

Corso di Scialpinismo 2022

# Nivologia e riduzione del rischio valanghe

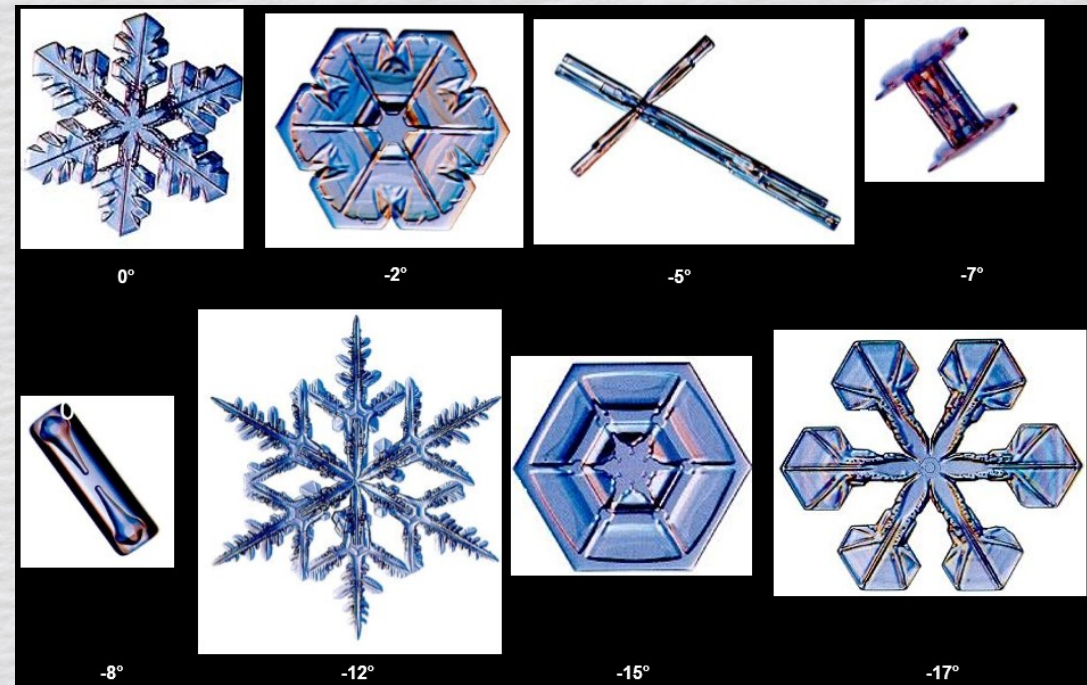


# Obiettivo

- Capire come si forma la neve e come si trasforma
- Valutare l'effetto degli elementi naturali sulla stabilità del manto nevoso
- Esaminare le condizioni che favoriscono il distacco di valanghe
- Ridurre il rischio durante la gita scialpinistica

# Formazione della neve

- Si forma all'interno delle nuvole
  - temperatura, umidità e nuclei di condensazione
- Si formano cristalli esagonali
  - migliaia di forme diverse



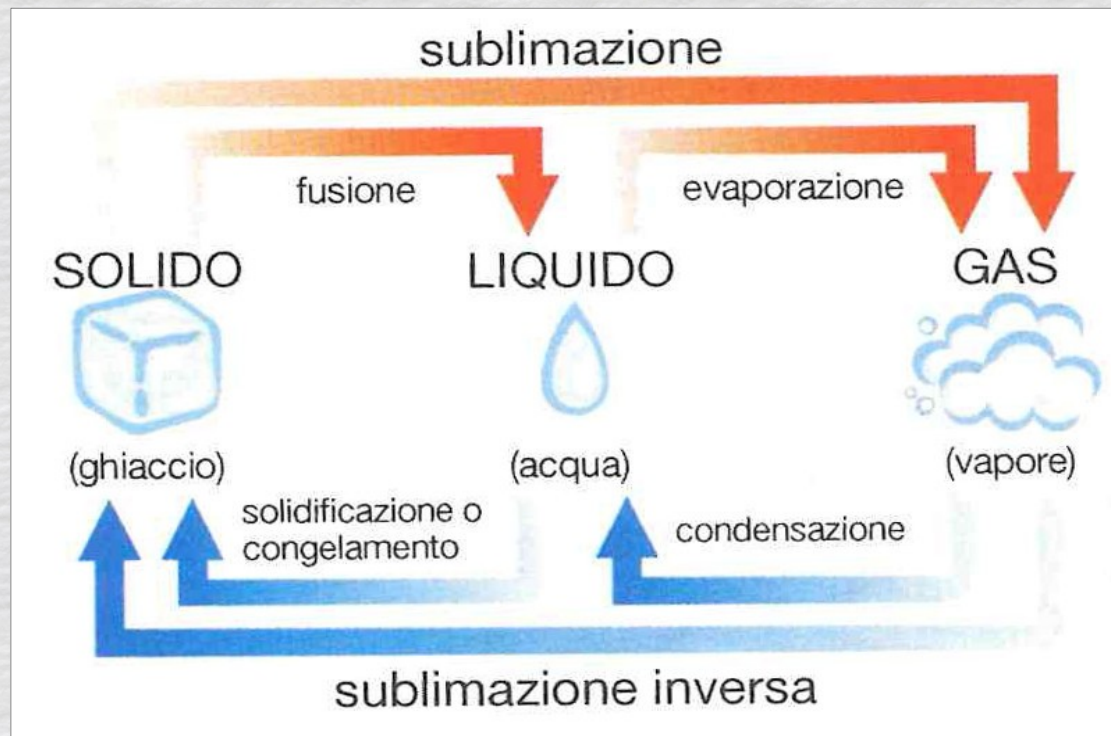
# Formazione della neve

- I cristalli cadendo si legano e formano fiocchi
- Se i cristalli attraversano aria a temperatura maggiore di  $0^{\circ}$  mantengono per un po' la loro forma
- Limite nevicato 300-400m sotto l'isoterma  $0^{\circ}$
- I fiocchi cadono a terra e perdono le ramificazioni

# Formazione della neve

## La neve è un materiale complesso

- acqua, ghiaccio, vapore e aria
- passaggi di stato giocano un ruolo importante nel metamorfismo del manto nevoso



# Superficie del manto nevoso

## Neve fresca

- precipitazioni con poco vento  
superficie uniforme e di uguale  
spessore
- asciutta
- umida

# Superficie del manto nevoso

## Ventata

- forte vento durante o dopo la precipitazione
- si formano sastrugi e accumuli
- lastroni duri
- può diventare portante

# Superficie del manto nevoso

## Ventata

- accumuli da vento
- lastroni soffici



# Superficie del manto nevoso

## Cornici da vento

- indicano la direzione predominante del vento
- possono essere cave e pericolose
- si formano sulle creste

# Superficie del manto nevoso

## Crosta da rigelo

- apporti di calore (fusione) e rigelo notturno
- portanti o non portanti
- salite e discese difficoltose

# Superficie del manto nevoso



## Neve primaverile

- ha subito processi di fusione e rigelo
- neve dura, di notte o primo mattino
- firn, appena sgelata in superficie
- neve marcia con forte presenza di acqua

# Superficie del manto nevoso

## Erosione da pioggia

- acqua aumenta il peso del manto nevoso
- scorre tra gli strati e li lubrifica/scava
- esternamente si presenta con dei solchi

# Superficie del manto nevoso

## Brina di superficie

- cristallo che si forma al suolo durante notti fredde e serene
- vapore atmosferico sublima a contatto con la neve
- strato ideale di slittamento delle valanghe

## Brina opaca (galaverna)

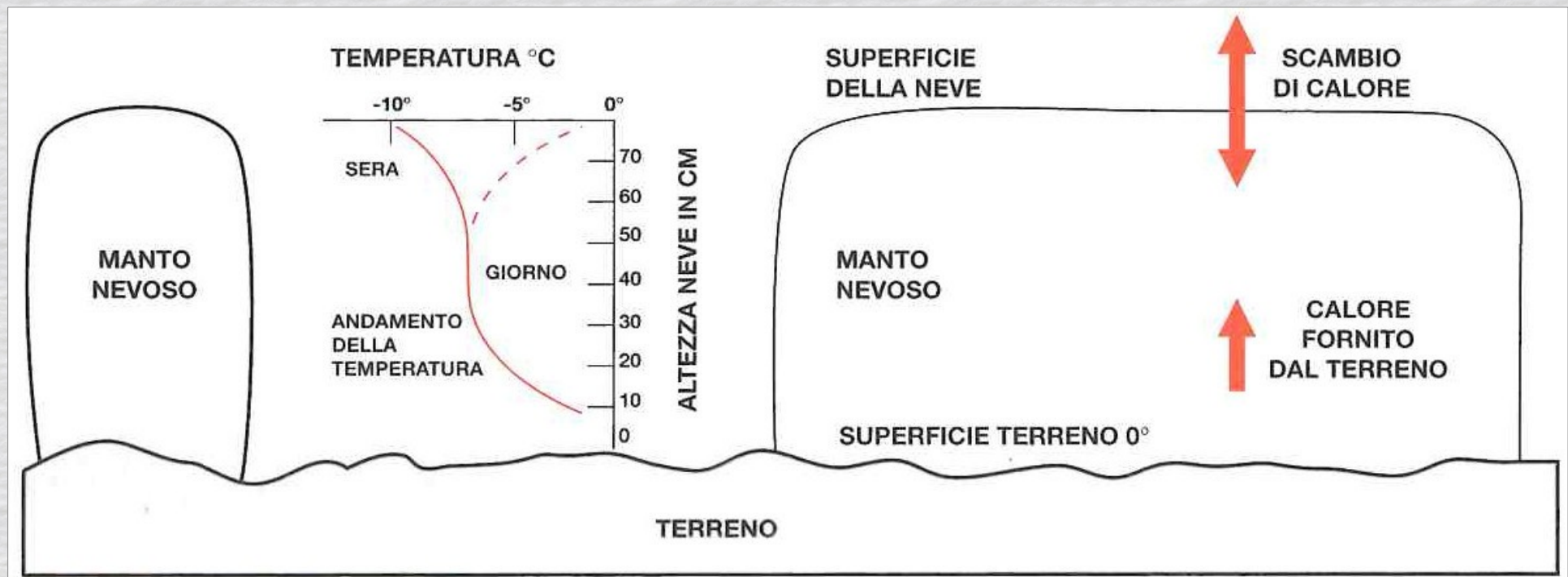
## Fattori che influenzano il manto nevoso

- pressione
  - nuove precipitazioni, valanghe, caduta materiale roccioso
- temperatura
  - dell'atmosfera e all'interno del manto nevoso
  - flusso geotermico
  - irraggiamento
- pioggia
- nebbia
- vento

## Manto nevoso

- costituito strati con caratteristiche diverse (densità, temperatura, tipo di grano, spessore e durezza)
- all'interno di uno strato i grani sono collegati da "colli"
- maggiore è la dimensione dei colli maggiore è il legame tra i grani

## Temperatura all'interno del manto nevoso

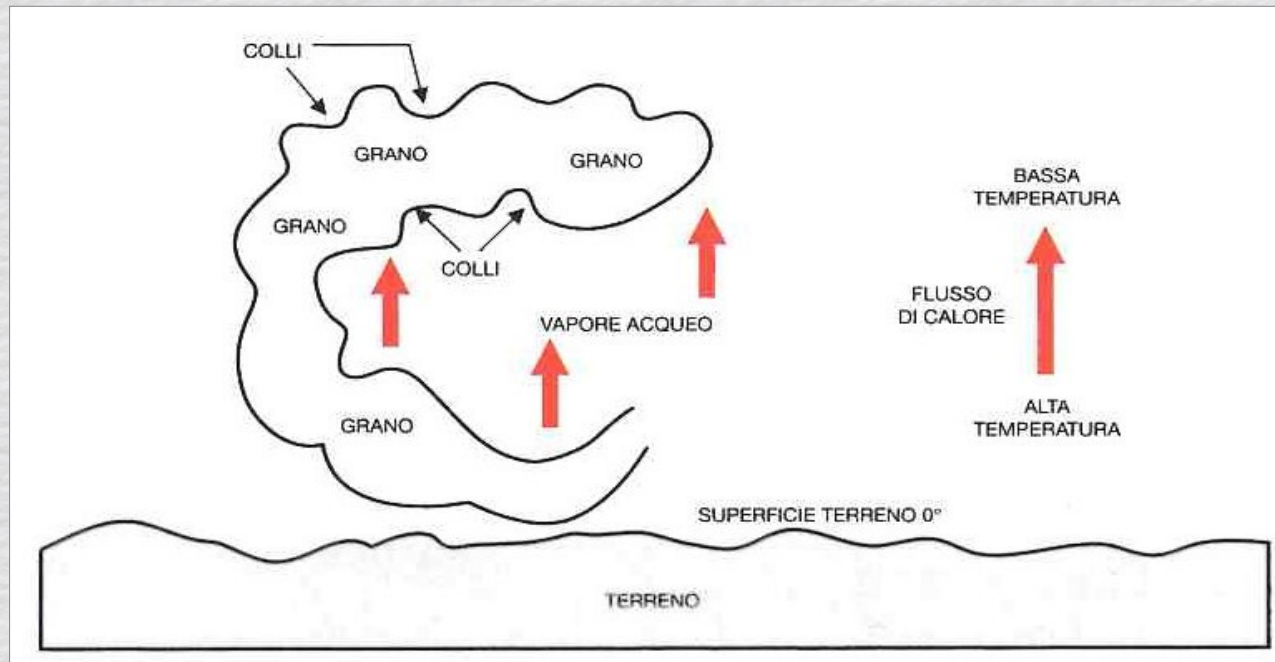




# Evoluzione del manto nevoso

## Metamorfismo da gradiente di temperatura (GT) della neve asciutta

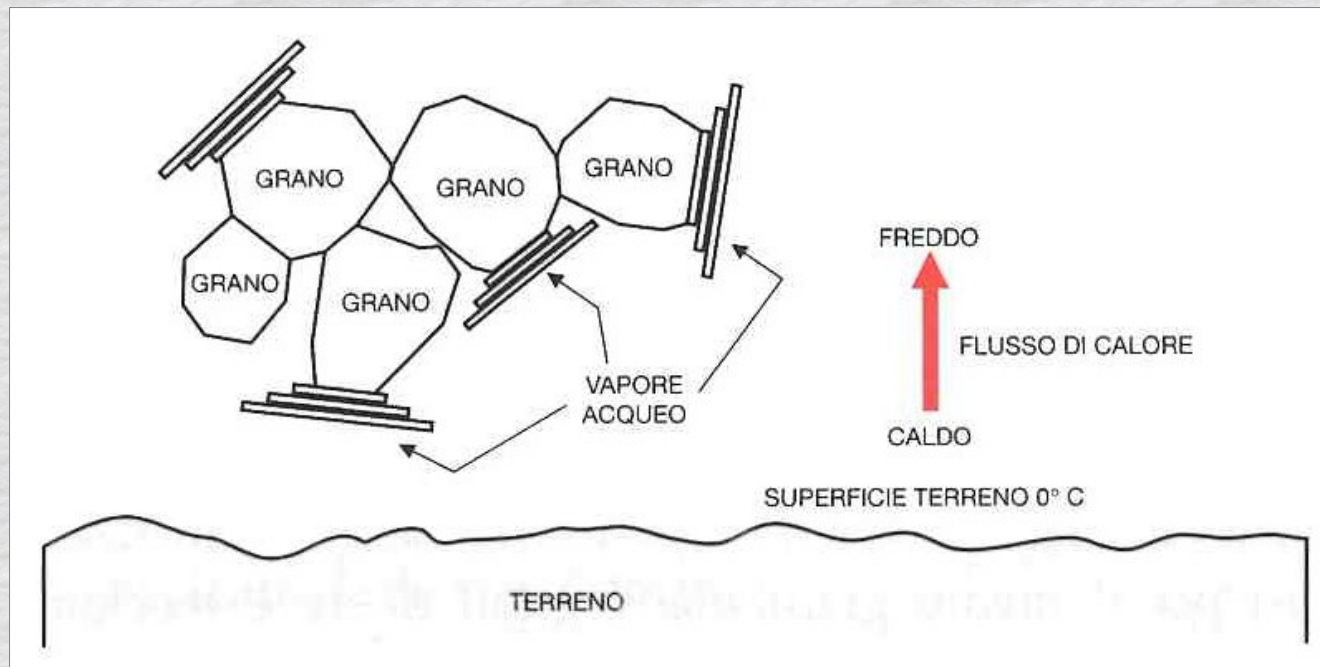
- debole gradiente  $GT < 5 \text{ } ^\circ\text{C/m}$
- molecole di acqua si trasferiscono dalle parti convesse (superfici grani) ai colli (parti concave)



# Evoluzione del manto nevoso

## Metamorfismo da gradiente di temperatura (GT) della neve asciutta

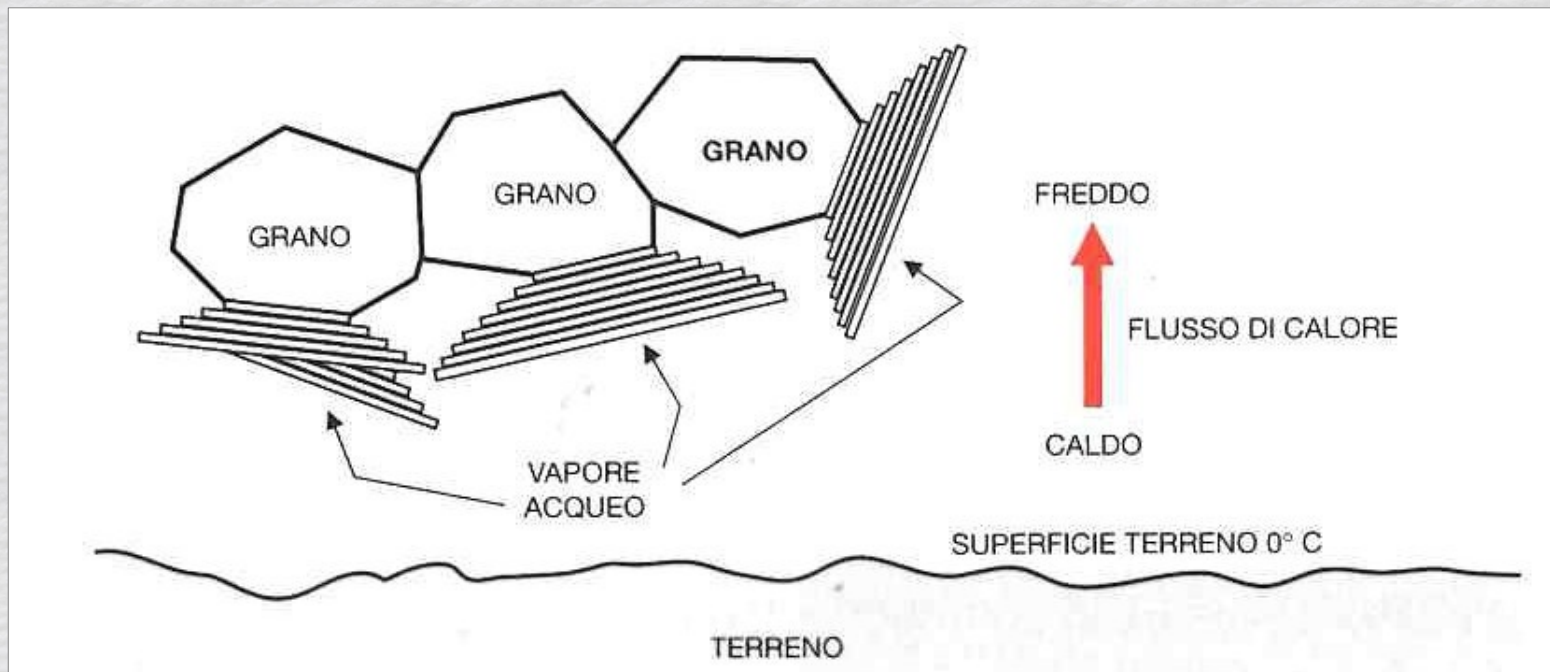
- medio gradiente  $5\text{ °C/m} < GT < 20\text{ °C/m}$
- aumento dimensione dei grani
- produce cristalli sfaccettati



# Evoluzione del manto nevoso

## Metamorfismo da gradiente di temperatura (GT) della neve asciutta

- forte gradiente  $GT > 20 \text{ }^\circ\text{C/m}$  (poca neve, basse temperature, luoghi all'ombra, terreno con vegetazione)
- produce cristalli a forma di calice (brina di profondità) che spariscono solo alla fusione della neve



# Evoluzione del manto nevoso

## Metamorfismo da fusione e rigelo

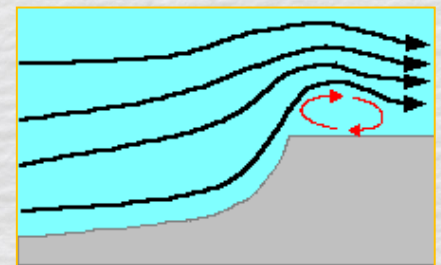
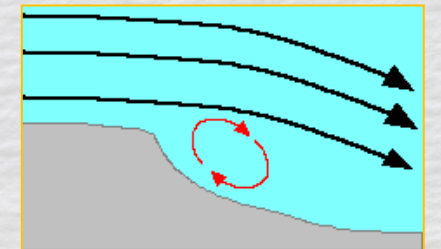
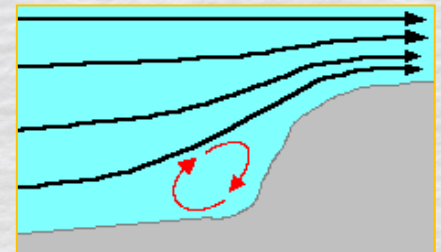
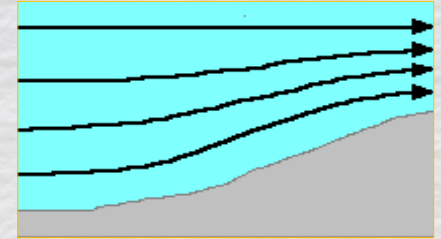
- acqua liquida all'interno della neve
- temperatura prossima a 0 °C
- acqua
  - percola all'interno del manto nevoso
  - fonde i grani piccoli
  - riempie le aree vuote
  - ricopre i grani con una pellicola
- si formano grani di fusione e rigelo
- rigelo coinvolge solo gli strati superficiali
- porta prima al consolidamento e poi alla scomparsa del manto nevoso

# Evoluzione del manto nevoso

## Vento

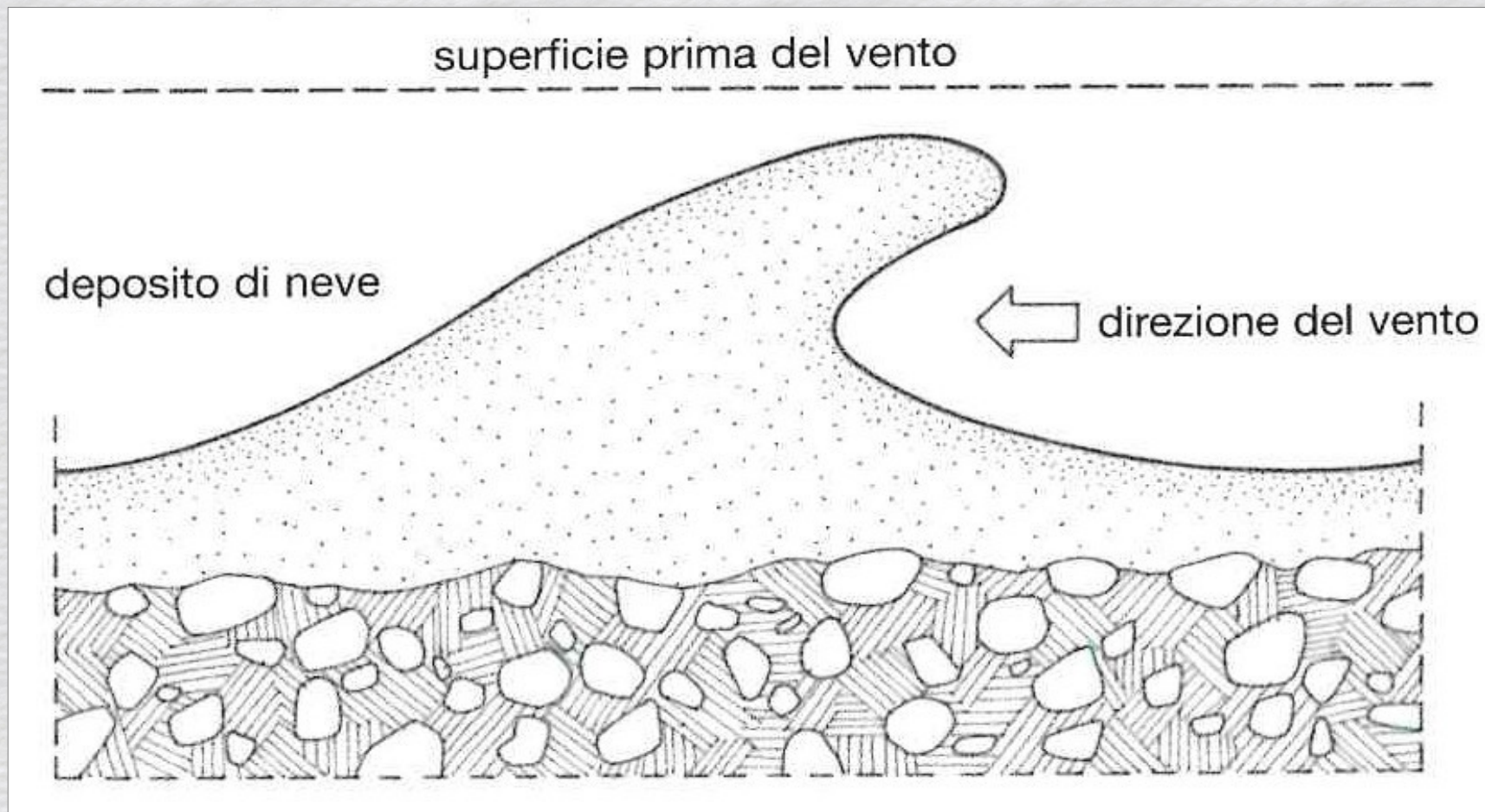
- crea accumuli
- alla base delle zone ripide dei pendii, sopra e sottovento
- sulle creste (cornici)
- nei canali
- nei terrazzamenti
- nelle radure tra zone boschive
- ovunque vi possa essere una variazione della velocità del vento
- i cristalli frantumati dal vento hanno dimensione 1/10 di quelli originali, quando si impaccano formano uno strato di densità maggiore di quello sottostante

**Il vento in quota non è indicativo del vento al suolo e dipende dalla morfologia del terreno**

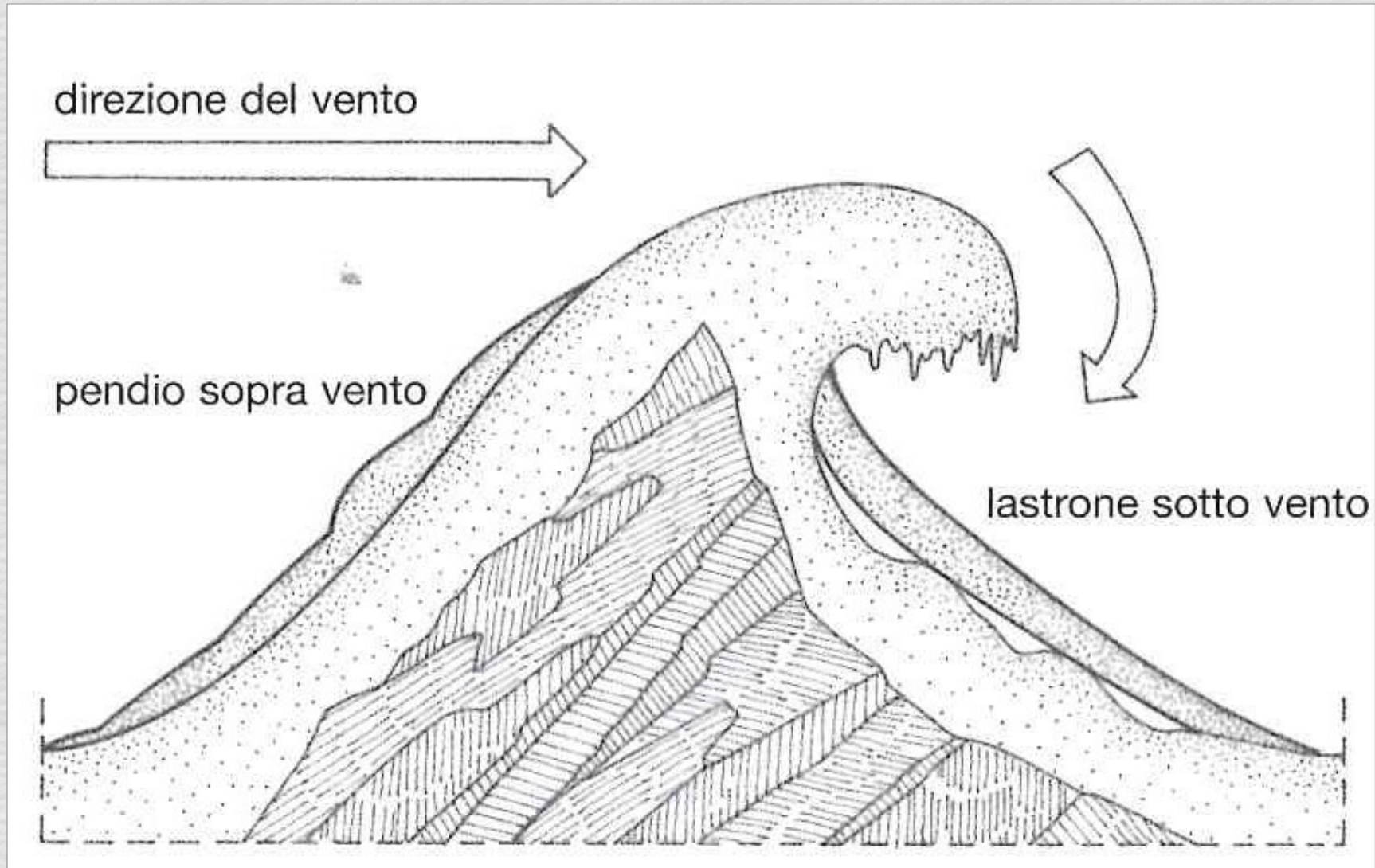


# Evoluzione del manto nevoso

## Effetto del vento sulla neve al suolo, creazione dei sastrugi



## Formazione di lastroni e accumuli

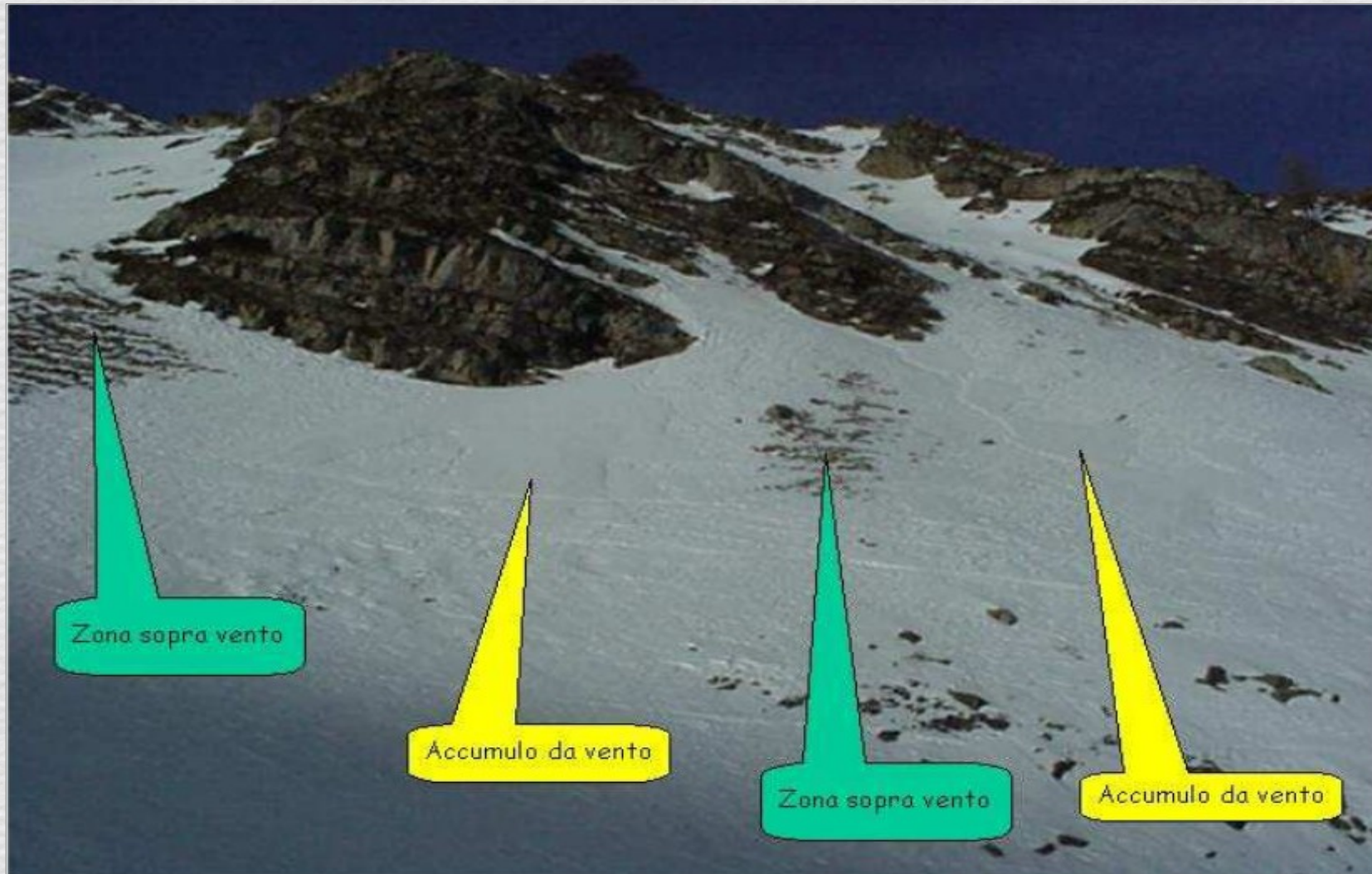


## Formazione di lastroni e accumuli





## Formazione di lastroni e accumuli



## Lastroni

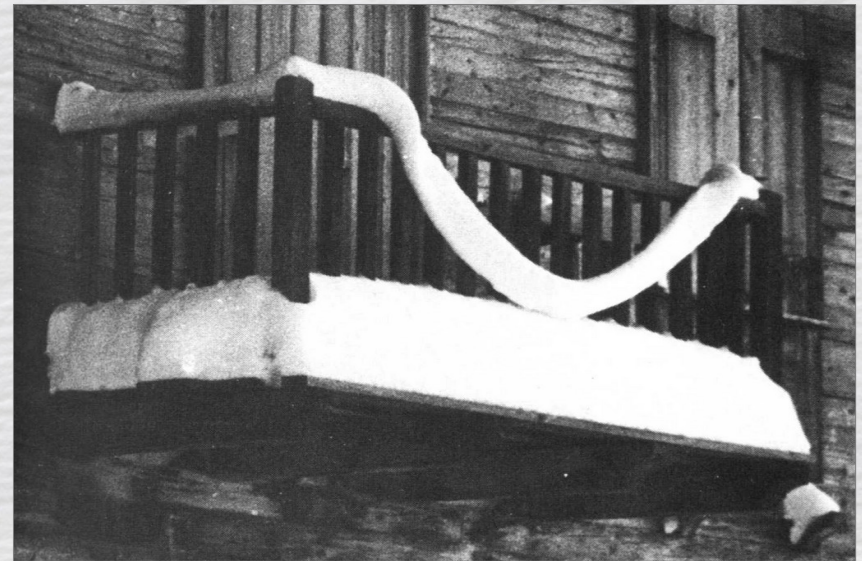
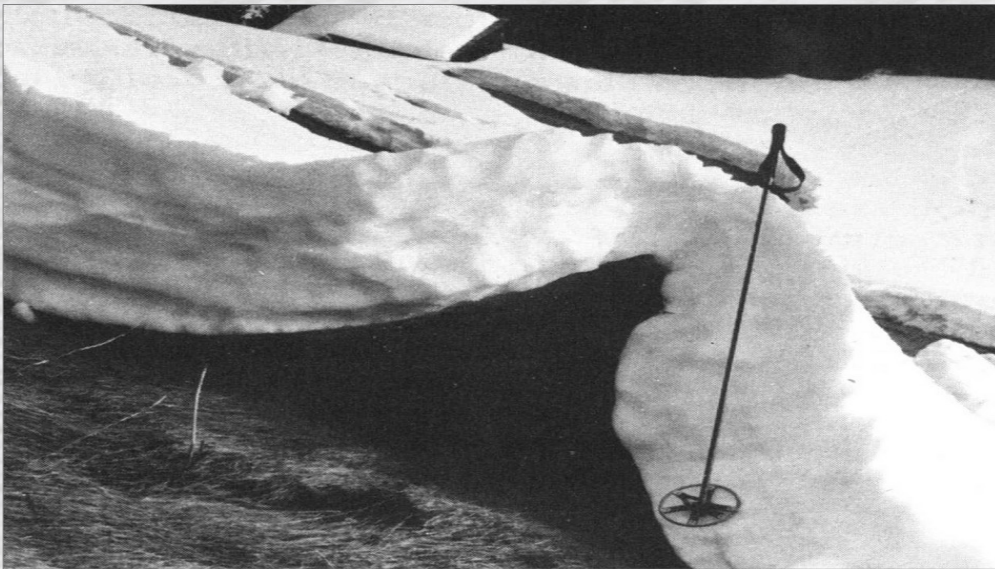
- soffici
  - non portanti, vi si affonda con gli sci ai piedi
  - sembrano neve polverosa
- duri
  - placche molto dure da scalfire anche con le lamine degli sci
  - difficilmente sollecitabili al passaggio di un singolo sciatore

# Proprietà della neve

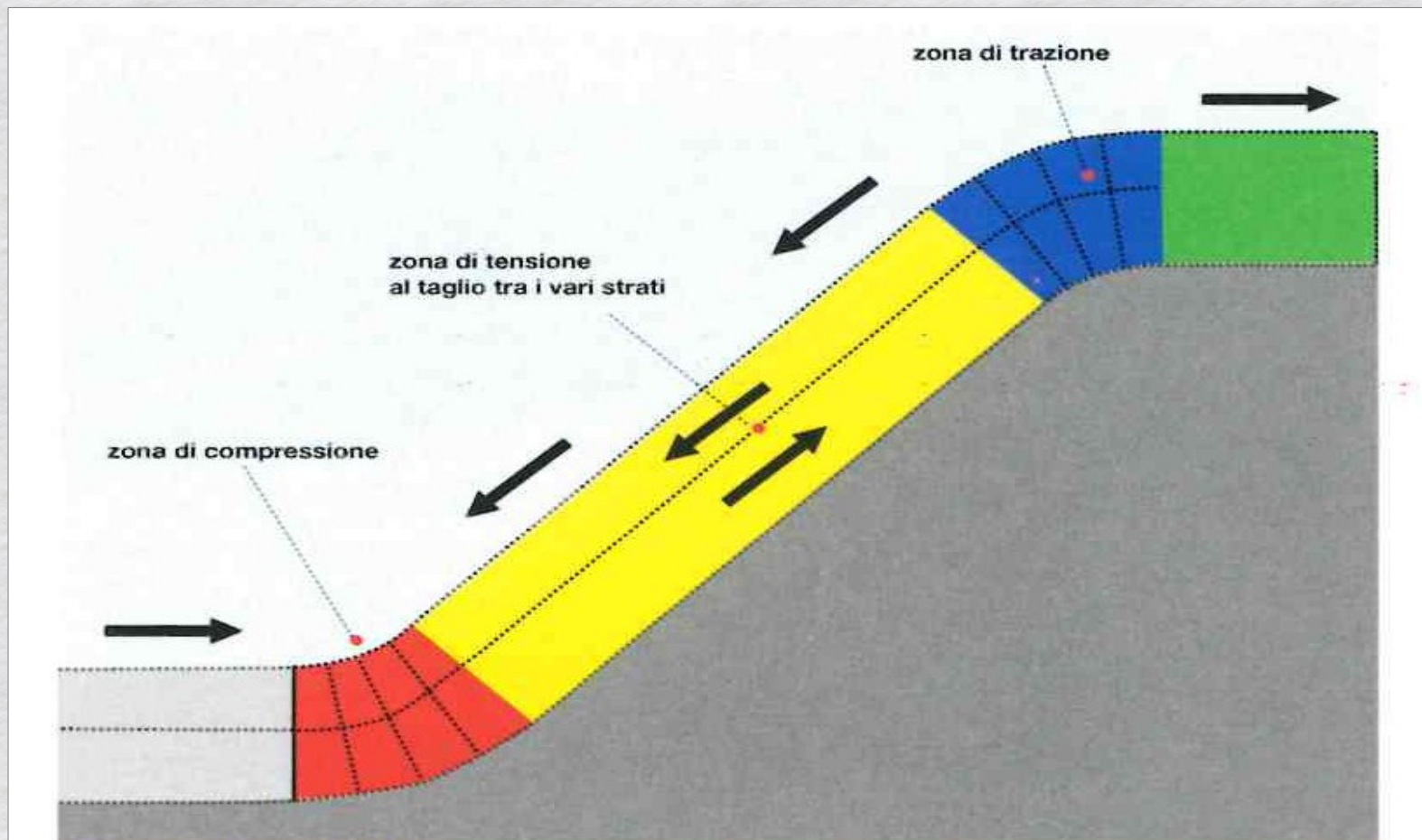
- isolamento acustico e termico
- plasticità (neve come fluido viscoso denso)
- albedo elevata, circa 90%
- assorbe raggi infrarossi
- perde calore per irraggiamento
  - nelle notti serene la temperatura della neve è inferiore a quella dell'aria
- densità da 30 a 500 kg/m<sup>3</sup>
- coesione
- resistenza

## Plasticità della neve

- fluido viscoso denso
- comportamento dipende dalla velocità e dall'intensità delle sollecitazioni meccaniche



## Resistenza alla trazione, alla compressione e al taglio



# Proprietà della neve

## Coesione

- capacità dei cristalli di neve di restare uniti tra di loro
- importante per la formazione delle valanghe
- debole: sollecitazioni non si trasmettono
- elevata: sollecitazioni si trasmettono a distanza

## Tipi di coesione

- feltratura (intreccio tra cristalli, tipica della neve fresca)
- sinterizzazione (creazione ponti di ghiaccio tra cristalli)
- capillarità (sottile pellicola di acqua che ricopre i grani)
- rigelo (congelamento acqua che ricopre i grani, forma croste superficiali)


## Test della pala

## Movimenti lenti

- assestamento verticale
- pieghe



# Movimenti del manto nevoso



**Movimenti lenti**  
– crepe e slittamenti



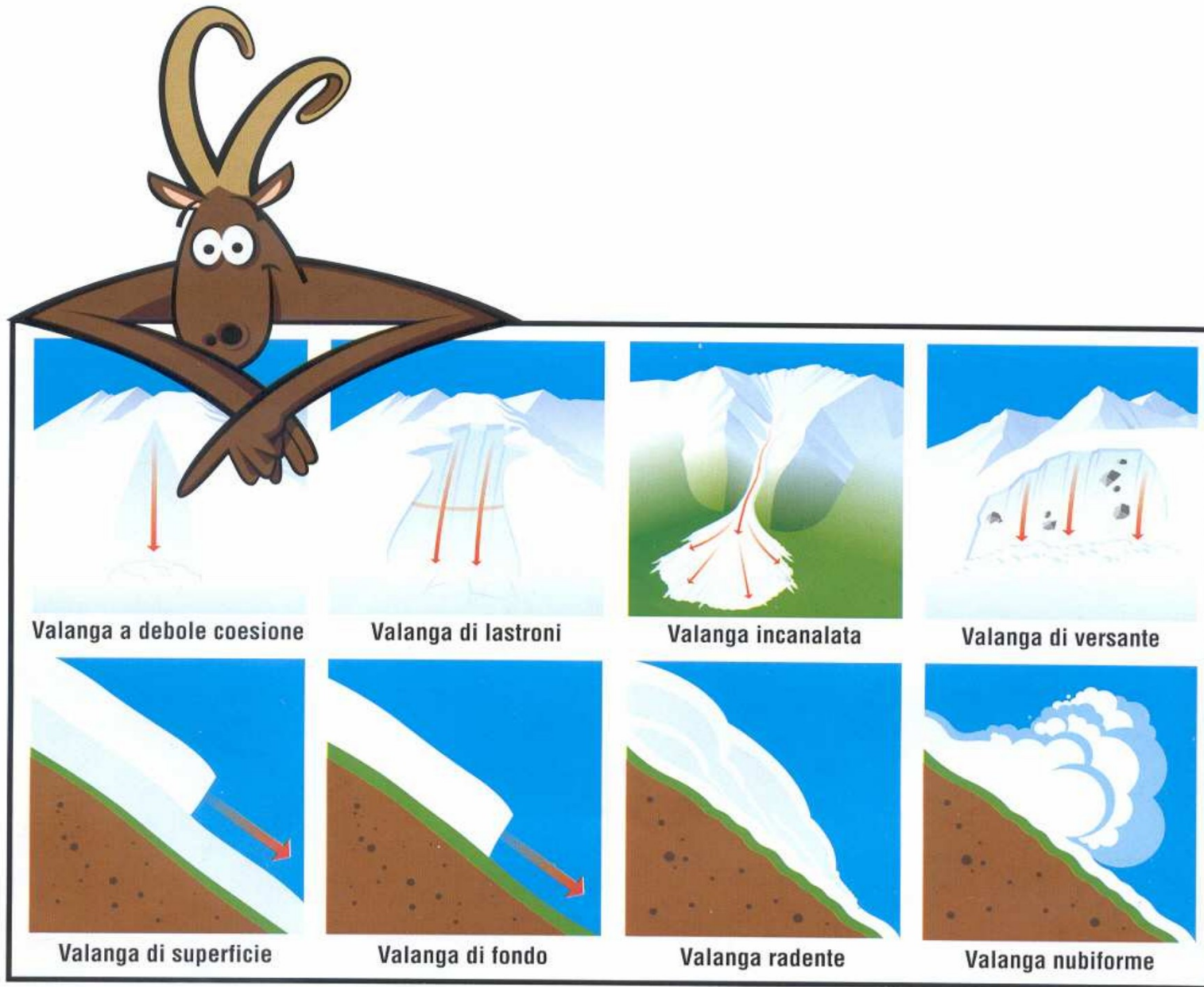
# Movimenti del manto nevoso

## Movimenti veloci

- valanghe spontanee
- valanghe provocate



# Classificazione delle valanghe



# Classificazione delle valanghe

## Valanghe a debole coesione

- si staccano da un punto e scorrono formando un'impronta a forma di "pera"
- si formano sui pendii ripidi durante o dopo le nevicate
- il sole aumenta la densità della neve che scivola su quella asciutta o su un fondo scorrevole
- se viene staccata da uno sciatore il distacco parte dalla traccia e non lo coinvolge
- possono innescare valanghe a lastroni


# Classificazione delle valanghe

## Valanghe a lastroni

- principale causa di incidenti (provocate)
- pendenze critiche da 27° a 50° di pendenza
- coesione della neve dovuta al vento

- la rottura dello strato superficiale avviene in un'area estesa
- presenza di uno strato debole
- la frattura si propaga alla velocità del suono e provoca distacchi per sovraccarico

# Classificazione delle valanghe

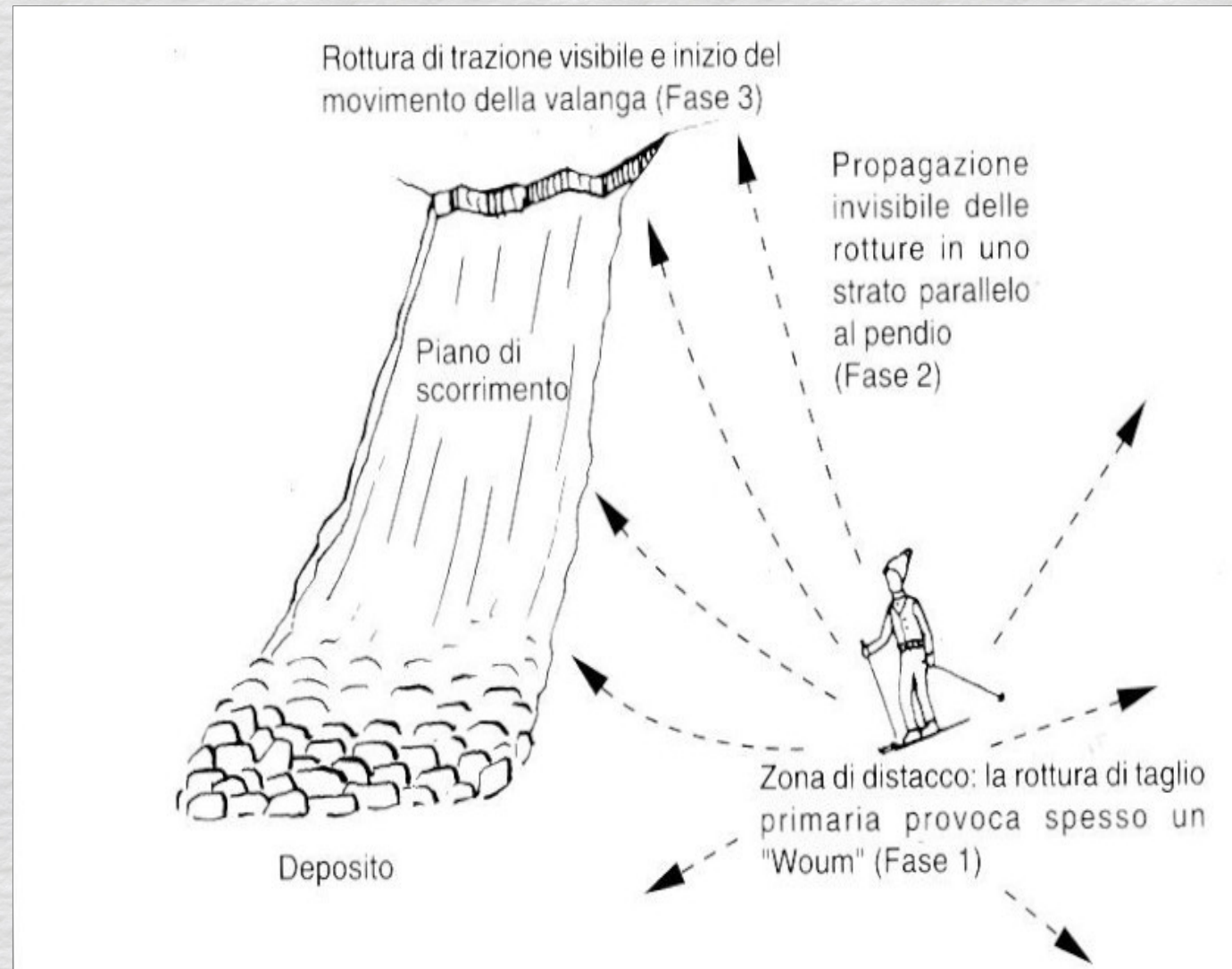


Valanga a lastroni  
provocata

# Classificazione delle valanghe

## Distacchi a distanza

- sintomo di forte instabilità
- sollecitazione dello sciatore provoca un distacco a distanza
- neve con coesione (lastroni)



# Classificazione delle valanghe

## Valanghe di neve umida

- contengono acqua allo stato liquido
- primaverili
- acqua lubrifica i grani, diminuisce resistenze interne
- concludere gita prima di un riscaldamento eccessivo del pendio
- evitare canaloni e zone di accumulo

# Classificazione delle valanghe



Valanga a lastroni  
soffici in un bosco



# Classificazione delle valanghe



Valanga nubiforme

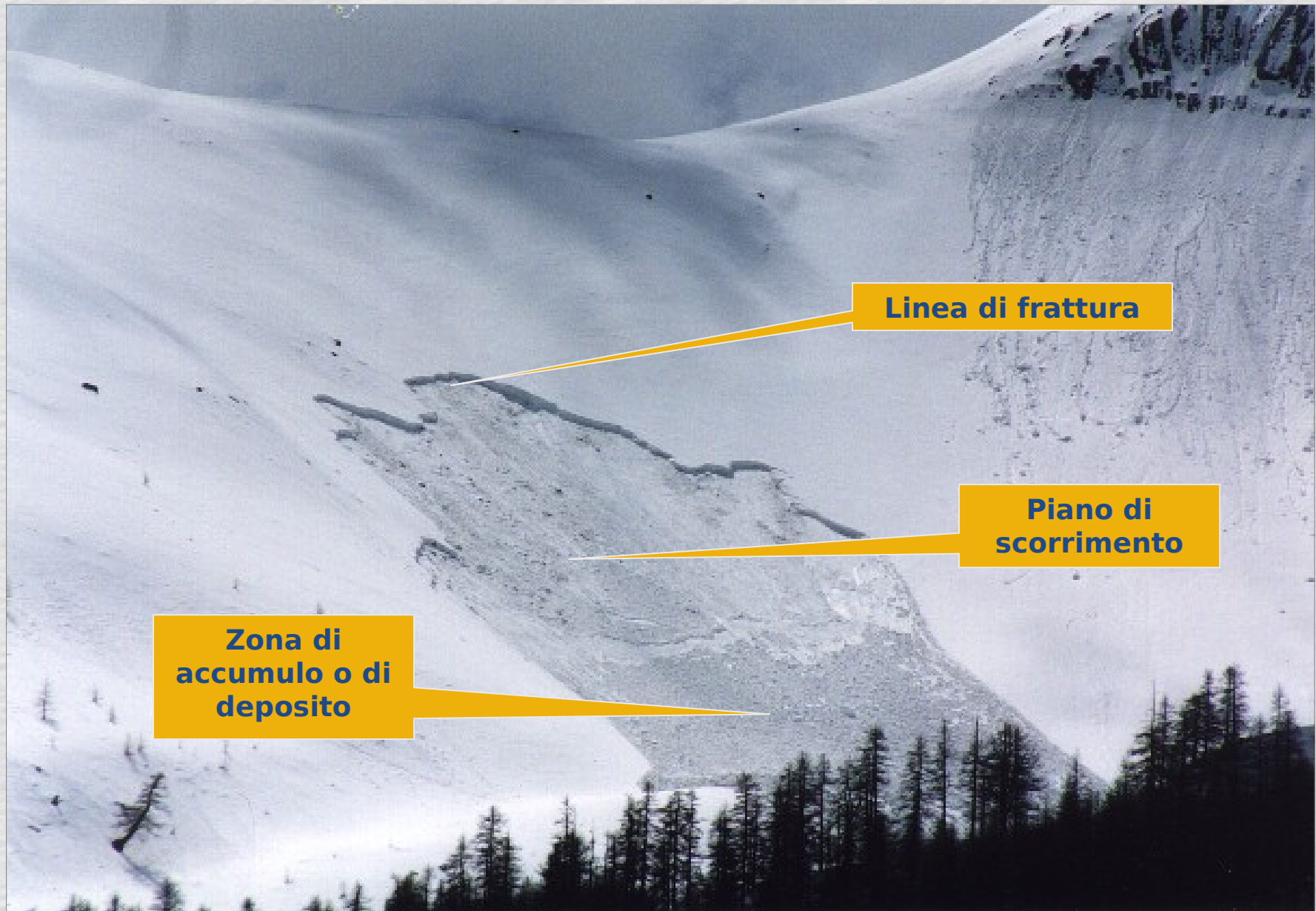
# Classificazione delle valanghe

Valanga di versante  
a lastroni

# Classificazione delle valanghe

Che valanga è?

# Valanghe: morfologia



## **Condizioni necessarie e sufficienti per il distacco di valanghe a lastroni**

- pendenza
- strato superficiale con coesione
- presenza di uno strato debole o di scorrimento all'interno del manto nevoso

## Condizioni necessarie e sufficienti per il distacco di valanghe a lastroni

### – pendenza

- Conta quella massima, non quella media
- 30°-40° valanghe a lastroni
- 40°-60° Valanghe di neve a debole coesione
- >50° Scaricamenti continui
- <25° Nessun moto spontaneo
- le valanghe si propagano su pendii di 10-20° senza rallentare
- attenzione a transitare alla base di pendii più ripidi.

## Condizioni necessarie e sufficienti per il distacco di valanghe a lastroni

### – coesione

- per la trasmissione delle vibrazioni vi deve essere uno strato con coesione
- bisogna considerare sia lo strato con coesione sia l'eventuale innevamento superficiale
- la neve trasportata dal vento ha sempre coesione

## Condizioni necessarie e sufficienti per il distacco di valanghe a lastroni

### – strati deboli

- la stabilità della zona è determinata dall'attrito tra gli strati (interfaccia tra neve vecchia e recente)
- brina di profondità/fondo
- croste di fusione con neve recente
- brina di superficie innevata, dura anche più di un mese ed è responsabile del 60% degli incidenti da valanga
- gli strati deboli si individuano con il profilo stratigrafico



## Se il pendio è in condizioni di instabilità (pendenza + strato con coesione + strato debole)

- distacco avviene per aumento delle forze attive
  - sovraccarico per il passaggio di sciatori
  - nuove precipitazioni
  - trasporto eolico di neve
  - apporto di acqua (pioggia)
  - sovraccarico per la caduta di sassi, cornici, seracchi
  - diminuzione degli attriti
    - importante aumento delle temperatura
    - percolazione di acqua
    - aumento della densità della neve

## Aumento forze attive a causa di precipitazioni nevose

- conta la quantità ma soprattutto l'intensità
- condizioni critiche quantità/vento
  - 10-20 cm con vento a 50 km/h
  - 30-40 cm in assenza di vento
- il primo giorno di bel tempo dopo una nevicata è quello maggiormente pericoloso.
- in 1-2 giorni i pendii si assestano sotto l'azione del proprio peso e il pericolo di distacco spontaneo scende.
- negli anni con poca neve gli incidenti da valanga numerosi
  - forti metamorfismi costruttivi
  - si cerca la neve nelle zone di accumulo

## Aumento forze attive a causa del passaggio di sciatori

- il peso degli sciatori sovraccarica il pendio sia in fase di salita che di discesa.
  - 1 alpinista a piedi = 3 scialpinisti in salita
  - 1 scialpinista in discesa controllata = 2 scialpinisti in salita
  - 1 caduta o discesa senza sci = 8 scialpinisti in salita

## Temperatura ed esposizione del versante

- variazioni della temperatura contribuiscono all'assestamento del manto
- pendii esposti a sud
  - maggiore insolazione => riscaldamento lento non eccessivo => minori tensioni del manto => ASSESTAMENTO
- primavera (marzo, aprile, maggio)
  - pendii generalmente assestati nei versanti est-sud-ovest, successivamente nord
  - pericolo aumenta progressivamente nel corso della giornata fino alle ore serali
  - le gite vanno terminate entro la prima metà della giornata

## Temperatura ed esposizione del versante

- pendii esposti a nord
  - minore insolazione => possibile formazione brina
  - freddo rallenta processo di assestamento
- parte iniziale e centrale dell'inverno (dicembre, gennaio, febbraio)
  - valutare accuratamente pendii esposti nord-est, nord, nord-ovest
- il freddo contribuisce al consolidamento se il pendio contiene acqua che congela
- neve è un buon isolante termico => riscaldamento per 10-30 cm dalla superficie mantiene tensioni negli strati sottostanti

## Morfologia del suolo

- zone cambiamento pendenza
- pendii con discontinuità contribuiscono a stabilizzare il pendio
- i luoghi più sicuri per la traccia: creste e dossi
- i luoghi più esposti alle valanghe: canali-gole, pendii aperti sotto le creste
- rugosità e asperità che sporgono dal terreno migliorano l'ancoraggio del manto nevoso
- erba lunga e fasce rocciose lisce favoriscono valanghe di fondo
- ostacoli contribuiscono alla stabilizzazione se sono affioranti, altrimenti ostacolano solo le valanghe di fondo

## Vegetazione

- bosco fitto di abeti:
  - ancora il pendio
  - rende meno probabili lastroni e brina
  - favorisce l'assestamento grazie alla neve che cade dai rami
- rododendri, mughii, ontani
  - non ostacolano la valanghe
  - favoriscono formazione di brina.
- i boschi radi, soprattutto di larici
  - favoriscono l'accumulo di neve nelle radure (frangivento)
  - portano alla formazione di lastroni



Corso di Scialpinismo 2022

**Buone sciare!**

