

EDOARDO STRADA

LE VARIAZIONI DEL GHIACCIAIO DEL LYS DALLA «PICCOLA GLACIAZIONE» AI NOSTRI GIORNI*

RIASSUNTO - Nel presente lavoro si sono ricostruite le variazioni della fronte del ghiacciaio del Lys dalla «Piccola glaciazione» ai nostri giorni, mediante l'analisi di antiche carte, disegni, descrizioni scritte, fotografie e mediante lo studio geologico e la datazione lichenometrica delle morene terminali.

Il risultato della ricerca è stato confrontato con quelli ottenuti per altri ghiacciai delle Alpi constatando una notevole corrispondenza tra le fluttuazioni di questi e quelle del ghiacciaio del Lys.

SUMMARY - *The fluctuation of the Lys Glacier since the Little Ice Age.* In the present work the terminus fluctuations of Lys Glacier from the «Little Ice Age» to the present have been reconstructed using documentary evidence in the form of maps, drawings, written accounts, photographs, supplemented by geologic mapping and lichenometry dating.

The result of the research has been compared with those obtained from other glaciers of the Alps proving a remarkable correspondence among their fluctuations and those of the Lys Glacier.

INTRODUZIONE

Lo scopo di questo lavoro è stato lo studio delle fluttuazioni glaciali, avvenute in epoca storica, del ghiacciaio del Lys nell'alta valle di Gressoney (fig. 1). La valle di Gressoney è la prima valle confluyente laterale sinistra della Valle d'Aosta ed è delimitata a nord dal massiccio del Monte Rosa ed in particolare dalla grande vetta del Lyskamm (4538 m).

Il ghiacciaio del Lys è uno dei più grandi ghiacciai vallivi delle nostre Alpi e presenta un vasto apparato morenico olocenico. Il suo bacino alimentatore è diviso in due dalle rocce della Cresta del Naso, lunga 1,5 chilometri. La sua superficie è di 10,78 Km², mentre la sua lunghezza e larghezza massima sono rispettivamente di 5,3 e 4,25 Km (BACHMANN, 1980).

Dalla bocca del ghiacciaio, posta attualmente ad una quota di circa 2355 m, prende origine il torrente Lys che raccoglie poi le acque della valle.

Molto importanti per questo studio sono stati alcuni lavori svolti in passato,

* Lavoro svolto nell'ambito di una tesi di laurea presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano.

Si ringrazia il Prof. G. Orombelli per l'assistenza scientifica durante la ricerca e la lettura critica del manoscritto.

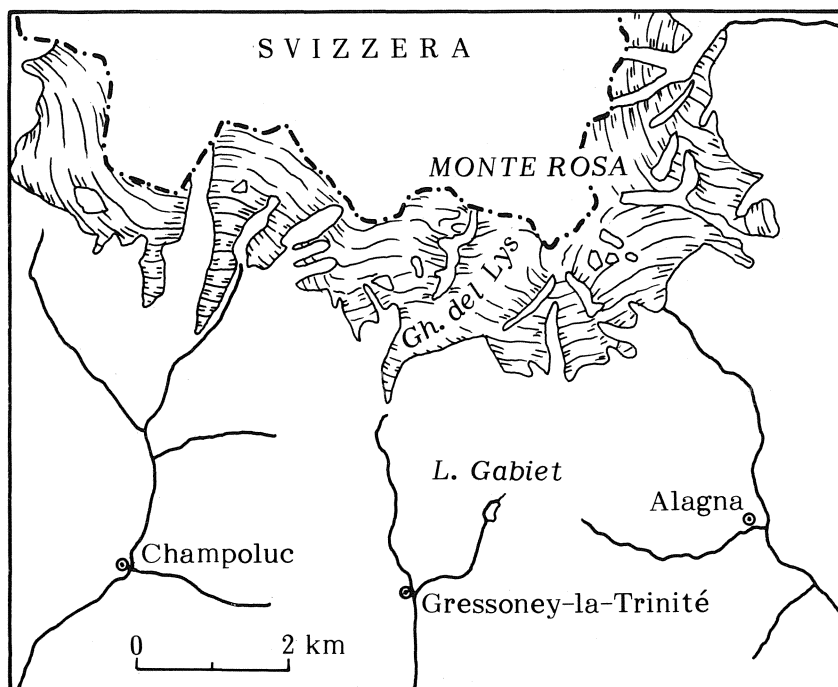


Fig. 1 - Carta raffigurante il ghiacciaio del Lys e le zone circostanti.

di cui i più rilevanti sono quelli di DAINELLI (1906, 1911), SACCO (1920) e MONTERIN (1932) che hanno permesso la ricostruzione degli avvenimenti glaciali accaduti negli ultimi secoli.

FONTI DEI DATI

La storia recente del ghiacciaio del Lys è stata ricostruita tramite un'indagine basata su documenti storici, cartografici e fotografici così da poter stabilire la posizione della fronte del ghiacciaio nei vari periodi e trovarne corrispondenze con particolari morfologici attuali.

Sulla base di tali indicazioni è stato applicato il metodo lichenometrico per la datazione delle morene presenti.

I licheni utilizzati sono quelli del gruppo *Rhizocarpon geographicum* di colore giallo verde, e del gruppo dell'*Aspicilia cinerea* di colore grigio chiaro, entrambi caratterizzati da ampia diffusione, longevità, accrescimento regolare, con talli di forma circolare.

Un problema avanzato recentemente per quanto riguarda l'uso del gruppo *Rhizocarpon geographicum* è la possibilità di confusione tra questa specie e il *Rhizocarpon alpicola*, che cresce sopra i 2000 metri.

Si è visto (INNES, 1982) che le curve di crescita sono differenti; nei primi stadi di crescita i licheni appartenenti al gruppo *Rhizocarpon geographicum* crescono più

velocemente del *Rhizocarpon alpicola*, mentre successivamente avviene il contrario. Di conseguenza in questo lavoro si è cercato di evitare la confusione tra le due specie onde evitare di ottenere dei dati falsati. Nei rilievi lichenometrici sono stati presi in esame solo gli individui isolati di cui è stato misurato il diametro minore (cerchio inscritto) del tallo e considerato il massimo valore trovato, scartando però i valori eccessivamente discordanti. Non si sono considerate le superfici rocciose appartenenti a massi posti troppo esternamente rispetto al cordone morenico e licheni cresciuti su rocce poste in zone troppo umide, dato che all'aumentare dell'umidità i licheni crescono più velocemente.

Le indagini sono state effettuate su ampie superfici in modo tale da eliminare le diversità di crescita legate alla variabilità litologica e a quella microambientale, potendo così individuare il tallo del lichene che si è accresciuto nelle condizioni migliori.

Si sono confrontate le posizioni note assunte dal ghiacciaio del Lys con i valori dei massimi diametri lichenici misurati nello stesso luogo. Si è così costruita la curva di accrescimento lichenico tramite la quale si può determinare l'età delle morene osservate attraverso la misura dei diametri dei licheni cresciuti su di esse.

1) Indagini di terreno

L'apparato morenico olocenico presente nell'alta valle di Gressoney risulta per lo più ben conservato. Nel complesso si possono distinguere tre cerchie principali di morene oltre che, nella parte più alta, alcuni tronchi morenici più esterni e più corti (fig. 2).

La cerchia morenica più esterna (1) è rappresentata in modo continuo ed evidente lungo il fianco sinistro della valle, tranne nella parte terminale, mentre sul fianco destro è ben rappresentata anche nella parte più bassa con alcuni tronconi.

La seconda cerchia (2) è rappresentata nella parte frontale da tratti superstiti della morena originaria, smembrata dall'erosione fluviale, mentre sui lati è poco rappresentata perchè addossata alla precedente.

La cerchia più interna (3) è ben rappresentata nella parte frontale, mentre è poco sviluppata e mal conservata ai lati.

La costruzione della curva di accrescimento lichenico (fig. 3) nell'alta valle di Gressoney, seguendo il metodo di misura da noi utilizzato, si è basata sulle datazioni delle morene effettuate in studi dell'inizio del 900 (DAINELLI, 1911, SACCO, 1920, MONTERIN, 1932).

In particolare ci si è basati sulla sicura datazione della cerchia morenica più interna (3), riferibile al 1922, anno in cui, secondo Monterin (1932: 92, tab. 1) la fronte del Lys iniziò a ritirarsi dopo una fase di avanzata che durava almeno dal 1913 e che era culminata nel 1921.

La morena frontale intermedia (2), sempre secondo Monterin è da ritenere definitivamente deposta e abbandonata dal ghiacciaio nel 1862, quando ebbe termine la fase di avanzata della metà dell'800 e, dopo «una breve stasi nel 1861, inizio la nuova fase regressiva» (MONTERIN, 1932: 76).

Infine la morena frontale più stretta (1) deve ritenersi definitivamente deposta e abbandonata dal ghiacciaio fin dal 1822 (MONTERIN, 1932: 64).

Attribuendo alle tre morene i valori massimi lichenici riscontrati di:

		R.g.	A.c.
morena (3)	1922	15 mm	40 mm
morena (2)	1862	30 mm	80 mm
morena (1)	1822	42 mm	105 mm

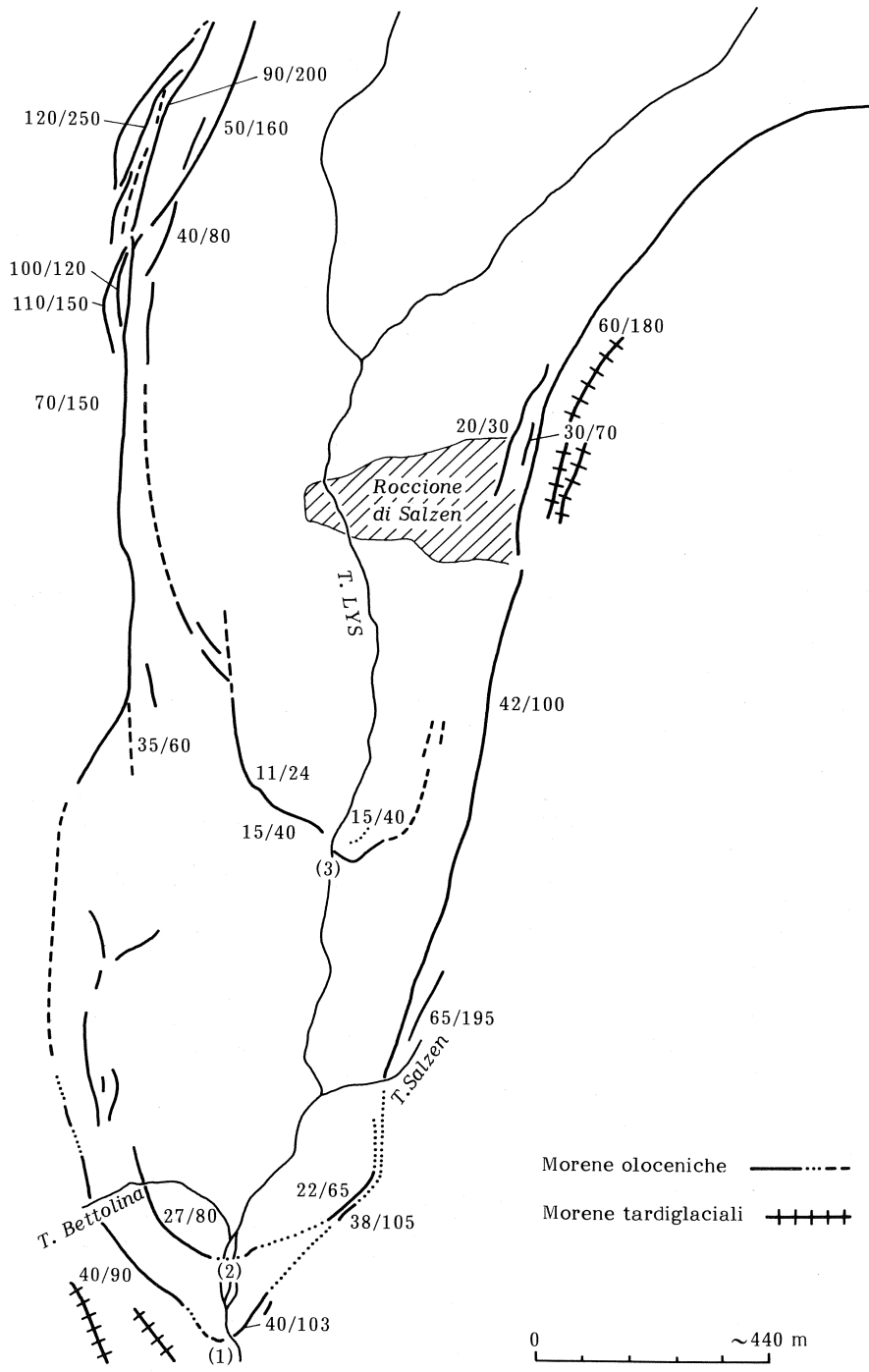


Fig. 2 - Cerchie moreniche dell'alta valle di Gressoney con i relativi valori lichenici misurati.

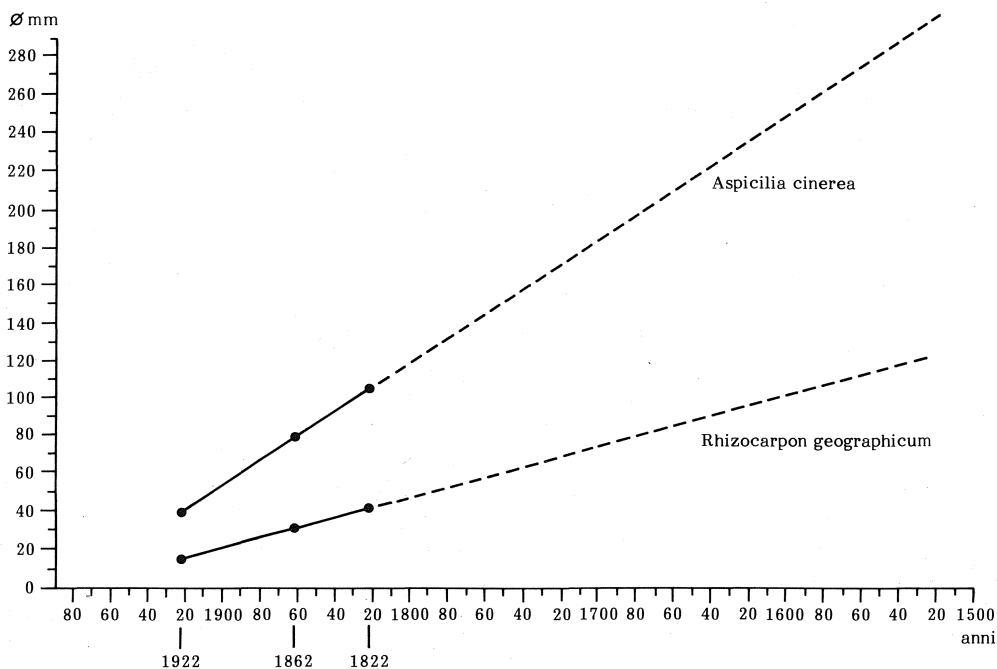


Fig. 3 - Curva di accrescimento lichenico.

si ottiene in un diagramma in scala aritmetica un buon allineamento dei tre punti considerati sia per il *Rhizocarpon geographicum* sia per l'*Aspicilia cinerea*. Bisogna tener presente i possibili errori di misurazione considerando una variabilità nelle misure effettuate di ± 1 mm. Questo fattore porta ad una variazione nella datazione di ± 4 anni.

Il fattore lichenico, cioè la misura dell'accrescimento in mm per secolo, ricavato per l'alta valle di Gressoney assume il valore di 27 per il *Rhizocarpon geographicum* e di 65 per l'*Aspicilia cinerea*. Il valore ricavato per *Rhizocarpon geographicum* può essere confrontato con quelli riscontrati in altre zone delle Alpi. Sul Gran Paradiso è di 13-25 (BESCHEL, 1958), in Austria è di 21-93 (BESCHEL, 1957), in Svizzera è di 60 (BESCHEL, 1957), nella valle dei Forni è di 23,8 (BELLONI, 1970), sul Monte Bianco è rispettivamente di 43, 33, 27 dopo 100, 200, 300 anni (OROMBELLI e PORTER, 1983).

Il rapporto interspecifico dell'accrescimento delle due specie considerate è di 1:2,6; anche questo rapporto può essere confrontato con i valori ottenuti in altre ricerche: 1:3 per il Monte Bianco (OROMBELLI e PORTER, 1983), da 1:1,5 a 1:2,5 per le Alpi austriache (LOCKE *et al.* 1979), 1:2,2 per il Gran Paradiso (BESCHEL, 1958).

2) Indagini storiche

Una fonte di dati molto importante per valutare le variazioni della fronte del ghiacciaio avvenute in epoca storica è la documentazione cartografica. La più antica

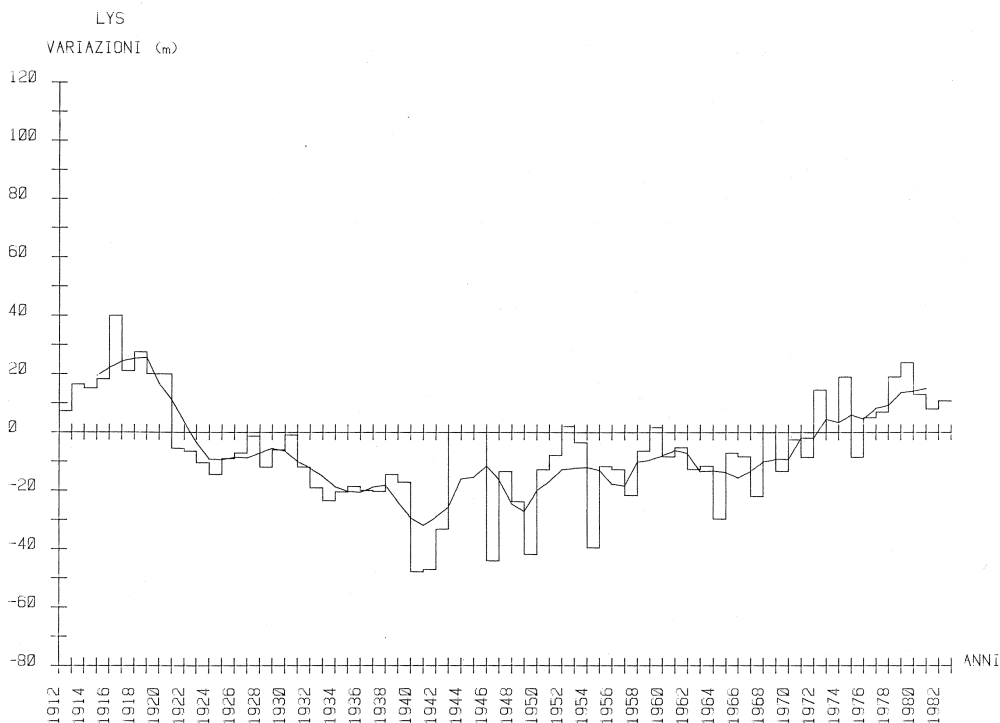


Fig. 4 - Variazioni della fronte del ghiacciaio del Lys tra il 1912 e il 1983 (da Boll. Comit. Glac. It. e Geografia fisica e dinamica quaternaria).

carta in cui viene raffigurato il ghiacciaio del Lys è il primo originale della Carta degli Stati Sardi, rilevata tra il 1818 e il 1828 e rimasta inedita. È solo però con le carte dell'I.G.M., di cui la prima edizione risale al 1885, che si ha una precisa raffigurazione del territorio considerato. Nonostante le imprecisioni e gli errori dovuti al metodo di rilevamento le carte antiche contengono informazioni utili riguardanti la posizione raggiunta dalla fronte del ghiacciaio del Lys a partire dall'inizio del 1800.

Anche i documenti fotografici rappresentano una fonte di informazione; la foto più antica in cui è raffigurato il ghiacciaio risale al 1868.

Infine di elevata importanza si sono dimostrate le testimonianze e le descrizioni scritte. Il primo documento scritto da noi reperito risale ad H.B. DE SAUSSURE in «Voyages dans les Alpes» (1796), che visitò il Lys nel 1789. A partire dal 1913 le variazioni frontali vennero registrate e pubblicate sistematicamente sul Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano e sulla rivista «Geografia fisica e dinamica quaternaria». Nella fig. 4 sono riportati i valori delle variazioni frontali dal 1913 al 1983. Inoltre si sono esaminati i documenti cartografici appositamente rilevati nel 1838 (Mappa catastale), nel 1877 (LAMBERTI), nel 1901, 1904 e 1910 (DAINELLI), nel 1917, 1918 e 1921 (MONTERIN), nel 1920 (CASAMARATA e FELLI), nel 1925 (I.G.M.), nel 1951 (VANNI), nel 1953 (CUNIETTI e MARAZIO). Tutta la documentazione è stata elencata nella tab. I.

Tabella I

Documenti storici da cui si sono ricavate le informazioni sull'estensione del ghiacciaio del Lys.
(D=descrizione scritta; C=carta; M=mappa; R=rilievo; S=schizzo; F=fotografia).

data	documento	fonte
1789	D	DE SAUSSURE, 1796: 371
1815	D	ZUMSTEIN, in MONTERIN, 1932: 61
1818-1828	C	Carta Generale degli Stati Sardi di S.M. in terra ferma, scala 1:50000, in DAINELLI, 1911: 8 fig. 2; in MONTERIN, 1932: 63, fig. 1
1823	C	Topographische Karte des Monte Rosa und seiner Umgebungen, scala 1:100000, in DAINELLI, 1911: 8, fig. 2; in MONTERIN, 1932: 64, fig. 2
1835	C	Carta svizzera di Woerl, scala 1:200000, in MONTERIN, 1932: 63, fig. 3; ALIPRANDI, 1974: 338, fig. 107
1838	M	Mappa catastale, in MONTERIN, 1932: 77, fig. 4
1840	D	SCHOTT, in MONTERIN: 66
1842	D	FORBES, in MONTERIN, 1932: 66
1851	C	Karte des Monte Rosa und seiner Umgebungen Jahre, 1:50000, in DAINELLI, 1911: 9, fig. 3; MONTERIN, 1932: 71, fig. 5
1854	C	Carta topografica degli Stati di S.M. Sarda, 1857, scala 1:50000
1855	C	Travellers map of M. Rosa with the Passes, Montains, Glaciers around it, 1:50000, in MONTERIN, 1932: 73, fig. 7; ALIPRANDI, 1974: 341, fig. 108
1855	D	KING, in MONTERIN, 1932: 68
1859	D	SELLA e VALLINO, in DAINELLI, 1911: 32
1862	C	DUFOUR, 1869, Blatt. XXIII, skala 1:100000
1865-1866	C	The Valpelline, the Valtoranche and the Southern Valleys of the chain M. Rosa, from an actual Survey made in 1865-1866, scala 1:100000, in DAINELLI, 1911, fig. 5; MONTERIN, 1932: 76, fig. 9; ALIPRANDI, 1974: 403, fig. 130
1868	F	Ignoto, in MONTERIN, 1932: 76, fig. 11; SACCO, 1920, fig. 1, tab. III
1873	C	A Monte Rosa, esoport terkepe a svieri, scala 1:100000; in MONTERIN, 1932: 77, fig. 11
1877	R	Rilievo Lamberti, in MONTERIN, 1932: 79, fig. 12
1880	F	SELLA, in MONTERIN, 1932: 80, fig. 13
1880	F	BESSO, in SACCO, 1920: fig. 2, tab. III; MONTERIN, 1932: 81, fig. 14
1884	C	Istituto Geografico Militare, 1885, f.o 29, scala 1:50000
1885	F	BESSO, in MONTERIN, 1932: 84, fig. 16
1886	C	MARTELLI, 1886, tab. IV
1887	F	BONDA, in MONTERIN, 1932: 85, fig. 17
1889	D	SELLA e VALLINO, in DAINELLI, 1902: 62
1890	F	SELLA, in MONTERIN, 1932: 86, fig. 18
1891	F	CASANOVA, in SACCO, 1920: fig. 3, tab. III; in MONTERIN, 1932: 87, fig. 19
1901	S	DAINELLI, 1902: 56
1901	F	DAINELLI, in MONTERIN, 1932: 88, fig. 20
1901	D	DAINELLI, 1902: 56, in Boll. C.A.I.
1902	D	DAINELLI, 1902: LXXIII
1904	S	DAINELLI, 1906: 267, fig. 6
1904	F	DAINELLI, in MONTERIN, 1932; 88, fig. 21
1904	D	DAINELLI, 1906: 267
1910	R	DAINELLI, 1911: 18, fig. 11
1911	F	CURTA, in MONTERIN, 1932: 90, fig. 24
1911	F	BROCHEREL, in SACCO, 1920, fig. 4, tab. III
1913	S	MONTERIN, 1932: 93, fig. 27
1913	F	MONTERIN, 1914: 91, fig. 6
1913	F	IVALDI, in MONTERIN, 1932: 91, fig. 25
1913	D	MONTERIN, 1914: 89
1914-1915	D	MONTERIN, 1918: 23
1916	D	MONTERIN, 1918: 189
1916-1917	C	SACCO, 1920: 227
1917	S	MONTERIN, 1932: 93, fig. 26
1917	F	SACCO, 1920, fig. 5, tab. III
1918	S	MONTERIN, in SACCO, 1920: 222
1918	D	MONTERIN, in SACCO, 1920: 221
1919	D	SACCO, 1920: 82

1920	R	CASAMARATA e FELLI, 1931
1920	F	SACCO, 1920, fig. 5, tab. 3
1920	D	SACCO, 1920: 198
1921	S	MONTERIN, 1932: 93, fig. 27
1921	F	MONTERIN, 1932: 95, fig. 28
1921	D	MONTERIN, 1924
1922	F	MONTERIN, 1932: 98, fig. 30
1922-1925	D	MONTERIN, 1926: 37
1922	F	MONTERIN, 1932: 100, fig. 33
1924	F	MONTERIN, 1926: 39, fig. 3
1925	R	Istituto Geografico Militare, 1931
1925	F	STOLFI, 1927
1926-1931	D	MONTERIN, 1932: 96
1931	S	MONTERIN, 1932: 99, fig. 32
1931	S	MONTERIN, 1932: 102, fig. 35
1931	F	MONTERIN, 1932: 98, fig. 31
1931	F	MONTERIN, 1932: 100, fig. 34
1931	F	MONTERIN, 1932: 62, fig. A
1932	D	MONTERIN, 1932: 60
1940	F	VANNI, 1941: 163
1940	D	VANNI, 1941: 191
1951	S	VANNI, 1952: 146
1953	R	CUNIETTI-MARAZIO, 1955

LE VARIAZIONI DELLA FRONTE GLACIALE NELLA «PICCOLA GLACIAZIONE»

Sulla base dei dati raccolti è possibile determinare le date di deposizione delle morene nell'alta valle di Gressoney e le variazioni della fronte del ghiacciaio del Lys durante la «Piccola glaciazione» (fig. 5).

Si è riscontrata, sulla base dei dati lichenometrici, la presenza di una serie di morene risalenti alla fase iniziale della «Piccola glaciazione».

La maggior parte di queste morene sono esterne e più basse di quelle più recenti, e testimoniano una fase in cui il ghiacciaio aveva una larghezza e forse un'estensione maggiore, ma un minor spessore.

La grande morena laterale destra nella sua parte superiore è riferibile, estrapolando la curva di accrescimento lichenico, al 1791 (diametro R.g. 50 mm). Esternamente a questa morena se ne rinvergono altre quattro i cui licheni hanno diametri di 90, 100, 110, 120 mm (R.g.) che le fanno risalire rispettivamente al 1643, 1606, 1568, 1530.

Quindi la morena laterale destra, proseguendo verso valle presenta valori lichenici (R.g.) che l'attribuiscono, sempre per estrapolazione, al 1717. Subito sotto l'arco morenico frontale, sul lato sinistro della valle vi è un piccolo rilievo morenico; su di esso non si sono però rinvenuti licheni.

Sempre sul lato sinistro della valle, oltrepassato il torrente Salzen, esternamente alla grande morena laterale sinistra, si sono rinvenuti due cordoni morenici; su quello di dimensioni maggiori i valori di diametro di R.g. sono di 65 mm e lo fanno riferire al 1735.

Infine la grande morena laterale sinistra nella sua parte più alta è riferibile al 1755 (diametro R.g. di 60 mm).

Comparando le date ottenute con quelle riferite da PORTER (1986) come periodi culminanti per le avanzate glaciali sulle Alpi prima dell'800, si riscontra una notevole corrispondenza come si può vedere nel seguente prospetto:

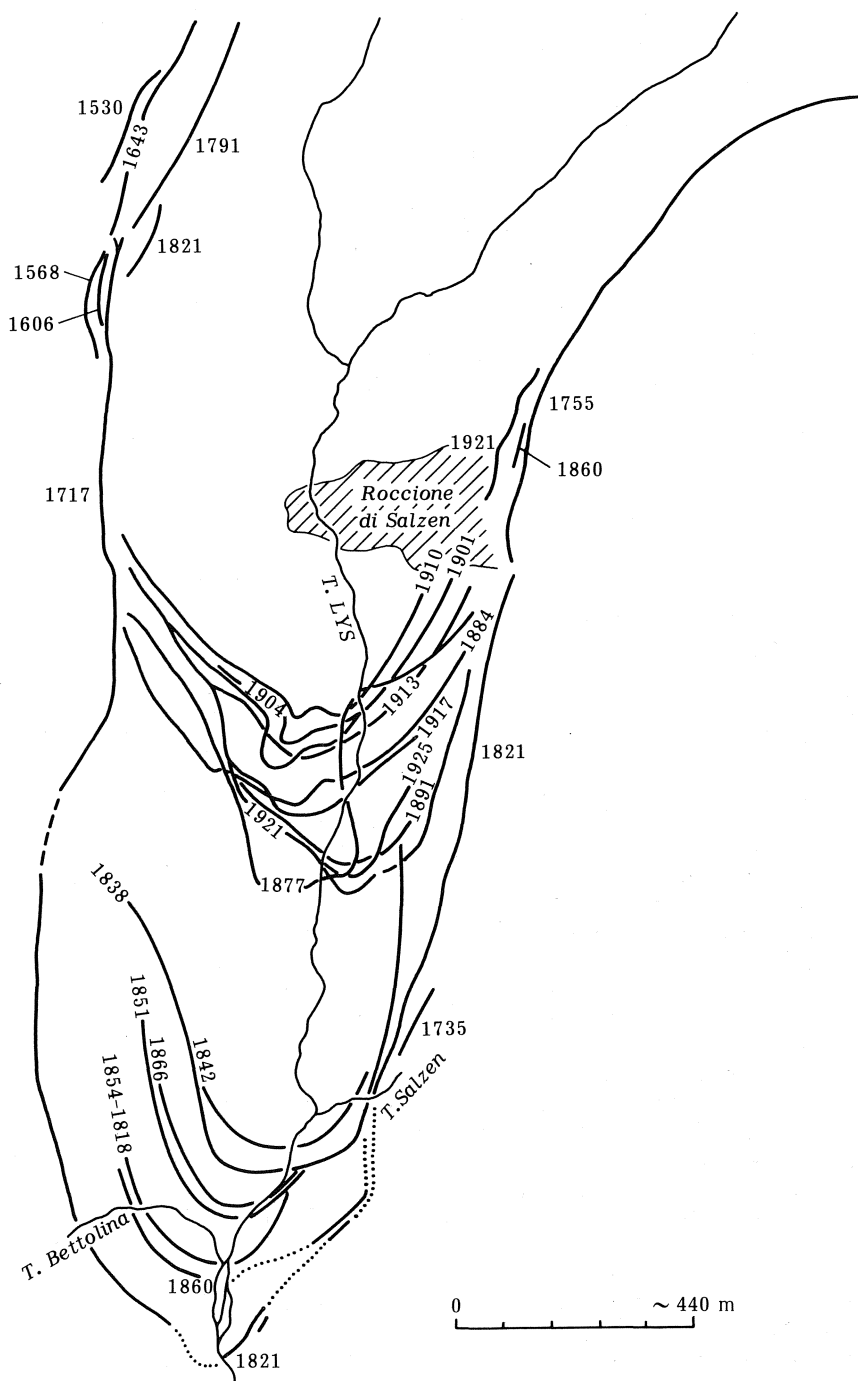


Fig. 5 - Mappa raffigurante le posizioni frontali del ghiacciaio del Lys dal 1821 al 1925.

ALPI (Le Roy Ladurie 1971)	ALPI ITALIANE (Orombelli e Porter inediti)	LYS
		1530
		1568
1600-1610		1606
1644-1653	1637-1657	1643
1670-1680		
1698-1720	1717-1720	1717
1727-1741	1740-1745	1735
		1755
1765-1775	1762-1770	
1790-1800	1787-1792	1791

Le successive vicende della fronte del ghiacciaio del Lys ci sono meglio note anche grazie alla documentazione storica e sono state riassunte nella curva tempodistanza (fig. 6).

Negli anni compresi tra il 1820 e il 1823 il ghiacciaio raggiunse una fase di massima avanzata testimoniata dalla cerchia morenica più esterna (1) e da gran parte della morena laterale sinistra. Secondo la sintesi delle diverse informazioni disponibili effettuate dal MONTERIN (1932) la fase di massima avanzata è culminata nel 1821. Questa avanzata risulta anche dalla carta di WELDEN del 1823, dalla Carta degli Stati Sardi, rilevata tra il 1818 e il 1828, e dalla testimonianza dello ZUMSTEIN (1815).

Dopo questa fase ebbe inizio una fase di regresso, come si può riscontrare dalla mappa catastale del 1838 e dalle testimonianze dello SCHOTT (1840) e del FORBES (1842).

Successivamente il ghiacciaio riprese ad avanzare raggiungendo un secondo massimo intorno al 1860. In questi anni fu deposto il secondo arco morenico frontale (2) e un tronco di morena laterale sinistra. Sempre in base alle informazioni disponibili già raccolte dal MONTERIN (1932) questa seconda fase di avanzata è culminata nel 1860. Questa avanzata è già evidenziata dalla carta dei f.lli SCHLAGINTWEIT (1851), dalla Carta degli Stati di S.M. Sarda (1854) e dalla testimonianza del KING (1855).

A partire dal 1862 ci fu un secondo regresso testimoniato dalla carta di ADAMS-REILLY (1866), dal Rilievo Lambertini (1877) e dalla carta dell'I.G.M. del 1884 oltre che da alcune foto: ignoto (1868), BESSO (1880), SELLA (1880). Questo regresso fu interrotto da una debole avanzata glaciale culminata secondo l'analisi di MONTERIN (1932) nel 1891.

Essa è testimoniata da alcune morene localizzate da SELLA e VALLINO (1889), dal rilievo del nuovo catasto del comune di Gressoney (1891), dagli schizzi del MONTERIN (1932) e da alcune foto: BESSO (1885), BONDA (1887), SELLA (1890), CASANOVA (1891), oltre alle foto del 1910 del DAINELLI ove si vedono gli archi morenici frontali e fronto-laterali corrispondenti a questa avanzata. L'arco morenico deposto è stato però superato e distrutto dalla successiva avanzata del 1921.

Dopo il massimo raggiunto nel 1891 il ghiacciaio riprese a regredire come è testimoniato dagli schizzi di DAINELLI (1901 e 1904) e dal rilievo fototopografico dello stesso del 1910. A testimonianza di questa fase vi sono inoltre alcune foto: DAINELLI (1901, 1904, 1910), CURTA (1911).

Negli anni successivi il ghiacciaio riprese a progredire deponendo l'arco morenico frontale più interno (3) ed un tratto di morena laterale sinistra. Il culmine di questa avanzata è posto nel 1921 in base all'analisi del MONTERIN (1932) e ai dati raccolti dal Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano. A conferma di questa fase di avanzata vi sono gli schizzi topografici di DAINELLI (1913) e MONTERIN (1917 e 1918), il rilievo di CASAMARATA e FELLI (1920), lo schizzo di MONTERIN (1921)

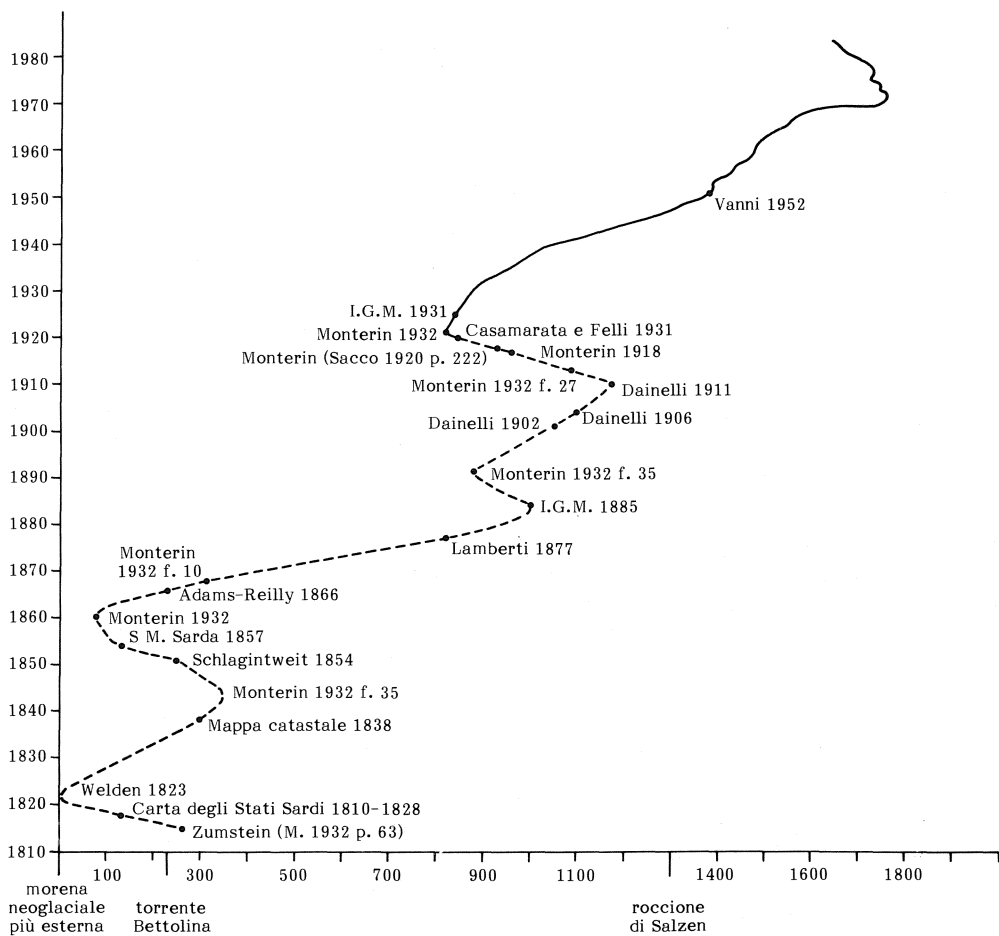


Fig. 6 - Curva tempo-distanza

e le foto dello stesso (1913, 1920, 1921) e dell'IVALDI (1913).

A partire dal 1921 il ghiacciaio è sempre regredito, a parte qualche brevissima pausa, fino al 1971. A testimonianza di questo regresso oltre ai dati del Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano, vi è il rilievo stereofotogrammetrico dell'I.G.M. (1925), il rilievo del VANNI (1951), il rilievo fotogrammetrico di CUNIETTI e MARAZIO (1953) e le foto di MONTERIN (1924 e 1931).

A partire dal 1971 è cominciato un periodo di progresso che dura sino ad ora.

CONFRONTO CON GLI ALTRI GHIACCIAI DELLE ALPI

Si sono raccolti in un grafico (fig. 7) i dati desunti dalle curve tempo-distanza degli ultimi duecento anni dei ghiacciai meglio documentati delle Alpi (Argentiere, Mer de Glace, Rhone, Unter Grindelwald, Brenva) e del ghiacciaio del Lys.

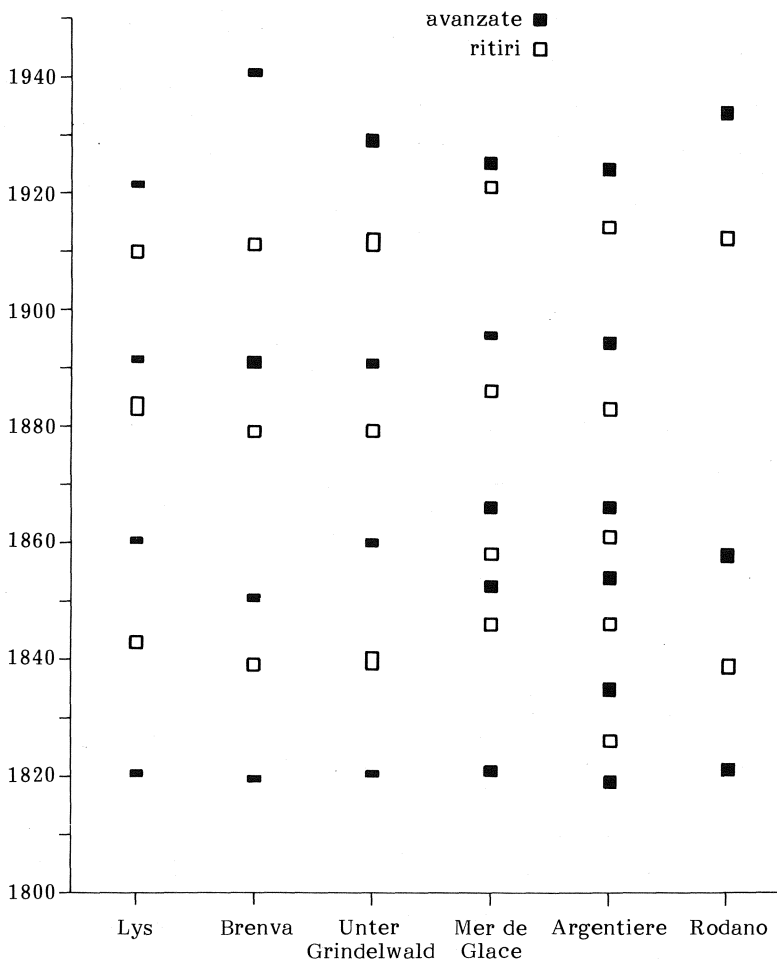


Fig. 7 - Confronto delle variazioni della fronte del ghiacciaio del Lys con quelle di altri ghiacciai delle Alpi: Brenva (OROMBELLI e PORTER, 1982), Argentière (VIVIAN, 1975; REYNAUD, 1978), Grindelwald (ZUMBÜHL, 1980), Mer de Glace (VIVIAN, 1975; REYNAUD, 1978), Rhône (AELLEN, 1981).

Da questo confronto si riscontra come le variazioni della fronte del ghiacciaio del Lys siano in accordo con i generali periodi di avanzata e di regresso avvenuti negli ultimi secoli per i ghiacciai considerati.

Si nota un'avanzata glaciale il cui massimo è posto tra il 1818 e il 1825 (1821 per il Lys) a cui segue un intervallo di modesto ritiro che raggiunge il culmine verso il 1840 (1842 per il Lys).

Quindi si ha un'avanzata successiva entro il 1850-1860 (1860 per il Lys) che porta le fronti dei ghiacciai vicino alle zone raggiunte precedentemente. Seguono alcune decadi di recessione pronunciata, più intensa verso il 1880 (1884 per il Lys), tendenza invertita da un'avanzata che comincia nella prima parte della decade del 1880 e che termina alla fine della stessa decade (1891 per il Lys). Un successivo

periodo di regresso, massimo verso il 1910-1915 (1910 per il Lys), è interrotto da una nuova avanzata a cominciare dalla metà del secondo decennio del 1900 fino alla fine del 1920 (1921 per il Lys). Inizia quindi un periodo di recessione generale che culmina negli anni 1950-1960 a cui segue un periodo di progresso che ha inizio nel 1971 per il Lys, e che prosegue ancora.

B I B L I O G R A F I A

- AELLEN M., 1981 - *Recent fluctuations of glaciers*. In: *Switzerland and Her Glaciers*. Berne, Kammerly, and Frey, Swiss National Tourist Office: 70-89.
- ALIPRANDI L., ALIPRANDI G. e POMELLA M., 1974 - *Le grandi Alpi nella cartografia dei secoli passati: 1482-1865*. Priuli e Verlucca, Ivrea.
- ALIVERTI G., 1952 - *Sopra i fenomeni di ablazione e di movimento sulla lingua del ghiacciaio del Lys*. Boll. Comit. Glac. It., s. II, 3.
- BACHMANN R.C., 1980 - *Ghiacciai delle Alpi*. Zanichelli.
- BELLONI S., 1970 - *Nota preliminare sulle ricerche lichenometriche nell'alveo vallivo del ghiacciaio dei Forni*. Boll. Comit. Glac. It., s. II, 18.
- BELLONI S., 1973 - *Ricerche lichenometriche in Valfurva e nella Valle di Solda*. Boll. Comit. Glac. It., s. II, 21.
- BOLLETTINO DEL COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO dal n. 1 (1914) della I serie al n. 25 (1977) della II serie.
- BESCHEL R.E., 1956 - *Lichenometrie im Gletschervorfeld*. Jahrbuch des Vereins zum Schutze Alpenpflanzen und Alpentiere, 22.
- BESCHEL R.E., 1958 - *Ricerche lichenometriche sulle morene del Gruppo del Gran Paradiso*. Nuovo Giornale Botanico Italiano n.s., 65.
- CARTA TOPOGRAFICA DEGLI STATI SARDI DI S.M., 1854. Foglio XIII. Scala 1:50000.
- COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, 1931 - *Fronte del ghiacciaio del Lys, rilievo stereofotogrammetrico*. Agosto 1920. Boll. Comit. Glac. It., s. I, 11.
- CATASTO DEI GHIACCIAI ITALIANI, 1961 - *Anno geofisico 1957-1958*. 2. Ediz. Comit. Glac. It., Torino.
- CUNIETTI M. e MARAZIO A., 1955 - *Rilievo fotogrammetrico del ghiacciaio del Lys*. Boll. Comit. Glac. It., s. II, 6.
- DAINELLI G., 1901 - *Stato attuale dei ghiacciai del Monte Rosa*. Rend. R. Acc. dei Lincei, 2.
- DAINELLI G., 1902 - *Alcune osservazioni sui ghiacciai del versante italiano del Monte Rosa*. Boll. C.A.I. 68, XXXV.
- DAINELLI G., 1902 - *Sull'attuale ritiro dei ghiacciai del versante italiano del Monte Rosa*. Boll. Soc. Geol. It., XXI (III).
- DAINELLI G., 1906 - *Alcune notizie sopra i ghiacciai delle valli di Gressoney e di Ayas*. Zeitschrift für Gletscherkunde I Band.
- DAINELLI G., 1911 - *Il ghiacciaio del Lys. Le sue condizioni topografiche e le sue variazioni*. Boll. della sezione fiorentina del C.A.I., 5.
- DE SAUSSURE H.B., 1796 - *Voyages dans les Alpes*. IV. Neuchâtel.
- GEOGRAFIA FISICA E DINAMICA QUATERNARIA dal n. 1 (1978) al n. 7 (1984).
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1885 - Fo 29 I SO. Monte Rosa. Scala 1:25000.
- INNES J., 1982 - *Lichenometric use of an aggregated Rhizocarpon «species»*. Boreas, 11.
- LOCKE W.W., ANDREWS J.T. and WEBBER P.J., 1979 - *A manual for lichenometry*. British Geomorphological Research Group Technical Bulletin, 26.
- MATTHEWS J.A. and SHAKESBY R.A., 1984 - *The status of the «Little Ice Age» in southern Norway: relative-age dating of Neoglacial moraines with schmidt hammer and lichenometry*. Boreas, 13.
- MONTERIN U., 1914 - *Osservazioni sui ghiacciai del gruppo del Monte Rosa, versante di Ayas e Gressoney*. Boll. Comit. Glac. It., s. I, 1.
- MONTERIN U., 1918 - *Introduzione allo studio dei ghiacciai italiani del Monte Rosa*. Boll. Comit. Glac. It., s. I, 3.
- MONTERIN U., 1918 - *Il Monte Rosa e i suoi ghiacciai*. Boll. Comit. Glac. It., s. I, 3.
- MONTERIN U., 1918 - *Il ghiacciaio del Lys al Monte Rosa dal 1901 al 1917*. Riv. Geogr. It., XXV.

- MONTERIN U., 1924 - *Deduzioni dalle recenti ricerche sulle variazioni periodiche dei ghiacciai*. Atti R. Acc. delle Scienze. Torino, LIX.
- MONTERIN U., 1926 - *La fine della fase progressiva e l'inizio della nuova fase di ritiro dei ghiacciai del Monte Rosa, 1922-1925*. Sanderbdruk aus Zeitschrift für Gletscherkunde, XV.
- MONTERIN U., 1931 - *Rilievo stereofotogrammetrico del ghiacciaio del Lys*. Boll. Comit. Glac. It., s. I, 11.
- MONTERIN U., 1932 - *Le variazioni secolari del clima del Gran S. Bernardo: 1818-1931 e le oscillazioni del ghiacciaio del Lys al Monte Rosa: 1789-1931*. Boll. Comit. Glac. It., s.I., 12.
- OROMBELLI G. e PORTER S., 1982 - *Late Holocene fluctuations of Brenva Glacier*, Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5.
- OROMBELLI G. and PORTER S., 1983 - *Lichen growth curves for Southern flank of the Mont Blanc Massif, Western Italian Alps*. Artic and Alpine Research, 15, 2.
- PORTER S. and OROMBELLI G., 1981 - *Late Glacial Ice advances in the Western Alps*. Boreas, 2.
- PORTER S., 1986 - *Pattern and Forcing of Northern Hemisphere Glacier Variations during the Last Millennium*. Quaternary Research, 26, 1.
- REYNAUD L., 1978 - *Glaciers fluctuations in the Mont Blanc area (French Alps)*. Zeitschr. Gletsch. Glazialgeol., 13.
- SACCO F., 1920 - *Il glacialismo antico e moderno nelle alte valli di Ayas e di Gressoney (Lys)*. Boll. R. Com. Geol. It., 47, 1-4. Torino.
- SACCO F., 1927 - *Il glacialismo nella Valle d'Aosta*. Min. Lavori pubblici, Servizio idrografico, Uff. idrografico del Po. Luigi Checchini.
- STOLFI C., 1927 - *Rilievo stereofotogrammetrico del ghiacciaio del Lys*. L'Universo, a. VIII, 1.
- VANNI M., ORIGLIA C. e DE GEMINI F., 1953 - *I ghiacciai della Valle d'Aosta*. Boll. Comit. Glac. It., s. II, 4.
- VIVIAN R., 1975 - *Les glaciers des Alpes Occidentales*. Impr. Allier. Grenoble.
- VOLTA L. e SOMIGLIANI G., 1953 - *Osservazioni e misure sul ghiacciaio del Lys*. Boll. Comit. Glac. It., s. II, 4.
- ZUMBUEHL H.J., 1980 - *Die Schwankungen der Grindelwaldgletscher in den historischen Bild-und Schriftquellen des 12. bis 19. Jahrhunderts*. Birkhauser Verlag. Basel.

Indirizzo dell'Autore:

EDOARDO STRADA, via Tagliabue 1 - 20091 BRESSO (Milano)