



# Morfologia dei ghiacciai Materiali e tecniche per il loro attraversamento

# Indice della serata

- *Morfologia dei ghiacciai*
- *Tecniche per l'attraversamento di un ghiacciaio*
- *I materiali da ghiaccio e la loro evoluzione*

# Indice della serata

- *Morfologia dei ghiacciai*
- *Tecniche per l'attraversamento di un ghiacciaio*
- *I materiali da ghiaccio e la loro evoluzione*

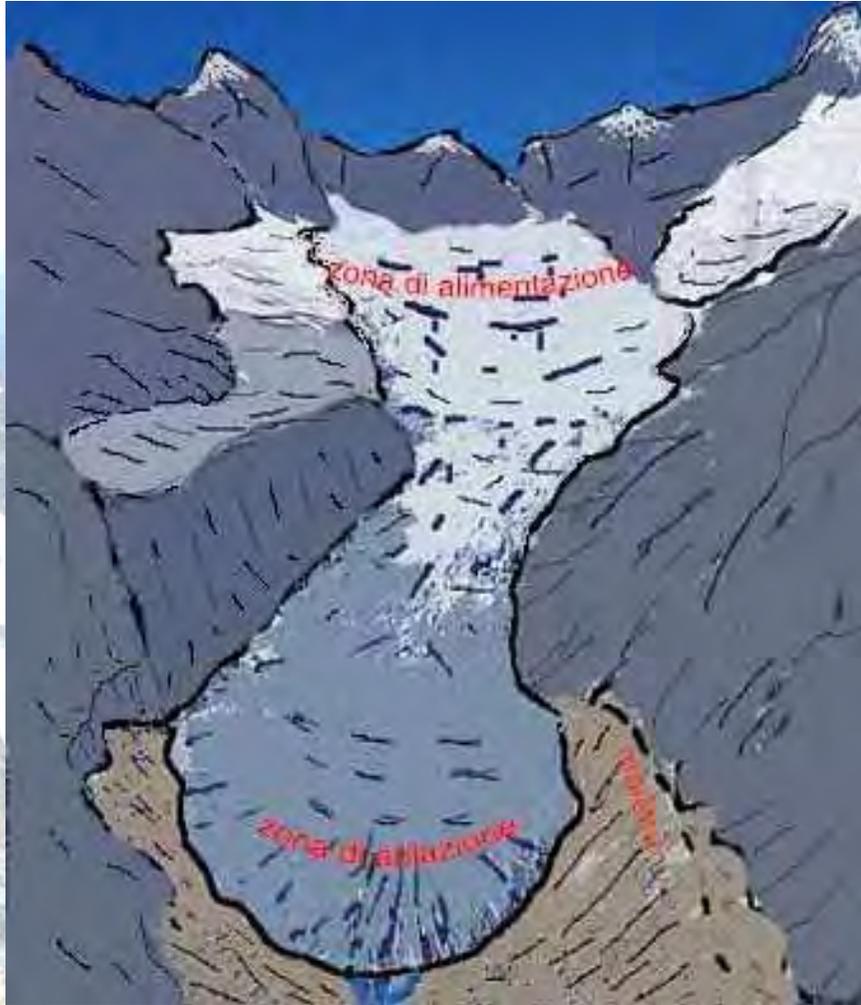
# Che cos'è un ghiacciaio?

## DEFINIZIONE

*Ghiaccio in movimento derivante dalla trasformazione della neve*



**Il ghiaccio è un'entità dinamica, un fluido viscoso che fluisce per gravità**



Il ghiacciaio è formato da due zone:

**BACINO COLLETTORE**

zona di accumulo, dove si forma il ghiaccio

**BACINO ABLATORE**

dove si ha perdita di massa per fusione

Le due zone sono separate da una  
**LINEA DI EQUILIBRIO**



## **BACINO COLLETTORE**

La neve che cade è maggiore di quella che si scioglie; inoltre anche le valanghe di neve che cade dai pendii circostanti aiuta ad aumentare lo spessore

## **BACINO ABLATORE**

Le temperature più alte fondono la neve e il ghiaccio asportando materia

# La materia prima di un ghiacciaio: il GHIACCIO

Ghiaccio che proviene dalla trasformazione della neve attraverso cicli di gelo, disgelo e rigelo, sublimazione, condensazione, compressione e vento



# La materia prima di un ghiacciaio: il GHIACCIO

## ALCUNE DENSITA' TIPICHE

Neve appena caduta:  $100 \text{ Kg/m}^3$

Neve trasformata (Firn):  $580 \text{ Kg/m}^3$

Ghiaccio di ghiacciaio (superficiale):  
 $850 \text{ Kg/m}^3$

Ghiaccio di ghiacciaio (profondo):  $920 \text{ Kg/m}^3$

Acqua distillata:  $1000 \text{ Kg/m}^3$

# TIPI DI GHIACCIAIO

## Ghiacciai Temperati

Ghiacciaio la cui massa è costantemente attorno agli zero gradi.

Solo d'inverno uno strato superficiale può trovarsi al di sotto degli zero gradi.

Può essere presente acqua di fusione alla base e al suo interno.

**Tipico dei ghiacciai alpini!!!**

# TIPI DI GHIACCIAIO

## Ghiacciai Temperati



# TIPI DI GHIACCIAIO

## Ghiacciai Freddi

**Ghiacciaio con temperature sempre al di sotto dello zero, dalla superficie alla base. Quindi sempre privo di acqua di fusione.**

**Tipico dei ghiacciai polari!!!**

# TIPI DI GHIACCIAIO

## Ghiacciai Freddi



## TIPI DI GHIACCIAIO

La trasformazione della neve in ghiaccio avviene molto più rapidamente nei ghiacciai temperati.

In Groenlandia la neve diventa ghiaccio a 60 m di profondità e dopo circa 100 anni.

In Antartide la neve diventa ghiaccio a 100 m di profondità e dopo circa 4000 anni.

Sulle Alpi la neve diventa ghiaccio a 10 m di profondità e dopo circa 3 anni.

# TIPI DI GHIACCIAIO

## Ghiacciai Neri

Ghiacciai ricoperti da detriti (derivanti dai fianchi vallate laterali o inglobati nel ghiaccio stesso).

L'ablazione è rallentata fortemente e le lingue possono raggiungere quote molto basse.

Es. Ghiacciaio del Miage - Monte Bianco

# TIPI DI GHIACCIAIO

## Ghiacciai Neri



# TIPI DI GHIACCIAIO

## Ghiacciai Neri



# DISTRIBUZIONE DEI GHIACCIAI SUL PIANETA

Antartide (85,7%) + Groenlandia (10,9%) = 96,6%

Alpi: 0,018% → 5154 ghiacciai per 3000 Km<sup>2</sup>

Il 46% dei ghiacciai alpini si trova in Svizzera

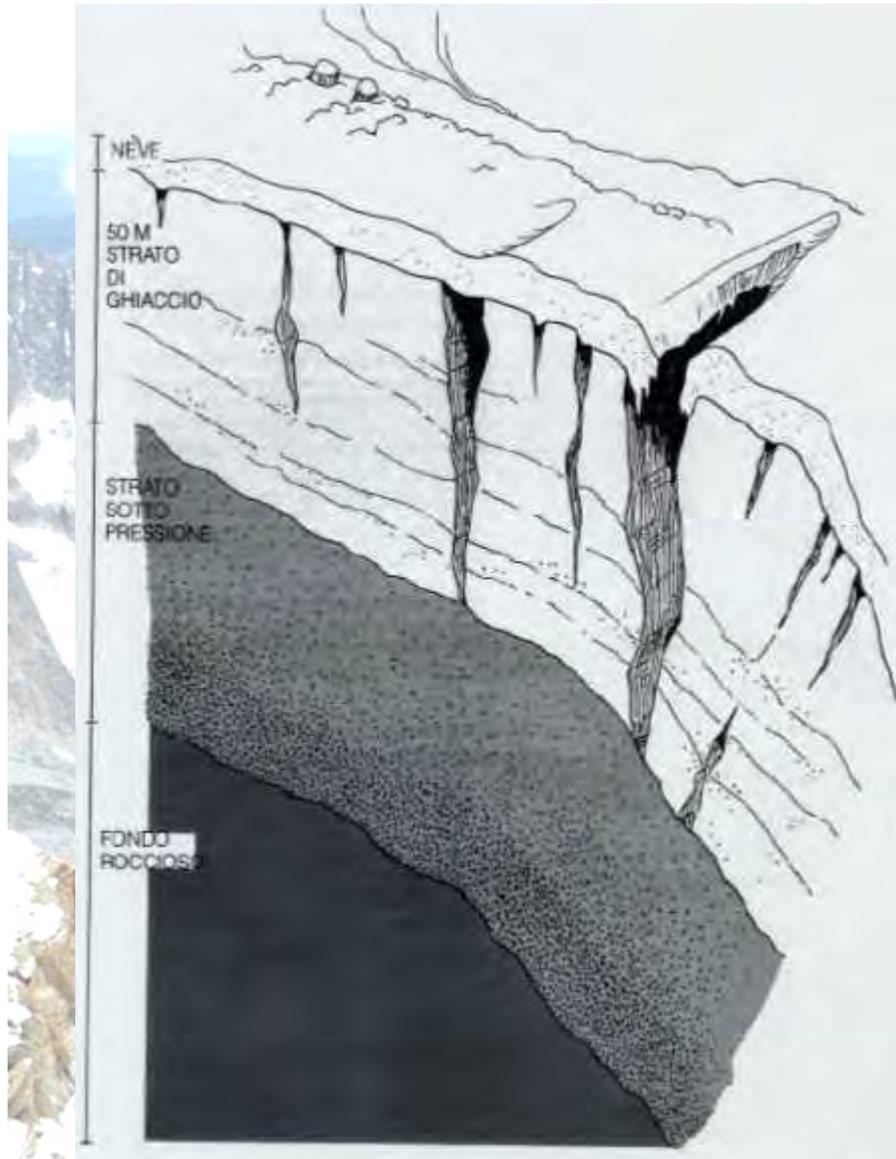
In Italia ci sono 800 ghiacciai per 600 Km<sup>2</sup>

# DISTRIBUZIONE DEI GHIACCIAI SUL PIANETA

Il più esteso ghiacciaio delle Alpi è il Ghiacciaio dell'Aletsch (CH) (86 Km<sup>2</sup> per 24 Km)



# L'INTERNO DI UN GHIACCIAIO



In un ghiacciaio ci sono due strati fondamentali:

Uno superficiale, con comportamento rigido

Uno più profondo con comportamento plastico

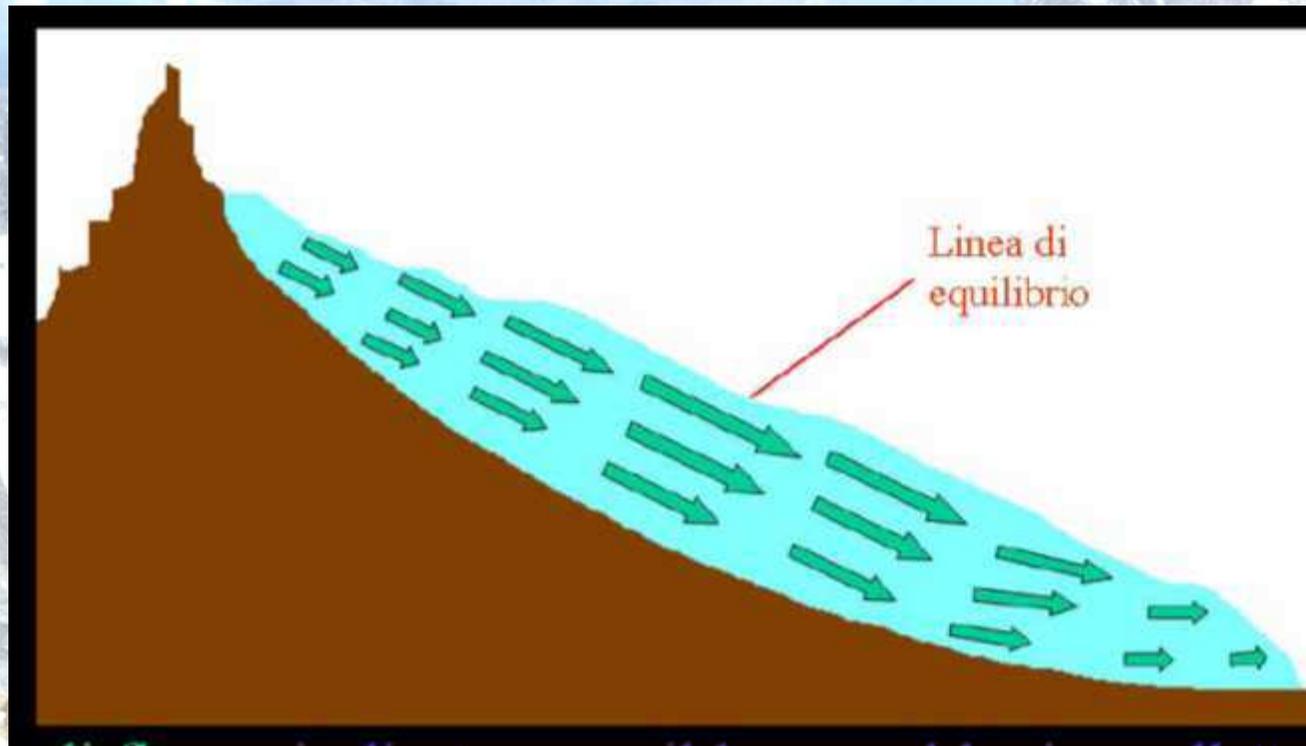
# MOVIMENTO DI UN GHIACCIAIO

**I ghiacciai si muovono, dall'alto verso il basso.**

**In una situazione di equilibrio con il clima, il ghiacciaio mantiene la sua geometria, ma il flusso continua, trasferendo verso il basso la stessa quantità di massa che si è accumulata in alto.**

**La velocità è maggiore nei pressi della linea di equilibrio.**

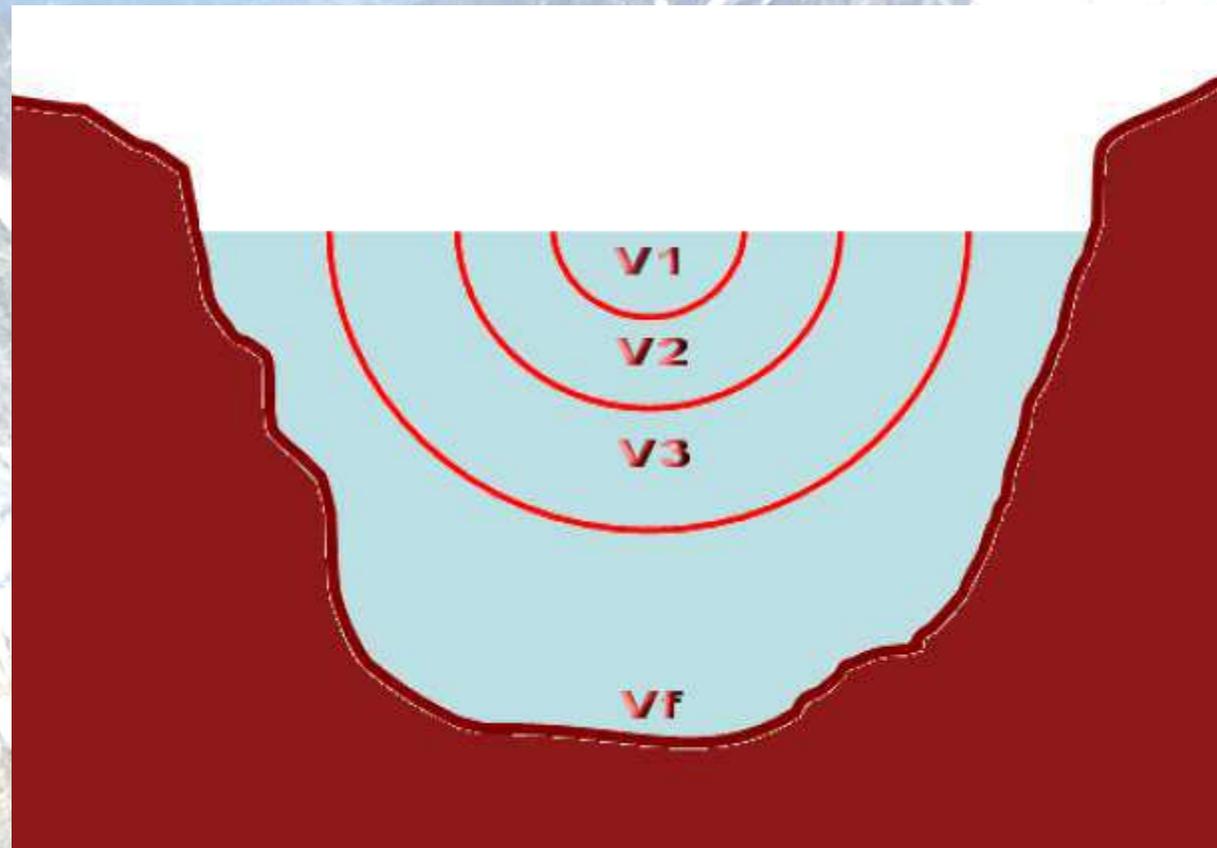
# MOVIMENTO DI UN GHIACCIAIO



Esempio:  
Il ghiacciaio  
della Mer de  
Glace si muove  
di circa 20-25  
cm al giorno

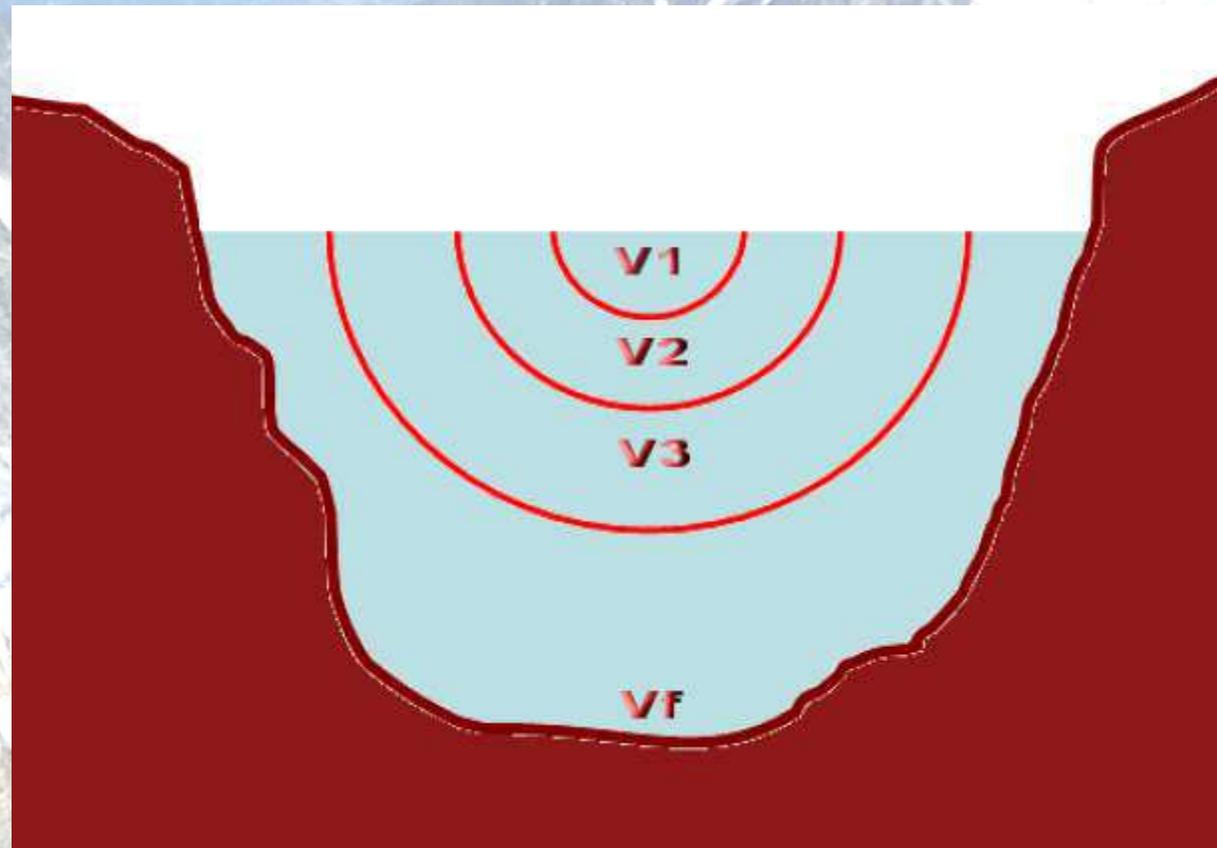
# MOVIMENTO DI UN GHIACCIAIO

La velocità, come in tutti i fluidi viscosi, è maggiore a centro e diminuisce man mano che ci si allontana divenendo pressoché nulla ai bordi e sul fondo



# MOVIMENTO DI UN GHIACCIAIO

Esiste tuttavia nei ghiacciai alpini uno scivolamento di tipo basale dovuto all'acqua di fusione che corre sul fondo e che fa da lubrificante favorendo lo scorrimento.



# LE FORME TIPICHE DI UN GHIACCIAIO



# LE FORME TIPICHE DI UN GHIACCIAIO

In un ghiacciaio si possono avere 3 tipi di strutture:

1. Da flusso
2. Da ablazione differenziale
3. Da acqua di fusione

Queste strutture sono dovute all'azione combinata di:

- a) Gravità
- b) Radiazione solare
- c) Acque di fusione
- d) Azione eolica

# Strutture da flusso

## I CREPACCI

Sono fratture dello strato superficiale dei ghiacciai, più fragile rispetto agli strati interni; sono dovute al movimento dei ghiacciai o alla variazione di pendenza del letto su cui scorrono.



## Strutture da flusso

Se i crepacci sono dovuti alla variazione della pendenza del letto su cui il ghiacciaio scorre possiamo avere:



# Strutture da flusso

## Crepacci a V



## Strutture da flusso

Se i crepacci sono dovuti alla variazione della pendenza del letto su cui il ghiacciaio scorre possiamo avere:



# Strutture da flusso

## Crepacci a Campana



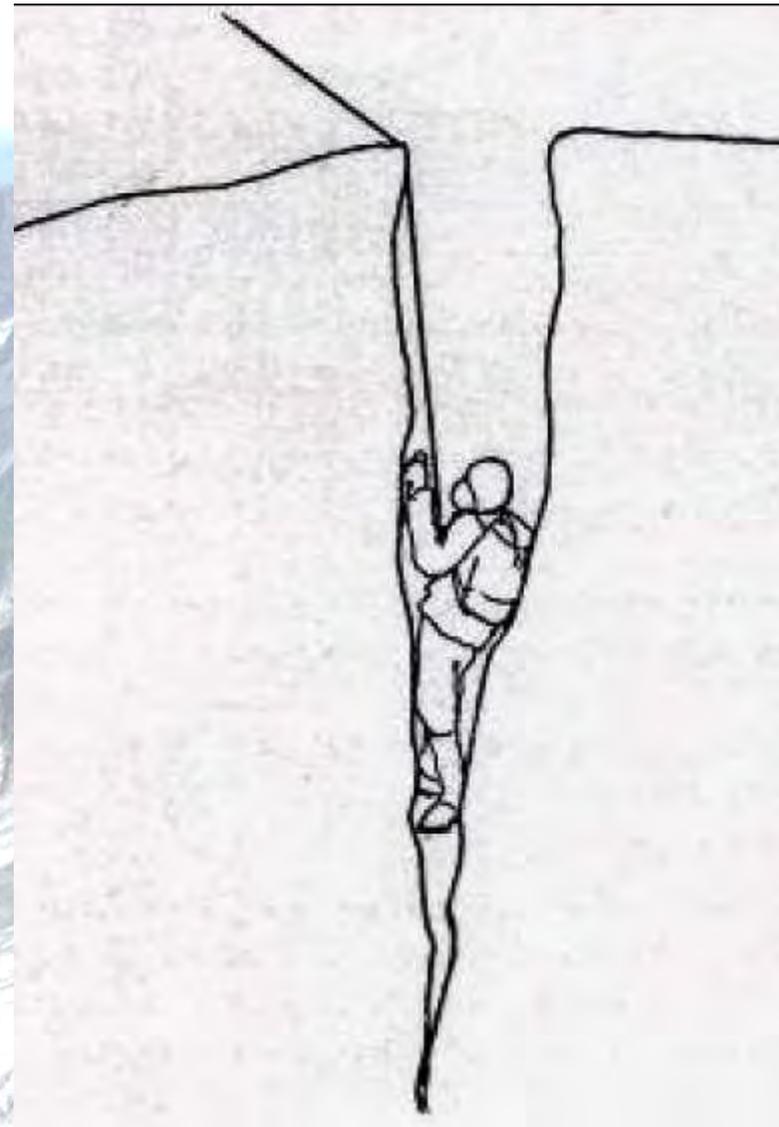
## Strutture da flusso

Cadere in un crepaccio a V comporta impattare con le pareti e rischiare danni fisici

Inoltre il contatto con le pareti ghiacciate può favorire l'abbassamento di temperatura corporea:

**ATTENZIONE!**

Mai attraversare un ghiacciaio poco vestiti, anche se si muore dal caldo!!!

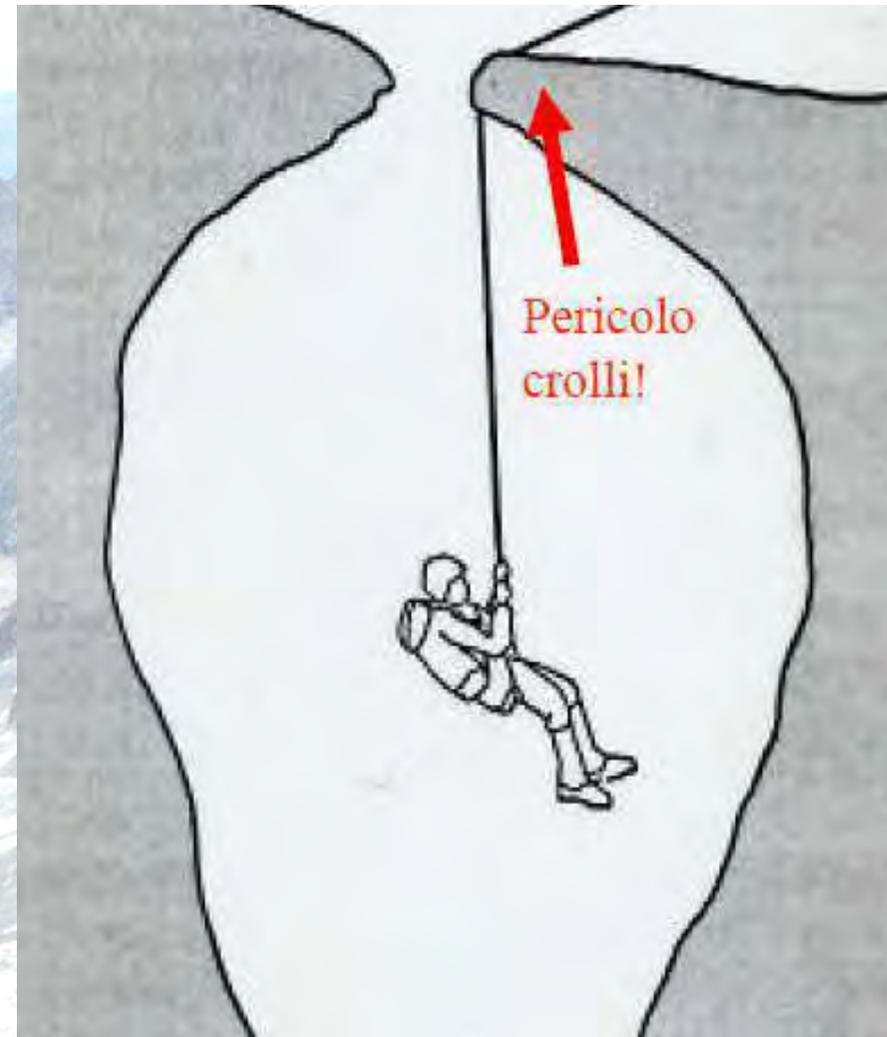


## Strutture da flusso

Cadere in un crepaccio a campana non comporta rischi da impatto ma la caduta è più difficile da trattenere.

Inoltre sono più difficili le operazioni di recupero in quanto il caduto non può collaborare.

Infine esiste il rischio di crollo del bordo del crepaccio.



## Strutture da flusso

Una volta terminata la causa che ha formato i crepacci, questi si richiudono grazie al riavvicinamento delle pareti

→ Passaggio da un cambiamento di pendenza ad una zona con pendenza lineare o pianeggiante



Formazione delle OGIVE

# Strutture da flusso

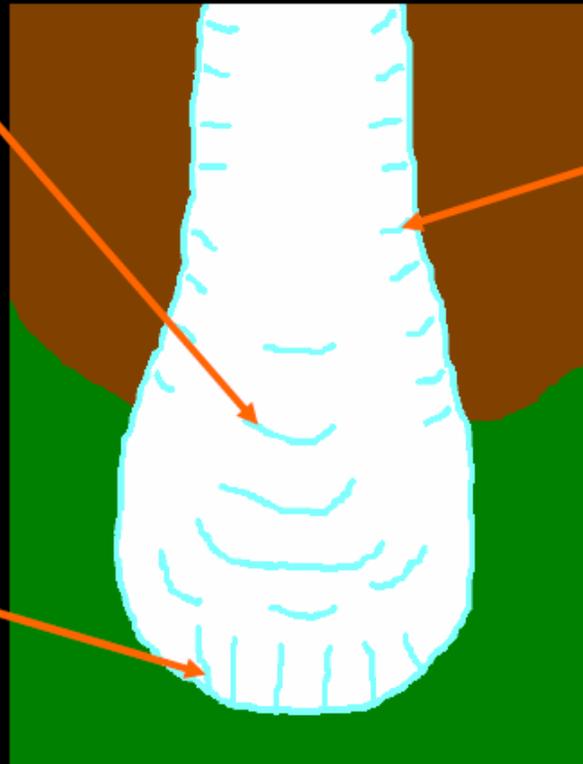
## Disposizione dei crepacci

### Trasversali:

tagliano per traverso la colata di ghiaccio con forma ad arco e concavità verso valle (evidenza della componente di flusso distensivo).

### Longitudinali:

si allungano secondo la direzione di discesa del ghiacciaio (causati dal restringimento o allargamento della colata tra i fianchi della valle e nella lingua frontale dove questa si allarga a ventaglio).

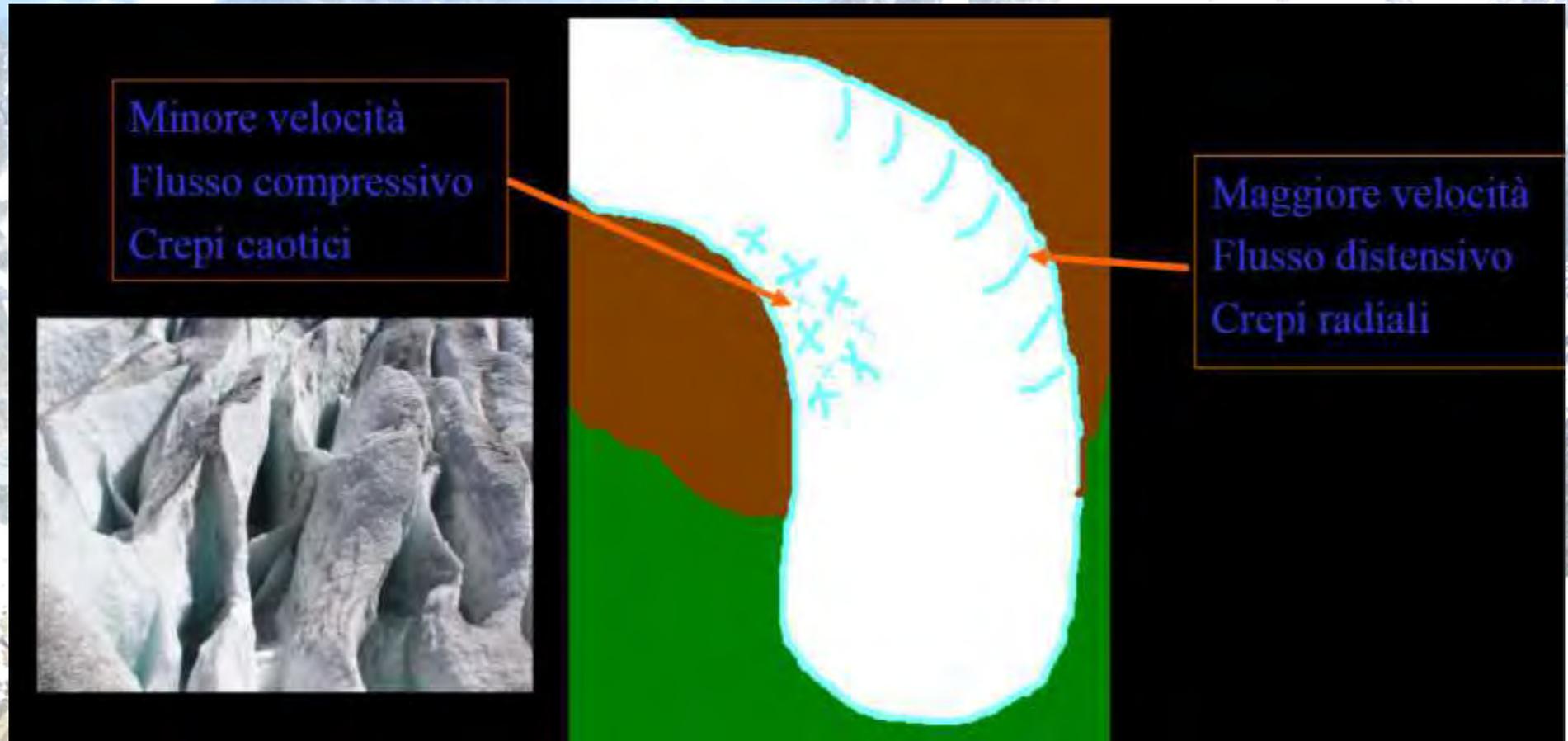


Obliqui: nei cambi di direzione, ai lati per contatto con la roccia

Caotici: nel congiungimento di più colate o all'interno delle curve (evidenza di una componente compressiva del flusso)

# Strutture da flusso

## Disposizione dei crepacci caotici e radiali



# Strutture da flusso

## La crepaccia terminale

Rappresenta la linea di separazione tra il bacino collettore di un ghiacciaio e la parete



# Strutture da flusso

## La crepaccia terminale

Alpinisticamente può rappresentare un duro ostacolo da superare per accedere ad una parete



# Strutture da flusso

## I ponti di neve

**Aggregato di neve che ricopre parzialmente o totalmente un crepaccio: a seconda della consistenza può permettere il passaggio di un alpinista o meno**



# Strutture da flusso

## I ponti di neve

La resistenza di un ponte di neve dipende da:

- Temperatura
- Umidità
- Irraggiamento solare
- Spessore del ponte
- Vento

# Strutture da flusso

## I ponti di neve

In primavera sono più spessi e la neve è più consistente quindi è abbastanza sicuro attraversare un ghiacciaio, ma richiede attenzione

In estate, col caldo, i ponti sono quasi tutti crollati, spesso i ghiacciai sono "secchi", i crepi visibili, quindi è la stagione più sicura

In autunno le prime nevicate (magari con vento) creano un effetto coperta sui crepi, ma i ponti non sono ancora abbastanza consistenti, è la stagione più insidiosa per attraversare un ghiacciaio

# Strutture da flusso

## I ponti di neve

Il momento più sicuro è la notte o le prime ore del mattino, perché sono i momenti più freddi della giornata e i ponti sono più sicuri; evitare le ore più calde del giorno, ma attenzione anche alle notti nuvolose (temperatura più alta, no rigelo!)



## Strutture da flusso

**I ponti di neve - Come si fa a vedere i crepacci allora?**

**Neve Fresca**

**Effetto coperta, difficile vedere i crepacci**

**Neve Vecchia**

**Dopo alcuni cicli gelo/disgelo si creano delle curvature nei ponti di neve che lasciano capire che c'è un crepaccio e il suo andamento; spesso, neve più bianca in prossimità di un crepaccio**

**Solitamente, da un'attenta osservazione del terreno, si può intuire comunque dove possono esserci crepacci e di che tipo**

# Strutture da flusso

## Le seraccate



# Strutture da flusso

## Le seraccate

Si formano quando il ghiacciaio deve superare un brusco salto: la forte accelerazione dà origine a fratture trasversali e longitudinali che formano blocchi di varie misure il cui insieme prende il nome di seraccata



# Strutture da flusso

## Le seraccate

Sono di difficile attraversamento e molto pericolose a causa dei numerosi e frequenti crolli



# Strutture da flusso

## Seracchi Pensili

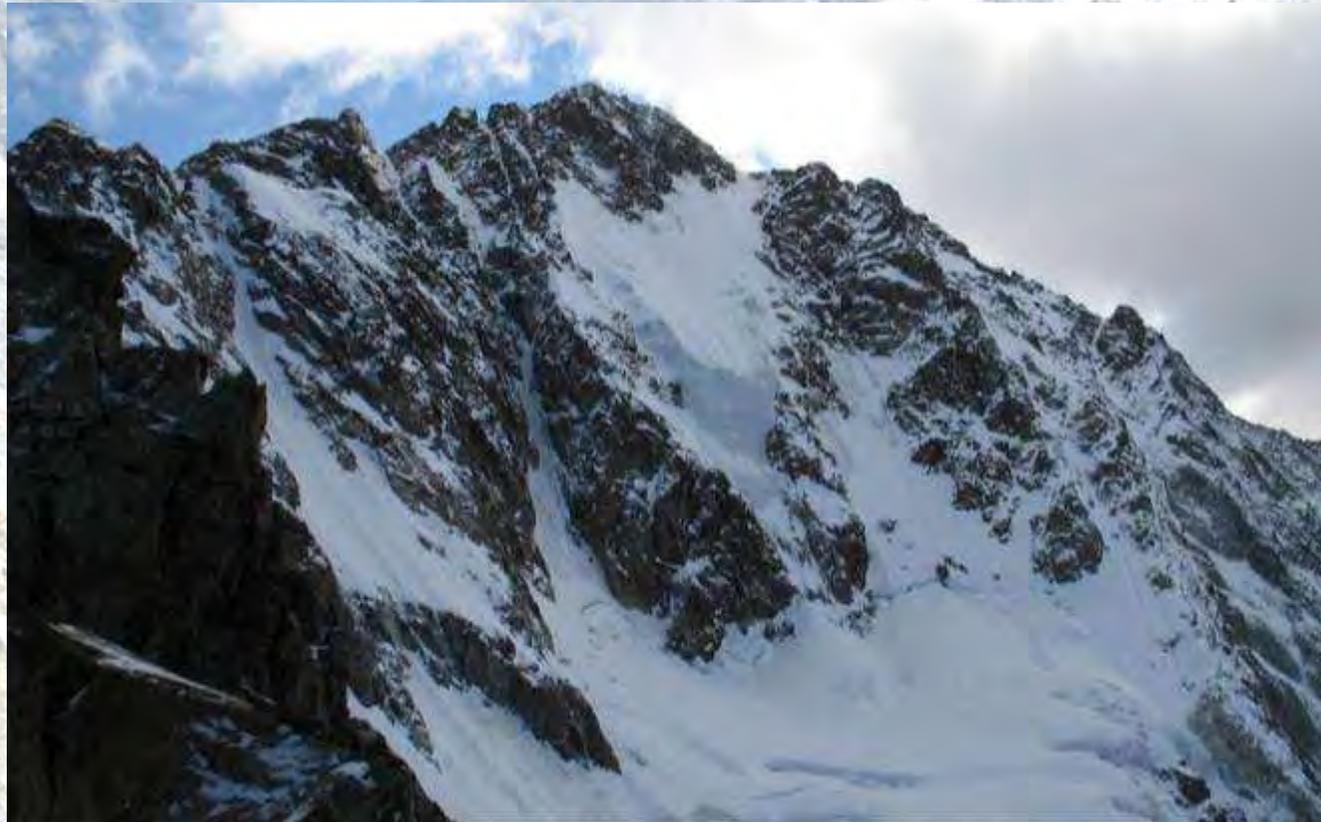
Sorta di ghiacciai pensili, "appiccicati" alle pareti nord di alcune montagne



# Strutture da flusso

## Seracchi Pensili

Formati da ghiaccio molto duro e levigato dal vento  
Può collassare totalmente e "sfogliarsi", ma impiega molto tempo a riformarsi



# Strutture da flusso

## Seracchi Pensili

### Scalata sul seracco pensile della Presanella



# Strutture da ablazione differenziale



# Strutture da ablazione differenziale

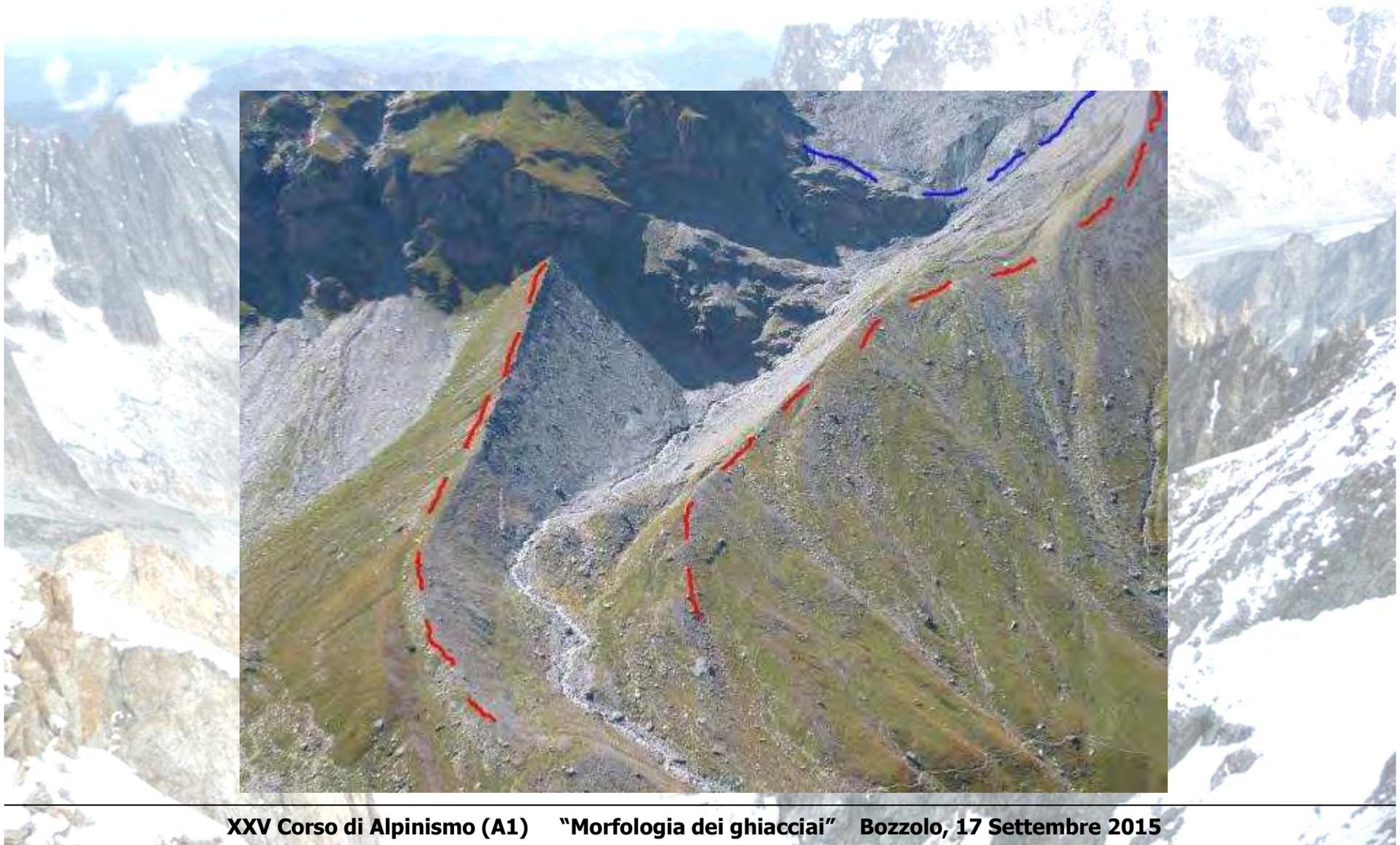
## Morene laterali

Cordoni detritici che si formano ai lati di un ghiacciaio quando questo è in rigonfiamento



# Strutture da ablazione differenziale

## Morene laterali



# Strutture da ablazione differenziale

## Morene Mediane

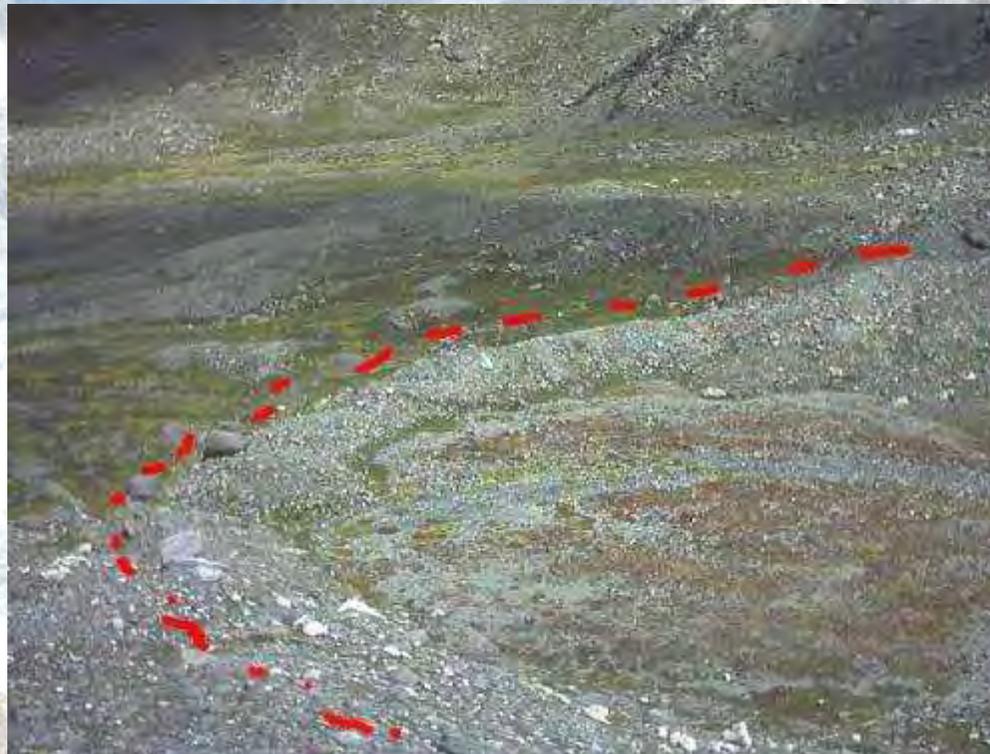
Derivanti dall'incontro di due morene laterali  
(ovvero quando si incontrano due lingue glaciali)



# Strutture da ablazione differenziale

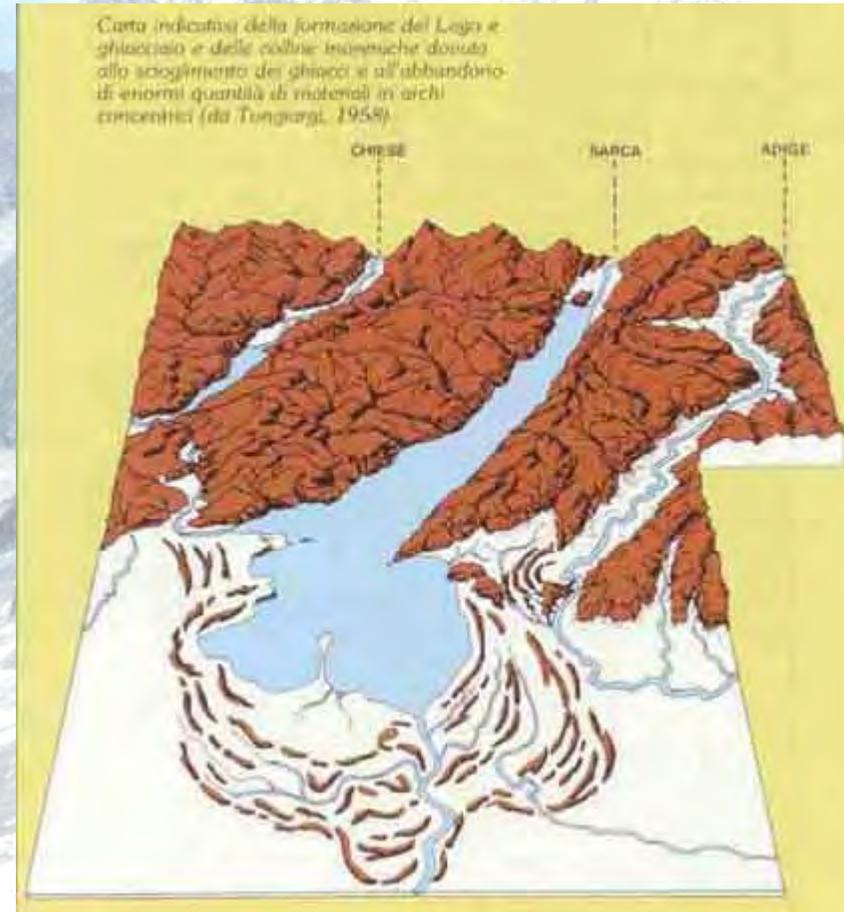
## Morene Frontali

Hanno andamento a semicerchio, spesso con più argini concentrici, sono formate dal materiale trasportato dal ghiacciaio e non deposto ai lati. Rappresentano spesso il punto di massima espansione di un ghiacciaio.



# Strutture da ablazione differenziale

## Morene Frontali – Un esempio lampante...



# Strutture da acqua di fusione

## Bédières

Piccoli ruscelli formati da acqua di fusione che corrono sulla superficie del ghiacciaio



# Strutture da acqua di fusione

## Inghiottitoi

Pozzi che collegano la superficie col fondo di un ghiacciaio: quasi sempre i bédières finiscono in un inghiottitoio



# Strutture da acqua di fusione

## Laghi Epiglaciali (o laghi effimeri)

Laghi che si possono formare sulla superficie, all'interno o sul fondo di un ghiacciaio: possono svuotarsi di colpo provocando disastrose inondazioni



Ghiacciaio di Belvedere (Monte Rosa)

2001

2002

# Strutture da acqua di fusione

## Porta di un ghiacciaio

Rappresenta lo sbocco delle acque che scorrono sul fondo di un ghiacciaio (e rappresenta l'inizio di un torrente)



# Strutture da acqua di fusione

## Porta di un ghiacciaio

### All'interno della porta di un ghiacciaio ...



# Le tracce lasciate dai ghiacciai

## ESARAZIONE

Forma di erosione tipica dei ghiacciai che lascia diversi risultati ... (oltre alle morene di cui già s'è parlato)



# Le tracce lasciate dai ghiacciai

## Rocce montonate

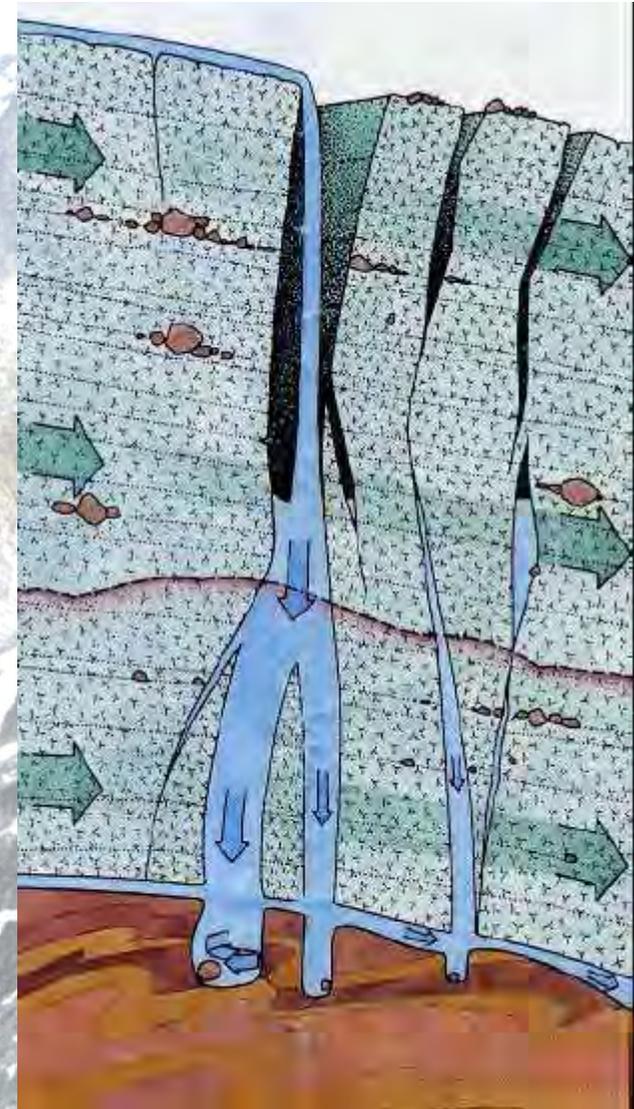
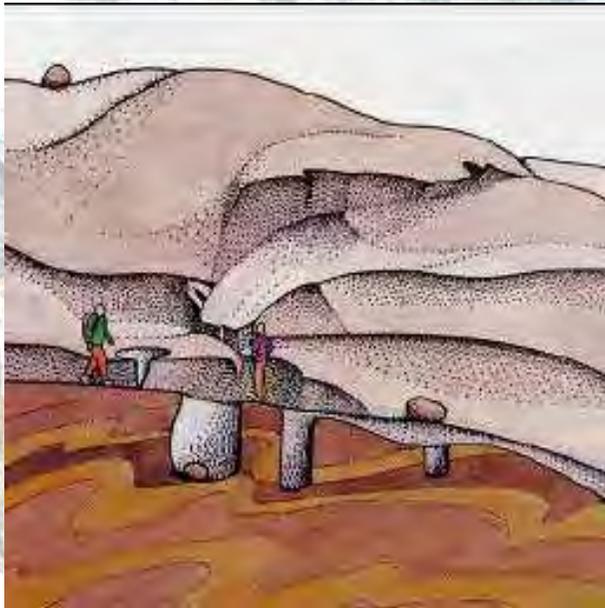
Rocce levigate che un tempo rappresentavano il fondo del ghiacciaio



# Le tracce lasciate dai ghiacciai

## Marmitte

Si trovano dove un tempo c'era un inghiottitoio e sono dovute all'azione combinata di acqua e detriti che compiono un salto importante e ruotano vorticosamente sul fondo



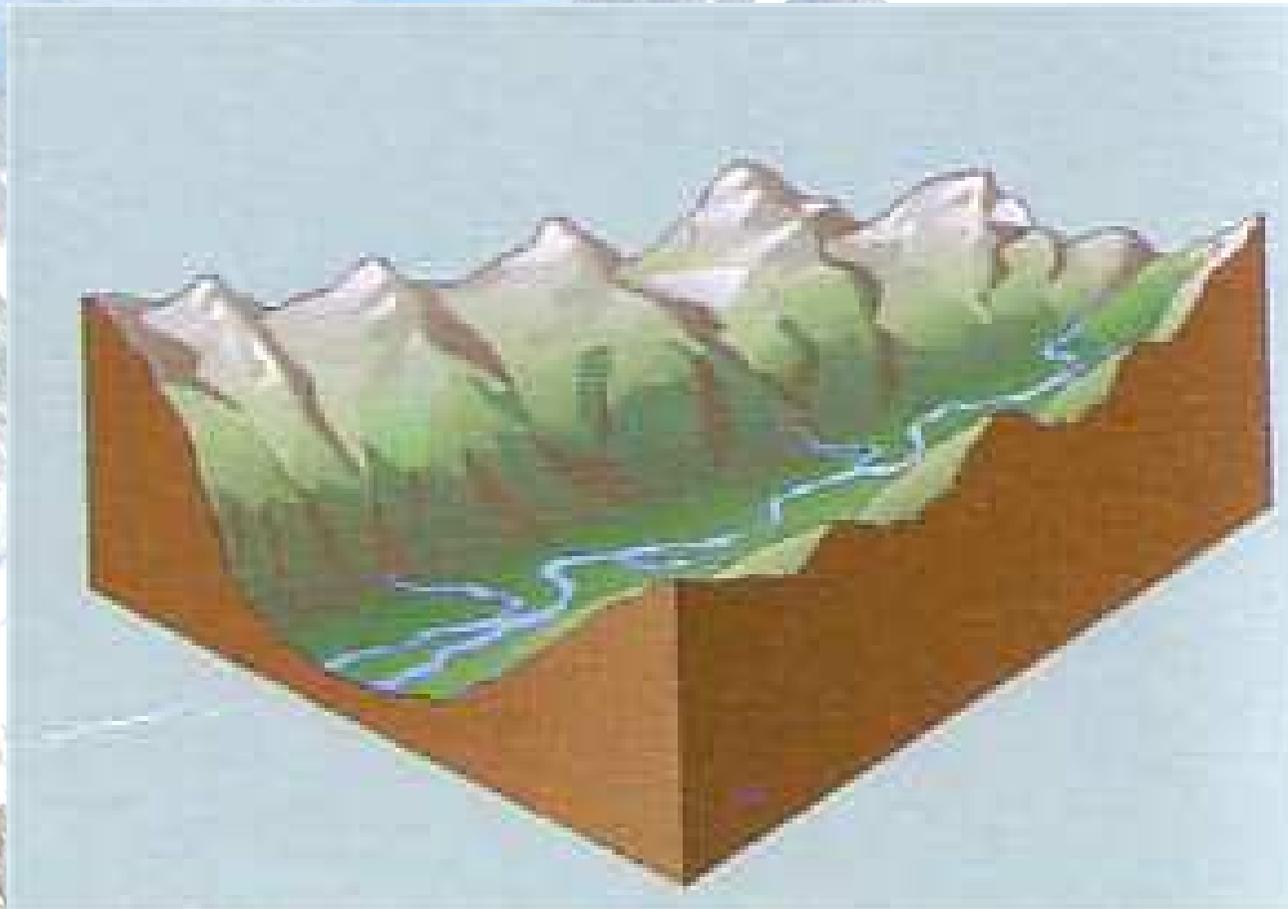
# Le tracce lasciate dai ghiacciai Marmitte dei giganti (Val Chiavenna)



# Le tracce lasciate dai ghiacciai

## Valli ad U

Tipica conformazione di una valle erosa da un ghiacciaio



# Le tracce lasciate dai ghiacciai

## Valli ad U

Tipica conformazione di una valle erosa da un ghiacciaio



# Un pericolo proveniente dall'alto

## Le CORNICI

Si formano lungo le creste delle montagne, sono dovute al vento che trasporta e comprime la neve creando questa specie di ala protesa verso la direzione del vento



# Un pericolo proveniente dall'alto

## Le CORNICI

Queste possono crollare, a causa del peso eccessivo raggiunto, o a causa di un alpinista che, non riconoscendola vi cammina sopra



# Un pericolo proveniente dall'alto

## Le CORNICI

Attenzione quindi quando si percorrono creste con cornici, o si risalgono canaloni con cornici in alto



# Indice della serata

- *Morfologia dei ghiacciai*
- *Tecniche per l'attraversamento di un ghiacciaio*
- *I materiali da ghiaccio e la loro evoluzione*

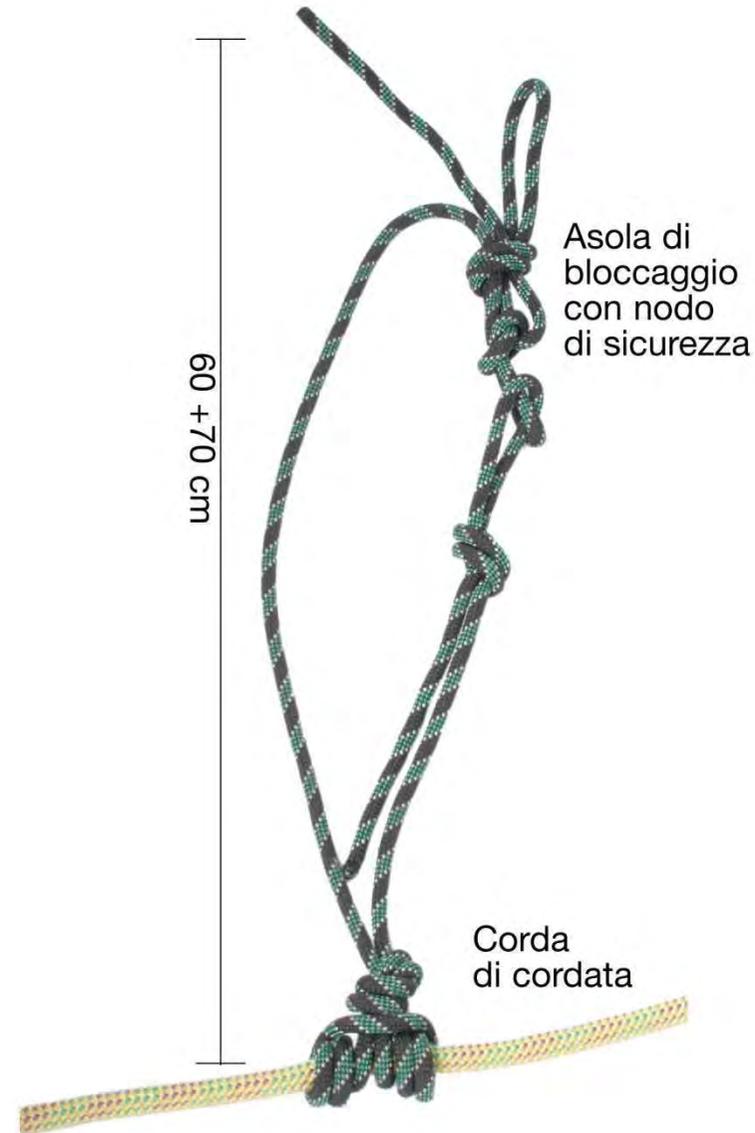
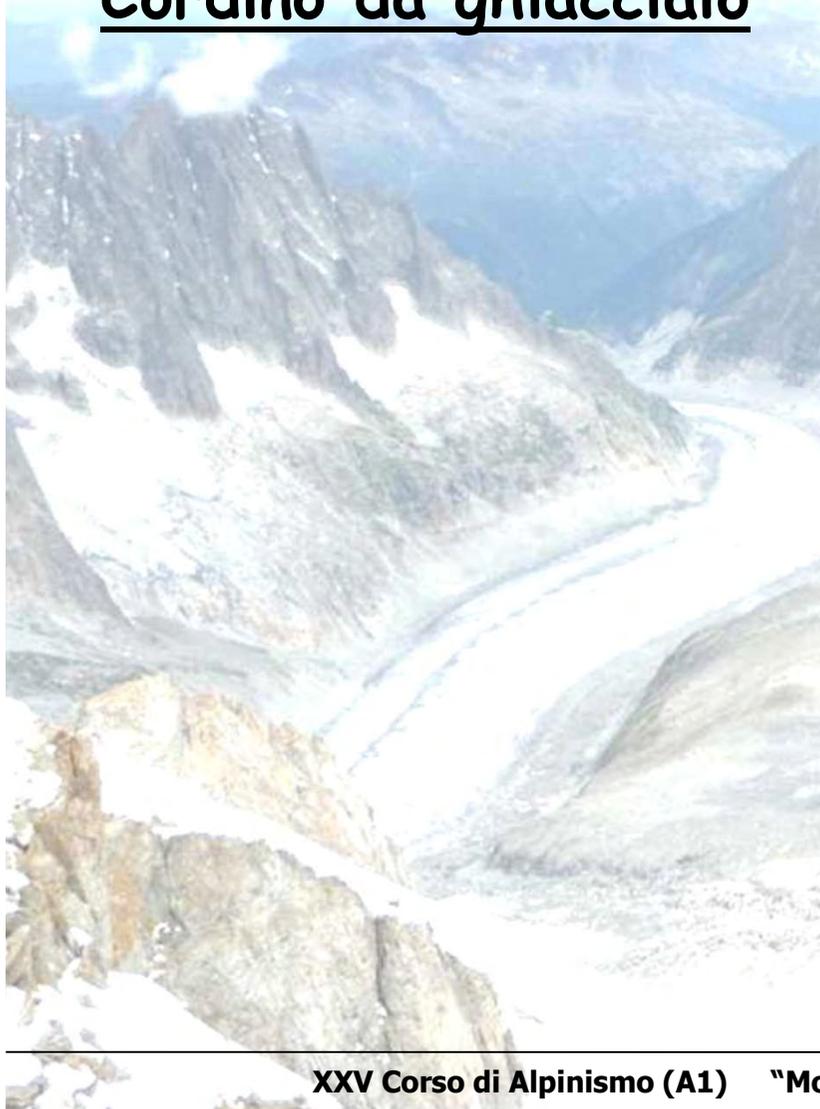
# Progressione in conserva su ghiacciaio

Alcuni consigli utili prima di partire:

- Consultare la cartina in modo da sapere più o meno dove dovrebbe passare l'itinerario
- Non fidarsi ciecamente di una traccia già presente
- Chiedere consiglio a chi ha già percorso l'itinerario (qualche giorno prima, non 30 anni fa!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!)
- Indossare occhiali da sole (anche se nuvolo)
- Rimanere vestiti (anche se fa molto caldo)
- **LEGARSI SEMPRE!!!**

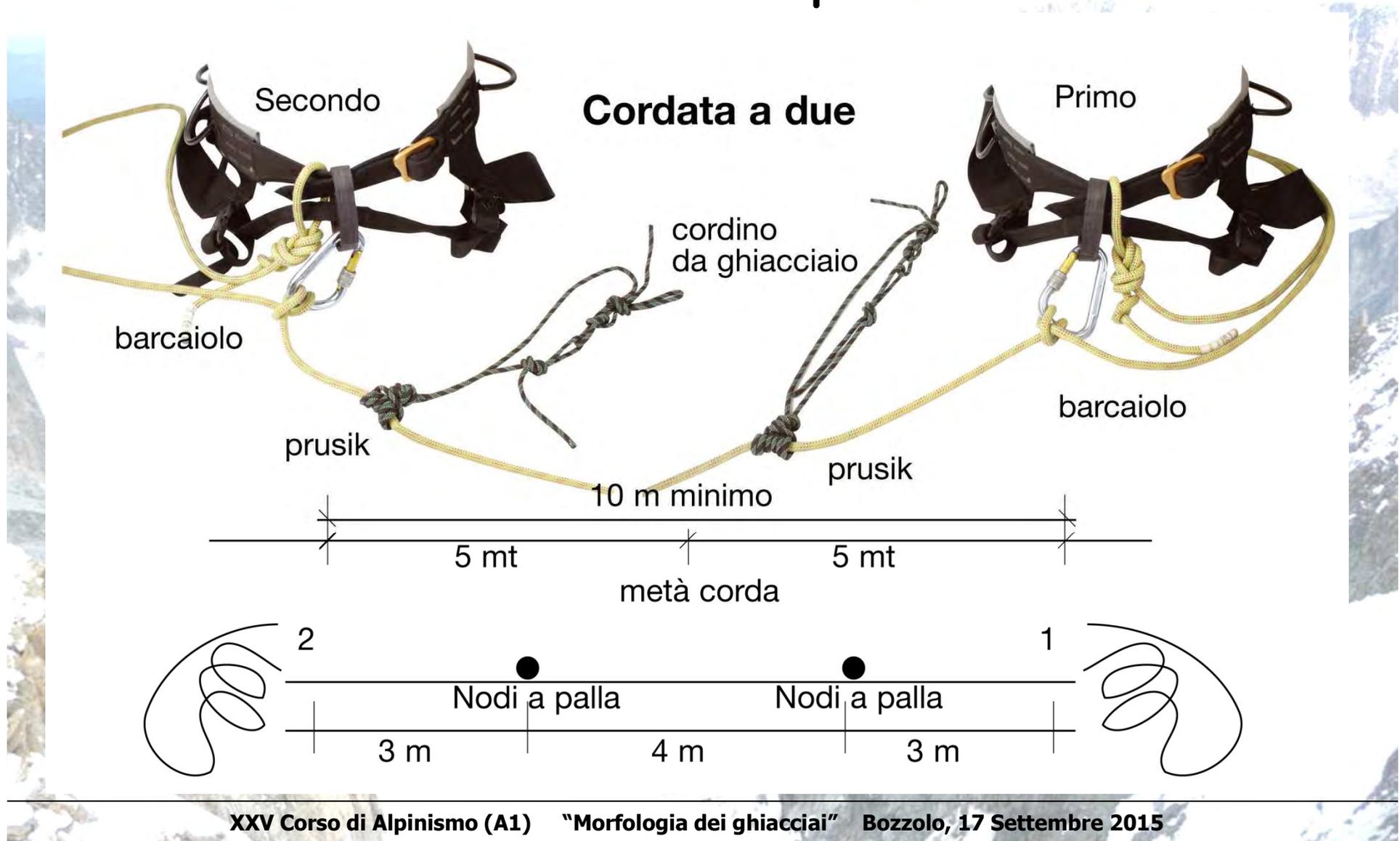
# Progressione in conserva su ghiacciaio

## Cordino da ghiacciaio



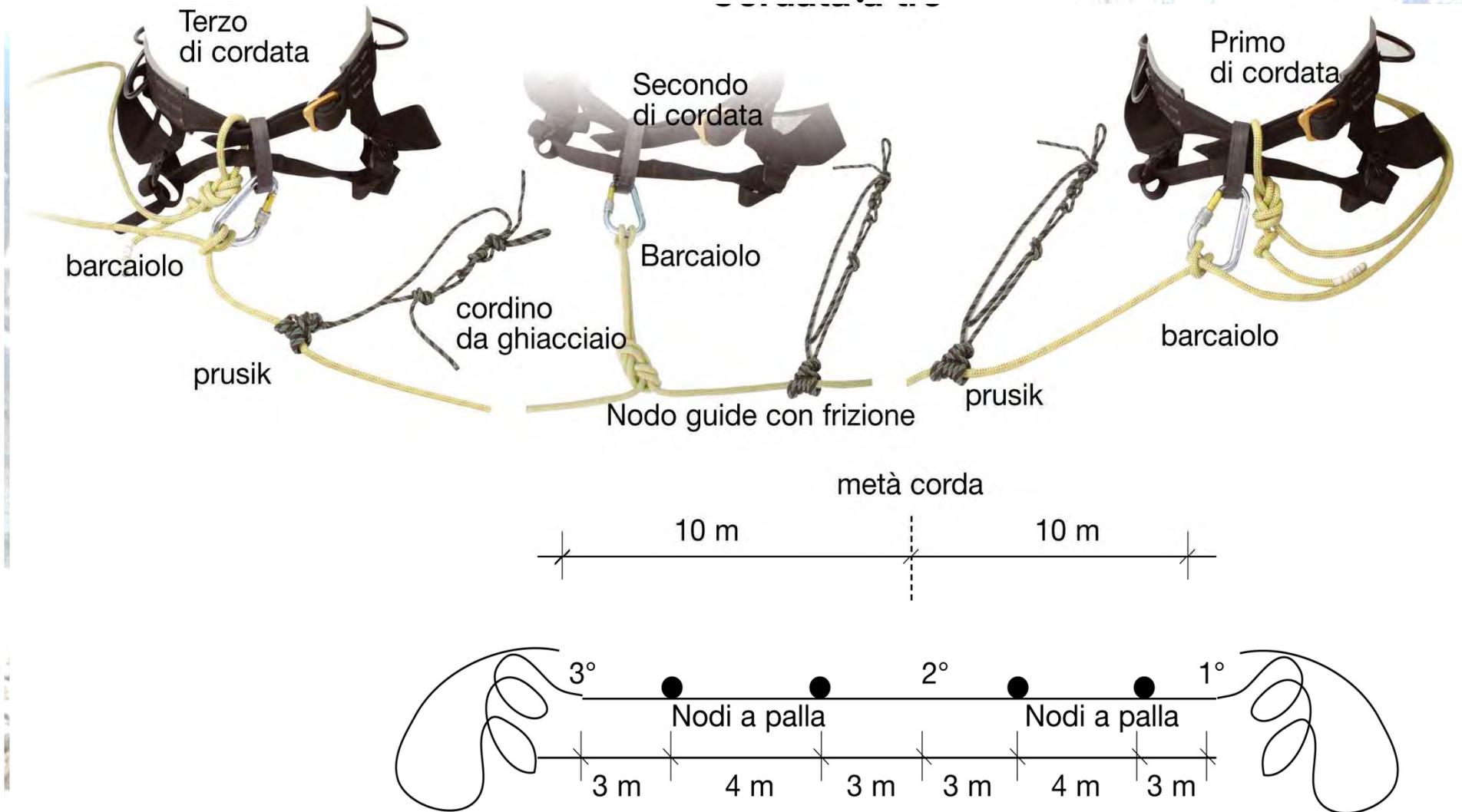
# Progressione in conserva su ghiacciaio

## Cordata a 2 componenti



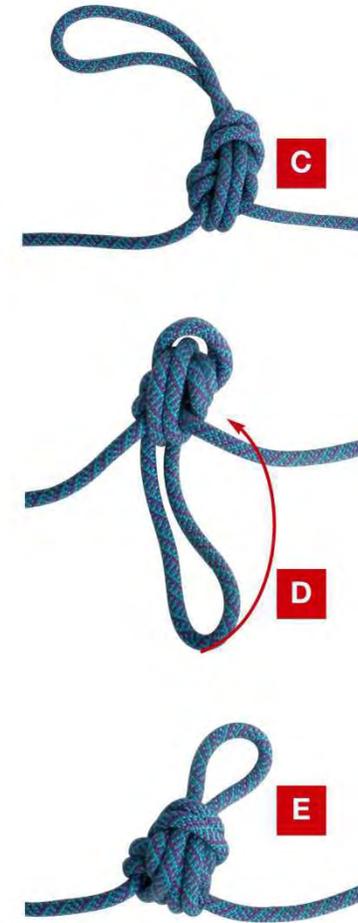
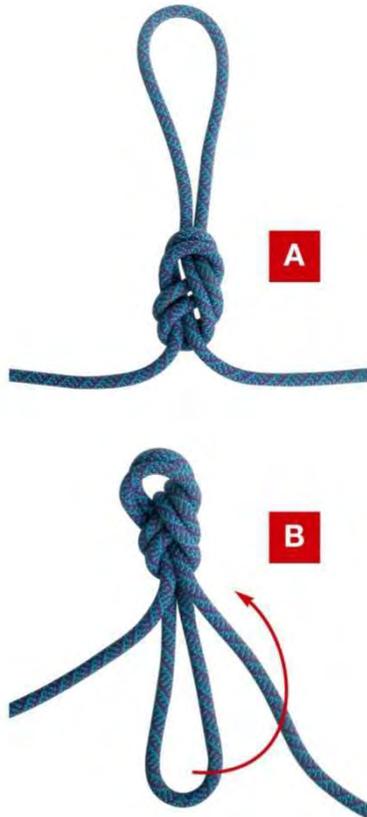
# Progressione in conserva su ghiacciaio

## Cordata a 3 componenti



# Progressione in conserva su ghiacciaio

Il nodo a palla: serve ad incastrarsi sul bordo del crepaccio quando c'è neve



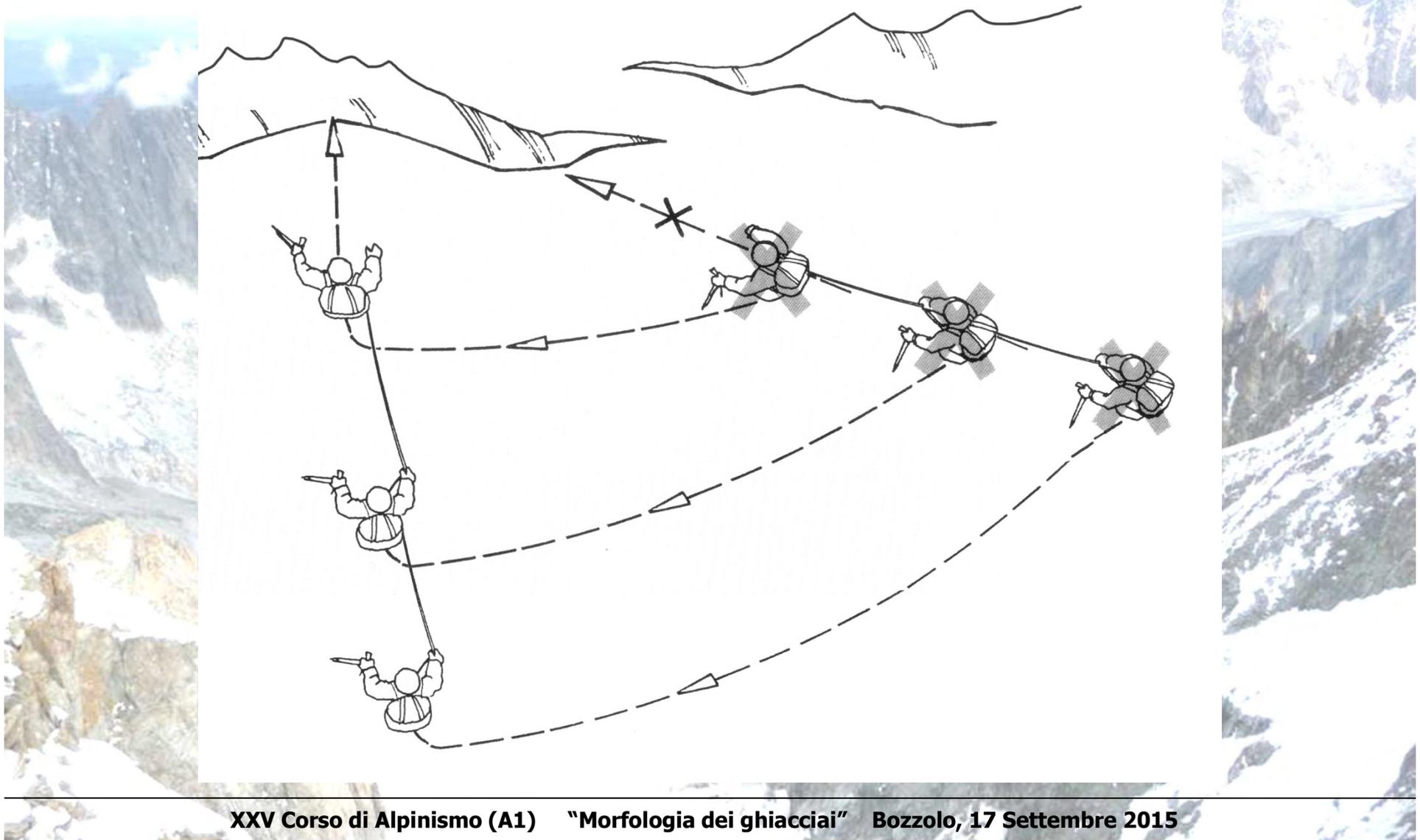
# Progressione in conserva su ghiacciaio



Modalità di  
impugnatura della  
corda

# Progressione in conserva su ghiacciaio

## Modalità di progressione



# Indice della serata

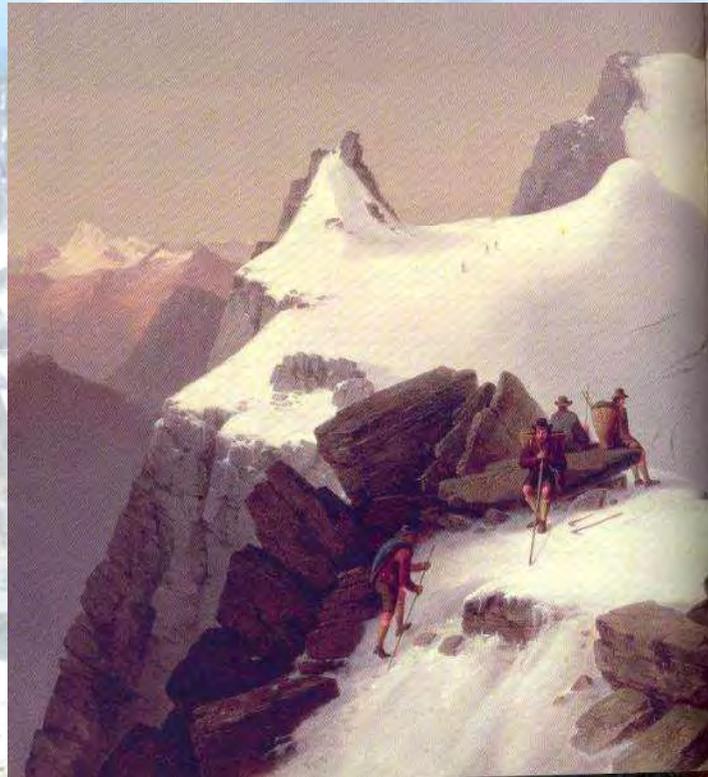
- *Morfologia dei ghiacciai*
- *Tecniche per l'attraversamento di un ghiacciaio*
- *I materiali da ghiaccio e la loro evoluzione*

# MATERIALI DA GHIACCIO

- *Piccozze*
- *Ramponi*
- *Ancoraggi*

# LE PICCOZZE

Prima della nascita dell'alpinismo, cacciatori e pastori d'alpeggio utilizzavano un lungo bastone con la punta ferrata.



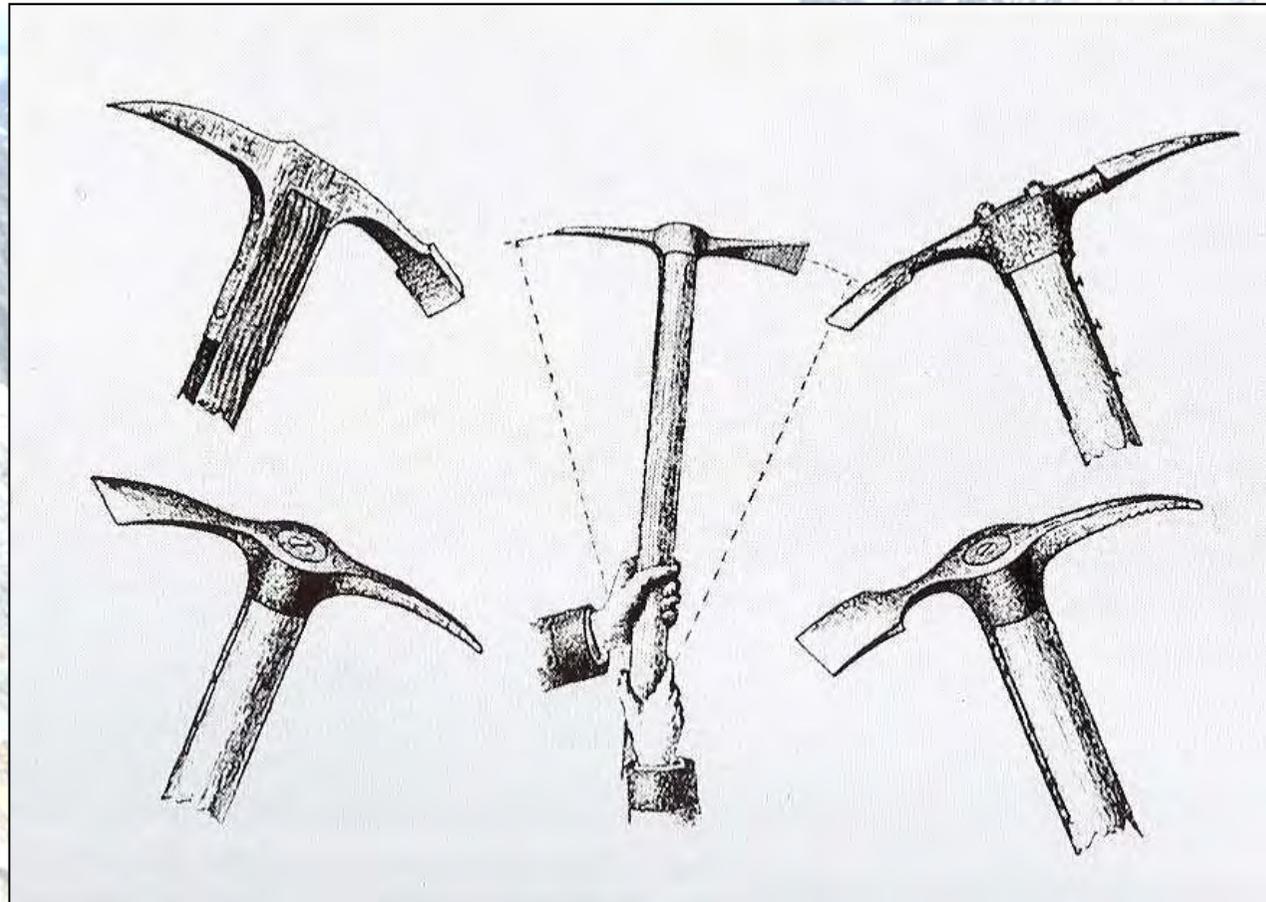
## LE ORIGINI



Con la conquista del M. Bianco, l'alpenstock viene affiancato da un'ascia, utilizzata per tagliare gradini nel ghiaccio.

# LE PICCOZZE

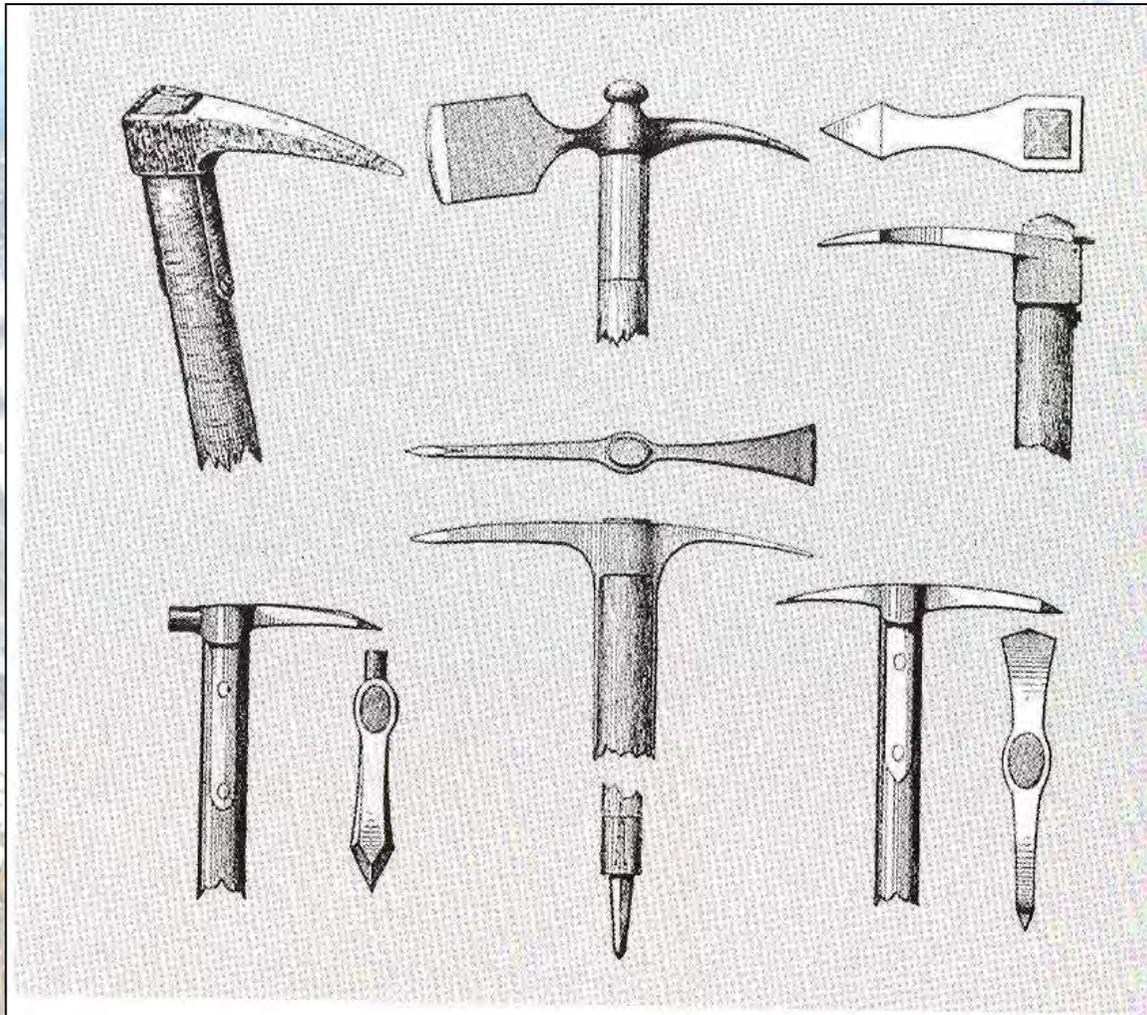
1840



Dalla fusione dell'alpenstock e dell'ascia nasce la piccozza.

# LE PICCOZZE

## I PRIMI ATTREZZI



- Inizialmente la paletta rimane verticale parallela al manico, come l'ascia da cui deriva.
- Per tutto l'800, prima dell'invenzione dei ramponi, viene utilizzata per tagliare i gradini nel ghiaccio.

# LE PICCOZZE

XX SECOLO



- Dopo l'invenzione dei ramponi (inizio secolo) viene messa a punto la tecnica francese.
- La piccozza utilizzata non più per gradinare ma in trazione.
- È più corta (80/85 cm.) e compaiono i denti sulla parte inferiore della becca.

# LE PICCOZZE

ANNI '60

- A metà degli anni '60 in Scozia si salgono i "gully"
- Hammish Mac Innes affianca alla piccozza tradizionale il "terrordactyl".
- Terrordactyl: attrezzo corto, interamente in metallo con una becca inclinata di 45°



# LE PICCOZZE

- 1971: il francese Cecchinel sale la parete nord del Pilier D'Angle sperimentando un pugnale da ghiaccio dotato di manico e testa.
- L'americano Yvon Chouinard convince la Charlet Moser a forgiare una piccozza di 55 cm. a becca ricurva.
- 1982: con l'avvento del "cascatismo", anche in Italia la Simond commercializza piccozze con becca inclinata a 45°
- Anni '80 e '90: la forma diventa più ergonomica e viene introdotta la becca a banana.

## EVOLUZIONE



# LE PICCOZZE



## CARATTERISTICHE

La piccozza è composta da:

- testa
- manico
- puntale

# LE PICCOZZE

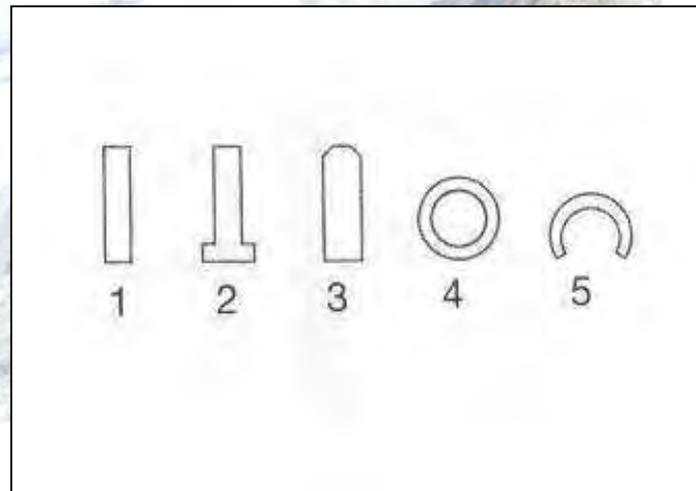
## BECCA

La becca è di tipologia diversa in base all'utilizzo:

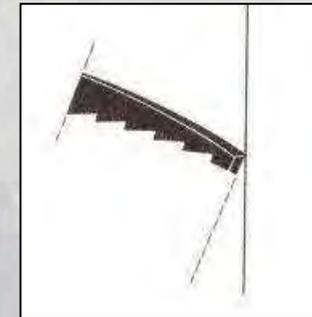
- Becca classica
- Becca tecnica
- Becca a banana

Sezione becca:

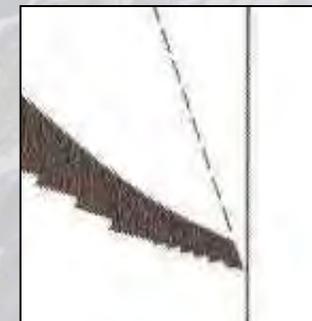
1. Rettangolare
2. A T rovesciata
3. Smussata alto
4. Tubolare
5. Semitubolare



Angolo negativo



Angolo positivo



# LE PICCOZZE

## MANICO E PUNTALE



- Il manico è la parte d'impugnatura
- È in lega di alluminio
  - Impugnatura in materiale di gomma



Puntale di diverse tipologie



Dragonne

# I RAMPONI

## LE ORIGINI

- E' forse il primo mezzo artificiale usato su terreno montano
- La prima evidenza storica risale all'epoca romana.

• Successivamente i cacciatori e i boscaioli che frequentano la montagna usano le "grappette" a quattro punte (attrezzi da fissare sotto la scarpa per non scivolare).



# I RAMPONI

## L'EVOLUZIONE FINO ALL'800

- Nel '700 utilizzo di scarpe chiodate (buona tenuta con la tecnica del gradinamento)
  - Le grappette rimangono fino a metà '800
  - 1876: compare il primo rampone che copre interamente la suola (rampone Pastori di Brescia)
- 
- Altri modelli: Fiorio, Ratti e quelli costruiti in Austria

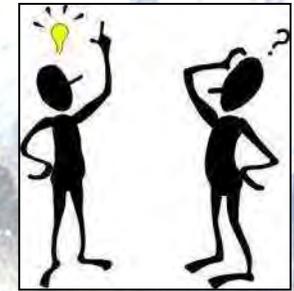


# I RAMPONI

## LE DIVERSE SCUOLE DI PENSIERO

### TIROLESIS

Atteggiamenti non unanimi; i tirolesi li utilizzano con entusiasmo



### INGLESIS

“Puristi”, considerano i ramponi come mezzo artificiale; vengono bocciati anche da Whimper



### LE GUIDE

Oggetto che può ridimensionare il ruolo delle guide; viene meno la necessità di gradinare



# I RAMPONI

## OSKAR ECKENSTEIN

- All'inizio del XX secolo perfeziona i ramponi
- Progetto realizzato da Harry Grivel
- E sviluppato dal figlio Laurent → rampone a 12 punte
- Novità non solo tecnica, ma anche di mentalità
- Grandi imprese alpinistiche realizzate grazie ai nuovi ramponi  
→ Nord dell'Eiger
- Ulteriore perfezionamento da parte di amato Grivel: acciaio Ni-Cr-Mo  
→ rampone leggero



# I RAMPONI

## VERSO LA FORMA DEFINITIVA

- Evoluzione dell'alpinismo → si scalano pareti più ripide
- Necessità di piattaforma d'appoggio più stabile
- Yvon Couinard (USA) → rampone rigido
- Mike Lowe (USA) → punte frontali ruotate (verticali)
- Austriaci della Stubai → seconde punte orientate in avanti



# I RAMPONI

## LE FORME DI ULTIMA GENERAZIONE

Possono presentare:

- unica punta frontale
- sperone posteriore da utilizzare in aggancio



**Chiodi e  
viti da ghiaccio**

**Fittoni e  
corpi morti**

**GLI ANCORAGGI**

**Clessidre  
naturali**

**Clessidre  
artificiali  
(Abalakov)**

# Chiodi e viti da ghiaccio

1924

il **chiodo da ghiaccio** viene usato per la prima volta da **Welzenbach** e Riegele nella prima ascensione della **Parete Nord del Wiesbachhorn**.



# Chiodo da ghiaccio

Ancoraggio che viene inserito nel ghiaccio a percussione.

E' dotato di un occhiello per l'inserimento di un moschettone ed eventualmente di un filetto appena accennato per l'estrazione



# Vite da ghiaccio

Ancoraggio che viene inserito nel ghiaccio per avvistamento.

**DA PREFERIRE !!!**

## COMPOSTO DA

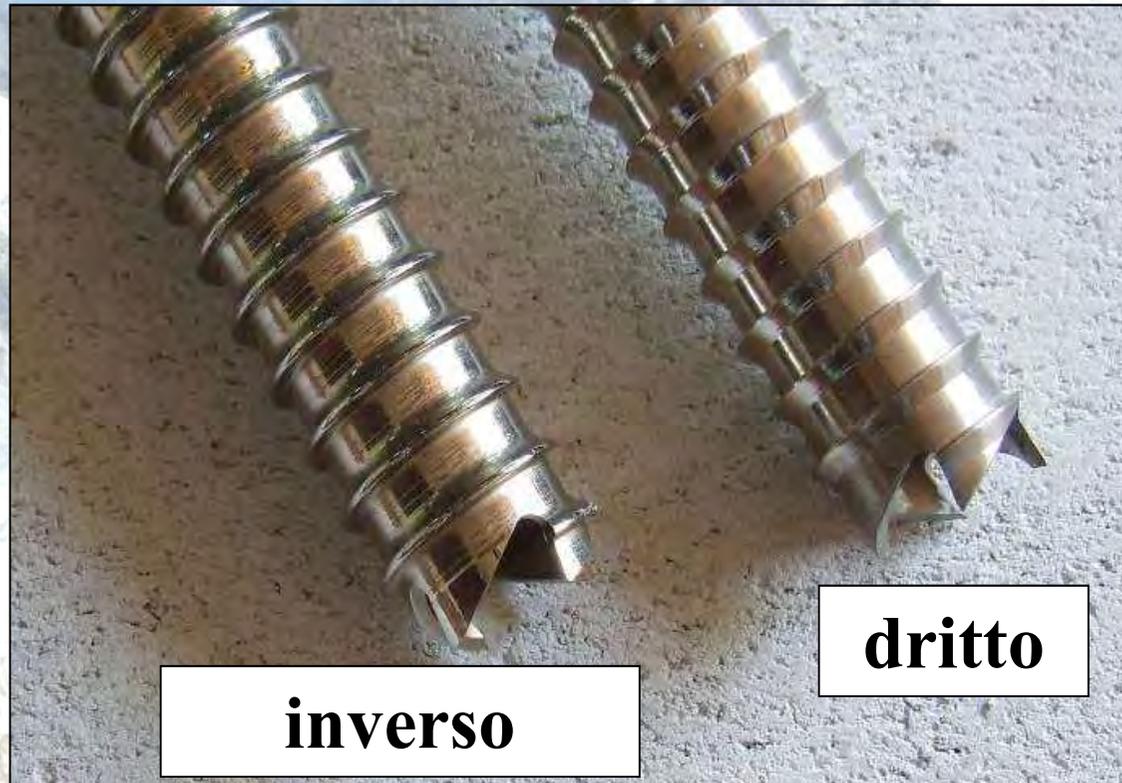
- Corpo tubolare (parete interna liscia, esterna filettata)
- Ad un'estremità presenta una fresa (a 3/4 denti)
- Altra estremità dotata di anello
- Materiale: titanio o acciaio legato, eventualmente con trattamenti superficiali

# Vite da ghiaccio



# Vite da ghiaccio

## Tipi di filetto

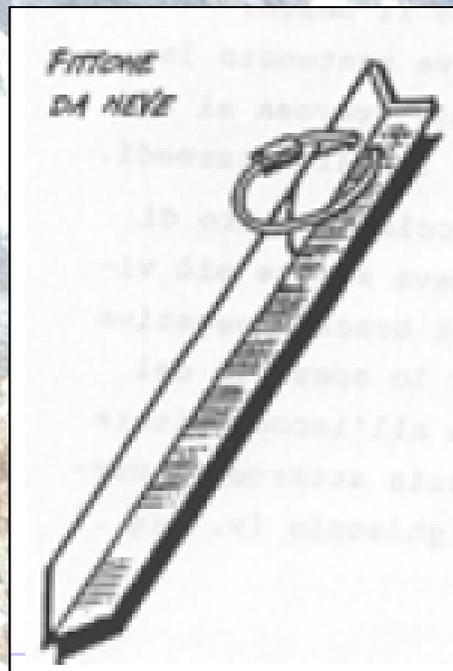


**inverso**

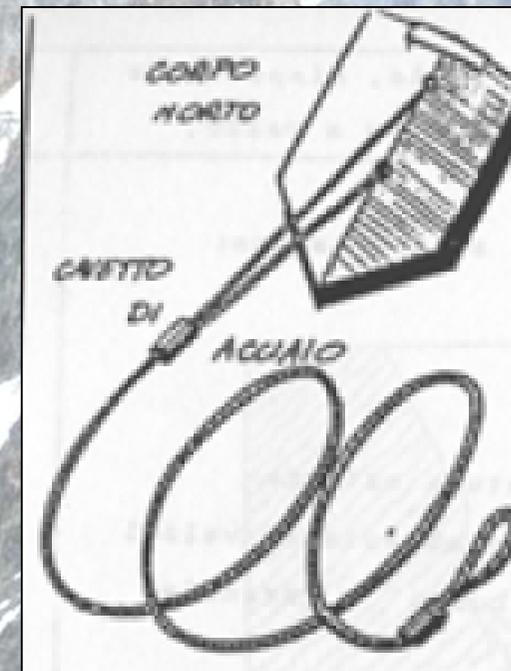
**dritto**

# Fittoni e Corpi Morti

Ancoraggi su neve/ghiaccio quando la solidità e compattezza di questi non permette l'utilizzo delle viti da ghiaccio.



Sono costruiti in leghe leggere o alluminio



# Clessidre naturali

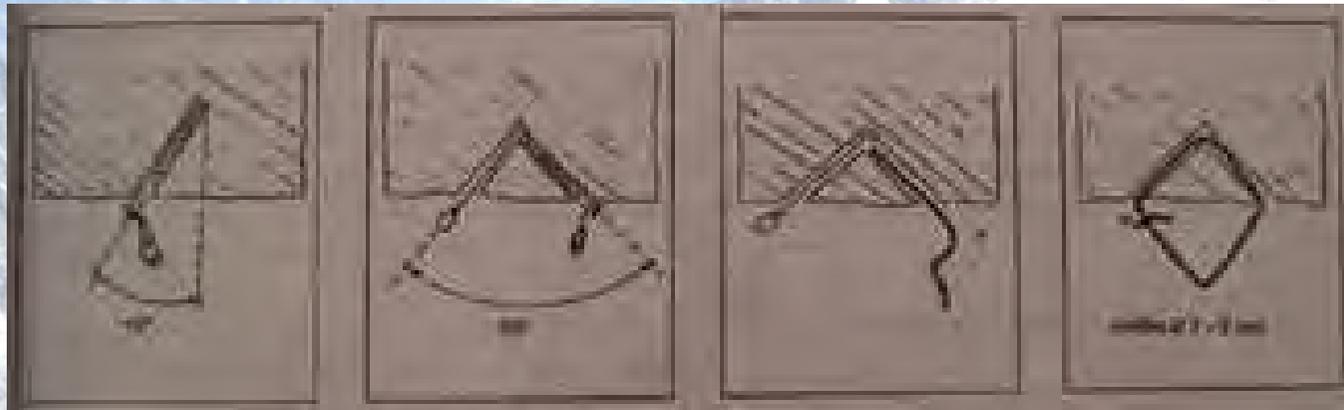
Ancoraggio naturale formato da una stalattite di diversa forma e dimensione.

Non coperte da normative in quanto troppo dipendenti dalla qualità del ghiaccio e da altri fattori



# Clessidre artificiali (Abalakov)

Ancoraggi ricavati artificialmente nel ghiaccio.



- Si applica un foro con una vite con inclinazione di  $45^\circ$  rispetto all'orizzontale
- Secondo foro, sulla stessa linea, con stessa inclinazione, che va ad incontrare il precedente foro
- Si fa passare nei due fori un cordino (meglio se in Kevlar) o direttamente la corda e l'ancoraggio è pronto per essere utilizzato, o come sosta, o per una calata

# Clessidre artificiali (Abalakov)



- Non coperte da normativa perché troppo dipendenti da:
- Qualità del ghiaccio
  - Fattori ambientali
  - Modalità costruttive

# CASCO



Si indossa **sempre** percorrendo un ghiacciaio, anche se si cammina su pendii poco inclinati.

Preserva il capo in caso di cadute, possibili su terreni accidentati e scivolosi; su pendii più ripidi protegge dal ghiaccio distaccato da chi ci precede.



Grazie per  
l'attenzione ...