

1 Introduzione

«Quando puoi misurare ciò di cui stai parlando e lo puoi esprimere in numeri, allora puoi dire di saperne qualcosa».

LORD KELVIN
(1824 - 1907)

I ghiacciai della Valsesia sono oggi 11, comprendendo nel conteggio anche piccoli glacionevati residui, ed occupano nel 2006 poco meno di 5 km² (500 ha), con la maggior concentrazione alla testata della valle, sul versante meridionale del Monte Rosa. Qui permangono, smembrati, i residui del ghiacciaio valesiano che in passato percorse e modellò l'intera valle. Altre piccole aree glacializzate si conservano alla base del Corno Bianco. Dalla se-

La parete sud del Monte Rosa immortalata dai Fratelli Gugliermi verso la fine dell'Ottocento, con i ghiacciai delle Piode e della Sesia prossimi alla loro massima espansione recente (f. G.B. e G.F. Gugliermi).



conda metà del XIX secolo è in atto una fase di contrazione che, oltre alla riduzione dei ghiacciai esistenti, ha già portato alla scomparsa di varie unità minori.

Per quanto riguarda il bacino idrografico del Sesia, in età moderna due di essi erano certamente posti sul versante nord-est della Punta Straling e nel circo compreso tra Corno di Faller e Punta Rizzetti; altri nelle nicchie sottostanti il Passo dell'Uomo Storto e probabilmente anche ai piedi del Corno del Camoscio, area in cui sono ancora presenti vaste zone di permafrost. Ai limiti strettamente geografici assegnati all'analisi dei ghiacciai della Valsesia si aggiunge un «intruso»: per motivi di vicinanza e di storica frequentazione antropica si è deciso di comprendere in questa monografia anche il ghiacciaio d'Indren, posto in territorio valdostano ma collegato alla Valsesia fin dal 1965 con gli impianti funiviari di Alagna - Punta Indren.

Il testo comprende le planimetrie di ogni singolo ghiacciaio, ognuno di essi è stato rilevato con l'ausilio di un ricevitore GPS, prestando particolare attenzione alla determinazione dei margini frontali e della quota minima raggiunta. Vista la morfologia ed i rischi oggettivi connessi, i rilievi sono stati forzatamente parziali, risultano comunque integrati dal confronto fotografico e dall'interpretazione di ortofotocarte.

Per quanto riguarda i dati storici di ogni ghiacciaio, relativi a quota minima e superficie, si è fatto riferimento a studi e pubblicazioni precedenti la cui attendibilità si è dimostrata molto variabile: sia a causa dei metodi di misura eterogenei, sia per l'approssimazione di alcune misure probabilmente prive di rilievo sul campo. Essi, con tutti i limiti sottintesi, risultano comunque un importante collegamento con il passato e consentono di quantificare la dimensione delle notevoli variazioni intercorse.

Le foto d'epoca inserite sono state rinvenute principalmente presso la *Biblioteca Italo Grassi di Varallo* o gentilmente fornite dall'archivio privato della famiglia Mònterin di Gressoney - la - Trinité per tutte le immagini non di proprietà dello scrivente viene indicato l'autore.

Nonostante la vastità dell'argomento e le molteplici possibilità di approfondimento si è tentato di attenersi a criteri di completezza e sinteticità nella trattazione dei vari capitoli.

Ghiacciai come archivio di dati

In passato i ghiacciai furono spesso considerati come luoghi misteriosi, sedi di forze imperscrutabili che potevano abbattersi sui territori sottostanti con avanzate devastanti. Ancor oggi vengono identificati attraverso la semplicistica espressione di «nevi perenni» o citati, con poca lungimiranza, come ultima risorsa nelle ricorrenti crisi idriche estive.

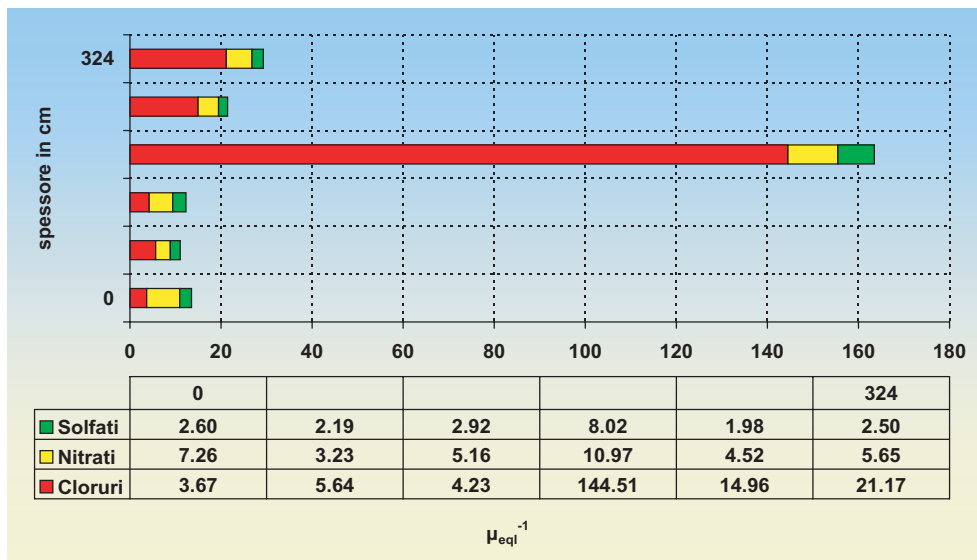
La crescente attenzione allo studio dei ghiacciai è dovuta all'importanza che essi possiedono come indicatori sensibili alle variazioni climatiche. I ghiacciai variano le loro dimensioni in funzione di ogni singolo anno idrologico, con tempi quindi relativamente brevi e facilmente percepibili dall'uomo. Altri fenomeni geologici pur attivi, come ad esempio l'innalzamento dell'arco alpino, risultano scarsamente apprezzabili su scala temporale umana. Grazie alle tracce lasciate dalla loro passata attività è possibile ricostruirne le estensioni e collegarle a periodi climatici più lontani, in cui le stazioni meteorologiche non abbondavano come oggi o erano assenti.

Non solo le variazioni morfologiche possono essere indicative, come forme di erosione o morene deposte; anche l'oscillazione del limite superiore della vegetazione può consentire una ricostruzione climatica molto verosimile.

Il ghiacciaio stesso, infine, contiene informazioni sulle caratteristiche fisi-

La Stampa, estate 2006.

PIEMONTE LE BASSE TEMPERATURE NON FANNO SCIOLIERE I GHIACCIAI
**Un paradosso: il caldo
ci salverà dalla siccità**



A lato: concentrazione di solfati, nitrati e cloruri rilevate nel Gennaio 2003 sul ghiacciaio d'Indren. Evidente il picco di questi ultimi in corrispondenza dello strato interessato dal deposito di polveri sahariane.

Sotto, la probabile provenienza nordafricana delle polveri analizzate pare essere confermata dal maggior contenuto in sodio, dalla forte conducibilità elettrica degli accumuli, nonché dal più elevato pH degli stessi, tutte caratteristiche tipiche delle deposizioni «sahariane» (WAGENBACH & GEIS, 1993). (f. A. Canzano, ghiacciaio d'Indren, febbraio 2003).

co-chimiche dell'atmosfera da cui proviene la neve che lo ha formato.

La singolare collocazione geografica dei ghiacciai alpini li rende fedeli indicatori delle condizioni climatico-ambientali delle regioni industrializzate e fortemente antropizzate dell'Europa centro-meridionale, cui si aggiunge un'importante influenza delle regioni nord-africane; il bacino del Mediterraneo, infatti, è teatro di incontro di masse d'aria di diversa provenienza.

Sostanzialmente due sono le condizioni necessarie alla mobilizzazione ed al successivo trasporto delle polveri. La prima è una condizione al suolo, e consiste nelle attraversamento dell'entroterra nordafricano da parte di un fronte in grado di sollevare la polvere; la seconda è una condizione in quota, e consiste nell'instaurazione di un idoneo regime di circolazione atto a convogliare la massa d'aria arricchita di polveri verso l'arco alpino.

I recenti sviluppi degli studi glaciologici hanno mostrato la grande potenzialità delle carote di ghiaccio quali archivi di storia naturale. Mentre i ghiacciai polari sono registratori di condizioni paleoclimatiche a scala emisferica o persino globale, i ghiacciai alpini possono conservare al proprio interno la memoria storica di condizioni climatiche più recenti ed a scala più limitata (DELMONTE, 1998).

Su scala temporale più breve, il campionamento e lo studio della composizione chimica dell'accumulo nevoso stagionale paiono fornire una risposta anche in merito alla qualità dell'aria nelle regioni alpine; in particolare considerando i primi centimetri depositatisi nel periodo iniziale di una precipitazione nevosa, poiché i primi fiocchi rimuovono praticamente la totalità del particolato atmosferico presente sotto nube (BARBANTE, 1998).





In alto: sci estivo sulla pista Roccette tracciata sul ghiacciaio d'Indren nel 1994 (f. Archivio Monterosa S.p.a.).

Qui sopra: crepacci trasversali di neoformazione solcano il ghiacciaio d'Indren nei pressi della sciovia Roccette, utilizzata per lo sci estivo fino al 1997 (f. P. Piccini, 14.07.2003).

Risorsa e rischio ambientale

I ghiacciai conservano, in forma solida, una importante risorsa di acqua dolce; notevole sia in termini quantitativi che qualitativi (acqua dolce, appunto, con livelli di inquinamento molto bassi). La loro abnorme fusione non può che limitare la futura riserva disponibile, determinante specie nei periodi di siccità estiva per scopi agricoli, civili ed industriali. Le acque di fusione glaciale consentono anche di contribuire all'alimentazione di centrali idroelettriche, produttrici di energia elettrica pulita e ad oggi fonte di circa il 16% del totale prodotto in Italia. I ghiacciai caratterizzano il paesaggio alpino e restano un elemento di attrazione turistica in varie forme: escursionismo, alpinismo, sci, i più noti.

Proprio la creazione di un comprensorio sciistico ad Alagna ha caratterizzato l'economia dell'alta Valsesia negli ultimi decenni, la stessa realizzazione nel 2004 della funivia Pianalunga - Passo Salati è stata fortemente attesa come occasione di rilancio. Lo sci estivo sul ghiacciaio d'Indren, sospeso dopo il 1997, è forse il più chiaro esempio di come lo sfruttamento di questo tipo di risorse ambientali sia comunque subordinato alle condizioni climatiche.

I ghiacciai costituiscono potenzialmente anche un elemento di rischio: la degradazione di aree a *permafrost* presenta il potenziale pericolo della creazione di nicchie di distacco per eventi gravitativi franosi; questo può interessare, nel contesto climatico più recente, aree marginali ai ghiacciai veri e propri. Inoltre, valanghe, crolli e rotte glaciali (improvvisi svuotamenti di serbatoi d'acqua ai margini o entro il ghiacciaio), possono insidiare l'incolumità dei frequentatori e la sicurezza di manufatti, piste da sci, percorsi turistici. La degradazione dei pendii circostanti le masse glaciali è uno dei rischi maggiormente presenti in ambiente alpino nella stagione estiva degli ultimi anni.

Il rischio risulta anche in funzione della vulnerabilità di una data area, specie nel caso di una presenza umana concentrata su di essa; una concentrazione il più delle volte temporanea, viste le modalità di frequentazione dell'ambiente glaciale.

Si è infatti assistito ad un rapido incremento del rischio in ambiente alpino, in parte con motivazioni sociologiche legate all'evoluzione del rapporto uomo-montagna, troppo spesso degenerato in semplice sfruttamento come campo da gioco. Anche la vulnerabilità di una determinata fascia altimetrica è andata acuendosi per cause, appare ormai chiaro, sicuramente climatiche. Su alcuni ghiacciai alpini, particolarmente antropizzati e con installazioni sciistiche si è registrato un aumento del numero di interventi di soccorso, a fronte di una progressiva diminuzione dei passaggi. Più che discutere sull'anamnesi ci troviamo ormai a commentare una patologia glaciale nelle sue varie forme.



La ricerca

La glaciologia è scienza relativamente giovane, sempre più multidisciplinare. Il ghiacciaio oggi viene ormai considerato un sistema integrato, mentre i primi resoconti del XIX secolo possedevano ancora un taglio storico-descrittivo, ed i glaciologi percorrevano queste lande desolate animati da intrepido spirito di esplorazione. Le tecnologie si sono evolute ma lo spirito «curioso» resta il punto imprescindibile per chi vuole accostarsi allo studio di questo affascinante ambiente. Un glaciologo deve oggi possedere conoscenze di fisica, climatologia, geografia, topografia, deve essere un buon camminatore, preferibilmente con qualche esperienza alpinistica, nonché un bravo fotografo.

Considero di grande importanza la continuità storica dei rilievi speditivi cosiddetti tradizionali, comprendenti sia le misure delle variazioni frontali che il rilievo fotografico. Benchè si tratti di modalità con precisione modesta rappresentano il modo più pragmatico e meno costoso per proseguire le serie storiche create nel corso degli anni. Più recentemente, a partire dagli anni 1990, si è cominciato ad utilizzare ricevitori satellitari GPS (*Global Positioning System*) per la definizione dei perimetri glaciali.

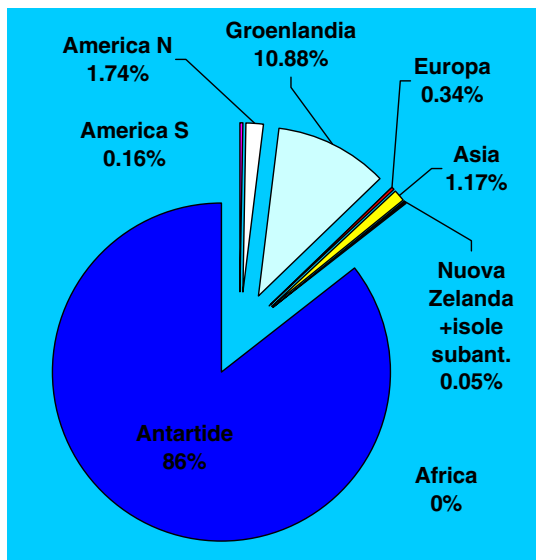
Le variazioni lineari della fronte glaciale, misurabili con diverse tecniche topografiche, forniscono una informazione parziale. Per una corretta valutazione della dinamica di un ghiacciaio occorre determinare il suo bilancio di massa, ovvero il differenza tra la massa acquisita sotto forma di precipitazioni nevose e accumuli di valanga, e quella persa per fusione e crolli esterni al perimetro glaciale. Queste operazioni sono complesse quanto più l'unità glaciale in oggetto risulta vasta e crepacciata: la tecnica tradizionale delle paline ablatometriche infisse nel ghiaccio e le successive analisi stratigrafiche forniscono un dato puntuale, che è possibile integrare con indagini geo-fisiche con le quali misurare lo spes-

Sopra a sinistra, rilievo dei margini frontali del ghiacciaio del Sesia con GPS palmare (f. M. Maggioni, 27.09.2003).

Sopra a destra, Willy Mönsterin, classe 1925: oltre 50 anni di osservazioni glaciologiche sul Monte Rosa. Prosegue con passione presso l'Osservatorio Meteorologico di Gressoney D'Ejola una delle serie climatiche più lunghe e complete dell'arco alpino occidentale. Qui ripreso nei pressi del segnale di misura alla fronte del ghiacciaio d'Indren (f. P. Piccini, 13.09.03).

Sotto, in salita verso il ramo orientale del ghiacciaio delle Piode (f. Casse, 23.09.2005).





I ghiacciai nel mondo occupano complessivamente 15,86 milioni di km² (pari a circa 1.5 volte l'Europa), dei quali l'86% in Antartide e l'11% in Groenlandia. L'Europa possiede poco meno di 54000 km² di superficie glaciale, della quale solo 2900 km² sulle Alpi. In Italia i ghiacciai occupano circa 500 km², due volte l'Isola d'Elba.

sore del ghiaccio e la morfologia del fondo roccioso. La tecnologia del GPS differenziale consente di determinare le dimensioni del solido ghiacciaio e con rilievi annuali successivi determinarne l'evoluzione plani-volumetrica.

L'indagine bibliografica, cartografica ed iconografica consente di reperire dati sulle posizioni assunte dai ghiacciai nel passato recente.

Molte altre tecniche risultano applicabili, tra le più innovative il telerilevamento da satellite e la dendroglaciologia.

Le fluttuazioni glaciali interagiscono con la vegetazione arborea più prossima danneggiandola o distruggendola durante le fasi di avanzata glaciale. Proprio le glaciazioni hanno concorso a formare i molti endemismi presenti sulle Alpi. Viceversa, in conseguenza alle fasi di riscaldamento climatico, la vegetazione è anche in grado di riconquistare le aree liberate dai ghiacciai in ritiro nonché i versanti limitrofi. L'annuale produzione di legno nelle piante segue e registra le variazioni climatiche e ambientali influenti sulla dinamica glaciale, permettendo di leggere nelle cronologie degli anelli di accrescimento, il segnale climatico stesso. La dendro-

glaciologia contribuisce in modo consistente alla ricostruzione della storia glaciale sulle Alpi e, in alcune situazioni, essa rappresenta l'unico metodo in grado di identificare avanzate glaciali le cui tracce geomorfologiche non risultano più visibili (PELFINI, 2006).

Glaciazioni nelle Alpi

La presenza di vasti cordoni morenici frontali e laterali situati nelle zone pedemontane ha permesso di ricostruire l'estensione dei ghiacciai nelle grandi fasi di espansione del Pleistocene (ultimo milione di anni).

Le Alpi, a più riprese, furono sommerse da una coltre di ghiaccio che raggiungeva anche uno spessore di 2000 m, dalla quale emergevano solo le cime più elevate, il limite delle nevi fu di oltre 1200 m più basso.

I ghiacciai spingevano le loro lingue fino in pianura, tanto che le fronti si arrestarono a poche decine di chilometri dalle attuali Torino, Milano e Verona: le colline del Canavese (ad esempio la Serra di Ivrea), della Brianza e del Garda (anfiteatro morenico della Val d'Adige) ne sono la testimonianza. L'ultimo massimo glaciale (LGM = *Last Glacial Maximum*) ebbe il suo culmine attorno a 20.000 anni fa. Le avanzate glaciali alpine dovettero essere abbastanza rapide: con il progressivo abbassamento del limite delle nevi si ampliarono le aree di alimentazione. Ad accelerare l'avanzata delle fronti contribuì anche il realizzarsi di condizioni climatiche sempre più favorevoli alla conservazione delle precipitazioni nevose. Infatti, quando l'area coperta dai ghiacciai diventa sufficientemente estesa e continua, essa incide sull'albedo e sulla temperatura della massa d'aria sovrastante che, raffreddandosi, crea condizioni più favorevoli all'alimentazione ed alla permanenza al suolo della neve.

L'azione erosiva esercitata dalle potenti lingue glaciali che scendevano dalle Alpi, la cosiddetta sovraescavazione glaciale, ha lasciato una significativa impronta nella morfologia locale: si tratta di profondi solchi vallivi occupati talora dai laghi prealpini.

Ai fini dell'indagine glaciologica particolare importanza rivestono le morene tardiglaciali, deposte alla fine dell'ultimo massimo glaciale, fra 14000 e 8000 anni fa circa, nelle parti più interne delle valli e nelle vicinanze delle attuali zone glacializzate. In un periodo di vero e proprio disfaccimento dei grandi ghiacciai vallivi, esse testimoniano temporanei episodi di avanzata.