

In: *Le modificazioni climatiche e i rischi naturali*. Polemio M. (Ed.), ISBN 9788890508806, CNR IRPI, Bari, 2011

EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO SUI GHIACCIAI DELLE ALPI OCCIDENTALI

Rischi associati e nuove metodologie d'indagine

BERTOTTO STEFANIA¹, FIORASO GIANFRANCO², GIARDINO MARCO³, NIGRELLI GUIDO¹, PEROTTI LUIGI³,
SANCHEZ PALOMO ESTEFANIA¹, CHIARLE MARTA¹
¹ CNR IRPI, Torino, Italia, stefania.bertotto@irpi.cnr.it
² CNR IGG, Torino, Italia
³ DITAG, Università di Torino, Italia

RIASSUNTO

Il presente studio si inserisce nel progetto Alcotra 2007-2013 n.56 GlaRiskAlp (Rischi Glaciali nelle Alpi Occidentali) e considera l'influenza del cambiamento climatico sulle zone glaciali e periglaciali dell'arco alpino piemontese, con specifica attenzione ai fenomeni d'instabilità in atto e attesi. Lo studio si avvarrà di metodologie innovative, basate sull'integrazione di tecnologie tradizionali ed avanzate, che troveranno applicazione in particolare nel monitoraggio di aree ad elevata criticità geomorfologica. I risultati del progetto contribuiranno al progresso delle conoscenze scientifiche sugli impatti del cambiamento climatico sull'alta montagna, ma forniranno anche indicazioni significative per la gestione di questi territori da parte della pubblica amministrazione.

Parole chiave: Geomatica, ghiacciai, instabilità geomorfologica

INTRODUZIONE

Clima e ghiacciai sono un binomio inscindibile. Infatti, da sempre, gli studi che si occupano di cambiamento climatico hanno evidenziato la stretta dipendenza della dinamica glaciale dal clima e, dunque, il valore dei ghiacciai quali sensibili indicatori di variazioni climatiche (Haeberli *et al.* 2002). Al contempo, anche le aree periglaciali evolvono con rapidità per effetto dell'azione morfogenetica esplicata dai ghiacciai durante le fasi di avanzata e di regresso.

Questo continuo divenire dell'ambiente d'alta montagna non di rado si associa a fenomeni di instabilità naturale, talora caratterizzati da un elevato grado di pericolosità: ne sono un chiaro esempio alcune manifestazioni impulsive quali crolli di roccia e ghiaccio, rotte glaciali e fenomeni improvvisi di trasporto in massa (Chiarle & Mortara 2008).

La pulsazione della Piccola Età Glaciale (PEG, sviluppatasi tra il 1450 e il 1850 circa) ha lasciato apparati morenici di dimensioni significative, in relazione all'intervallo relativamente breve di deposizione. Si tratta di sedimenti poco consolidati in aree sovente ad elevata acclività, soggetti all'azione di modellamento della gravità e dell'acqua, e pertanto facilmente rimobilizzabili. La sempre più capillare frequentazione turistica e l'accresciuta antropizzazione delle aree di alta quota rende i processi sopra descritti un elemento di rischio spesso trascurato a causa dell'ubicazione remota delle aree di innesco.

L'accelerazione del cambiamento climatico avvenuta negli ultimi decenni (Pachauri & Reisinger 2007) ha innescato una sempre più drastica modificazione degli ambienti glaciali e periglaciali: a questo punto, il rischio associato a questi fenomeni non può più essere trascurato. In questo contesto si inserisce il progetto Alcotra 2007-2013 n. 56 GlaRiskAlp (Rischi Glaciali nelle Alpi Occidentali), finalizzato all'identificazione delle aree a maggior criticità in ambiente glaciale e periglaciale nell'arco alpino occidentale e all'individuazione delle più idonee metodologie d'indagine, con particolare attenzione a quelle di carattere innovativo.

Il progetto coinvolge la Francia (Université de Savoie e CNRS) e l'Italia (FMS – capofila del progetto, ARPA Valle d'Aosta, CNR-IRPI Torino). Il presente contributo si propone di illustrare obiettivi e metodologie del progetto, con specifico riferimento alle attività di competenza del CNR-IRPI di Torino, relative al territorio piemontese.

INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

L'areale oggetto di studio comprende gruppi montuosi glacializzati delle Alpi Marittime (Clapièr, Corburant, Argentera), Cozie (Monviso, Ambin) e Graie (Rocciamelone, Levanne, e il versante piemontese del Gran Paradiso). L'estensione di tali aree glaciali si è sensibilmente ridotta negli ultimi decenni (Fig.1): nel 1958 l'area complessiva era stimata in 13.800 ha, nel 1989 in 12.500 ha (Ajassa *et al.* 1997), con una perdita approssimativa del 10%. Non sono disponibili dati complessivi più aggiornati per le aree oggetto d'indagine, tuttavia alcune indicazioni possono essere tratte da studi a carattere più generale o riguardanti singoli ghiacciai.



Fig.1 – Il confronto fotografico evidenzia la drastica contrazione areale e volumetrica del Ghiacciaio di Galambra (Alpi Cozie, Valle di Susa) avvenuta in un sessantennio.

Zemp *et al.* (2008) hanno calcolato, nonostante la grande variabilità nel tasso di decrescita delle superfici glaciali, che le Alpi Occidentali negli ultimi 150 anni hanno subito globalmente una diminuzione di circa il 50% della copertura di ghiaccio e neve. Secondo Mercalli *et al.* (2009) i ghiacciai del Gran Paradiso già nel 1991 presentavano una perdita areale del 50% rispetto all'estensione raggiunta durante la PEG.

Alla diminuzione dello spessore e dell'area dei ghiacciai si accompagnano l'innalzamento della quota delle fronti e del limite delle nevi. Questi fenomeni comportano notevoli modificazioni non solo degli apparati glaciali stessi ma anche della morfologia delle zone circostanti: aumento delle coperture detritiche sulle superfici ghiacciate, affioramento di zone rocciose prima ricoperte da ghiaccio e neve, con conseguente frammentazione delle unità glaciali e accelerazione dei processi di neoformazione o espansione di specchi lacustri di pertinenza glaciale. Si verificano inoltre importanti conseguenze per l'idrologia, con alterazione dei regimi dei corsi d'acqua glaciali e riduzione delle riserve idriche dei bacini montani, nonché complessi fenomeni gravitativi in alta quota connessi a rimobilizzazioni in massa dei sedimenti glaciali (earth flow, debris flow) e alla degradazione del permafrost alpino (rock fall / avalanche, ice avalanche).

OBIETTIVI E METODOLOGIE DI INDAGINE

Il progetto ha come obiettivo, in primo luogo, la realizzazione e messa in rete di un catasto informatizzato dei ghiacciai e delle adiacenti zone periglaciali, di una banca dati sui fenomeni d'instabilità in ambiente glaciale, ad integrazione delle banche dati esistenti (es. banche dati dei progetti GlacioRisk, PermaDataRoc), al fine di individuare le zone sensibili propense a generare, nel breve e medio termine, fenomeni di instabilità. Il progetto, per quanto riguarda il contributo del CNR-IRPI, si articola in due tipi di attività: uno studio a carattere regionale e alcuni approfondimenti a scala locale su siti pilota. Gli obiettivi dello studio regionale sono l'ubicazione e la caratterizzazione geomorfologica delle aree glacializzate e recentemente deglacializzate (a partire dal termine della PEG) e dei laghi glaciali, nelle province di Torino e Cuneo, per poter definire le tipologie di instabilità, in atto ed attese, e la propensione delle zone sensibili a generare fenomeni di instabilità. Gli studi verranno condotti attraverso rilevamenti diretti sul terreno, anche mediante l'utilizzo di tecniche GNSS (particolarmente utili in aree quali quelle indagate, dove la topografia è in continua evoluzione), l'osservazione di foto aeree e ortofoto, indagini

bibliografiche e d'archivio. La fotointerpretazione è un valido strumento d'indagine sovente indispensabile quando l'inaccessibilità e la pericolosità dei luoghi limitino fortemente l'osservazione diretta. L'analisi multitemporale delle foto aeree consente la ricostruzione delle trasformazioni geomorfologiche delle aree in esame (presso il CNR-IRPI sono presenti riprese a partire dagli anni Cinquanta del secolo scorso). Gli approfondimenti di studio su alcuni siti pilota, scelti in funzione della rappresentatività delle problematiche che il progetto si propone di analizzare, forniranno un contributo per una migliore comprensione della morfogenesi dei luoghi e delle dinamiche evolutive dei fenomeni d'instabilità. Si potranno pertanto fornire agli Enti decisori utili elementi conoscitivi funzionali alla gestione del territorio e alla mitigazione del rischio glaciale, applicabili non soltanto al contesto territoriale specifico, ma, più in generale, in tutte le situazioni che presentino caratteristiche simili. I ghiacciai selezionati all'interno di un sito pilota verranno analizzati utilizzando aerofotografie digitali che verranno elaborate tramite software fotogrammetrici per ottenere prodotti cartografici quali ortofoto e modelli digitali del terreno (DEM), attraverso i quali sarà ad esempio possibile stimare le variazioni areali e volumetriche delle masse glaciali intercorse negli ultimi decenni (Fig. 2).

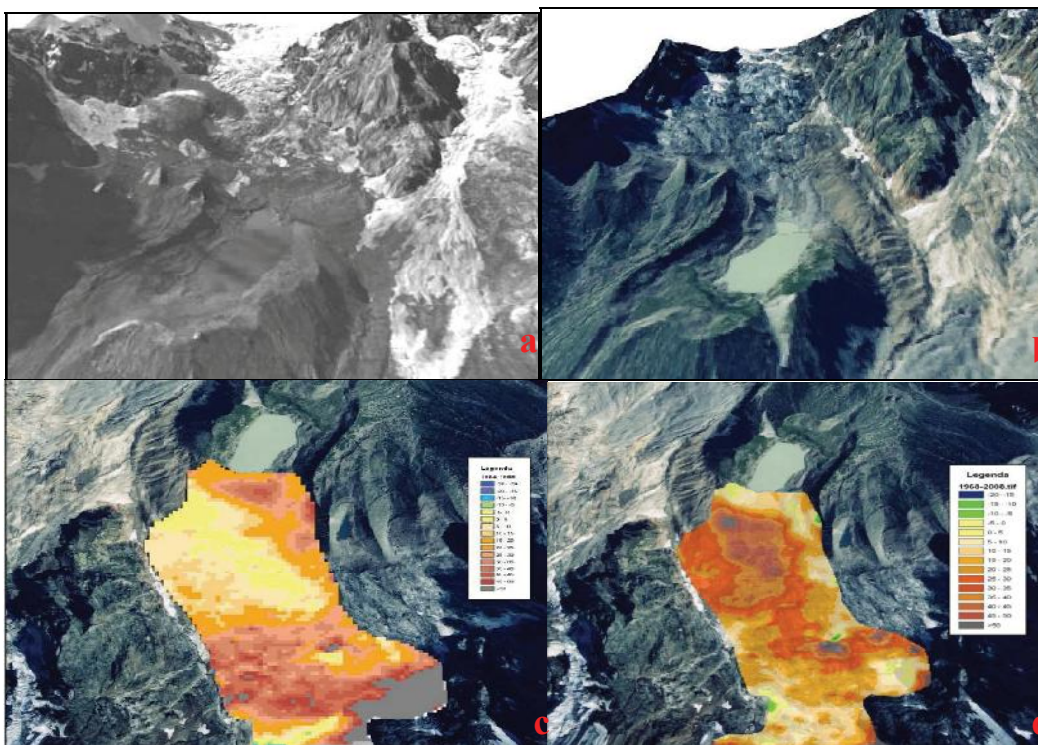


Fig. 2 - Esempi di prodotti ottenibili da elaborazioni fotogrammetriche riferite al Gh. Settentrionale delle Locce (Valle Anzasca): modelli 3D di ortofotoimmagini ricavate dal volo IGM 1968 (a) e dal volo CGR 2008 (b); carta della variazione superficiale nel periodo 1954-1968 (c) e 1968-2008 (d) (da Bertotto 2009). In rosso risultano evidenziate le maggiori perdite di spessore.

L'applicazione delle immagini multi e iper-spettrali potrà essere impiegata anche per individuare l'eventuale presenza di ghiaccio sepolto e di laghi glaciali e periglaciali. Infine, in aree campione in cui siano stati accertati fenomeni di instabilità un monitoraggio tramite laser scanner terrestre potrebbe consentire di seguire l'evoluzione dei fenomeni stessi e fornire una stima di volumi coinvolti e velocità di movimento.

RISULTATI ATTESI

I risultati attesi per i settori studiati riguardano: a) una cartografia geomorfologica di dettaglio riguardante i ghiacciai e le aree periglaciali; b) l'implementazione di una banca dati sui fenomeni d'instabilità; c) una nuova mappatura dei ghiacciai italiani, a partire dal Catasto dei Ghiacciai Italiani (CNR-CGI 1959-1962). I dati riguardanti i fenomeni di instabilità e le variazioni multi-temporali dei ghiacciai verranno raccolti

in schede, utilizzando quando possibile i criteri già utilizzati da catasti esistenti (WGI e GLIMS): tale lavoro verrà svolto per i ghiacciai piemontesi, ma in futuro potrebbe essere esteso a tutti i ghiacciai italiani. Infine in alcuni siti pilota verranno messe a punto metodologie innovative che permetteranno lo studio approfondito delle variazioni di alcuni ghiacciai e il monitoraggio delle criticità geomorfologiche.

CONCLUSIONI

In un frangente climatico caratterizzato da un rialzo termico globale a cui le Alpi stanno rispondendo con sorprendente prontezza, le competenze acquisite in corso d'opera e le metodologie sviluppate potranno fornire strumenti e dati per lo studio dell'evoluzione degli ambienti glaciali e periglaciali alpini.

Sarà così possibile mettere a disposizione della comunità scientifica e degli enti territoriali elementi per affrontare le pericolosità in atto e future, e per attivare strategie socio-economiche che consentano di fronteggiare il progressivo depauperamento delle masse glaciali e delle trasformazioni attese nel paesaggio alpino.

BIBLIOGRAFIA

- 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*. Geogr. Fis. Din. Quat, 20, 293-297.
- Bertotto, S., (2009). *Analisi fotogrammetrica multitemporale del ghiacciaio Nord delle Locce (Massiccio del Monte Rosa, versante est): evoluzione cinematica e geomorfologica*. Tesi di laurea inedita, Università degli Studi di Torino.
- Chiarle, M., Mortara, G., (2008) *Geomorphological impact of climate change on alpine glacial and periglacial areas. Examples of processes and description of research needs*. Interpraevent 2008, Dornbirn, 26-30 maggio 2008, II/111-122.
- CNR-CGI (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Comitato Glaciologico Italiano) (1959-1962). *Catasto dei ghiacciai italiani*, II vol., Torino.
- Haerberli, W., Maisch, M., Paul, F., (2002). *Mountain glaciers in global climate-related observation networks*. World Meteorological Organization Bulletin, 51 (1), 18–25.
- Mercalli, L., Cat Berro, D., Mortara, G., Smiraglia, C., (2009). *Effetti dei cambiamenti climatici sui ghiacciai*. In: Castellari, S., Artale, V., (ed.). *I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti*. Bononia University Press, 221-239.
- Pachauri, R.K., Reisinger, A., (eds.) (2007). *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Core Writing Team*, IPCC, Geneva, Switzerland, pp 104.
- Zemp, M., Paul, F., Hoelzle, M., Haerberli, W., (2008). *Glacier fluctuations in the European Alps 1850–2000: an overview and spatiotemporal analysis of available data*. In: Orlove, B., Wiegandt, E., Luckman B. (eds.): *The darkening peaks: Glacial retreat in scientific and social context*. University of California Press: p. 152–167.
- World Glacier Inventory <http://nsidc.org/data/g01130.html> (ultimo accesso 25/11/2010)
- Global Land Ice Measuring from Space <http://glims.colorado.edu/glacierdata/> (ultimo accesso 25/11/2010)