

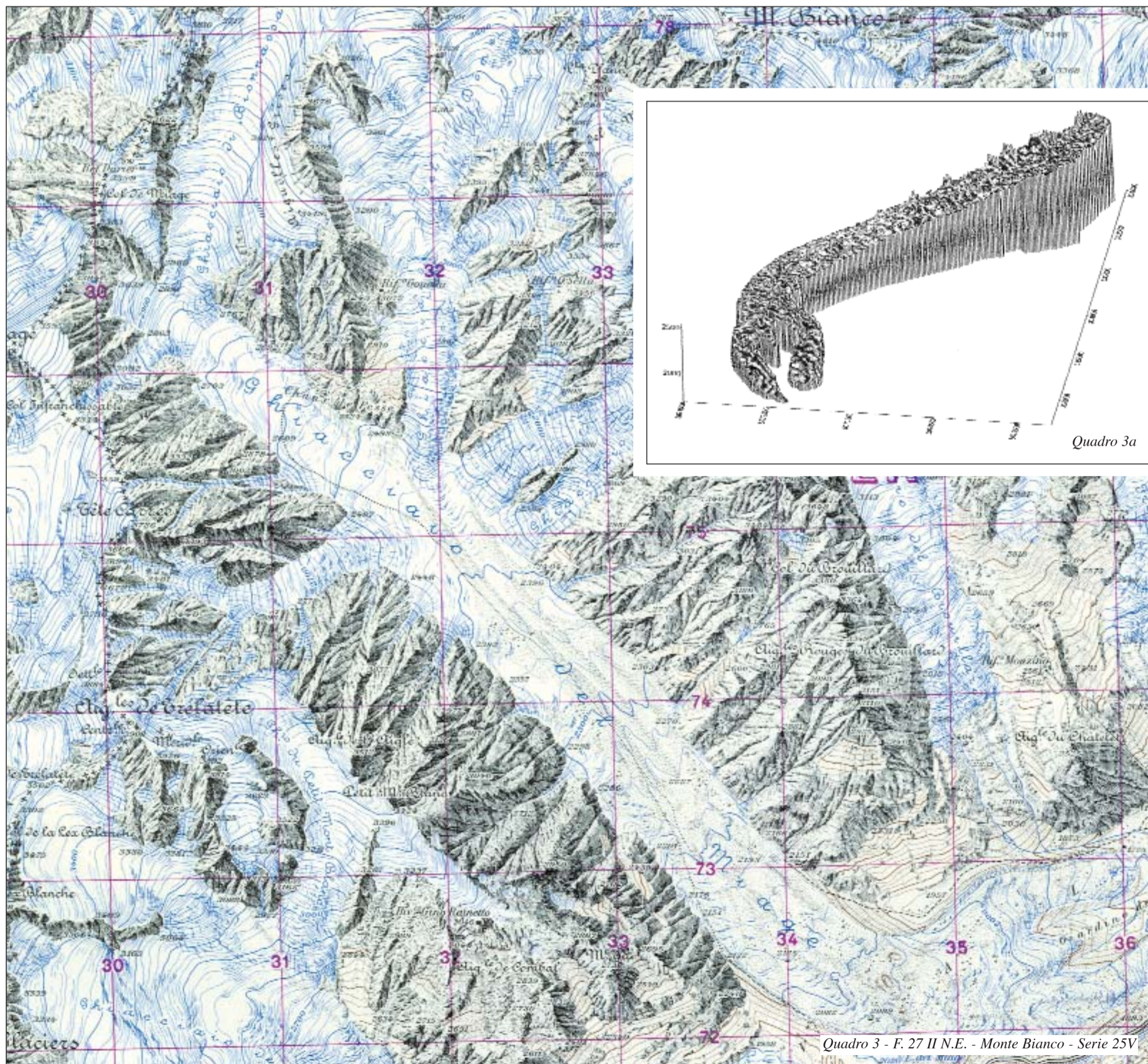
(ablazione dovuta sostanzialmente a fusione). Il ghiacciaio, come corpo dinamico, tende a pareggiare entrate ed uscite attuando un trasferimento di materiale dal bacino di accumulo al bacino di ablazione. Se per un determinato periodo di tempo l'accumulo è stato superiore all'ablazione, il ghiacciaio si espande verso valle in modo da aumentare la zona di ablazione e smaltire l'eccesso di accumulo; se al contrario è prevalsa l'ablazione il ghiacciaio si contrae per ridurre l'area soggetta a fusione. Come è noto, l'aumento della temperatura media globale e la riduzione delle precipitazioni invernali stanno provocando, a partire dalla metà del XIX secolo, una riduzione di superficie e di volume dei ghiacciai alpini che hanno ormai raggiunto il 40-50% dei valori originali. Questo fenomeno ha comportato un regresso evidente soprattutto nelle lingue dei ghiacciai di maggiori dimensioni, la frammentazione di alcuni apparati glaciali in unità minori, la loro trasformazione morfologica e tipologica, nonché l'estinzione di un certo numero di corpi glaciali.

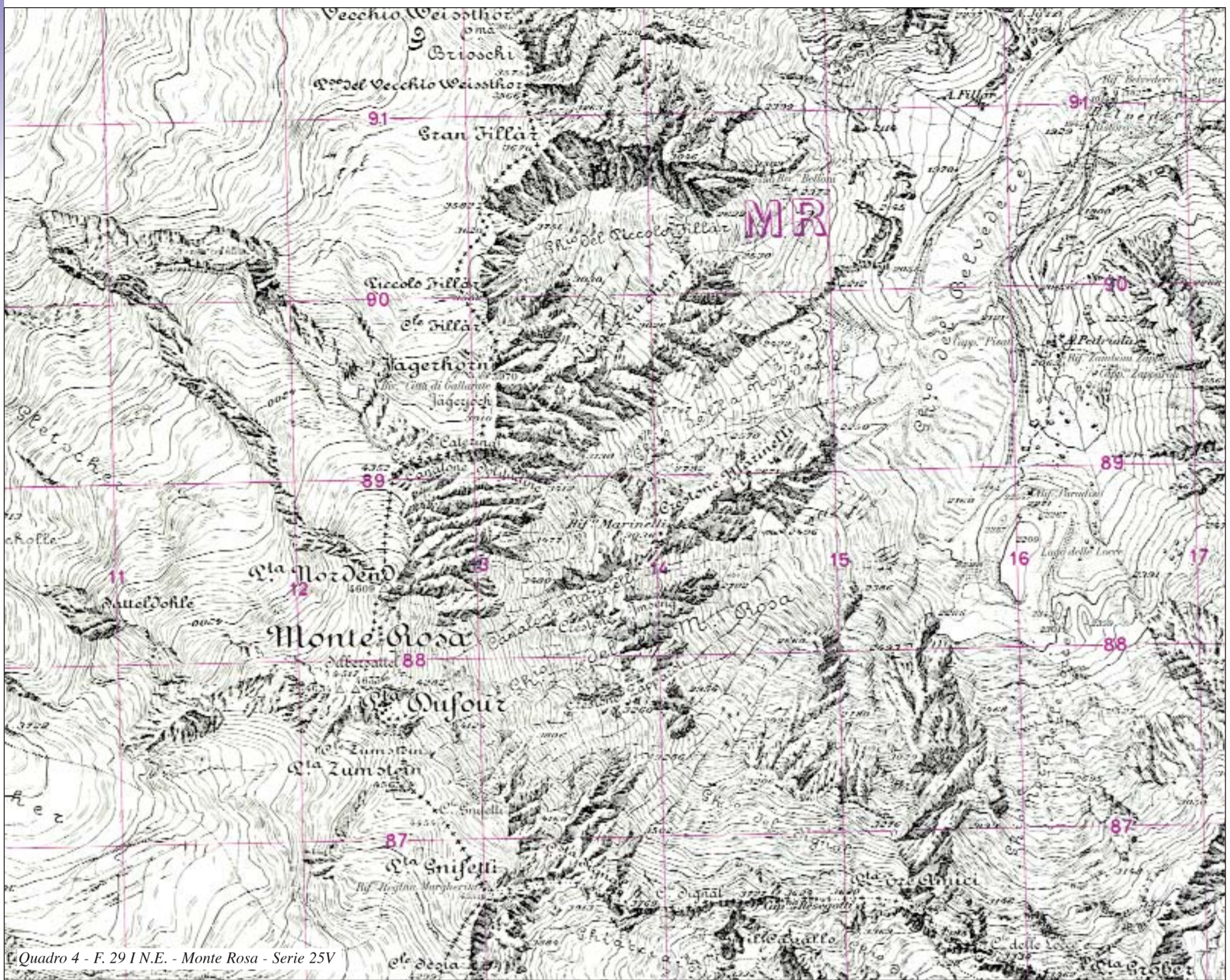
La cartografia a grande scala permette di cogliere molte di queste variazioni. Da quando nel 1538 Aegidius Tschudi nella sua Carta della Svizzera rappresentò per primo un ghiacciaio alpino con il toponimo «Der Gletscher», da quando Warmund Ygl nel 1605 e Peter Anich nel 1770 rappresentarono i ghiacciai del Tirolo, la cartografia ha offerto un contributo essenziale alla comprensione della dinamica glaciale recente. Lo sviluppo attuale in ambito informatico ha enormemente ampliato questo contributo con la possibilità, ad esempio, di creare D.T.M. (Modelli Digitali del Terreno) in ambiente G.I.S., che permettono confronti accurati di cartografie di periodi diversi e la quantificazione di variazioni di volume e di spessore. Ai tradizionali monitoraggi con strumenti topografici speditivi di terreno si sono poi recentemente aggiunti i rilievi con strumentazione satellitaria (G.P.S.) e le analisi delle foto aeree e delle immagini da satellite.

La cartografia, fornendo la possibilità di un'osservazione integrale di ciascun ghiacciaio e di un'esatta valutazione della sua geometria, ha offerto informazio-

ni per affrontare il problema della classificazione e della suddivisione tipologica delle masse glaciali alpine. Sin dai lavori di De Saussure, di Agassiz, di Richter, cui hanno fatto seguito quelli di Marinelli nell'*Atlante dei tipi geografici* del 1922, e successivamente di Nangeroni, è stata sottolineata la differenza fra i ghiacciai che occupano una valle, normalmente caratterizzati da una lingua ben definita, da quelli che sono localizzati sui versanti montuosi (o più raramente sulle sommità), la cui forma è strettamente condizionata dalla morfologia che li ospita e che può essere quindi molto differenziata (pendio, circo, vallone, piano, nicchia, ecc.). Nel vecchio Catasto del Comitato Glaciologico Italiano (C.G.I.) veniva usata una suddivisione di tipo geografico-descrittivo: ghiacciai «pirenaici» o di «II ordine», mancanti di una vera e propria lingua; «alpini», caratterizzati da una lingua notevole, derivante da un solo bacino collettore; «himalaiani» derivanti dalla confluenza di più lingue. La soluzione più semplice sarebbe classificare i ghiacciai con lingua notevole come «ghiacciai di I ordine» e quelli senza lingua come «ghiacciai di II ordine»: non si coglierebbe in questo modo la complessità tipologica soprattutto dei ghiacciai di II ordine. Le classificazioni più recenti, da quella di Desio a quella del *World Glacier Inventory* (W.G.I.), a quella del Servizio Glaciologico Lombardo (S.G.L.), sono molto più articolate nel tentativo di cogliere la varietà e la variabilità dei corpi glaciali. La classificazione si basa sulla suddivisione in due parametri principali: la classificazione primaria o tipologica e la classificazione di forma o morfologica. La prima, limitandoci ovviamente ai ghiacciai alpini, comprende i «ghiacciai vallivi» e i «ghiacciai montani» (presentati nella tavola 37. «Ghiacciai minori»), cui si aggiungono i «glacionevati». La classificazione di forma amplia ed integra la prima, aggiungendo informazioni sulla morfologia dei singoli apparati glaciali.

Per quanto riguarda i ghiacciai vallivi nel **quadro 1** è presentato il ghiacciaio dei Forni. Questo apparato si trova nel gruppo montuoso Ortles-Cevedale nelle Alpi Retiche e, con una superficie di circa 13 kmq, è il secondo ghiacciaio per





Quadro 4 - F. 29 I N.E. - Monte Rosa - Serie 25V

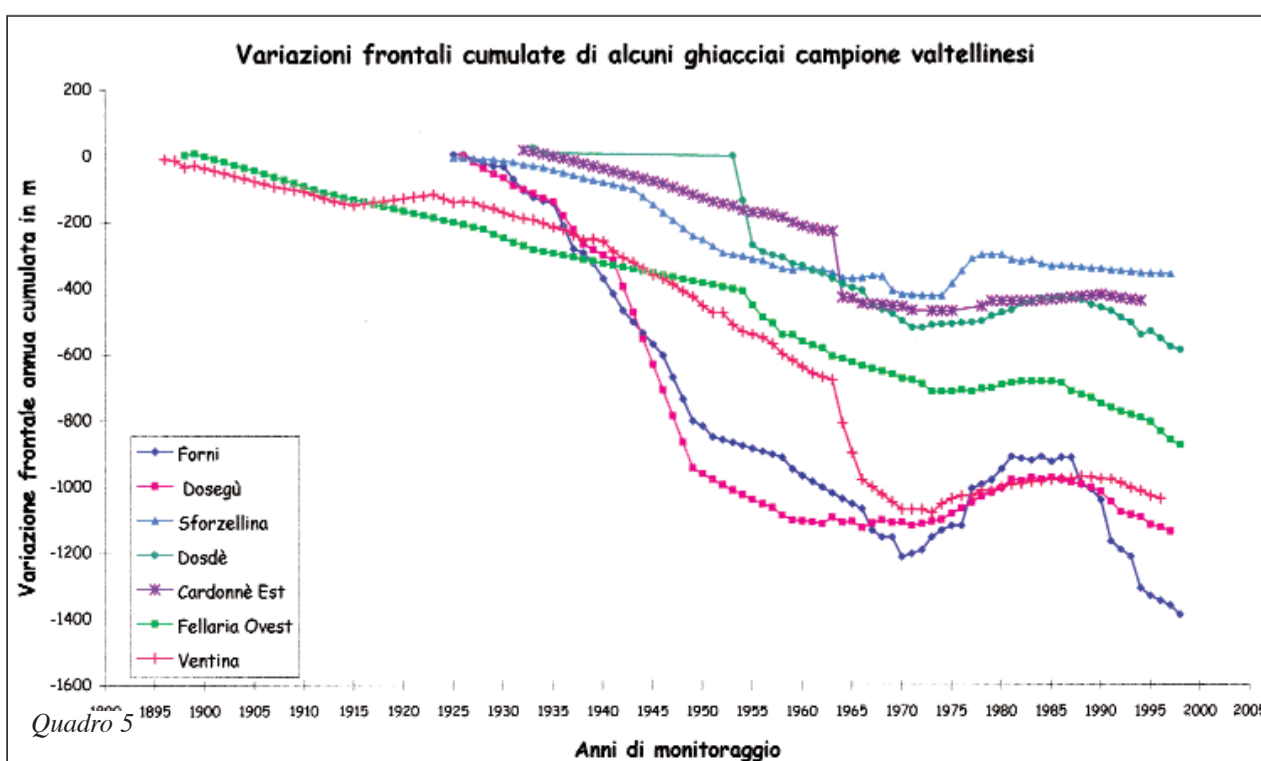
estensione delle Alpi italiane. Dalla carta emerge bene la sua forma complessa: si distinguono tre vasti bacini collettori, delimitati da una cresta di vette che vanno dal Palon de la Mare (3703 m) ad oriente al Pizzo Tresero (3594 m) ad occidente. I bacini collettori si raccordano con ripide seraccate alla lingua sottostante che deriva dall'unione delle tre colate, la cui individualità è indicata dalla presenza delle due morene mediane. Nel vecchio catasto del C.G.I. questa morfologia veniva definita di tipo «himalaiano», mentre il W.G.I. lo definisce «a bacini composti» e l'S.G.L. «confluente». La lingua attuale appare del tutto sottodimensionata (poco più di 1 km di lunghezza) rispetto alle dimensioni dei bacini collettori. Si osservi anche la sottile apofisi di ghiaccio che scende sulla sinistra delle Guglie fino a quota 2361 m al di sotto del Rifugio Branca. Il ghiacciaio è in netto ritiro dalla metà del XIX secolo con la fine della Piccola Età Glaciale. Nel **quadro 2** è mostrata la situazione dell'inizio del XX secolo con la fronte del ghiacciaio che sfiora la confluenza della val Cedech a meno di 2200

m di quota. L'arretramento del ghiacciaio, acceleratosi poi nell'ultimo decennio del XX secolo, è stato superiore a 1,5 km, con una riduzione di spessore medio della lingua di 70 m ed è stato solo brevemente interrotto da una limitata fase di espansione, verificatasi fra il 1970 e il 1985, che ha portato la fronte ad avanzare di poche centinaia di metri. È questa una tendenza comune alla maggior parte dei ghiacciai italiani, come emerge dal **quadro 5**.

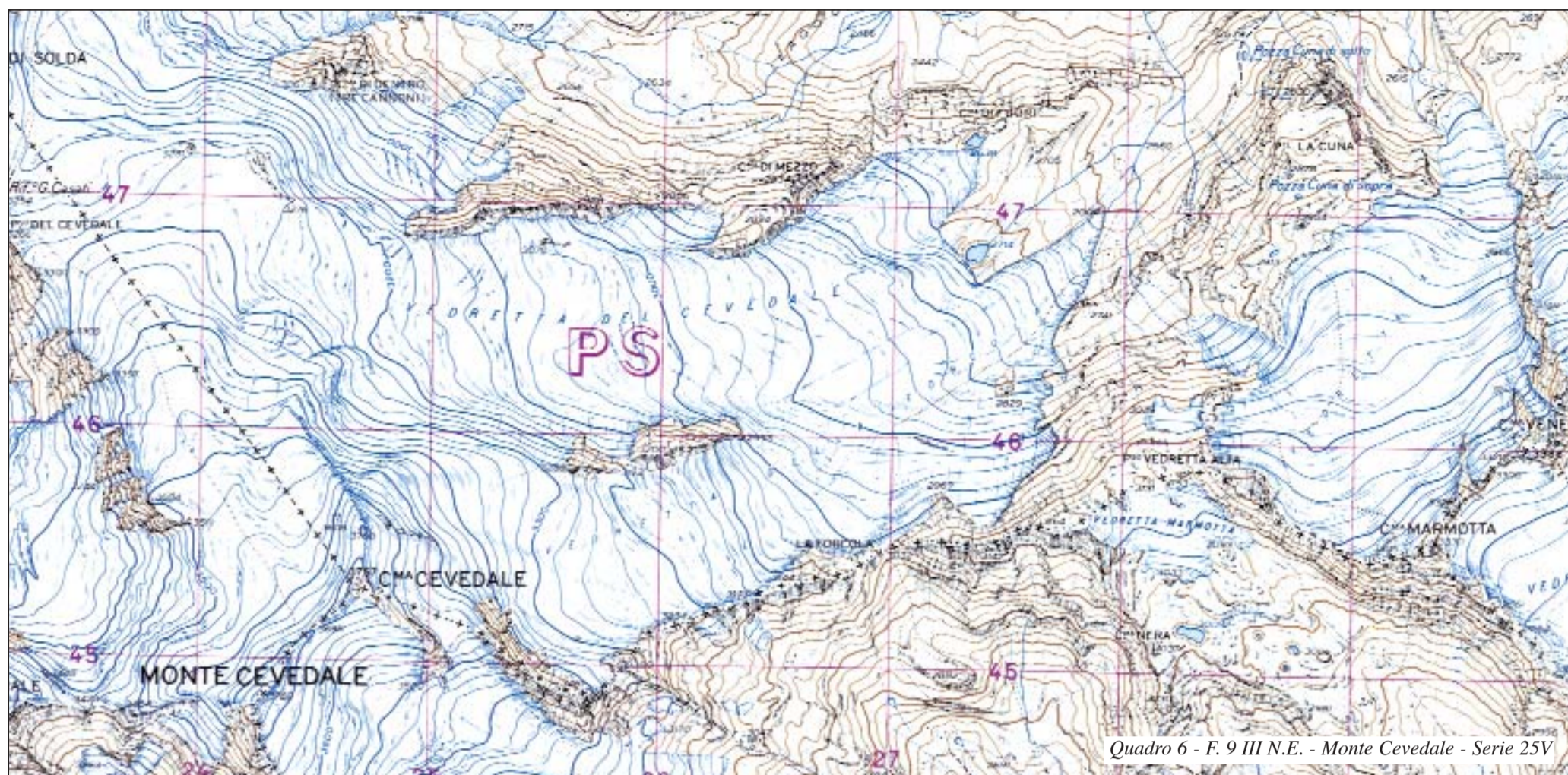
Un'altra forma di ghiacciaio vallivo è presentata nel **quadro 3**. Si tratta del Miage che si allunga ai piedi del monte Bianco per oltre 11 km, con una fronte costituita da due lobi (si veda la rappresentazione tridimensionale della lingua nel **quadro 3a**). La mancanza di un vero e proprio bacino collettore, la ripidità delle pareti rocciose che rinserrano la lingua, i numerosi ripidi apparati confluenti, la completa copertura detritica della lingua, i fenomeni termoclastici della sua superficie, ne fanno un «oggetto» straordinario del paesaggio alpino, più simile ai giganteschi «ghiacciai neri» o «ghiacciai ricoperti di detrito» (*debris covered glaciers* nella terminologia internazionale) dell'Himalaya, che ai classici «ghiacciai bianchi» alpini (*clean glaciers*). Definito «alpino composto» nel vecchio catasto C.G.I., ha una forma che viene considerata di tipo «articolato» («ghiacciaio vallivo in cui confluiscono una o più lingue laterali non vallive») dalla classificazione S.G.L.

Anche ai piedi del versante nord-orientale del monte Rosa scorre un ghiacciaio vallivo piuttosto insolito (**quadro 4**): è il Belvedere, anch'esso ricoperto da detrito ed alimentato dalle valanghe che scendono dal versante nord-est del monte Rosa, la più alta parete delle Alpi. Il ghiacciaio, a differenza del Miage, non è racchiuso in una stretta valle, ma è formato dalla confluenza di ripidi e stretti canali che si sviluppano verticalmente per 2400 m; anch'esso può essere definito «articolato». La carta (**quadro 4**) ben evidenzia la successione di crestoni rocciosi che si alternano ai ripidi canali di ghiaccio nel formare la gigantesca parete.

La difficoltà di creare definizioni e tipologie precise ed univoche per gli apparati glaciali è ben evidenziata dal caso del **quadro 6**. È un'unica lingua che si allunga verso est sul ver-



Quadro 5



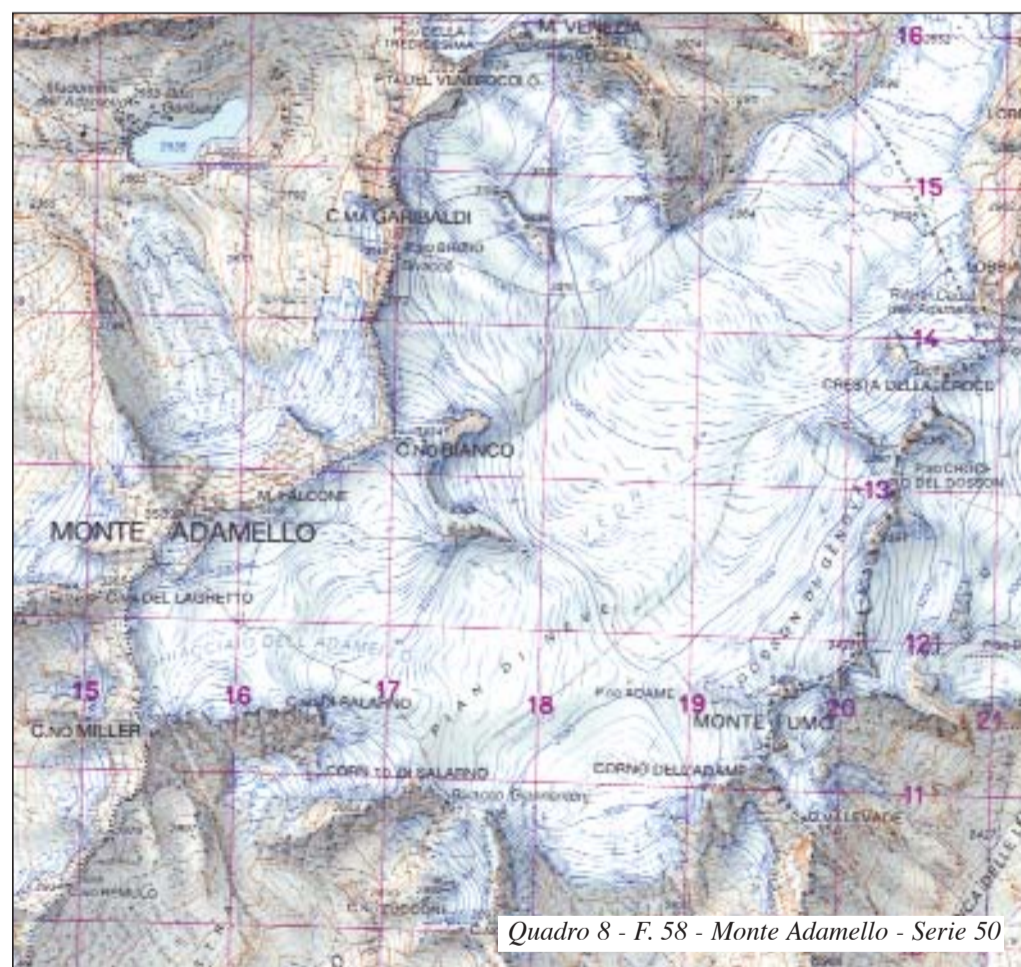
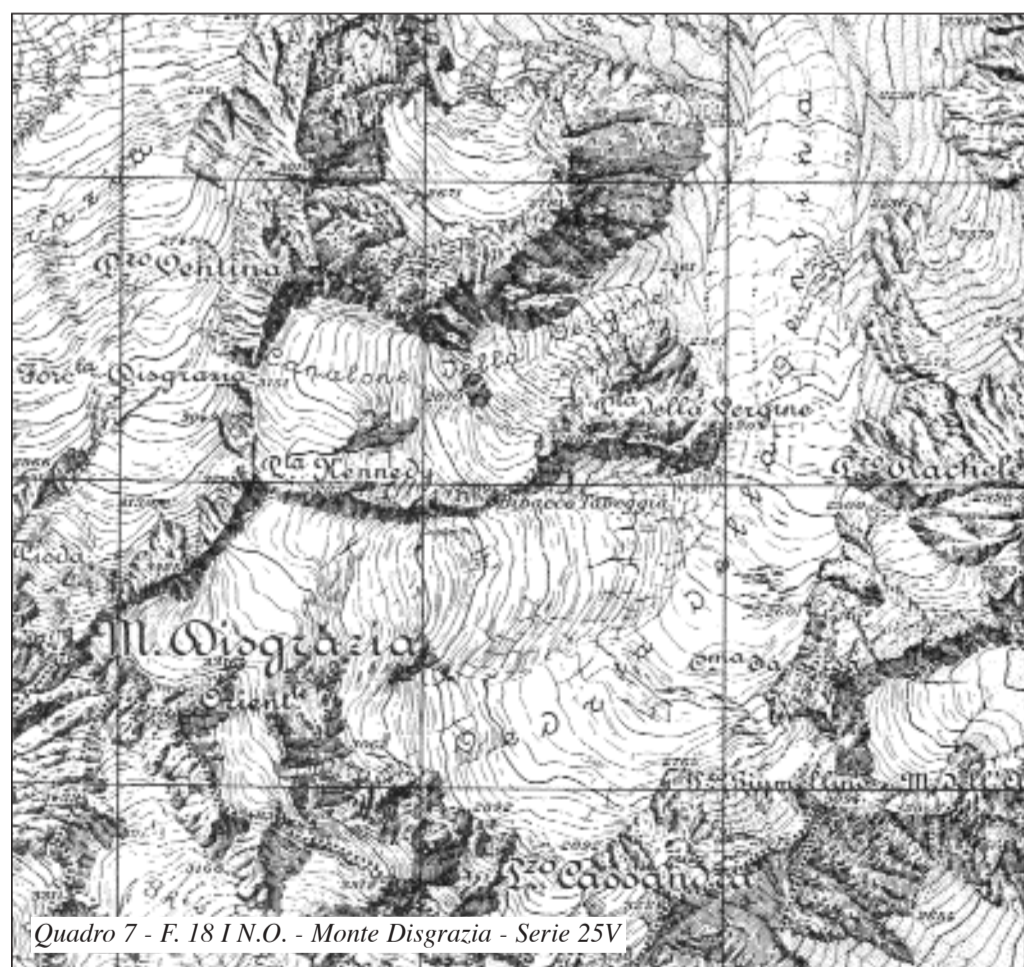
sante orientale del Cevedale in Alto Adige, un ghiacciaio che può quindi essere definito vallivo. Mentre il suo bacino collettore è unitario, anche se sono presenti chiare zone di separazione dei flussi, un lungo affioramento roccioso fra le quote 3288 m e 2993 m tende a separare longitudinalmente la lingua che tradizionalmente viene suddivisa in Vedretta del Cevedale a nord e Vedretta della Forcola a sud.

Di più facile classificazione il ghiacciaio del **quadro 7**. È il Ventina, sulle Alpi lombarde, ai piedi del monte Disgrazia: apparato vallivo di non grandi dimensioni (circa 2 kmq di superficie), caratterizzato da una classica lingua e da un unico bacino di accumulo, la cui forma può essere definita di tipo semplice («vallivo a bacino semplice» nella classificazione del W.G.I.).

Il **quadro 8** ripropone la complessità della forma dei ghiacciai italiani. È il ghiacciaio dell'Adamello, il più vasto delle Alpi italiane (18 kmq). La riproduzione non è confrontabile con le altre data la scala diversa (1:50 000

invece di 1:25 000). Tradizionalmente frammentato in numerosi apparati (fra i quali l'altopiano del pian di Neve, la colata valliva del Mandrone che scende verso il Trentino o la più contratta effluenza del Salarno che scende verso la Lombardia), si può oggi considerare un unico corpo glaciale di tipo molto particolare. Si tratta infatti di una vasta area subpianeggiante posta poco al di sotto delle cime più elevate dell'Adamello (3539 m) e del Corno Bianco, da cui si diramano lingue radiali, fra le quali una (Mandrone) è di tipo vallivo. È una morfologia che ricorda quella dei grandi ghiacciai norvegesi di altopiano con lingue radiali. Recenti rilievi geofisici (sismici e *radar*) hanno dimostrato che non esistono strutture rocciose subglaciali in grado di differenziare il flusso delle colate e di creare quindi bacini collettori separati. Da qui la recente classificazione in un unico corpo glaciale.

* Con la collaborazione di Guglielmina Diolaiuti



BIBLIOGRAFIA

BRUNNER K., "Glacier mapping in the Alps", *Mountain Research and Development*, 1987, n. 7, pp. 375-385.
 CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE - COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, *Catasto dei Ghiacciai Italiani*, Torino, C.N.R.- C.G.I., 1959-1962.
 DESIO A., *I ghiacciai del gruppo Ortles-Cevedale*, Torino, C.N.R.- C.G.I., 1997.
 DIOLAIUTI G., D'AGATA C., SMIRAGLIA C., "Variations in Belvedere Glacier (Monte Rosa, Italian Alps) tongue thickness and volume in the second half of the 20th century", *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 2003, n. 35, pp. 255-263.

GALLUCCIO C., CATASTA C., BONARDI L., RIGHETTI F., "Una nuova classificazione per i ghiacciai alpini", *Neve e Valanghe*, 1994, n. 22, pp. 58-73.
 I.A.H.S., U.N.E.P., U.N.E.S.C.O., *World Glacier Inventory*, Teufen, 1988.
 MERLI F., PAVAN M., ROSSI G. C., SMIRAGLIA C., TAMBURINI A., UBIALI G., "Variazioni di spessore e di volume della lingua del Ghiacciaio dei Forni (Alpi Centrali, gruppo Ortles-Cevedale) nel XX secolo. Risultati e confronti di metodologie", *Supplementi Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, V, pp. 121-128.
 SMIRAGLIA C., *Guida ai ghiacciai e alla glaciologia*, Bologna, Zanichelli, 1992.