

Un sessantennio di variazioni dei ghiacciai italiani

S. Belloni* - G. Catasta** - C. Smiraglia**

INTRODUZIONE

Il presente lavoro è dedicato alla presentazione sintetica delle variazioni dei ghiacciai italiani nell'ultimo sessantennio, a partire cioè dal 1925. Per studiare la dinamica recente e attuale del glacialismo delle Alpi Italiane si dispone principalmente di un vasto insieme di dati raccolti nelle pubblicazioni periodiche del Comitato Glaciologico Italiano (il «Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano» dal 1914 al 1977 e la rivista «Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria» successivamente), oltre che di alcune monografie preparate da vari Autori. I dati raccolti dagli operatori del Comitato Glaciologico Italiano riguardano essenzialmente misure delle variazioni frontali degli apparati glaciali. Le variazioni alla fronte costituiscono solo l'ultimo anello di una complessa serie di trasformazioni, spesso distribuite su un lungo arco di tempo, che iniziano con modifiche dei parametri climatici e portano successivamente a modifiche del bilancio di massa dei ghiacciai. A ciò vanno aggiunti i problemi di interpretazione dei dati derivanti dalle diverse metodologie di raccolta, dalle interruzioni nelle misure, dal susseguirsi di diversi operatori e dai cambiamenti nei segnali di riferimento, dalla separazione di alcuni ghiacciai in unità minori. Ciononostante su una scala temporale piuttosto ampia, l'analisi di questo complesso di osservazioni si rivela significativo e può costituire oggetto di interesse per chi a vario titolo si occupa dell'ambiente di alta montagna. Notevoli sono fra l'altro le implicazioni pratiche e applicative legate allo studio delle variazioni glaciali (accenniamo solamente alle variazioni dei deflussi e dell'alimentazione dei bacini artificiali, alle pratiche irrigue in agricoltura, al turismo di alta quota, alle catastrofi provocate direttamente o indirettamente dai ghiacciai), specialmente nella fase attuale, durante la quale si è manifestata una ripresa, anche se di lieve entità, del glacialismo.

Nella prima parte del lavoro verrà dunque sinteticamente presentata la tendenza complessiva delle variazioni frontali dal 1925 al 1985; seguirà un esame delle variazioni durante il sessantennio nei principali settori delle Alpi Italiane, che verrà concluso dall'analisi della storia recente di alcuni ghiacciai particolarmente significativi.

LE TENDENZE GENERALI DEL SESSANTENNIO

Il controllo delle variazioni frontali dei ghiacciai italiani, iniziato in modo discontinuo durante il 19° secolo e nel primo ventennio di questo secolo, è proseguito in modo sistematico dall'anno 1925 e prosegue tuttora. Il numero dei ghiacciai controllati ogni anno mediante osservazione da lontano o con fotografie oppure per mezzo di misure ai segnali è variato da un minimo di 25 ghiacciai durante gli anni della seconda guerra mondiale ad un massimo di 258 ghiacciai.

Gli studiosi di glaciologia che hanno sintetizzato ed elaborato i dati annuali di misure alle fronti dei ghiacciai sono VANNI (1970), LESCA (1973), CASTIGLIONI (1982, 1983, 1984) e

ZANON (1985). Sulla base di questi dati sono stati costruiti i diagrammi della fig. 1, che riportano in ascissa gli anni di osservazione e in ordinata le percentuali di ghiacciai in progresso e in regresso. Le percentuali relative ai ghiacciai in progresso non coincidono con quelle indicate da ZANON (1985), poiché queste ultime prendono in considerazione i ghiacciai con variazioni misurate, mentre le percentuali della fig. 1 si riferiscono al numero totale dei ghiacciai in progresso, stazionari ed in regresso. Si ricorda che nel periodo fra il 1925 e il 1971 fra i ghiacciai stazionari erano compresi anche i ghiacciai innevati e quelli con posizione frontale incerta.

Sugli stessi diagrammi della fig. 1, oltre alle percentuali annue di ghiacciai in progresso ed in regresso, sono state riportate le medie mobili di ordine cinque di queste percentuali, allo scopo di mettere meglio in evidenza l'andamento delle variazioni frontali.

Dai diagrammi si evince che, per quanto si riferisce ai ghiacciai in progresso, dopo un modesto tentativo di avanzata fra il 1935 e il 1947 (limitato ad una percentuale inferiore al 20% dei ghiacciai osservati) si nota un più intenso fenomeno di avanzata iniziato nel 1960 e tuttora in atto, che ha interessato verso il 1980 oltre la metà dei ghiacciai esaminati. Per quanto si riferisce ai ghiacciai in regresso, dopo un tentativo di diminuzione fra il 1935 e il 1947, si osserva una netta diminuzione della percentuale di questi ghiacciai, iniziata nel 1950 e tuttora in atto, con un massimo (pari a poco più del 20% dei ghiacciai in regresso) verso il 1980, in stretta concordanza col diagramma delle medie mobili dei ghiacciai in progresso.

DALLE ALPI MARITTIME ALLE ALPI GIULIE

I ghiacciai più meridionali delle Alpi Italiane sono quelli delle *Alpi Marittime*. Si tratta di piccoli apparati di circo, stesi ai piedi del Clapièr, del Gelas, dell'Argentera. I dati delle loro variazioni frontali non sono di facile interpretazione. Fino alla seconda guerra mondiale si alternano infatti segnalazioni di ritiri e avanzate di lievi entità, finché a partire dall'inizio degli Anni Cinquanta si instaura un deciso regime di regresso che, salvo piccole oscillazioni fra il 1960 e il 1961, continua per almeno trent'anni, portando le fronti ad arretrare dai 20 ai 30 m. Negli Anni Settanta il loro settore terminale risulta costantemente innevato, mentre in tempi più recenti non sono stati compiuti altri rilievi.

Anche per le *Alpi Cozie* la mancanza di ghiacciai vallivi (che di solito sono osservabili con più facilità) e la discontinuità dei dati rendono difficile delineare una tendenza precisa. Si osserva comunque per gli apparati più importanti, come il Ghiacciaio del Galambra, dei Fourneaux, dell'Agnello, un regresso quasi costante fino all'inizio degli Anni Sessanta. Segue una fase incerta durante la quale le fronti sono innevate o stazionarie, con una tendenza ad un esiguo progresso negli Anni Settanta.

Anche nel gruppo del *Gran Paradiso* e nel resto delle Alpi Graie che si estendono fino al massiccio del Monte Bianco, la quasi totalità dei ghiacciai appartiene al II ordine (circo, pendio, vallone, etc.); nonostante vi si localizzino alcuni apparati relativamente vasti e ben conosciuti, come quelli della Tribolazione

* Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano.

** Istituto di Geografia dell'Università Cattolica di Milano.

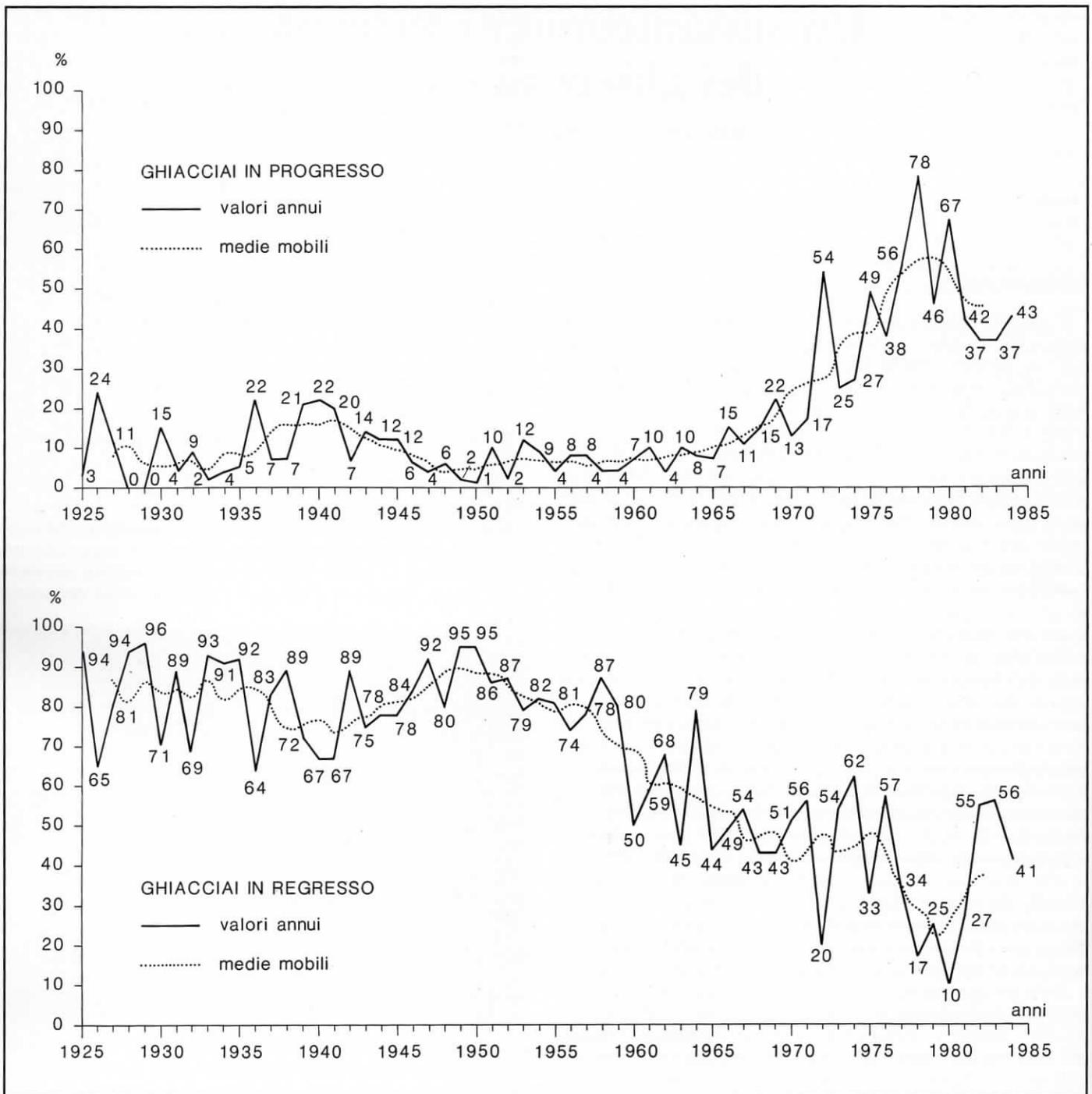


Fig. 1 - Diagrammi delle percentuali annue e delle medie mobili delle stesse dei ghiacciai in progresso ed in regresso nel sessantennio 1925-1984.

e del Rutor, le serie di dati di cui si dispone sono spesso frammentarie e le misurazioni recenti sono piuttosto rare. Si può tuttavia constatare come questi ghiacciai abbiano fatto registrare un regresso frontale praticamente ininterrotto, che prosegue fino alla fine degli Anni Sessanta (per il Moncorvè ad esempio, si è avuto un regresso superiore ai 200 m dal 1950 al 1968; nello stesso periodo il Ghiacciaio di Monciair si è ritirato di oltre 150 m e quello di Lavessey di quasi mezzo chilometro fra il 1942 e il 1968). Nei decenni successivi le indicazioni riguardanti la dinamica frontale diventano contraddittorie. Vengono segnalate sporadiche avanzate di alcune fronti (nel 1969 il Moncorvè e il Monciair, nel 1974 e nel 1979 il Rutor), che non troveranno tuttavia conferma e non permettono quindi di ricavarne una chiara tendenza al progresso.

A differenza dei settori alpini precedenti, per il massiccio del Monte Bianco si dispone di una vasta documentazione, che ri-

guarda in modo continuativo i principali ghiacciai del gruppo, fra i quali spiccano numerosi apparati di tipo vallivo come la Lex Blanche, il Miage (fig. 2), la Brenva e il Prè de Bar. Sui ghiacciai del Bianco, che attualmente coprono nel complesso una superficie di circa 40 km² e collocano il settore al terzo posto nelle Alpi Italiane dopo l'Ortles-Cevedale e l'Adamello-Presanella, si osserva all'inizio del nostro secolo una limitata fase di espansione, che culmina nel 1920-1921 e lascia delle morene frontali ben riconoscibili (CERUTTI, 1985). Da quel momento si assiste ad una fase di regresso molto marcato, che porta a vistosissime riduzioni areali, e volumetriche; il Ghiacciaio della Lex Blanche, ad esempio, dal 1927 al 1957 si ritira di un chilometro e mezzo, il Toula di 200 m, il Prè de Bar di circa 650 m (fig. 3). Anomalo, almeno nella prima parte di questa fase, è il comportamento di uno dei più noti ghiacciai del Bianco, quello della Brenva. Nel 1920 una gigantesca frana di crollo, staccata-

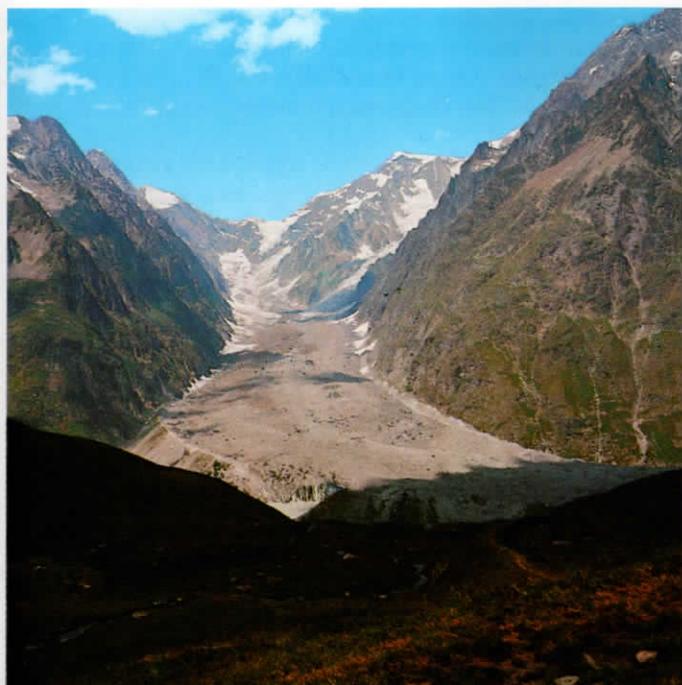


Fig. 2 - Il Ghiacciaio del Miage, la cui lingua, che si allunga per circa 10 km nella Val Veny, è quasi completamente ricoperta da detrito (foto Smiraglia).

si da uno sperone del Monte Bianco di Courmayeur, ricopre con i suoi detriti la lingua del ghiacciaio, rallentando la fusione (OROMBELLI & PORTER, 1982). La Brenva continua così la sua espansione iniziata già qualche anno prima, giungendo nel 1940 a meno di cinquanta metri dalle morene che segnano la massima espansione del secolo scorso. Dopo tale data anche la Brenva si adegua alla fase di contrazione che interessa gli altri ghiacciai del Bianco e fino alla metà degli Anni Sessanta si ritira di 400 m. È questo il momento in cui si delinea un'inversione di tendenza che, pur con qualche limitata oscillazione, si consoliderà nei decenni successivi. Nel 1963 inizia infatti l'avanzata del Prè de Bar e del Toula, le cui fronti dal 1963 al 1984 progrediranno rispettivamente di 210 e di 270 m. Anche il Ghiacciaio della Lex Blanche, dopo un rallentamento nei ritmi di regresso, avanzerà di oltre 100 m fra il 1970 e il 1983.

Sempre nei primi Anni Settanta, quindi un decennio dopo l'inizio della fase di espansione nel gruppo del Monte Bianco, si manifesta la tendenza al progresso nei ghiacciai delle Alpi Pennine. Significativo è il comportamento del Ghiacciaio di Tza de Tzan (fig. 3), nel gruppo *Dent d'Herens-Grandes Murailles*, la cui grande colata valliva aveva fatto registrare dal 1926 al 1969 un ritiro di quasi 800 m con la separazione della lingua proveniente dalle Grandes Murailles, la quale si era trasformata in un ghiacciaio indipendente (SMIRAGLIA, 1975). Dal 1970 le fronti dei due ghiacciai ormai autonomi avanzeranno verso valle rispettivamente di quasi 50 m e di oltre 130 m (fig. 4).

Anche i grandi apparati vallivi del *Monte Rosa* evidenziano

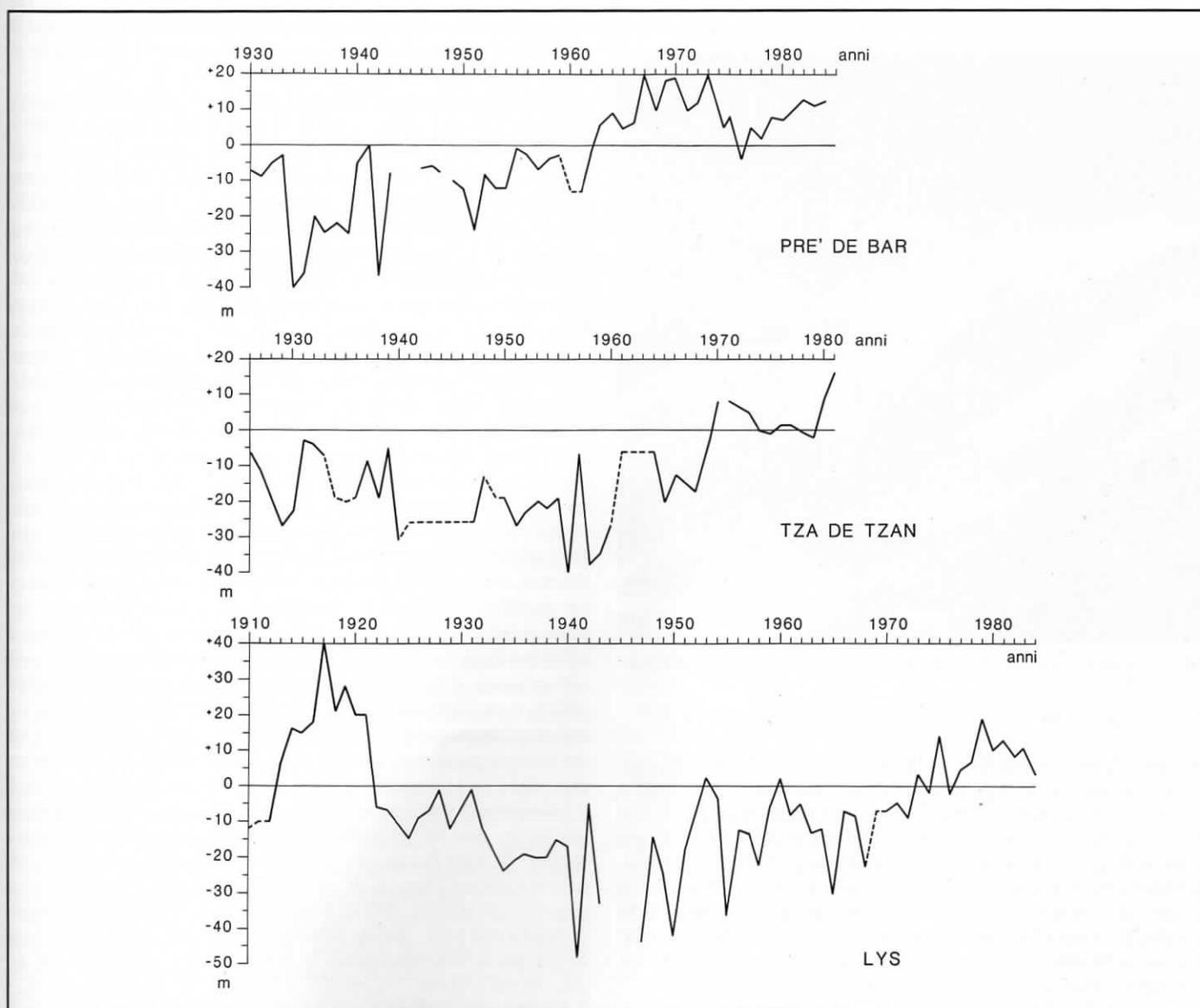


Fig. 3 - Diagrammi delle variazioni frontali dei ghiacciai Prè de Bar, Tza de Tzan e Lys (a trattini sono indicati i periodi per i quali si dispone di valori medi).



Fig. 4 - Il Ghiacciaio delle Grandes Murailles nel 1973, ormai nettamente separato da quello di Tza de Tzan. Sullo sfondo è visibile la piramide della Dent d'Hèrens (4179 m) (foto Smiraglia).



Fig. 5 - Le due grandi colate che costituiscono il bacino alimentatore del Ghiacciaio del Lys (foto Smiraglia).

un'inversione di tendenza in ritardo rispetto al Monte Bianco. Dopo un notevole regresso, con un rallentamento fra il 1940 e il 1942, i ghiacciai Grande e Piccolo di Verra erano giunti con le loro fronti 500 m più a monte delle morene del 1921. Dopo qualche segno contraddittorio, anche per questi ghiacciai si manifesta la tendenza al progresso, che, per il Monte Rosa, trova la sua più chiara espressione nel Ghiacciaio del Lys (fig. 3), la cui dinamica sarà ripresa nel paragrafo successivo (fig. 5). Sempre all'inizio degli anni Settanta si segnalano avanzate anche sul versante valesiano e su quello di Macugnaga.

Anche nelle Alpi Lombarde il ritiro che caratterizza il periodo fra gli Anni Venti e gli Anni Settanta determina evidenti tra-

sformazioni, specialmente nella morfologia degli apparati di più vaste dimensioni. Nel gruppo del *Disgrazia* il Ventina arretra di circa 950 m in quarant'anni (SMIRAGLIA, 1986), mentre la lingua del Ghiacciaio Disgrazia si frammenta in placche di ghiaccio morto.

Nel vicino gruppo del *Bernina*, come verrà successivamente esposto in modo più particolareggiato, si attua la separazione dei due ghiacciai di Scerscen e di Fellaria. Anche su queste montagne si osservano sintomi di ripresa del glacialismo a partire dal 1973-1978, con dimensioni però più contenute rispetto a quelle attuate sul Bianco e sul Rosa.

Verso la metà degli Anni Settanta situazioni di progresso frontale vengono segnalate anche nel gruppo *Piazz-Campo*; le avanzate delle fronti sono però di lieve entità (70 m per il Cardonnè Orientale dal 1975 al 1983, 70 m per il Dosdè Orientale fra il 1978 e il 1983) e si alternano a fasi di stazionarietà.

La diversa dinamica del glacialismo sui vari versanti di uno stesso gruppo montuoso, specialmente per quanto riguarda l'attuale fase di espansione, è ben evidente sull'*Ortles-Cevedale*. È questa la più vasta superficie glacializzata delle Alpi Italiane (poco meno di 100 km²), ove si trova fra l'altro il maggiore fra i nostri ghiacciai (quello dei Forni, 13 km²). Come appare anche dai dati raccolti nella ponderosa monografia di DESIO e collaboratori (1967), il regresso frontale dalla metà degli Anni Venti è un fenomeno pressoché generalizzato su tutti i versanti del massiccio. Le misure alle fronti danno per molti decenni variazioni costantemente negative. Le eccezioni sono rare e riguardano pochi apparati che risentono ancora per qualche anno della fase di espansione dell'inizio degli Anni Venti, come il Ghiacciaio di Solda (+16 m fra il 1923 e il 1927).

Sul versante lombardo il ritiro delle fronti è intenso e rapido: il Ghiacciaio dei Vitelli arretra di 800 m fra il 1923 e il 1977; quello dei Forni, che all'inizio del secolo scorso sfiorava l'albergo omonimo, vede ridursi dal 1923 al 1977 la sua lunghezza di oltre un chilometro. Il ghiacciaio si ritira a monte del salto roccioso ben visibile dal Rifugio Branca abbandonando lembi di ghiaccio morto ricoperto da morenico. Sono una decina i ghiacciai di limitate dimensioni, annidati sul fondo di circhi o di valloni, che si riducono a placche di ghiaccio o a campi di neve e quindi vengono classificati «estinti» nel Catasto dei Ghiacciai Italiani (1959-1962). Un'intensa fase di deglaciazione caratterizza anche i versanti trentino ed atesino dell'*Ortles-Cevedale*. Le grandi colate vallive si riducono di spessore, di superficie e di lunghezza, si suddividono in lingue minori. Il Ghiacciaio della Forcola ad esempio arretra di oltre 600 m fra il 1923 e il 1969; l'adiacente Ghiacciaio del Cevedale (fig. 6) fa registrare un regresso della stessa entità in un arco di tempo di poco inferiore. Sono venti i piccoli ghiacciai che si trasformano in semplici placche di neve. Il confronto con le foto riprese nei primi decenni del secolo fa risaltare le notevoli modificazioni subite dal paesaggio naturale. Vaste superfici a «rocce montonate» oppure ondulate depositi morenici restano allo scoperto. Le prime evidenze di un'inversione di tendenza si manifestano specialmente sul versante atesino all'inizio degli Anni Sessanta (ZANON, 1985): si moltiplicano le placche di nevato pluriennale e i bacini collettori appaiono rigonfi. Fra il 1961 e il 1964 si hanno le prime misure positive alle fronti della Vedretta Ultima, del Ghiacciaio del Cevedale, del La Mare (fig. 7). Un decennio più tardi il fenomeno diventa generalizzato e si estende anche al versante lombardo. Nel 1972 cominciano ad avanzare le fronti del Dosegù (fig. 6) e dei Forni, che nel 1977 con un «balzo» di circa 100 m si riporta nel piano al di sotto del ripido salto di rocce montonate (SMIRAGLIA, 1985). Piccole ma evidenti morene frontali di neoformazione, dovute principalmente alla spinta delle masse glaciali si ritrovano lungo le fronti di tutti i principali ghiacciai, come i Forni, i Castelli, il Cedèch, la Sforzellina, etc.

Rispetto all'*Ortles-Cevedale*, l'attuale fase di espansione appare meno marcata e meno delineata nel gruppo dell'*Adamello*-

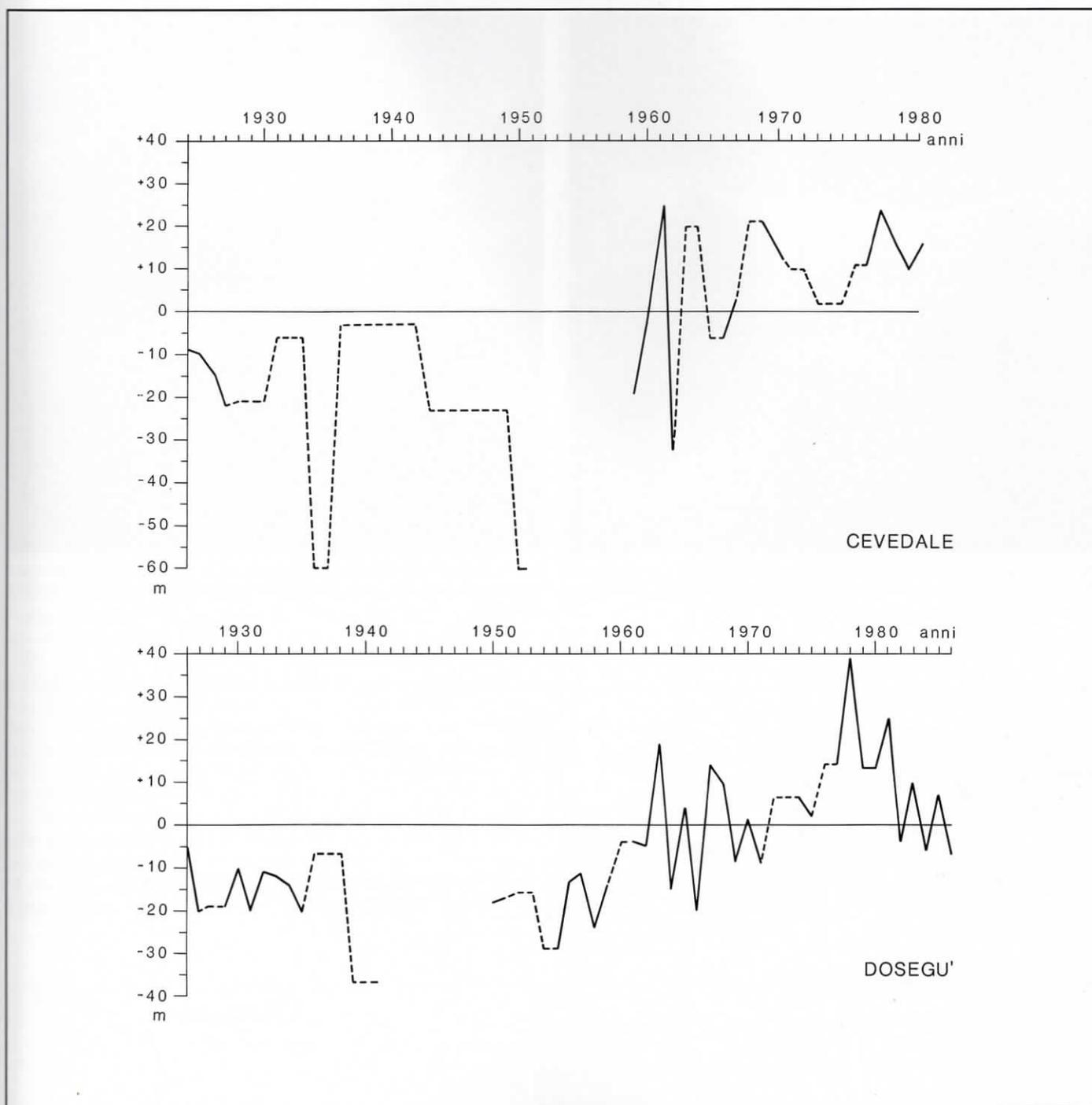


Fig. 6 - Diagrammi delle variazioni frontali dei ghiacciai del Cevedale e del Dosegu'.

Presanella, specialmente sul versante lombardo; qui l'inversione di tendenza si è manifestata in un primo tempo con un rallentamento nei ritmi del ritiro frontale e successivamente con un susseguirsi di avanzate di lieve entità alternate ad altrettanti ritiri (fig. 8). Il Pissgana Occidentale (fig. 9), ad esempio, è in costante regresso dal 1924, se si eccettua una piccola fase di avanzata nel 1940-1941, ma in anni recenti la dimensione del ritiro annuo si è di molto ridotta. Sul versante trentino le grandi effluenze del pianalto glaciale dell'Adamello (Mandrone e Lobbia) fanno registrare decise avanzate frontali dal 1974.

Più accentuata sia per entità sia per durata del fenomeno è la ripresa del glacialismo nelle *Alpi Venoste*. Il Barbadorso di Dentro (fig. 9), nel gruppo della Pala Bianca è in marcato progresso dal 1964 con avanzate annue spesso superiori ai 20 m, mentre il Ghiacciaio di Tessa dopo un ritiro di mezzo chilometro dal 1926

al 1973, avanza di 170 m nel periodo 1975-1983 (MATTANA, 1983).

Per quanto riguarda i piccoli ghiacciai di circo delle *Alpi Dolomitiche*, è più difficile delineare tendenze precise. È comunque un dato di fatto che anch'essi hanno subito un'accentuata riduzione per almeno mezzo secolo, così come è avvenuto per i ghiacciai delle *Alpi Giulie*, i più orientali d'Italia (RABAGLIATI & SERANDREI BARBERO, 1982).

Oltre venti piccoli apparati sono completamente scomparsi oppure si sono ridotti a esigue falde di nevat. Solo per il ghiacciaio più esteso, quello della Marmolada, si è osservata con sicurezza a partire dal 1972 una continuità nel progresso frontale.

Come appare dalle brevi osservazioni sopra riportate, nel sessantennio 1925-1985 è possibile individuare per tutti i vari settori delle Alpi Italiane una intensa fase di deglaciazione, seguita da una fase di progresso (forse già in corso di attenuazione), ben



Fig. 7 - Il Ghiacciaio della Mare nel 1984. Sono ben visibili le morene laterali che testimoniano l'espansione della «Piccola Età Glaciale» (foto Smiraglia).

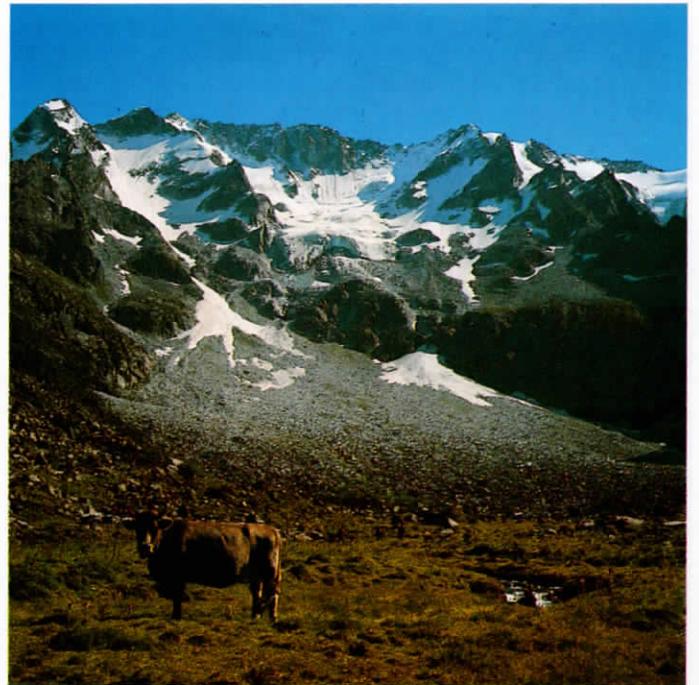


Fig. 8 - Il Ghiacciaio d'Aviolo, sul versante lombardo dell'Adamello. Un tipico apparato di circo, la cui fronte bifida è sospesa su di un gradino roccioso (foto Smiraglia).

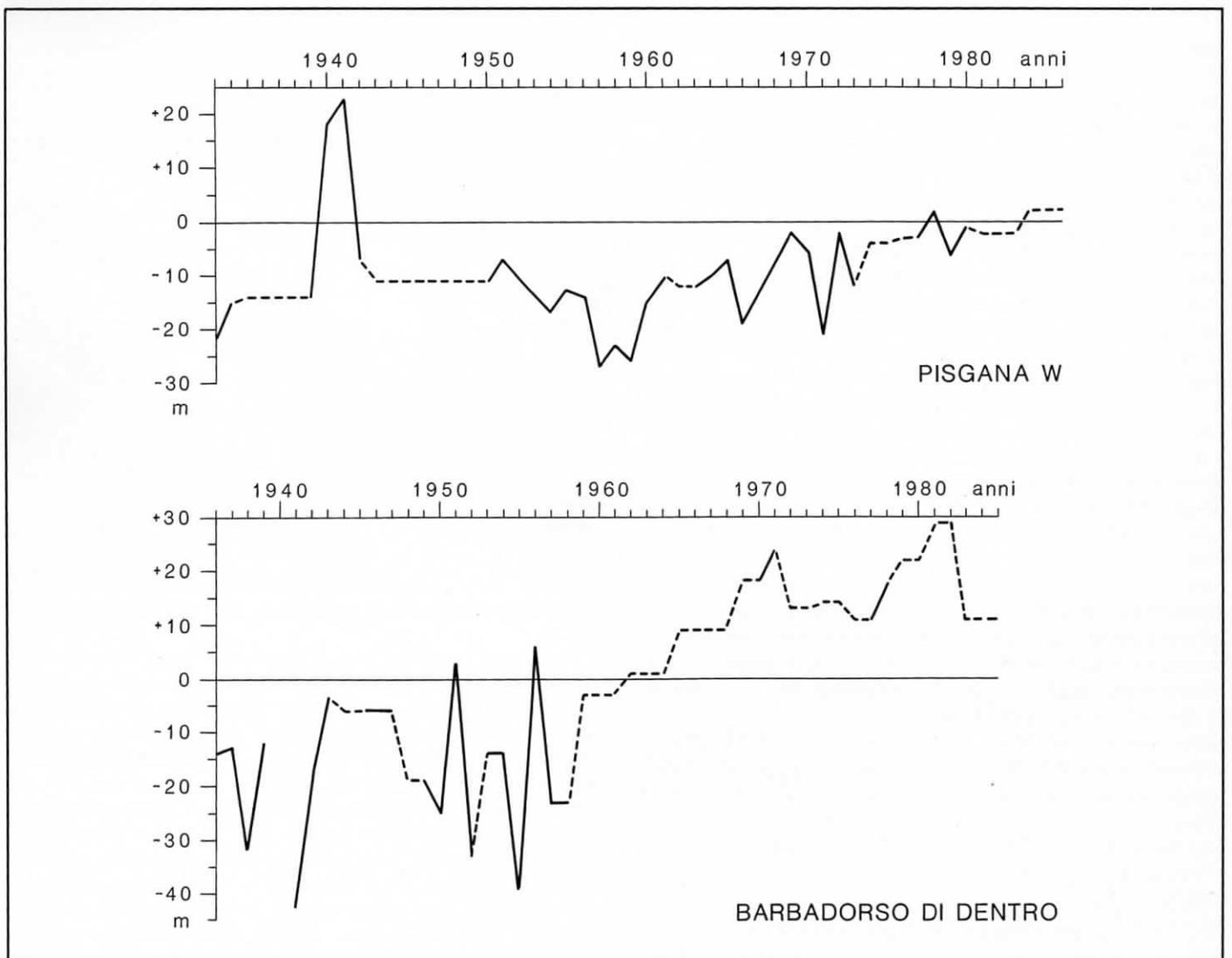


Fig. 9 - Diagrammi delle variazioni frontali dei ghiacciai Pisgana Occidentale e Barbadorso di Dentro.

limitata comunque rispetto all'espansione degli Anni Venti. Il comportamento dei ghiacciai, che mostra spesso differenze notevoli fra i singoli apparati derivanti da molteplici fattori morfologici, dimensionali e altimetrici, è naturalmente da porre in relazione con la dinamica dei parametri climatici, un rapporto molto complesso che da tempo gli studiosi stanno cercando di chiarire.

VARIAZIONI DI ALCUNI GHIACCIAI SIGNIFICATIVI

Analizziamo ora più in dettaglio le modalità delle variazioni dei ghiacciai e gli eventi particolari in alcuni ghiacciai che sono stati oggetto di continue osservazioni e dei quali si possono ricostruire le vicende per un lungo periodo di tempo.

Ghiacciaio del Lys

È situato alla testata della Valle di Gressoney (Valle d'Aosta) ed è fra i più estesi in Italia, con una superficie di oltre 10 km²; è un ghiacciaio vallivo composto, avendo due principali bacini di accumulo separati da una cresta denominata «Il Naso» e due lingue colate confluenti che formano la lingua valliva. MONTERIN (1932) riporta e commenta notizie precise di questo ghiacciaio che risalgono addirittura alla fine del XVIII secolo. Le oscillazioni della lingua hanno interessato nel secolo scorso la zona delle due lingue dell'attuale fronte, caratterizzata da due gradini rocciosi denominati Gradino Ross, a q. 2150, e Roccione Salzen, a q. 2100 circa (vedi fig. 10). Dopo una fase di regresso durata fino al 1812, il ghiacciaio incominciò ad avanzare e, superato il Gradino Ross, raggiunse il massimo sviluppo della «Piccola Età Glaciale», con la fronte discesa a q. 1990, a poche decine di metri dall'Alpe Cortlys. Successivamente ad un breve periodo di ritirata la lingua dal 1943 riprese la sua avanzata giungendo solo ad una cinquantina di metri più a monte dei limiti precedenti. L'imponenza della grande colata in quegli anni è evidenziata da potenti morene latero-frontali deposte, lungo i cui fianchi, secondo le testimonianze del tempo, rotolavano grossi massi tanto da rendere pericoloso l'uso dei pascoli sottostanti e da ostruire l'intero che dall'Alpe Cortlys conduceva all'Alpe Salzen. Dal

1861 iniziò un nuovo intenso periodo di regresso che portò il ghiacciaio decisamente al di sopra del Gradino Ross; nonostante un lieve progresso di 120 metri nel periodo 1882-1891, la fronte dal 1860 al 1912 arretrò complessivamente di circa 1 Km, raggiungendo la quota di 2182 m. Seguì un periodo di progresso dal 1912 al 1921, superiore a quello precedente, i cui depositi

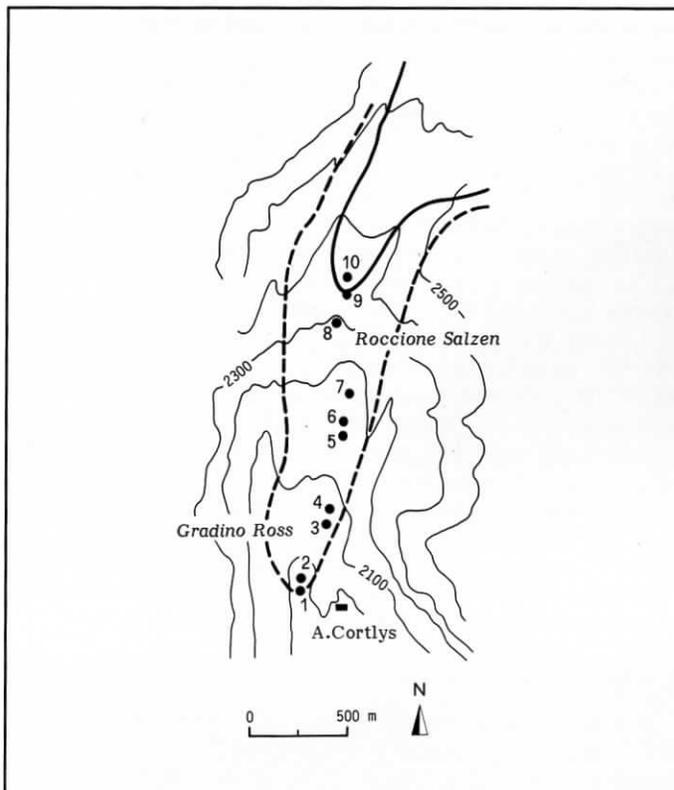


Fig. 10 - Le posizioni della fronte del Ghiacciaio del Lys dal 1812 al 1983. La linea tratteggiata indica il limite della lingua nel 1821, quella continua il limite attuale. I numeri indicano le varie posizioni della fronte: 1=1821; 2=1860; 3=1812; 4=1842; 5=1921; 6=1891; 7=1882 e 1912; 8=1941; 9=1983; 10=1972 (da MONTERIN, 1932, pag. 102, modificato e aggiornato).

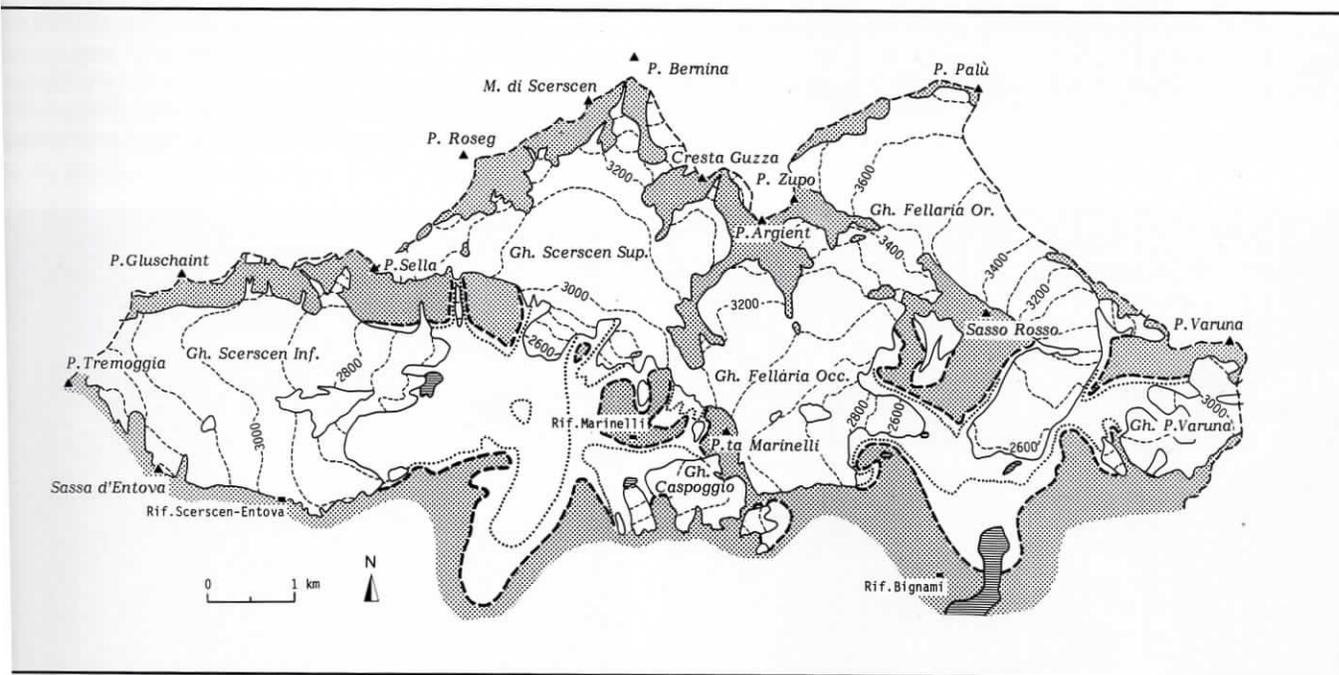


Fig. 11 - I ghiacciai del versante meridionale del Bernina. La linea tratteggiata indica i limiti massimi raggiunti dai ghiacciai durante la «Piccola Età Glaciale» (circa la metà del secolo scorso), la linea punteggiata i limiti del 1928 (secondo NANGERONI, 1929, pag. 232), la linea continua i limiti del presente. Il tratteggio orizzontale indica i bacini lacustri.

morenici frontali vennero raggiunti e sorpassati di ben 60 m. Si ebbe inoltre un allargamento laterale di più di 100 m e un aumento di spessore nella parte superiore della lingua di 16 m. Il successivo periodo di regresso (1921-1972) fu molto intenso e portò notevoli modificazioni nella morfologia complessiva del ghiacciaio. Nel 1940, in corrispondenza del Roccione Salzen, si verificò il distacco della parte inferiore della lingua, con la formazione di una nuova fronte sopra di essa; nel giro di pochi anni la massa di ghiaccio morto fuse completamente e il ghiacciaio andò ulteriormente arretrando fino a raggiungere la quota di 2355 m. La zona di confluenza delle colate denominata *plateau* si abbassò notevolmente e la parte sinistra della colata orientale si ridusse e restrinse di molto, scoprendo intorno a 2600 m il fondo roccioso, come si può rilevare dall'aggiornamento del 1969 della tav. *Saint Jacques 29 I SO* dell'I.G.M. e da una fotografia di W. Monnerin del 1971. Alla fine di questo periodo si verificò un singolare fenomeno descritto da ALIVERTI *et Alii* (1973), definito *surge* di acqua: dal 9 al 12 Dicembre 1971 il torrente Lys si ingrossò improvvisamente, nonostante la stagione; l'acqua, valutata in 480000 m³, proveniva da due zone elevate nelle vicinanze della Capanna Gnifetti (3648 m) ed era probabilmente contenuta in due grandi bacini subglaciali. Le cause della fuoriuscita dell'acqua, secondo gli Autori citati, sono da ricercarsi nell'instabilità creata dal continuo aumento di volume della massa liquida per nuova fusione e nel cedimento improvviso del ghiaccio che tende a staccarsi dalla roccia e a galleggiare. A partire da allora si ebbe un'inversione di tendenza, che portò ad un notevole inturgidimento della lingua e alla ricostituzione della colata orientale; il lieve progresso che dura tuttora ha portato la fronte più avanti di circa 100 m.

2) Ghiacciai di Scerscen

Sul versante meridionale del Bernina si trovano ghiacciai molto noti e frequentati dei quali possiamo ricostruire con una certa precisione le variazioni che sono state molto profonde e significative. Esse hanno portato alla separazione di un unico grande ghiacciaio vallivo composto, in cinque individui separati: Scerscen Inferiore, Scerscen Superiore, Marinelli, Caspoggio e NW delle Cime di Musella (vedi fig. 11). I limiti raggiunti durante la «Piccola Età Glaciale», non essendoci testimonianze precise, sono stati ricostruiti esaminando le morene deposte che si riconoscono per il loro rilievo morfologico e la scarsità di copertura vegetale e che ci indicano le dimensioni areali raggiunte dal ghiacciaio vallivo. Pur non essendoci datazioni sicure di questi depositi, si può comunque affermare, sulla base della tavoletta dell'I.G.M. della zona, rilevata nel 1890 e in analogia con quanto avvenuto in ghiacciai vicini, che nel secolo scorso l'estensione glaciale doveva essere molto vicina a quella massima storica.



Fig. 12 - Il Ghiacciaio Scerscen Inferiore nel 1928 (a) (foto Nangeroni, da Boll. Comit. Glac. It., ser. 1, 12, 1929) e nel 1986 (b) (foto Catasta).

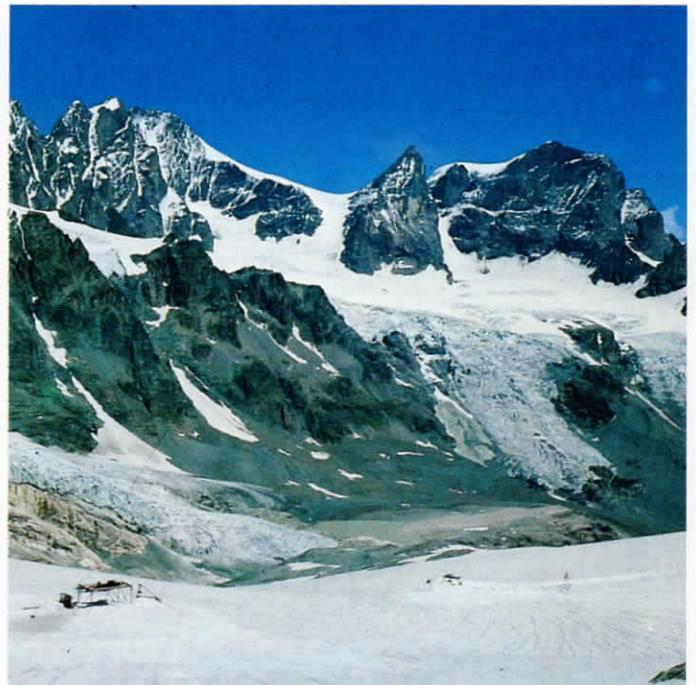


Fig. 13 - Le due fronti del Ghiacciaio Scerscen Superiore (a destra) nel 1985, viste dal Rifugio Scerscen-Entova. In basso parte del bacino di accumulo dello Scerscen Inferiore (foto Catasta).

L'imponenza di questa massa glaciale doveva essere notevole: la grande lingua oggi scomparsa era formata dalla confluenza dei Ghiacciai di Scerscen Superiore ed Inferiore e del Ghiacciaio di Caspoggio e si inoltrava poi nella valle per quasi due chilometri con una larghezza compresa tra 600 e 1100 m, giungendo fino a 2140 m. La morfologia di questo tratto di valle è caratterizzata, subito dopo la confluenza, da una stretta rocciosa a cui fa seguito un ripiano con una forra sulla sinistra e pronunciati dossi rocciosi sulla destra. La massa glaciale si espandeva a valle della stretta rocciosa, trovando però l'ostacolo dei dossi in contropendenza che era costretta a superare. A testimonianza di queste difficoltà sul margine destro si formò una singolare digitazione laterale che risaliva in parte la depressione costituita dalla valletta che scende dalla Forcella d'Entova.

Le prime osservazioni glaciologiche risalgono al 1896 e sono opera di Marson. Le misurazioni effettuate negli anni successivi mostrano un costante e progressivo ritiro sia lineare sia di volume: la riduzione interessò inizialmente la parte destra meno potente, costituita per la maggior parte dalla lingua proveniente dal



Figura 12 - B



Fig. 14 - Le fronti dei ghiacciai Fellaria Occidentale (a sinistra) e Orientale (a destra) nel 1913 (a) (foto Sangiorgi, Archivio del Comitato Glaciologico Italiano); nel 1928 (b) (foto Nangeroni); nel 1941 (c) (foto Riva); nel 1984 (d) (foto Catasta). Si noti che la fronte del Fellaria Occidentale da questo punto di osservazione attualmente non è più visibile.

Ghiacciaio Scerscen Inferiore con l'emersione dei già citati dossi. In un'immagine di Sangiorgi del 1913 la lingua, mascherata da abbondante morenico superficiale, è confinata sul lato sinistro e la fronte, con una evidente porta, giunge a q. 2180. Sempre a causa del ritiro si formò negli anni successivi un laghetto di sbarramento glaciale sul lato destro della lingua, pressapoco nella posizione ove si trovava la digitazione già ricordata e ormai scomparsa. Dopo essersi due volte abbassato di livello nel 1924 e nel 1925, come ricorda NANGERONI (1929), improvvisamente il 10 Agosto 1927 si svuotò completamente a causa del cedimento in profondità del ghiaccio che lateralmente tratteneva l'acqua, provocando danni alle sottostanti baite di Campascio e al lago artificiale di Lanzada; successivamente non si riformò più.

Altri episodi analoghi nelle Alpi Italiane, oltre a quello già citato avvenuto nel Ghiacciaio del Lys, si verificarono nel Ghiacciaio dei Forni (Valtellina) in data di poco antecedente al 1864 con alluvionamento della piana di Santa Caterina Valfurva, che venne cosparsa di massi di ghiaccio trasportati dall'acqua; nel Ghiacciaio del Sissone (Valmalenco) il 15 Settembre 1950 per fuoriuscita di acque subglaciali e franamento di depositi morenici instabili con distruzione di baite, ponti e perdita di bestiame; nel Ghiacciaio del Belvedere (Valle Anzasca) il 19 Luglio 1979 per lo svuotamento del Laghetto delle Locce le cui acque, dopo essere passate sotto il ghiaccio, sfondarono la morena laterale destra danneggiando una seggiovia e alcuni immobili. Questi rari ma possibili fenomeni andrebbero maggiormente studiati, soprattutto in quei ghiacciai che si trovano nelle immediate vicinanze di impianti idroelettrici o di altre costruzioni.



Figura 14 - B

Tornando al Ghiacciaio di Scerscen ricordiamo che l'arretramento della fronte era inoltre accompagnato dalla frequente formazione di giganteschi imbuto sulla superficie della lingua che giungevano fino al fondo e successivamente, col procedere della fusione, portavano alla formazione di parti di ghiaccio morto. Il distacco del Ghiacciaio Scerscen Inferiore dal Superiore avvenne a metà degli Anni Quaranta: le due lingue del primo che si erano allora evidenziate andarono rapidamente arretrando fino a raggiungere la situazione attuale di un'unica fronte con due lobi laterali e uno centrale che immerge il suo margine in un laghetto di sovraescavazione: la quota minima, che nel 1950 era 2375 m, si è ora portata a 2540 m. Inoltre si è andata abbassando la superficie del ghiacciaio, nella parte centrale della quale è venuto a emergere un esteso nunatak roccioso fra le quote 2630 e 2950 (fig. 12).

Anche il Ghiacciaio Scerscen Superiore si distaccò dalla parte valliva agli inizi degli Anni Cinquanta e la nuova fronte si individuò a q. 2500, alla base del gradino su cui si trova l'esteso bacino di accumulo ove giunge tuttora; sulla sinistra un'altra lingua secondaria di questo ghiacciaio era venuta ad isolarsi prima del 1928, quando Nangeroni vi pose il primo segnale (fig. 13).

La lingua, ormai isolata dall'alimentazione, ricoperta e occultata dal morenico superficiale, subì un rapido disfacimento con isolamento di masse sui fianchi, formazione di grandi imbuto e gallerie che mutavano di anno in anno, come viene descritto da Riva che relaziona su questo ghiacciaio fino al 1957. Infine il Ghiacciaio di Caspoggio si individualizzò molto presto, certamente prima del 1926 quando vennero posti da Corti i primi se-



Figura 14 - C

gnali, ed arretrò costantemente fino ai limiti attuali che lo vedono smembrato in due individui. Il ritiro fu così intenso e profondo che si dovette spostare il sentiero di accesso, divenuto pericoloso, alla Capanna Marinelli.

Le modificazioni qui descritte hanno portato alla perdita complessiva di ben 625 ettari di superficie glaciale su un totale di 1868 ettari raggiunto al massimo di espansione nella «Piccola Età Glaciale», ad un arretramento della fronte del Ghiacciaio di Scerscen Superiore di quasi tre chilometri, all'innalzamento della quota minima da 2140 m a 2470 m e alla perdita massima di spessore di oltre 200 m.

3) Ghiacciai di Fellaria

Alla testata della Valle di Campo Moro, attigua alla precedente e facilmente accessibile da Chiesa Valmalenco, si trovano attualmente tre ghiacciai: Fellaria Occidentale, Fellaria Orientale, Pizzo di Varuna. Anch'essi, con una singolare analogia con quanto avviene nella Valle di Scerscen, al culmine dell'espansione probabilmente verificatasi intorno alla metà del secolo scorso, con-



Figura 14 - D

fluivano estesamente formando un unico ghiacciaio vallivo composto, la cui superficie complessiva raggiungeva i 1422 ettari.

Osservando l'andamento delle morene deposte in questa fase si può affermare che la lingua scendeva sino a circa 2100 m di quota, occupando il margine settentrionale del piano di Campo Gera, oggi colmato completamente dalle acque dell'omonimo lago artificiale. Anche per questi ghiacciai il ritiro, a partire dalle prime osservazioni di Marson della fine del secolo scorso, è stato continuo e intenso: la successione delle immagini fotografiche del 1913, 1928, 1941, 1984 mostra un progressivo abbassamento della superficie glaciale e un arretramento che portò alla separazione delle due lingue principali, avvenuta verso la fine degli Anni Trenta (fig. 14).

Le misurazioni sono state prevalentemente effettuate alla fronte del Ghiacciaio Fellaria Occidentale, ma presentano delle interruzioni a causa della sfavorevole esposizione; solo a partire dal 1946, quando la lingua si stabilizzò su un ampio ripiano, diventano regolari e mostrano un costante e intenso ritiro fino al 1973 (in media 18 metri all'anno). Da allora fino ad oggi la fronte è rimasta praticamente stazionaria, con un lieve avanzamento di



Fig. 15 - La lingua del Ghiacciaio Fellaria Occidentale nel 1985. Sulla fronte si nota una morena di neoformazione, che evidenzia il modesto avanzamento avvenuto negli ultimi anni (foto Catasta).

circa 30 m fra il 1977 e il 1983 (fig. 15).

La fronte del Ghiacciaio Fellaria orientale è stata visitata solo episodicamente per le difficoltà di accesso e per le cattive condizioni di misurabilità. Si può comunque stimare in circa 500 metri il ritiro dal 1928 ad oggi del suo lobo sinistro confrontando l'attuale posizione con quella descritta da NANGERONI (1929), che pone la fronte a q. 2415 a pochi metri dal ciglio del ripido gradino da cui precipitano in cascata le acque di fusione. Anche questo ghiacciaio ha avuto comunque negli ultimi anni un sicuro progresso, che si rileva dalla presenza di una bassa, ma continua, morena di spinta e dalla prominente del margine frontale (fig. 16).

Fino agli Anni Venti la lingua di questo ghiacciaio riceveva da oriente apporti dal Ghiacciaio del Pizzo di Varuna e dal minuscolo Ghiacciaio di Cima Fontana, oggi ridotto ad un glacio-nevato. Già nel 1928 Nangeroni dubitava del permanere di questa confluenza, che forse avveniva per mezzo di una linguetta sulla sinistra. L'attuale fronte si situa a q. 2820, a monte del margine sinistro del Ghiacciaio Fellaria Orientale.

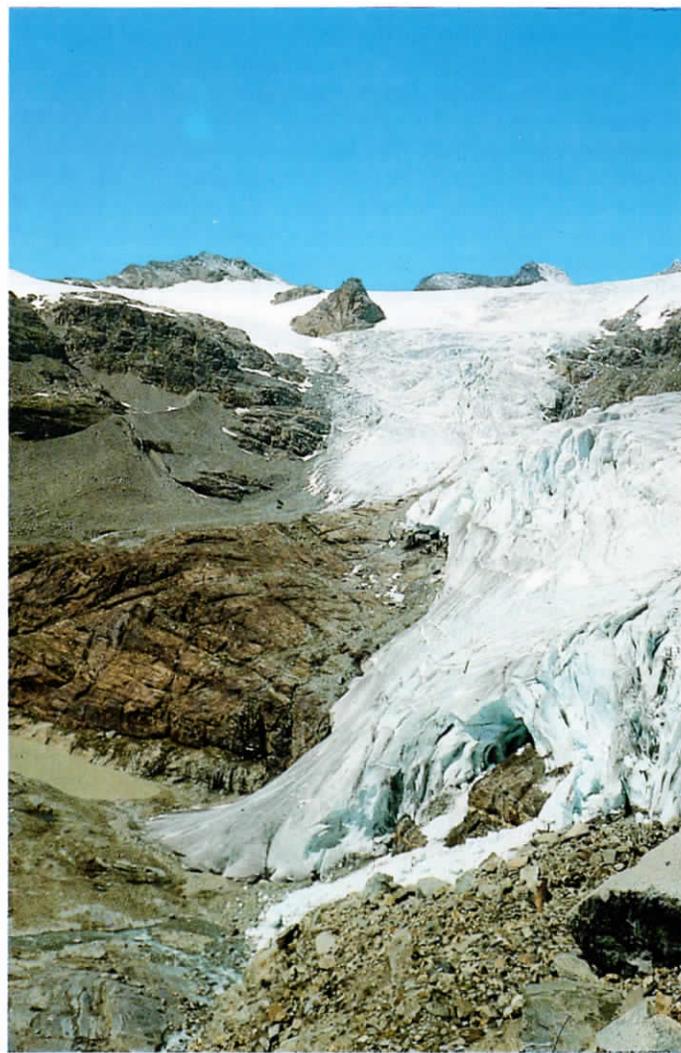


Fig. 16 - In primo piano la fronte di sinistra del Ghiacciaio Fellaria Orientale nel 1985 in fase di progresso. Sullo sfondo la lingua del Fellaria Occidentale (foto Catasta).

Bibliografia

- ALIVERTI G., COLOMBINO P. & DE MAIO A. (1973) - Sopra un «Surge» di acqua accaduto sul Ghiacciaio del Lys (Monte Rosa). *Boll. Comit. Glac. It.*, ser. 2, v. 21, pp. 7-18, Torino.
- CASTELIONI G. B. (1982) - Variazioni dei ghiacciai italiani 1980-1981. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, v. 5 (2), p. 362, Torino.
- CASTELIONI G. B. (1983) - Variazioni dei ghiacciai italiani 1981-1982. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, v. 6 (1), p. 73, Torino.
- CASTELIONI G. B. (1984) - Variazioni dei ghiacciai italiani 1982-1983. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, v. 7 (2), p. 60, Torino.
- CERUTI A. V. (1985) - Le variazioni glaciali e climatiche durante l'ultimo secolo nei gruppi del Monte Bianco e del Monte Rosa. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, v. 8 (2), pp. 124-136, Torino.
- DEBIO A., con la collaborazione di S. Belloni e di A. Giorcelli (1967) - I ghiacciai del gruppo Ortles-Cevedale (Alpi Centrali). pp. 874, fig. 130, tav. 207. CNR, Comitato Glaciologico Italiano, Torino.
- LIBERA C. (1973) - La campagna glaciologica 1973 e il nuovo trattamento statistico delle variazioni. *Boll. Comit. Glac. It.*, ser. 2, v. 22, pp. 37-42, Torino.
- MATTANA U. (1983) - La recente evoluzione del glacialismo nel gruppo di Tessa (Alpi Venoste). *Materiali Istituto di Geografia Università di Padova*, 1983, n. 6, pp. 11. Padova.
- MONTERIN U. (1932) - Le variazioni secolari del clima del Gran San Bernardo 1818-1931 e le oscillazioni del Ghiacciaio del Lys 1789-1931. *Boll. Comit. Glac. It.*, ser. 1, v. 12, pp. 59-184, Torino.
- NANGERONI G. (1929) - Il glacialismo attuale nella media Valtellina (versante destro; zona politicamente italiana). *Boll. Comit. Glac. It.*, ser. 1, v. 9, pp. 145-234, Torino.
- OROMBELLI G. & PORTER S. C. (1982) - Late Holocene fluctuations of Brenva Glacier. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, v. 5 (1), pp. 14-37, Torino.
- RABAGLIATI R. & SERANDREI BARBERO R. (1982) - I ghiacciai delle Alpi Giulie dal 1920 al 1979. Spostamenti delle fronti e variazioni climatiche. *Studi Trent. Sc. Nat., Acta Geologica*, v. 59, pp. 105-126, Trento.
- SMIRAGLIA C. (1975) - Note sull'evoluzione recente del glacialismo dell'alta Valpellina. *Boll. Comit. Glac. It.*, ser. 2, v. 23, pp. 119-130, Torino.
- SMIRAGLIA C. (1985) - Il Ghiacciaio dei Forni (Gruppo Ortles-Cevedale) e la sua storia recente. *Boll. Club Alp. It.-Annuario Comit. Sc. Centr.*, v. 83, pp. 28-34, Milano.
- SMIRAGLIA C. (1986) - Il Ghiacciaio della Ventina (Val Malenco, Alpi Centrali): contributo alla conoscenza del «tempo di risposta». *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, v. 9 (1), pp. 49-55, Torino.
- VANNI A. (1970) - Le variazioni dei ghiacciai italiani negli anni 1966-1967-1968. *Boll. Comit. Glac. It.*, ser. 2, v. 16, pp. 5-21, Torino.
- ZANON G. (1985) - L'attuale tendenza evolutiva dei ghiacciai delle Alpi Italiane. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, v. 8 (2), pp. 89-96, Torino.