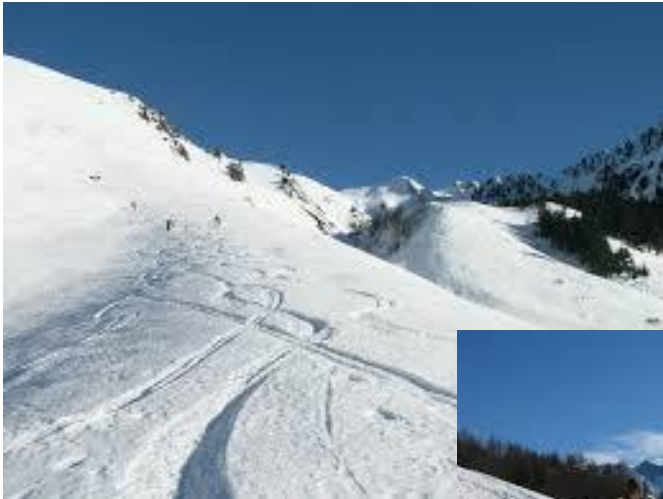


A group of seven skiers is seen from behind, ascending a wide, snow-covered mountain slope. They are wearing various winter gear, including jackets, pants, and backpacks, and are using ski poles. The terrain is a vast, open snowy field with some sparse, small trees scattered across it. In the background, more snow-capped mountain peaks rise against a bright blue sky filled with soft, white clouds. The overall scene is one of a high-altitude winter landscape.







La neve e le valanghe

La frequentazione dell'ambiente invernale richiede attenzione ed esperienza da parte degli escursionisti perché essi si muovono su pendii di neve che, **in determinate circostanze**, sono da considerare critici soprattutto in relazione alla pendenza



Incidenti per categorie:

stagione 2019-2020

-  51% scialpinismo (11% in salita, 89% in discesa)
-  20% fuoripista
-  6% in pista
-  11% alpinismo
-  3% racchette da neve
-  9% sulla strada

100% = n. 35 incidenti

Fonte: AINEVA

Conoscere il manto nevoso, i meccanismi di distacco e la corretta pianificazione della gita aiutano a diminuire il rischio di travolgimento

La neve si forma nelle nuvole

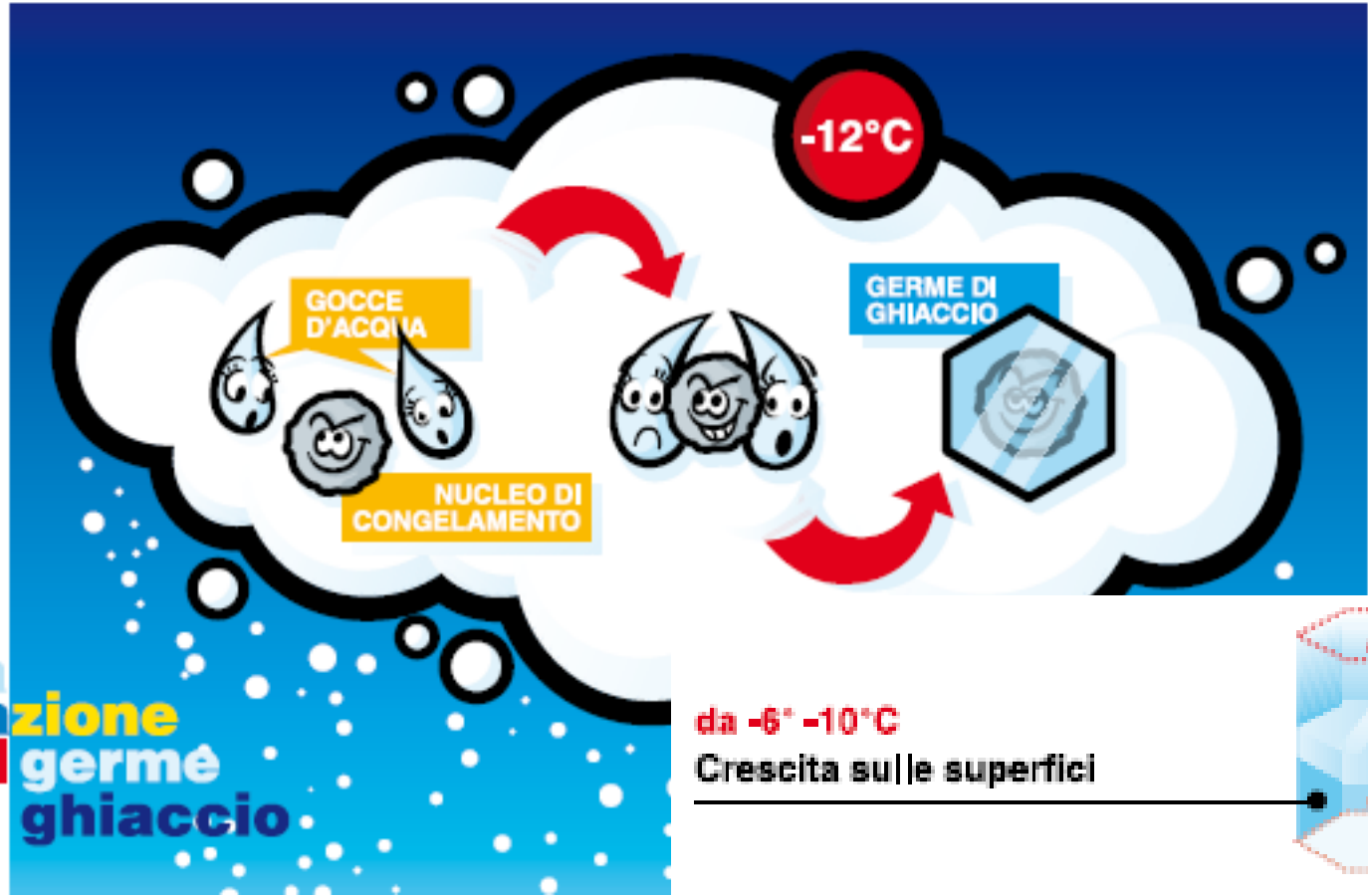
Il ciclo dell'acqua



La saturazione dell'aria

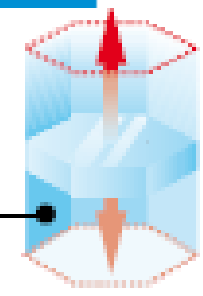
L'aria non può contenere una qualsiasi quantità di vapore acqueo. Questa quantità dipende essenzialmente dalla sua temperatura. Più una massa d'aria è fredda, meno essa può contenere acqua. Quando viene raggiunto il valore massimo di vapore acqueo - l'aria è detta "satura" -, tutta la quantità in sovrappiù viene allora condensata in forma liquida.

TEMPERATURA (in °C)	+ 20	+ 10	0	- 5	-10	-20
QUANTITA' D'ACQUA (in g/m ³)	17,2	9,4	4,8	3,4	2,4	1,1

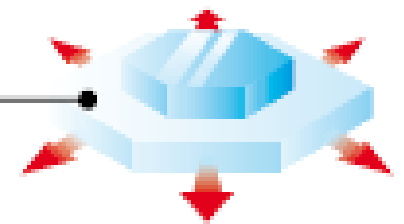


Partendo dalla struttura esagonale di base del germé di ghiaccio, la temperatura e il grado di umidità danno al cristallo di neve forme varie favorendo la crescita di alcune parti di esse

da -6° -10°C
Crescita sulle superfici



da -10° -12°C
Crescita sui lati



da -12° -18°C
Crescita sugli angoli



Il manto nevoso è costituito da diversi strati di neve prodotti dalle varie nevicite oppure dall'azione di trasporto del vento che crea nuovi depositi

Una volta al suolo la neve è **soggetta a trasformazioni (metamorfismi)** in cui la forma dei grani ed il legame tra di essi subiscono delle modificazioni che poi determinano la **stabilità del manto nevoso**.

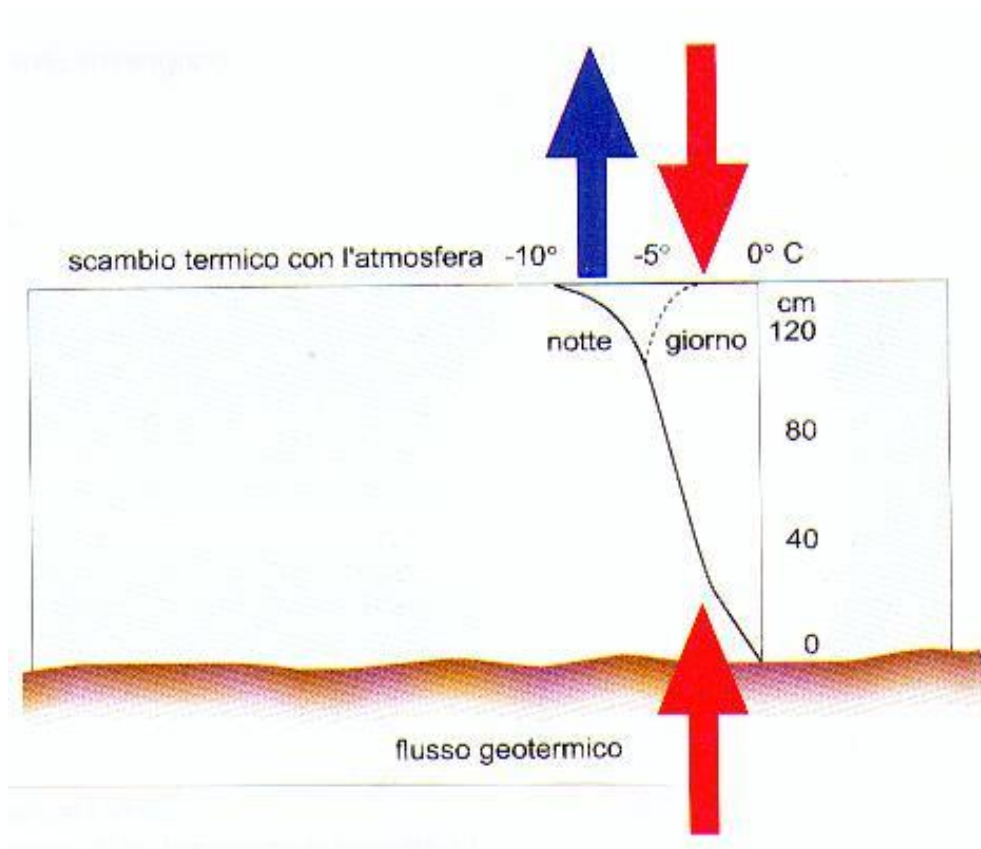


Metamorfismi del manto nevoso

- Causati dalla temperatura
 - Gradiente di temperatura, differenza tra temperatura al suolo e in superficie
- Causati dal vento
 - Frantumazione del cristallo di neve, erosione, trasporto
 - Coesione del manto nevoso; Lastroni
- Causati dalla pressione
 - Per sovraccarico artificiale o naturale
 - Compattazione (più stabilità)

Metamorfismo per gradiente

L'elemento fondamentale nei metamorfismi della neve è la **differenza di temperatura (gradiente)** tra la superficie del manto nevoso ed il terreno.



Gradiente di temperatura

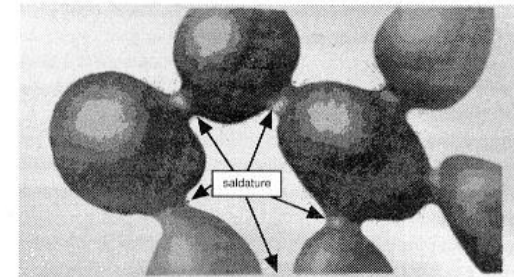
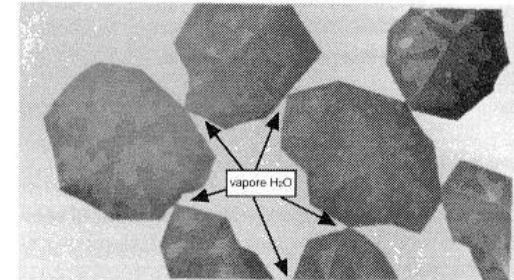
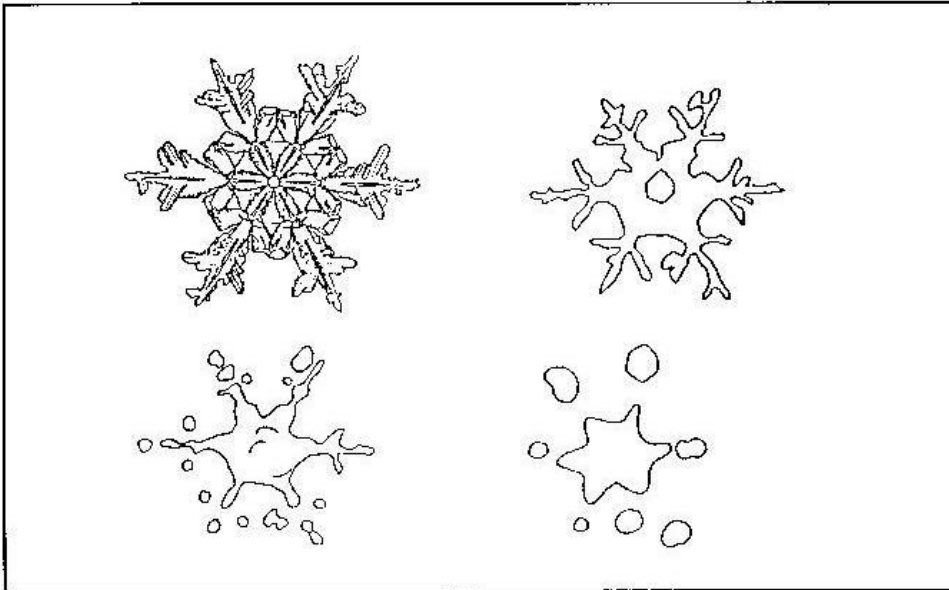
Variazione di temperatura per centimetro di spessore del manto nevoso

Per convenzione si definiscono:

- **debole gradiente:**
inferiore a $0.05 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{cm}$
- **medio gradiente:**
tra $0.05 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{cm}$ e $0.20 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{cm}$
- **forte gradiente:**
maggiore di $0.20 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{cm}$

con debole gradiente – metamorfismo **distruittivo**

Gli spigoli del cristallo si smussano ed il vapore acqueo si trasferisce nelle parti concave congelandosi. **Si ingrossano e si rinforzano i colli aumentando l'assestamento e la coesione della neve**, che determina una maggiore resistenza del manto nevoso.



Con medio gradiente metamorfismo **costruttivo**

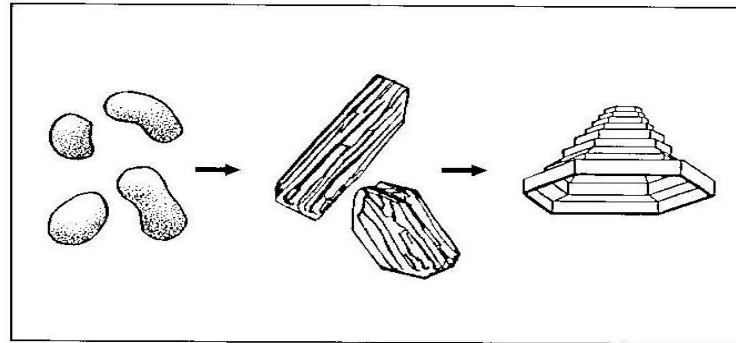
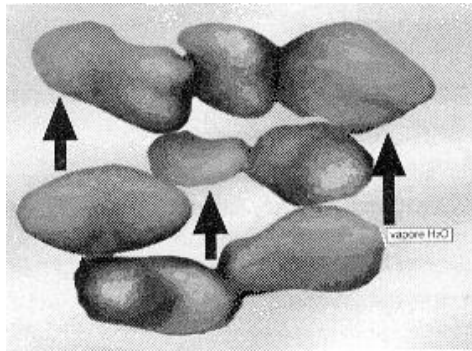
i grani posti sotto sono più caldi:

la loro parte superiore SUBLIMA (passa dallo stato liquido a quello gassoso) e il vapore così prodotto rigela alla base dei grani che sono al di sopra, più freddi.

I cristalli aumentano di dimensioni, diventano angolosi e presentano facce piane, a volte a forma di scalini.

Le dimensioni dei colli rimangono pressoché costanti.

→ **questo tipo di neve è instabile perché i grani hanno perso la loro coesione**

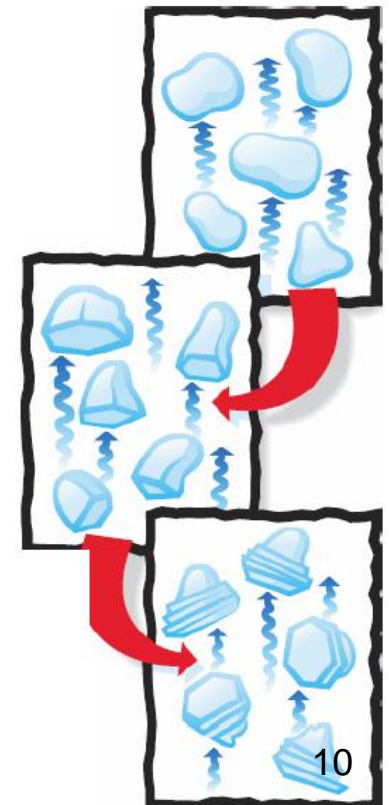


il vapore acqueo contenuto nell'aria gela

→ accresce i cristalli

È reversibile

Questa trasformazione non è irreversibile. Se la differenza di temperatura ritorna debole, i grani a facce piane si trasformano in grani arrotondati e il manto nevoso si stabilizza.

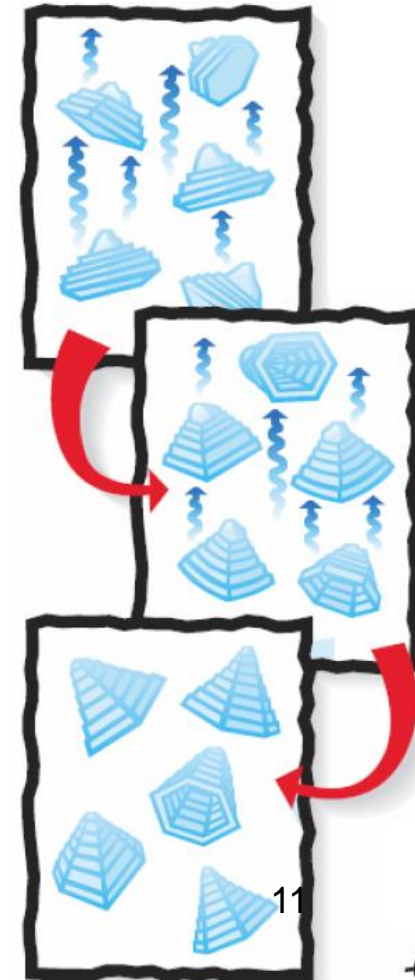
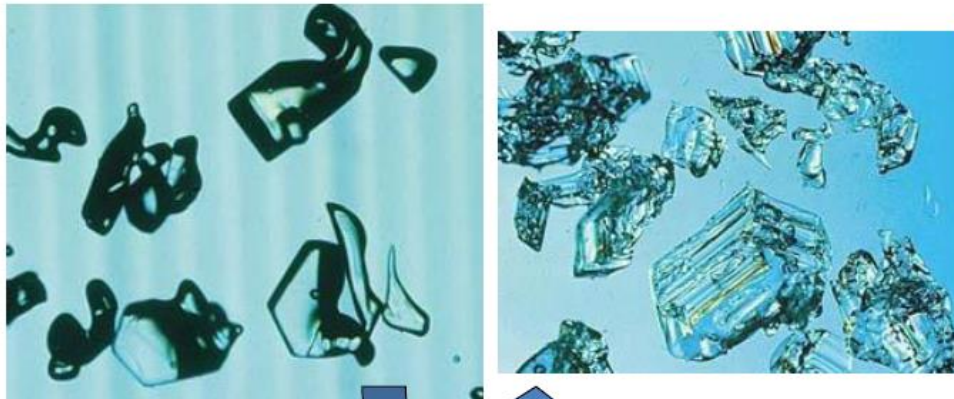
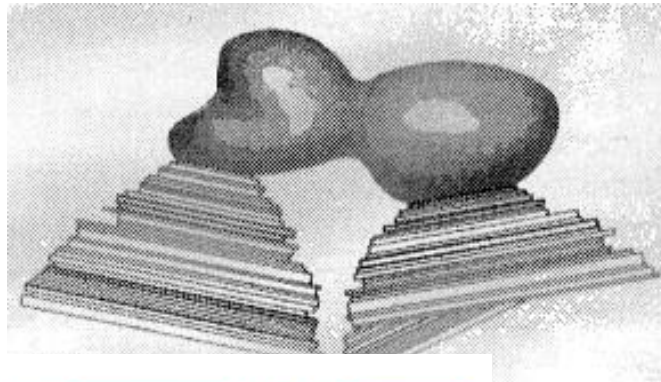


con forte gradiente – metamorfismo **costruttivo**

Se la differenza di temperatura perdura per più giorni, i grani continuano a crescere ed assumono le sembianze di piramidi esagonali cave e successivamente anche piene (detti '**brina di profondità**' o '**cristalli a calice**').

I cristalli a calice sono fragili e presentano una **debole coesione** tra di loro. E' una trasformazione irreversibile: sparisce solo con la fusione della neve o a seguito di un riscaldamento consistente del manto nevoso.

È irreversibile





Metamorfismo costruttivo



Cristalli a calice:
Minore resistenza
interna

Metamorfismo costruttivo

Strato di brina di fondo,
probabilmente i grani
a calice sono disposti
in colonne



brina di fondo:
un nemico
nascosto!



Metamorfismo costruttivo

i cristalli angolari o a calice formano la **brina di superficie**



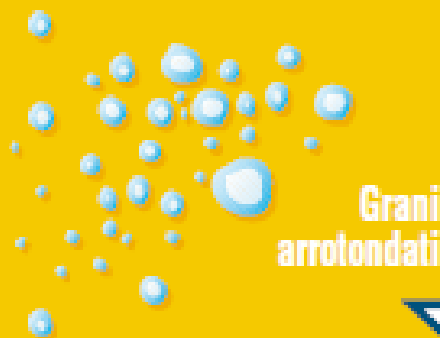
La brina di superficie si forma indipendentemente dai metamorfismi presenti, prevalentemente nelle notti fredde serene e senza vento, nei versanti nord e all'ombra.

Metamorfismo costruttivo



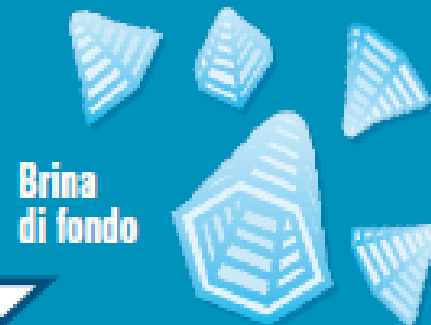
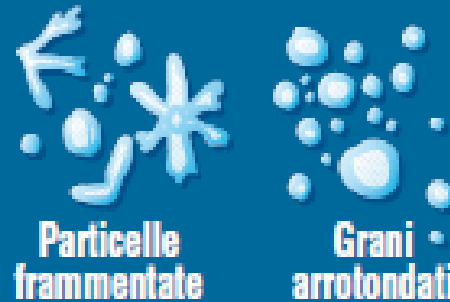
Quando nevicata sopra la brina di superficie lo strato nuovo non si lega

EVOLUZIONE
verso forme
di equilibrio
(metamorfismo distruttivo)



T
E
M
P
O

EVOLUZIONE
verso forme
di crescita cinetica
(metamorfismo costruttivo)



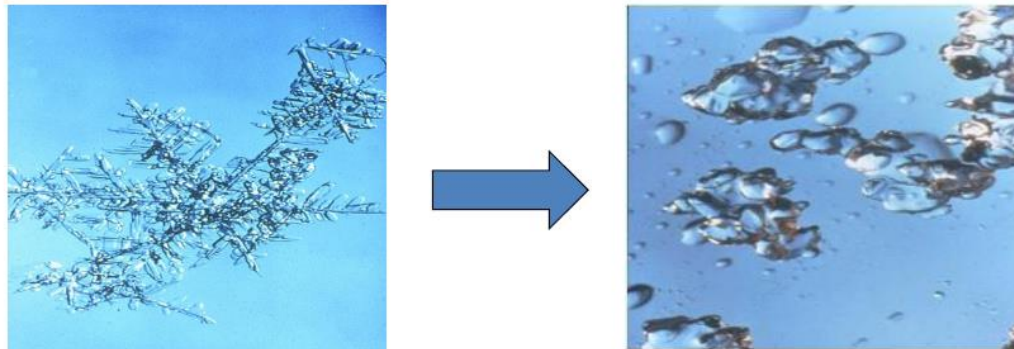
Metamorfismo per fusione (con neve umida o bagnata)

Si verifica quando nella neve c'è dell'acqua allo stato liquido e la sua temperatura è prossima a 0°C.

E' un ciclo continuo di scioglimento (giorno) e solidificazione (notte).

L'alternanza di questi due processi forma degli aggregati detti **grani di fusione e rigelo**, di forma rotonda.

La resistenza di uno strato varia molto a seconda della fase che si considera. Durante la fusione i grani sono praticamente divisi e quindi la struttura è plasmabile, mentre **durante il rigelo si formano dei legami di ghiaccio molto solidi.**



Effetto immediato: appesantimento del manto nevoso

Successivamente (rigelo notturno): crosta e assestamento

Dove: pendii esposti al sole (S)



Metamorfismo per fusione (con neve umida o bagnata)

Crosta da fusione e rigelo



Trasformazione meccanica causata dal vento

A causa degli attriti e degli urti, i cristalli trasportati dal vento sono rapidamente ridotti ad un pulviscolo finissimo; i cristalli depositati dal vento si salderanno tra loro secondo il principio della sinterizzazione

Il vento è un'instancabile fabbricante di lastroni

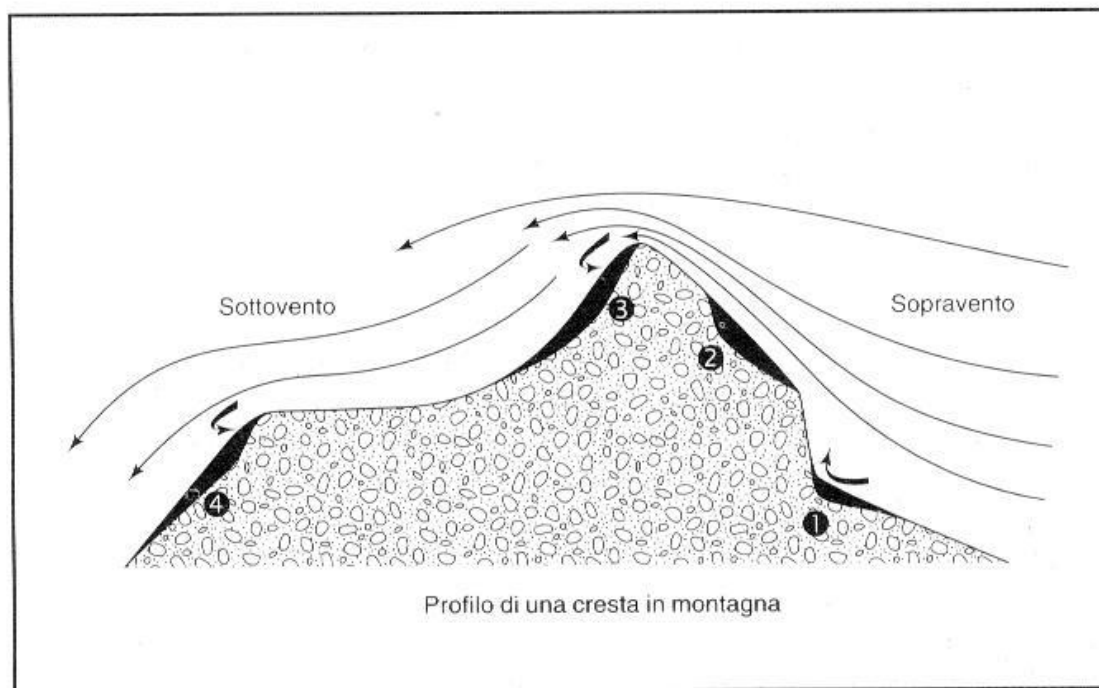
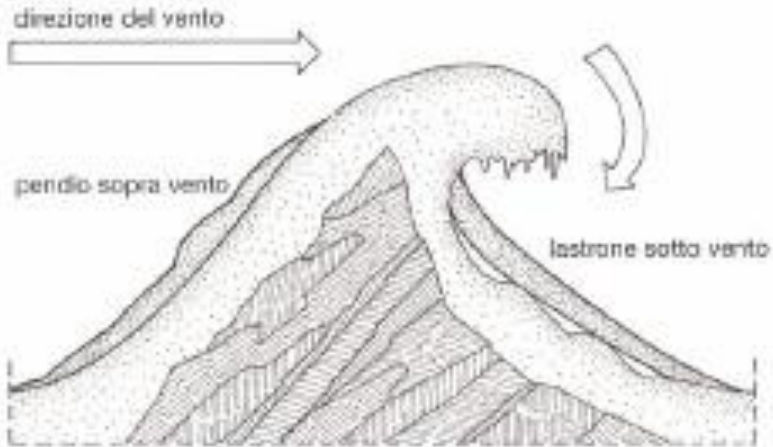


Fig. 27 Neve trasportata sui pendii al riparo dal vento (sottovento) e sul versante al vento (sopravvento). 1) Al piede delle falesie, 2) nelle valli e nei canali, 3) al riparo dal vento delle creste e dei luoghi elevati, 4) al disotto di terrazzamenti.

Alcuni indicatori della direzione predominante del vento

Cornici



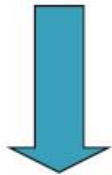
Sastrugi





Il manto nevoso formato da neve accumulata dal vento:

- è più pesante (compatto)
- non legato allo stato inferiore



Lastrone



Dove deposita



La neve e la topografia dei versanti

Versante Nord

La neve dei versanti settentrionali resta per lungo tempo nello stadio iniziale del metamorfismo per debole coesione, quindi INSTABILE. Assestandosi lentamente conserva una grande porosità; questo fattore, unito alle basse temperature abituali dell'ambiente, favorisce il processo di metamorfismo per elevato gradiente.

La neve e la topografia dei versanti

Versanti Est ed Ovest

L'irraggiamento solare è circa il 50% di un versante meridionale.

I versanti a levante presentano un manto nevoso generalmente più spesso e meno assestato.

Dal punto di vista della sicurezza occorre considerare i versanti orientali come quelli settentrionali e quelli occidentali alla stessa stregua di quelli meridionali.

La neve e la topografia dei versanti

Versante Sud

Massima acquisizione di calorie sui versanti con inclinazione sui 45°.

Su questi versanti sono sufficienti due giorni di bel tempo a seguito di una nevicata per modificare profondamente la struttura dei cristalli di neve.

Col trascorrere del tempo, l'assestamento e la sinterizzazione renderanno stabile la neve sul versante che, di norma, risulta più pericoloso nei giorni immediatamente seguenti una precipitazione nevosa.

Proprietà fisico e meccaniche della neve

- isolamento acustico e termico
- propagazione onde elettromagnetiche
 - massa
 - coesione
 - resistenza
 - deformabilità

Coesione

Capacità che i cristalli di neve hanno di restare uniti tra di loro

La neve senza coesione costituisce una condizione rara: si tratta nella maggior parte dei casi di neve fresca caduta con bassa temperatura e vento debole

Resistenza

Capacità di resistere a sollecitazioni che tendono ad allontanare i cristalli di neve gli uni dagli altri

Resistenza alla compressione

La neve è un materiale comprimibile che offre una resistenza alla compressione che aumenta proporzionalmente all'avvicinarsi dei cristalli

Resistenza alla trazione

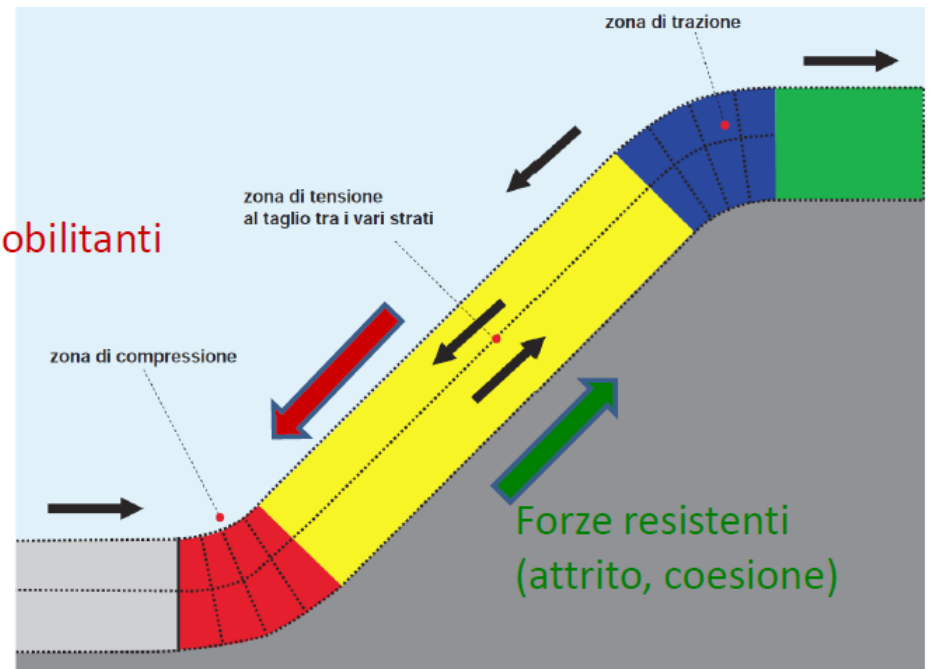
La resistenza alla trazione è assai ridotta: mediamente 1/10 della resistenza alla compressione

Resistenza al taglio

I cristalli di neve posti su un pendio sono sollecitati a scorrere verso valle dalla forza di gravità, ma questa sollecitazione è contrastata dalla forza di coesione. Queste due forze, opposte e parallele, inducono una sollecitazione al taglio sui cristalli.

La resistenza varia moltissimo in funzione del tipo di neve. Nello stesso campione di neve la resistenza al taglio può scendere sino a 1/10 della resistenza alla trazione, quindi 1/100 della resistenza alla compressione

Forze mobilitanti
(peso)

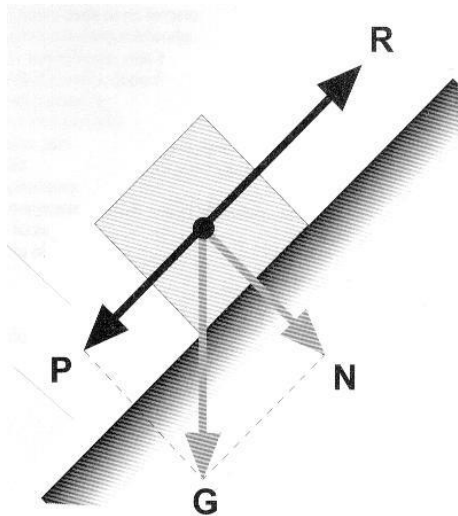


La stabilita'

La neve è soggetta alla forza di gravità P.

R dipende da N: maggiore è N e maggiore è R.

All'aumentare dell'inclinazione N diminuisce e T aumenta



Inclinazione:

>60°

tra 25° e 60°

<25°

scaricamento spontaneo

possibile pericolo valanga

in genere stabile (distacchi possibili con neve bagnata)

I movimenti che si producono possono essere suddivisi in:

- movimenti lenti (neviflusso)
- movimenti veloci (valanghe)

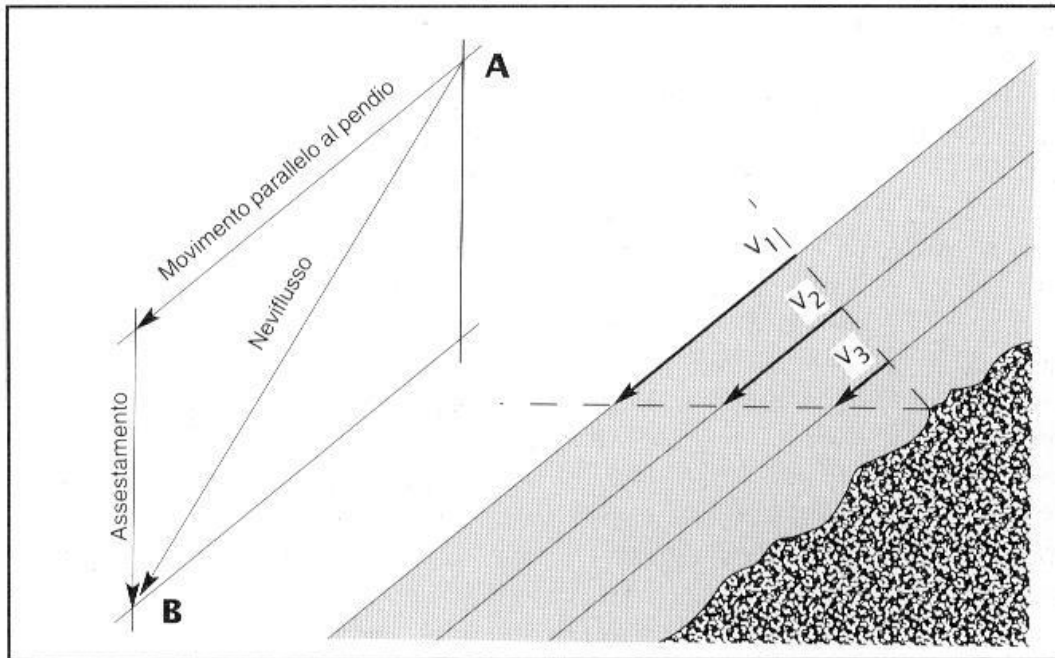


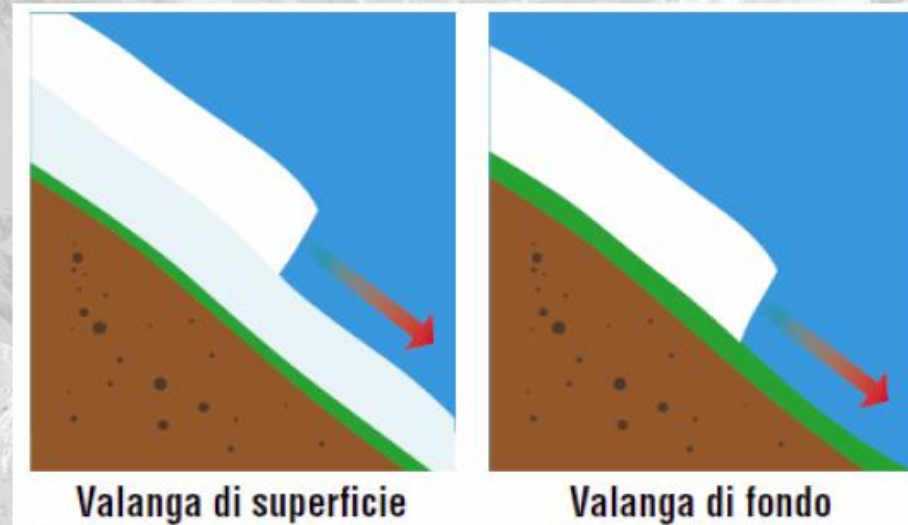
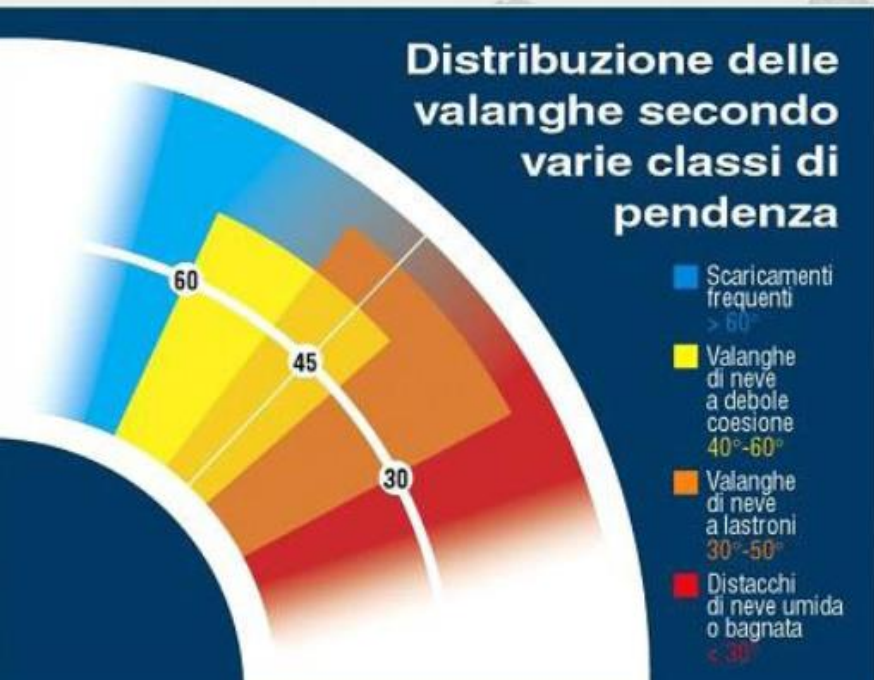
Fig. 37 Rappresentazione schematica dello scorrimento del manto nevoso su un pendio ripido. Un cristallo di neve si muove da A a B. Il neviflusso è un movimento combinato, parallelo al pendio, degli strati di neve prossimi alla superficie con contemporaneo assesamento, ma senza scorrimento di base. Le diverse velocità provocano sollecitazioni al taglio fra gli strati.



Classificazione delle valanghe

1. Valanghe a neve polverosa
2. Valanghe a lastroni
3. Valanghe di neve umida

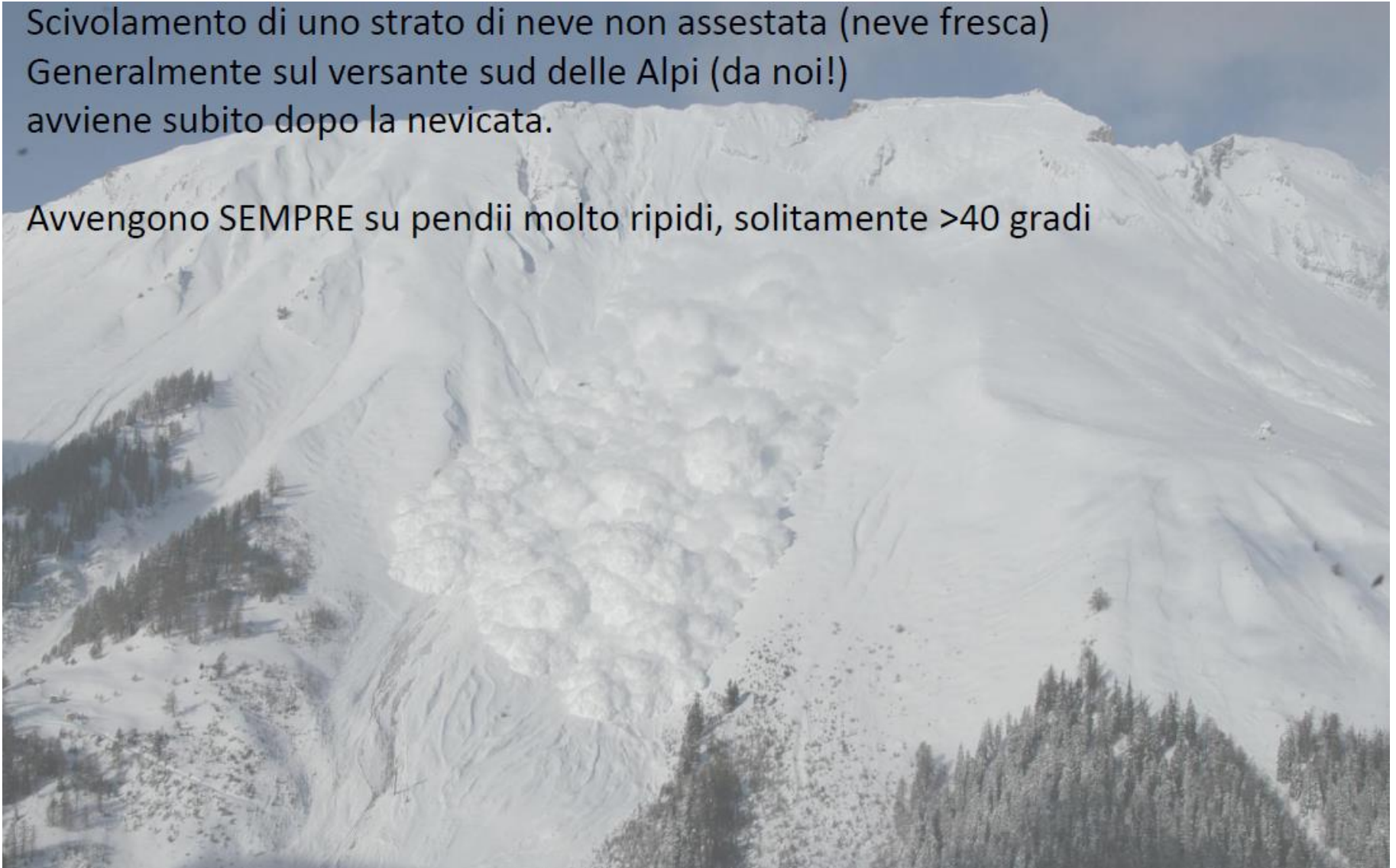
fondo
superficie



Valanghe polverose

Scivolamento di uno strato di neve non assestata (neve fresca)
Generalmente sul versante sud delle Alpi (da noi!)
avviene subito dopo la nevicata.

Avvengono SEMPRE su pendii molto ripidi, solitamente >40 gradi



Valanghe a lastroni

Strato di neve di buona coesione che scivola su uno strato fragile (piano di scorrimento)

Linea di distacco

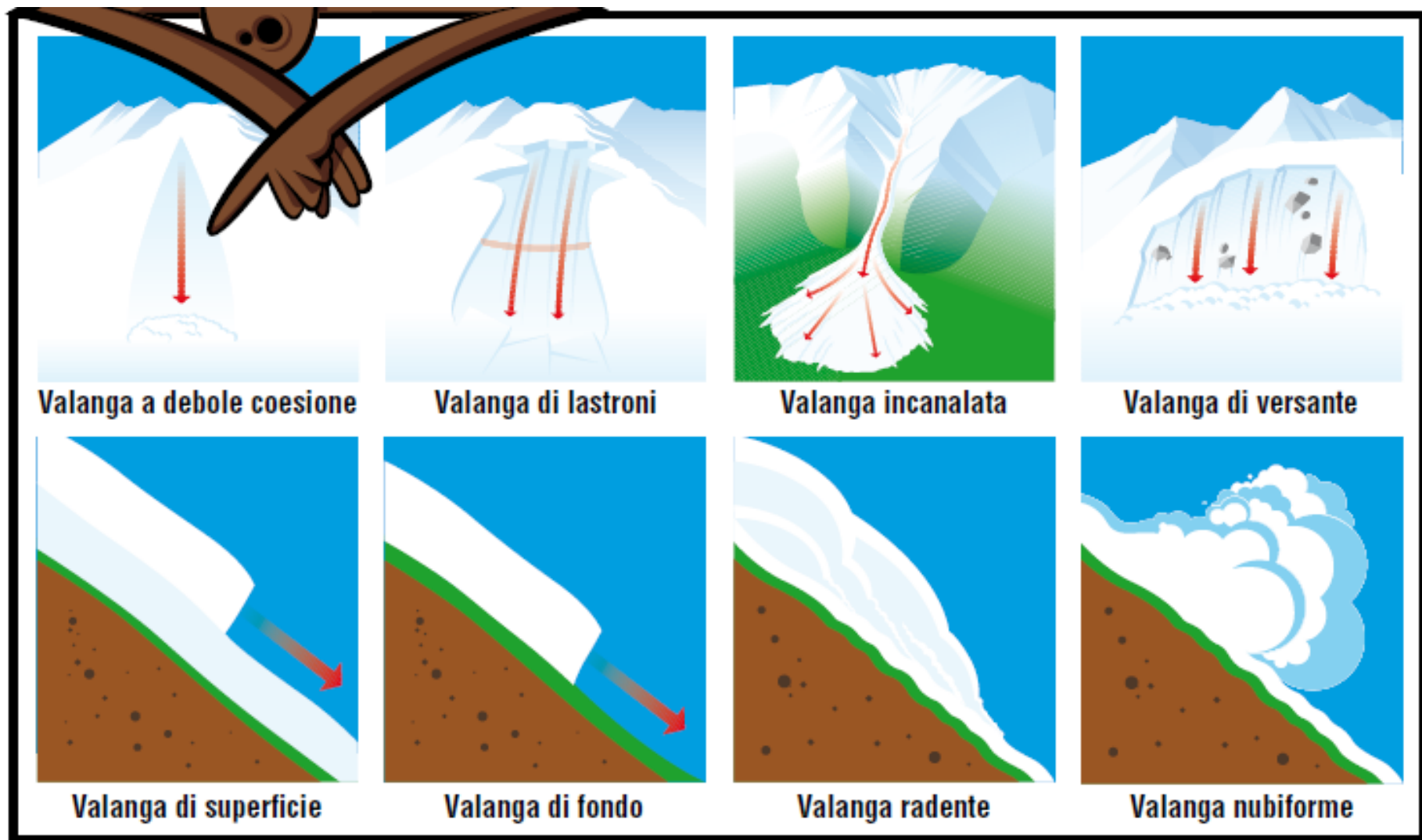
Piano di scorrimento

Zona di accumulo

Costituiscono la maggior parte degli incidenti da valanga

Il distacco è quasi sempre determinato dagli stessi escursionisti





Valanghe di neve a debole coesione

La valanga a debole coesione è causata dal movimento di una o di alcune particelle di neve che si staccano e scivolano lungo il pendio, coinvolgendo altra neve, formando una traiettoria via via più larga di forma 'a pera'.

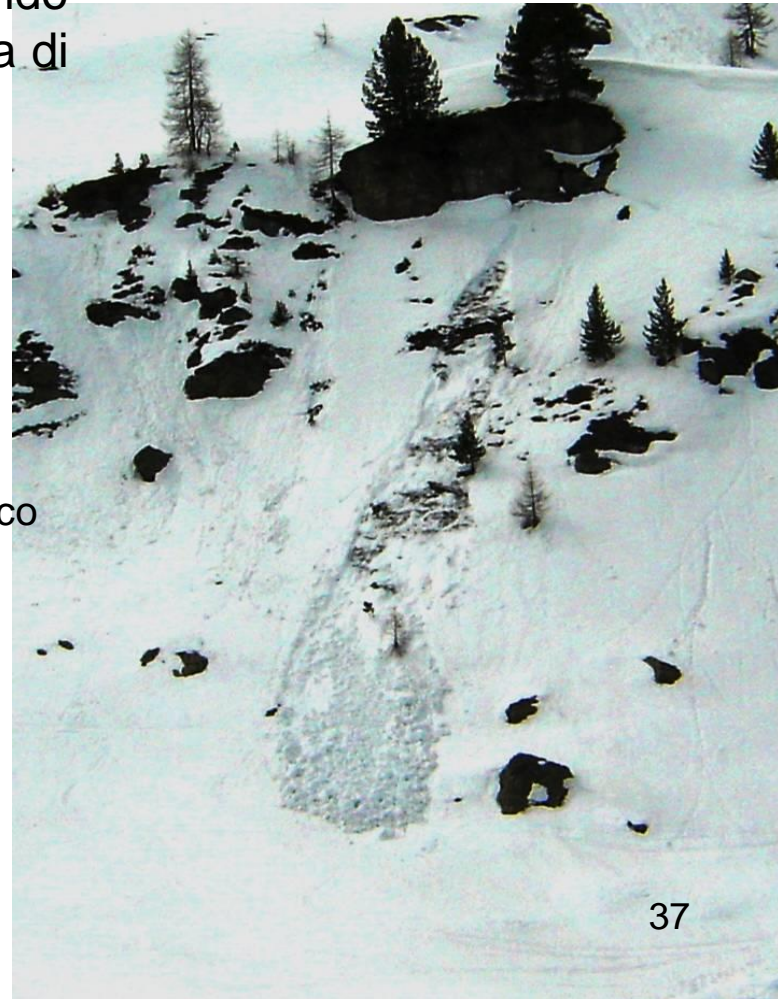
Distacco: da un punto

Umidità delle neve: bagnata o asciutta

Durezza della neve: sempre soffice

Tipo di Neve: scarsa coesione

Innesco: solo nelle vicinanze della zona di distacco



Valanghe di neve a lastroni

Le valanghe a lastroni sono dovute al distacco improvviso di un intero strato di neve, a partire da un fronte più o meno esteso. La neve si distacca a lastre e solo durante il movimento si divide in frammenti di minori dimensioni.

Distacco: da una linea

Umidità della neve: bagnata o asciutta

Durezza della neve: soffice o dura

Tipo di neve: con coesione

la neve trasmette le tensioni

Innesco: possibile anche a distanza



FATTORI CHE DETERMINANO IL DISTACCO DI UNA VALANGA a lastroni

Il distacco di valanghe a lastroni è determinato dalla presenza di un manto nevoso in condizioni di instabilità latente sul quale agiscono fattori scatenanti che ne provocano il distacco a causa di un aumento delle forze attive o riduzione delle forze resistive

CONDIZIONI NECESSARIE PER IL DISTACCO DI UNA VALANGA A LASTRONI

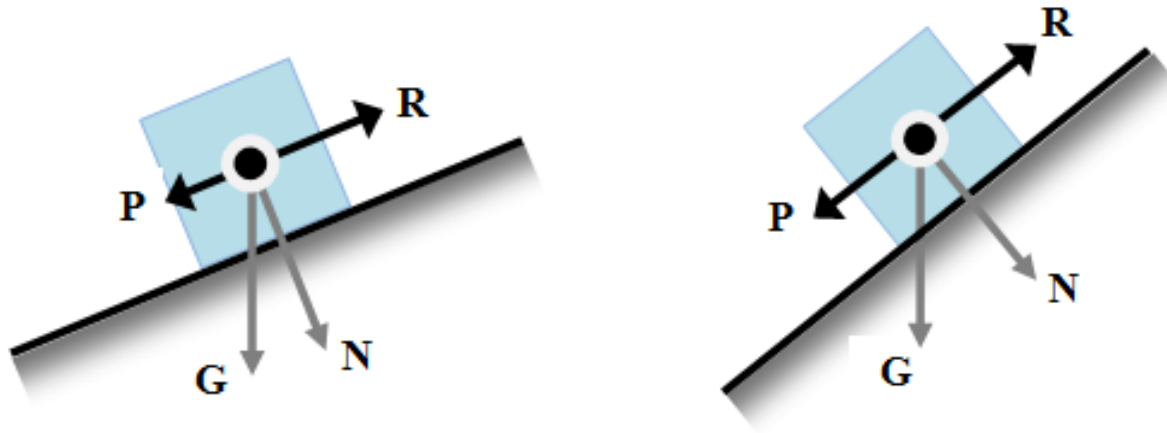
- inclinazione $>30^\circ$ ($>25^\circ$ con neve bagnata)
- strato superficiale di neve con coesione
- presenza di piani di scivolamento

Sono le meno prevedibili e le più pericolose per gli escursionisti

Inclinazione

Più un pendio è ripido e più è pericoloso.

Il distacco di una valanga è possibile dove il punto più ripido del pendio è vicino ad almeno 30° (25° con neve bagnata)



Aumento forze attive (P):

nuove neviccate, neve portata dal vento, pioggia, sovraccarico (sciatori, ..);

Diminuzione forze resistenti (R):

forte aumento della temperatura, piogge (percolato), strati deboli

Valutazione dell'inclinazione

Sulla carta topografica

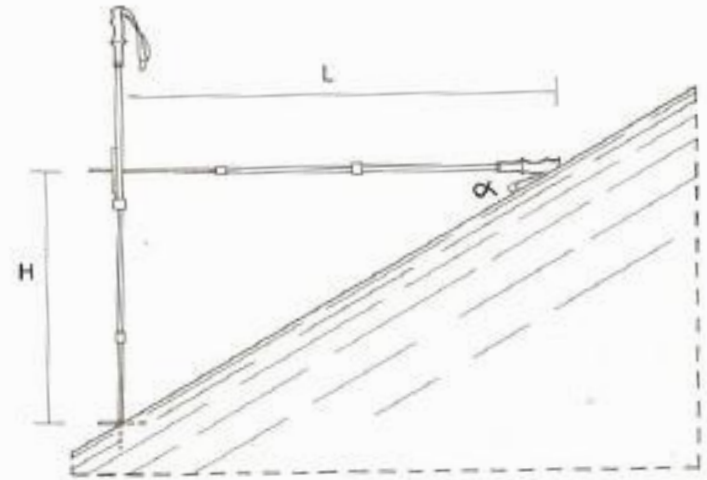
Scala 1:25000

Misurando la distanza tra 2 curve di livello aventi un dislivello di 100m.

La distanza deve essere misurata perpendicolarmente alle curve di livello

Distanza curve	8 mm	7 mm	6 mm	5 mm	4 mm
Inclinazione media in gradi	27°	30°	34°	39°	45°
Pendenza media percentuale	50%	58%	68%	81%	100%

Sul terreno



L/ α	25°	30°	35°	40°	45°	H (cm)
110	51	63	77	92	110	
115	54	66	81	97	115	
120	56	69	84	101	120	
125	58	72	88	105	125	
130	61	75	91	109	130	

Si marcano i bastoncini con del nastro isolante (attenzione ai bastoncini regolabili) secondo i dati della tabella.

Osservazione della coesione della neve con l'utilizzo della pala

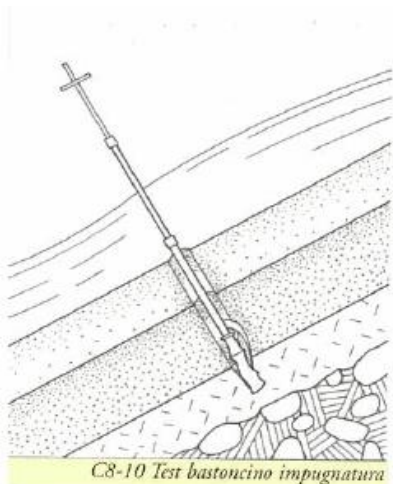


Debole coesione



Alta coesione

Presenza di piani di scorrimento



Test del Bastoncino

E' un metodo poco preciso, ma di immediata esecuzione, che permette di rilevare la presenza di strati deboli o molto resistenti.

Se la resistenza incontrata è grande ed aumenta gradualmente, **il pendio è tendenzialmente stabile.**

Se la resistenza è bassa, specialmente verso il fondo del manto nevoso, si è in presenza di uno strato debole e quindi **potenzialmente instabile.**

→ Campanello d'allarme ←

Il test del bastoncino viene utilizzato nel corso delle gite principalmente per valutare lo spessore della neve fresca

Forze attive:

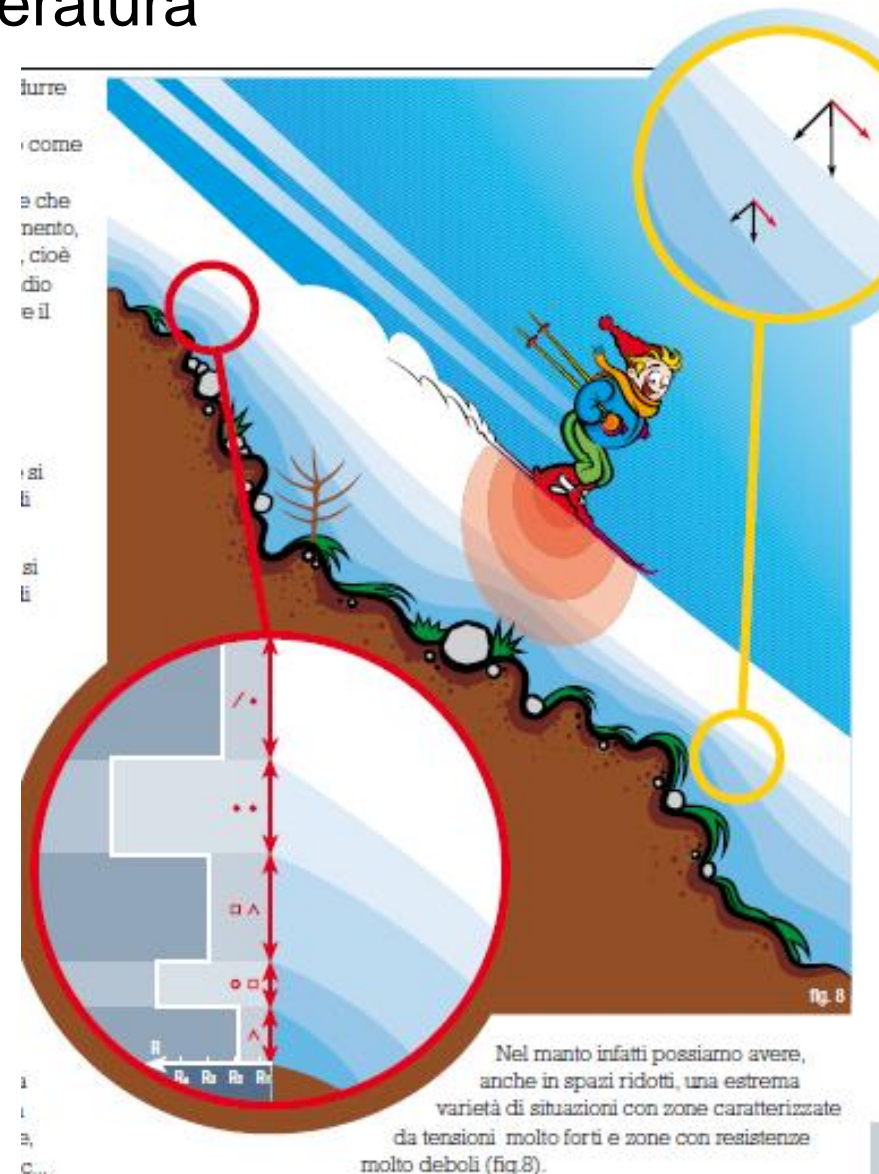
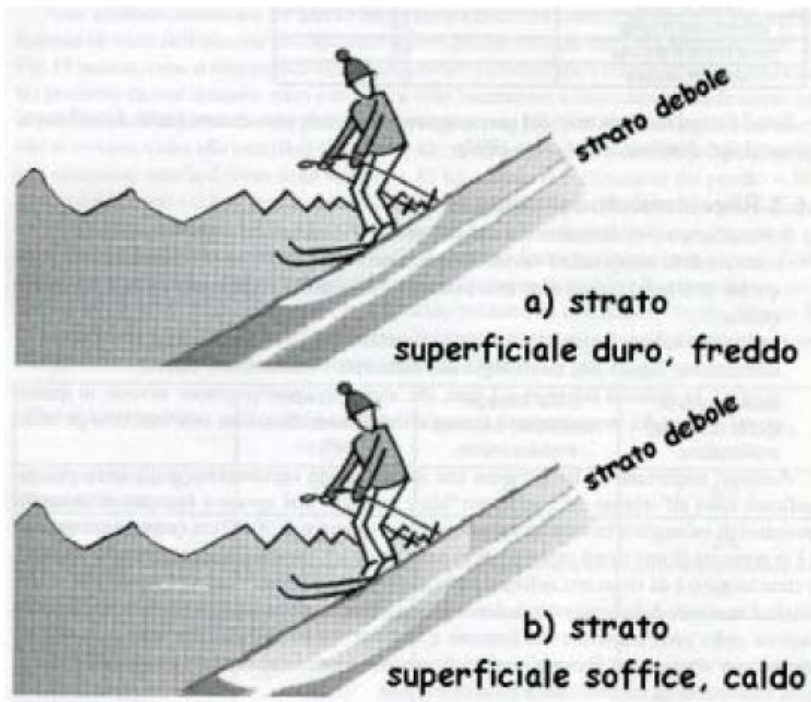
- nuove precipitazioni che apportano neve fresca
- vento che trasporta la neve
- pioggia che apporta acqua
- sovraccarico naturale (caduta di sassi, cornici,..)
- sovraccarico passaggio sciatori

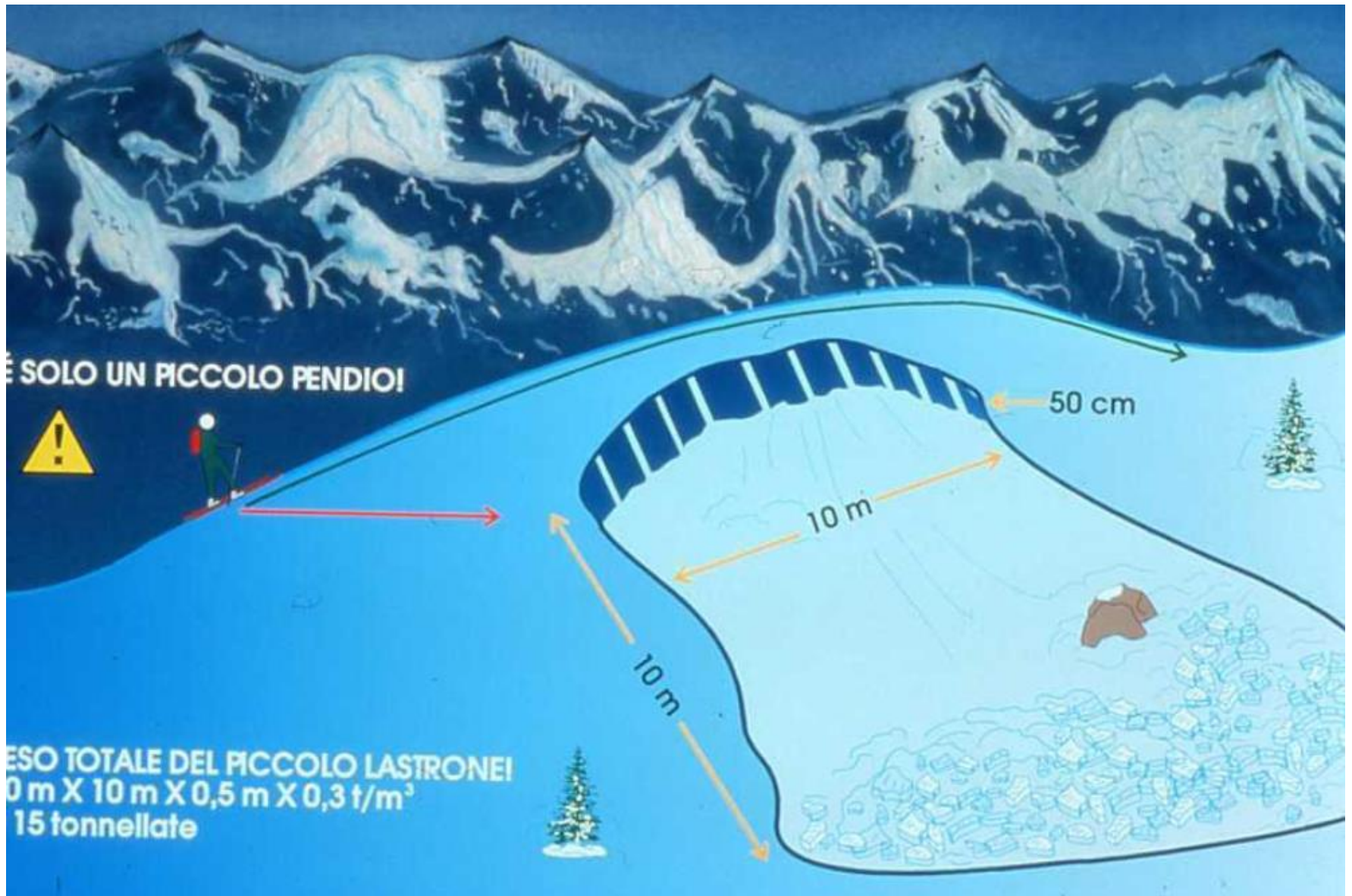
Tipo di sovraccarico	Sollecitazione relativa ad uno sci escursionista
Sci escursionista in salita	1
Sci escursionista in salita (dietrofront)	2
Sci escursionista in discesa lenta e controllata	4
Sci escursionista in discesa (caduta)	8
Escursionista senza sci	3

Tabella 6: sollecitazioni esercitate nel manto nevoso.

Riduzione della resistenza:

- importante aumento della temperatura
(deve durare più giorni)
- pioggia

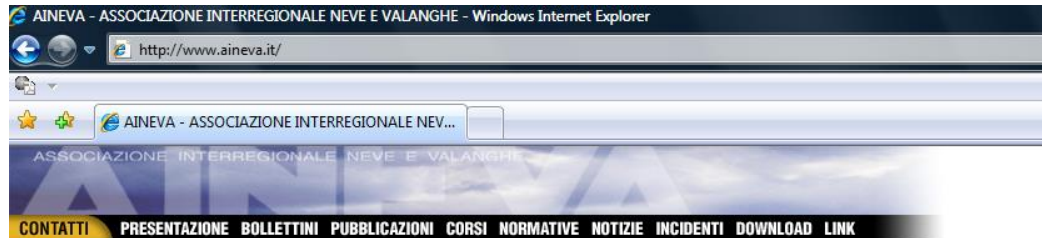




Bibliografia

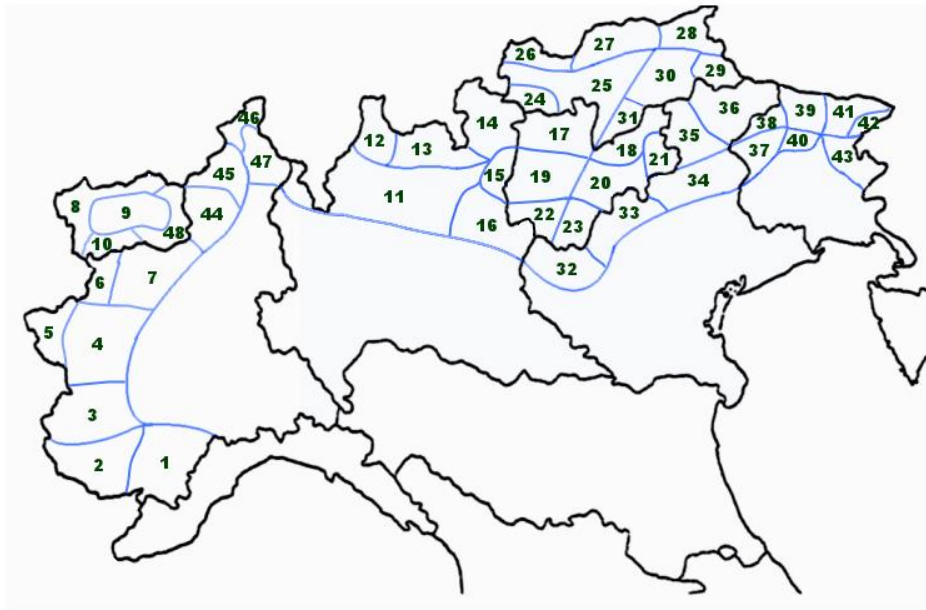
- Werner Munter
‘Il Rischio di valanghe’
Club Alpino Svizzero – Club Alpino Italiano
- Commissione Nazionale Scuole Alpinismo e Sci Alpinismo
‘Sci Alpinismo’
Manuali del CAI
- Renato Costa
‘La neve e le valanghe’
Mulatiero editore
- Kurt Winker / Hans-Peter Brehem / Jurg Haltmeier
‘Sport di Montagna in Inverno’
CAS – Club Alpino Svizzero

WWW.AINEVA.IT



BOLLETTINO NIVOMETEOROLOGICO AINEVA PER L'ARCO ALPINO ITALIANO

- Pagina 1 [Bollettini nivometeorologici regionali e provinciali, aree geografiche, Numeri telefonici degli uffici valanghe](#)
- Pagina 2 [Nevicate previste e innevamento a 2000 metri](#)
- Pagina 3 [Pericolo da valanghe sulle Alpi Italiane](#)
- Pagina 4 [Previsioni meteo](#)



PIEMONTE
1 Alpi Liguri
2 Alpi Marittime

VALLE D'AOSTA
8 Alpi Graie settentrionali
9 Valle d'Aosta centrale

LOMBARDIA
11 Alpi Orobie e Prealpi
12 Alpi Retiche occidentali