm e numero dei giorni piovosi dal 1921 al 1970. Temperature medie mensili e annuali dal 1926 al 1970*, Torino.

BIBLIOGRAFIA

- CAPELLO C.F. (1941) - *Studio sul Ghiacciaio della Brenva 1920-40*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 1, 21, 129-153.
 CERUTTI A.V. (1962-1990) - *Relazioni delle campagne glaciologiche dal 1961 al 1990*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25; ser. 3, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, in: *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 1-13 (1978-1990).
 CERUTTI A.V. (1971) - *Osservazioni sul progresso dei ghiacciai del Monte Bianco nell'ultimo decennio*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 19, 251-272.
 CERUTTI A.V. (1975) - *Le condizioni termometriche e nivometriche del periodo 1936-70 sul versante meridionale del Monte Bianco e le variazioni di volume delle precipitazioni nevose nei bacini glaciali*, Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 23, 31-50.
 CERUTTI A.V. (1977) - *Variazioni climatiche, alimentazione e oscillazioni glaciali sul Massiccio del Monte Bianco*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 25, 53-88.
 CERUTTI A.V. (1985) - *Variazioni glaciali e climatiche durante l'ultimo secolo nei gruppi del Monte Bianco e del Monte Rosa*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 8, 124-136.
 LESCA C. & ARMANDO E. (1972) - *Determinazioni delle variazioni superficiali e volumetriche dal 1965 al 1970 e controllo della velocità di propagazione delle onde sismiche sul ghiacciaio de la Lex Blanche*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 20, 65-86.
 LESCA C. (1972) - *Determinazione delle variazioni dal 1965 al 1970 della lingua terminale del ghiacciaio di Brouillard mediante rilievi aerofotogrammetrici*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 20, 87-92.
 LESCA C. (1972) - *L'espansione terminale del Ghiacciaio della Brenva in base ai rilievi fotogrammetrici del 1959-1970-1971*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 20, 93-100.
 LESCA C. (1970-1980) - *Relazioni delle campagne glaciologiche dal 1970 al 1979*. Boll. Comit. Glac. It., ser. 2, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25; ser. 3, 1, 2, 3, in: *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 1, 2, 3 (1978-79-80).
 OROMBELLI G. & PORTER R. (1982) - *Late Holocene fluctuations of Brenva Glacier*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 5, 14-37.