



**XXXII**  
CONGRESSO  
GEOGRAFICO  
ITALIANO

**L'apporto della Geografia**  
tra **rivoluzioni** e **riforme**

Roma, 7-10 Giugno 2017

a cura di  
**Franco Salvatori**

**A.Ge.I. - Roma**

# L'apporto della **Geografia** tra **rivoluzioni** e **riforme**

Roma, 7-10 Giugno 2017

a cura di  
**Franco Salvatori**

ANTONELLA SENESE, CARLO D'AGATA, DAVIDE MARAGNO, ROBERTO SERGIO AZZONI,  
DAVIDE FUGAZZA, GUGLIELMINA ADELE DIOLAIUTI<sup>1</sup>

## GHIACCIAI CHE ARRETRANO E AREE PROGLACIALI CHE SI ESPANDONO: DUE FENOMENI APPARENTEMENTE CONTRASTANTI CHE CONVIVONO. UNA CONCRETA OCCASIONE DI INCONTRO E COLLABORAZIONE PER GEOGRAFI FISICI ED UMANI

### 1. Introduzione

I ghiacciai alpini, in continuo e intenso ritiro, e le aree proglaciali in rapida espansione ed evoluzione, rappresentano le due opposte facce dell'impatto del Cambiamento Climatico nelle aree di alta quota e costituiscono un concreto esempio di sistemi ambientali complessi dove la geografia fisica e la geomorfologia descrivono forme e processi e la geografia umana in tutte le sue accezioni può analizzare le molteplici relazioni con la presenza e la frequentazione antropica.

Da una parte il Cambiamento Climatico modifica intensamente i ghiacciai e la loro superficie incrementandone seppur in modo effimero la bio- e geo-diversità, dall'altra l'intensa e ininterrotta contrazione areale e volumetrica scopre nuove porzioni di roccia e detrito che vengono rimobilizzate dalle acque e dalla gravità dando luogo a sistemi dinamici. In queste aree si possono osservare tutte le fasi della colonizzazione vegetale e animale (dalla micro alla meso alla macro scala) che rendono queste zone in espansione di grande interesse ambientale, naturalistico e paesaggistico.

Gli effetti sulla frequentazione umana sono a loro volta complessi e spesso contrastanti: va infatti sottolineata la capacità di queste aree di polarizzare ampi flussi di turisti animati dal desiderio di osservare gli effetti ambientali più intensi e rapidi delle modificazioni climatiche in atto e di coglierne il simbolo per eccellenza, il regresso glaciale; è un desiderio spesso non scevro da quel richiamo esercitato dalle tracce dei drammi ambientali che potremmo inserire nella "geografia delle catastrofi". Va inoltre ricordato che spesso l'accesso a queste zone e la comprensione dei fenomeni in atto non sono semplici per la maggior parte della popolazione e non di rado si è di fronte anche a situazioni di pericolosità e rischio ambientali che ne limitano ulteriormente la visita e la fruizione. Sono quindi aree dove il geografo fisico e il geografo umano possono lavorare in sinergia, dedicandosi, pur nelle reciproche competenze, a favorire una maggiore conoscenza di questi sistemi ambientali e sollecitare anche il visitatore all'applicazione di buone pratiche per ridurre la propria impronta climatica a vantaggio dell'atmosfera e della criosfera locale e globale.

In questo contesto si vogliono presentare in modo sintetico dati inediti degli autori ottenuti da ricerche svolte a scala regionale lombarda sulla contrazione glaciale avvenuta negli ultimi 50 anni, sulle trasformazioni paesaggistiche avvenute, sul concomitante ampliamento delle aree proglaciali e su forme e processi che le caratterizzano, con un particolare approfondimento sull'area del Ghiacciaio dei Forni in alta Valtellina, che può divenire un sito di integrazione fra le diverse componenti della geografia, un vero e proprio laboratorio a cielo aperto.

---

<sup>1</sup> Università degli Studi di Milano.

## 2. Un quadro sintetico degli eventi

L'evoluzione del Ghiacciaio dei Forni, già ampiamente studiata dalla metà del XIX secolo, si inserisce nel quadro dell'intensa deglaciazione in atto sulle Alpi (e sulle altre catene montuose del Pianeta). Per fornire un quadro completo delle Alpi Italiane, va ricordata la presenza di 903 unità glaciali che ricoprono una superficie totale pari a circa 370 km<sup>2</sup> (confrontabile con quella del Lago di Garda) con una dimensione media di 0,40 km<sup>2</sup> (Smiraglia *et al.*, 2015a). In questo contesto, la Lombardia con 83,24 km<sup>2</sup> di superficie glaciale complessiva nel 2012 risulta essere la seconda Regione più glacializzata d'Italia dopo la Valle d'Aosta (Smiraglia, Diolaiuti, 2015) e quella che presenta il maggior numero di ghiacciai censiti (295 ghiacciai, dato riferito al 2012). Analizzando le variazioni dal 1981 al 2007 e al 2012 dei ghiacciai dei principali gruppi montuosi della Lombardia, si osserva un incremento nel numero dei corpi glaciali (da 135 nel 1981 a 160 nel 2007 a 194 nel 2012), ma con una riduzione della superficie totale (-32% rispetto all'area del 1981, pari a -37,4 km<sup>2</sup>). L'incremento nel numero di ghiacciai è principalmente dovuto ai fenomeni di frammentazione dei corpi glaciali (tab. 1 e fig. 1).

Gruppo	Area 1981 (km <sup>2</sup> )	Area 2007 (km <sup>2</sup> )	Area 2012 (km <sup>2</sup> )	Riduzione 1981-2012 (%)	Riduzione annua (km <sup>2</sup> /anno)	Num. ghiacciai 1981	Num. ghiacciai 2007	Num. ghiacciai 2012
Ortles-Cevedale	12,8	29,3	27,2	-36,4%	-0,5	56	67	60
Bernina	18,3	28,2	26,7	-30,3%	-0,4	37	43	54
Adamello	27,9	22,4	21,0	-24,7%	-0,2	28	35	40
Dosdè-Piazzzi	1,9	3,2	3,0	-37,9%	-0,1	15	18	24
Spluga-Val di Lei	3,5	1,8	1,7	-52,4%	-0,1	11	11	16
<b>Totale</b>	<b>117,0</b>	<b>84,9</b>	<b>79,6</b>	<b>-32,0%</b>	<b>-1.2</b>	<b>135</b>	<b>160</b>	<b>194</b>

Tabella 1: Distribuzione e area dei ghiacciai lombardi suddivisi per gruppi montuosi (i valori si riferiscono al 1981, 2007 e 2012).



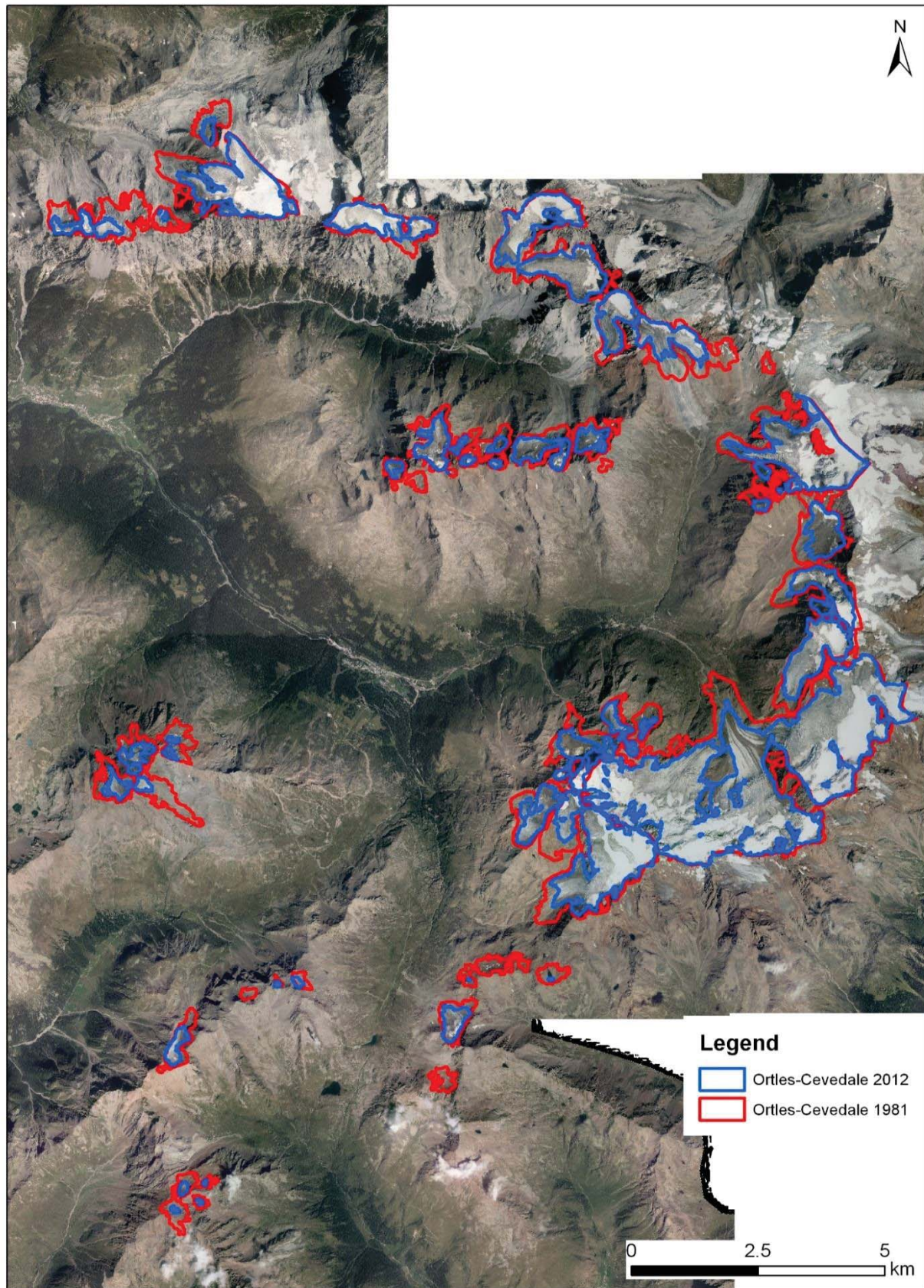


Figura 1. Variazioni areali dei ghiacciai del gruppo dell'Ortles-Cevedale (di cui fa parte il Ghiacciaio dei Forni) dal 1981 al 2012. Fonte: immagine modificata da D'Agata *et al.*, 2014. Il layer di base è l'ortofoto del 2007 (Volo Terraitaly IT2000 effettuato nel 2007 da Blom CGR).



### 3. Il Ghiacciaio dei Forni

Il Ghiacciaio dei Forni è situato nel gruppo Ortles-Cevedale nel settore sud-orientale delle Alpi Retiche, dove le quote più elevate sfiorano i 4000 m (Ortles 3905 m, Gran Zebrù 3851 m, Cevedale 3769 m). È uno dei maggiori ghiacciai delle Alpi Italiane e le sue caratteristiche e la sua evoluzione ne fanno un vero e proprio sito ad alto valore didattico per quanto riguarda gli effetti dei cambiamenti climatici. La sua superficie si è sensibilmente ridotta nell'arco di poco più di un sessantennio, passando da 14,35 km<sup>2</sup> nel 1954 a 13,68 km<sup>2</sup> nel 1981, a 11,75 km<sup>2</sup> nel 2003, a 11,34 km<sup>2</sup> nel 2007, per arrivare ai 10,79 km<sup>2</sup> del 2012. Da segnalare l'incremento della riduzione areale annua: si passa infatti da -0,025 km<sup>2</sup>/anno fra il 1954 e il 1981, a -0,088 km<sup>2</sup>/anno fra il 1981 e il 2003, a -0,103 km<sup>2</sup>/anno fra il 2003 e il 2007, per arrivare a -0,110 km<sup>2</sup>/anno fra il 2007 e il 2012.

Questa evoluzione è stata accompagnata da sensibili variazioni morfologiche e dal contemporaneo ampliamento delle aree proglaciali (quasi 4 km<sup>2</sup> per l'intero periodo di osservazione). In particolare vanno segnalate la perdita dell'unicità strutturale e la variazione tipologica; in altre parole dal 2015/2016 il Ghiacciaio dei Forni si è frammentato in tre unità separate, che non costituiscono più un organismo unitario (quindi con caratteristiche reologiche totalmente differenti rispetto alla situazione precedente) e di conseguenza non può più essere classificato un "ghiacciaio vallivo a bacini composti". La classificazione attuale vede quindi un "ghiacciaio vallivo semplice" e due ghiacciai "montani di circo".

Il conseguente ampliamento delle aree proglaciali ha offerto spazi alla genesi di una molteplice serie di forme e microforme derivanti dall'azione di processi paraglaciali (Ballantyne, 2002) (acque ruscellanti e incanalate, gravità, processi periglaciali) che hanno rimodellato e stanno velocemente rimodellando le zone liberate dal ghiaccio ed esposte ad agenti morfodinamici diversi dal glacialismo (fig. 2). Questa particolare evoluzione del paesaggio naturale è stata accompagnata da processi di adattamento antropico per continuare a permettere la frequentazione del ghiacciaio che costituisce la via di accesso a rinomate e visitatissime cime della zona, come il Tresero, il San Matteo e la Cima Cadini.



Figura 2. Dettaglio della fronte del Ghiacciaio dei Forni: evidente il collasso della zona frontale che ricorda la figura di un teschio (immagine acquisita dal drone dell'Università degli Studi di Milano nel 2016). Fonte: Fugazza *et al.*, 2018.

Ai Forni ben si applicano quindi i parametri che permettono di definire i beni culturali geomorfologici o geomorfositi (Panizza, Piacente, 2003; Pelfini, Smiraglia, 2003; Smiraglia, 2008). In particolare per quanto riguarda l'attributo culturale va ricordato come il ghiacciaio sia stato un protagonista di primo piano nell'iconografia e nella pubblicistica del XIX secolo soprattutto a proposito della divulgazione geografica; si pensi al *Bel Paese* di Antonio Stoppani, alle fotografie di Vittorio Sella del 1890, alle raffigurazioni del pittore veneziano Carlo Allegri. A livello socio-economico è appena il caso di ricordare l'indotto derivante dalle migliaia di turisti, alpinisti, sci-alpinisti, *trekker*, *biker*, *climber*, che ogni anno in ogni stagione percorrono le carrarecce, le mulattiere, i sentieri, le vie alpinistiche, le placche rocciose, gli itinerari sci-alpinistici, che trovano nel Ghiacciaio dei Forni la meta o il punto di partenza; oppure che più semplicemente soggiornano al Rifugio dei Forni o al Rifugio Branca, attratti anche dalla biodiversità e dalla geodiversità che offre questo settore del Parco Nazionale dello Stelvio.

A livello di attributo scenico può risultare utile accennare alle motivazioni e alla percezione dell'evoluzione del paesaggio glaciale di questo lembo di alta montagna da parte dei visitatori. Recentemente sono state realizzate interviste mediante questionari ai frequentatori della Valle e del Ghiacciaio dei Forni, investigando soprattutto la loro capacità di individuare in modo più meno corretto l'insieme dei fenomeni naturali osservabili. Sulla base di poco meno di 200 questionari si è evidenziato un generico interesse per l'osservazione del paesaggio (o meglio del panorama) di alta montagna glacializzata, accompagnato però da interesse per i temi naturalistico-scientifici con la consapevolezza dell'attuale evoluzione del ghiacciaio e delle sue motivazioni climatiche (fig. 3, Garavaglia *et al.*, 2012).



Figura 3. Turisti ed escursionisti osservano il Ghiacciaio dei Forni dal Rifugio Branca. Fonte: foto C. Smiraglia.

A livello di attributo scientifico con l'insieme delle sue valenze (modello di evoluzione, esemplarità didattica, testimonianza paleogeomorfologica, supporto ecologico) non è possibile neanche accennare



in questa sede all'evoluzione della ricerca scientifica in quest'area per quanto riguarda sia le scienze abiologiche che quelle biologiche (si vedano cenni in Smiraglia, 1995; Bollati *et al.*, 2017; Smiraglia *et al.*, in corso di stampa, 2018). Fra le tematiche geografico-fisiche affrontate recentemente anche in un'ottica multidisciplinare, vanno almeno ricordati gli studi sui bilanci energetici, realizzati grazie alla collocazione nel 2005 sulla lingua dei Forni della prima stazione meteorologica italiana automatica su ghiacciaio (AWS1 Forni); l'elaborazione di questi dati, insieme all'analisi di immagini satellitari e analisi di campioni di sedimenti epiglaciali, ha permesso di determinare la distribuzione dell'albedo superficiale e di calcolare con modelli appositamente realizzati la fusione nivale e il bilancio di massa (Senese *et al.*, 2012; Senese *et al.*, 2014; Fugazza *et al.*, 2015; Azzoni *et al.*, 2016). A questi si sono affiancati studi sulla colonizzazione organica delle aree da poco deglacciate. Il terreno delle aree proglaciali è infatti composto da sedimenti e rocce recentemente esposti e soggetti a rapidi cambiamenti (Staines *et al.*, 2015). Con il passare del tempo dalla deglaciazione e con l'aumento della distanza dalla fronte glaciale, questi sedimenti evolvono in un suolo sviluppato, attraverso alterazioni fisiche e chimiche, colonizzazione di piante, di comunità batteriche e di animali. Un accenno meritano, anche per gli effetti sulla fusione, le ricerche sulla presenza di microrganismi sulla superficie del ghiacciaio, concentrati in particolari cavità (vaschette criocritiche) o nei sedimenti subglaciali (Turchetti *et al.*, 2008; Franzetti *et al.*, 2016).

Di particolare interesse, anche per le sue possibili connessioni con altri settori delle scienze geografiche, è il tema della variazione della geodiversità del ghiacciaio in relazione alle sue recenti modifiche morfologiche (Diolaiuti, Smiraglia, 2010; Smiraglia *et al.*, 2015b). Nella fase attuale (l'intensa riduzione areale e di spessore degli ultimi decenni, accompagnata dall'incremento delle aree proglaciali) si può ritenere che nel settore inferiore del Ghiacciaio dei Forni durante l'estate si crei un insieme di forme epiglaciali che possono essere definite un unico nuovo grande geomorfosito o meglio un nuovo complesso integrato di morfologie di minori dimensioni; in questo sito in sintesi la geodiversità e la biodiversità non si riducono, ma si evolvono e talora si accrescono. È chiaro che con la prosecuzione della fase attuale si potrebbe arrivare all'estinzione del ghiacciaio e quindi alla perdita della geodiversità specifica a favore delle particolari morfologie dell'area proglaciale (legate in particolare all'azione delle acque ruscellanti e incanalate).

#### 4. *Gli adattamenti antropici*

L'evoluzione recente del ghiacciaio ha portato, come si è accennato, a processi di adattamento antropico che hanno interessato sia gli accessi alpinistici alle cime circostanti, sia in misura maggiore gli itinerari escursionistici. Fra questi ultimi va segnalato il *Sentiero Glaciologico del Centenario*, realizzato nel 1995 per celebrare il centenario di fondazione del Comitato Glaciologico Italiano (Smiraglia, 1995). Questo percorso, divenuto un classico dell'escursionismo alpino a valenza didattico-scientifica, può rappresentare un valido esempio di un tema di studio pluridisciplinare. Si possono infatti affrontare analisi sugli effetti socio-economici a livello locale (rifugi circostanti) e a livello lievemente più ampio (centri abitati in valle, come S. Caterina Valfurva) di un ventennio di intensa frequentazione, sui fattori di polarizzazione turistica e le loro variazioni, sulla percezione delle modifiche del paesaggio in rapporto ai cambiamenti climatici, sui processi di adattamento alle variazioni glaciali in funzione della frequentazione turistica, sugli impatti ambientali di questa frequentazione (ad esempio l'allargamento dei sentieri), sulla pericolosità e il rischio connessi all'evoluzione morfologica delle aree proglaciali e della fronte del ghiacciaio. Per quanto riguarda i processi di adattamento basterà ricordare come nel 1995 l'itinerario percorresse le morene della Piccola Età Glaciale, attraversasse quasi in piano il ghiacciaio e risalisse brevemente la sponda opposta senza particolari difficoltà. La risalita della fronte glaciale sul gradino roccioso ben visibile dal Rifugio Branca, il contemporaneo abbassamento



della superficie del ghiacciaio che lasciò allo scoperto ripide aree moreniche contenenti placche di ghiaccio sepolto, i frequenti dissesti su questi versanti morenici con la formazione di colate di detrito, la genesi di numerosi laghi effimeri di contatto glaciale, tutto ciò rese sempre più pericoloso e rischioso l'itinerario (Smiraglia, Diolaiuti, 2001; Smiraglia *et al.*, 2005). Ne derivò un continuo lavoro di spostamento e di riadattamento del sentiero, che culminò nel 2010, quando la lingua del ghiacciaio si ritirò nettamente al di sopra del salto roccioso e vennero collocati due ponti sospesi sui due principali torrenti glaciali, che permisero di compiere nuovamente la traversata in sicurezza. Negli ultimi anni i ponti stessi sono divenuti un'importante fattore di polarizzazione turistica (*ponti tibetani*) per la spettacolarità dell'ambiente circostante e per il contatto quasi diretto con il torrente glaciale, d'estate al massimo della sua portata.

Quanto al tema di pericolosità e rischio, nell'area si sono certamente verificati i classici fenomeni dell'evoluzione glaciale che possono creare condizioni di rischio, anche a livello catastrofico, come i crolli di settori aggettanti (*avalanching glaciers*) o il cedimento di depositi detritici e argini di ghiaccio che causano il rapido svuotamento di laghi di sbarramento glaciali (GLOF, *Glacial Lake Outburst Flood*). Nella zona dei Forni tuttavia si è finora trattato di eventi che per entità delle masse mobilizzate non hanno creato rischi sensibili. Va tuttavia ricordato che l'accelerazione dei fenomeni di collasso della zona frontale (con formazione di crepacci circolari, inghiottitoi, caverne, crolli di blocchi rocciosi e di frammenti di ghiaccio anche di molti metri cubi, incrementi improvvisi della portata del torrente glaciale, fig. 2), unita al notevole recente aumento della presenza antropica lungo il sentiero, sta incrementando il rischio ambientale di quest'area; è infatti frequente osservare turisti che si allontanano dal sentiero, forse attratti dall' "agonia" del ghiacciaio, e si sparpagliano lungo la fronte incisa da caverne, incuranti dei crolli di roccia e ghiaccio. Ne deriva quindi la necessità di una diffusa opera di divulgazione che educhi alla conoscenza e alla corretta frequentazione di questi ambienti, sia dal punto di vista della sicurezza sia per quanto riguarda la sostenibilità ambientale. In conclusione il Ghiacciaio dei Forni con le sue trasformazioni in atto può veramente divenire un laboratorio dove le diverse componenti della geografia trovano spazio e possibilità di integrazione con l'obiettivo comune di una migliore comprensione dell'evoluzione di un lembo di paesaggio di alta montagna.

### Riferimenti bibliografici

- Azzoni, R.S., Senese, A., Zerboni, A., Maugeri, M., Smiraglia, C., Diolaiuti, G., (2016), "Estimating ice albedo from fine debris cover quantified by a semi-automatic method: the case study of Forni Glacier, Italian Alps", *The Cryosphere*, 10, pp. 665–679. DOI: 10.5194/tc-10-665-2016. Consultabile online: <http://www.the-cryosphere.net/10/665/2016/tc-10-665-2016.pdf>.
- Ballantyne, C.K., (2002), "Paraglacial geomorphology", *Quaternary Science Reviews*, 21, pp. 1935-2017.
- Bollati, I., Pelfini, M., Smiraglia, C., (2017), *Landscapes of Northern Lombardy: From the Glacial Scenery of Upper Valtellina to the Prealpine Lacustrine Environment of Lake Como*. In: Soldati M., Marchetti M. (eds), *Landscapes and Landforms of Italy*, Springer, Berlin, pp. 89-99.
- Diolaiuti, G., Smiraglia, C., (2010), "Changing glaciers in a changing climate: how vanishing geomorphosites have been driving deep changes on mountain landscape and environment", *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, 2, pp. 131-152.
- Franzetti, A., Navarra, F., Tagliaferri, I., Gandolfi, I., Bestetti, G., Minora, U., Azzoni, R.S., Diolaiuti, G., Smiraglia, C., Ambrosini, R., (2016), "Temporal and spatial variability of bacterial communities in cryoconite on an Alpine glacier", *Environmental Microbiology Reports*, DOI: 10.1111/1758-2229.12499.
- Fugazza, D., Senese, A., Azzoni, R.S., Smiraglia, C., Cernuschi, M., Severi, D., Diolaiuti, G.A., (2015), "High-resolution mapping of glacier surface features. The UAV survey of the Forni Glacier (Stelvio National Park, Italy)", *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 38, 1, pp. 25-33.

- Garavaglia, V., Diolaiuti, G., Smiraglia, C., Pasquale, V., Pelfini, M., (2012), "Evaluating tourist perception of environmental changes as a contribution to managing natural resources in glacierized areas: a case study of the Forni Glacier (Stelvio National Park, Italian Alps)", *Environmental Management*, DOI: 10.1007/s00267-012-9948-9.
- Panizza, M., Piacente, S., (2003), *Geomorfologia culturale*, Pitagora Editrice, Bologna.
- Pelfini, M., Smiraglia, C., (2003), "I ghiacciai, un bene geomorfologico in rapida evoluzione", *Bollettino della Società Geografica Italiana*, XII, VIII, 3, pp. 521-544.
- Senese, A., Diolaiuti, G., Mihalcea, C., Smiraglia, C., (2012), "Energy and mass balance of Forni Glacier (Stelvio National Park, Italian Alps) from a 4-year meteorological data record", *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 44, 1, pp. 122-134.
- Senese, A., Maugeri, M., Vuillermoz, E., Smiraglia, C., Diolaiuti, G., (2014), "Air temperature thresholds to evaluate snow melting at the surface of Alpine glaciers by T-index models: the case study of Forni Glacier (Italy)", *The Cryosphere*, 8, pp. 1921-1933.
- Smiraglia, C., (1995), *Il Ghiacciaio dei Forni in Valfurva. Sentiero Glaciologico del Centenario*, Lyasis, Sondrio.
- Smiraglia, C., (2008), *Ghiacciaio dei Forni*. In: AA.VV., (2008), *I geositi della Provincia di Sondrio, Regione Lombardia-IREALP*, pp. 132-133.
- Smiraglia, C., Azzoni, R.S., D'Agata, C., Maragno, D., Fugazza, D., Diolaiuti, G.A., (2015a), "The evolution of the Italian glaciers from the previous data base to the new Italian inventory, preliminary considerations and results", *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, 38, pp. 79-87.
- Smiraglia, C., Diolaiuti, G., Pelfini, M., (2015b), *Trasformazioni del paesaggio glaciale dell'alta montagna. Riduzione o evoluzione della geodiversità?*. In: D'Andrea M., Rossi R., (2015), *Geologia e Turismo... a 10 anni dalla fondazione. 5° Congresso Nazionale Geologia e Turismo*, Bologna, 6-7 giugno 2013, Atti, ISPRA, Roma, pp. 60-70.
- Smiraglia, C., Diolaiuti, G., (2015), *Il Nuovo Catasto dei Ghiacciai Italiani*, Ev-K2-CNR Publ., Bergamo.
- Smiraglia, C., Diolaiuti, G., (2001), "A new method for sustainable ecotourism in protected mountain environment areas: the glacier trails in the Lombardy Alps", *Geotema*, 15, pp. 38-41.
- Smiraglia, C., Diolaiuti, G., Pelfini, M., (2005), *Valorizzazione e salvaguardia dell'alta montagna. I sentieri naturalistici: riflessioni teoriche, realizzazioni, proposte*. In: Terranova R., Brandolini P., Firpo M., (2005), *La valorizzazione turistica dello spazio fisico come via alla salvaguardia ambientale*, Patron, Bologna, pp. 303-316.
- Smiraglia, C., Diolaiuti, G., Pelfini, M., Azzoni, R.S., Bollati, I., Zucali, M., (in corso di stampa, 2018), *Il Ghiacciaio dei Forni. Sulle tracce di Antonio Stoppani*. In: Smiraglia C., Casarotto C., (in corso di stampa, 2018), *Itinerari glaciologici sulle montagne italiane*, Società Geologica Italiana-Comitato Glaciologico Italiano.
- Staines, K.E.H., Carrivick, J.L., Tweed, F.S., Evans, A.J., Russell, A.J., Johannesson, T., Roberts, M., (2015), "A multi-dimensional analysis of pro-glacial landscape change at Solheimajokull, southern Iceland" *Earth Surface Processes and Landforms*, 40, 6, pp. 809-822.
- Turchetti, B., Buzzini, P., Goretti, M., Branda, E., Vaughan-Martini, A., Diolaiuti, G., D'agata C., Smiraglia, C., (2008), "Psychrophilic yeast in glacial environments of Alpine glaciers", *FEMS Microbiology Ecology*, 63, pp. 73-83.