

Servizio Glaciologico Lombardo

a cura di: Luca Bonardi, Enrico Rovelli, Riccardo Scotti, Andrea Toffaletti, Massimo Urso, Fabio Villa

I GHIACCIAI DELLA LOMBARDIA



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO



Il Lago Venerocolo e Cima Plem nel gruppo dell'Adamello.
Foto di R. Scotti - 2010

Luca Bonardi

Il valore dei ghiacciai lombardi

Introduzione

Il glacialismo lombardo si compone oggi di 203 apparati, a cui si aggiungono 209 cosiddette “forme glaciali minori”, eterogenea categoria che comprende le superfici glacializzate di estensione inferiore ai due ettari, non dotate di evidenze dinamiche, oltre a numerose unità estinte negli ultimi decenni.

Un'esauritiva comprensione di tali presenze e del loro ruolo nelle interazioni tra l'uomo e l'ambiente alpino contempla gli estesi significati di natura economica, sociale, storica, ambientale e paesaggistica da esse detenuti, e in particolare assunti a partire dalla seconda metà del XIX secolo. Analogamente, è in questo ampio novero di contesti che vanno considerate le conseguenze della sfavorevole fase climatica che, in atto da oltre un secolo, ma fortemente acuitasi nell'ultimo trentennio, sta profondamente modificando l'ambiente glaciale con ricadute più o meno direttamente coinvolgenti anche lo spazio extra-alpino.

A loro volta, questi contenuti si inscrivono nella centralità geografica ma pure storico-economica, di cui da secoli godono le Alpi. Grazie infatti alle sue caratteristiche altimetriche e morfologiche, ma soprattutto in virtù della favorevole collocazione nel cuore del continente europeo, la catena alpina è stata ed è sede privilegiata di numerose attività umane e di fatti storici di rilievo. A tale proposito è sufficiente ricordare come tanta parte degli studi che progressivamente estendono le nostre conoscenze scientifiche abbiano trovato nelle Alpi un fertile terreno di origine e di progresso; come queste montagne siano state la culla di una pratica oggi universale come quella dell'alpinismo; o, ancora, come questo stesso contesto geografico abbia visto nascere alcune forme pionieristiche di turismo e rappresenti oggi uno dei maggiori bacini turistici del Pianeta. Tra le varie declinazioni di questi processi, non poche sono quelle che hanno avuto (e hanno) per teatro i ghiacciai della Lombardia. Come è ovvio, esse assumono intensità diverse in funzione della maggiore o minore ampiezza con la quale il fenomeno del

glacialismo si presenta nei vari settori montuosi che compongono la montagna alpina lombarda

La distribuzione del glacialismo lombardo

I 203 ghiacciai propriamente detti si distribuiscono in dieci settori montuosi ricadenti sul territorio di tre diverse province: Sondrio, Brescia e Bergamo (Fig. 1). Tale distribuzione appare però tutt'altro che omogenea. Da un punto di vista geografico, la presenza del fenomeno glaciale privilegia infatti la porzione orientale della montagna lombarda e soprattutto i gruppi dell'Ortles-Cevedale e dell'Adamello che, da soli, rinserrano il 58% della superficie glacializzata regionale.

Il dato è da ascrivere all'intreccio di fattori altitudinali e morfologici. I secondi, in particolare, determinano l'esistenza, benché a quote non particolarmente elevate, di estese superfici poste, almeno fino a un recente passato, al di sopra del limite teorico di equilibrio dei ghiacciai (ELA0, un tempo definita come linea di persistenza delle nevi). Esempio tra i più eclatanti è fornito dal grande altopiano centrale dell'Adamello, le cui superfici, per larghi tratti sub-pianeggianti, in particolare tra i 3000 e i 3300 metri di quota, accolgono il più grande ghiacciaio italiano (Ghiacciaio dell'Adamello). Situazioni parzialmente analoghe, ma in contesti altimetrici più elevati, presentano il Massiccio dell'Ortles-Cevedale, che ospita il più esteso ghiacciaio vallivo del nostro Paese (Ghiacciaio dei Forni) e, più a Ovest, quello del Bernina, su cui insistono gli estesi sistemi glacializzati dello Scerscen (un tempo congiunti) e del Fellaria-Palù. In questi tre gruppi montuosi è dislocato l'80% dell'areale glacializzato lombardo, in larga misura ricompreso in un numero assai limitato di apparati. A questo proposito è sufficiente osservare come i cinque principali ghiacciai (Adamello, Forni, Fellaria-Palù, Scerscen Superiore e Scerscen Inferiore) coprano da soli oltre la metà dell'intera superficie glacializzata della regione (Fig. 2).

Attorno alle citate e a poche altre unità si organizza il glacialismo lombardo,

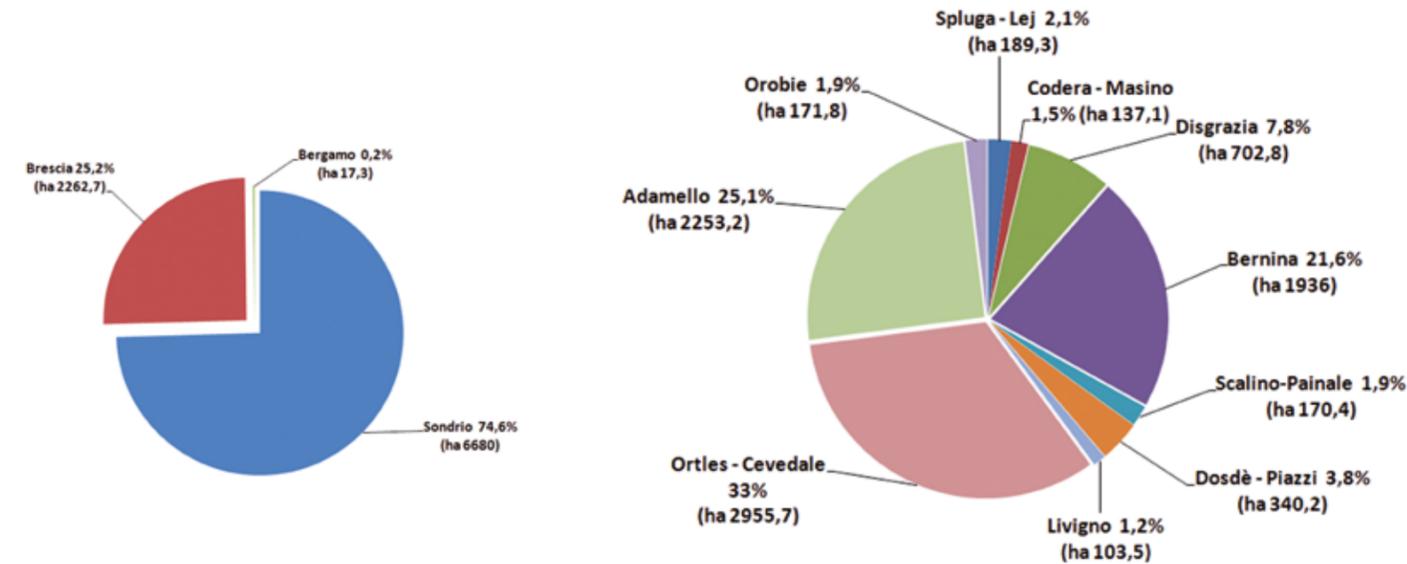


Fig. 1. La distribuzione del glacialismo lombardo nei dieci settori montuosi e nelle tre province

completato da una miriade di apparati di piccole dimensioni (molto spesso di area inferiore ai 10 ettari), e di diversa forma, che il protrarsi di una congiuntura climatica negativa tende viepiù a trasformare in semplici glacionevati o ad assimilare nella prevalente forma dei ghiacciai di circo.

Con la parziale eccezione della montagna orobica, il cui glacialismo appare controllato da fattori geografici e climatici ad essa peculiari, i piccoli ghiacciai che costellano gli altri settori sono spesso il frutto della scomposizione di insiemi più estesi presenti nei secoli della Piccola Età Glaciale e, spesso, ancora nel corso del XX secolo. Tale dinamica spiega una riduzione relativamente contenuta del numero dei ghiacciai lombardi mentre in altri settori montuosi del Pianeta essa è addirittura all'origine, solo apparentemente paradossale, dell'incremento numerico che vi si osserva.

E' tenendo conto di un tale quadro distributivo che vanno considerate le concrete declinazioni locali dei diversi significati che i ghiacciai lombardi detengono: scientifici, ambientali, turistico-economici e culturali.

Un "laboratorio" scientifico in alta quota

In virtù della centralità della catena montuosa a cui appartengono, ma pure in considerazione delle loro variegate caratteristiche morfologiche e tipologiche e della favorevole collocazione a ridosso dei centri urbani della Pianura Padana, ove sono presenti numerose istituzioni scientifiche, i ghiacciai lombardi rappresentano, da oltre un secolo, un vero e proprio campo

di sperimentazione e applicazione scientifica. Ciò, non solo per quanto concerne la ricerca glaciologica, che vi trova qui il proprio naturale terreno di indagine, ma anche per le molte altre discipline (di carattere ad esempio paleo-climatologico, idrologico, nivologico, geomorfologico, archeologico) che si avvalgono delle particolari caratteristiche intrinseche dell'ambiente glaciale. Molti degli studi che vi si svolgono, in alcuni casi in maniera sistematica e continuativa, hanno prodotto esiti di notevole rilevanza nazionale e internazionale.

Limitatamente all'ambito di nostro più stretto interesse, è innanzitutto doveroso ricordare come proprio a due ghiacciai lombardi, quello del Ventina, nel Gruppo del Disgrazia, e quello dei Forni, nel settore Ortles-Cevedale, facciano riferimento le più lunghe serie storiche di misura frontale dell'intero arco alpino italiano, con l'avvio di rilievi continuativi già a partire dal 1895 (Fig. 3). Un parametro, quello delle variazioni frontali, che seppure oggi parzialmente superato dall'introduzione di metodologie maggiormente rappresentative delle dinamiche cui è soggetta una massa glaciale, mantiene un notevole significato interpretativo, soprattutto in chiave diacronica in ragione dell'ampiezza dell'arco temporale coperto da queste rilevazioni.

Già precedentemente al primo conflitto mondiale, diversi ghiacciai lombardi vennero dotati di appositi segnali di misura mentre per altri (ad esempio, Caspoggio, Cedec, Vitelli) bisognerà attendere gli anni Venti. Benché spesso successivamente abbandonati a causa degli intervenuti mutamenti morfologici, in qualche caso tali capisaldi restituiscono oggi ancora la straordinaria ampiezza delle variazioni glaciali del Novecento e di questa prima fase del XXI secolo.

L'apposizione di punti fermi di misura non costituisce tuttavia che una tappa nel lungo percorso di "scoperta", osservazione e monitoraggio dei ghiacciai lombardi. Tale momento è infatti preceduto da alcune pionieristiche "narrazioni" che, seppur presenti in forma puntuale e discontinua, hanno rappresentato la base per le successive fasi conoscitive. In questo senso, meritano sicuramente menzione le precocissime relazioni del Maironi da Ponte riferite al Ghiacciaio del Trobio, o per meglio dire ai ghiacciai della *Conca del Barbellino*, e a quello del Marovin, entrambe risalenti al primo decennio dell'Ottocento: osservazioni antichissime non solo nel contesto della storia della glaciologia italiana, tanto più sorprendenti se rapportate alle limitate dimensioni di questi ghiacciai e alla perifericità dell'area orobica in cui si collocano. Zone, come ebbe a dire lo stesso Maironi da Ponte

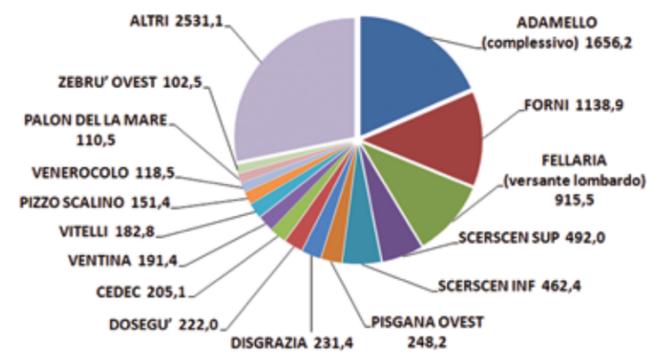


Fig. 2. I quindici maggiori ghiacciai lombardi (area in ettari)

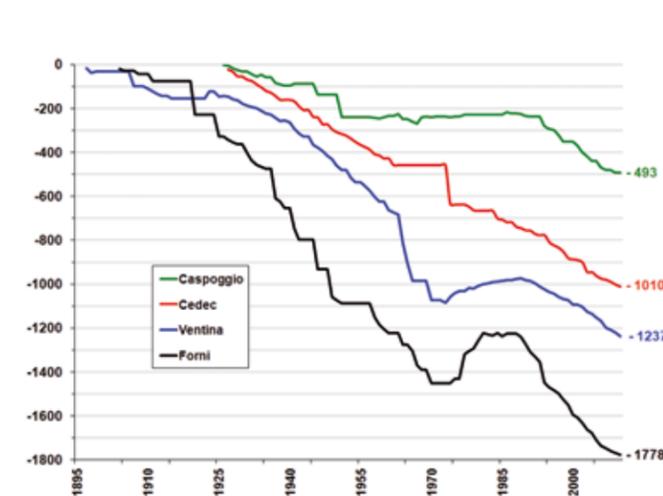


Fig. 3. Variazioni cumulate (in m) delle fronti dei ghiacciai di Caspoggio (1925-2010), Cedec (1926-2010), Ventina (1895-2010) e Forni (1895-210). Il trend di ritiro delle fronti dopo la ripresa degli anni '70-'80 (innescata da una fase climatica favorevole in atto già dal decennio precedente) appare meno marcato rispetto a quello della prima metà del Novecento. Tale dato sottostima la reale portata della deglaciazione del periodo 1990-2010, i cui effetti sulle masse glaciali risultano complessivamente assai più consistenti, con il pesante coinvolgimento anche dei bacini di accumulo. Questa apparente contraddizione trova ragione proprio nell'innalzamento delle fronti registrato nel periodo 1920-1970 ca., che ha condotto le medesime verso ambienti climaticamente meno "ostili"

(1809), ove "non vi giunge se non chi vi è tratto da fervidissimo trasporto per la caccia, o da forte genio per le naturali rarità".

Al di là di queste e altre pionieristiche osservazioni, godibilissime sul piano letterario, è solo con gli ultimi decenni dell'Ottocento che si assiste, in Lombardia come nel resto del Paese, ai primi passi verso una concreta "scienza dei ghiacciai" in Italia.

In questi termini (ma come vedremo pure in chiave turistica), il Ghiacciaio dei Forni, secondo ghiacciaio italiano per estensione, ha svolto un ruolo di primo piano già partire dai primi anni post-unitari. Le attenzioni che gli dedicarono Giuseppe Omboni (1861) prima, con la breve ma efficace descrizione delle sue bocche glaciali, e soprattutto l'Abate Stoppani poi (1876), contribuirono non poco a farne uno dei ghiacciai italiani più studiati e visitati. Significativi i molti studi che vi hanno avuto luogo nel corso di tutto il Novecento, molti dei quali hanno posto le basi per successive e più ampie applicazioni: dalle prime prospezioni sismiche di profondità (Cassinis e Carabelli, 1954), alle più remote misurazioni della portata del suo torrente di ablazione (Visentini, 1938), dagli studi sulla formazione delle sue caratteristiche morene mediane (Smiraglia, 1986 e 1989) alla raccolta dei dati meteorologici che ne controllano l'evoluzione (Citterio *et al.*, 2007) e sino alle misure di variazione di spessore in alcuni punti chiave che confluiscono poi nel progetto di bilancio di massa regionale sviluppato da SGL (vedi in proposito il contributo presente in questo stesso volume).

Più in generale, l'intero Gruppo dell'Ortles-Cevedale, per le caratteristiche del suo esteso glacialismo e per la sua relativa accessibilità, è stato oggetto di importanti ricerche, con la sperimentazione di metodologie di indagine innovative che hanno poi trovato applicazione anche in altri settori montuosi. Per questa ragione, meritano tra gli altri di essere ricordati gli studi sul bilancio di massa del Ghiacciaio della Sforzellina (Catata e Smiraglia, 1988; Diolaiuti, Smiraglia *et al.*, 2002; Cannone *et al.* 2008), per longevità (1986) secondi soli a quelli che si svolgono al Ghiacciaio del Careser, nel medesimo gruppo montuoso, ma sul versante trentino, e le indagini tramite GPS-differenziale attivate su questo stesso ghiacciaio (Belò

e Smiraglia, 2005; Belò *et al.*, 2006); sulla variazione della linea di equilibrio dei ghiacciai dalla Piccola Età Glaciale (Pelfini, 1994); sulle modalità evolutive dei crolli glaciali (Cola e Galluccio, 2000; Scotti e Cola, 2005 e 2006), fenomeno particolarmente attivo in questo settore alpino; sulla dinamica delle pareti di ghiaccio (Galluccio e Righetti, 1995; Cola *et al.*, 1997); sulla "memoria" dei ghiacci in relazione agli eventi della Prima Guerra Mondiale (Galluccio e Cola, 2001), con un loro lontanissimo prodromo nelle osservazioni di Bertarelli (1921) sulle gallerie di guerra nel ghiaccio. Parallelamente, va citata l'ampia notorietà assunta negli ultimi anni dal Ghiacciaio di Dossè Est, una cui piccola porzione areale vede il posizionamento sperimentale estivo di teli protettivi sulla base, ma qui per la prima volta in Italia con finalità scientifiche, di quanto già accade su altri apparati alpini interessati da attività sciistiche (Diolaiuti *et al.*, 2008).

Come ovvio, ricerche di notevole interesse si sono sviluppate anche negli altri settori montuosi, soprattutto laddove insistono ghiacciai di grandi dimensioni; tra queste, le molte che hanno riguardato il Ghiacciaio dell'Adamello, per le quale si rimanda ai contenuti presentati nella scheda specifica ad esso dedicata.

Tuttavia, non sono solo i ghiacciai più estesi ad avere svolto un ruolo di traino nella ricerca glaciologica; altri, proprio anche in virtù delle loro dimensioni contenute, sono divenuti negli ultimi anni dei veri "ghiacciai laboratorio" sui quali vengono svolte indagini a largo spettro relative ai diversi parametri, dinamici e climatici, che ne controllano l'evoluzione. Citiamo, in particolare, i ghiacciai del Suretta, nel Gruppo dello Spluga, del Lupo, nelle Orobìe valtelinesi, di Campo Nord nel livignasco, del Pisgana in Adamello e di Alpe Sud nell'Ortles-Cevedale. Studi sulle profondità tramite radar, bilanci con metodo GPS-differenziale, messa in posa di data-logger per il rilevamento dei parametri meteorologici, analisi degli aspetti nivologici e posizionamento di reti di paline ablatometriche sono, a seconda dei casi, alcune delle metodologie che si affiancano qui ai tradizionali rilievi frontali e fotografici.

Per i molti altri elementi che compongono il vastissimo campo delle indagini sul glacialismo lombardo rimandiamo alla seconda parte del volume e all'estesa bibliografia presente in calce, ricordando come in tanti casi gli studi più antichi conferiscano un valore specifico e unico ai ghiacciai lombardi. Essi, infatti, permettono un'agevole misura dell'evoluzione e dunque delle distanze che intercorrono tra le situazioni di un tempo e quella attuale: una centralità, quella del confronto diacronico, "esaltata" dall'attuale fase di riscaldamento del clima di cui l'andamento dei ghiacciai costituisce uno degli indicatori naturali più evidenti.

Turismo ed educazione ambientale

Nelle aree più elevate della catena alpina, indicativamente dove le montagne superano i 3000 m di quota, i ghiacciai rappresentano una delle principali componenti del paesaggio. Come tali, non è difficile assegnare loro, accanto a quelle ambientali, una valenza turistica. Essa si esprime in forma diretta allorché un ghiacciaio, con la sua sola presenza, è in grado di convogliare flussi turistici generati da interessi verso una "semplice" esperienza "a distanza", contemplativa diremmo, dei suoi specifici caratteri, seppur come ovvio inseriti in un quadro panoramico più ampio. In questo senso spiccano le potenzialità, peraltro ampiamente sfruttate da un paio di secoli, di alcuni tratti delle Alpi settentrionali e del Massiccio del Bianco (in particolare del suo versante francese), dove i ghiacciai assumono con maggiore frequenza dimensioni ragguardevoli, tali da spingerli ancor'oggi nei pressi dei fondovalle abitati, e caratteri morfologici (ghiacciai vallivi) di più evidente contenuto estetico. Reso agevole da quote frontali talora modeste, l'avvicinamento a queste grandi colate è spesso favorito dalla presenza di comode vie di accesso. E' il caso, per non citare che i più famosi, dell'interesse che in tal senso rivestono i ghiacciai del Rodano, del Morteratsch e dell'Aletsch, in Svizzera, del Gross Glockner, in Austria, della Mer de Glace in Francia.

Per ragioni di vario ordine, nel versante meridionale delle Alpi tale ruolo appare nel suo complesso secondario, sebbene anche qui il fascino esercitato dall'ambiente glaciale non abbia impedito ad alcuni grandi ghiacciai lombardi, quali ad esempio il Ventina, alcune effluenze del Ghiacciaio dell'Adamello (Mandrone e Salarno, quest'ultima oggi pressoché scomparsa) e soprattutto i Forni, di godere in passato di una fama anche internazionale. Non casuale, ad esempio, è l'importanza assunta sin dai primi anni del Novecento dall'Albergo dei Forni, eretto a circa 2200 m di quota, come approdo per i turisti che giungevano ad ammirare la maestosa colata dell'omonimo ghiacciaio, con le sue caratteristiche bocche frontali e le potenti seraccate (Figg. 4 e 5). Chiarificatrici, in questo senso, le parole di Antonio Stoppani, che, nel 1876, così invitava a prenderne conoscenza: *Se volete peraltro visitare un ghiacciaio italiano, senza scomporvi di troppo, senza rinunciare nemmeno ai comodi della vita, portatevi a Santa Caterina di Bormio. La visita del ghiacciaio del Forno, che si può dire un ghiacciaio modello, non sarà che una partita di piacere, a cui possono pigliar parte anche le signore, senza né forzare di troppo la morbidezza della loro muscolatura, né rinunciare agl'impedimenti meno indispensabili della toletta.* (A. Stoppani, 1876).

Non c'è dubbio però che l'attitudine turistica delle masse glaciali, nel senso finora indicato, risulti oggi penalizzata da una contrazione areale e volumetrica che ne ha profondamente modificate le morfologie.



Fig. 4. L'Hotel "Ghiacciaio dei Forni" citato nella didascalia forse proprio per favorire la visita al vicino ghiacciaio, i cui seracchi costituivano uno dei principali motivi di attrazione. Si tratta di una delle principali strutture storiche del "turismo glaciale" in Italia. Cartolina turistica dei primi anni del Novecento - archivio dell'autore

Nondimeno, le medesime dinamiche di regresso degli ultimi decenni hanno fortemente intaccato anche il ruolo attrattivo, indiretto ma non meno concreto, che i ghiacciai esercitano come campo di svolgimento di attività alpinistiche ed escursionistiche in alta quota. Per il cultori di tali discipline, l'idea della montagna alpina, e nello specifico lombarda, appare largamente collegata alla presenza dei ghiacciai (o di forme parzialmente assimilabili come le pareti di ghiaccio). Del resto, le ascensioni alle più elevate cime delle Alpi lombarde trovano svolgimento su terreno in gran parte glacializzato: Bernina, Disgrazia, Adamello, Cevedale, Gran Zebù, San Matteo per non citare che le più famose. Come logica conseguenza, nei pressi delle masse glaciali trovano posto molti, frequentatissimi rifugi, con il loro carico di significati storici ed economici.

A esemplificare il ruolo svolto dal glacialismo in termini di attrattività è sufficiente l'osservazione dell'iconografia che accompagna guide alpinistiche ed escursionistiche (una breve analisi in questo senso è in Bonardi & Galluccio, 2003), *dépliants* e altri materiali informativi, cartacei e virtuali. Ovunque, e talora persino con improbabili scollamenti geografici (Figg. 6 e 7), i ghiacciai assumono il compito di "paesaggi-immagine" a cui affida-



ma m fo di saluti la lunga
anche per la Lydia
r'giaro Inchiando
m bisotto

Figura 5. Le "passeggiate" sulla lingua del Ghiacciaio dei Forni costituiscono uno dei primi esempi di frequentazione turistica dei ghiacciai lombardi. Fotografia di fine Ottocento - archivio dell'autore

re la promozione di una montagna, di una località alpina o addirittura di un'intera regione.

Nel contesto del ruolo centrale che i ghiacciai svolgono nella frequentazione della montagna, devono anche essere considerate le conseguenze del fenomeno di deglaciazione che sta radicalmente mutando il volto delle Alpi, "erodendo" il fascino di molte vie alpinistiche (in qualche caso aumentando la difficoltà, in altre riducendole, ma sempre compromettendone le più classiche peculiarità) e accrescendone i rischi di frequentazione (qualità del terreno di ascensione, instabilità dei versanti e conseguenti crolli rocciosi ecc). Se negli ultimi anni tali dinamiche sono assurte agli onori delle cronache nazionali soprattutto per i loro esiti lungo alcune famose vie delle Alpi occidentali, nondimeno esse risultano attive anche nella montagna lombarda. L'estinzione della grande parete di ghiaccio che sino a qualche decennio fa ammantava il versante nord-occidentale del Monte Pasquale e l'assai complessa praticabilità della via normale al Gran Zebù, in corrispondenza del cosiddetto *Collo della Bottiglia*, sono forse gli esempi più acuti e noti delle conseguenze della contrazione del glacialismo lombardo sul terreno dell'alpinismo; nel lungo elenco tuttavia



Figura 6. Il più grande ghiacciaio delle Alpi, l'Aletsch, utilizzato come improbabile contesto "spirituale" in una cartolina turistica dell'Alpe Motta (Madesimo, Sondrio) dei primi anni Sessanta. Archivio dell'autore

rientrano anche le trasformazioni più o meno radicali che hanno subito vie classiche come quella della Cordamolla, lungo il versante Nord del Monte Disgrazia, quella della Parete Nord della Cima Viola, del canale della Thurwieser, della Parete Nord del Tresero: risultanze, queste ed altre, di cui viene dato più esaurientemente conto in alcuni degli itinerari alpinistici che accompagnano la seconda parte di questo volume.

Resta da constatare come, per quanto si è detto sinora, un paesaggio alpino privato di settori consistenti del suo glacialismo, e perciò sempre più simile a quello di altre, e meno attrattive, catene montuose, rischi di portare con sé conseguenze significative, oltre che sotto il profilo ambientale, anche in termini turistici e, dunque, economici.

In connessione con i contenuti paesaggistici e con il valore intrinseco derivante da una condizione di elevata naturalità, possono essere lette anche le valenze espresse dai ghiacciai lombardi nel campo dell'educazione all'ambiente. In questo senso vanno considerate le esperienze destinate a supportare i processi di formazione e auto-formazione di quanti, giovani e meno giovani, entrano in contatto con l'ambiente alpino e, nello specifico, glaciale. Tra esse, accanto alle guide e ad altri materiali illustrativi, un ruolo prioritario è svolto dai sentieri glaciologici, di cui si ritrovano in Lombardia ben tre significativi esempi: quelli del Sentiero Glaciologico *Vittorio Sella* al Ghiacciaio della Ventina, prima realizzazione di questo tipo in Italia (1992, Fig. 8), del *Sentiero del Centenario* al Ghiacciaio dei Forni (1995), del Sentiero Glaciologico *Luigi Marson* al Ghiacciaio di Fellaria (1996). Si tratta di percorsi tematici finalizzati, come altri in ambito botanico, geologico ecc., alla diffusione di uno specifico sapere di tipo glaciologico. Corredati da appositi pannelli esplicativi delle principali evidenze morfologiche, questi sentieri conciliano l'esigenza di salvaguardia di ambienti di elevato valore ambientale con la richiesta di conoscenza proveniente dai frequentatori dello spazio alpino (Bonardi, 1997). In particolare, essi permettono di valutare direttamente sul terreno l'entità delle variazioni intervenute dopo la fine della Piccola Età Glaciale.

Accanto ai loro significati culturali, non si devono dimenticare le ricadute positive che tali percorsi hanno sulle strutture ricettive site nei loro pressi. Una specifica ricerca svolta nell'estate 2010 ha ad esempio messo in luce la significativa capacità attrattiva svolta dal Sentiero Glaciologico *Vittorio Sella* al Ghiacciaio Ventina. Nel solo bimestre luglio-agosto, esso è stato percorso da circa 1500 escursionisti, pari al 30% di quanti sono transitati nei pressi del Rifugio Gerli-Porro, sito all'inizio del sentiero (Colombo, 2010).



Figura 7. La poco glacializzata Valle di Livigno promossa, in una cartolina degli anni Cinquanta, attraverso l'immagine del Ghiacciaio del Morteratsch, sito sul lato elvetico del Massiccio del Bernina. Archivio dell'autore

Le valenze ambientali

In virtù delle quantità d'acqua in essi stoccate e in considerazione delle caratteristiche climatiche della regione che li ospita, i ghiacciai lombardi detengono una notevole importanza anche sotto l'aspetto idrologico. A questo proposito va innanzitutto ricordato che la riserva glaciale presente in Lombardia è stimabile in un equivalente in acqua di oltre 3 km³ (3,91 km³ al 2003 secondo Smiraglia e Diolaiuti, s.d.): una risorsa, in termini quantitativi ma anche qualitativi (acqua dolce con livelli di inquinamento molto bassi), di enorme rilievo.

Per comprendere compiutamente tale significato è necessario fare riferimento al concetto fondamentale della dinamica glaciale, ossia al sistema accumulazione/ablazione. Durante il lungo inverno della media-alta quota alpina, indicativamente compreso tra i mesi di settembre/ottobre e quelli di maggio/giugno, ma con variazioni anche significative a seconda delle annate, il ghiacciaio provvede ad accumulare massa grazie alle precipitazioni meteoriche, in questa fase dell'anno a prevalente carattere nevoso. Tali accumuli, in misura parziale o completa, a cui si aggiungono quote di ghiaccio e di residui nevosi degli anni precedenti (*firm*), subiscono, sottoposti alle elevate temperature estive, la trasformazione allo stato liquido. Nella breve ma intensa stagione di ablazione vengono così rese disponibili, per i più vari fini naturali e antropici, parti consistenti dei contributi meteorici annuali di H₂O. In tal modo, le acque di fusione glaciale, alimentando direttamente e talora in maniera preponderante o esclusiva, sorgenti, torrenti e piccoli laghi, contribuiscono significativamente al bilancio idrico locale. Scendendo di quota, tale significato, benché progressivamente più tenue, si mantiene anche nei fondivalle e in ampi settori della pianura, spazi dove si registrano le maggiori necessità idriche, soprattutto collegate alle attività agricole. Questo ruolo appare esaltato in quei contesti, come il tratto superiore della Valle dell'Adda, interessati da precipitazioni scarse (poco più di 800 mm annui a Santa Caterina Valfurva).

Il contributo proveniente dalle masse glaciali garantisce dunque un supporto importante sia agli apporti di falda che alla portata dei fiumi, tanto più importante quest'ultimo nei momenti di deficit corrispondenti alle fasi di siccità estiva. A titolo esemplificativo, si consideri che il contributo dei ghiacciai valtellini alle portate estive del fiume Adda, alla sua immissione nel Lago di Como, può essere stimato tra il 10 e il 30% a seconda delle annate. Un dato che, evidentemente, diventa ancor più significativo nelle porzioni superiori del bacino. In tal senso, dunque, i ghiacciai, soprattutto negli anni di maggior deficit precipitativo, vedono esaltato il loro significa-

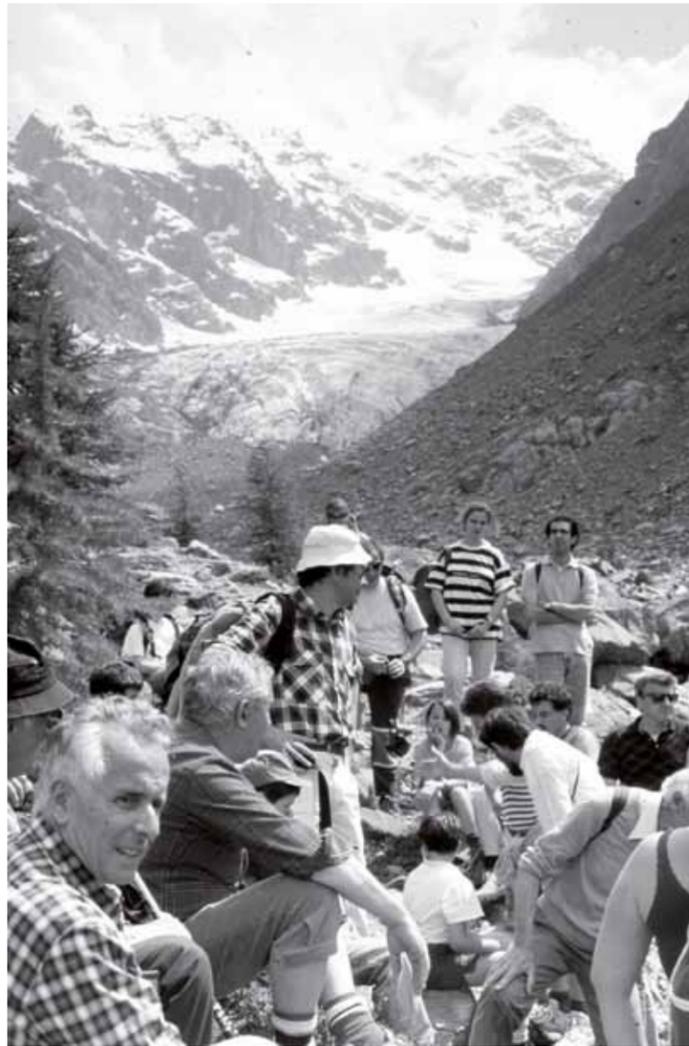


Figura 8. Un momento dell'inaugurazione del Sentiero Glaciologico "Vittorio Sella" al Ghiacciaio del Ventina. Foto di Luca Bonardi - 1992

to di regolatori naturali dei deflussi idrici e, quindi, il loro ruolo di riserva idrica strategica.

Oltre che a quello dell'Adda, i ghiacciai lombardi garantiscono un apporto importante anche al bacino del fiume Oglio mentre del tutto trascurabile risulta invece quello inviato ai bacini del Reno e del Danubio tramite i piccoli ghiacciai della Val di Lej e del Livignasco, posti oltre lo spartiacque alpino.

In questa luce va dunque considerato il ruolo che le acque di fusione glaciale svolgono nel campo della produzione idroelettrica regionale. Tale veste è rintracciabile sia nei molti piccoli impianti ad acqua fluente collocati lungo corsi d'acqua a regime nivo-glaciale, sia in quelli che sfruttano i grandi serbatoi a regolazione stagionale. Sostenuta dalla loro favorevole morfologia, molte valli alpine lombarde sono infatti state adattate alla raccolta e al convogliamento delle acque per fini energetici. La presenza di invasi di stoccaggio permette la distribuzione della risorsa, assecondando in tal modo le classiche oscillazioni, stagionali ma anche giornaliere, della domanda; il corso annuale della richiesta energetica, con massimi complessivi in inverno e minimi durante la stagione estiva, è infatti pressoché opposto, nei nostri climi, alla disponibilità idrica direttamente sottesa alle

precipitazioni piovose.

In questa prospettiva va quindi valutato, giusto per fare un esempio, il notevole contributo che i ghiacciai dell'Ortles-Cevedale forniscono ai laghi artificiali di Cancano, raggiunti attraverso una fitta rete di prese e di canali sotterranei in grado di captare l'acqua proveniente dai torrenti glaciali. Una situazione pressoché analoga presentano il Gruppo dell'Adamello, quello del Bernina e, seppure con componenti glaciali più ridotte, gli altri massicci lombardi.

Sotto un'altra ottica, lo stretto vincolo che lega il clima ai ghiacciai rende questi ultimi dei veri e propri archivi ambientali, in particolare modo per quel che riguarda la composizione atmosferica del passato. In questo senso, però, il fatto che buona parte dei ghiacciai lombardi sia composta da ghiaccio cosiddetto caldo (fanno forse eccezione alcune limitate porzioni dei bacini superiori del Ghiacciaio di Fellaria-Palù e di quello dei Forni) non permette la conservazione dei profili stratigrafici originari e quindi un loro utilizzo in chiave di ricostruzione della composizione atmosferica databile. Ciò, ovviamente, non impedisce che il ghiacciaio conservi al proprio interno le sostanze che su di esso si depositano per effetto del trasporto eolico e delle precipitazioni nevose e piovose. Tra esse pure quegli inquinanti, talora emessi a grandi distanze dalle masse glaciali che, dopo una temporanea, ancorché talora pluridecennale, conservazione nel corpo del ghiacciaio, rientrano attivamente nel ciclo dell'acqua al momento della fusione del ghiaccio. Alcuni probabili esiti di tali processi, nello specifico riferiti al rilascio di DDT da parte dei ghiacciai lombardi, sono stati ipotizzati in Bettinetti *et al.*, 2008.

Infine, a livello più generale, non vanno dimenticate le interazioni che legano i ghiacciai all'intero sistema ambientale; in questo senso deve essere sottolineato il ruolo da essi svolto nell'aumento dell'albedo della superficie terrestre, con le conseguenti ricadute sulle quantità di energia assorbite dalla Terra. I circa novemila ettari di superficie glacializzata regionale partecipano, seppur in misura minima, a questo importante significato ambientale globale.

La storia nei ghiacciai della Lombardia

Al pari di quelle del Trentino e dell'Alto Adige, le superfici glaciali lombarde poste lungo la linea del vecchio confine italo-austriaco sono state uno dei teatri più straordinari ed elevati delle vicende della Prima Guerra Mondiale. Dallo Stelvio, a Nord, sino al Monte Re Castello, a Sud, la linea di confine tra il Regno d'Italia e l'Impero Austro-Ungarico lambiva, e talora tagliava in due, i principali sistemi glacializzati dell'Ortles-Cevedale e dell'Adamello. Tra i ghiacciai lombardi più direttamente coinvolti si annoverano quelli di Cedec, dei Forni, del Dosegù, dell'Adamello. Ambienti che, in linguaggio bellico, possono essere considerati gli unici, reali vincitori, se è vero che al termine di un inutile conflitto durato quattro anni le parti contendenti si trovarono all'incirca assestate sulle medesime posizioni di inizio guerra. Esclusa la possibilità di offensive su larga scala, la cosiddetta *Guerra Bianca* si può infatti riassumere come una sorta di difesa a oltranza dei punti strategici raggiunti, tramite imprese più di tipo alpinistico che bellico, nelle prime settimane di guerra.

Troppe e troppo schiacciati, al di là delle forze in campo, le determinanti ambientali: costituite, per quanto riguarda il terreno glaciale, dai condizionamenti che esso pone agli spostamenti, soprattutto per la presenza di aree crepacciate e seraccate o, per effetto delle particolari morfologie, ampie e sub-pianeggianti, e di cui è massima espressione il Ghiacciaio dell'Adamello, troppo aperte alla vista del nemico. Proprio in virtù di tali condizioni, associate alle molte altre di carattere climatico e morfologico che caratterizzano l'ambiente dell'alta quota alpina, la guerra sui ghiacciai ha dato vita a geografie uniche. Ci riferiamo ad esempio agli insediamenti situati a contatto o addirittura sopra il ghiaccio, come nel caso di quelli che trovavano posto sul Ghiacciaio dell'Adamello (baraccamenti del Passo Garibaldi, all'arrivo della teleferica proveniente dall'omonimo Rifugio (Fig. 9)

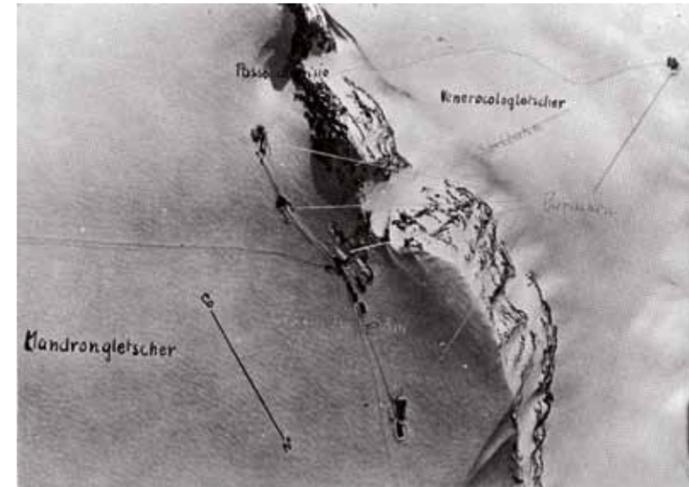


Fig. 9. L'area dei baraccamenti del Passo Garibaldi (Ghiacciaio dell'Adamello), in una fotografia aerea austriaca del 1916. Da Heinz von Lichem. *La guerra in montagna, 1915-1918*, Athesia, Bolzano, 1991

e Presidio della Caserma Giordana alla Lobbia Alta); quelle degli avamposti isolati nelle aree più elevate dei ghiacciai (tra i quali la nota baracca, tuttora esistente, posta sulla Cima del Cevedale); quelle delle teleferiche che sorvolavano i ghiacciai; quelle soprattutto delle gallerie nel ghiaccio, diversamente utilizzate come deposito, ricovero, attraversamento. Tra queste ultime quella, di ben cinque chilometri di lunghezza, scavata sotto la superficie del Ghiacciaio dell'Adamello, congiungente la zona del Passo Garibaldi con il Passo della Lobbia. Eccezion fatta per le gallerie nel ghiaccio, di molte di queste strutture, come dei tanti altri segni della vita di guerra sui ghiacciai, e nei loro immediate vicinanze, è ancora oggi possibile rinvenire abbondanti



La stazione meteorologica del Servizio Glaciologico Lombardo sull'anticima del Monte dei Frati, a 3250 m nel Gruppo dell'Adamello. In secondo piano porzioni dei ghiacciai di Pisgana Ovest (a sinistra), dell'Adamello (sullo sfondo, al centro) e del Venerocolo (a destra). Foto L. Bonardi, 2011

tracce, oggetto di una vera e propria archeologia bellica che rendono questi ambienti uno straordinario contenitore di memoria storica. Il notissimo cannone da 149 G ancor oggi visibile a Cresta Croce (a oltre 3200 m di quota), dove venne posizionato dall'esercito italiano nel 1917 dopo un epico trascinamento lungo tutta la Valle dell'Avio e dopo un'attiva permanenza sulla cima del Monte Venerocolo, rappresenta in questo senso l'evidenza di maggior rilievo.

Conclusione

Le notevoli valenze scientifiche, paesaggistiche, ambientali e culturali detenute dal glacialismo lombardo, e succintamente messe in luce in queste pagine, appaiono oggi parzialmente compromesse da una congiuntura climatica ultra-negativa che ne ha significativamente modificato l'aspetto e sostanzialmente ridotte le dimensioni. Il suo proseguimento, tutt'altro che improbabile alla luce degli scenari predittivi del clima del Pianeta per il XXI secolo (Christensen *et al.*, 2007), ne determinerebbe, se non la completa scomparsa, un'ulteriore drastica riduzione a poche decine di ettari, rinserrati nelle porzioni più elevate della montagna lombarda. Per quanto si è detto, tale ipotesi comporterebbe la perdita di un'eccezionale risorsa pluri-funzionale, con conseguenze difficilmente calcolabili sia sul piano ambientale che su quello economico. La riduzione, o localmente il venir meno, dei deflussi estivi garantiti dalla fusione del ghiaccio, dopo una fase (quella attuale?) di temporaneo incremento dovuto all'accelerazione dei ritmi di ablazione, potrebbe consegnarci una montagna lombarda assai diversa da quella che conosciamo, più arida e meno "alpina". Analogamente, riuscirebbe profondamente modificato quel consolidato, per quanto di natura sempre mutevole, assetto paesaggistico che ha fatto di queste montagne una delle mete turistiche e alpinistiche più note dell'intero arco alpino. Tra le molte altre, sono queste alcune buone ragioni per conoscere meglio il patrimonio glaciale della regione e, più in là, per riflettere approfonditamente sulle cause che ne stanno compromettendo l'esistenza.

Bibliografia generale

(a cura di: M.E. Peroschi, E. Rovelli, L. Bonardi)

AA.VV., 1962. Codice di Nomenclatura Stratigrafica secondo i Nordamericani. *Riv. It. Paleont.*, 68/1

AA.VV., 1966. *Lavinenhandbuc*, Tyrolia-Verlag,12

ABBADESSA F., 1955. Rilievi e indagini sul Ghiacciaio dei Forni. *Boll. C.G.I.*, 6

ADAMI G.B., 1875. Notizie sul gruppo del monte Adamello. *Boll. CAI*, IX, 24

ADAMI G.B., 1878. Salita alla regione del monte Adamello per Valle Adamè. *Annuario S.A.T.*, 5

AJASSA R., BIANCOTTI A., BIASINI A., BRANCUCCI G., CARTON A. & SALVATORE M.C., 1997. Changes in the number and area of italian alpine glaciers between 1958 and 1989. *GFDQ*, 20

ALBERTINI R., 1950. Brevi osservazioni su alcuni laghetti glaciali e periglaciali delle Valli di Lamare e Saent. *Boll. C.G.I.*, 3

ALESSIO M., ALLEGRI L., BELLA F., BELLUOMINI G., CALDERONI G., CORTESI C., IMPROTA S., MANFRA L. & OROMBELLI G., 1978. I depositi lacustri di Rovagnate, Pontida e di Pianico in Lombardia: datazione con il ¹⁴C. *GFDQ*, 1

ALLEY R.B., FAHNESTOCK M. & JOUGHIN I., 2008. Understanding glacier flow in changing times. *Science*, 332

AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE, 1961. Code of Stratigraphic Nomenclature, *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, 45/5

ANDREATTA C., 1940. Ricerche sui giacimenti minerari della Venezia Tridentina; relazione sulle indagini svolte nell'anno. *La ricerca scientifica*, XI, 3

ARGENTON A., DAL PIAZ G. V., MARTIN S. & SCHIAVON E., 1980. Osservazioni preliminari sul versante occidentale della dorsale Gran Zebrù-Cevedale-Como dei Tre Signori (Austroalpino Superiore, Alpi Orientali). *Rend. Soc. It. Miner. Petrol.*, 36 (1)

ALBERTINI R., BEVILACQUA E., DONÀ F. & MORANDINI G., 1953. Contributo alla conoscenza dei «coni» di ghiaccio. *Boll. C.G.I.*, 4

BACHMANN R. C., 1980. *Ghiacciai delle Alpi*. Zanichelli, Bologna

BADINO G., 2002. La scoperta dei mulini glaciali. *Nimbus*, 23-24

BALL J., 1878. *Guida alpina Alpi lombarde e Adamello*, Verona

BALLABIO R., 1909. Il Gruppo del Monte Disgrazia. *Boll. CAI*, Milano

BALTZER A.,1871. Notizie geologiche intorno al gruppo dell'Adamello. *Boll. CAI*, XVIII

BARONI C. & CARTON A., 1987. Geomorfologia della Valle dell'Avio (Gruppo dell'Adamello). *Natura Bresciana - Ann. Museo Civ. Sc. Nat. Brescia*, 23

BARONI C. & CARTON A., 1989. Vedretta di Pisgana (Gruppo dell'Adamello). Geomorfologia e variazioni oloceniche della fronte. *Natura Bresciana - Ann. Museo Civ. Sc. Nat. Brescia*, 26

Baroni C. & Carton A., 1990. Variazioni glaciali oloceniche nel Gruppo del Monte Adamello (Alpi Centrali) Mem. Soc. Geol. It., 45

BARONI C. & CARTON A., 1990. Carta geomorfologica della V. Miller e

della conca del Baitone (Gruppo dell'Adamello). *Natura Bresciana - Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia*, 25

BARONI C., CARTON A., MARTINELLI N. & PIGNATELLI O., 1992. Dendrocronologia e variazioni oloceniche in Val di Genova (M. Adamello, Alpi Centrali). Nota preliminare. *GFDQ*, 15

Baroni C. & Carton. A., 1996. Geomorfologia dell'alta Val di Genova (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali) *GFDQ*, 19

BARONIO G., 1932, Ricerche sul Ghiacciaio dei Forni. *Atti della Società Italiana Progresso delle Scienze*, 20 riunione, Milano sett. 1931, vol. II

BARONIO G., 1933. Indagini al ghiacciaio dei Forni. *Boll. C.G.I.*, 13

BARSANTI M. & SMIRAGLIA C., 1994. Alpine glaciers as indicators of climatic-environmental fluctuations in progress: the example of the Ghiacciaio della Sforzellina. *Atti del Convegno Internazionale "Man and Mountains"*. Ponte di Legno, 20-24 giugno 1994

BARSANTI M., CASARTELLI G., GUGLIELMIN M., PELFINI M., SMIRAGLIA C. & STELLA G., 1995. Nove anni di bilancio negativo al Ghiacciaio della Sforzellina (Alpi lombarde). Rapporti con il clima e ipotesi di estinzione. *GFDQ*, 18

BARTHOLOMEW I., NIENOW P, MAIR D., HUBBARD A., KING M.A. & SOLE A., 2010. Seasonal evolution of subglacial drainage and acceleration in a Greenland outlet Glacier. *Nature Geoscience*, 3

BEGERT M., SCHLEGEL T. & KIRCHHOFFER W., 2005. Homogeneous Temperature and Precipitation Series of Switzerland from 1864 to 2000. *International Journal of Climatology*, 25

BELLINGERI D., BELÒ M., ZINI E., BONETTI L. & URBANI S., 2007. L'utilizzo di immagini stereoscopiche IKONOS per il monitoraggio volumetrico dei ghiacciai lombardi: risultati sui comprensori glaciali investigati e validazione con rilievo GPS-RTK. *Atti XI conferenza nazionale ASITA*, 2007

BELLINGERI D., MONDINI A., BOCCI M., MARTINELLI O. & ZINI E., 2004. Utilizzo di immagini satellitari a media risoluzione e di immagini Ikonos stereoscopiche per il monitoraggio del manto nevoso e dei ghiacciai. *Atti 8° Conferenza Nazionale ASITA*, 2004

BELLINGERI D. & ZINI E., 2006. IKONOS high spatial resolution stereoscopic images for planimetric and volumetric glacier monitoring: case studies on upper Valtellina glaciers (Lombardia, Italy). *10th Alpine Glaciology Meeting* (Munich)

BELLONI S.,1970. Nota preliminare sulle ricerche lichenometriche nell'alveo vallivo del Ghiacciaio dei Forni. *Boll. C.G.I.*, 18

BELLONI S., 1970. Il bilancio idrologico delle Vedrette del S. Giacomo. *Boll. C.G.I.*, 18

BELLONI S., 1973. Ricerche lichenometriche in Valfurva e nella Valle di Solda. *Boll. C.G.I.*, 21

BELLONI S., 1992. Oscillazione dei ghiacciai italiani e clima: un sessantennio di ricerche. *GFDQ*, 15

BELLONI S., CATASTA G. & SMIRAGLIA C., 1988. Un sessantennio di va-

riazioni dei ghiacciai italiani. *Il Bollettino - Ann. Com. Scient. Centr. CAI*, 87
 BELLONI S., PELFINI M. & SMIRAGLIA C., 1994. Cartografia storica e trasformazioni dell'alta montagna. L'esempio della Valle di Gavia (Valtellina). *Studi Geografici in onore di Domenico Ruocco*. Loffredo editore, Napoli
 BELLONI S., DIOLAIUTI G., PERETTI G., ROSSI G.C., SMIRAGLIA C. & TOSI N., 2001. Un nuovo metodo per la valutazione degli effetti delle condizioni termiche e pluviometriche sulle oscillazioni frontali recenti dei ghiacciai alpini (applicato al ghiacciaio del Dosegù, Alta Valtellina). *Suppl. GFDQ*, V
 BELLOTTI I., 1954. Relazioni della campagne glaciologiche 1953. *Boll. C.G.I.*, 5
 BELLOTTI B., 1990. *I ghiacciai della Val Viola*. Tesi di laurea in Scienze Naturali, Dipl. Scienze della Terra. Università degli Studi di Milano, A.A.1989-1990
 BELÒ M. & SMIRAGLIA C., 2005. Bilancio volumetrico e di massa di un ghiacciaio alpino campione tramite rilievi GPS in modalità RTK: il Ghiacciaio della Sforzellina. *Atti IX Conferenza Nazionale ASITA - 2005*, vol. I
 BELÒ M., SMIRAGLIA C., DIOLAIUTI G., D'AGATA C. & CARNIELLI T., 2006. Short and long term mass balance of Sforzellina Glacier (Central Italian Alps) by GPS and DTM methods. *Geophysical Research Abstracts*, 8
 BENN D. I. & EVANS D. J. A., 1998. *Glacier and Glaciation*. Arnold, London; II edizione, 2010. Hodder Education, London
 BERTARELLI G., 1923. Le gallerie di guerra nei ghiacciai dell'Ortles-Cevedale (Osservazioni sul movimento dei ghiacciai). *Le vie d'Italia*, XXIX, 7
 BERTHIER E., SCHIEFER E., CLARKE G.K.C., MENOUNOS B. & REMY, F., 2010. Contribution of Alaskan glaciers to sea-level rise derived from satellite imagery. *Nature Geoscience*, 3
 BERTOLINA E. & TESTORELLI M. (a cura), 1978. *Inventario dei toponimi del territorio comunale di Valfurva*. Tipografia Comense, Tavererio
 Bettinetti R., Quadroni S., Galassi S., Bacchetta R., Bonardi L. & Vailati G., 2008. Is meltwater from Alpine glaciers a secondary DDT source for lakes? *Chemosphere*, 73(7)
 BINI A., 1983. *I depositi glaciali della Valle del Nose (Piano del Tivano)*. *GFDQ*, 6
 BINI A., 1987. *L'apparato glaciale Würmiano di Como*. Tesi di Dottorato di ricerca, Università degli Studi di Milano, anno 1986/87
 BINI A., 1993. Geologia del Quaternario e geomorfologia della Piana di Como. Ubaldi M. (a cura), *Carta Archeologica della Lombardia. Vol. III Como. La città murata e la convalle*. Cosimo Panini Ed., Modena
 BINI A., 1997. Stratigraphy, chronology and palaeogeography of Quaternary deposits of the area between the Ticino and Olona rivers (Italy-Switzerland). Southern Alps Quaternary Geology, IGCP 378 Meeting, Lugano ottobre 1995. *Geol. Insubr.*, 2(2)
 BINI A., FELBER M., OPPIZZI P. & DA ROLD O., 1992. La successione deltizia della Valle della Motta nella regione di Genestrerio - Coldrerio - Novazzano (Ticino Meridionale): analisi sedimentologica e paleoambientale. *Boll. Soc. Tic. Sci. Natur.*, 80(1)
 BINI A., FELBER M., POMICINO N. & ZUCCOLI L., 1996. La massima estensione dei ghiacciai (MEG) nel territorio compreso tra il Lago di Como, il Lago Maggiore e le rispettive zone di anfitreato. *Geol. Insubr.*, 1(1/2)
 BINI A., FELBER M., POMICINO N. & ZUCCOLI L., 2001. *Geologia del Mendrisiotto (Canton Ticino, Svizzera): Messiniano, Pliocene e Quaternario*. Berichte des Bundesamt für Wasser und Geologie / Rapporti dell'Ufficio Federale delle acque e della geologia BWG/UFAEG 1
 BINI A. & PELLEGRINI A., 1998. Geologia del Quaternario. Bini A. e Pellegrini A. (a cura), Il Carsismo del Moncodeno (Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne: VII Il carsismo del Moncodeno). *Geol. Insubr.* 3(2)
 BINI A., UGGERI A. & QUINIF Y., 1997. Datazioni U/Th effettuate in grotte delle Alpi 1986 - 1997. Considerazioni sull'evoluzione del carsismo e del paleoclima. *Geol. Insubr.*, 21
 BINI A. & ZUCCOLI L., 2004a. Glacial history of the southern side of the

central Alps, Italy. Ehlers J. & Gibbard P.L. (a cura), *Quaternary Glaciations - Extent and Chronology*
 BINI A. & ZUCCOLI L., 2004b. Prime note sul rilevamento dell'Anfiteatro del Garda: metodi e unità provvisorie. *Il Quaternario*, 17(2/1)
 BINI A., BUONCRISTIANI J.-F., COUTERRAND S., ELLWANGER D., FELBER M., FLORINETH D., GRAF H. R., KELLER O., KELLY M., SCHLÜCHTER C. & SCHOENEICH P., 2009. *Die Schweiz während des letzteiszeitlichen Maximums (LGM)*. Bundesamt für Landestopografie swisstopo.
 BONACOSSA A., 1915. *Regione dell'Ortler*. Guida dei Monti d'Italia. CAI
 BONACOSSA A. & ROSSI G., 1975. *Masino, Bregaglia, Disgrazia*. Guida dei Monti d'Italia. CAI-TCI
 BONARDI L., 2000. Le cause climatiche del Maximum glaciale del periodo 1815-1820 nelle Alpi lombarde: un'ipotesi qualitativa. *Terra glaciälis*, 3
 BONARDI L., 2001a. Un approccio meditato all'ambiente alpino. L'esperienza dei sentieri glaciologici. C. Smiraglia, G. Diolaiuti (a cura), Atti del Convegno Internazionale *Ghiacciai e aree protette: conoscenza, conservazione, valorizzazione* (Sondrio, ottobre 1997), Comune di Sondrio
 BONARDI L., 2001b. *Livigno villaggio immobile, Uomini e ambienti di una valle alpina*. Famiglia cooperativa di consumo ed agricola, Livigno
 BONARDI L. (a cura), 2008. *Ghiacciai montani e cambiamenti climatici nell'ultimo secolo. Terra glaciälis - Edizione Speciale*.
 BONARDI L. & GALLUCCIO A., 2003. Indagini sullo stato attuale e le variazioni recenti del glacialismo e della riserva idrica connessa nel Parco Nazionale dello Stelvio. Conseguenze e prospettive ambientali ed economiche. Pirovano C. (a cura) *Lo stato dell'Ambiente nel Parco Nazionale dello Stelvio*. cap. 7
 BONARDI L., GALLUCCIO A., LUGARESÌ C., BATTAGLIA C., CATASTA G. & VIOLA E., 1995. Adamello il più grande. Un ambiente glaciale unico, non solo per dimensioni. *Neve e Valanghe*, 26
 BONARDI L., SCOTTI R., TAMBURINI A. TOFFALETTI A. & VILLA F., 2010. Stima del bilancio di massa regionale dei ghiacciai lombardi – triennio 2007-2009. *Terra glaciälis*, 13
 BOSCACCI A., 2002. *Una montagna di fotografie (Valtellina 1902-1947)*. Archivio Alfredo Corti, Bettini, Sondrio
 BRACCHI R., 1989. Microtoponomastica Bormina (I) colori e forme. *Zeitschrift für romanische Philologie*, vol. 105, 3-4
 BRASCA L., 1906. Le montagne della Valle di San Giacomo. *Boll. CAI*, vol. XXXVIII
 BRASCA L., 1911. *Regione Spluga-Bregaglia*. Guida dei Monti d'Italia, CAI
 BRASCA L., SILVESTRI G., BALABIO R. & CORTI A., 1911. *Alpi Retiche Occidentali*. Guida dei Monti d'Italia, CAI
 BRUSONI E., 1906. *Guida ciclo-alpina-itineraria-descrittiva della Valtellina e regioni adiacenti della Svizzera*. Touring Club Italiano, Società tipo litografica valtellinese già Quadrio, Sondrio
 BURGA C. A., 1987. *Gletscher und vegetationsgeschichte der sudratischen Alpen seit der spateiszeit*. Birkhëuser Verlag, Baad
 BUSCAINI G., 1984. *Ortles Cevedale*. Guida dei Monti d'Italia, CAI-TCI
 BUTTI M., 1986a. Ghiacciaio di Marovin. Relazione della campagna glaciologica 1984. Ghiacciai del Gruppo Orobie. *GFDQ*, 9
 BUTTI M., 1986b. Ghiacciaio di Marovin. Relazione della campagna glaciologica 1985. Ghiacciai del Gruppo Orobie. *GFDQ*, 9
 C.N.R.- COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, 1959. Catasto dei ghiacciai italiani: anno geofisico 1957-58, Vol. I. *Elenco generale e bibliografia dei ghiacciai italiani*, Torino
 C.N.R.- COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, 1961. *Catasto dei ghiacciai italiani: anno geofisico 1957-58, vol. III, Ghiacciai della Lombardia e dell'Ortles-Cevedale*. Torino
 CAI (SEZIONE DI MILANO), 1926. *Rocce e ghiacciai del gruppo Ortles-Cevedale*
 CACCIANIGA M., RAVAZZI C. & ZUBIANI P. 1994. Storia del ghiacciaio del Trobio (Alpi Orobie) e colonizzazione della vegetazione nelle aree liberate dopo la Piccola Età Glaciale. *Natura Bresciana*, 29
 CANNONE N., DIOLAIUTI G., GUGLIELMIN M. & SMIRAGLIA C., 2008.

Accelerating climate change impacts on Alpine glacier forefield ecosystems in the European Alps, *Ecological Applications*, 18(3)
 CANTÙ G., 1961-1966. Relazioni sulle campagne glaciologiche: Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.* 11-16
 CARABELLI E., 1961. Misure sismiche di spessore del ghiacciaio Pian di Neve (Adamello). *Boll. C.G.I.*, 11
 CASARTELLI G., PELFINI M. & SMIRAGLIA C., 1995. *Il ghiacciaio dei Forni in Valfurva. Il sentiero glaciologico del Centenario*. Lysis, Sondrio
 CASARTELLI G., PELFINI M. & SMIRAGLIA C., 1995. L'utilizzo dell'iconografia storica come contributo all'indagine glaciologica in Lombardia. *GFDQ*, 18
 CASSINIS R. & CARABELLI E., 1954. Misure di spessore del ghiacciaio col metodo sismico al ghiacciaio dei Forni. *Boll. C.G.I.*, 5
 CASTIGLIONI G.B., 1961. I depositi morenici del gruppo Adamello-Presanella con particolare riguardo agli stadi glaciali postwürmiani. *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 23. Soc. Coop. Tip. Padova
 CASTIGLIONI G.B., 1979. *Geomorfologia*. UTET, Torino
 CATASTA G., 1999. Un "calderone del ghiacciaio" in Valmalenco. *Terra glaciälis*, 2
 CATASTA G., 2000. Ghiacciaio di Fellaria ovest (Bernina italiano): evoluzione del Calderone del ghiacciaio. *Terra glaciälis*, 3
 CATASTA G., 2003. Lo zero termico estivo a Milano nel decennio 1991-2000. *Terra glaciälis*, 6
 CATASTA G., 2008. Andamento dello zero termico a Milano Linate nel semestre maggio-ottobre del periodo 1981-2005. *Terra glaciälis*, 11
 CATASTA G., 2010. Dalla piccola Età Glaciale ad oggi. SGL (a cura), *Il Ghiacciaio Ventina e il Sentiero Glaciologico Vittorio Sella*. Morbegno
 CATASTA G., GALLUCCIO A. & SMIRAGLIA C., 1991. Appunti per una revisione del Catasto dei ghiacciai lombardi. *Atti VIII Congresso C.G.I.*, Gressoney
 CATASTA G. & SMIRAGLIA C., 1988. Primi risultati delle ricerche sul bilancio di massa al Ghiacciaio della Sforzellina (Gruppo del Cevedale, Alpi Centrali). *GFDQ*, 11 (1)
 CATASTA G. & SMIRAGLIA C., 1991. Le valli dei Forni e di Cedec. Ricerche geomorfologiche. *Quad. Parco Naz. Stelvio*, n. 8, Bormio
 CATASTA G. & SMIRAGLIA C., 1993. The mass balance of a cirque glacier in Italian Alps (Ghiacciaio della Sforzellina, Ortles-Cevedale Group). *Journal of Glaciology*, vol. 39, 131
 CAVALERI G., 1891-92. *Nelle Alpi Retiche*. Avv. G. Cavaleri, Milano
 CAVALERI G., 1899. *Nell'Alta Valtellina*. Avv. G. Cavaleri, Milano
 CEDERNA A., 1891. Nuove ascensioni nel gruppo Coca-Redorta (Alpi Orobie). *Boll. CAI*, 57 (1890)
 CERIANI M. & CARELLI M., (a cura), 1999. *Carta delle precipitazioni annue del territorio alpino lombardo (1891 - 1990)*. Regione Lombardia, Direz. Gen. Territorio ed Urbanistica
 CERRI R., (a cura), 2003. *Relazione del viaggio mineralogico fatto nella Lombardia Austriaca da Ermenegildo Pini nell'anno 1780*. (Trascrizione a partire dal manoscritto conservato presso l'Archivio di Stato di Milano, Magazzino Storico Verbanese), Pavia, 25 settembre 2003
 CHRISTENSEN J.H., HEWITSON B., BUSUIOC A., CHEN A., GAO X, HELD I., JONES R., KOLLI R.K., KWON W.T, LAPRISE R., MAGAÑA RUEDA V., MERNIS L., MENÉNDEZ C.G., RÄISÄNEN J., RINKE A., SARR A. & WHETTON P., 2007. Regional Climate Projections. S. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, Marquis M., K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (a cura), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press
 CIAPPONI LANDI B. & MERIZZI J., 2001. *L'antica valle: immagini della Valtellina di metà Ottocento*. AEM SPA. Stefanoni, Lecco
 CITTERIO M., DIOLAIUTI G., SMIRAGLIA C., VERZA G. & MERALDI E., 2007. Initial results from the Automatic Weather Station (AWS) on the abla-

tion tongue of Forni Glacier (Upper Valtellina, Italy). *GFDQ*, 27
 CLARKE G.K.C., 1987. A short history of scientific investigations on glaciers. *Journal of Glaciology*, Special Issue
 COLA G., 1995. I segreti delle grandi superfici glaciali. *Cultura alpina, Ann. CAI Valtellinese*, Sondrio
 COLA G., 2003. Variazioni della lingua del ghiacciaio dei Forni (Ortles-Cevedale, Italia) nel ventennio 1981-2002. *Terra glaciälis*, 6
 COLA G., 2005. La grande frana della cresta sud-est della Punta Thurwieser (Thurwieser-spitze) 3658 m (Alta Valtellina, Italia). *Terra glaciälis*, 8
 COLA G. & GALLUCCIO A., 2000. Ottobre 1999: il crollo della fronte pensile del ghiacciaio Palon de la Mare. *Terra glaciälis*, 3
 COLA G., PANERI V., GALLUCCIO A., RIGHETTI F. & GALLUCCIO AL., 1997. Pareti di ghiaccio. Dinamica di accumulo e ablazione sulla parete nord-ovest del Monte Pasquale. *Neve e Valanghe*, 31
 COLOMBO N., 2010. *Ghiacciai e fruizione turistica. I casi dei sentieri glaciologici "Vittorio Sella" e "Luigi Marson" (Valmalenco)*. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano, Corso di Laurea in Scienze Umane dell'Ambiente, del Territorio e del Paesaggio, A.A. 2009-2010
 COLZANI L., SCOTTI R. & TOFFALETTI A., 2009. Nota nivo-meteorologica anno 2007-2008, Alpi lombarde. *Terra glaciälis*, 12
 COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO, 1914-2009. Relazioni campagne glaciologiche annuali. *Boll. C.G.I.- GFDQ*
 COMMISSIONE INTERNAZIONALE PER LO STUDIO DEI GHIACCIAI, Relazioni annuali. *Archives Sc. Phys. et Nat.*, (fino al 1904)
 CORBARI D., 1999. *Il ricordo fra versanti e pianura: l'esempio dell'area Sebino (BS)*. Convegno Conoscenza e salvaguardia delle aree di pianura, sessione poster
 CORTI A., 1922. Nel Gruppo del Disgrazia. *Rivista CAI*. vol. XLI, 3-4, 5-6
 CORTI A., 1927 e 1928. Relazioni sulle campagne glaciologiche: Gruppo Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.* 7 (1927); 8 (1928)
 CORTI A. & LAENG W., 1909. *Le Alpi di Val Grosina*. CAI, Brescia
 COSTANTINI L., SCOTTI R. & TOFFALETTI A., 2008. L'anno idrologico 2006-2007 nelle Alpi lombarde: nota nivo-meteorologica (a cura del Servizio Glaciologico Lombardo e Centro Nivo-meteorologico regionale di Bormio (ARPA). *Terra glaciälis*, 11
 COSTANTINI A. SCOTTI R. & TOFFALETTI A., 2010. Cronaca nivo-meteorologica anno 2008-2009, Alpi lombarde. *Terra glaciälis*, 13
 COX L.H. & MARCH R.S., 2004. Comparison of geodetic and glaciological mass-balance techniques, Gulkana Glacier, Alaska, USA. *Journal of Glaciology*, 50, 170
 CRIPPA C., 1951. Il glacialismo attuale in Lombardia. *Boll. C.G.I.*, 2
 CUFFEY K.M. & PATERSON W.S.B., 2010. *The physics of glaciers*. 4th ed. Elsevier
 DA ROLD O., 1990. *L'Apparato Glaciale del Lago Maggiore, settore orientale*. Tesi di Dottorato di Ricerca, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli studi di Milano
 DAS S.B., JOUGHIN,I., BEHN M.D., HOWAT I.M., KING M.A., LIZARRALDE D. & BHATIA M.P., 2008. Fracture propagation to the base of the Greenland ice sheet during supraglacial lake drainage. *Science*, 320
 D' ADDA S., 1994. *Campagna glaciologica 1994. Settore Alpi Orobie*. Servizio Glaciologico Lombardo, non pubblicato
 D' ADDA S., 1995. La campagna glaciologica 1995 sulle Alpi Orobie. *Annuario CAI Bergamo*
 D' ADDA S., 1996a. I ghiacciai del Pizzo Diavolo di Tenda. Breve storia dalla Piccola Età Glaciale ai giorni nostri. *Annuario CAI Bergamo*
 D' ADDA S., 1996b. *Campagna glaciologica 1996. Settore Alpi Orobie*. Servizio Glaciologico Lombardo, non pubblicato
 D' ADDA S., 1997a. Prime considerazioni sui recenti studi al Ghiacciaio del Lupo e breve descrizione delle sua attuale fase di regresso. *Annuario CAI Bergamo*
 D' ADDA S., 1997b. *Campagna glaciologica 1997. Settore Alpi Orobie*. Ser-

vizio Glaciologico Lombardo, non pubblicato

D' ADDA S., 1998. I nuovi ghiacciai della Val d'Ambria. Descrizione di tre apparati neoidentificati. *Annuario CAI Bergamo*

D' ADDA S., 1999a. Il glacialismo attuale in Valle Seriana (Alpi Orobie). *Terra glaciälis*, 2

D' ADDA S., 1999b. Monitoraggio dell'evoluzione dell'accumulo nevoso nel corso della stagione estiva presso il Ghiacciaio del Lupo (Alpi Orobie). Galluccio A. *et al.*, Anno idrologico 1997-98: nota nivo-meteorologica. *Terra glaciälis*, 2

D' ADDA S., 2004. Il “Giàs” e il “Vendul” del Monte Secco (Valle Seriana-Prealpi bergamasche). *Terra glaciälis*, 7

DE GASPERI G.B., 1911. A proposito del laghetto Schulz sull'Adamello, Estratto: *Rivista Geografica Italiana*, XVIII, IX

DE GASPERI G.B., 1913a. Ghiacciai e tracce glaciali nelle Valli di Salarno e Adamè, *Bollettino CAI*, XLI, 74

DE GASPERI G.B., 1913. Osservazioni sui ghiacciai del Pisgana, del Venerocolo e di Avio nel Gruppo dell'Adamello (Valcamonica). *Rivista CAI*, vol. XXXII

DE GASPERI G.B., 1922. Osservazioni sui ghiacciai del gruppo dell'Adamello (Valcamonica). Feruglio E. (a cura), *Scritti vari di geografia e geologia*, Memorie Geografiche di Giotto Dainelli

DEI CAS L., 2008. Analisi dei dati meteorologici del periodo 1987-2007 rilevati nei territori di alta montagna della provincia di Sondrio. *Terra glaciälis*, 11

DELLA VENTURA A., RAMPINI A., RABAGLIATI R. & SERANDREI BARBERO R., 1983. Glacier Monitoring by Satellite. *Il Nuovo Cimento*, 6, 2

DESIO A., 1927a. Nuove ricerche sui ghiacciai del gruppo Ortles Cevedale (campagna del 1927) *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, 67 (1)

DESIO A., 1927b. Appunti ed osservazioni sui ghiacciai del gruppo Ortles-Cevedale (campagne glaciologiche del 1925- 1926). *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, 66

DESIO A., 1967. *I ghiacciai del Gruppo dell'Ortles-Cevedale (Alpi Centrali)*. C.N.R.-C.G.I., Torino

DIOLAIUTI G., D'AGATA C. & SMIRAGLIA C., 2002. Il Ghiacciaio della Sforzellina (Alpi retiche, Alta Valtellina). 15 anni di bilancio di massa, 70 anni di variazioni frontali. *Nimbus*, 23/24

DIOLAIUTI G., SMIRAGLIA C. & MERALDI E. 2008. Strategie di protezione “attiva” dei ghiacciai. *Neve e valanghe*, 65

DIOLAIUTI G., SMIRAGLIA C., REYNAUD L., D'AGATA C. & PAVAN M., 2002. Relation entre les bilans de masse de la Sforzellina et ceux des autres glaciers en Europe. Influence des facteurs localisation géographique et taille du glacier. *La Houille Blanche*, 6/7

DIOLAIUTI G., PAVAN M., VASSENA G., LANZI C., PINOLI M., PELFINI M., PECCI M. & SMIRAGLIA C., 2001. The physical evolution of and the antropic impact on a glacier subjected to a high influx of tourists: Vedretta Piana Glacier (Italian Alps). *GFDQ*, 24

FANTOLI G., 1902. *Alcune note di idrografia sulla estensione dei ghiacciai Alpini, sul tributo e sul regime delle acque glaciali*. Politecnico, Milano

FERLIGA C., 2007a. Tracce di antichi ghiacciai. *Val Borlezza – Un viaggio dalla genesi del territorio ai primi insediamenti dell'uomo*. CNR-IDPA e Moma srl

FERLIGA C., 2007b. La diffluenza del ghiacciaio camuno e l'anfiteatro morenico “al contrario”. *Val Borlezza – Un viaggio dalla genesi del territorio ai primi insediamenti dell'uomo*. CNR-IDPA e Moma srl

FLORINETH D., 1998. *Geometry of the Last Glacial Maximum (LGM) in the Swiss Alps and its paleoclimatological significance*. Universität Bern, Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

FLORINETH D. & SCHLÜCHTER C., 2000. Alpine evidence for atmospheric circulation patterns in Europe during the Last Glacial Maximum. *Quaternary Research*, 54

FENAROLI L., 1928. In: Relazioni delle campagne glaciologiche del 1927. *Boll. C.G.I.*, 8

FENAROLI L., 1929. In: Relazioni delle campagne glaciologiche del 1928. *Boll. C.G.I.*, 9

FENAROLI L., 1930. In: Relazioni delle campagne glaciologiche del 1929. *Boll. C.G.I.*, 10

FERRANTI R., 2002. Orobie i monti di mezzo. *Lombardia*, allegato al n. 252 di Airone

FERRARIO A., 2010. Speleologia Glaciale. Un salto nel blu. *Il Geco, Bollettino del Gruppo Grotte Saronno* (CAI-SSI), 4

FOUNTAIN A. & VECCHIA A., 1999. How many stakes are required to measure the mass balance of a Glacier? *Geografiska Annaler*, 81, 4

FRASSONI A., ROSSI G. & TAMBURINI A., 2001. Studio del ghiacciaio dell'Adamello mediante indagini georadar. Supplemento a *GFDQ* 5

FRESHFIELD D.W., 1865. *From Thonon to Trent*. Spottiswoode & Co., Londra

FRESHFIELD D.W., 1875. *Italian Alps*. Longmans, Green & Co., Londra

FUMAGALLI M., 1995. *Campagna glaciologica 1995. Settore Alpi Orobie*. Servizio Glaciologico Lombardo, non pubblicato

GALLI-VALERIO B., 1894. Punte del Druet (Pizzo del Druito) e Pizzo del Diavolo 2927 m. (Alpi Orobiche, Val Seriana). *Riv. CAI*, XIII, 11

GALLUCCIO A., 1986. Relazioni della campagna glaciologica 1985, Settore Lombardo, Ghiacciai del Gruppo Piazzzi-Campo. *GFDQ*, 9

GALLUCCIO A., 1996. *Campagna glaciologica 1996. Settore Alpi Orobie*. Servizio Glaciologico Lombardo, non pubblicato

GALLUCCIO A., 1998. I nuovi laghi proglaciali lombardi. *Terra glaciälis*, 1

GALLUCCIO A., 2001. Campagna Glaciologica 2000, settore Alpi Centrali italiane. *Terra glaciälis*, 4

GALLUCCIO A., 2002. *Masse glaciali e nivo-glaciali lombarde: situazione 1998-2001*. Non pubblicato

GALLUCCIO A. & COLA G., 2001. La guerra bianca nell'Ortles Cevedale: il ghiaccio scrigno della memoria. *Terra glaciälis*, 4

GALLUCCIO A. & RIGHETTI F., 1995. La riduzione delle pareti di ghiaccio alpine, un contributo allo studio del fenomeno. *Annuario* della Sezione Valtellinese del CAI. Sondrio

GALLUCCIO A. & SCOTTI R., 2008. I ghiacciai della Lombardia di fronte al cambiamento climatico (sec. XX-XXI). BONARDI L. (a cura), *Ghiacciai montani e cambiamenti climatici nell'ultimo secolo. Terra glaciälis - Edizione Speciale*.

GHIZZONI S. & MAZZOLENI G., 2005. *Itinerari mineralogici in Val Codera*, ed. Geologia Insubrica, Milano

GIANDOTTI M., 1925. Il Po e le Alpi. *Riv. CAI*, XLIV

GOTTI D., 2010. *Ricostruzione della trimline e della dinamica dei versanti in Val d'Arigna (SO)*. Tesi di Laurea Magistrale in Geologia, Università degli Studi di Milano, Dip. Scienze della Terra A. Desio

GUGLIELMIN M., NARDO A. & SMIRAGLIA C., 1995. Lo spessore dei ghiacciai della Valfurva. Misurazioni tramite sondaggi elettrici verticali. *Neve e Valanghe*, 24

GUSMEROLI A., MURRAY T., JANSSON P., PETTERSSON R. ASCHWANDEN A. & BOOTH A.D., 2010. Vertical distribution of water within the polythermal Storglaciären, Sweden. *Journal of Geophysical Research*, 115

HABBE K. & WALZ H. G., 1983. *Osservazioni sulle avanzate nell'antico Olocene in Val Viola*. Università di Erlanger, Norimberga

HOCK R., De WOUL M., RADIC V. & DYURGEROV M., 2009. Mountain glaciers and ice caps around Antarctica make a large sea-level rise contribution. *Geophysical Research Letters*, 36

HOLLERMAN P.W., 1964. *Recente Verwitterung. Abtragung und Formenschatz in dem Zendralalpen am Beispiel des oberen Suldentales (Ortlergruppe)*. Zeischr. F. Geomorph. Suppl., 4

IKEN A. & BINSCHADLER R.A., 1986. Combined measurements of subglacial water pressures and surface velocity of the Findelengletscher, Switzerland. Conclusions about drainage and sliding mechanism. *Journal of Glaciology*, 32

IKEN A. & TRUFFER M., 1997. The Relationship between subglacial water

pressure and the velocity of Findelengletscher, Switzerland, during its advance and retreat. *Journal of Glaciology*, 43

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), 2007. *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. S. Solomon (a cura). Cambridge University Press

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1885. *Tavolette al 25.000 dei fogli 8-9*

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1908. *Tavolette al 25.000 dei fogli 8-9*

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE, 1962. *Tavolette al 25.000 dei fogli 8-9*

KALTENBORN B.P., NELLEMAN C. & VISTNES I.I. (a cura), 2010. *High mountain glaciers and climate change – Challenges to human livelihoods and adaptation*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, www.grida.no

KASER G., COGLEY J.G., DYURGEROV B.M., MEIER M.F. & OHMURA A., 2006. Mass balance of glaciers and ice caps: Consensus estimates for 1961-2004. *Geophysical Research Letter*, 33

KASER G., FOUNTAIN A. & JANSSON P., 2003. A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers. *IHP-VI, Technical Documents in Hydrology*, 59, UNESCO: 107 + Appendices

KELLY M.A., BUONCRISTIANI J. & SCHLÜCTER C., 2004. A reconstruction of the Last Glacial Maximum (LGM) ice-surface geometry in the western Swiss Alps and contiguos Alpine regions in Italy and France. *Eclogae geol. Helv.*, 97

KUROWSKY L., 1889. *Die Vertheilung der Vergletscherung in den Ostalpen*. Bericht über das XV Vereinsjahr. der Verein der Geogr. a. d. Univ. Wien

LARSEN C.F., MOTYKA R.J., ARENDT A.A., ECHELMMEYER K. A. & GEISSLER P.E., 2007. Glacier changes in southeast Alaska and northwest British Columbia and contribution to sea level rise. *Journal of Geophysical Research*, 112

LESCA C., 1974. La partecipazione italiana al “World Inventory of Perennial Ice and Snow Masses”. *Boll. C.G.I.*, 22

LE ROY LADURIE E., 1982. *Tempo di festa, tempo di carestia. Storia del clima dall'anno mille*. Einaudi, Torino

LLIBOUTRY L., 1965. *Traité de glaciologie*. Masson, Parigi

LOUARDO C., 1999. Estate 1998: l'evoluzione della fronte del ghiacciaio di Rasica Est. *Terra glaciälis*, 2

LOUARDO C., ELLI G., CROTTOGINI M. & GRAZZI-LOUARDO G., 1998. I crolli frontali del ghiacciaio Rasica Est. *Terra glaciälis*, 1

LORIUS C. J., 1989. Polar ice cores and climate. BERGER A., SCHNEIDER & S. DUPLESSY J.CL. (a cura), *Climate and Geo-sciences*. Kluwer Academic Publishers

LURANI F., 1883. *Le montagne della Val Masino. Appunti topografici e alpinistici corredati da vedute e da una carta della regione*. Tip. Bortolotti, Milano

LURANI F., 1885. Madesimo come stazione alpinistica. *Riv. CAI*, 115

MC CLUNG D. & SCHAEERER P., 1996. *Manuale delle valanghe*. Zanichelli, Torino

MAGGI V., 1992. Geologia del Quaternario del Monte Berlinghera e del Pizzo Sasso canale (Provincia di Como). *Il Quaternario*, 5/2

MAIRONI DA PONTE G., 1808. Osservazioni geologico-mineralogiche sul Barbellino montagna. *Atti Soc. It. Sc.* Tomo XIV

MAIRONI DA PONTE G. 1809. Osservazioni geologiche sulla Montagna Barbellino del Dipartimento del Serio. *Memorie di Matematica e di Fisica della Soc. It. Sc.* Tomo XIV, II

MAIRONI DA PONTE G., 1820. *Dizionario odeporico o sia storico-politico-naturale della provincia bergamasca*, vol. III., Bergamo

MAISCH M., 2000. The long term signal of climate change in the Swiss Alps: glacier retreat since the end of LIA and future ice decay scenarios. *GFDQ*, 23

MARIANI E., 1905. Osservazioni su recenti oscillazioni di alcuni ghiacciai del Gruppo Ortles-Cevedale. *Rend. R. Ist. Lomb. Se. Lett.*, XXXVIII

MARIANI E., 1906. Nuovi appunti sulle oscillazioni di alcuni ghiacciai della Valfurva (Valtellina). *Rend. R. Ist. Lomb. Se. Lett.*, XXXIX

MARIANI E., 1908. Sul ritiro attuale del ghiacciaio del Forno nella Valfurva e di alcuni altri ghiacciai della catena alpina. *Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, XLI

MARIANI E., 1912. Sulle recenti oscillazioni del ghiacciaio del Forno nell'alta Valtellina. *Natura - Riv. Sc. Nat.*, 3

MARIANI E., 1915. Nuove osservazioni sui movimenti di alcuni ghiacciai della Valfurva nell'alta Valtellina. *Rend. R. Ist. Lomb. Se. Lett.*, XLVIII

MARSON L., 1896. Sui ghiacciai del massiccio del Monte Disgrazia o Pizzo Bello. *Boll. Soc. Geogr. It.*, VI

MARSON L., 1897. Sui ghiacciai del massiccio del Monte Disgrazia. *Boll. Soc. Geogr. It.*, VII

MARSON L., 1898. Sui ghiacciai del massiccio del Monte Disgrazia o Pizzo Bello. *Boll. Soc. Geogr. It.*, VIII

MARSON L., 1899. Sui ghiacciai italiani del gruppo del Pizzo Bernina. *Boll. Soc. Geogr. It.*, IX

MARSON L., 1906a. Sui ghiacciai italiani del Bernina. *Boll. Soc. Geogr. It.*, II

MARSON L., 1906b. Sui ghiacciai dell'Adamello Presanella alto bacino del Sarca-Mincio. *Boll. Soc. Geogr. It.*, 4, VII

MARSON L., 1908. Sui ghiacciai italiani del Bernina. *Boll. Soc. Geogr. It.*, vol. VIII

MENEGHEL M., CELI M. & BONDESAN A., 1998. The moulins of the Forni Glacier (Italian Alps). *Proc. 4th International. Symposium. On Glacier Caves and Cryokarst in Polar and High Mountain Regions*, Salzburg, 1996

MERCALLI L. & CAT BERRO L., 2005. Climi, Acque e Ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese. *SMS*, 152.

MERCIAI G., 1915. Escursioni e osservazioni nell'alta Valcamonica e nella Valfurva. *Rivista del CAI*, 34

MERCIAI G., 1920. Osservazioni sui ghiacciai del gruppo dell'Adamello, *Boll. Soc. Geogr. It.*, 9

MERCIAI G., 1921. Sulle variazioni dei principali ghiacciai del gruppo dell'Adamello. Estratto dal *Boll. Soc. Geol. It.*, 60

MERCIAI G., 1921. Attorno ai ghiacciai dell'Adamello. *Boll. C.G.I.*, 4

MERCIAI G., 1925. I ghiacciai del gruppo dell'Adamello. *Boll. C.G.I.*, 6

MERLA G., 1937. Nuove indagini sul Ghiacciaio dei Forni. Variazioni della massa glaciale. *Annali dei Lavori Pubblici*, LXXV

MERLANTI F., PAVAN M., SMIRAGLIA C. & URBINI S., 1995. Prospezione sismica a riflessione sul Ghiacciaio dei Forni (Alpi Lombarde, Gruppo del Cevedale), *Atti 14° Conv. Gruppo Naz. Geofisica della Terra Solida, Roma*, 23-25 ottobre 1995

MERLI F., PAVAN M., ROSSI G.C., SMIRAGLIA C., TAMBURINI A. & UBIALI G., 2001. 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. Suppl. *GFDQ*, V

MOJSISOVICIS E. (VON), 1866 – Über den Orteler. *Jahrbuch des Oesterreichischen Alpen-Vereines*. Wien

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. C.G.I.*, 12

MONTRASIO A., BIGIOGGERO B., MAINO A., CIRESE E. & TACCHIA D., 1990. *Carta Geologica della Lombardia* 1: 250000. <http://www.egeo.unisi.it/ecw.php?act=seemac&id=null233>

MORANDINI G., 1950. Osservazioni sulla struttura e su alcune forme di crepacci del Ghiacciaio del Mandron (Adamello), *Boll. C.G.I.*, 1

MORANDINI G., 1947. Note su alcuni laghi glaciali sull'Adamello (Ghiacciaio del Mandrone). *Studi Trentini*, XXV

MOTTANA A., CRESPI R., LIBORIO G., 1987. *Minerali e rocce*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano

NANGERONI G., 1927. Osservazioni preliminari sul glacialismo attuale in Val Masino. *Atti SISN*, 66

NANGERONI G., 1928. I ghiacciai della bassa Valtellina. *Boll. C.G.I.*, 8

NANGERONI G., 1929. Il glacialismo attuale nella media Valtellina (versante destro; zona politicamente italiana). *Boll. C.G.I.*, 9

NANGERONI G., 1929. I laghi della Val Malenco. *Natura - Riv. Sc. Nat.*, 21

NANGERONI G., 1930. Morene stadiarie nella Val Malenco. *Atti SISN*, 69

NANGERONI G., 1930b. Relazioni delle campagne glaciologiche del 1929. Gruppo Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.*, 10

NANGERONI G., 1932. Il Glacialismo attuale nelle Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.*, 12

NANGERONI G., 1933. Il glacialismo attuale nell'alta Valtellina. *Boll. C.G.I.*, 13

NANGERONI G., 1936. Relazioni delle campagne glaciologiche del 1935. Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.*, 16

NANGERONI G., 1941. Osservazioni preliminari sul glacialismo attuale nel Livignasco. Estratto da: *Boll. C.G.I.*, 21

NANGERONI G., 1942. Relazioni delle campagne glaciologiche del 1941 - Alpi Retiche, Valle di Livigno. *Boll. C.G.I.*, 22

NANGERONI G., 1950. Relazioni delle campagne glaciologiche del 1947. Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.*, 1

NANGERONI G., 1951. La frana di Val Sissone. *Natura - Riv. Sc. Nat.*, 42

NANGERONI G., 1954. Appunti per una revisione del catalogo dei ghiacciai lombardi. *Atti SISN*, 93

NANGERONI & CANTÙ, 1954. Relazioni della campagna glaciologica del 1953. Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.*, 5

NANGERONI G., 1967. *Alpi e Prealpi*. *Boll. CAI*, 79

NANGERONI & CANTÙ, 1954. Relazioni della campagna glaciologica del 1953. Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.*, serie II, 5

NIEPMANN, 1905. Die Ortlergruppe. *Zeitschrift des Deutschen und Osterreichischen Alpen-Vereines*

NIEPMANN., 1907. Die Ortlergruppe. *Zeitschrift des Deutschen und Osterreichischen Alpen-Vereines*

OMBONI G., 1861. I ghiacciai antichi e il terreno erratico in Lombardia (Ghiacciaio dei Forni). *Atti SISN*, 3

OROMBELLI G., 1987. Aspetti geomorfologici e paleoglaciologici della Valmalenco. *Atti del convegno "Valmalenco - Natura 1"*, Sondrio

OROMBELLI G. & PELFINI M., 1985. Una nuova fase di avanzata glaciale nell'Olocene Superiore, precedente alla Piccola Glaciazione, nelle Alpi Centrali. *Rend. Soc. Geol. It.*, 8

OROMBELLI G., PELFINI M. & SMIRAGLIA C. 1990. Guida all'escursione A4. *Geomorfologia glaciale in Valfurva*. 75° Congr. Naz. S.G.I., Milano

PANTALEO M., 1975. Note toponomastiche sui ghiacciai dei gruppi del Bernina e dell'Adamello. *Boll. C.G.I.*, 23

PASSARIN M. & VIAZZI L., 1998. *Panorami della Grande Guerra: Sul fronte dallo Stelvio al Garda*, Publigráfica Editrice, Tavernelle

PATERSON W.S.B., 1994. *The physics of glaciers* (third edition). Pergamon Press

PAUL F., KÄÄB A., MAISCH M., KELLENBERGER T. & HAEBERLI W., 2004. Rapid disintegration of Alpine glaciers observed with satellite data. *Geophysical Research Letter*, 31

PAVAN M., DIOLAIUTI G., SMIRAGLIA C., MAGGI V. & D'AGATA C., 2000. Prospezioni sismiche e radar sul Ghiacciaio della Sforzellina. *Neve e Valanghe*, 41

PAYER J., 1865. Die Adamello-Presanella Alpen nach den Forschungen und Aufnahmen. *Petermann's Geographischen Mitteilungen, Ergänzungsheft*, 17. J. Perthes, Gotha

PAYER J., 1867. Die Ortler-Alpen (Sulden-Gebiet und Monte Cevedale). *Petern. Geogr. Mitteil.*, 18

PAYER J., 1868. *Die Westlichen Ortler-Alpen (Trafoier Gebiet)*. Justus Perthes, Gotha

PAYER J., 1869. Die Südlichen Ortler-Alpen. *Geographischen Mitteilungen*, 27

PELFINI M., 1988. Contributo alla conoscenza delle fluttuazioni oloceniche del Ghiacciaio dei Forni (Gruppo Ortles Cevedale, Sondrio). *Natura Bresciana - Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. Brescia*, 24

PELFINI M., 1994. Equilibrium line altitude (ELA) variations recorded by Ortles-Cevedale glaciers (Lombardy, Italy) from Little Ice Age to Present. *GFDQ*, 17

PELFINI M. & SMIRAGLIA C., 1990. Le morene di neoformazione del Ghiacciaio della Sforzellina (Gruppo del Cevedale, Alpi Lombarde). *Riv. Geogr. It.*, XCVII

PELFINI M. & SMIRAGLIA C., 1992. Alcune serie secolari di variazioni frontali dei ghiacciai delle Alpi Lombarde. *GFDQ*, 15

PELFINI M. & SMIRAGLIA C., 1992. Recent fluctuations of glaciers in Valtellina (Italian Alps) and climatic variations. *Journal of Glaciology*, 38

PELFINI M. & SMIRAGLIA C., 1994. Nuove ipotesi sulla massima espansione olocenica del Ghiacciaio della Ventina (Valtellina, Alpi Retiche), *GFDQ*, 7

PELFINI M. & SMIRAGLIA C., 1997. Signals of 20th-century warming from the glaciers in the Central Italian Alps, *Annals of Glaciology*, 24

PENCK A. & BRUCKNER E., 1909. *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig bd. 3

PENSA P., 1990. I frigoriferi della Natura. *L'Adda, il nostro fiume*. Vol I, ed. CBRS, Lecco

PHILLIPS T., RAJARAM H. & STEFFEN K., 2010. Cryo-hydrologic warming: a potential mechanism for rapid thermal response of ice sheet. *Geophysical Research Letter*, 37

PIGNANELLI S., 1930. I ghiacciai della Val di Lei. *Atti SISN*, 69

PIGNANELLI S., 1931. I laghi della Val San Giacomo. *Natura - Riv. Sc. Nat.*, XXII

PIGNANELLI S., 1931. Relazione campagna glaciologia 1930. *Boll. C.G.I.*, 11

PIGNANELLI S., 1932. I ghiacciai della Valle di San Giacomo. *Boll. C.G.I.*, 12

PIGNANELLI S., 1955. I ghiacciai dello Spluga e della Val di Lej dopo oltre un ventennio di osservazioni 1931-1953. *Boll. C.G.I.*, 6

PINI R., 2002. A high-resolution Late-Glacial-Holocene pollen diagram from Pian di Gembro (Central Alps, Northern Italy). *Veget. Hist. Archaeobot.*, 11

POGLIAGHI P., 1883. *Carta topografica del gruppo Ortles- Cevedale rilevata e disegnata per incarico della Sezione di Milano del CAI. Scala 1:40.000*. Arteria, Milano

POLLINI A., 1954. Osservazioni sui ghiacciai della Valle di Gavia. *Boll. C.G.I.*, 5

PORRO C., 1925. *Elenco dei ghiacciai italiani*. Ufficio Idrografico del Po, Parma

PORRO C., 1925b. L'opera del Comitato Glaciologico Italiano e la statistica del nostro patrimonio glaciale, *Boll. C.G.I.*, 6

PORRO C., LABUS P., *Atlante dei Ghiacciai Italiani*, IGM, Firenze

PORTER S.C., 1975. Equilibrium –Line altitudes of late quaternary Glaciers in the southern Alps, New Zealand. *Quaternary Research*, 5

POZZI R. & GIORCELLI A., 1960. Memoria illustrativa della carta geologica della Regione compresa fra Livigno e il Passo dello Stelvio (Alpi Retiche). *Boll. Serv. Geol. It.*, LXXXVI

PURTSCHELLER L., 1896. Escursioni nelle Alpi Bergamasche. *Riv. CAI*, XV, 10

PRUDENZINI P., 1895. Il gruppo dell'Adamello, fra la Valle Camonica e il Trentino. *Bollettino CAI*, 28, 61

RANZI R., GROSSI G., GITTI A. & TASCHNER S. 2010. Energy and mass balance of the Mandrone glacier (Adamello, Central Alps), *GFDQ*, 33

REGIONE LOMBARDIA (a cura), 2008. *I Geositi della Provincia di Sondrio*. Con il coordinamento editoriale di IREALP, <http://www.irealp.it/195,Pubblicazione.html>

RICCI L., 1911. Prime osservazioni fisiche sul Ghiacciaio del Trobio (Alpi Bergamasche). *Riv. Geogr. It.*, V

RICCI L., 1922. Osservazioni geografiche nella catena orobia. *L'universo*, 2

RICCI L., 1923. Sui tipi dei ghiacciai delle Alpi Bergamasche (catena Orobia). *Atti VIII Congr. Geogr. It.*, vol. II

RICHMOND G.M., 1962. Quaternary stratigraphy of the La Sal mountains Utah. *Geological Survey Professional Paper*, 324

RICHMOND G.M., 1986. Stratigraphy and chronology of glaciations in Yellowstone National Park. Quaternary glaciations in the Northern Hemisphere. Report IGCP n°24, *Quaternary Science Reviews* 5/1 - 4

RICHTER E., 1888. *Die Gletscher der Ostalpen*, Stuttgart

RIGHETTI F., 1990. *Morfologia glaciale e periglaciale della Valle del Gavia (Provincia di Sondrio)*. Tesi di laurea in Scienze Geologiche, Univ. degli Studi di Milano, Dip. Scienze della Terra, A.A. 1989-1990

RISARI P., 2003. La patriottica ascensione al Passo di Zocca e al Ghiacciaio dell'Albigna - 4-5 giugno 1911, *La Traccia*, 9

RIVA A., 1954. Campagna glaciologica 1953, *Boll. C.G.I.*, 5

ROCH A., 1980. *Neve e Valanghe*, CAI, Milano

ROSSI S., ALBERTI F., FELBER M. & BINI A., 1991. Evidenze di fluttuazioni glaciali würmiane nella bassa valle della Breggia (Cernobbio, Como). *Boll. Soc. Tic. Sci. Natur.*, 79

ROSSI G.C., BELLONI S., DIOLAIUTI G. & SMIRAGLIA C., 2000. Variations du bilan de masse dans les glaciers et prédicteurs climatiques: application aux glaciers du Groupe Ortles-Cevedale. *La Houille Blanche*, 5

ROVERETO G., 1908. *Studi di Geomorfologia*. Olivieri, Genova

VALBUSA U., 1930. Agenti e forme di allazione e ablazione. *Atti dell'XI Congresso Geografico Italiano*, XI, Napoli

SACCHI P., 1986. *Adamello. Guida dei Monti d'Italia*, I e II. CAI-TCI

SAGLIO S., CORTI A. & CREDARO B., 1957. *Alpi Orobie. Guida dei Monti d'Italia*, CAI-TCI

SAIBENE C., 1951. Il glacialismo attuale nella val di Narcane. *Boll. C.G.I.*, 2

SAIBENE C., 1953. Revisione dei ghiacciai del versante lombardo dell'Adamello. *Boll. C.G.I.*, 4

SAIBENE C., 1969. Relazione della Campagna glaciologica. *Boll. C.G.I.*, 17

SALOMON W., 1989. *Il Gruppo dell'Adamello*, Traduzione dal tedesco a cura di Tarsia S.R., Ed. Quaderni Camuni, ed. orig. 1908-1910

SANGIORGI D., 1911. Osservazioni sui ghiacciai di Valmalenco. *Rivista CAI*, XXXI

SANGIORGI D., 1912. Osservazioni sui ghiacciai italiani del Gruppo del Bernina e del Disgrazia. *Rivista CAI*, XXXI

SANGIORGI D., 1914. Osservazioni sui ghiacciai del gruppo montuoso Albigna-Disgrazia. *Boll. C.G.I.*, 1

SANGIORGI D., 1915. Osservazioni sulla testata di Val Porcellizzo (Val Masino). *Rivista CAI*, XXXIV

SANGIORGI D., 1917. Osservazioni sui ghiacciai dei gruppi montuosi del Pizzo Disgrazia, Pizzo Bernina, Pizzo Scalino. *Boll. C.G.I.*, 2

SANGIORGI D., 1919. Relazione preliminare sui ghiacciai della Valtellina. *Boll. C.G.I.*, 3

SANGIORGI D. & MARSON L., 1908. Sulle variazioni dei ghiacciai italiani del Gruppo del Bernina. *Atti della Soc. Ligustica Sc. Nat. Geogr.*, XIX

SANTILLI M., OROMBELLI G. & PELFINI M., 2002. Variations of italian glaciers between 1980 and 1999 inferred by the data supplied by the Italian Glaciological Committee. *GFDQ*, 25

SCEFFER O., 2006. *Cartografia antica della Rezia*. Bonazzi Grafica, Sondrio

SCOLARI C., 2002. Il Nevaio del Grignone. *Terra glaciälis*, 5

SCOTTI R., 2003. Il “Nevaio del Colombano” al Monte Legnone. *Terra glaciälis*, 6

SCOTTI R. & COLA G., 2005. L'imminente crollo del seracco del San Matteo. *Terra glaciälis*, 8

SCOTTI R. & COLA G., 2006. Il seracco “Lamar” alla Punta S. Matteo: un anno di monitoraggio. *Terra glaciälis*, 9

SCOTTI R. & GUSMEROLI A., 2007. Analisi dei primi dati termoigrometrici al Bivacco Corti (Ghiacciaio del Lupo. Orobie valtelinesi). *Terra glaciälis*, 10

SCOTTI R., D'ADDA S. & PEREGO D., 2009. Ghiacciaio del Lupo (Alpi Orobie). Il monitoraggio nivologico e l'evoluzione verso il bilancio di massa. *Terra glaciälis*, 12

SCOTTI R. & PAGLIARDI P., 2003. *Campagna glaciologica 2003. Settore Alpi Orobie*. Servizio Glaciologico Lombardo, non pubblicato

SCOTTI R., PAGLIARDI P. & D'ADDA S., 2005. Campagna Glaciologica 2004, settore Alpi Centrali Italiane. *Terra glaciälis*, VIII

SCOTTI R., TOFFALETTI A. & COLZANI L., 2008. L'anno idrologico 2006 - 2007 nelle Alpi lombarde: nota nivo-meteorologica (a cura del Servizio Glaciologico Lombardo e Centro Nivo-meteorologico regionale di Bormio (ARPA). *Terra glaciälis*, 11

SCOTTI R., BRARDINONI F., CROSTA G.B., FRATTINI P. & VALBUZZI E., 2011. *Rock glacier inventory in the Orobie Alps and the Livigno Valley, central Italian Alps*. GM 9.1 Cold regions geomorphology session, poster, EGU 2011. Vienna

SGL (GALLUCCIO A. & CATASTA G., a cura), 1992. *Ghiacciai in Lombardia*. Bolis Ed., Bergamo

SGL - SERVIZIO GLACIOLOGICO LOMBARDO 1997-2009. Relazioni annuali sulle variazioni glaciali. *Terra glaciälis*, 1-13

SGL - SERVIZIO GLACIOLOGICO LOMBARDO (redazione di G. Catasta), 2010. *Il Ghiacciaio Ventina e il Sentiero Glaciologico Vittorio Sella*. Morbegno

SIBER GYSI G., 1870. *Monte Adamello*. St. Gallen

SMIRAGLIA C., 1977. Relazioni delle campagne glaciologiche del 1976. Alpi Orobie. *Boll. C.G.I.*, 25

SMIRAGLIA C., 1979. Particolari forme di deposito glaciale nell'area terminale del ghiacciaio del Pisgana (Alpi Retiche, gruppo dell'Adamello). *GFDQ*, 2

SMIRAGLIA C., 1982. Il glacialismo attuale sul versante italiano del Gruppo del Bernina. *Boll. Soc. Geogr. It.*, XI

SMIRAGLIA C., 1985. Contributo alla conoscenza dei rockglaciers delle Alpi italiane. *Riv. Geogr. It.*, XCII

SMIRAGLIA C., 1985. Il Ghiacciaio dei Forni (Gruppo Ortles Cevedale) e la sua storia recente. *Il Bollettino - Ann. Com. Sc. Centr. CAI*, 83

SMIRAGLIA C., 1986. Il Ghiacciaio della Ventina (Val Malenco, Alpi Centrali): contributo alla conoscenza del “tempo di risposta”. *GFDQ*, 9

SMIRAGLIA C., 1986. Morfologia e genesi delle morene mediane del Ghiacciaio dei Forni (Alta Valtellina). *Boll. Soc. Geogr. It.*, 3

SMIRAGLIA C., 1987. I ghiacciai della Valmalenco. *Atti Conv. «Valmalenco - Natura 1»*, Sondrio

SMIRAGLIA C., 1988. I fori criocnitici del Ghiacciaio dei Forni (Alta Valtellina). Aspetti morfologici e sedimentologici. *Riv. Geogr. It.*, 95

SMIRAGLIA C., 1989. The medial moraines of Ghiacciaio dei Forni, Valtellina, Italy: morphology and sedimentology. *Journal of Glaciology*, 35(119)

SMIRAGLIA C., 1992. *Guida ai ghiacciai e alla glaciologia*. Zanichelli, Bologna

SMIRAGLIA C. & CATASTA G., 1980. *Il Bacino del Braulio*. Quad. Parco Naz. Stelvio, 2, Bormio

SMIRAGLIA C. & CATASTA G., 1984. *La valle dello Zebriù*. Quad. Parco Naz. Stelvio, 3, Bormio

SMIRAGLIA C. & DIOLAIUTI G., s.d. Lo stato di salute dei ghiacciai lombardi: verso l'estinzione di una risorsa fondamentale? SMIRAGLIA C., MORANDI G. & DIOLAIUTI G. (a cura), *Clima e ghiacciai. L'evoluzione delle risorse glaciali in Lombardia, Consiglio Regionale della Lombardia* - CGI

SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (a cura), 1998. *Alpi e Prealpi Lombarde* - Vol. 2,

SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (a cura), 2002. *Alpi e Prealpi Lombarde* - Vol. 1, rist.

SOSIO R., CROSTA G. B. & HUNGER O., 2008. Complete dynamic modeling calibration for the Thurwieser rock avalanche (Italian Central Alps). *Engineering Geology*, 100 (1-2)

SPEZIAL KARTE DER ORTLER GRUPPE, 1891. Scala 1:50.000

STATO MAGGIORE AUSTRIACO, 1833. *Carta del Regno Lombardo Veneto, Fogli C3 e D2, scala 1:86.400*

STOPPANI A., 1876. *Il Bel Paese*. Cogliati, Milano; anche le ristampe 1890 e 1915

STOPPANI A., 1880. *Geologia d'Italia; L'Era Neozoica*. Vallardi, Milano

STRINI A. & BINI A., 1998. Presenza di esker in Val Menaggio (Lombar-

dia, Lago di Como). *Il Quaternario*, 11 (1)

SUDA F., 1879. Wahrnehmungentiberdas Zuriickweichender Gletscher in der Adamello-Gruppe, *Zeit. Deutsch. Oesterr. Alpenver.*

TAMBURINI A., 2009. Ghiacciaio di Suretta Sud (Spluga Lei - SO). Valutazione bilancio di massa con metodo geodetico. *Terra glaciälis*, 12

TAMBURINI A., LOJACONO M. & BELLOTTI M., 2003. Variazioni volumetriche di un ghiacciaio determinate mediante rilievo GPS differenziale (Ghiacciaio di Suretta Sud, Valle dello Spluga, Italia). *Terra glaciälis*, 6

TAMBURINI A., BELLOTTI M. & LOJACONO M., 2004. Bilancio di massa 2002-2003 del ghiacciaio di Suretta Sud mediante rilievo GPS differenziale. *Terra glaciälis*, 7

TETTAMANTI L., 1982. Ghiacciai Druet o Vagh, Marovin e Pioda. Relazione della campagna glaciologica 1981. Ghiacciai del Gruppo Orobic. *GFDQ*, 5

TIRABOSCHI A., 1867. *Vocabolario dei dialetti Bergamaschi antichi e moderni*. Tipografia dei fratelli Bolis, Bergamo. Quarta edizione anastatica completa anno 1994

TOFFALETTI A., SCOTTI R. & COLZANI L., 2009. Cronaca nivo-meteorologica. Anno idrologico 2007-2008. *Terra glaciälis*, 12

TOFFALETTI A., SCOTTI R. & COSTANTINI A., 2010. Cronaca nivo-meteorologica. Anno idrologico 2008-2009. *Terra glaciälis*, 13

TOGNINI P. & INGLESE M., 1995. Speleologia glaciale: un piccolo contributo alla esplorazione dei ghiacciai alpini. *Il Grottesco, Bollettino del Gruppo Grotte Milano*, 52

TOGNINI P. & INGLESE M., 2001. I mulini dei ghiacciai. *Orobic*, 130

TOGNINI P., 2001a. I sistemi di cavità endoglaciali: modello genetico ed evolutivo sulla base di osservazioni sul Ghiacciaio dei Forni (Alta Valtellina, Italia Settentrionale). Atti 8° Convegno Glaciologico Italiano. Bormio, 9-12 Settembre, 1999, *GFDQ*, Supplemento V

TOGNINI P., 2001b. Cavità endoglaciali e processi criocarsici: il punto sulle conoscenze attuali. *Terra glaciälis*, 4

TOGNINI P., 2002. Considerazioni teoriche sulla struttura e sul funzionamento degli acquiferi endo-e sottoglaciali: il contributo della speleologia glaciale. *Terra glaciälis*, 5

TOGNINI P., 2005. Cavità endoglaciali e processi criocarsici: il punto sulle conoscenze attuali. AA.VV., 2005. *Lombardia "dentro"*. Alberto Buzio ed.

TOGNINI P., 2008. L'evoluzione delle grotte glaciali del Ghiacciaio dei Forni. *Il Grottesco - Bollettino del Gruppo Grotte Milano*, 55

UGGERI S., 1995. Nel Ghiacciaio dei Forni. *Poligrotta - Bollettino del Gruppo Speleologico CAI Varese*, 3

VALBUSA U., 1924. Il fattore vento nella costituzione dei ghiacciai. *Atti Soc. It. Progr. Scienze*. XII riunione, p. II

VANUZZO C., 2001. The glacier retreat in Valle d'Aosta (western italian Alps) from Little Ice Age to second half of 20th century: linear, areal, volumetric and Equilibrium Line Altitude changes. *GFDQ*, 24

VIAZZI L., 1981. *Ortles Cevedale*. Zanichelli, Bologna

VINCENT C., LE MEUR E., SIX D., POSSENTI PH., LEFEBVRE E. & FUNK M., 2007. Climate warming revealed by englacial temperatures at Col du Dome (4250 m, Mont Blanc area). *Geophysical Research Letters*, 3

VISENTINI M., 1938. Indagini idrografiche al Ghiacciaio dei Forni. *Boll. C.G.I.*, 18

ZANON G., 1991. Venti anni di progresso dei ghiacciai, 1965-1985. Atti Conferenza sulle variazioni climatiche recenti (1800-1990) e le prospettive per il XXI secolo; *Mem. Soc. Geogr. It.*, 45

ZOLLER H., ATHANASIADIS N. & HEITZ-WENIGER A., 1977. Diagramme Palü 1, Palü 2, Pian di Gembro 1973 and Pian di Gembro 1975. Fitze P. e Suter J. (a cura) ALPQUA 5-12.9.1977 *Schweizerische Geomorfologische Gesellschaft*, Quartärkomm SNG Zürich

ZUCCOLI L., 1996. *Geologia dell'Alta Pianura Lombarda tra i pianalti di Castelseprio e Tradate - Appiano Gentile*. Tesi di Dottorato di Ricerca, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Milano