

# Ghiacciai del Ticino

## 1. Cos'è un ghiacciaio

### Il ghiacciaio

Il ghiacciaio è una massa di ghiaccio in movimento che si è formato con il metamorfismo della neve accumulata nel corso degli anni. Questa neve, che ha resistito a più periodi di fusione (estati), si è compattata fino a diventare ghiaccio e contiene inclusioni di gas (essenzialmente bolle d'aria), sostanze organiche (pollini, frammenti vegetali, insetti) e inorganiche (polveri, fuliggine, inquinanti). La sua superficie può essere in parte ricoperta di detriti rocciosi (morene).



### Formazione del ghiaccio

Il ghiaccio ha origine dal metamorfismo della neve fresca che è costituita da cristalli di ghiaccio di svariate forme e, a causa dell'elevato contenuto d'aria, è caratterizzata da una densità bassa (ca. 100 kg/m³). Il processo di formazione del ghiaccio avviene, con il passare del tempo, nella zona d'accumulo: la sovrapposizione di più strati comprime la neve in profondità, ciò comporta l'espulsione della maggior parte dell'aria e la trasformazione del manto nevoso in nevato e quindi in ghiaccio, con una densità prossima a 900 kg/m³.



## 2. Dinamica glaciale

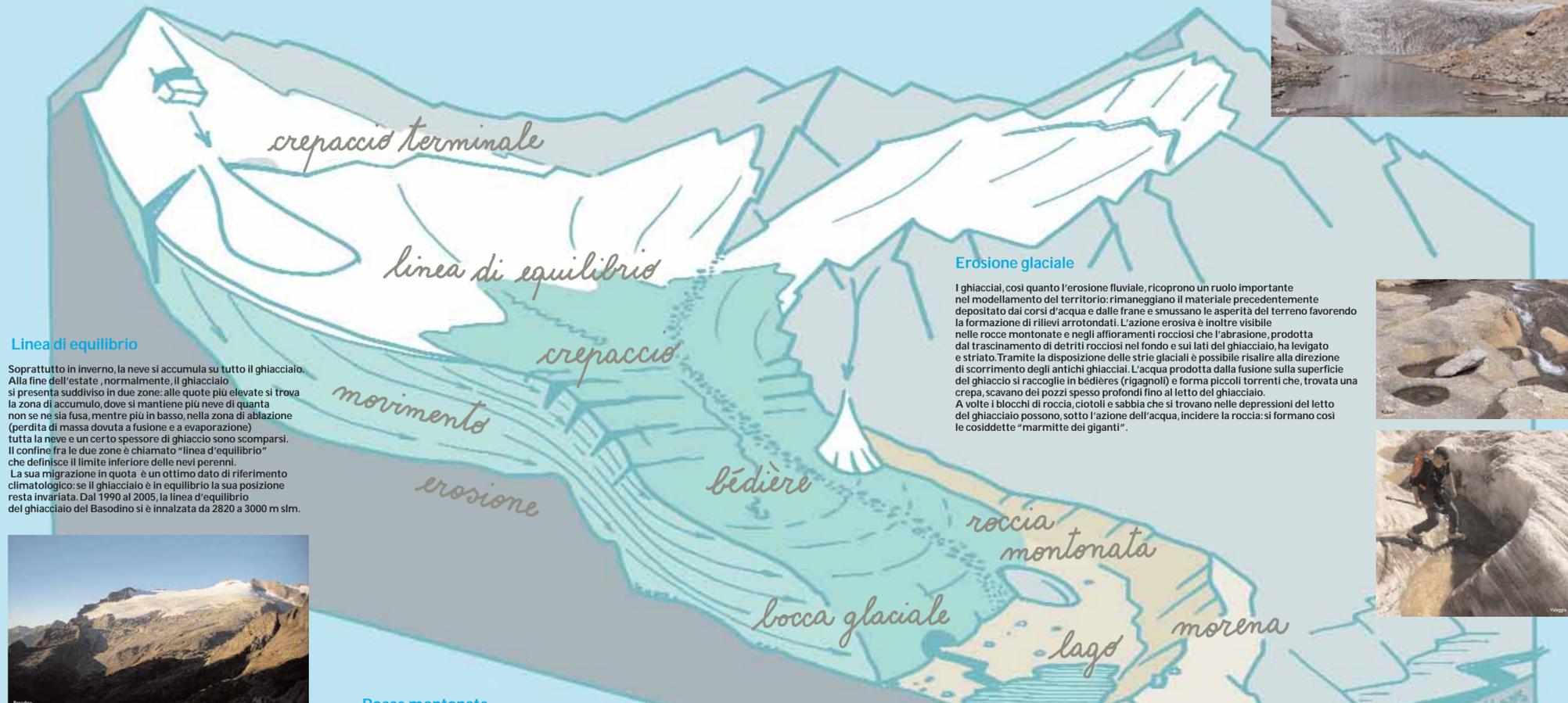
### Movimento

Contrariamente alle apparenze, il ghiacciaio si muove per gravità sotto la spinta della propria massa, defluendo dalla zona d'accumulo alla zona d'ablazione. La velocità di scorrimento dipende dalla morfologia del terreno, dalla ripartizione del volume del ghiaccio (uno spessore importante genera pressioni e velocità elevate) e dalla quantità d'acqua presente nell'interfaccia tra ghiaccio e substrato roccioso. La velocità di scorrimento è maggiore in estate in quanto l'acqua, che agisce da lubrificante, è più abbondante a causa della fusione del ghiaccio in superficie, mentre, in inverno, è ridotta o assente. Il ghiacciaio in movimento si comporta come una massa plastico-viscosa: la velocità di scorrimento è influenzata dall'attrito con il terreno, risultando così più elevata in superficie e al centro del ghiacciaio.



### Laghi glaciali

A volte le acque di fusione del ghiaccio danno origine a laghi che si possono formare o davanti e di lato (proglaciali), o sulla superficie (epiglaciali) o all'interno del ghiacciaio (endoglaciali). Lo svuotamento improvviso di grandi laghi alpini è stato causa di numerose tragedie (Gétiroz, VS, 1595, 1818).



### Linea di equilibrio

Soprattutto in inverno, la neve si accumula su tutto il ghiacciaio. Alla fine dell'estate, normalmente, il ghiacciaio si presenta suddiviso in due zone: alle quote più elevate si trova la zona di accumulo, dove si mantiene più neve di quanta non se ne sia fusa, mentre più in basso, nella zona di ablazione (perdita di massa dovuta a fusione e a evaporazione) tutta la neve e un certo spessore di ghiaccio sono scomparsi. Il confine fra le due zone è chiamato "linea d'equilibrio" che definisce il limite inferiore delle nevi perenni. La sua migrazione in quota è un ottimo dato di riferimento climatologico: se il ghiacciaio è in equilibrio la sua posizione resta invariata. Dal 1990 al 2005, la linea d'equilibrio del ghiacciaio del Basodino si è innalzata da 2820 a 3000 m slm.



### Erosione glaciale

I ghiacciai, così quanto l'erosione fluviale, ricoprono un ruolo importante nel modellamento del territorio: rimangono il materiale precedentemente depositato dai corsi d'acqua e dalle frane e smussano le asperità del terreno favorendo la formazione di rilievi arrotondati. L'azione erosiva è inoltre visibile nelle rocce montonate e negli affioramenti rocciosi che l'abrasione, prodotta dal trascinamento di detriti rocciosi nel fondo e sui lati del ghiacciaio, ha levigato e striato. Tramite la disposizione delle strie glaciali è possibile risalire alla direzione di scorrimento degli antichi ghiacciai. L'acqua prodotta dalla fusione sulla superficie del ghiaccio si raccoglie in bédieres (rigagnoli) e forma piccoli torrenti che, trovata una crepa, scavano dei pozzi spesso profondi fino al letto del ghiacciaio. A volte i blocchi di roccia, ciottoli e sabbia che si trovano nelle depressioni del letto del ghiacciaio possono, sotto l'azione dell'acqua, incidere la roccia: si formano così le cosiddette "marmite dei giganti".



### Crepacchi e seracchi

Il ghiaccio si adatta alla morfologia del pendio sul quale scorre e reagisce alle tensioni provocate dai cambiamenti di pendenza o di direzione, formando crepacchi (fonditure nel ghiaccio) e seracchi (torri di ghiaccio separate da famiglie di crepacchi); questi ultimi possono crollare improvvisamente originando pericolose valanghe di ghiaccio (Allalin, VS, 1965).



### Rocce montonate

Il graduale movimento del corpo glaciale genera un'azione erosiva sul letto roccioso e lungo i fianchi vallivi. Lo scioglimento dei ghiacci libera spesso delle rocce montonate disseminate a gruppi. Questi dossi rocciosi hanno un profilo asimmetrico: la parte a monte levigata e striata dall'abrasione prodotta dai detriti rocciosi inglobati nel ghiaccio e la parte a valle rugosa (irregolare) e ripida a causa dello sradicamento di materiale da parte del ghiacciaio. La presenza di strie glaciali sulla superficie levigata associata alla forma asimmetrica delle rocce montonate indica la direzione di movimento del ghiacciaio. (Ghiacciaio Crosina Grande o "Campo Tencia", Val Leventina).



### Trasporto di materiale, le morene

Il ghiaccio, in costante movimento dalla zona d'accumulo a quella di ablazione, trasporta detriti rocciosi di varia pezzatura provenienti dai pendii circostanti o asportati dal letto del ghiacciaio. Il trasporto avviene soprattutto in superficie e sui lati. Il materiale, così depositato lateralmente e davanti al ghiacciaio dà origine alle morene che, in base alla loro posizione, sono definite laterali o frontali. Il congiungimento di due morene laterali origina una morena mediana. La morena frontale segna il limite di massimo avanzamento del ghiacciaio e l'accumulo di materiale è tanto più grande quanto più lungo è stato il periodo di permanenza della lingua glaciale sul posto. Le grandi morene degli stadi di massima

espansione dei ghiacciai nella Piccola Era Glaciale (1300 - 1850 ca.) e i limitati depositi del ventesimo secolo sono ben visibili in prossimità degli attuali ghiacciai ticinesi. Più difficili da identificare sul territorio, poiché erose e ricoperte da vegetazione, sono invece le morene depositate dalle glaciazioni antiche, presenti in prevalenza nel Sottoceneri e nel territorio italiano limitrofo. In Ticino, oltre alle morene, troviamo numerosi massi erratici (blocchi di roccia di decine e anche centinaia di m³) trasportati per lunghe distanze dai ghiacciai durante l'ultima era glaciale (terminata ca. 18'000 anni fa).



## 3. Variazione e evoluzione

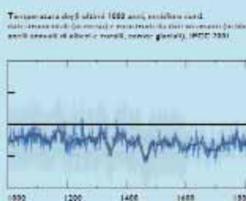
### Ubicazione

Durante l'ultima Era Glaciale i ghiacciai del Ticino erano riuniti in un'unica estesa massa di ghiaccio che si spingeva a Sud fino oltre Como. Lo spessore del ghiaccio era di 1500 m sopra Bellinzona e 900 m sopra Lugano. Oggi, i ghiacciai ticinesi sono una settantina e ricoprono lo 0.4 % ca. del territorio cantonale.



### Evoluzione in corso

Dalla fine della Piccola Era Glaciale (1850 ca. momento che coincide con la nascita della glaciologia moderna) al 2005, nelle Alpi è stato registrato un rialzo di temperatura di oltre 1 °C. Durante questo periodo, i ghiacciai delle Alpi ticinesi sono diminuiti di ca. 2/3 in lunghezza, di ca. 3/5 in superficie e di ca. 3/4 in volume. Nel resto della Svizzera la diminuzione è stata di ca. 1/3 in lunghezza, di ca. 2/5 in superficie e di ca. 3/5 in volume. Con il persistere di questa tendenza, i ghiacciai di piccole dimensioni come quelli ticinesi scompariranno in pochi anni.

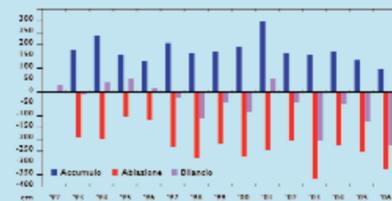


Il ghiacciaio Bresciana nel 1929... e nel 2005.



### Bilancio di Massa

Il bilancio di massa calcola la differenza tra l'accumulo (aumento di massa dovuto alle precipitazioni nevose) e l'ablazione che avviene sull'arco dell'anno idrologico (ottobre - settembre). Un bilancio positivo nel corso più anni consecutivi determina l'avanzata del ghiacciaio, un bilancio negativo ne determina il ritiro. Quando il bilancio è pari a zero o quando i valori si annullano durante gli anni, il ghiacciaio si trova in equilibrio. Il fronte di un ghiacciaio di piccole dimensioni reagisce in pochi anni ai cambiamenti di massa, mentre quello di un ghiacciaio più esteso ha un tempo di reazione più lungo, anche decennale. In Ticino, l'unico ghiacciaio di cui si effettua il bilancio di massa è il Basodino, il cui andamento risulta negativo a partire dal 1998.



### Misurazioni

Per ricostruire l'estensione dei ghiacciai nel passato, sono utilizzati approcci diversi: da un lato l'analisi di testi, l'esame di dipinti o di foto, dall'altro lo studio geomorfologico di terreno grazie all'esame di morene, strie, ecc. Dalla seconda metà dell' '800 sono state effettuate le misurazioni dirette delle variazioni frontali mentre per allestire i bilanci di massa, solitamente nel '900 sono iniziate le misure con l'aiuto di foto, carte e modelli. Attualmente anche la glaciologia si basa su tecnologie più moderne, come la fotogrammetria, le elaborazioni radar e satellitari. Nel 2005, per la prima volta in Ticino, grazie a un radar elettrico trainato su slitta, è stata misurata la profondità del ghiacciaio del Basodino, che è risultata mediamente sui 25 m.



Sarà questo lo scenario futuro dei Ghiacciai in Ticino?