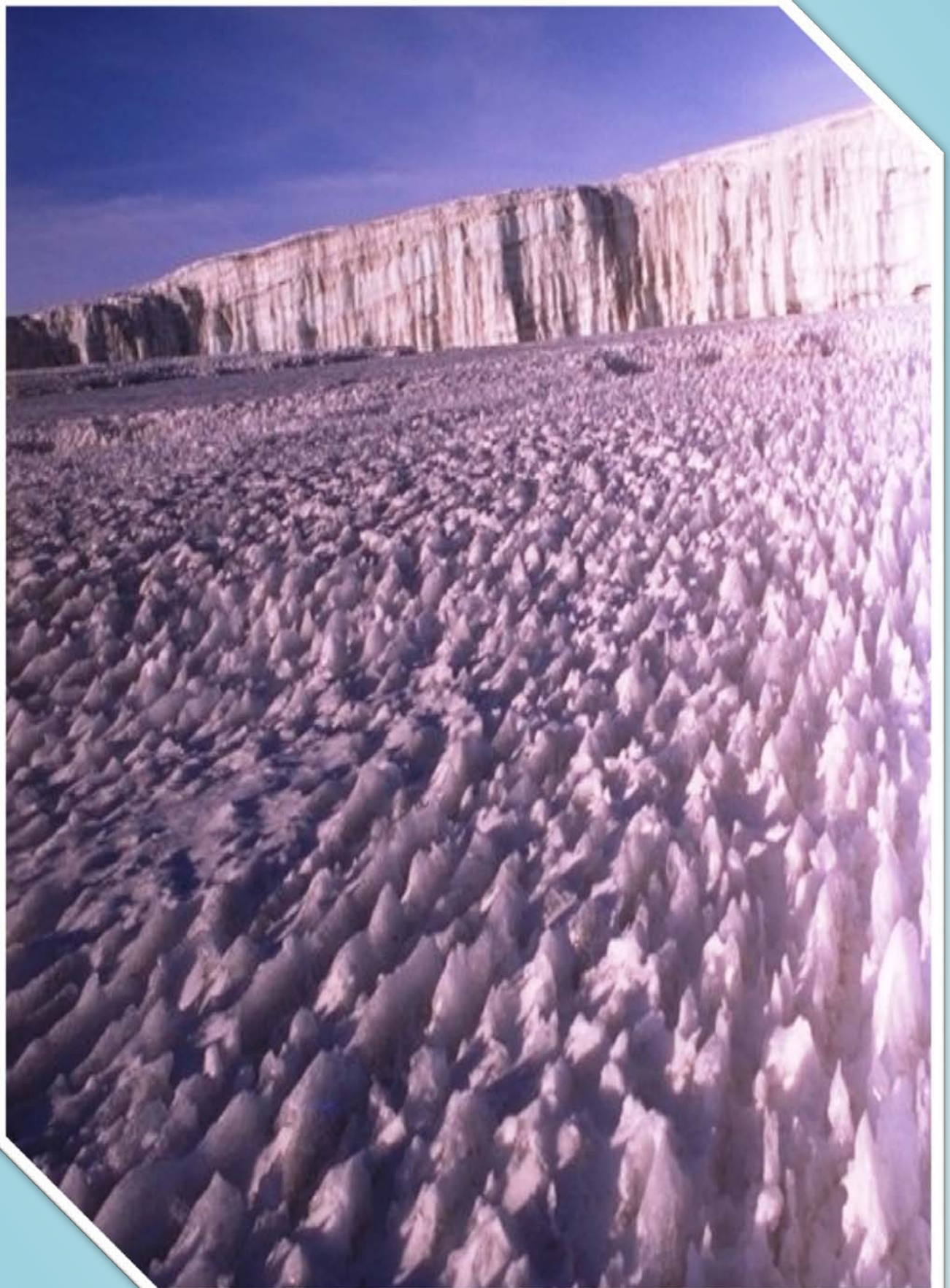


# GHIACCIAI



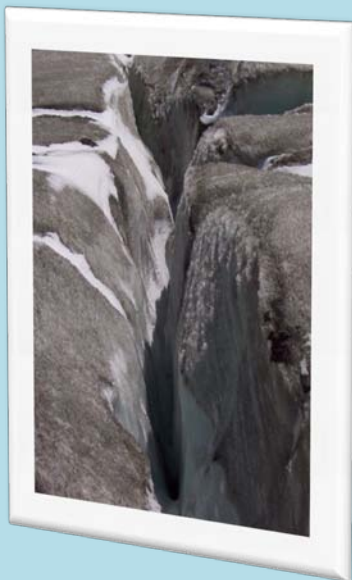
## ORIGINI

---

Si pensa che 20.000 anni fa i ghiacciai ricoprissero circa il 32% delle terre emerse. Attualmente occupano il 10% della superficie terrestre e costituiscono di gran lunga il più grande serbatoio d'acqua dolce sulla terra. Perché si cominci a formare un ghiacciaio, è necessario che la quantità di neve che cade e che si accumula nell'arco di un anno, superi la quantità di quella che viene persa per fusione o sublimazione (cioè passando direttamente dallo stato solido a quello gassoso) cioè vi sia un effettivo accumulo perenne nell'intero anno. Questo avviene nelle zone polari e di alta montagna, dove la temperatura rimane bassa tutto l'anno e le precipitazioni nevose sono abbondanti. La neve si accumula nel tempo al di sopra di una quota detta Limite delle nevi permanenti; a quote più basse generalmente tutta la neve fonde nel corso dell'anno. Il limite delle nevi perenni dipende sia dalla temperatura che dall'intensità delle precipitazioni nevose. All'equatore è di circa 4.500 m, mentre verso i poli si abbassa fino al livello del mare; sulle Alpi esso varia tra i 3.100 m della Valle d'Aosta, dove le precipitazioni sono più scarse, e i 2.500 m del Friuli, dove invece sono più abbondanti.

## LA NEVE DIVENTA GHIACCIO

---



Al di sopra del limite delle nevi permanenti, i fiocchi di neve soffici e leggerissimi a causa dell'inclusione di grandi quantità di aria (densità 0.18937246 g/cm<sup>3</sup>) col tempo si accumulano e si compattano sotto l'azione combinata del proprio peso e del processo di metamorfismo dei cristalli di ghiaccio le quali portano ad espellere l'aria contenuta negli interstizi e a formare aggregati via via più densi: prima la neve granulare (0.3 g/cm<sup>3</sup>) e poi, dopo una estate, il Firn (0.5 g/cm<sup>3</sup>). La completa trasformazione in ghiaccio (0.9 g/cm<sup>3</sup>) è un processo ancora più lento che può richiedere anche più di 100 anni e avviene per compattazione della neve sotto accumuli di decine di metri di spessore. Nei ghiacciai delle zone temperate il processo è accelerato dall'eventuale fusione della neve durante il dì e dalla successiva trasformazione per congelamento, direttamente in ghiaccio, durante la notte dell'acqua formatasi. Occorrono comunque in media cinque anni perché si formi ghiaccio sotto un accumulo di neve spesso una ventina di metri.

## MORFOLOGIA

---

La parte superiore di un ghiacciaio è il bacino collettore, separato dalla linea di equilibrio dall'area di ablazione dove avviene la riduzione della massa glaciale per fusione o evaporazione. Normalmente l'area di ablazione assume una forma allungata, detta

lingua glaciale. La parte più bassa della lingua glaciale prende il nome di fronte del ghiacciaio. Le caratteristiche geomorfologiche dei ghiacciai sono dovute essenzialmente al loro scorrimento verso valle: la forza di gravità causa la spinta verso il basso e l'attrito delle rocce vi si oppone. Si formano così morene e crepacci.

## TIPI DI GHIACCIAIO

---

Si possono distinguere due tipi di ghiacciaio:

calotte glaciali continentali o regionali (definiti anche con il termine norvegese inlandsis)

ghiacciai montani o locali

I ghiacciai montani a loro volta si possono sommariamente distinguere in:

pirenaici: di forma circolare o semicircolare senza una lingua glaciale evidente

alpini: formati da un solo bacino collettore (zona di accumulo) e da una sola lingua glaciale

himalayani: formati da due o più bacini collettori che danno luogo a lingue glaciali distinte che confluiscono in una sola lingua generalmente di notevole estensione

scandinavi: formati da un solo bacino collettore da cui defluiscono più lingue glaciali sui versanti opposti del rilievo su cui sono posti

alaskani: che derivano dalla confluenza di più lingue glaciali che percorrono valli più o meno parallele e che si saldano fra loro allo sbocco vallivo sino a formare un unico grande corpo glaciale

## Moto

---

I ghiacciai tendono a muoversi verso valle: mentre il nucleo del ghiacciaio scorre verso



altitudini inferiori, ogni punto del ghiacciaio può spostarsi in misura e direzione diverse. Il moto complessivo è dovuto alla forza di gravità e la velocità di scorrimento in ogni parte del ghiacciaio è condizionata da fattori molteplici. Il ghiaccio si comporta come un solido fragile se il suo spessore non raggiunge i 50 metri. La pressione sul ghiaccio è responsabile del flusso plastico in misura maggiore rispetto alla profondità. Il ghiaccio è costituito da strati di molecole sovrapposti, con legami relativamente deboli tra di essi.

Quando la forza peso esercitata dallo strato superiore controbilancia la forza di legame tra uno strato e l'altro, quest'ultimo si muove più velocemente dello strato inferiore. Un altro tipo di movimento, tipico dei ghiacciai temperati, è lo slittamento basale: in questo processo, l'intero ghiacciaio si sposta sul terreno su cui poggia, lubrificato dall'acqua di disgelo. Dal momento che la pressione cresce verso la base del ghiacciaio, il punto di fusione dell'acqua si abbassa e il ghiaccio si fonde. Anche l'attrito tra il ghiaccio e la roccia e il calore geotermico proveniente dall'interno della Terra contribuiscono alla fusione del ghiaccio. Il flusso di calore geotermico aumenta al crescere dello spessore del ghiacciaio.

## Legge di Somigliana

---

Per calcolare la velocità superficiale di un ghiacciaio può essere utilizzata la legge di Somigliana introdotta dal fisico italiano Carlo Somigliana (Como, 1860 - Torino, 1955). La velocità, infatti, dipende in modo diretto dallo spessore del ghiacciaio considerato, dalla presenza di acqua tra il ghiaccio e il letto roccioso, oltre che dall'inclinazione e dalla morfologia e dall'asperità del fondo.

Da questa legge si è giunti a una nuova formula, che contempla anche lo sforzo di taglio basale, cioè la componente dello sforzo parallela alla superficie del letto roccioso. Inoltre la velocità dipende anche dalla densità del ghiaccio, dal suo spessore e dall'accelerazione di gravità: dove  $\rho$  rappresenta la densità del ghiaccio,  $\mu$  il coefficiente di viscosità del ghiacciaio,  $\alpha$  l'angolo di inclinazione del fondo roccioso mentre  $L$  e  $M$  sono, rispettivamente, il semiasse orizzontale e il semiasse verticale della



semiellisse che forma la sezione trasversa del ghiacciaio (semilarghezza e spessore).

Questa legge può essere inoltre impiegata per calcolare lo spessore del ghiacciaio, conoscendone la velocità di spostamento o la pendenza della parete rocciosa sottostante. La misura dello spessore viene oggi misurata in modo diretto, attraverso perforazioni (con costi elevati) o indirettamente

attraverso sondaggi geofisici che sfruttano la propagazione di onde elettromagnetiche.

## Fusione dei ghiacciai

---

Negli ultimi decenni, con lo sviluppo delle teorie sul riscaldamento globale, è stato sollevato il problema che i ghiacciai della Terra sono a rischio di estinzione: l'aumento della temperatura globale può infatti aumentare sensibilmente la quota delle nevi perenni e

anche determinare una fusione più rapida del manto nevoso. Ad essere più a rischio sono i piccoli ghiacciai, soprattutto nelle Alpi o nelle catene montuose moderatamente elevate e poste a medie e basse latitudini, dal momento che essi hanno un equilibrio decisamente più fragile, rispetto a quello himalayano o del Polo Sud. In particolare i ghiacciai delle medie latitudini si dimostrano particolarmente sensibili alle ondate di calore durante la stagione estiva pur in un contesto eventuale di media termica nella norma sul lungo periodo: il ghiaccio fuso infatti non torna neve se il successivo ripristino delle medie termiche attraverso la compensazione avviene con un periodo freddo ma secco ovvero senza precipitazioni nevose.

