



Mauro.valt@gmail.com

meteo e neve al suolo

di mauro valt



Neve

Station code: MORN2

Station type: AWS_SNOW

Station name: Monti Alti Di Ornella Cae

Elevation: 2227 m a.s.l.

Charts

Stratigraphies

Tables

Aspect

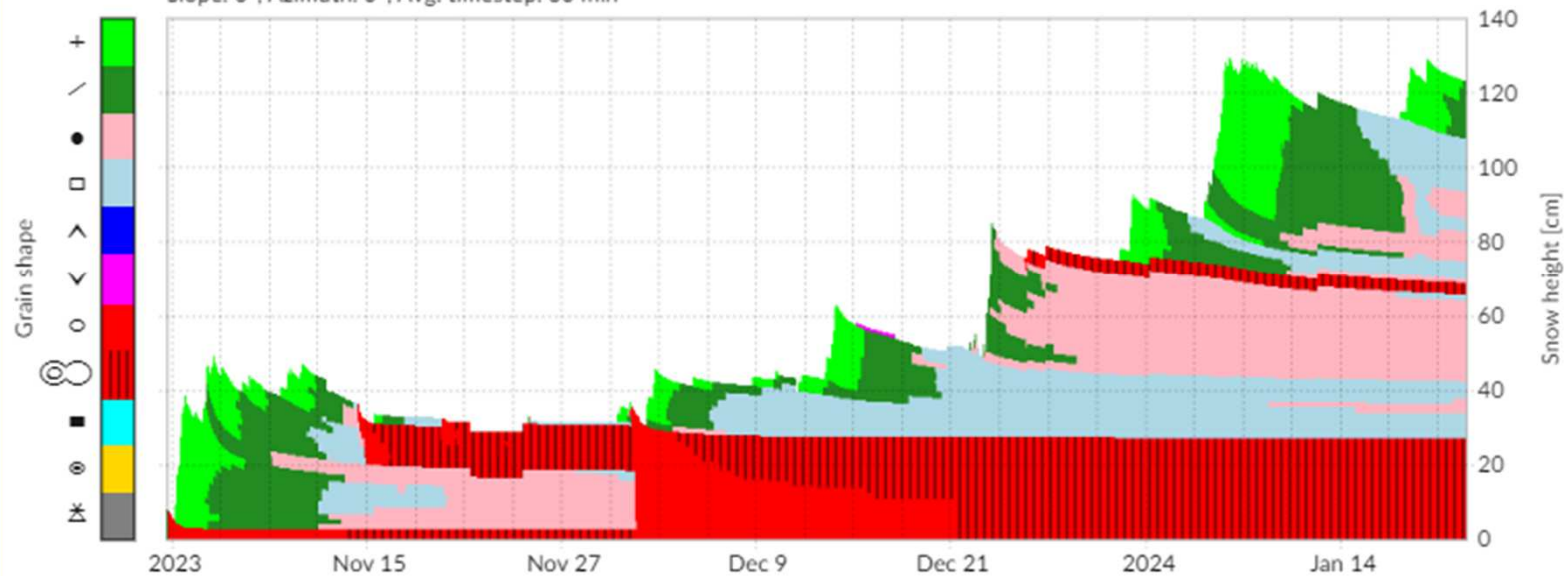
Main

Time period

Current season

1/10/2023 - 21/1/2024

Monti Alti Di Ornella Cae (46.4765° N 11.8859° E), 2227m
Slope: 0°, Azimuth: 0°, Avg. timestep: 60 min



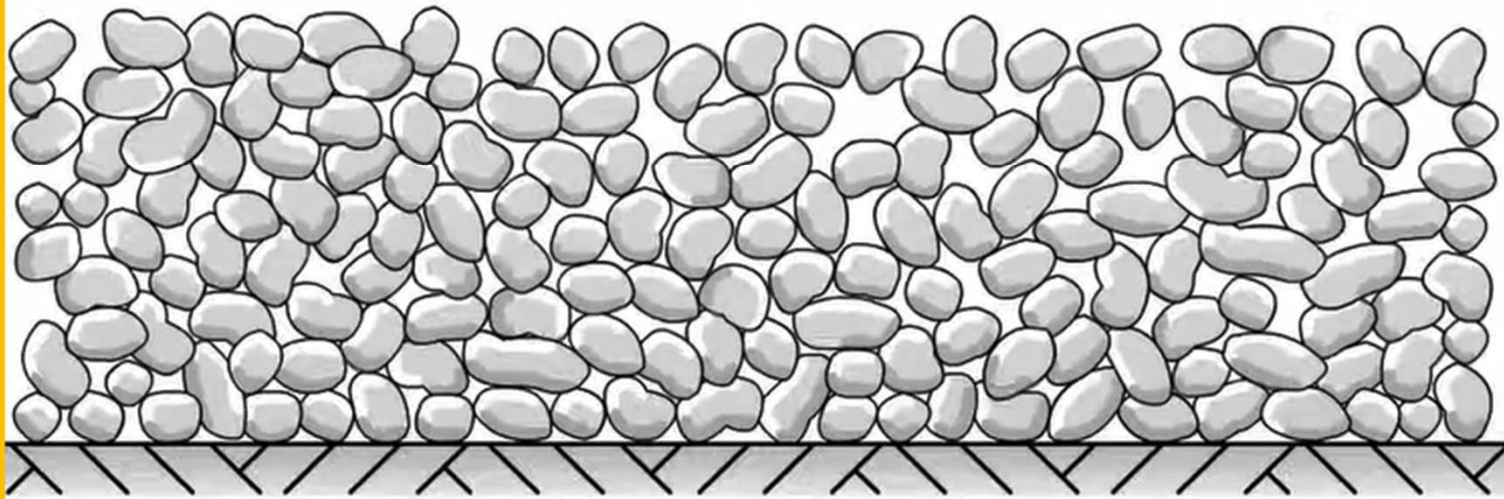
Quindi, quando la neve arriva al suolo ...

- La neve è soggetta a continui mutamenti a causa della sua temperatura prossima al punto di fusione.
- Per METAMORFISMO si intende la trasformazione della neve governata da precise leggi e grandezze termodinamiche
- Del controllo dei processi sono responsabili soprattutto le seguenti leggi fisiche:
 - Tendenza dei cristalli ad assumere minor superficie esterna;
 - Le condizioni della pressione di vapor acqueo
 - Il trasporto di vapore per diffusione
 - Il bilancio energetico

Assestamento



After new fallen snow changes from angular to a more rounded shape, gravity causes the grains to realign or settle over time. This process causes the affected layer to gain strength. Warm temps accelearte the process, cold temps slow it down.



Densificazione



meteorologiche,

Dopo una caduta movimentata, non appena depositato, il cristallo (che ormai si chiama grano) subisce ulteriori trasformazioni dette **metamorfismi**.

Essi proseguiranno fino alla fusione primaverile, a meno che, i grani caduti ad altitudini elevate, non diventino "neve perenne".

A seconda dell'umidità del manto nevoso e delle temperature, possono prodursi due tipi di **trasformazioni**.



I metamorfismi della neve asciutta



Il metamorfismo della neve umida



Metamorfismo della neve asciutta



Primo caso:
basso gradiente
di temperatura

Metamorfismo della neve asciutta

Primo caso

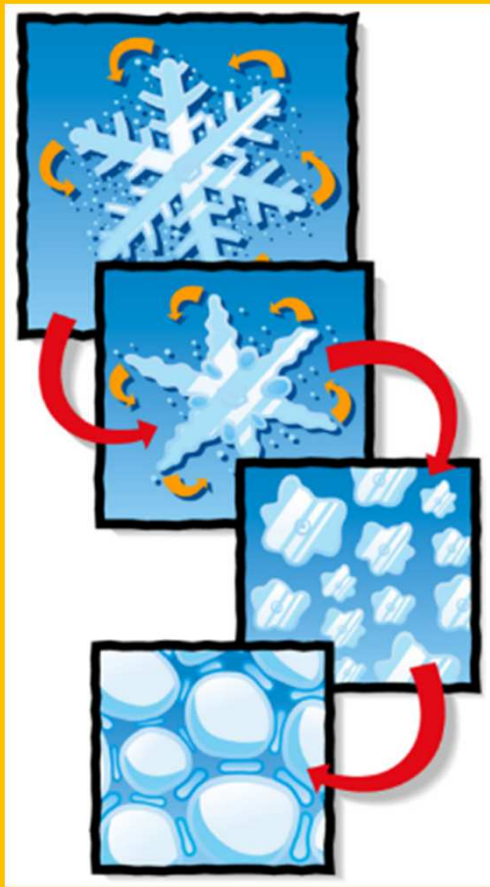
Questo metamorfismo si produce quando la variazione di temperatura nel manto nevoso è debole. I grani di neve si arrotondano. Le parti sporgenti si smussano trasformandosi in vapore che sublima nelle parti concave. Si ottengono **grani arrotondati** (simbolo ●), con diametro intorno a 0,5 mm, che si saldano tra loro attraverso ponti di ghiaccio.

Questo metamorfismo provoca l'assestamento e la coesione della neve. Il manto nevoso si stabilizza. Sulle piste, dopo il passaggio di mezzi battipista, si ottiene una neve molto compatta.



Primo caso:
basso gradiente
di temperatura

Metamorfismo della neve asciutta: basso gradiente di temperatura

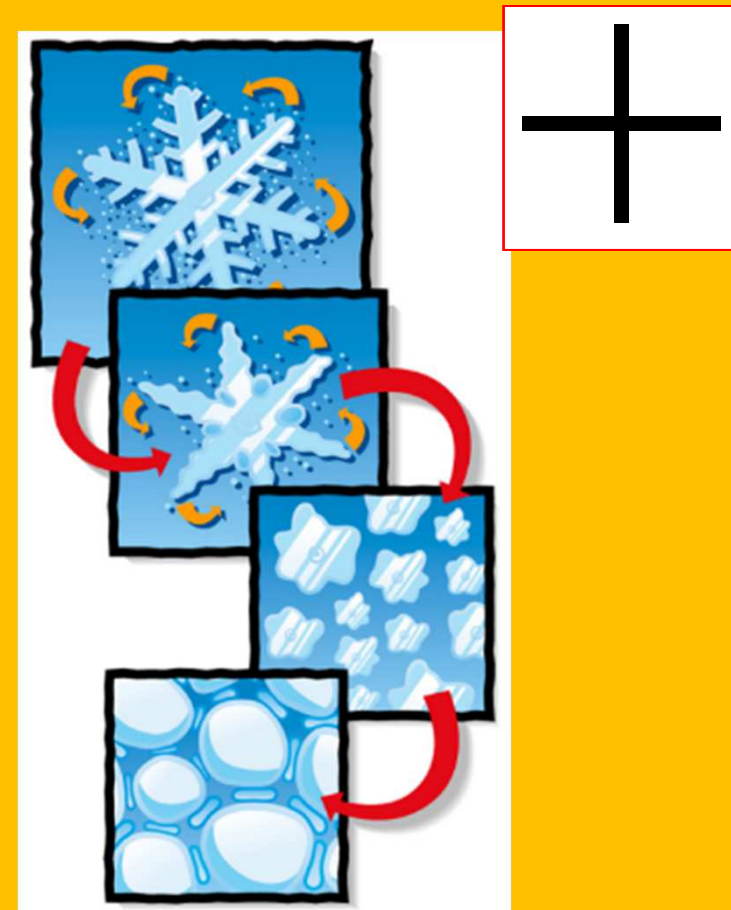


- **Condizioni:** ridotto gradiente di temperatura nel manto nevoso
- **Effetti:**
 - generale arrotondamento dei grani
 - Rafforzamento dello scheletro di ghiaccio
 - Aumento della densità
- **Velocità del processo:**
 - Dipende dalla temperatura, quasi nullo -40°C

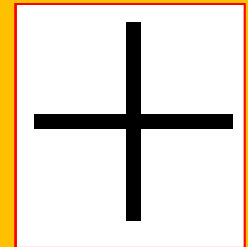
Metamorfismo della neve asciutta: basso gradiente di temperatura



Particelle di precipitazione (PP)

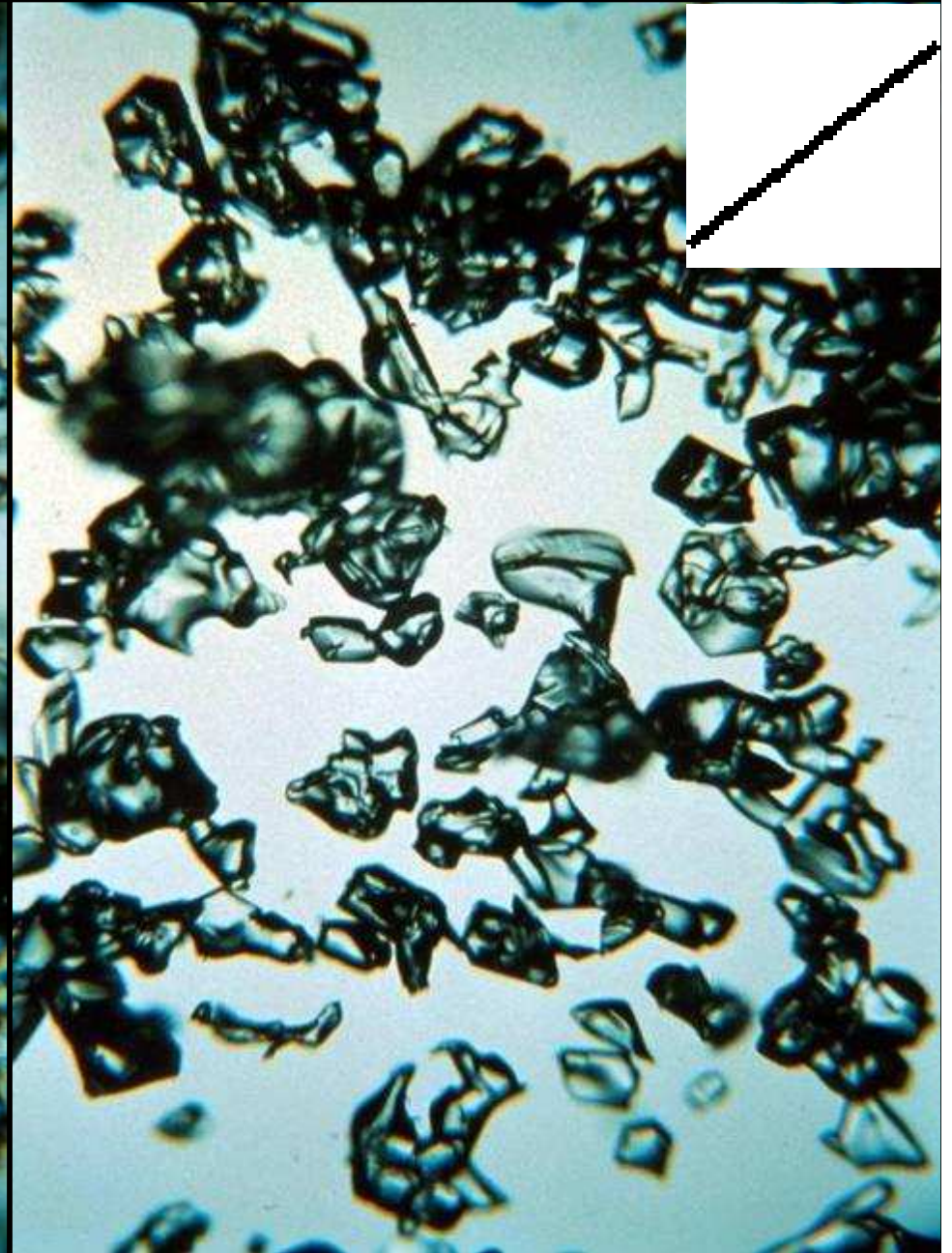
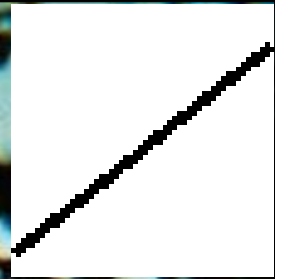
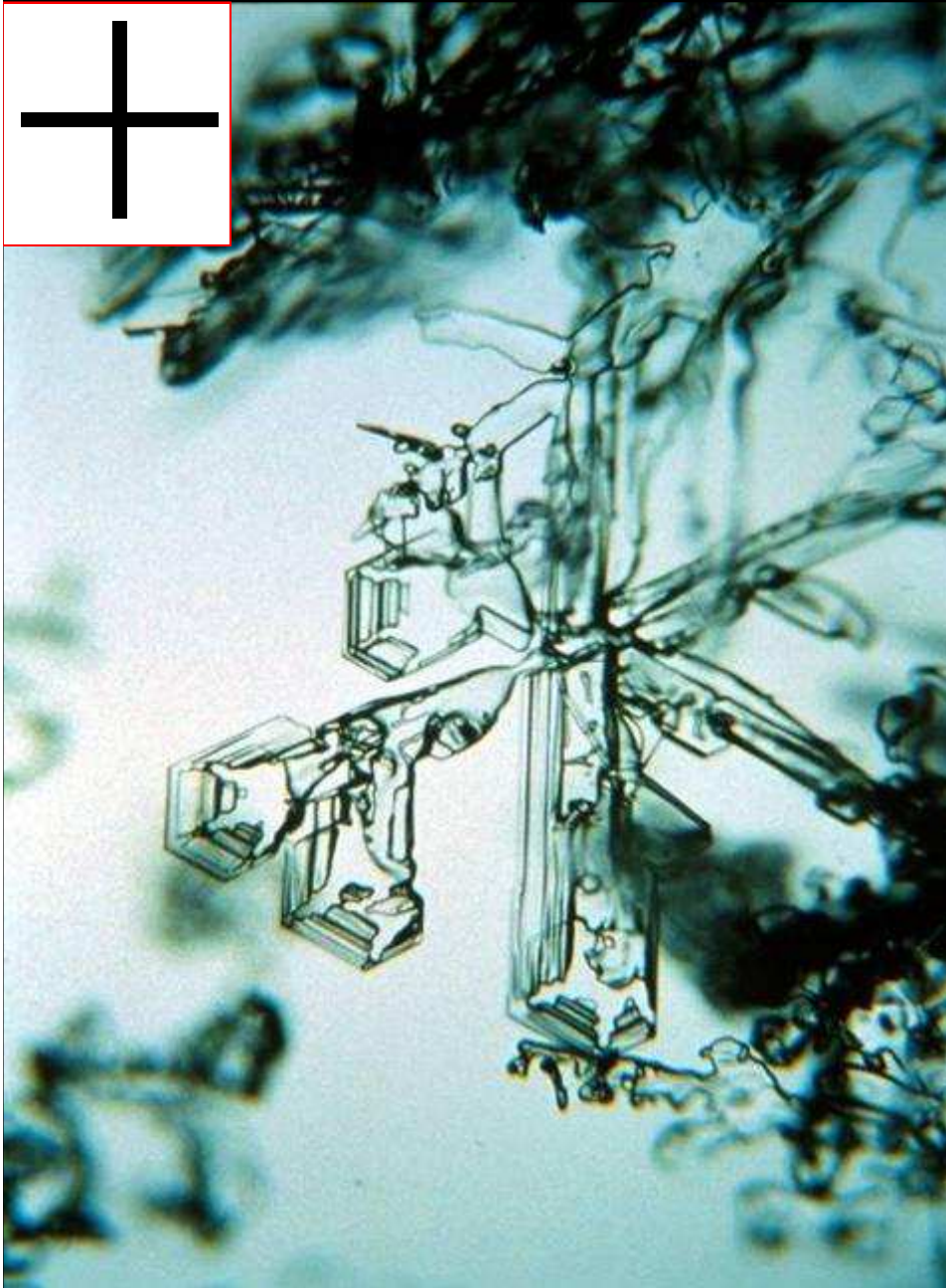
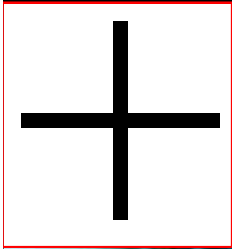


Neve fresca PP

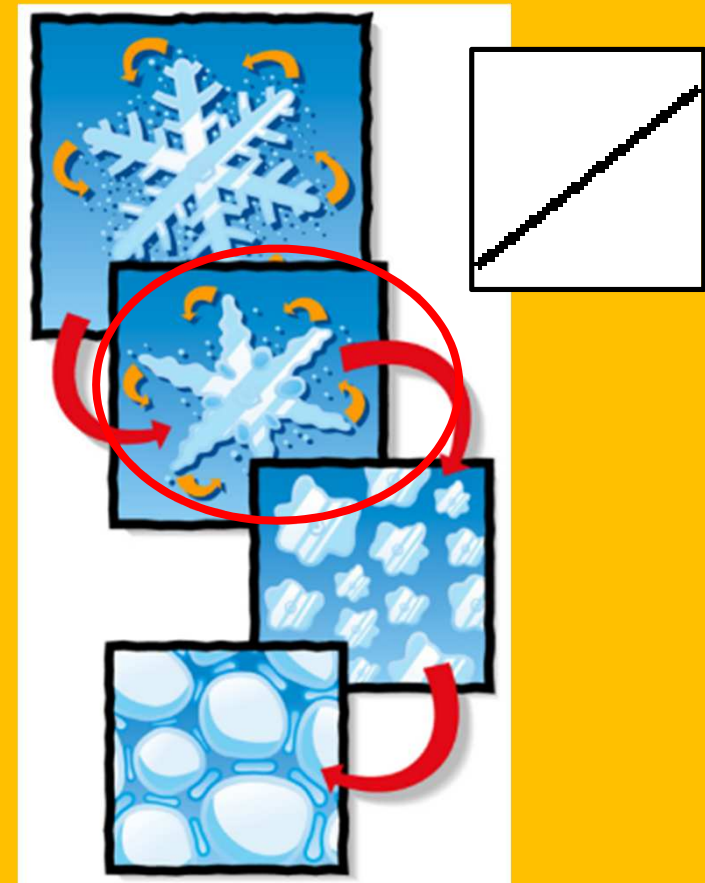


14 h

24 h



Metamorfismo della neve asciutta: basso gradiente di temperatura



Particelle frammentate (DF)

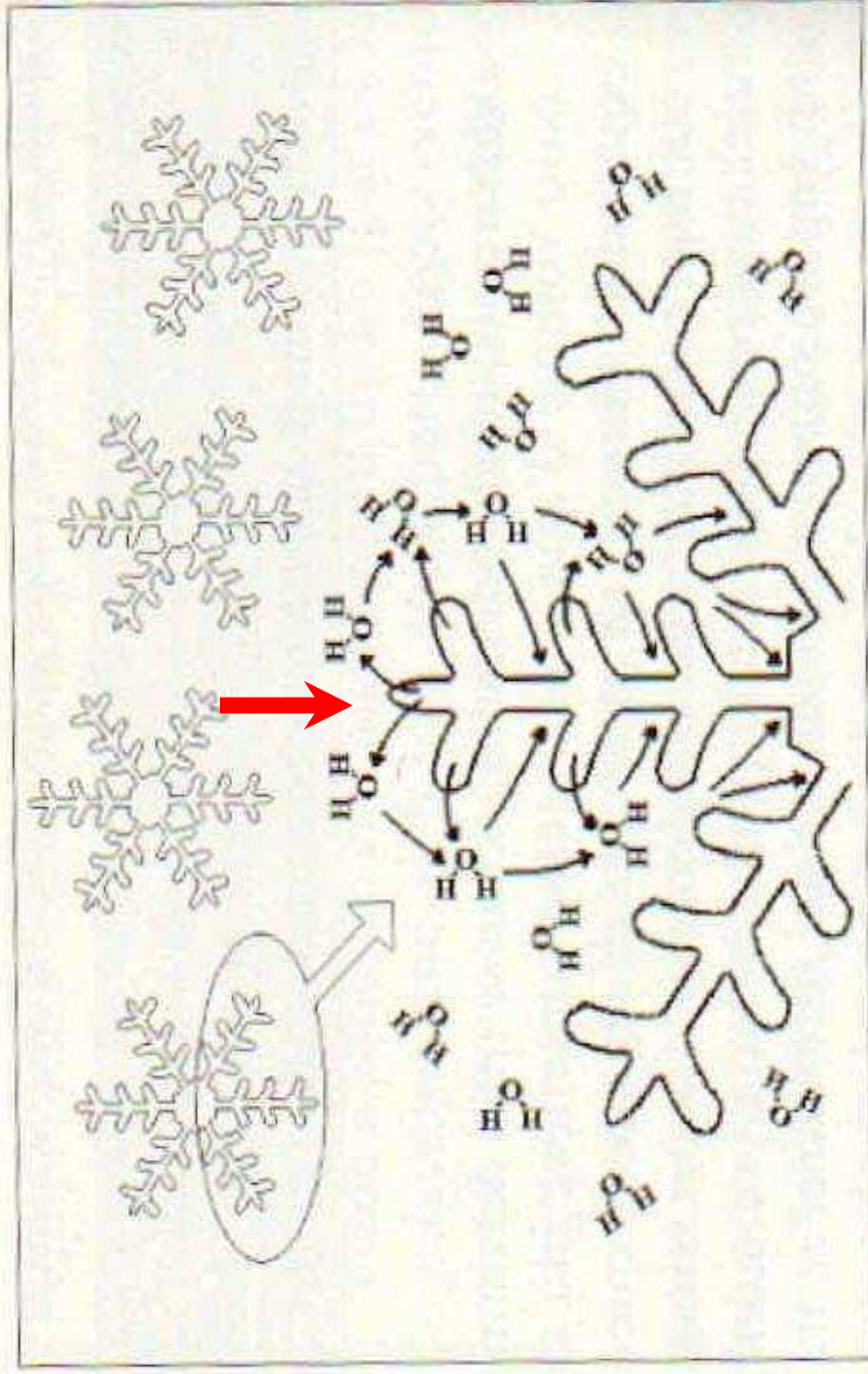


Figura 4.4
Rappresentazione del flusso di molecole all'interno di una stella di neve fresca. Le zone concave crescono a spese delle zone convesse.

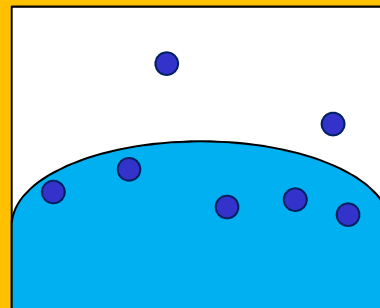
In questo processo prevale:

TEMPERATURA

**STATO
LIQUIDO/SOLIDO**

**CURVATURA
DELLA
SUPERFICIE**

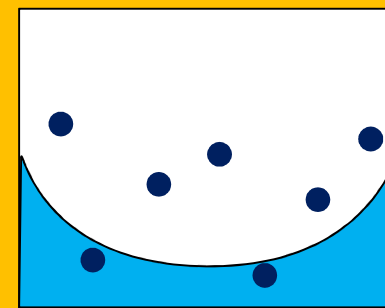
+



Convesso

Gas

Solid
o



Concavo

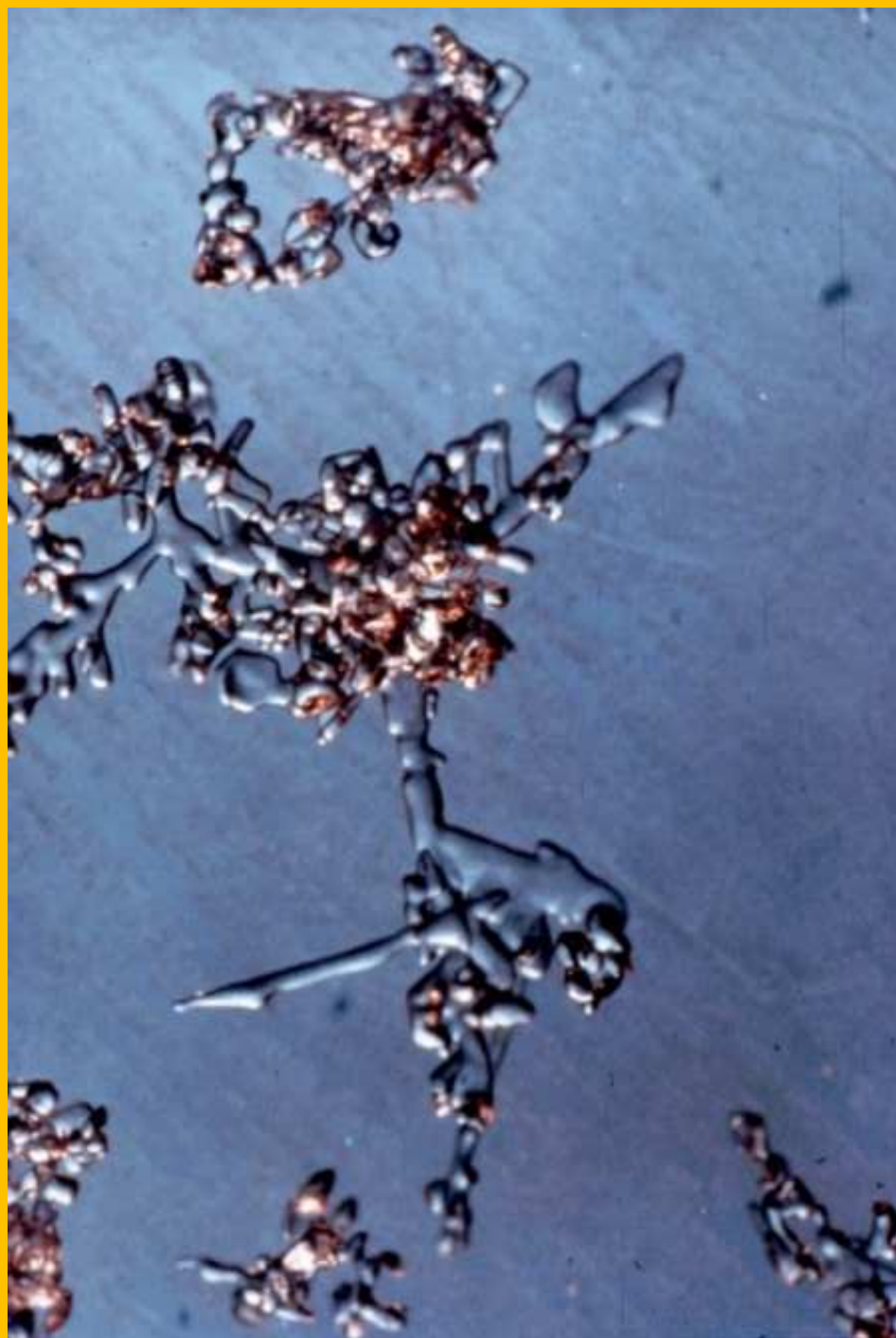
-



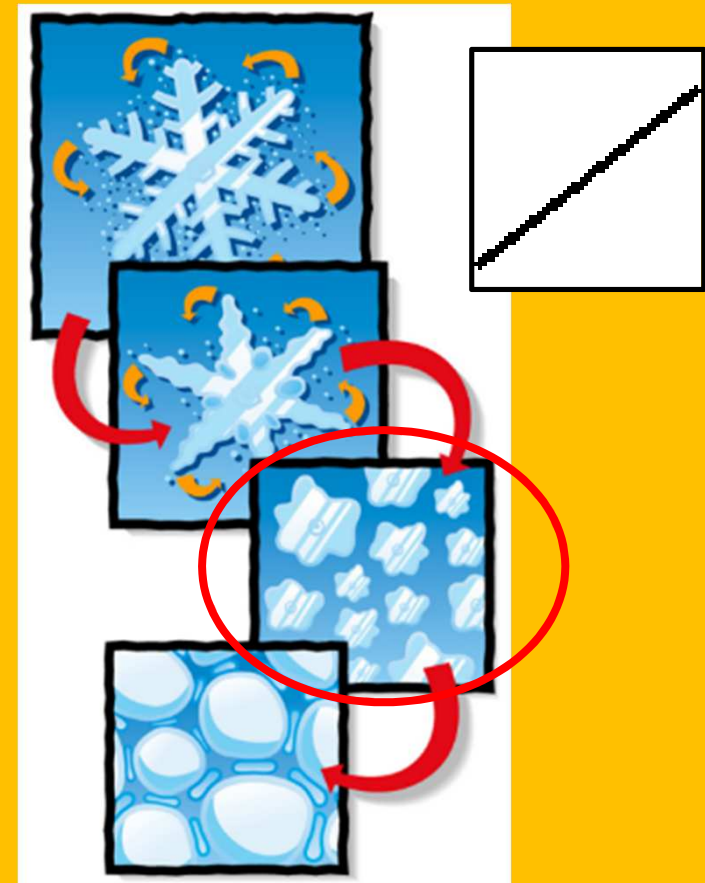
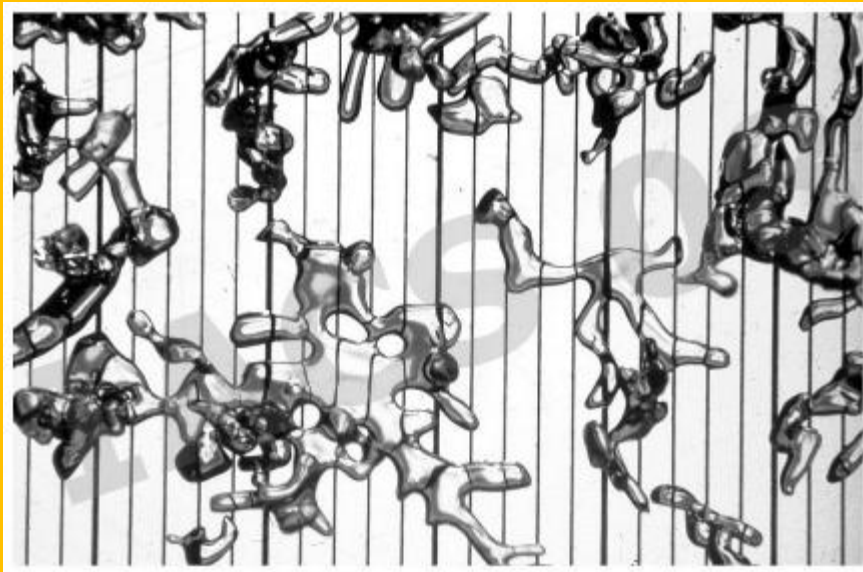
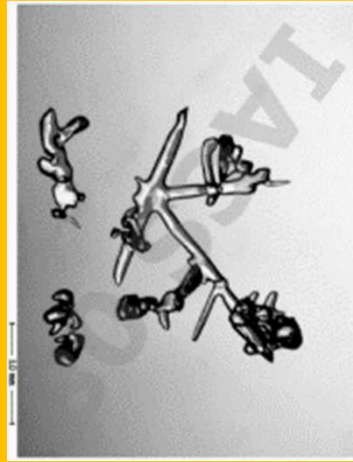


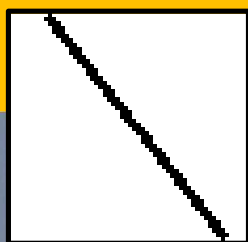
**Molta neve e/o
temperature aria
alte**





Metamorfismo della neve asciutta: basso gradiente di temperatura

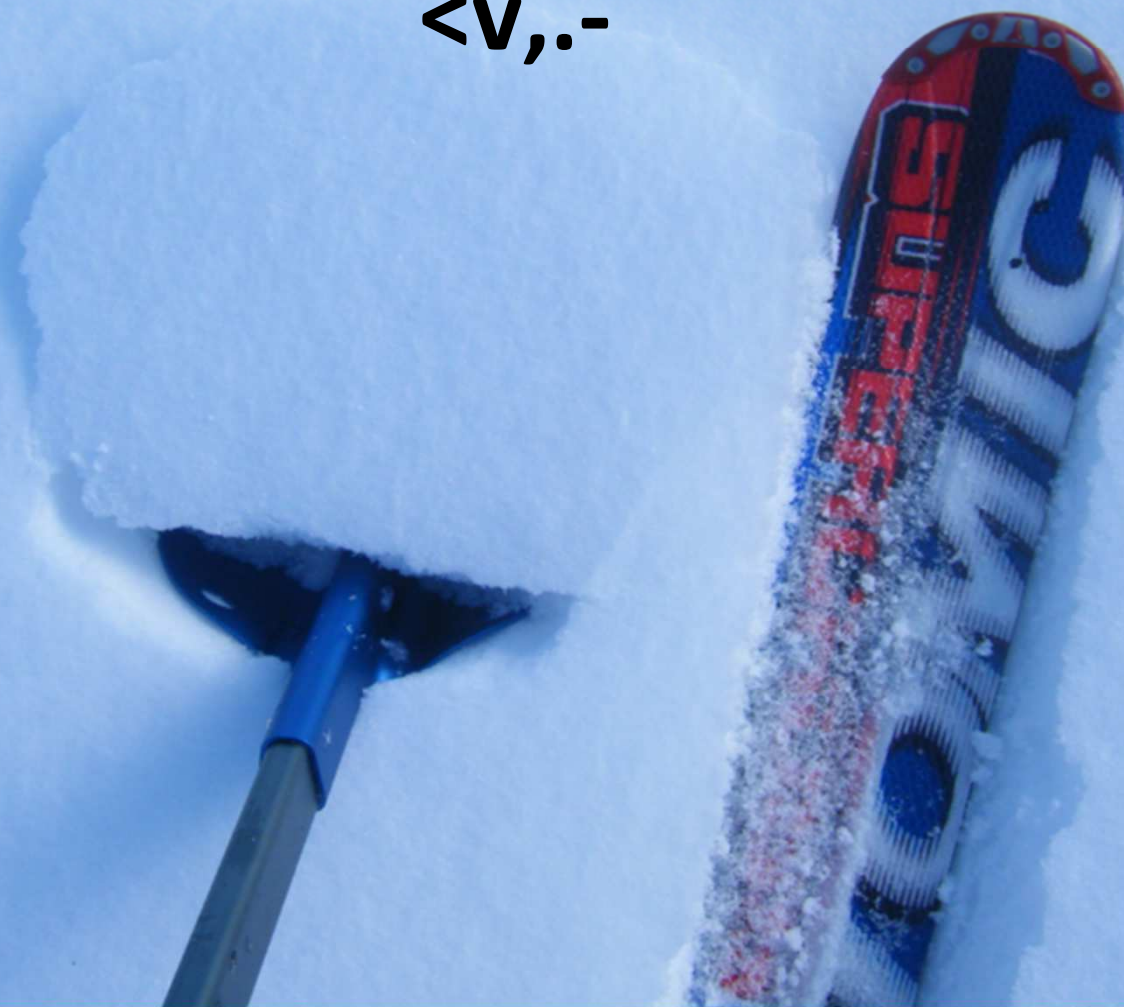






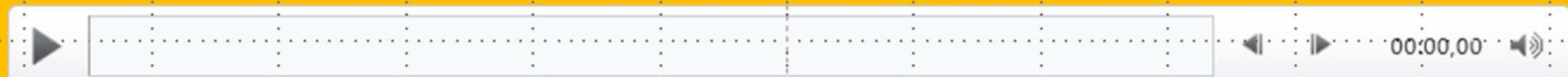
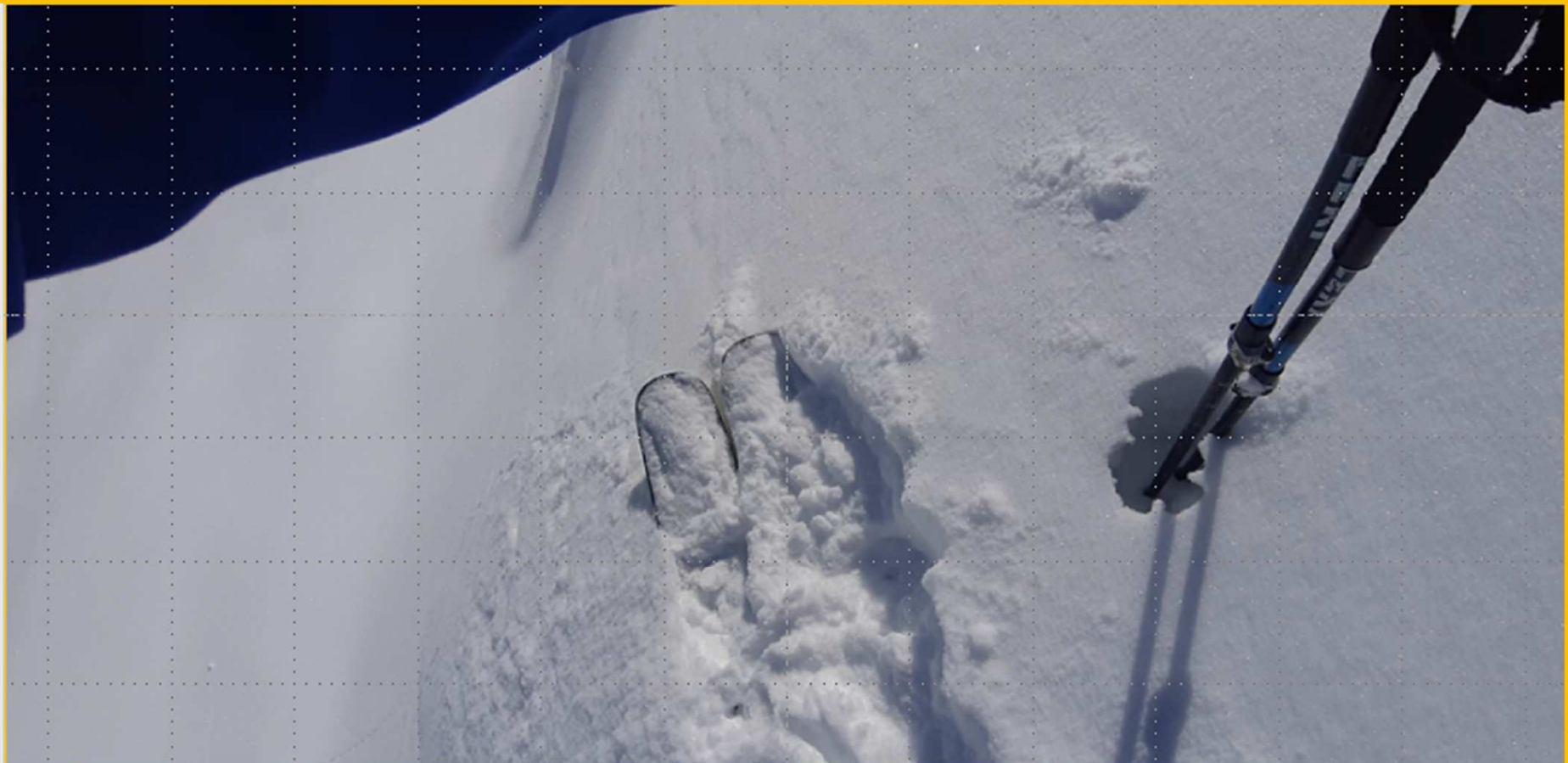
**Particelle di precipitazione decomposte e
frammentate da vento DFbk**

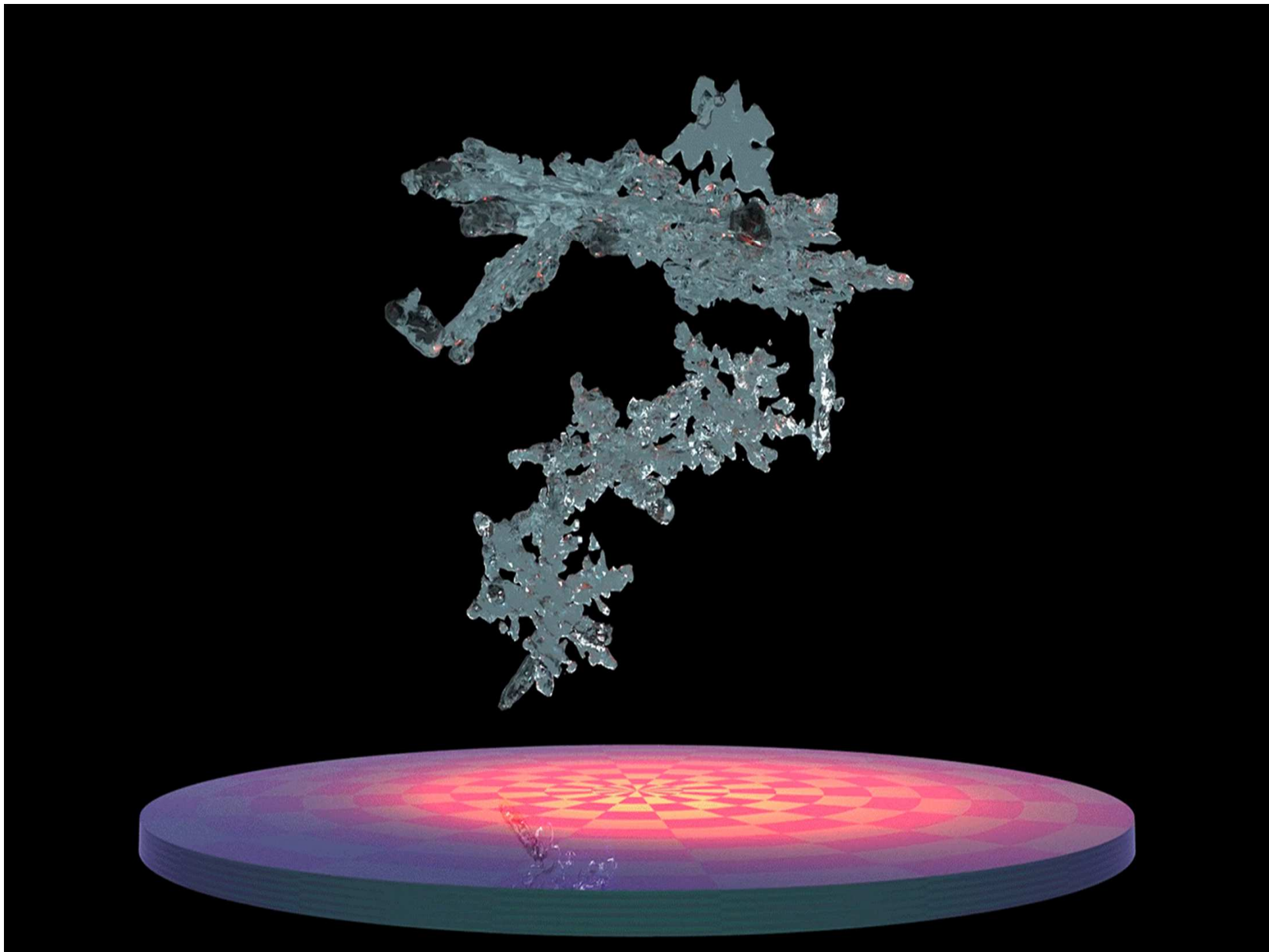
$\langle V,.-$



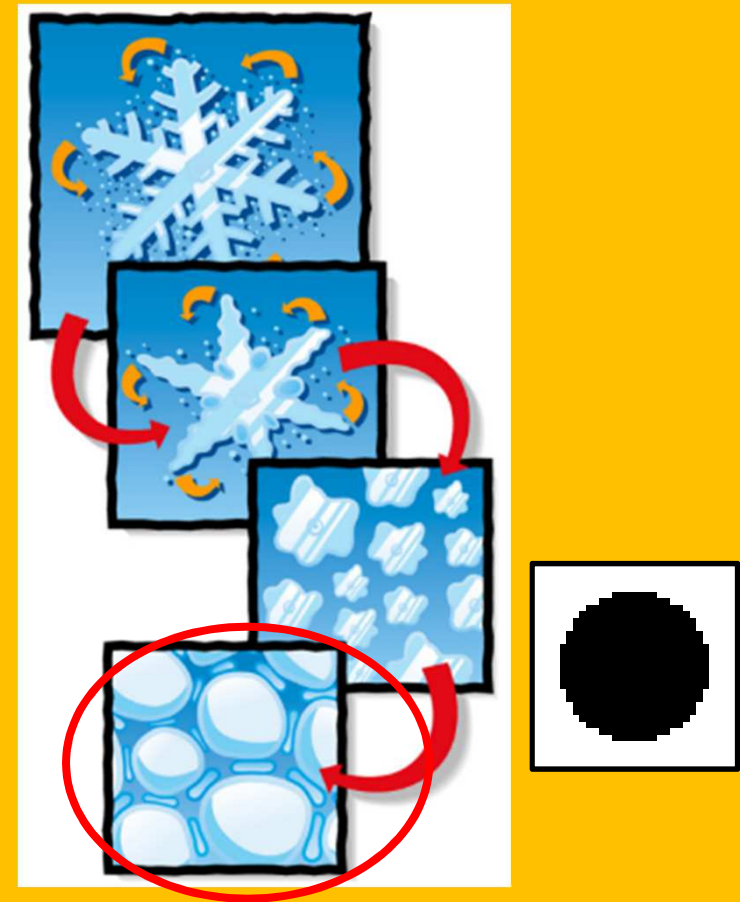
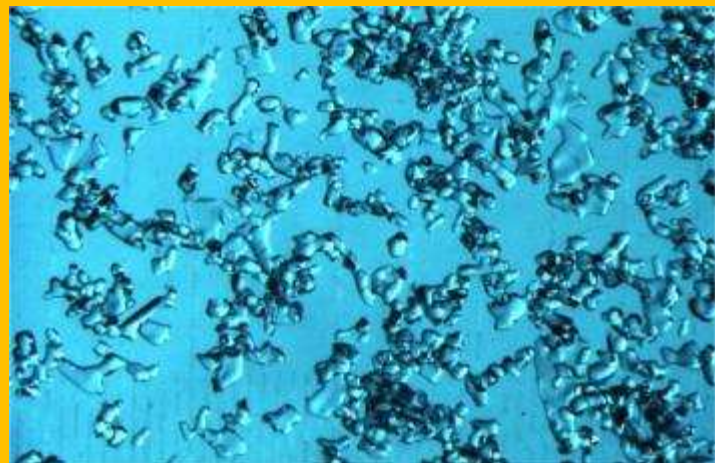
Lastrone soffice da vento

Lastrone soffice





Metamorfismo della neve asciutta: basso gradiente di temperatura



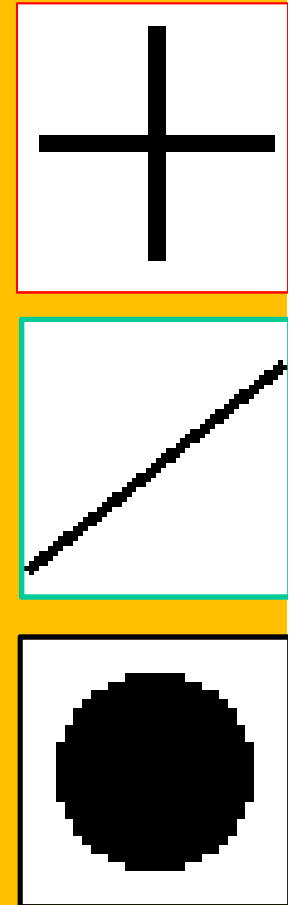
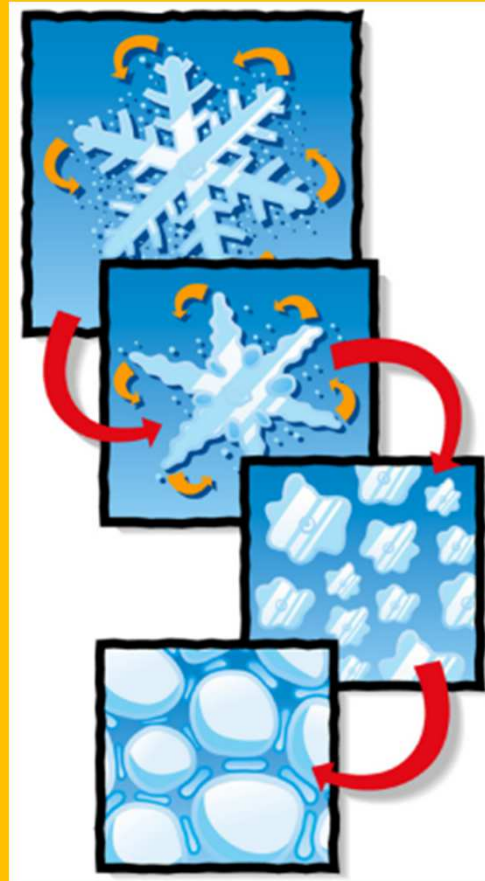
Grani arrotondati (RG)

Metamorfismo della neve asciutta: basso gradiente di temperatura

**Altri nomi dell'evoluzione
verso forme di equilibrio:**

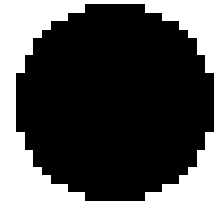
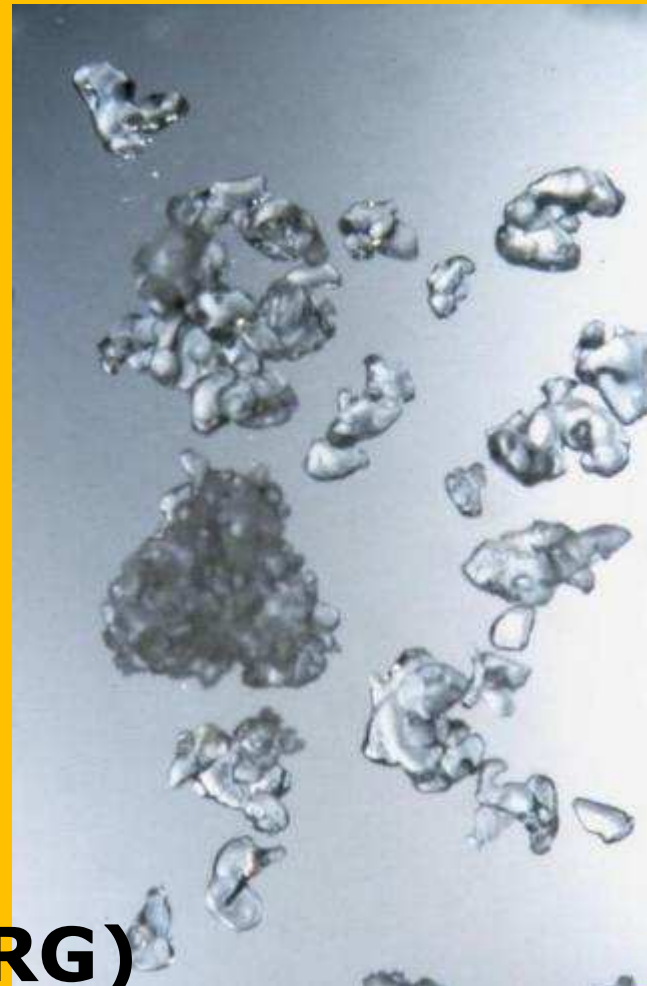
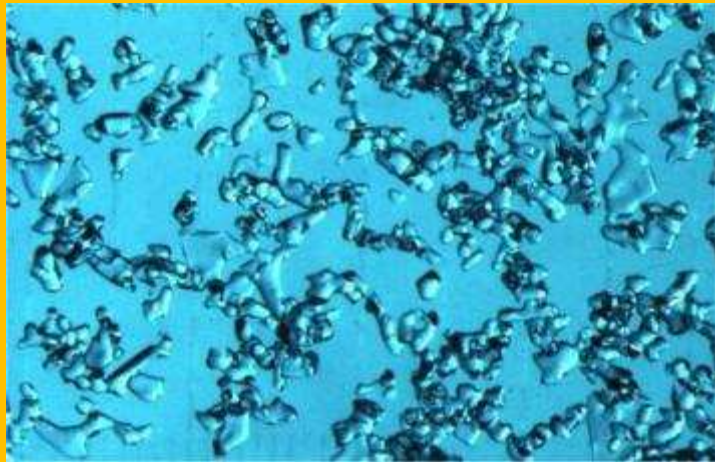
Metamorfismo distruttivo:
distruzione delle forme
originarie

**Metamorfismo da
equitemperatura:** lo strato di
neve ha poco gradiente al suo
interno



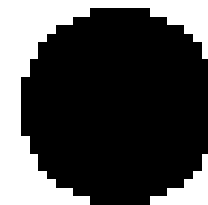
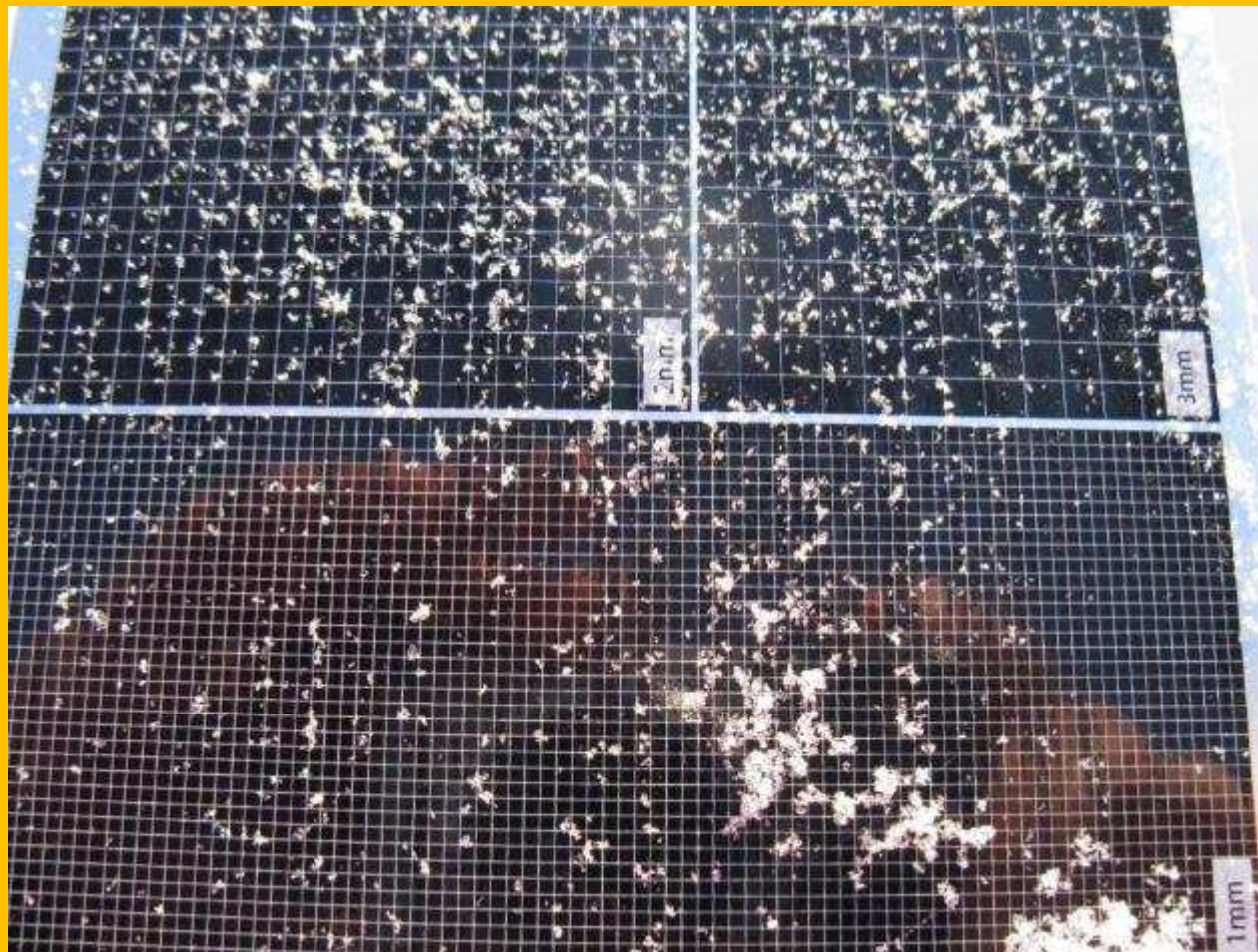
Piccole particelle arrotondate

- Particelle arrotondate di dimensioni inferiori a 0,5 mm, spesso ben legate

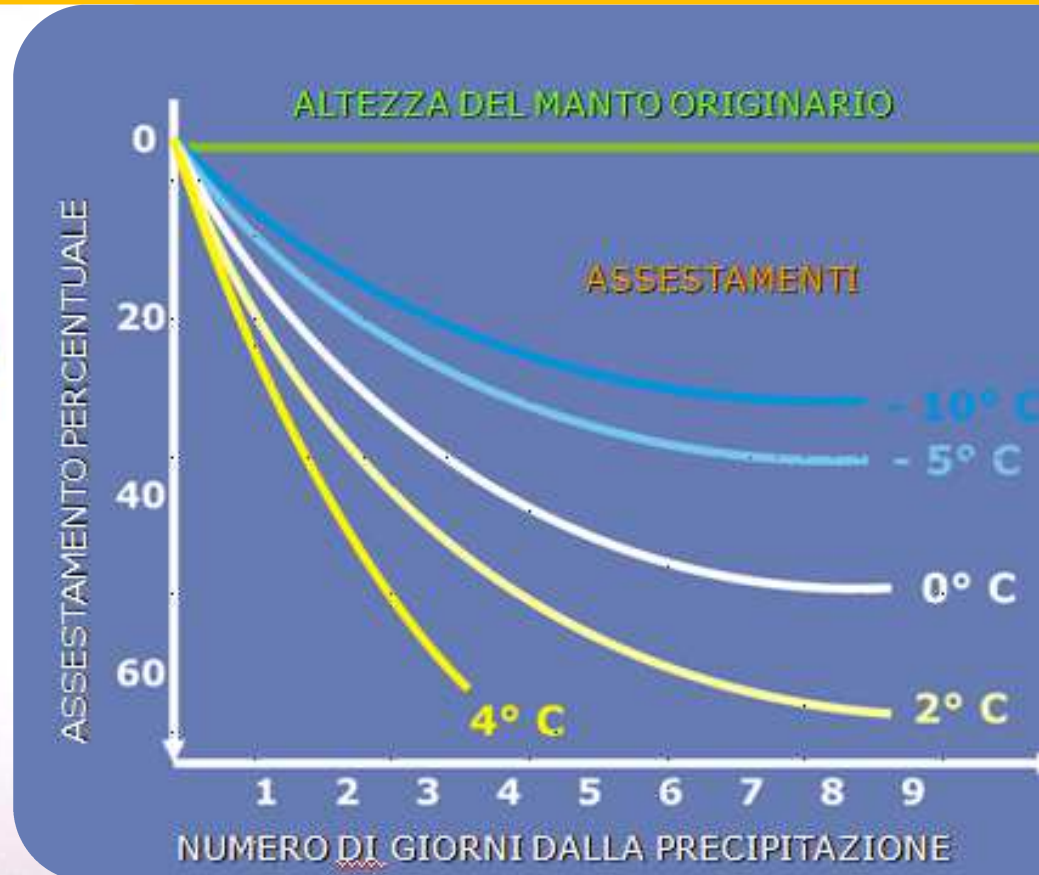


Grani arrotondati (RG)

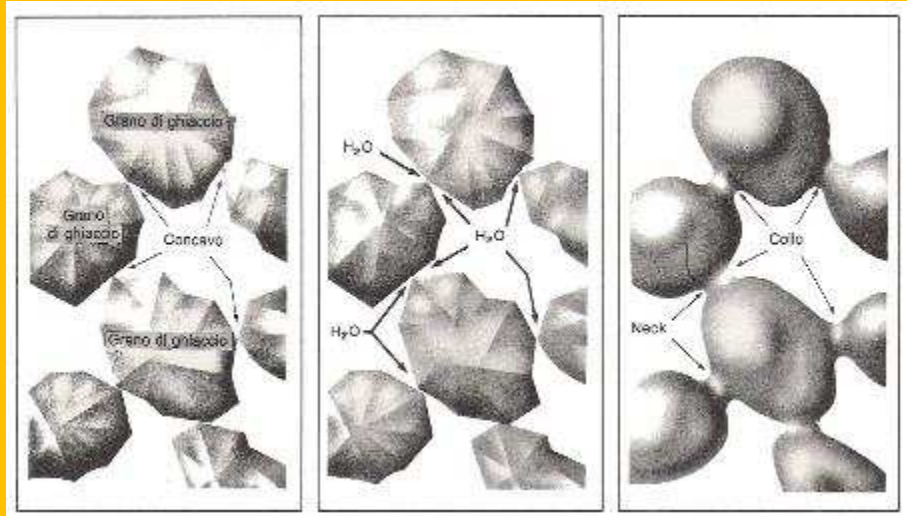
Particelle arrotondate



Velocità del processo



Sinterizzazione

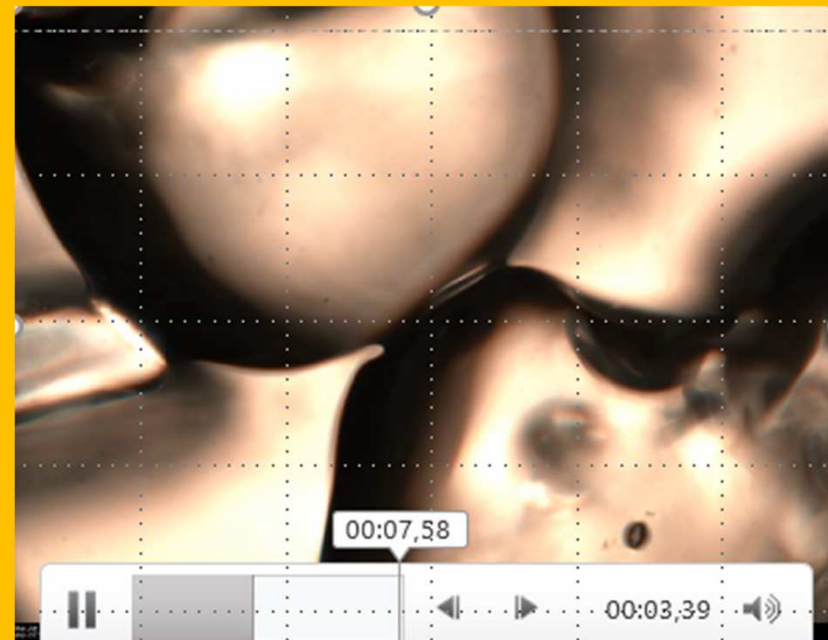
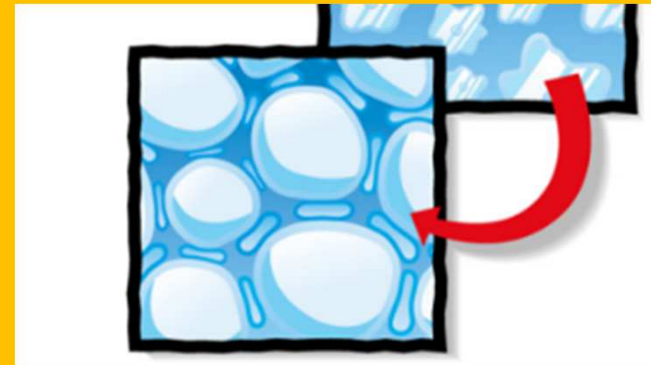


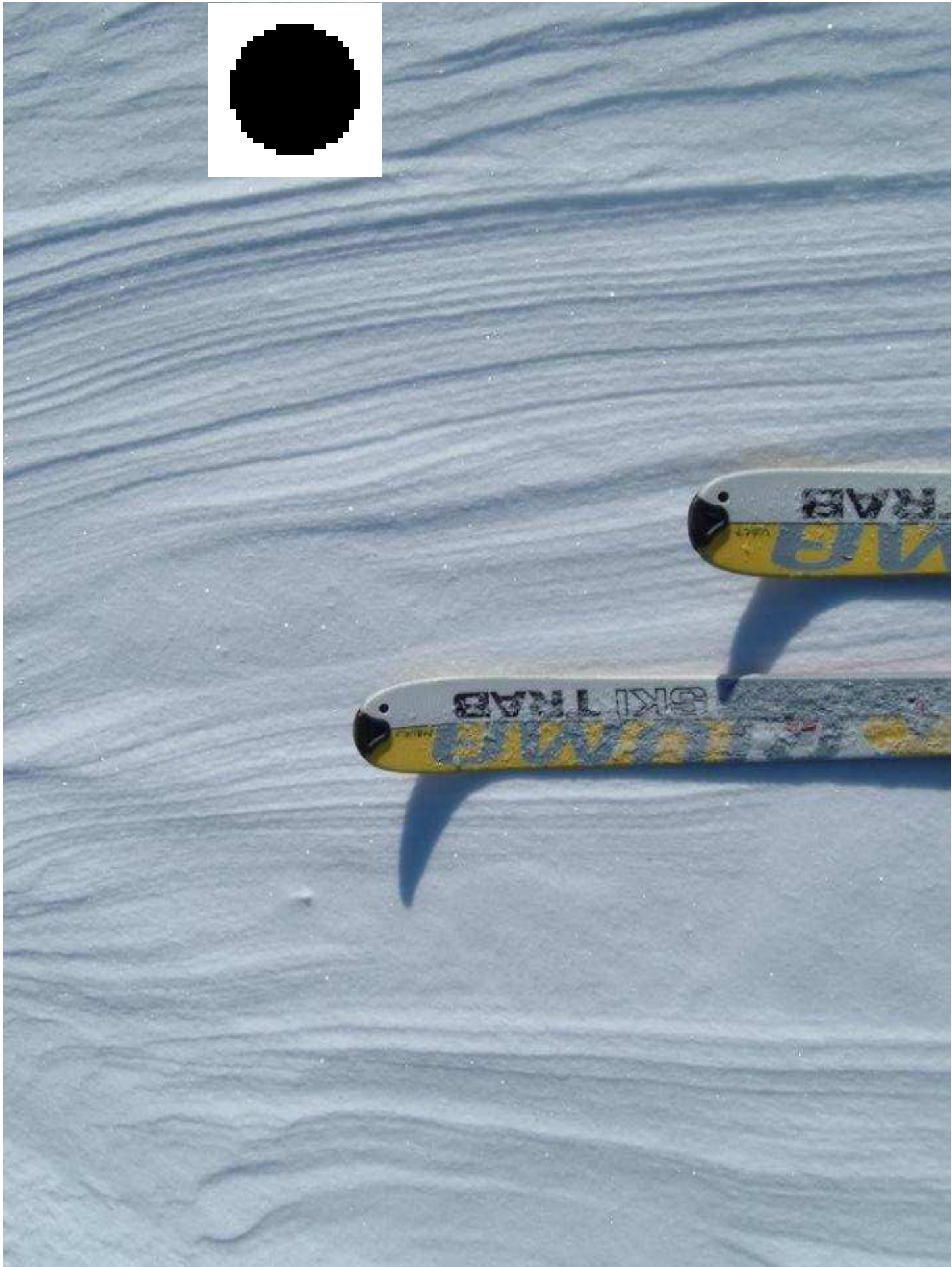
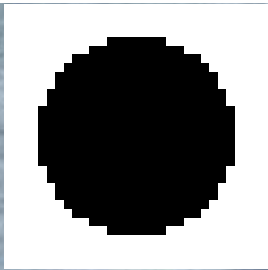
Sinterizzazione-ponti di ghiaccio

Primo caso

Questo metamorfismo si produce quando la variazione di temperatura nel manto nevoso è debole. I grani di neve si arrotondano. Le parti sporgenti si smussano trasformandosi in vapore che sublima nelle parti concave. Si ottengono **grani arrotondati** (simbolo ●), con diametro intorno a 0,5 mm, che si saldano tra loro attraverso ponti di ghiaccio.

Questo metamorfismo provoca l'assestamento e la coesione della neve. Il manto nevoso si stabilizza. Sulle piste, dopo il passaggio di mezzi battipista, si ottiene una neve molto compatta.



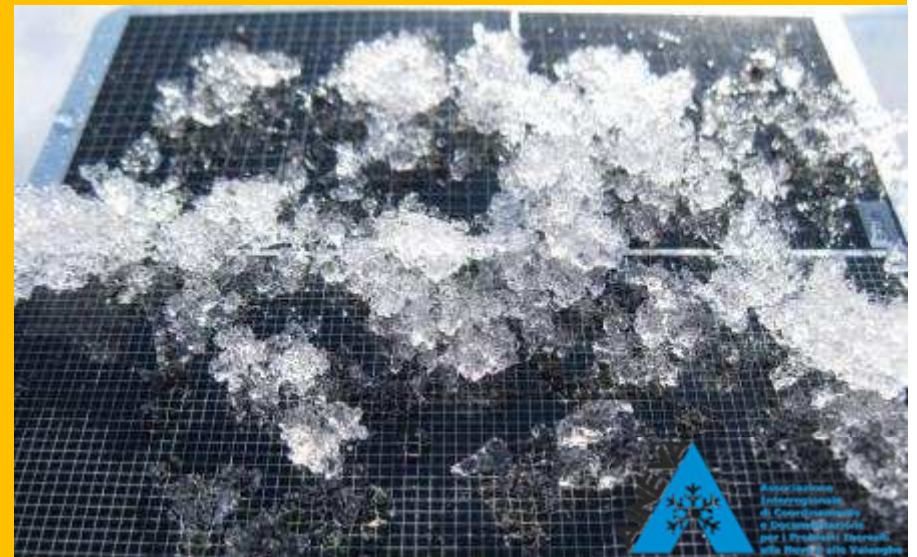
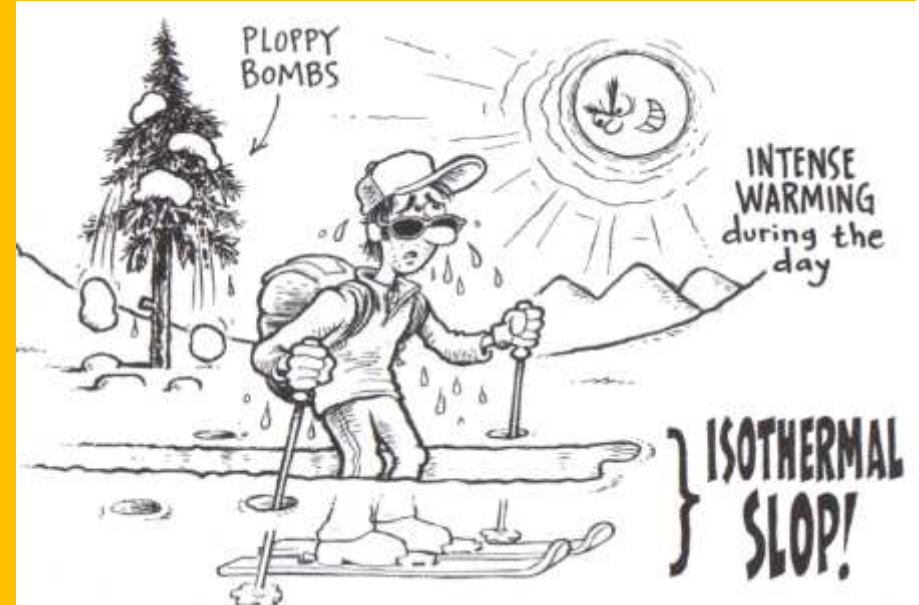


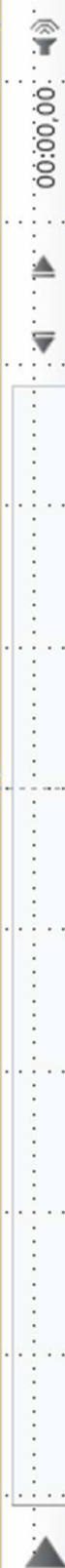
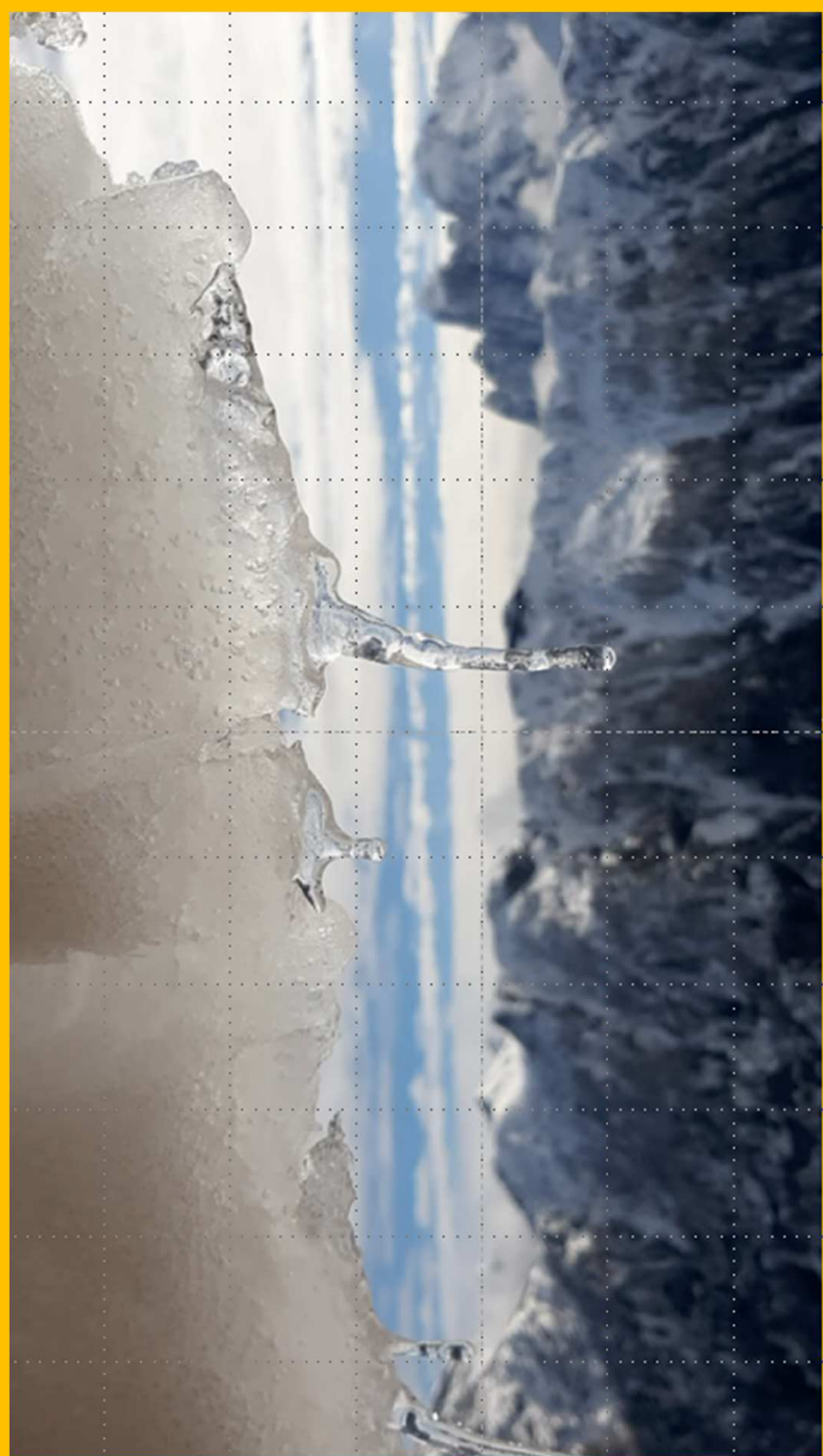
Il manto nevoso



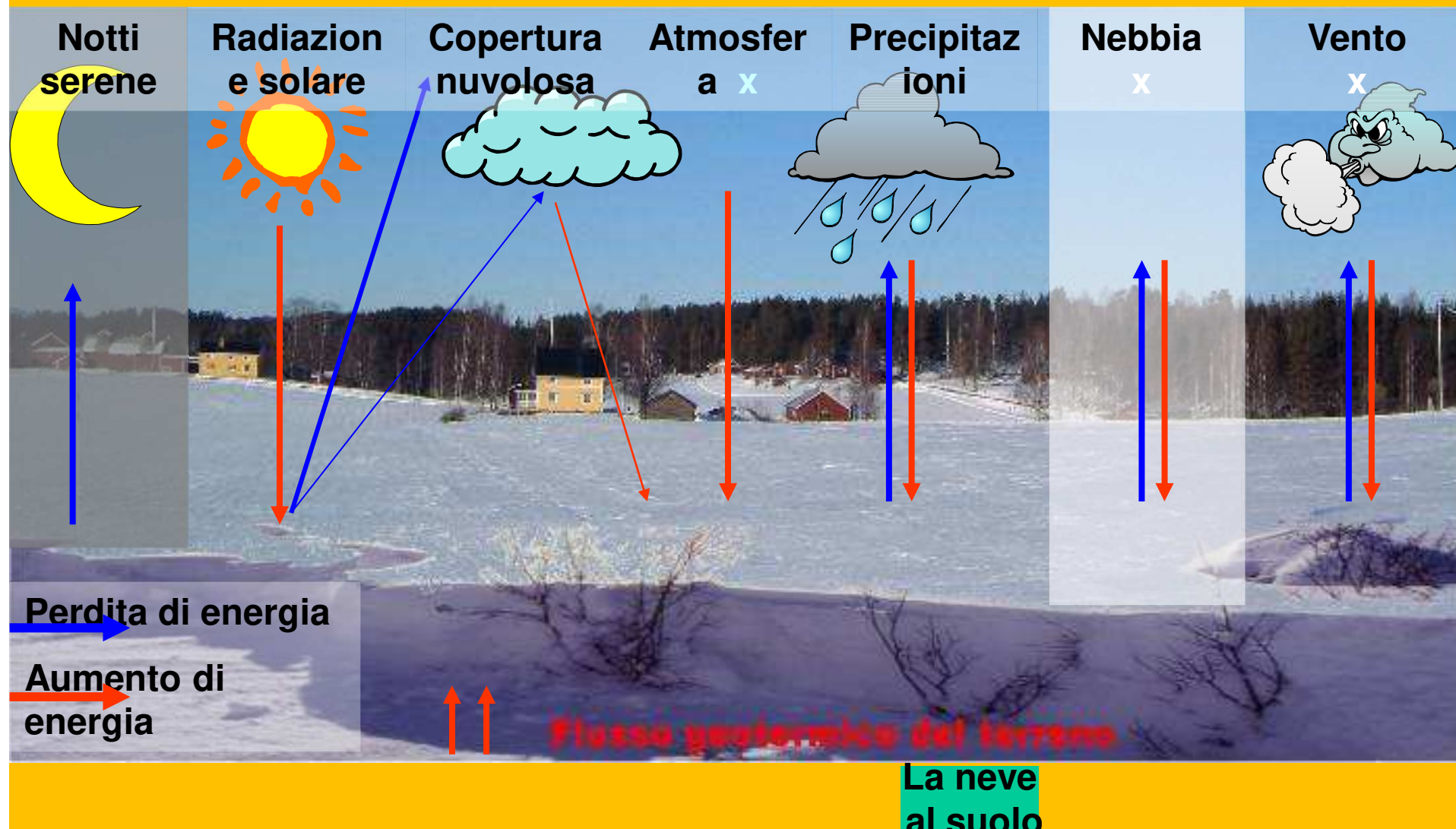


Le temperature elevate



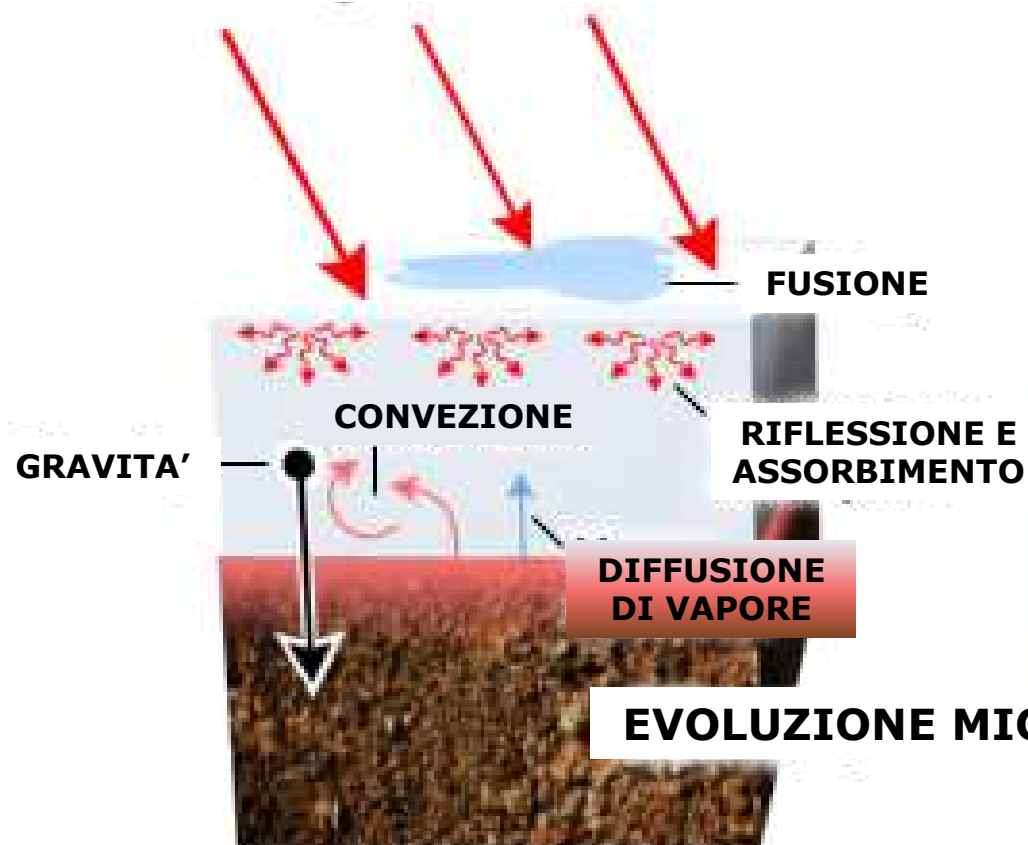


Scambi termici neve/atmosfera

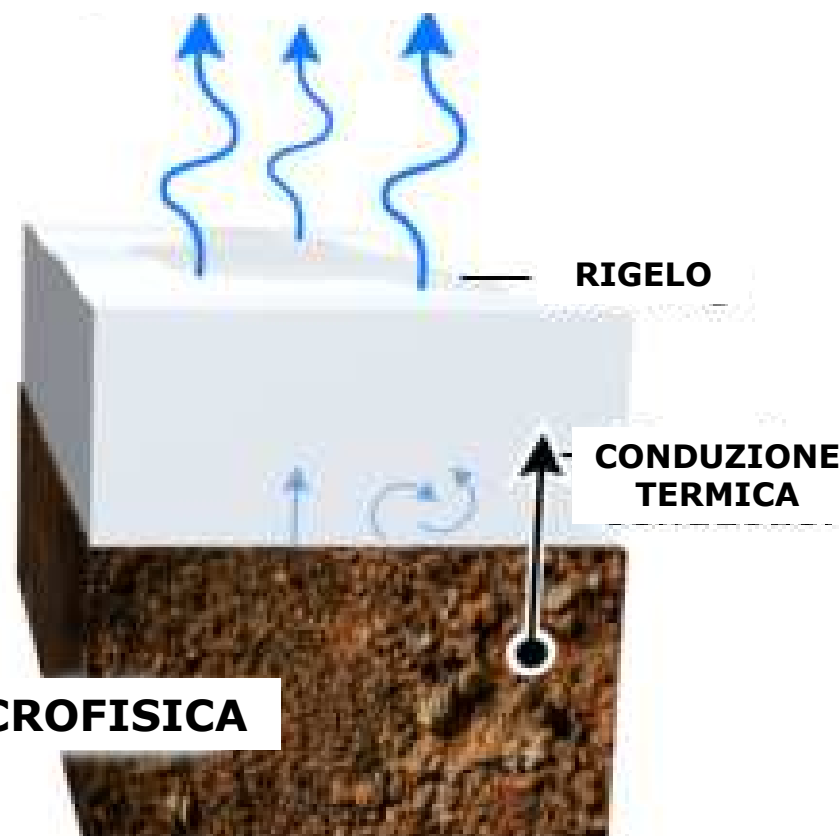


SCAMBI TERMICI MANTO / ATMOSFERA

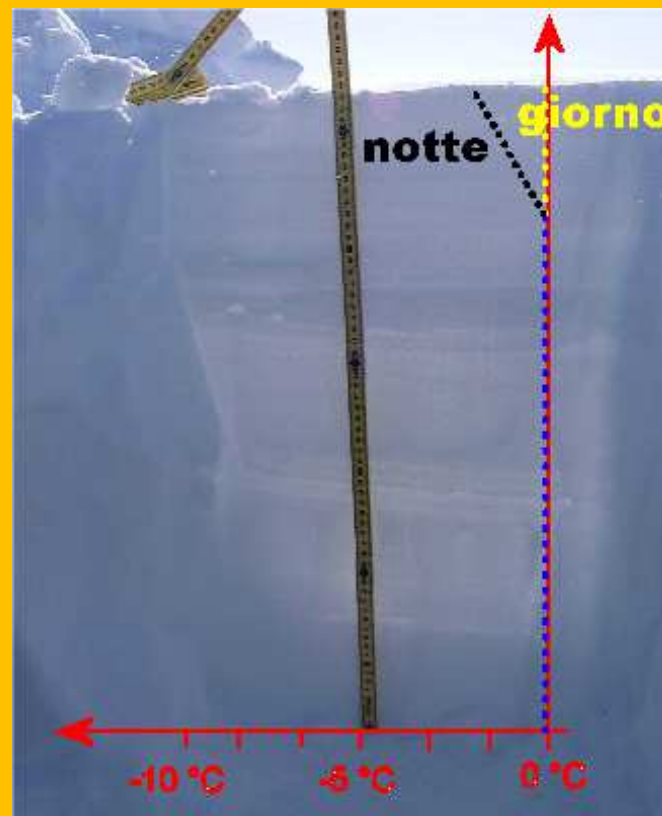
DIURNO: RADIAZIONE AD ONDE CORTE ENTRANTE



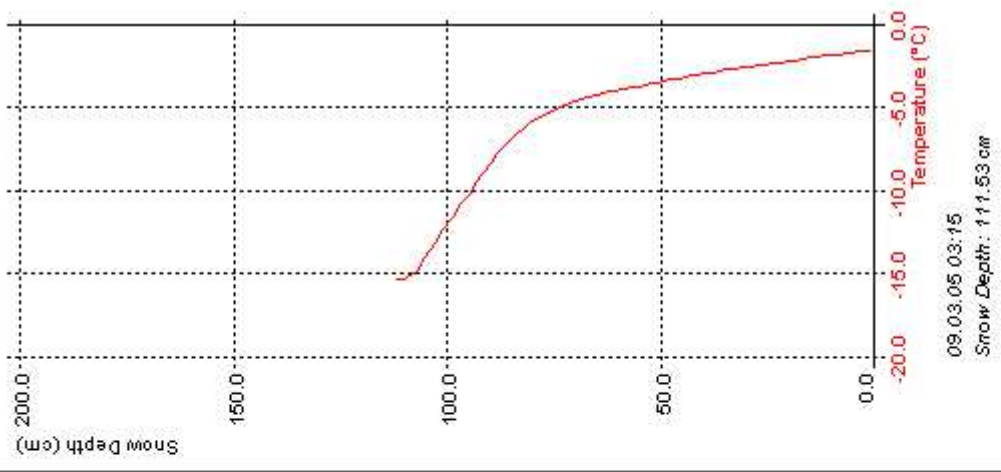
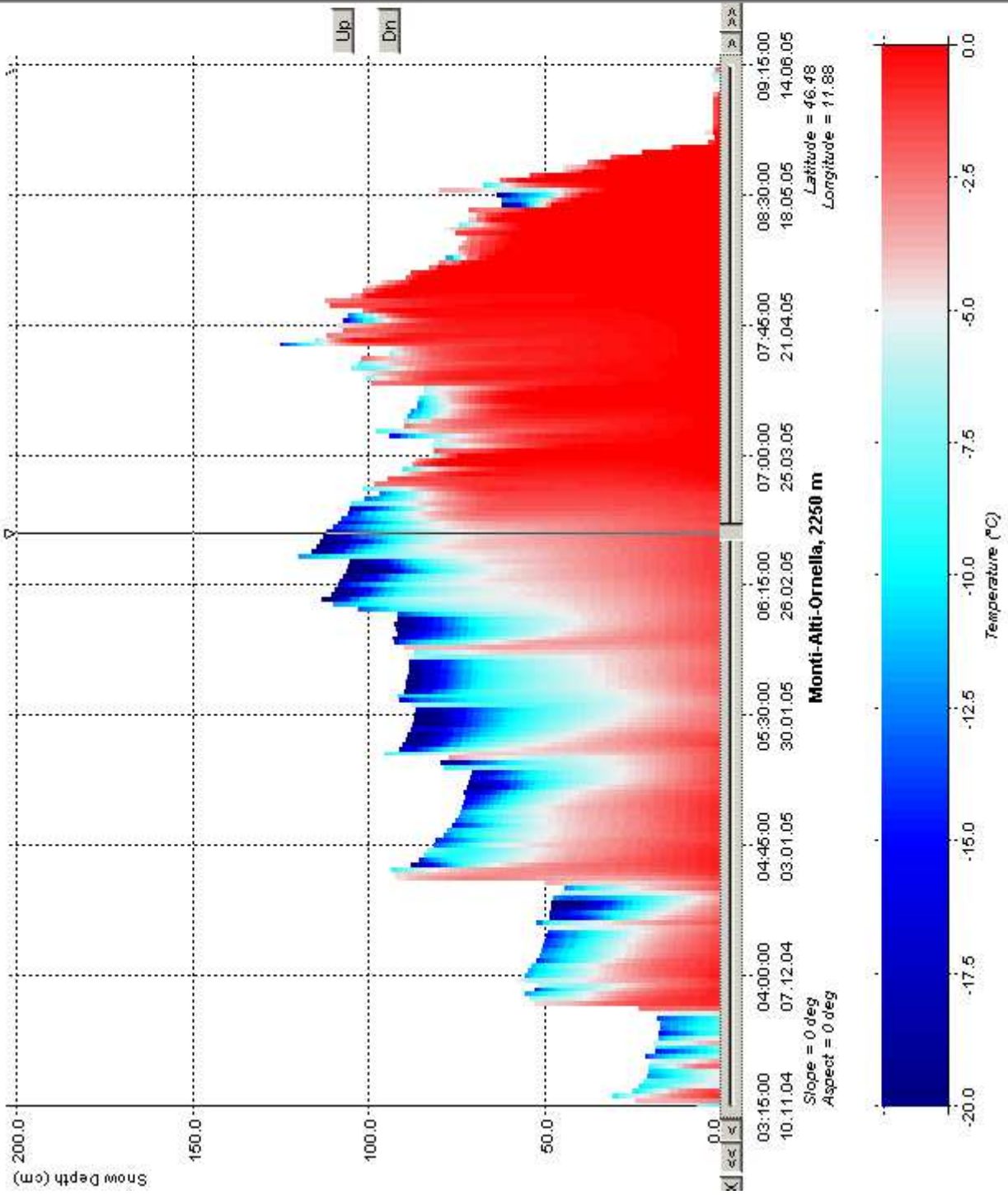
**NOTTURNO (CON CIELO SERENO):
RADIAZIONE AD ONDE LUNGHE USCENTE**

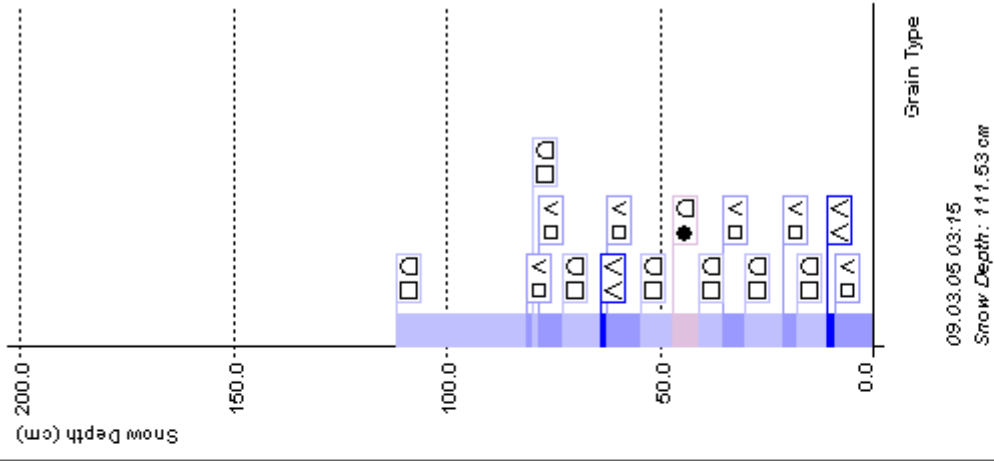
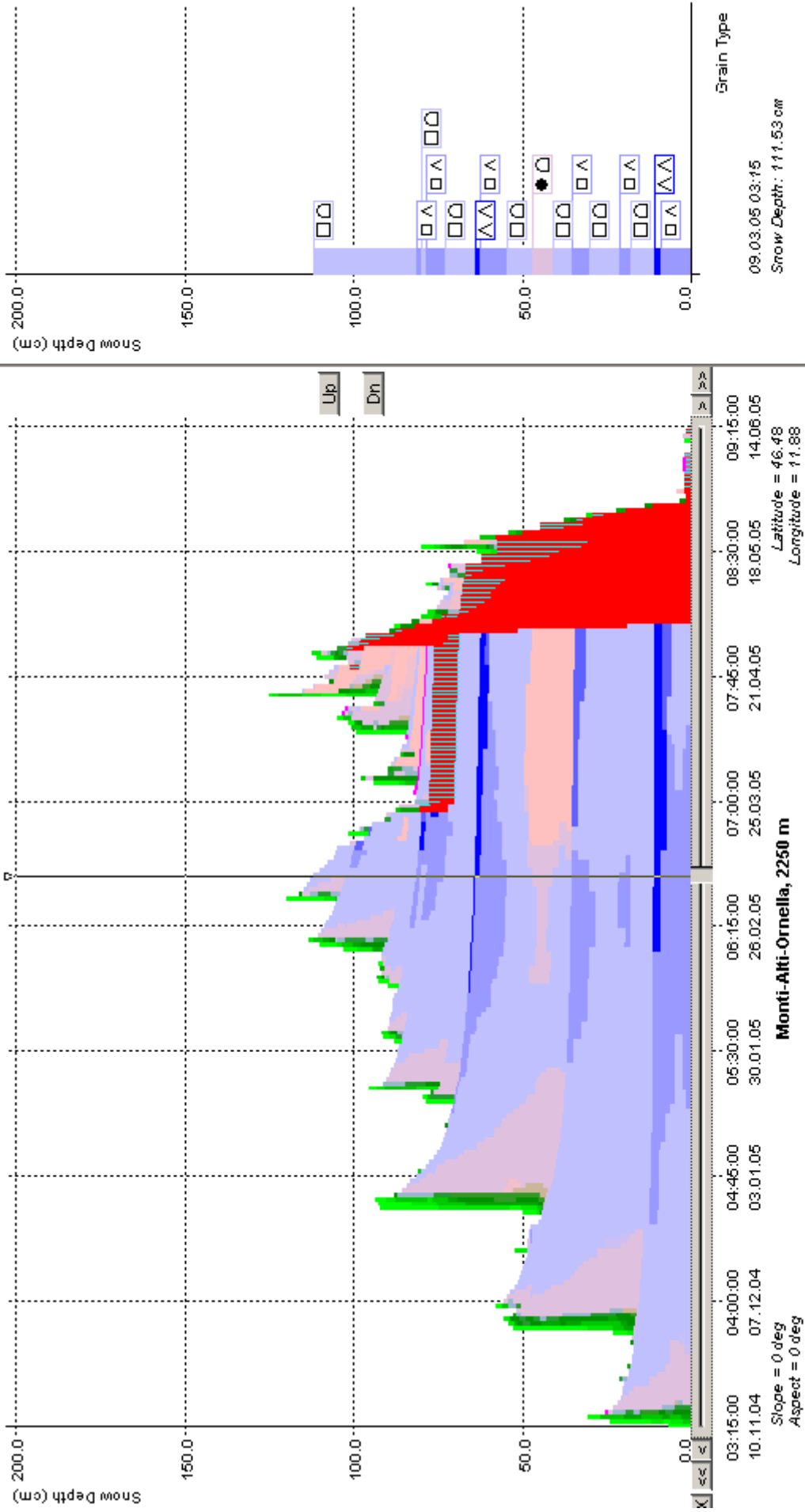


Temperatura della neve



- Esempio di influenza del calore del sole e del freddo della notte sulla temperatura della neve in inverno e in primavera





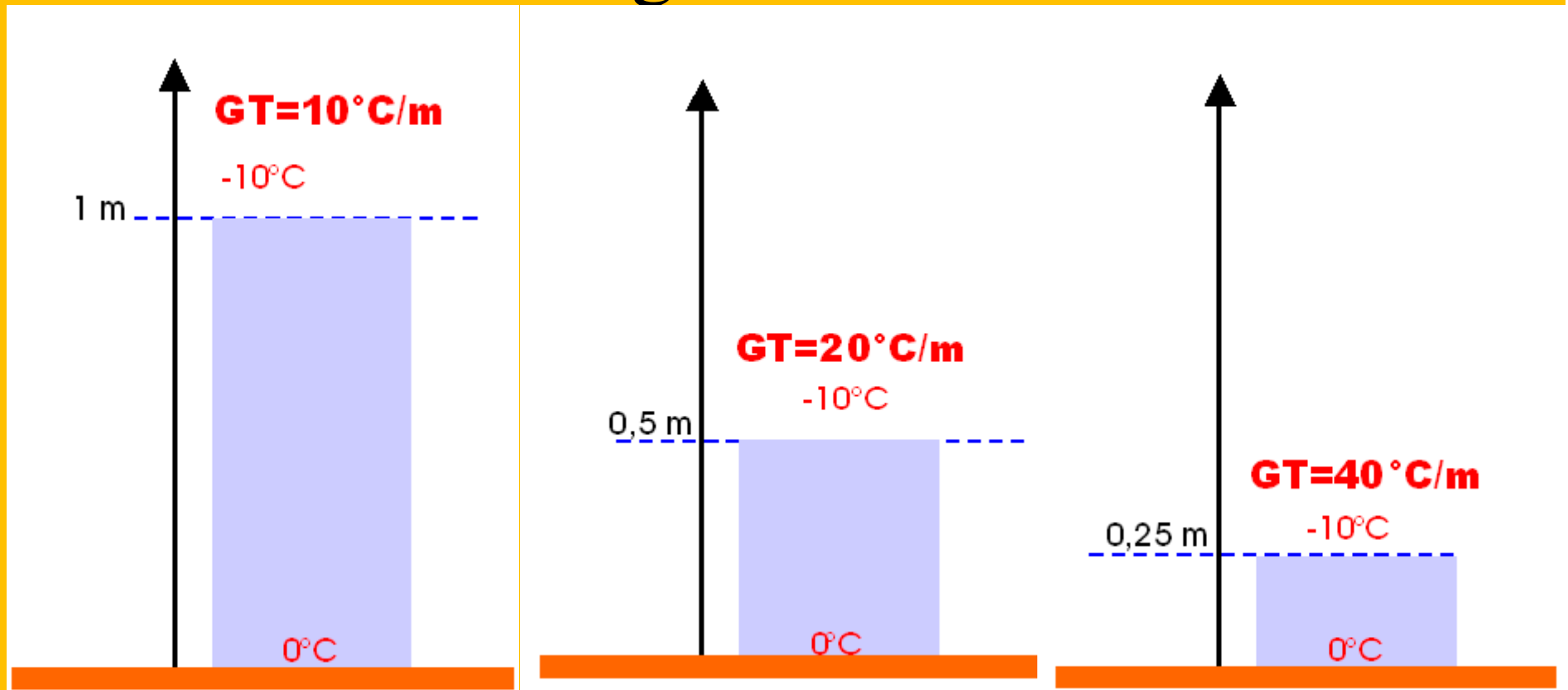
Che cosa è il gradiente di temperatura?

È la differenza di temperatura fra 2 punti espressa in °C/m o °C/cm per il manto nevoso.

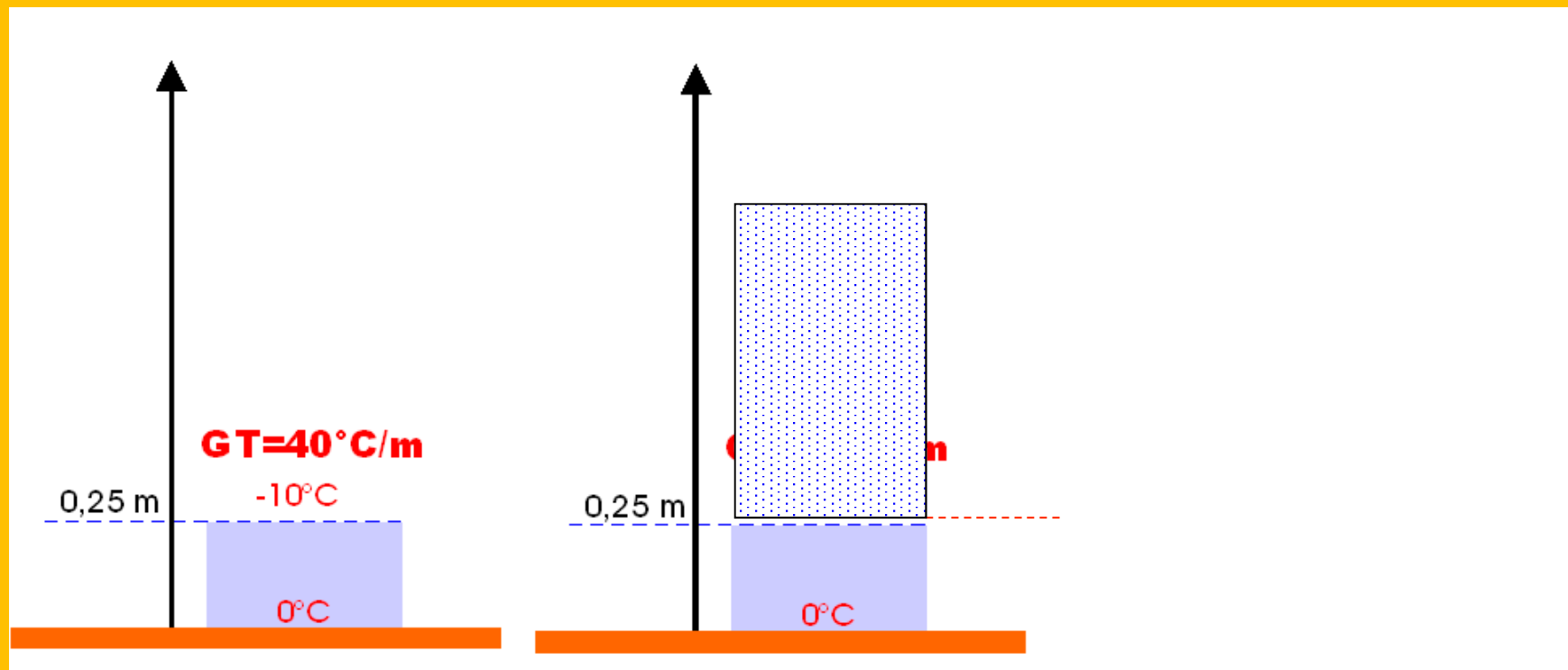
Il gradiente di temperatura (TG) può essere determinato per l'intero manto nevoso, oppure per strati o parti del manto nevoso



E' facile raggiungere elevati valori di gradiente?



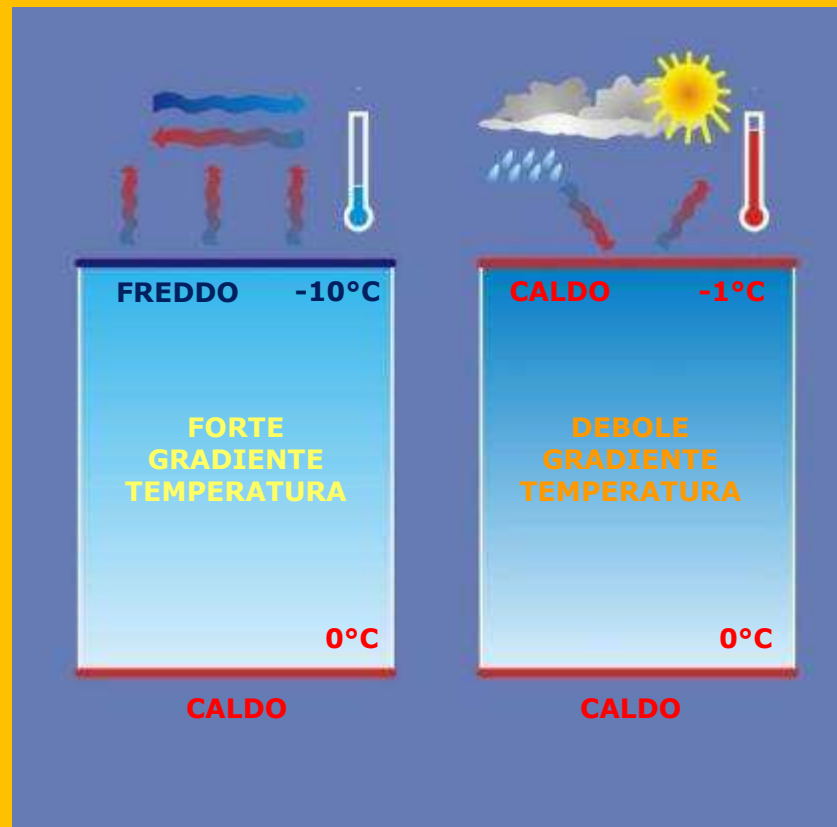
Non solo alla base del manto nevoso



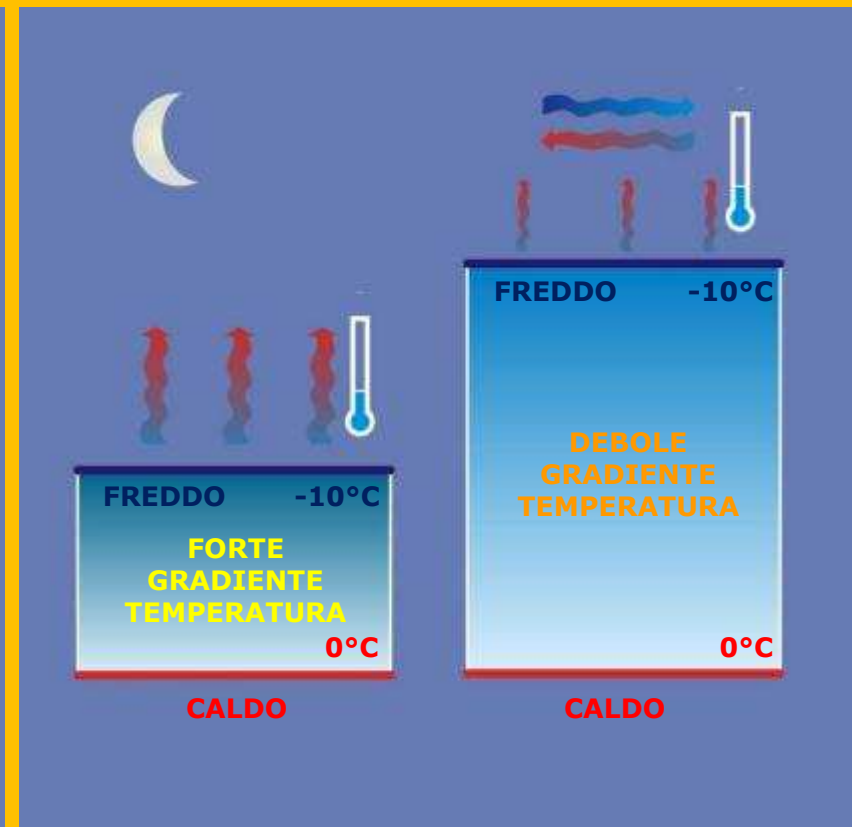


Modalità di variazione dei gradienti di temperatura

TEMPERATURE



SPESSORI



Metamorfismo della neve asciutta

**I metamorfismi
della neve
asciutta**



Secondo caso:
Evoluzione verso
forme di crescita
cinetica
(gradiente medio)

Metamorfismo della neve asciutta

Secondo caso

Questo metamorfismo si osserva su cristalli di neve recente o su grani arrotondati, quando la differenza di temperatura nel manto nevoso è media.

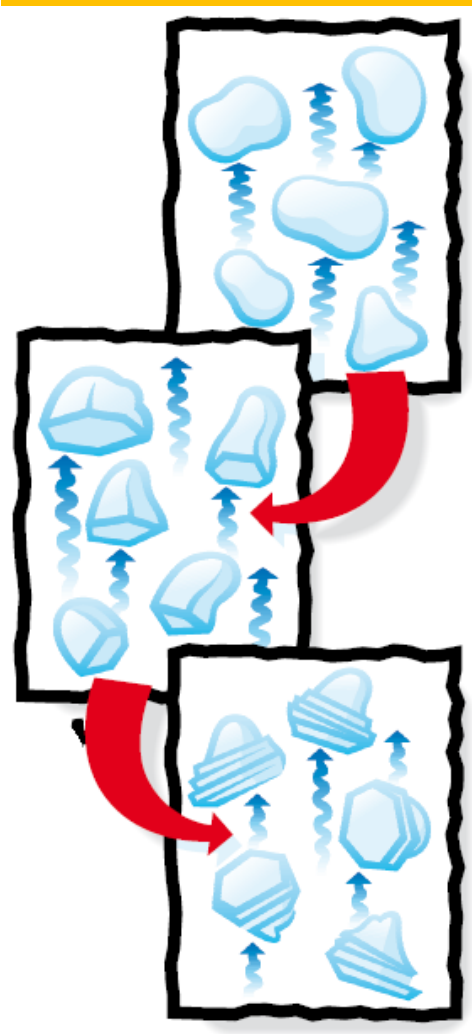
I grani posti sotto sono più caldi: la loro parte superiore sublima (cioè passa dallo stato solido a quello gassoso) e il vapore così prodotto rigela alla base dei grani che sono al di sopra, più freddi

(Sublimazione inversa: pag. 7). I grani divengono angolosi e presentano facce piane. Vengono definiti **grani a facce piane o sfaccettati** (simbolo $\square$), con diametro da 0,5 ad alcuni mm. Questo tipo di neve è instabile, perché i grani hanno perso la loro coesione. Su pista la neve è molto fredda e leggera.



Secondo caso:
Evoluzione verso
forme di crescita
cinetica
(gradiente medio)

Metamorfismo della neve asciutta: Evoluzione verso forme di crescita cinetica



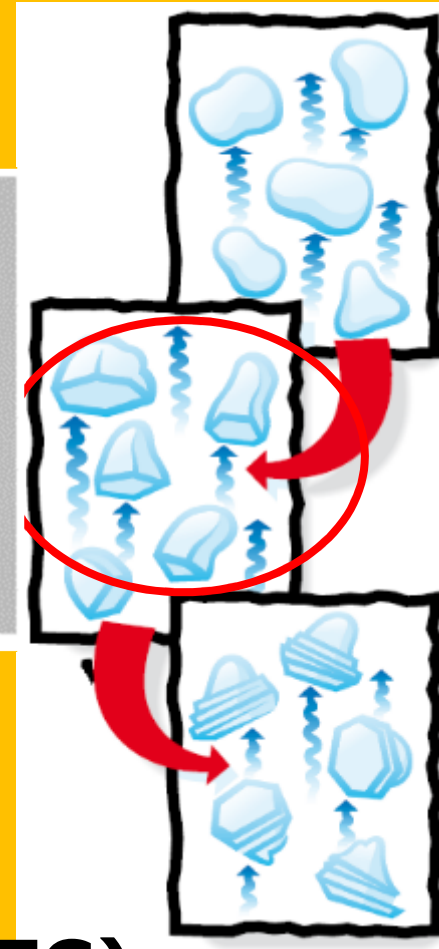
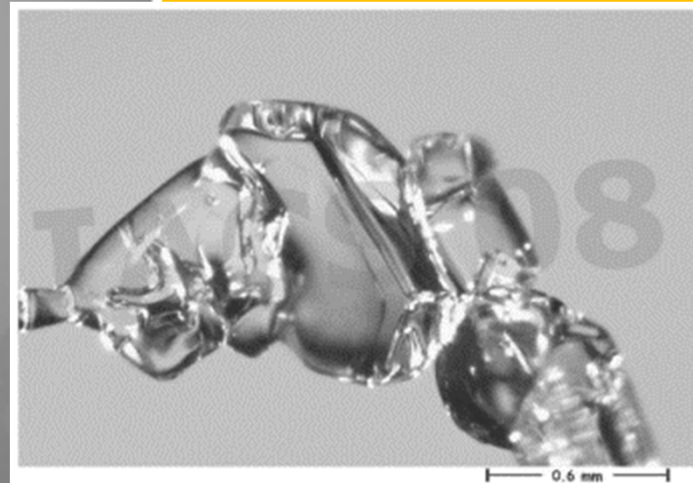
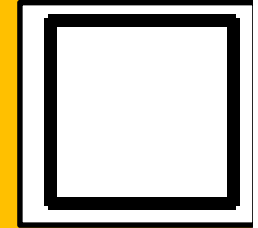
- Condizioni: medio gradiente di temperatura nel manto nevoso
- ($>0.05 < 0.20$ °C/cm)
- Effetti:
 - Formazione di grani a facce piane, striate con struttura grossolana (brina di profondità)
- Velocità del processo:
 - Proporzionale al gradiente (da giorni a settimane)

Metamorfismo della neve asciutta: Evoluzione verso forme di crescita cinetica



CRISTALLI SFACETTATI (FC)

Metamorfismo della neve asciutta: Evoluzione verso forme di crescita cinetica

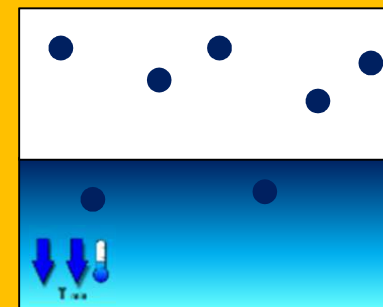
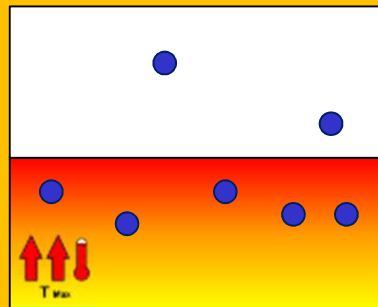


CRISTALLI SFACETTATI (FC)

In questa trasformazione prevale
questo processo fisico

GHIACCIO
CALDO/FREDDO

+



-

Metamorfismo della neve asciutta

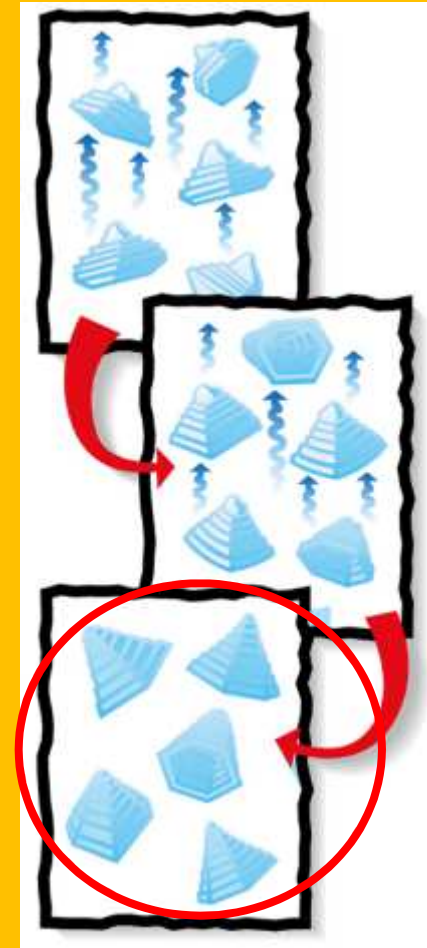
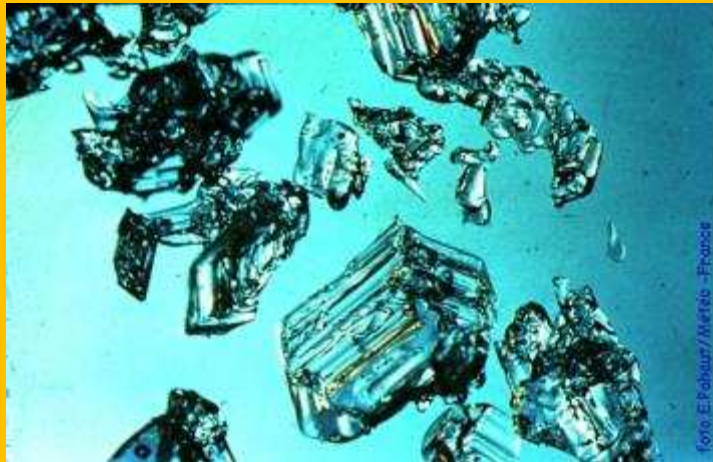
Terzo caso:

Evoluzione verso forme di crescita
cinetica

(gradiente ELEVATO)

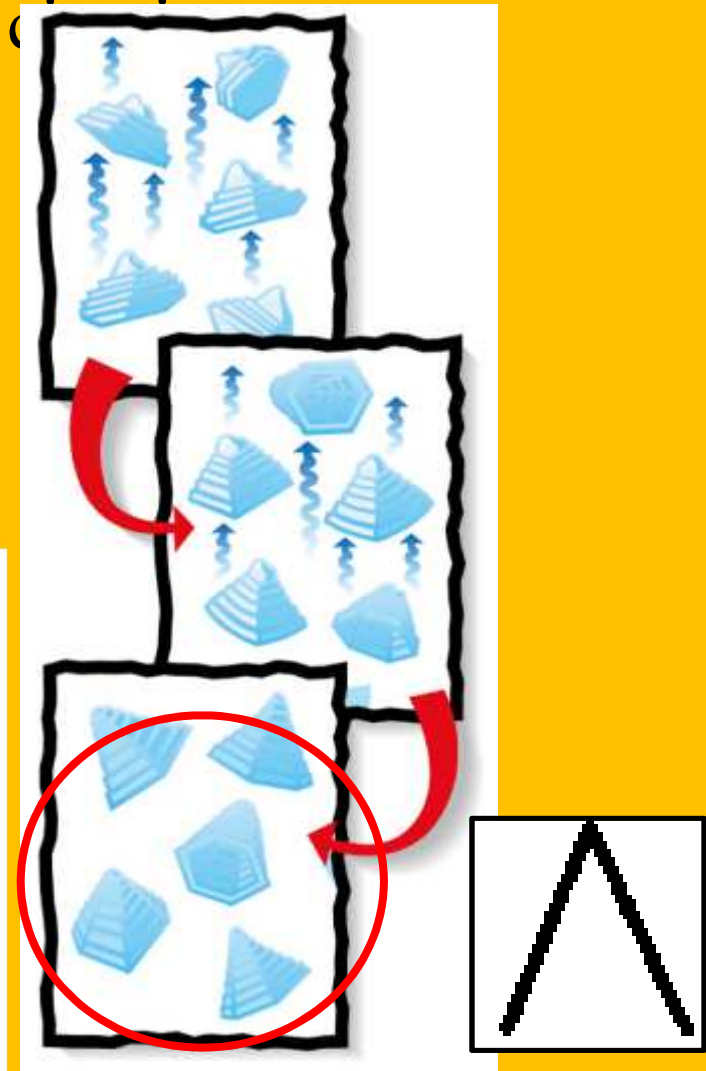
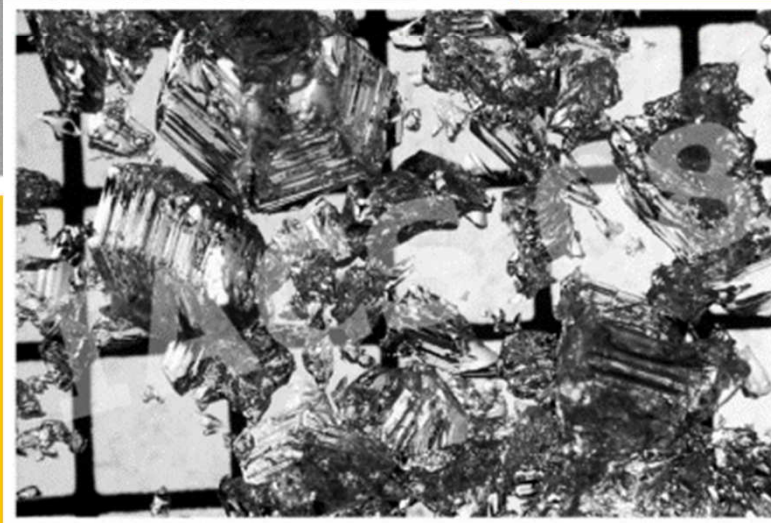
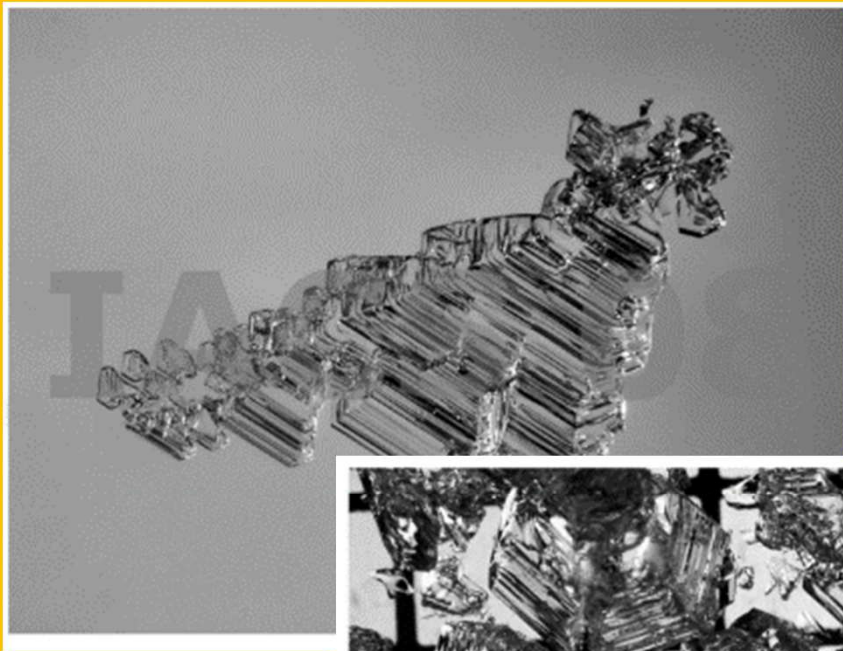


Metamorfismo della neve asciutta:
Evoluzione verso forme di crescita cinetica



BRINA DI PROFONDITA' (DH)

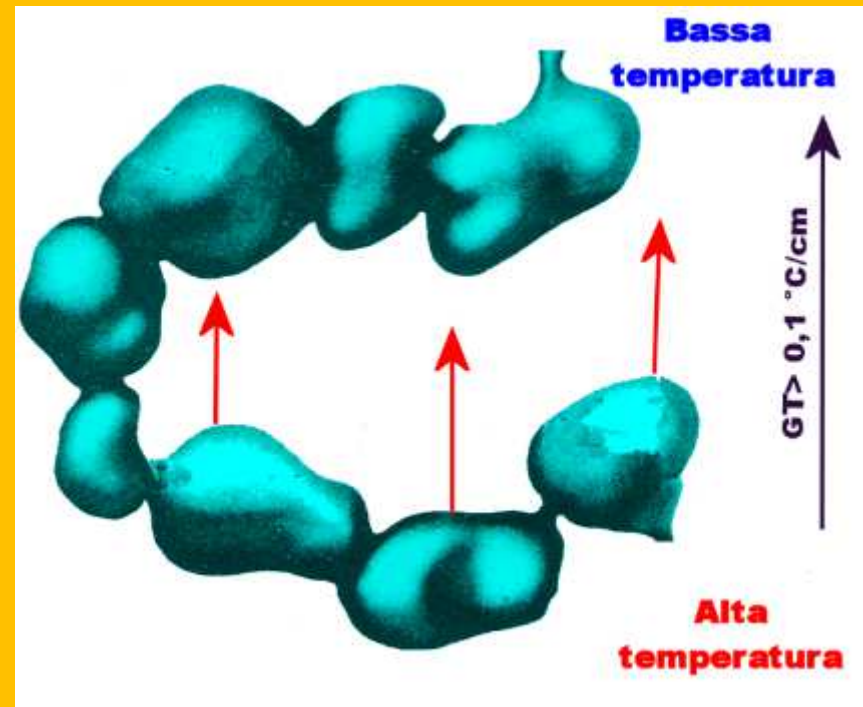
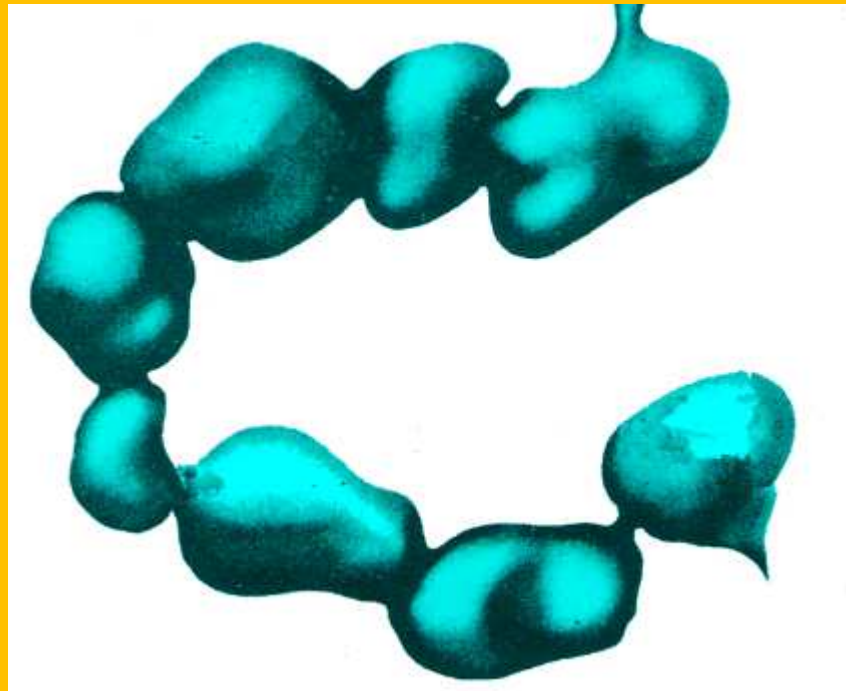
Metamorfismo della neve asciutta:
Evoluzione verso forme di crescita c...



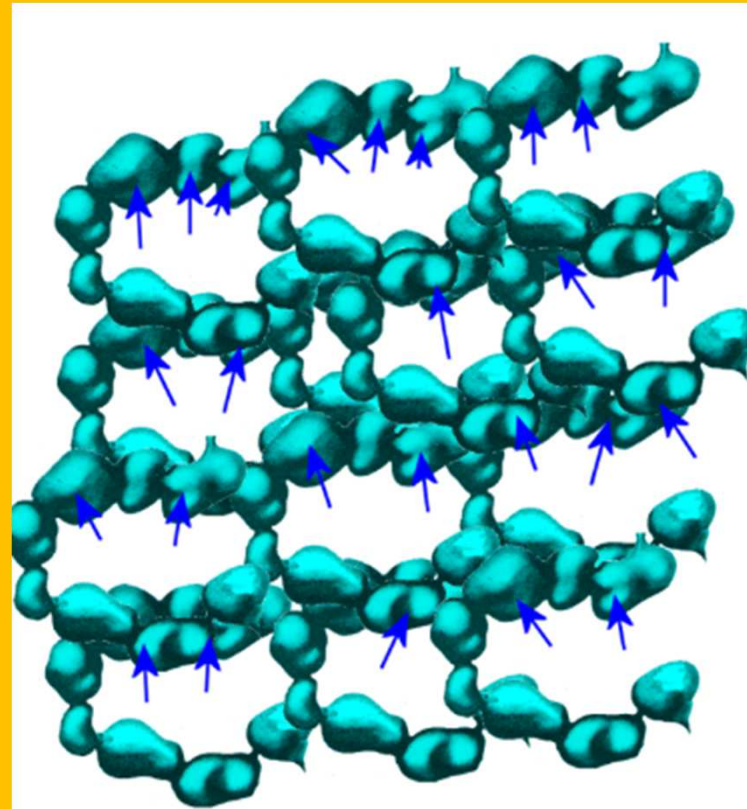
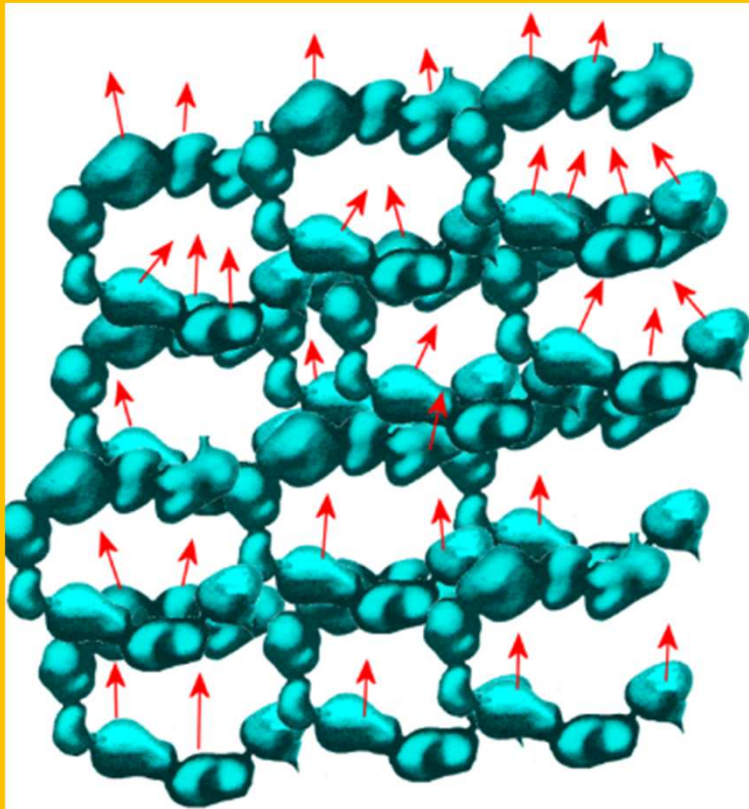
BRINA DI PROFONDITA' (DH)

Evoluzione verso forme di crescita cinetica

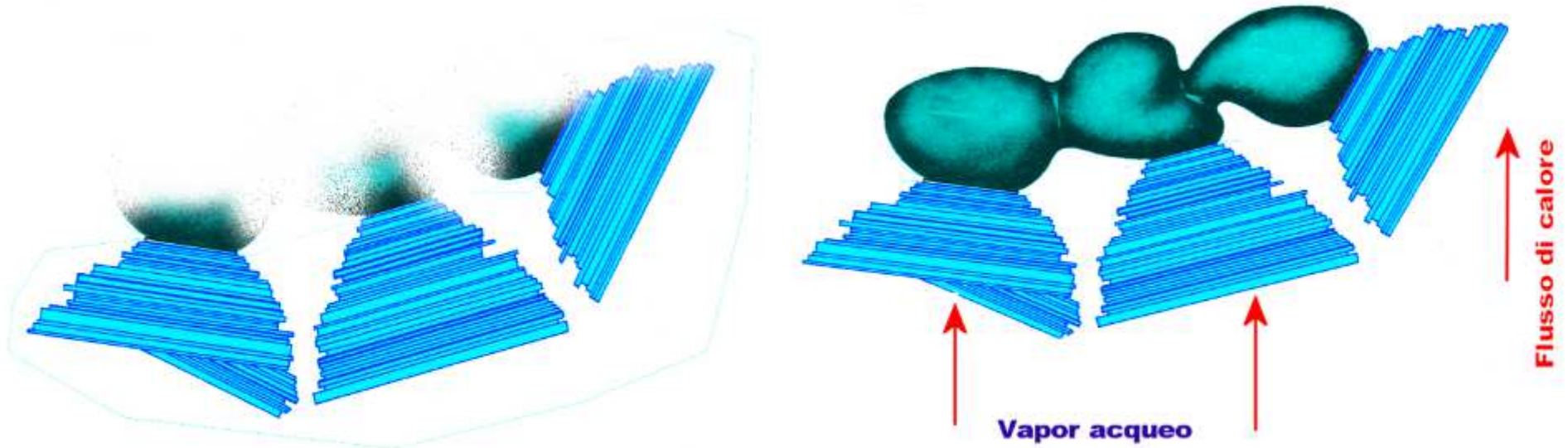
Grani angolari e brina di profondità



Diffusione di vapore



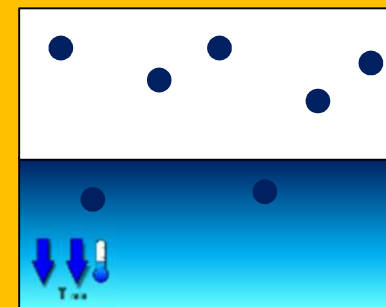
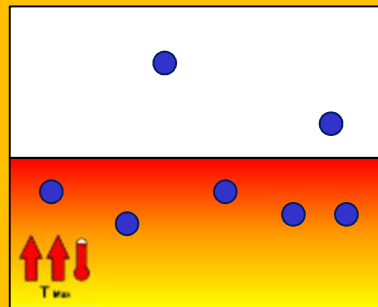
Diffusione di vapore



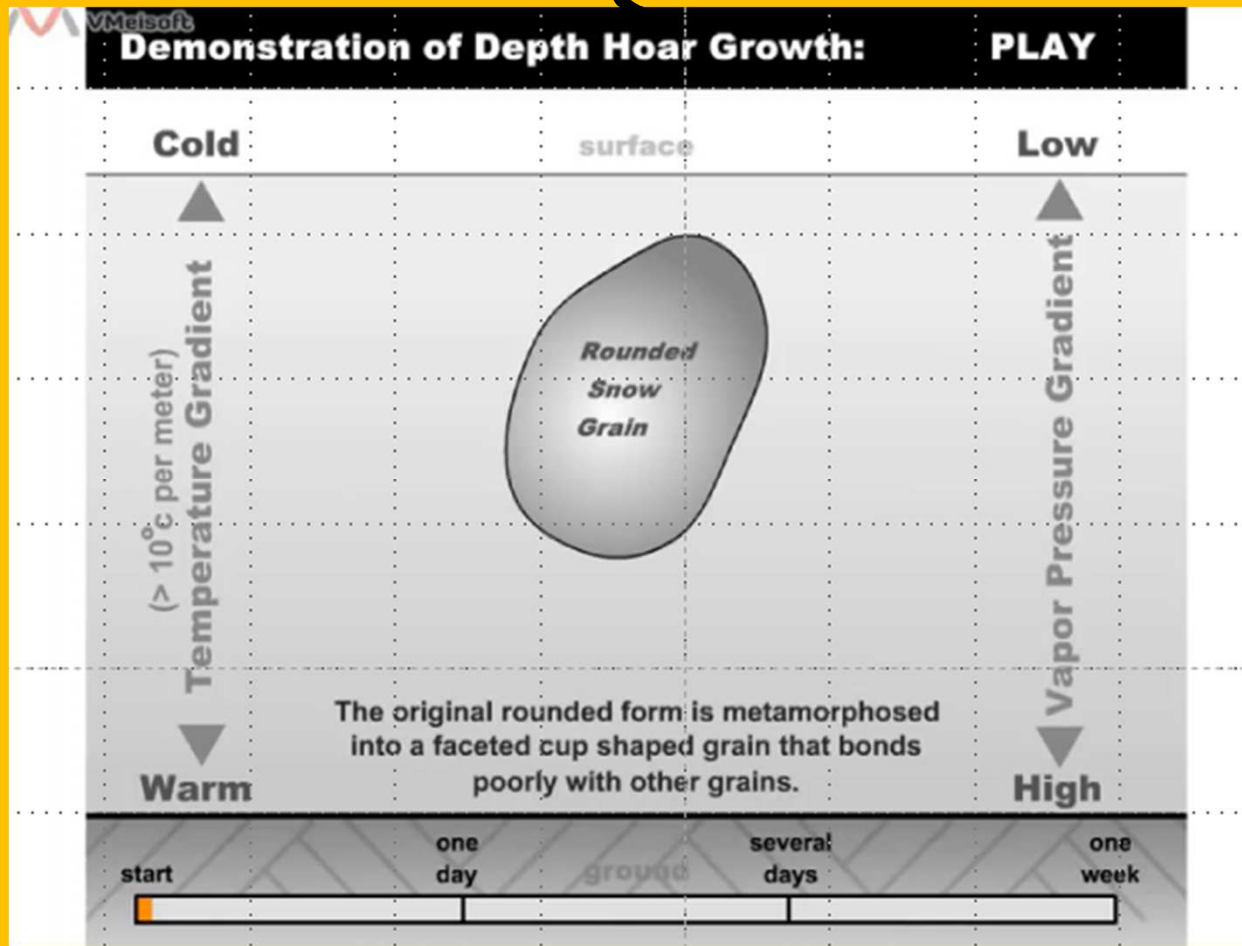
In questa trasformazione prevale
questo processo fisico
- Processo molto spinto

GHIACCIO
CALDO/FREDDO

+



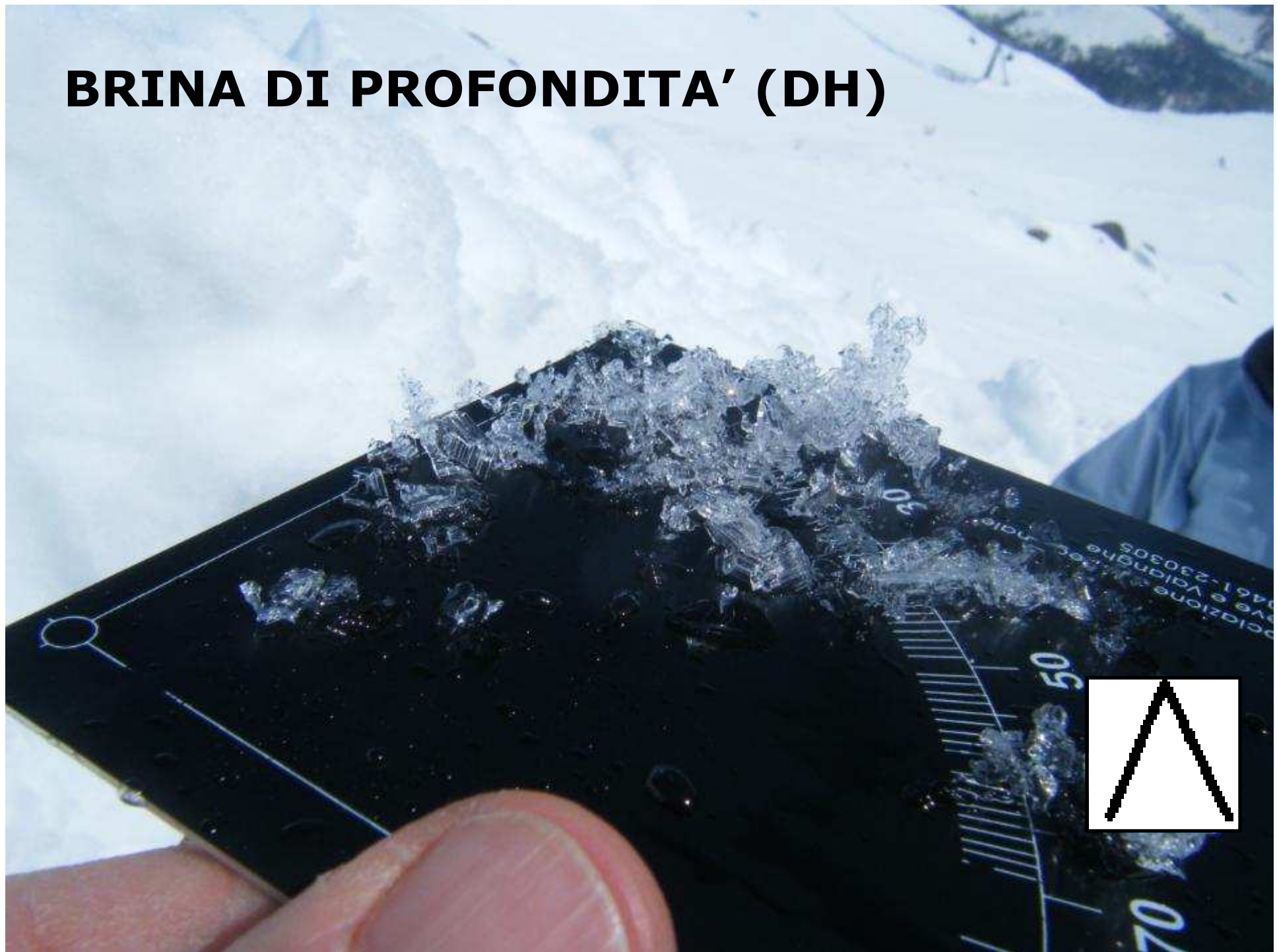
-

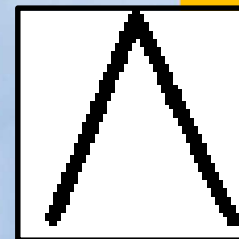


Metamorfismi da



BRINA DI PROFONDITA' (DH)

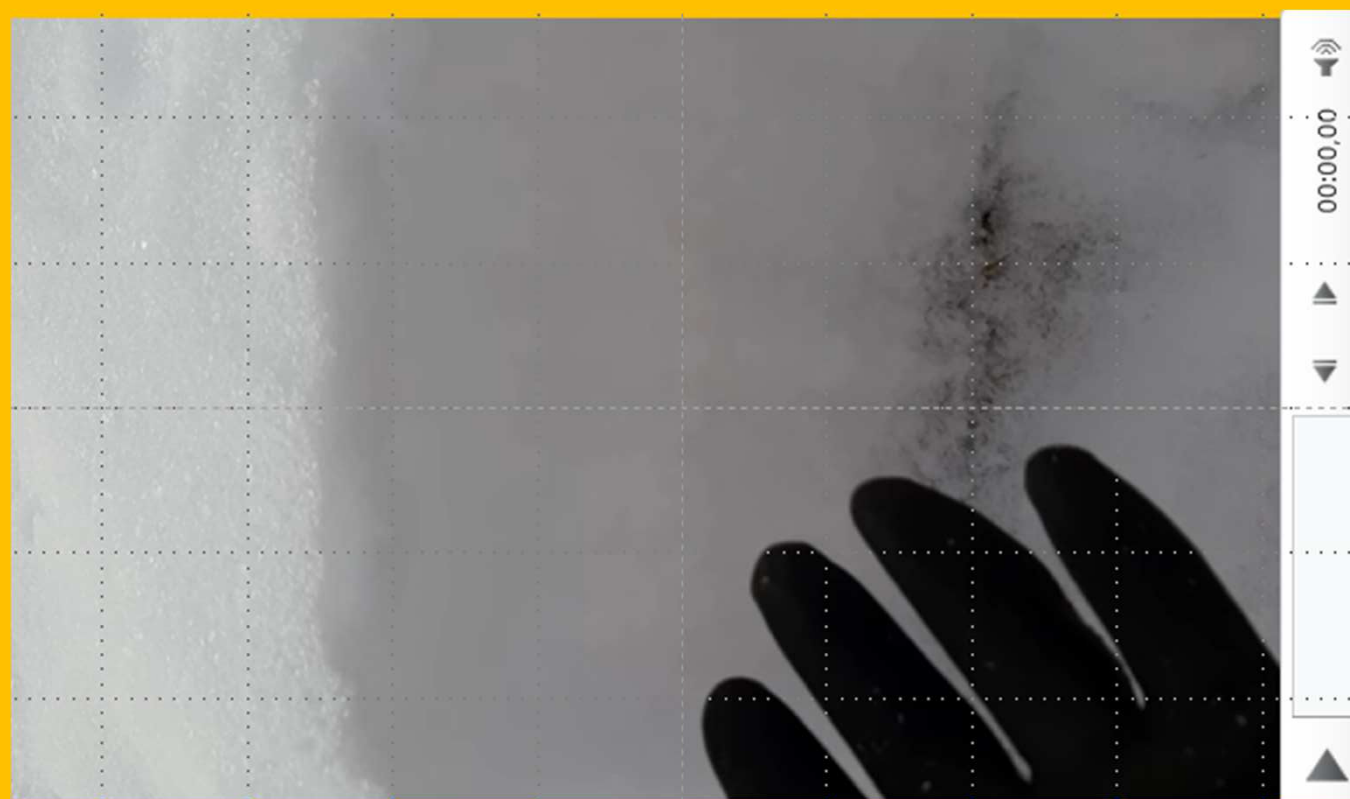


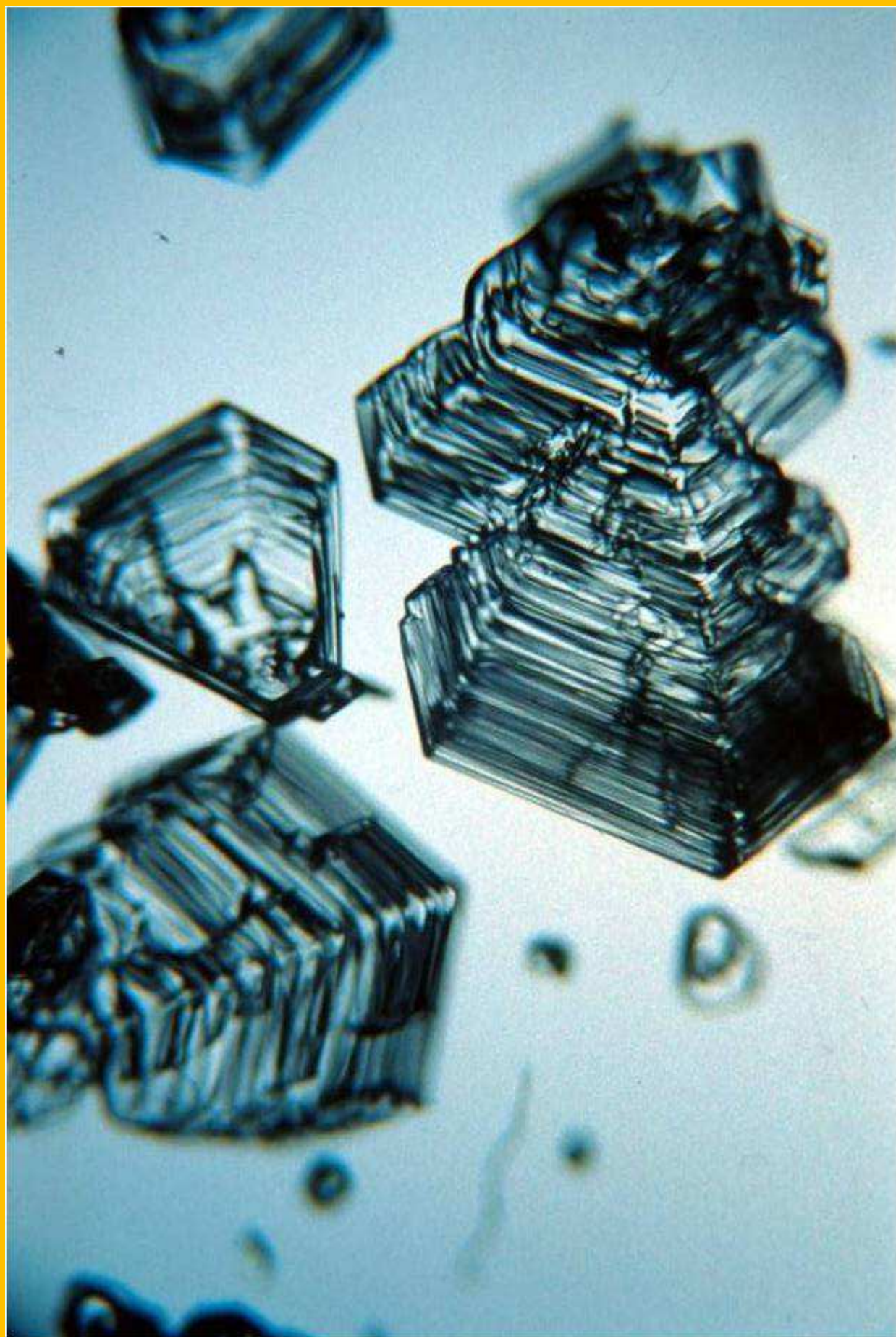


BRINA DI PROFONDITA' (DH)

Cristalli di brina di profondità

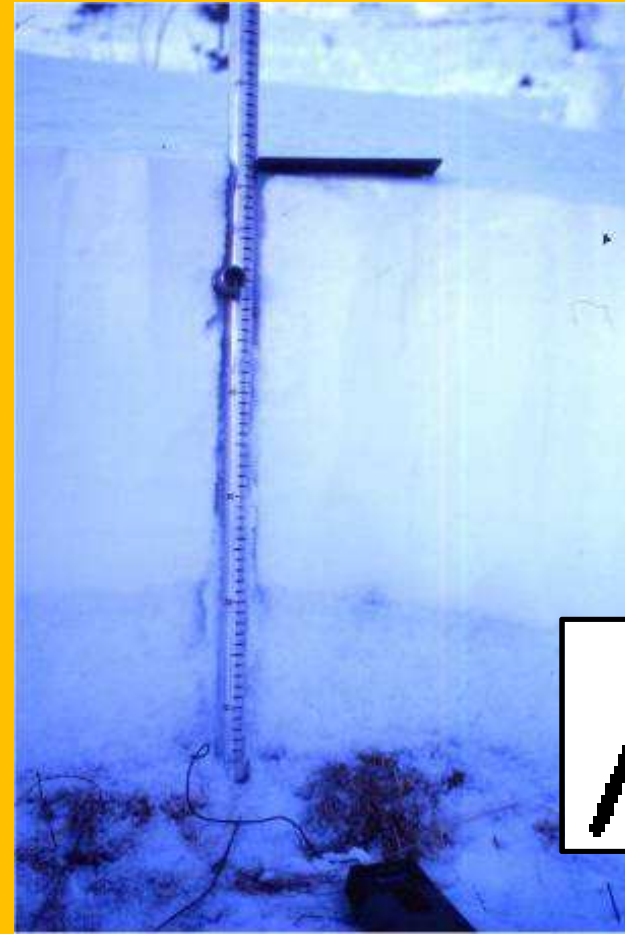


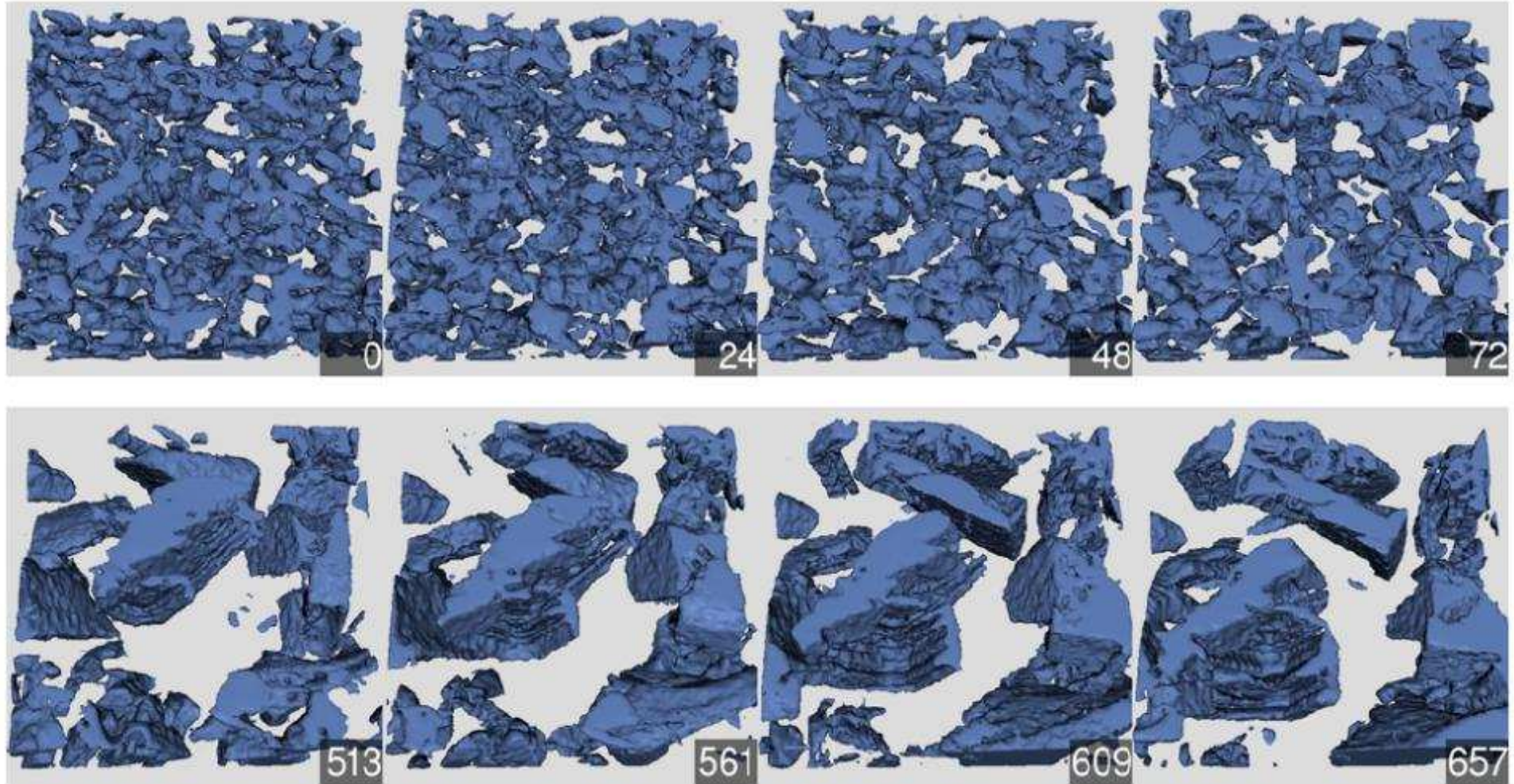




Metamorfismo della neve asciutta

differenze di “colorazione”





after Pinzer et alii (2012)

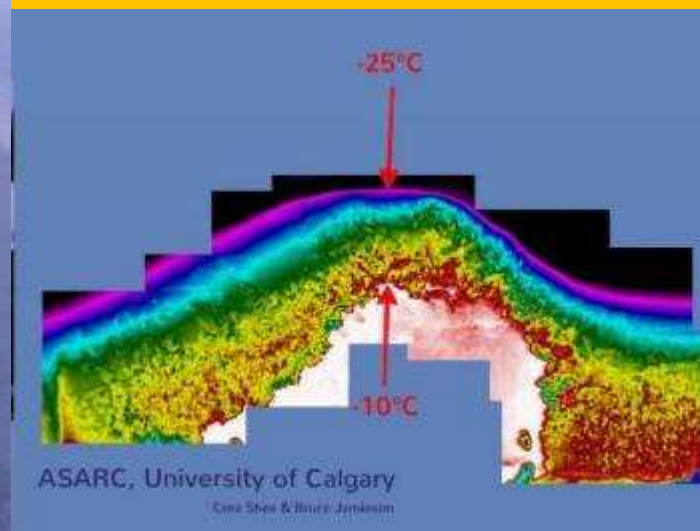
DOVE TROVO QUESTI CRISTALLI?



MANTO SOTTILE
ATTORNO A ROCCE
SUBAFFIORANTI,
DETRITO DI FALDA,
CESPUGLI



DOVE TROVO QUESTI CRISTALLI





Metamorfismi da gradiente elevato

- il processo è favorito sui versanti in ombra, dalla bassa densità del manto nevoso (alta tensione di vapore e presenza di aria), dalla presenza di cavità (erbe alte, arbusti, ghiaioni, ecc.), da bassi spessori del manto nevoso (a pari temperatura aumenta il gradiente).



Metamorfismi da gradiente elevato

Da ricordare: strati compatti impermeabili (croste da fusione e rigelo) presenti nel manto possono fungere da barriere di permeabilità (riduzione degli spessori del manto) creando uno “strato basale virtuale”

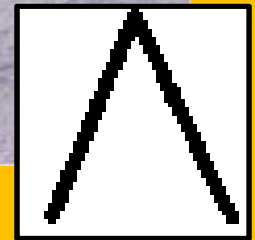
- questo processo richiede aria quindi non è possibile in presenza di acqua liquida o in nevi molto dense (per questo non avviene in strati che hanno subito fusione e rigelo anche in condizioni di alto gradiente; può avvenire sopra o sotto lo strato da fusione e rigelo)

Metamorfismo della neve asciutta: *“Evoluzione verso forme di crescita cinetica”*

**Altri nomi dell'evoluzione
verso forme di crescita :**

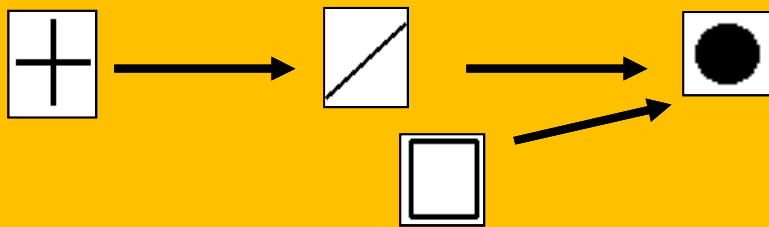
Metamorfismo costruttivo:
nuovi cristalli si formano, con
forme non derivanti dalla
precipitazione

**Metamorfismo da gradiente
di temperatura:** lo strato di
neve ha al suo interno un
gradiente di temperatura
 $>5^{\circ}\text{C/m}$

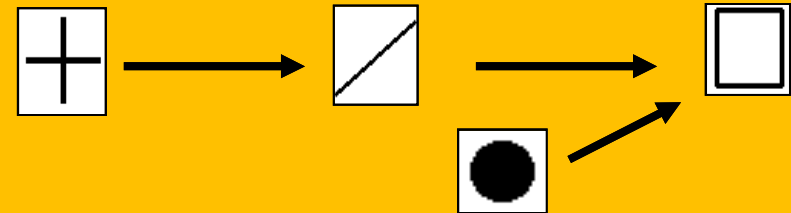


Metamorfismi della neve secca

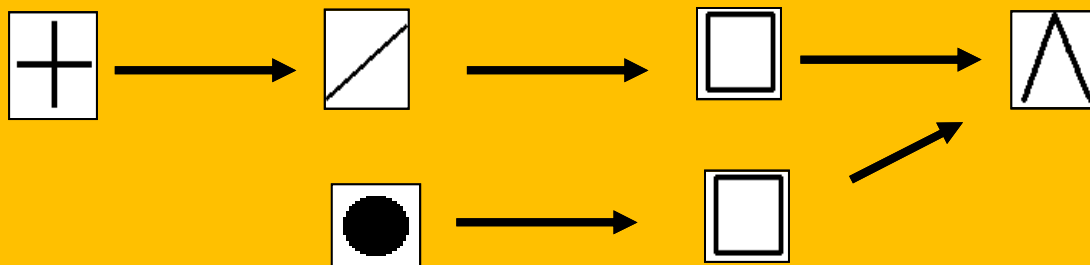
Debole gradiente $TG < 5^{\circ}\text{C}/\text{m}$



Moderato gradiente $5^{\circ}\text{C}/\text{m} < TG < 20^{\circ}\text{C}/\text{m}$



Forte gradiente $TG > 20^{\circ}\text{C}/\text{m}$



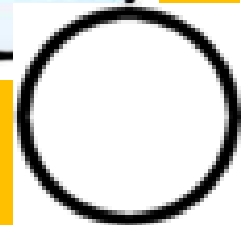
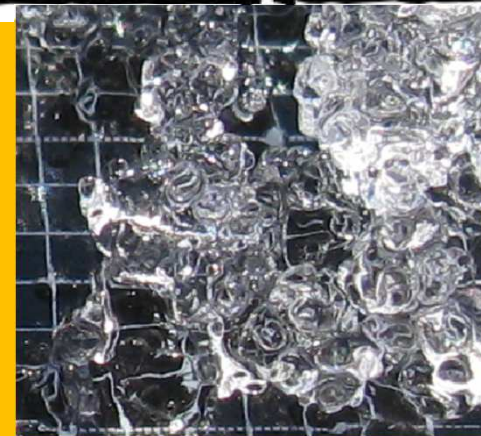
Metamorfismo della neve BAGNATA

Evoluzione verso forme da fusione e
rigelo



Evoluzione verso forme di fusione e rigelo

- **Condizioni:** temperatura del manto nevoso prossima a 0°C per apporti di calore (radiazione, convezione, pioggia)
- **Effetti:**
 - Produzione di acqua liquida
 - Aumento delle densità e diminuzione delle resistenze (successivo aumento per rigelo)
 - In caso di processo avanzato: firn
- **Velocità del processo:**
 - Proporzionale agli apporti di calore





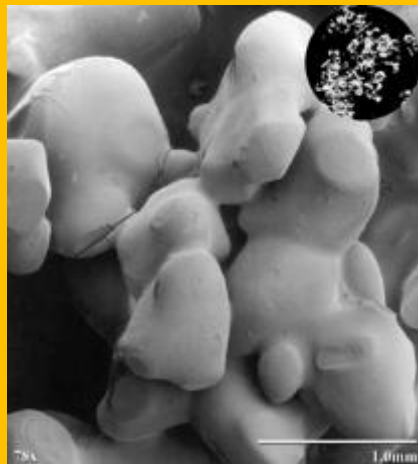
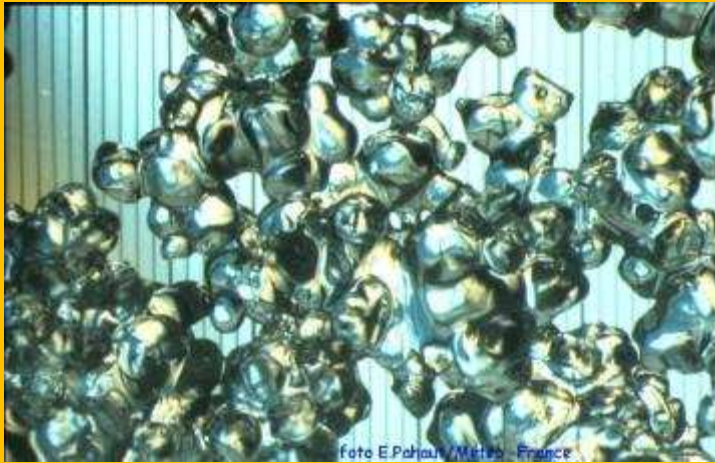
FORME FUSE (MF)

Evoluzione verso forme di fusione e rigelo



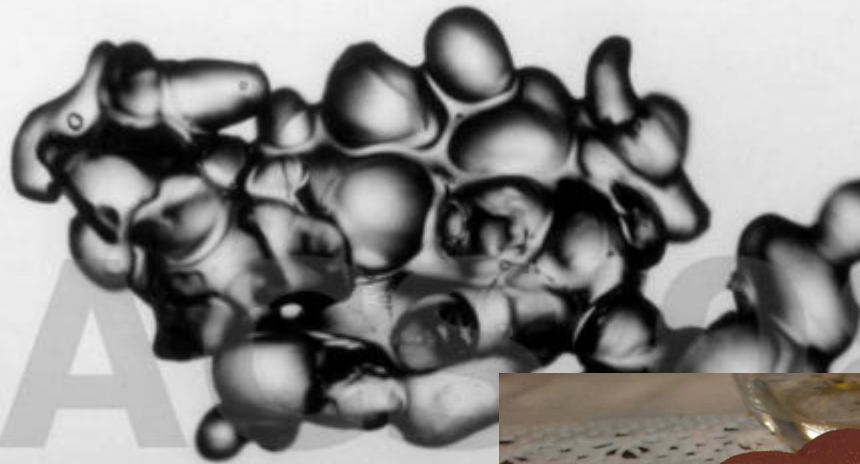
FORME FUSE (MF)

Evoluzione verso forme di fusione e rigelo

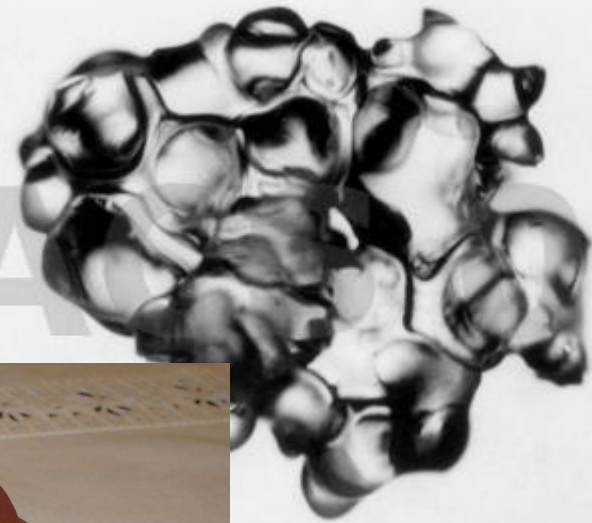


FORME FUSE (MF)



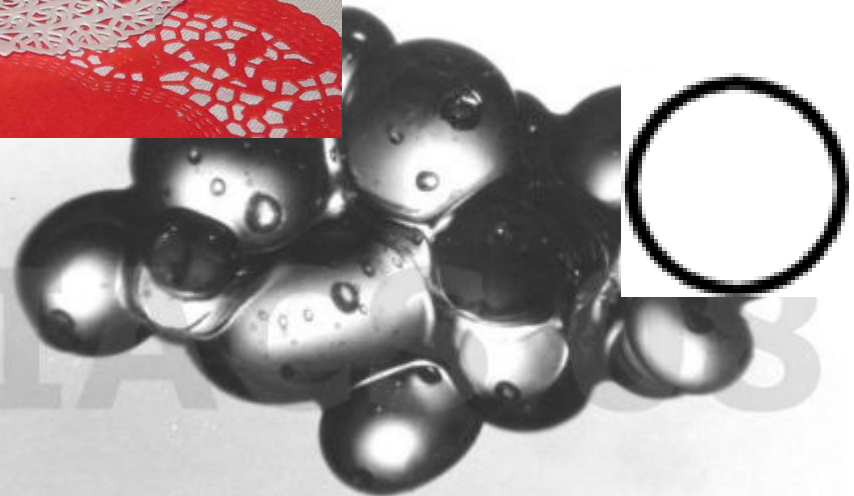


1mm



FORME FUSE (MF)

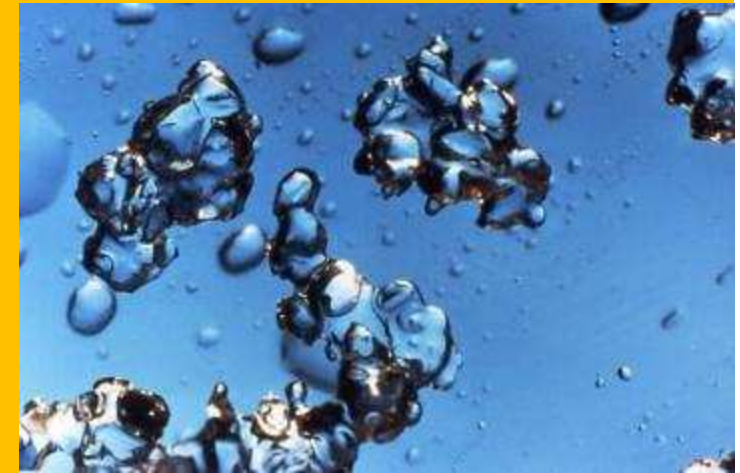
mm 0.1





Metamorfismi da fusione e rigelo

tipici della primavera ma anche di periodi “caldi” in pieno inverno; quando la temperatura raggiunge gli 0°C = inizia la fusione e compare acqua liquida intorno ai grani



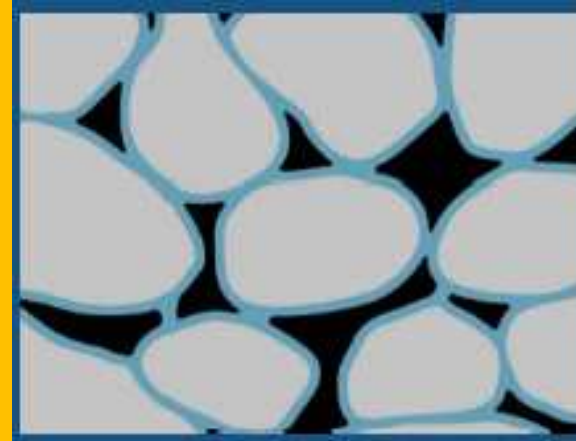
Si smussano le spigolosità e si rompono i legami diretti (colli); nel caso di ritorno a basse temperature si ha rigelo

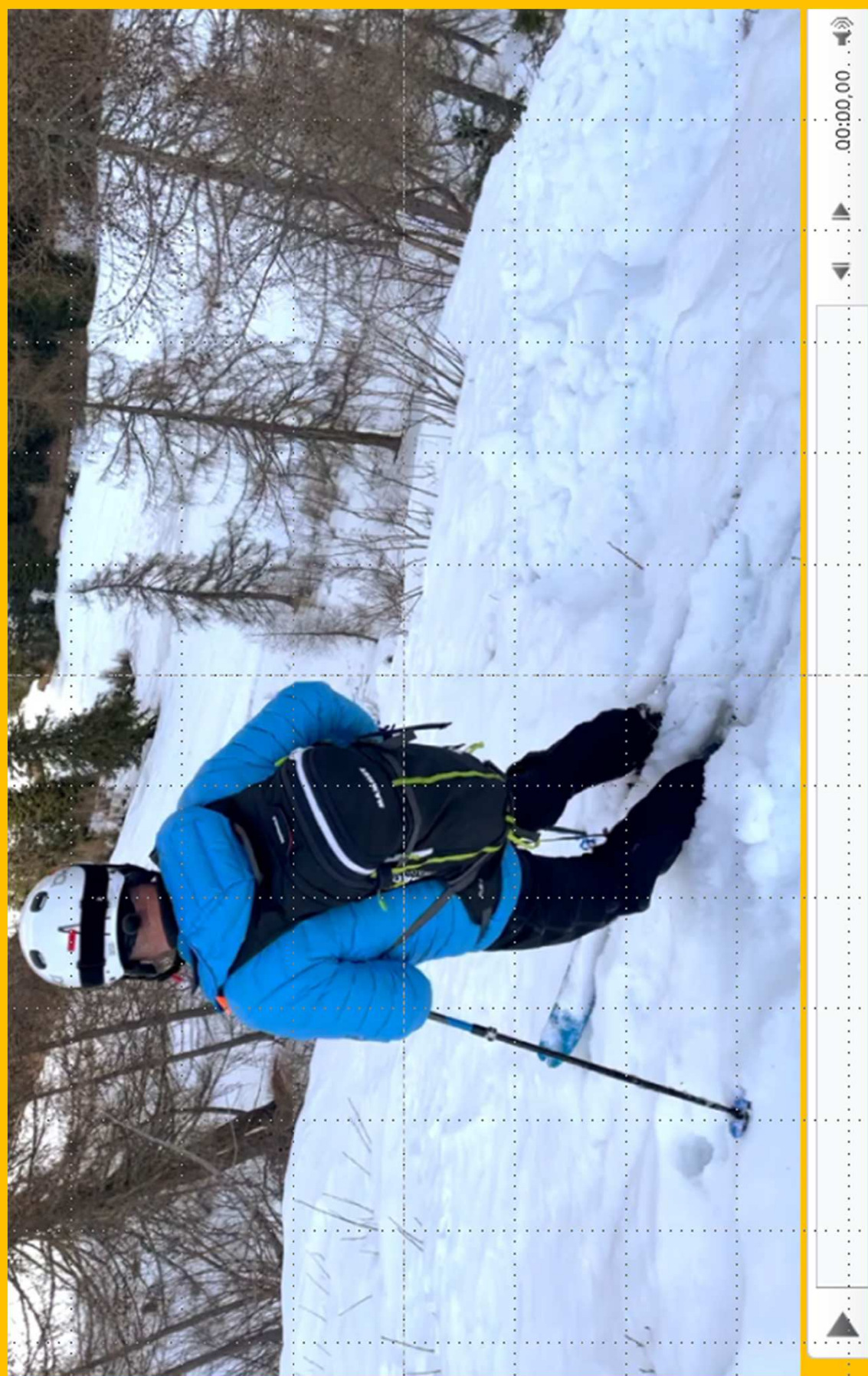
in fase finale del processo di fusione e rigelo =
formazione di grossi grani arrotondati e formazione di
aggregati policristallini formati dai grani di ghiaccio e
dall'acqua capillare ghiacciata intorno e fra di essi

Metamorfismi da fusione e rigelo

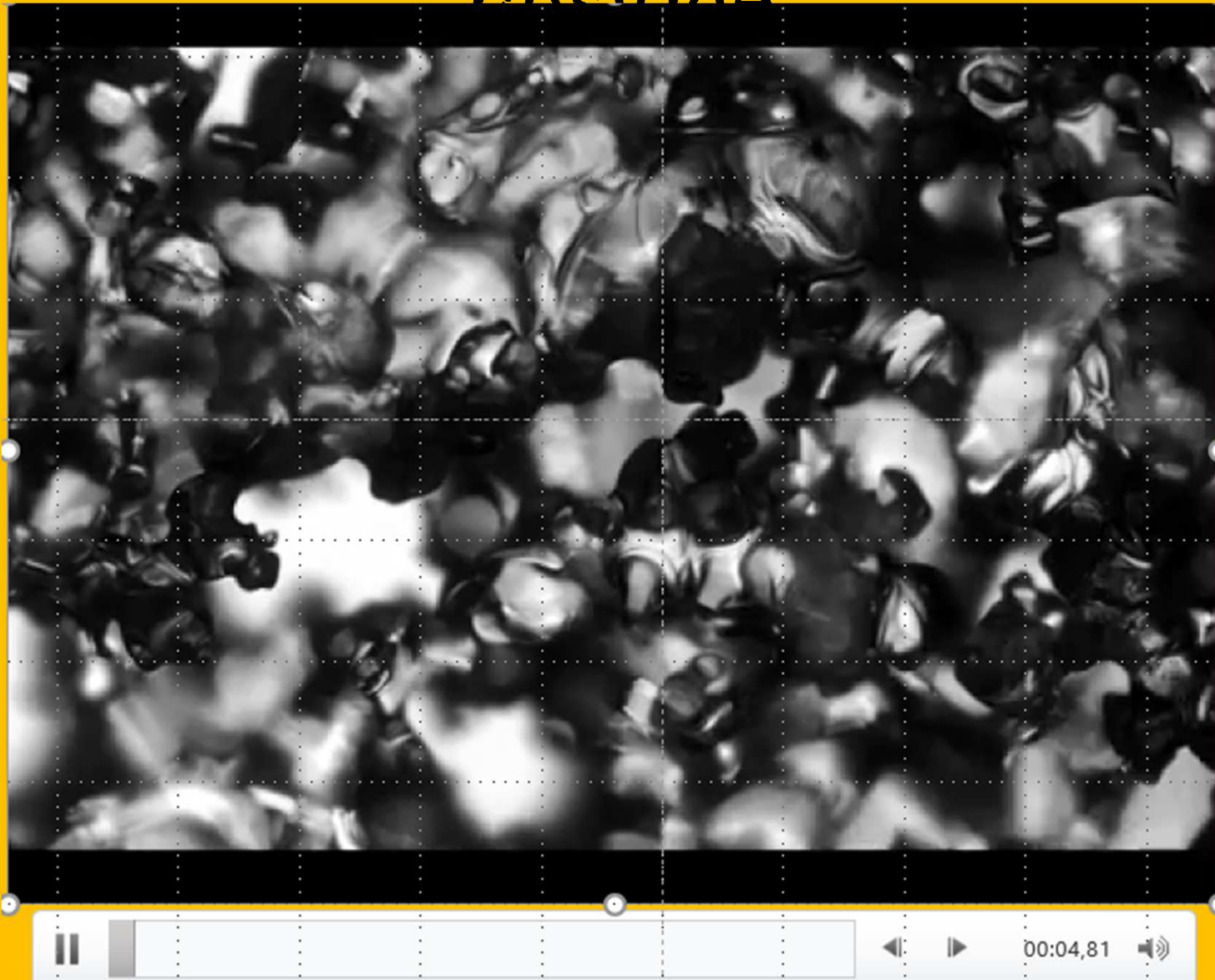


In caso di fusione se l'acqua è poca ($< 3\%$ del volume) risale per capillarità (neve umida) e sostituisce la coesione per sinterizzazione con la coesione per capillarità (efficace - nevi primaverili) tipo "cemento armato"

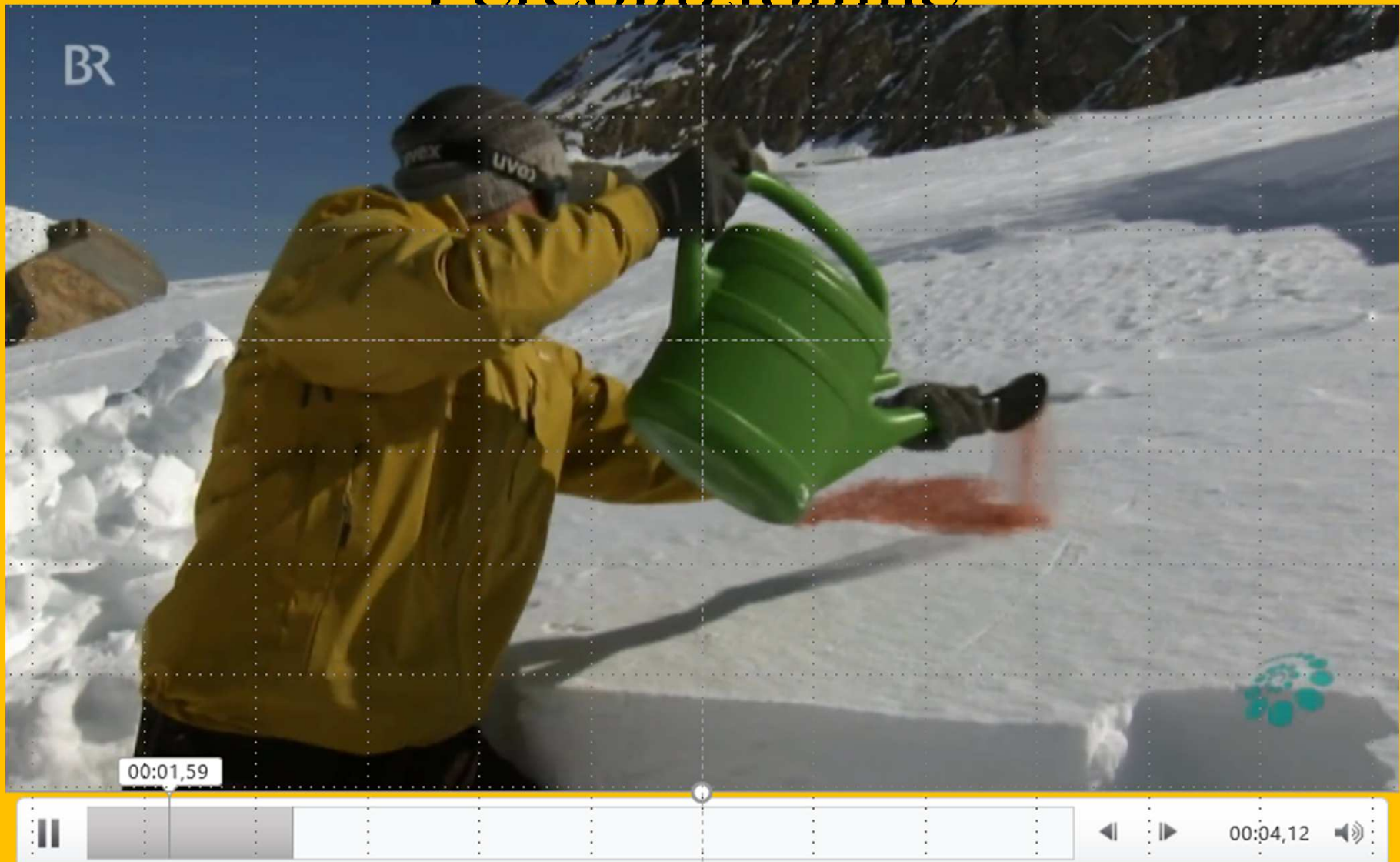




Eruzione

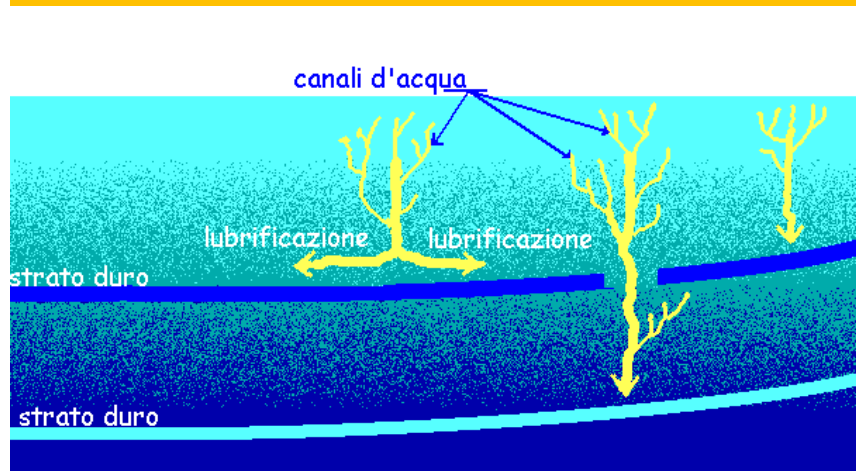


Percolazione



Strato di ghiaccio (IF)

- Strato di ghiaccio orizzontale

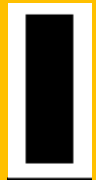


- Strato di ghiaccio che si forma per rigelo dell'acqua di fusione percolante

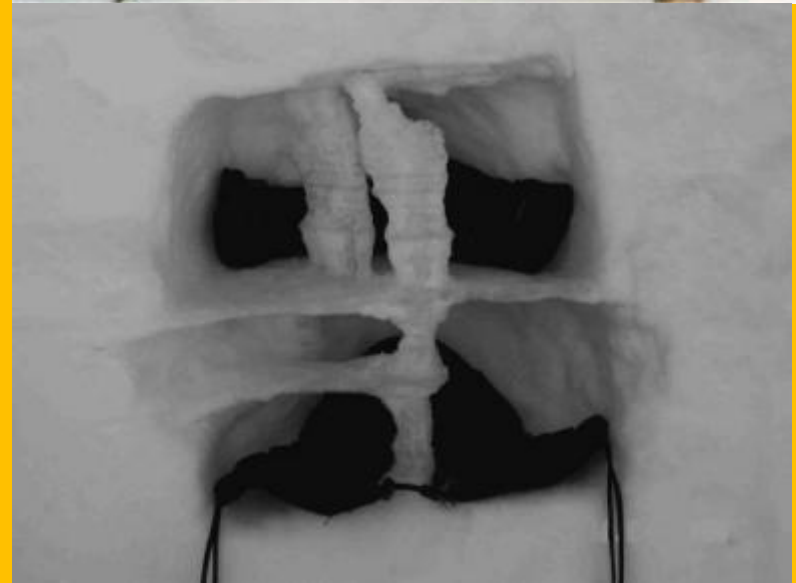


Effetti sulla resistenza:
Gli strati di ghiaccio sono resistenti, la resistenza cala una volta che la neve è completamente bagnata

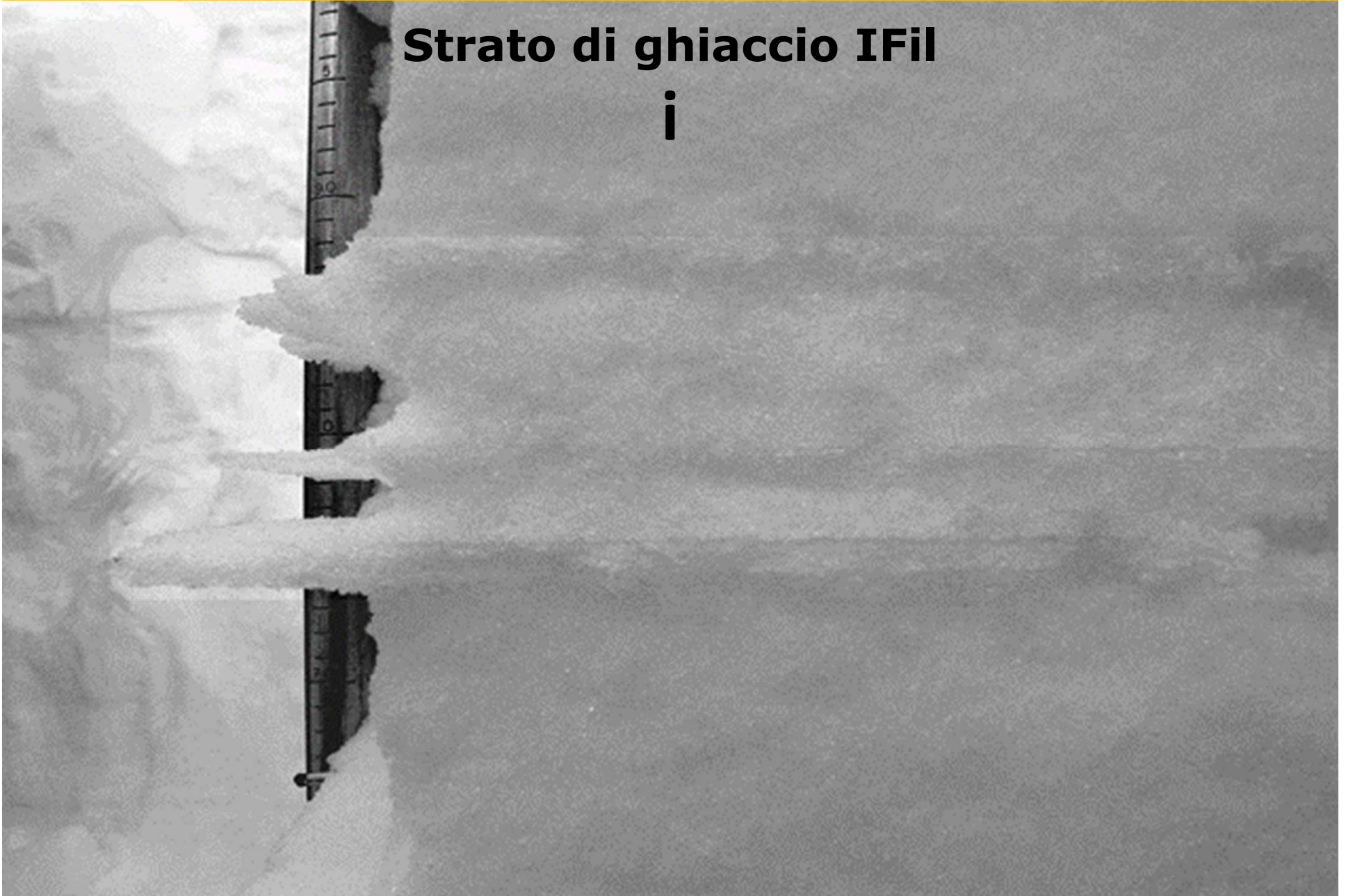
Colonna di ghiaccio IF



- Colonna di ghiaccio verticale
- L'acqua che percola nelle colonne verticali ghiaccia a causa della conduzione termica della neve fredda circostante, cioè neve a $T < 0\text{ °C}$



Strato di ghiaccio IFil i



Metamorfismo da fusione e rigelo



I fattori che promuovono lo sviluppo di metamorfismo da fusione e rigelo con formazione di policristalli arrotondati sono:

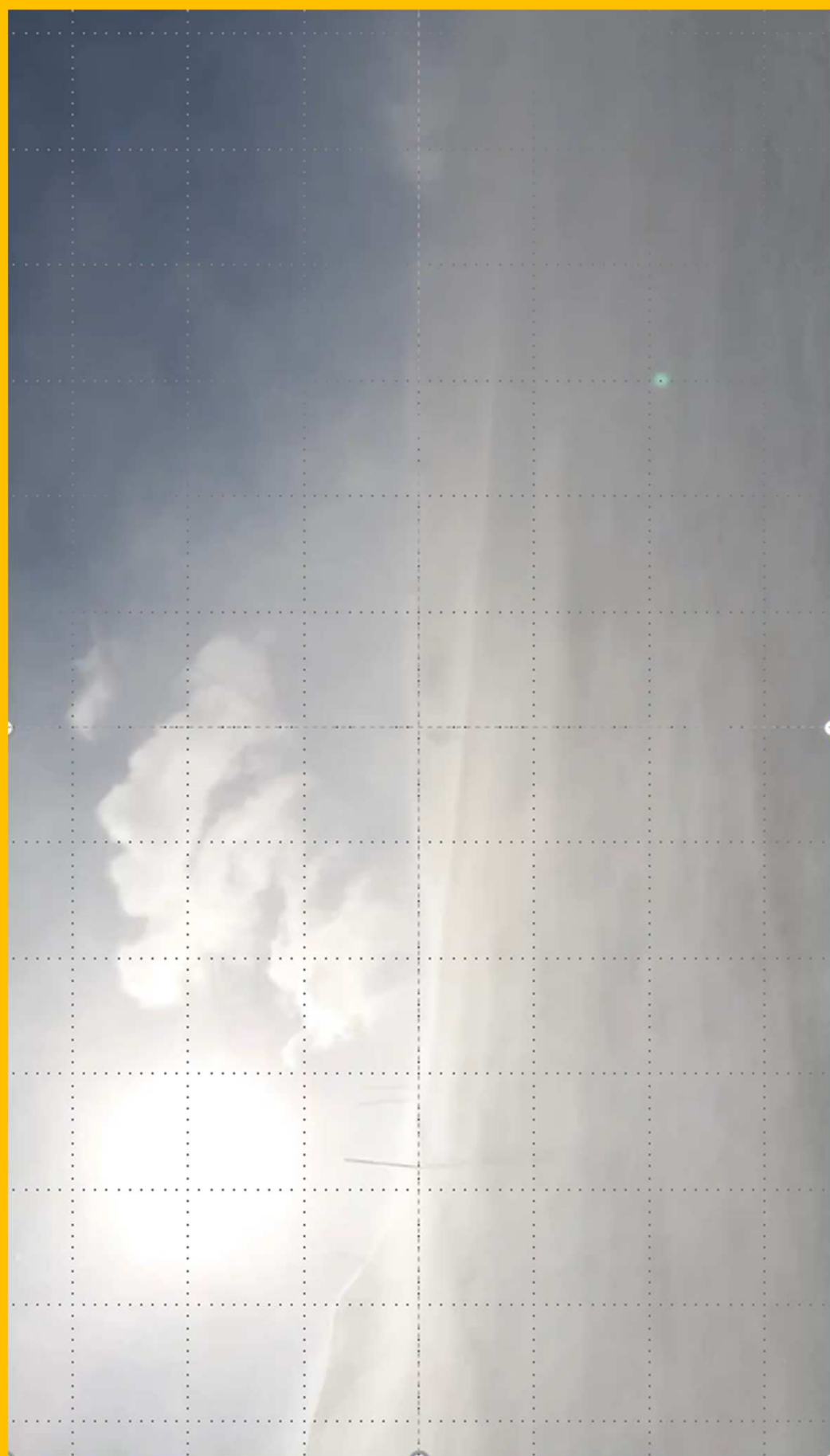
Notti fredde e serene, giornate calde e soleggiate (o con velature)

Pioggia

Pendii ripidi esposti al sole

Neve ad alta densità (con elevati tenori in acqua liquida)

**ALTRO METAMORFISMO
IMPORTANTE: QUELLO DEL
VENTO**



00:00,00



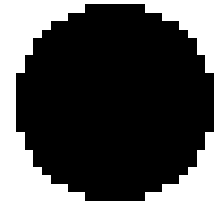
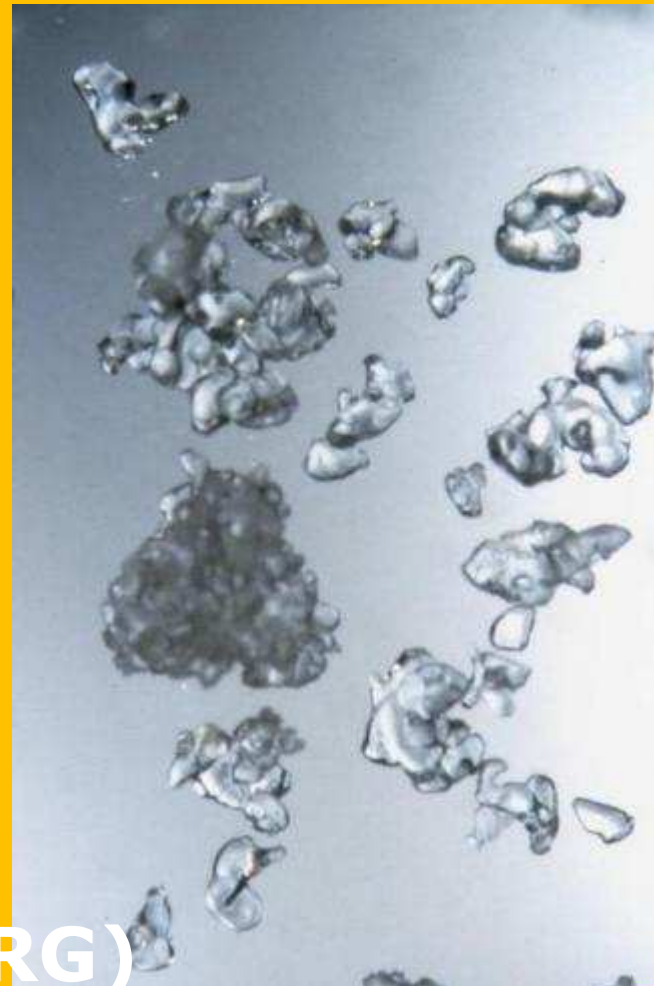
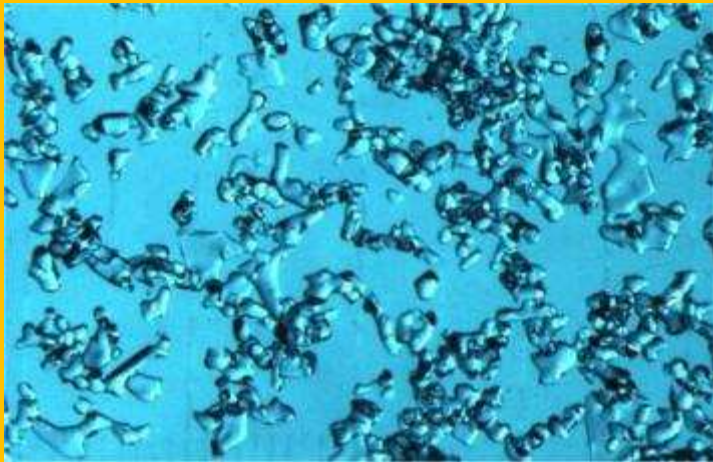
il vento: azione meccanica

rimaneggiamento del
manto nevoso con
spostamento anche di
grandi masse = lastroni da
vento



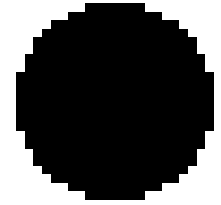
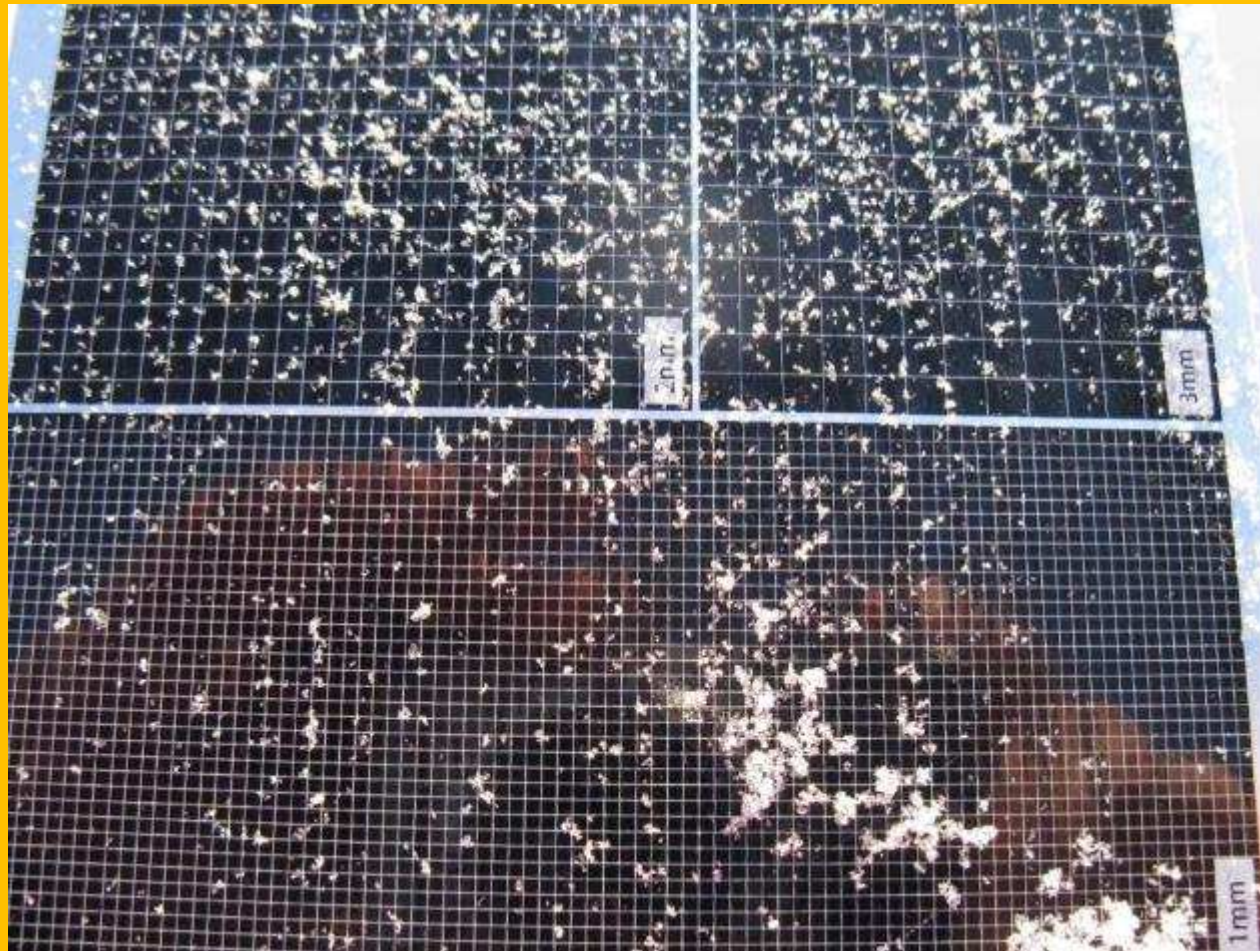
Piccole particelle arrotondate

- Particelle arrotondate di dimensioni inferiori a 0,5 mm, spesso ben legate



Grani arrotondati (RG)

Particelle arrotondate



Altri Metamorfismi

sinterizzazione da vento

rapida frammentazione con
arrotondamento più pressione
meccanica con conseguente
saldatura reciproca tra i cristalli
(sinterizzazione)

Genera anche lastroni durissimi
(appena scalfibili dalle lamine degli
sci o dai ramponi)



Altri Metamorfismi

sinterizzazione da vento

rapida frammentazione con
arrotondamento più pressione
meccanica con conseguente
saldatura reciproca tra i cristalli
(sinterizzazione)

Genera anche lastroni durissimi
(appena scalfibili dalle lamine
degli sci o dai ramponi)



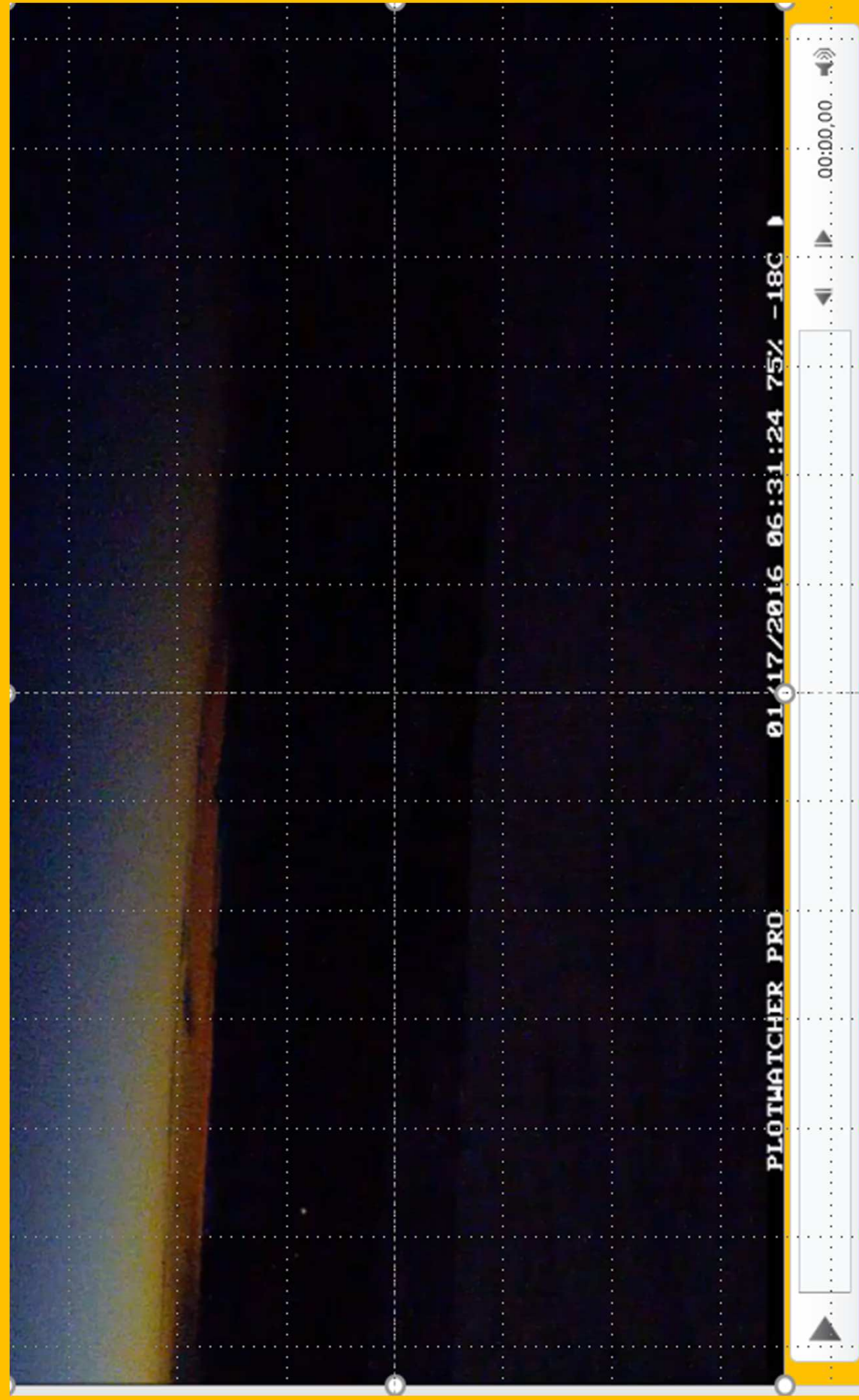
Altri Metamorfismi

sinterizzazione da vento

rapida frammentazione con
arrotondamento più pressione
meccanica con conseguente
saldatura reciproca tra i cristalli
(sinterizzazione)

Genera anche lastroni durissimi
(appena scalfibili dalle lamine
degli sci o dai ramponi)





Altri Metamorfismi

Da soleggiamento diretto
formazione di uno strato sottile e traslucido
da rigelo del vapore dato dalla
radiazione diretta del sole
superficie molto liscia e spesso con vuoto tra la
crosta e la superficie sottostante

Detta anche

Firnspiegel (neve specchiata)
presenta una bassissima resistenza e costituisce
un ottimo piano di scivolamento

