

International. Mountain. Summit.



Rock glacier e permafrost nelle Alpi Sud orientali: casi di studio in Trentino

Alberto Carton
Department of Geosciences, University of Padova
Roberto Seppi
Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pavia



- Territorio vasto e diversificato per caratteristiche climatiche e litologiche
- Prima di PermaNET –Longterm Permafrost Monitoring network, attività non coordinate
- PermaNET ha unito e uniformato (problemi dei vari catastri dei RG)
- Non è stata fatta ancora una sintesi dei dati tra tutte le regioni e provincie
- Solo da poco tempo è possibile usare i dati in modo aggregato



ALPI SUD ORIENTALI



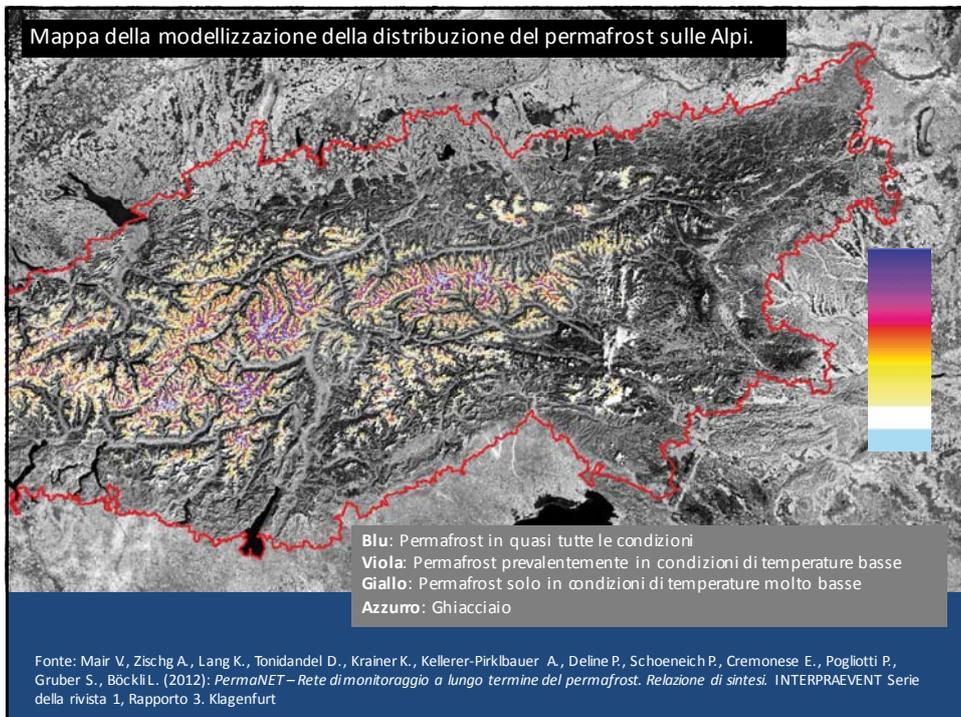
Campione di ghiaccio misto a detrito estratto da un rock glacier (da: PermaNET Synthesis Report; foto: David Tonidandel)



Prefazione
Rispetto alla fusione dei ghiacciai, la degradazione del permafrost non è direttamente visibile nel paesaggio e pertanto, l'analisi della sua distribuzione e la valutazione delle conseguenze del cambiamento climatico sul permafrost sono soggette a grandi incertezze.

Volkmar Mair
Andreas Zischg
Lead partner PermaNET

Crollo del diedro "La Cheminée" - via normale al Cervino dal versante italiano (2003) foto: L. Trucco



Permafrost

- di distribuzione **eterogenea** nelle aree montuose (topografia, microclima, tipo di suolo, vegetazione)
- raramente si può osservare e misurare in **modo diretto**
- i dati e le osservazioni più frequenti si basano su evidenze indirette della sua presenza e diffusione

Quali evidenze?

di tipo puntuale:

- BH** - temperatura del sottosuolo
 - GST** - temperatura della superficie del suolo
 - GP** - rilievi geofisici
 - SC + TR** - affioramenti di ghiaccio in frane o scavi artificiali
 - SM** - movimenti della superficie del suolo
 - OIE** - altri tipi di evidenze indirette
- ROCK GLACIER** (TRATTATI SEPARATAMENTE)

Rock glacier. Significato ambientale



La presenza di rock glacier attivi indica la presenza di permafrost e quindi di precise condizioni climatiche e ambientali

La quota della fronte dei rock glaciers intatti viene utilizzata per stimare la quota inferiore raggiunta dal permafrost alpino (Barsch, 1996);

Tale quota dovrebbe corrispondere a quella dell'isoterma media annua di $-1/-2$ °C che definisce a scala regionale il limite inferiore del permafrost

I rock glacier sono utilizzati per **verificare** e **validare** i modelli di mappatura del permafrost

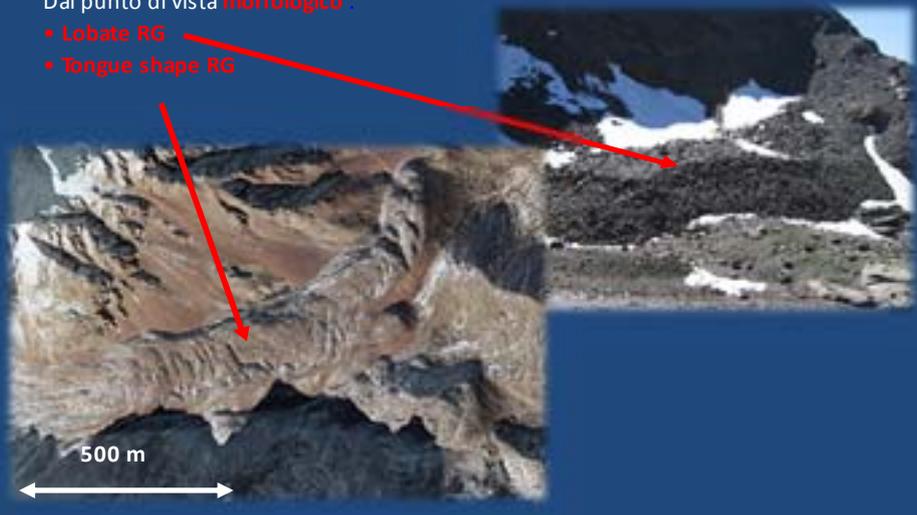
La presenza di rock glacier relitti (senza permafrost) a quote relativamente basse (meno di 2000 m) indicano condizioni climatiche diverse e più fredde di quelle attuali

Rock glacier alpini: Classificazione dal punto di vista morfologico

I rock glaciers sono classificati in diversi modi, che cambiano a seconda dei criteri che vengono adottati; non c'è una classificazione univoca e accettata da tutti

Dal punto di vista **morfologico** :

- Lobate RG
- Tongue shape RG



500 m

Classificazione: Dal punto di vista morfodinamico

RG attivi = contengono permafrost e si muovono

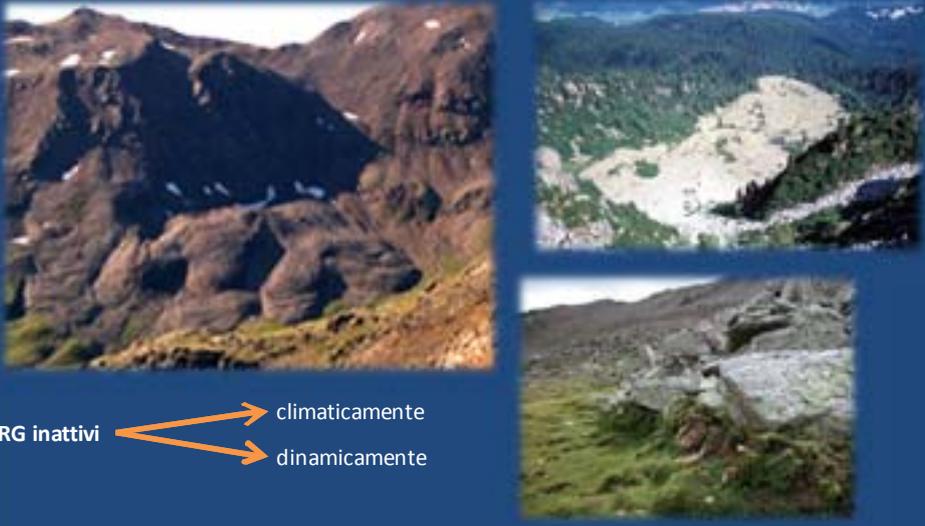
RG inattivi = contengono permafrost ma non si muovono

RG relitti = non contengono più permafrost e non si muovono

RG inattivi } RG intatti

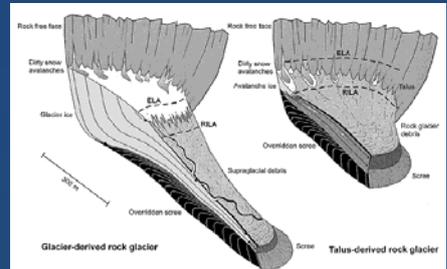
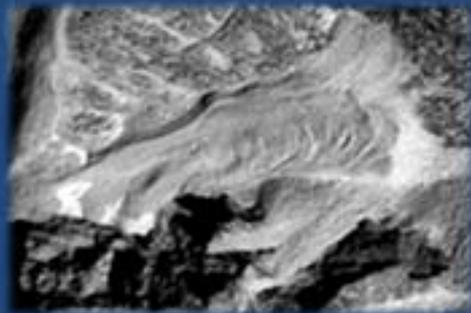
RG inattivi → climaticamente

RG inattivi → dinamicamente



Classificazione: collocazione e tipo di materiale che li costituisce

- Talus (o talus-derived) rock glaciers
- Debris (o glacier-derived) rock glaciers

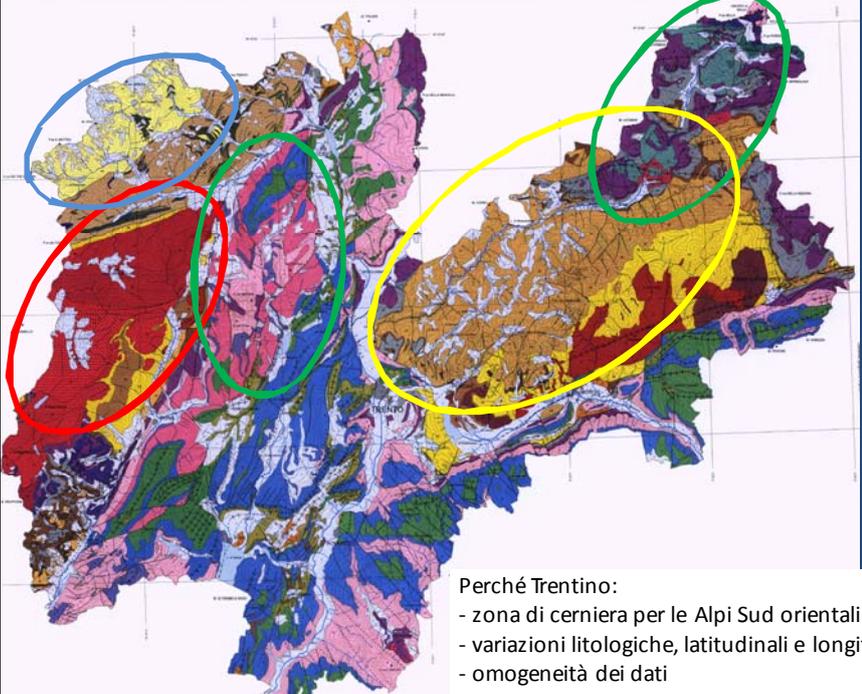




Scuola americana:

- I rock glaciers sono fenomeni di origine glaciale (il ghiaccio che contengono è di origine glaciale)

Scuola europea:

- I rock glaciers sono un fenomeno strettamente periglaciale



Perché Trentino:

- zona di cerniera per le Alpi Sud orientali
- variazioni litologiche, latitudinali e longitudinali
- omogeneità dei dati

Enti e gruppi attivi in Trentino



Provincia Autonoma di Trento
Dipartimento Protezione Civile e Infrastrutture
Servizio Geologico



Università di Padova



Dipartimento di Geoscienze



Università di Pavia
Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente



Mountain-eering S.r.l.



Università di Trento
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale

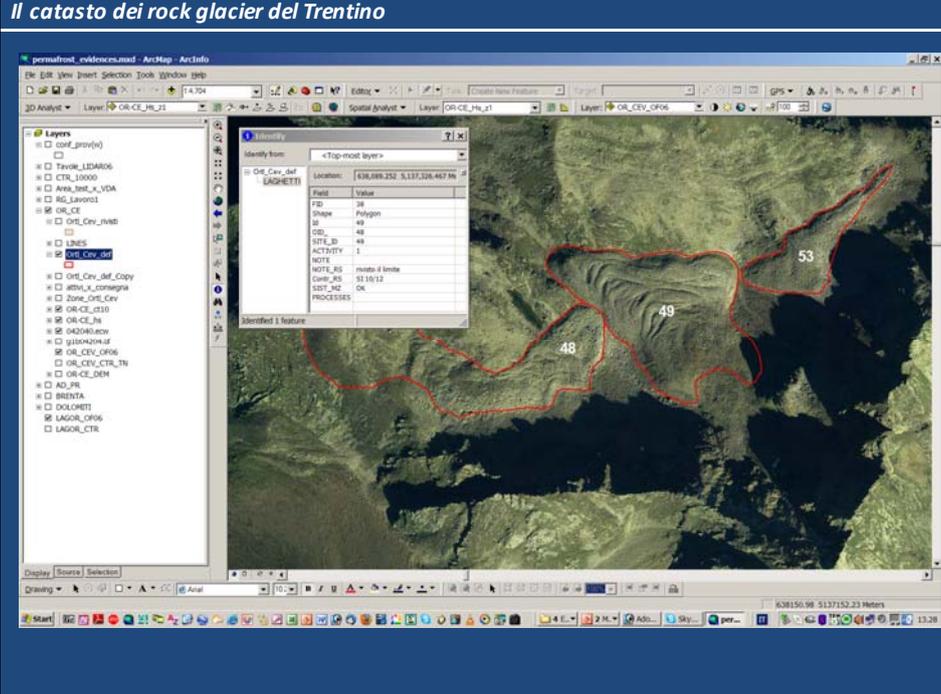


Museo delle Scienze Trento



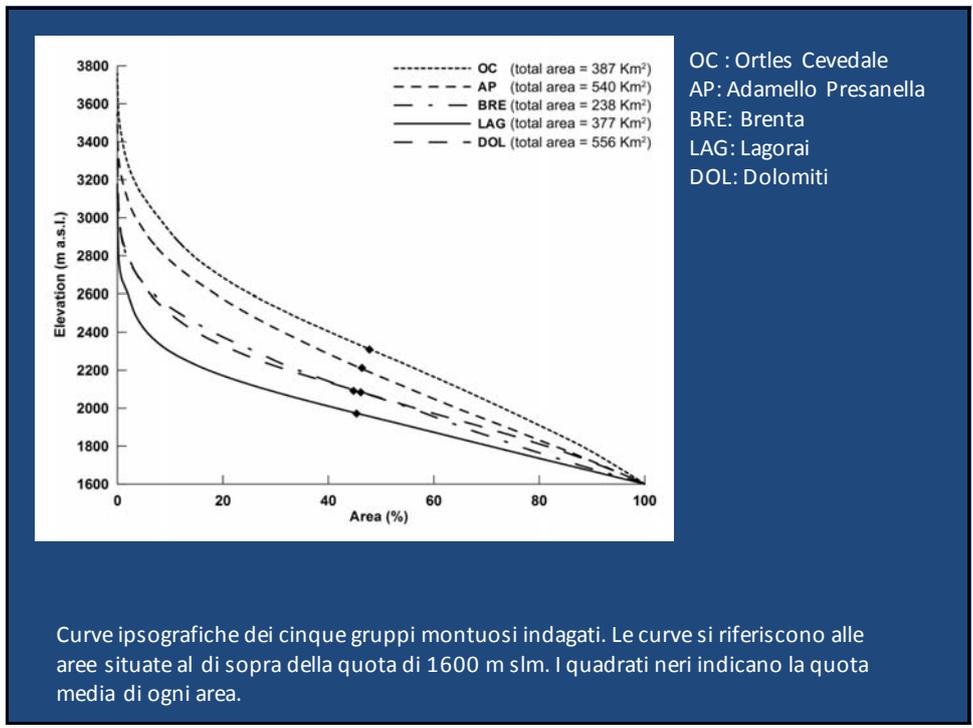
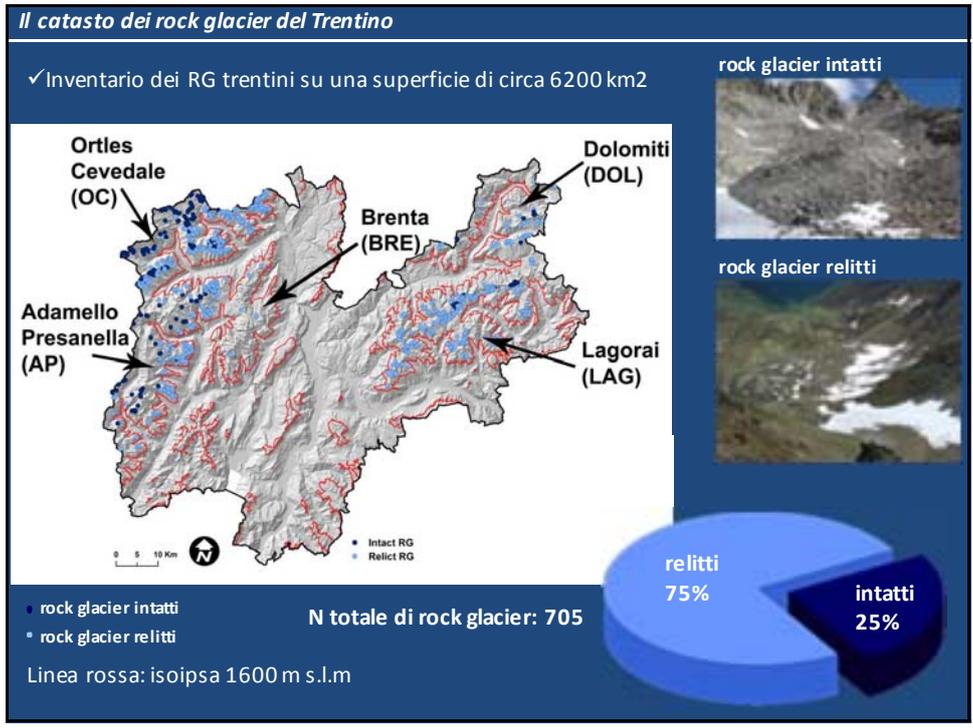
Università di Venezia
Dipartimento di Scienze Ambientali

Il catasto dei rock glacier del Trentino

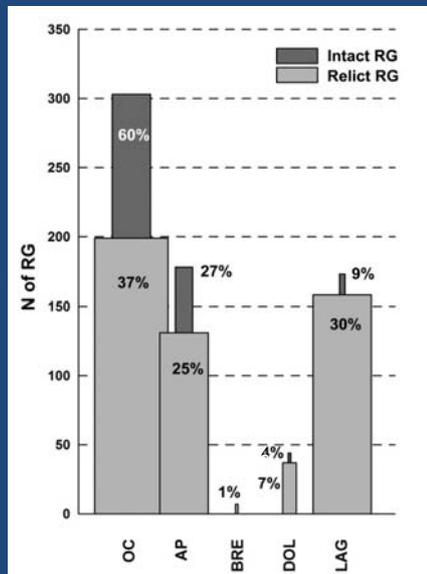


The screenshot shows the ArcMap interface with a map of Trentino. The 'Layers' panel on the left lists various data layers, including 'OR_CEV_016'. The 'Properties' window for the selected feature 'LAGHETTI' displays the following information:

| Field | Value |
|-----------|-------------------|
| FB | 38 |
| Shape | Polygon |
| SP | 43 |
| CR | 48 |
| SPF | 48 |
| ACTIVITY | 1 |
| NOTE | |
| NOTE_RS | invista il limite |
| Comp_RS | 31/10/12 |
| SPF_RS | OK |
| PROCESSES | |

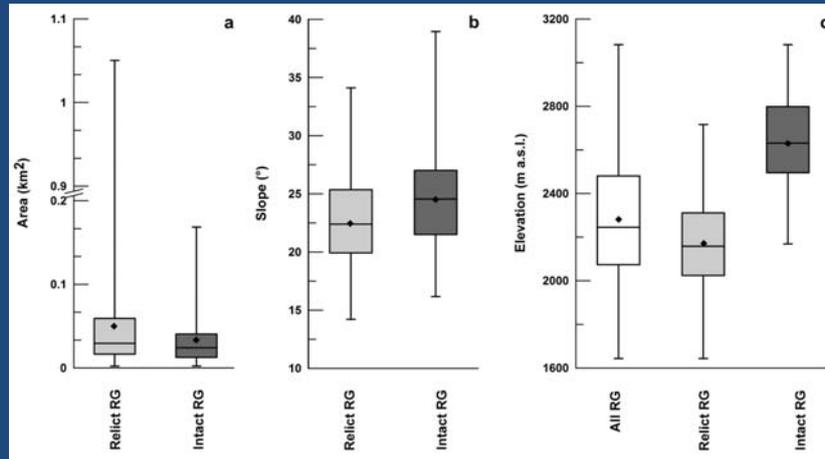


4. Il catasto dei rock glacier del Trentino

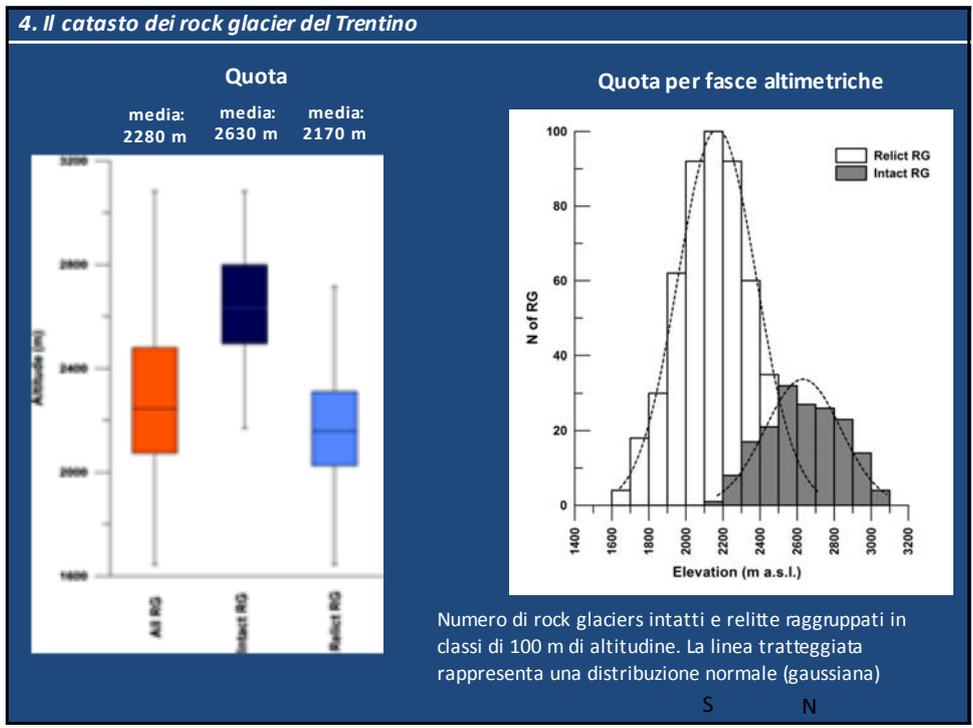
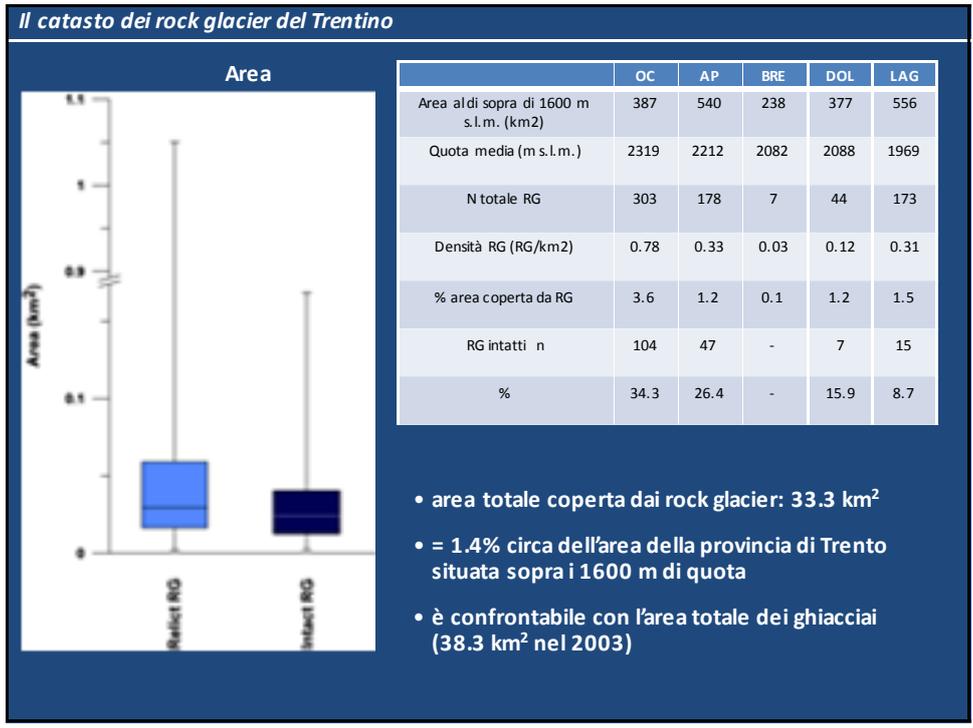


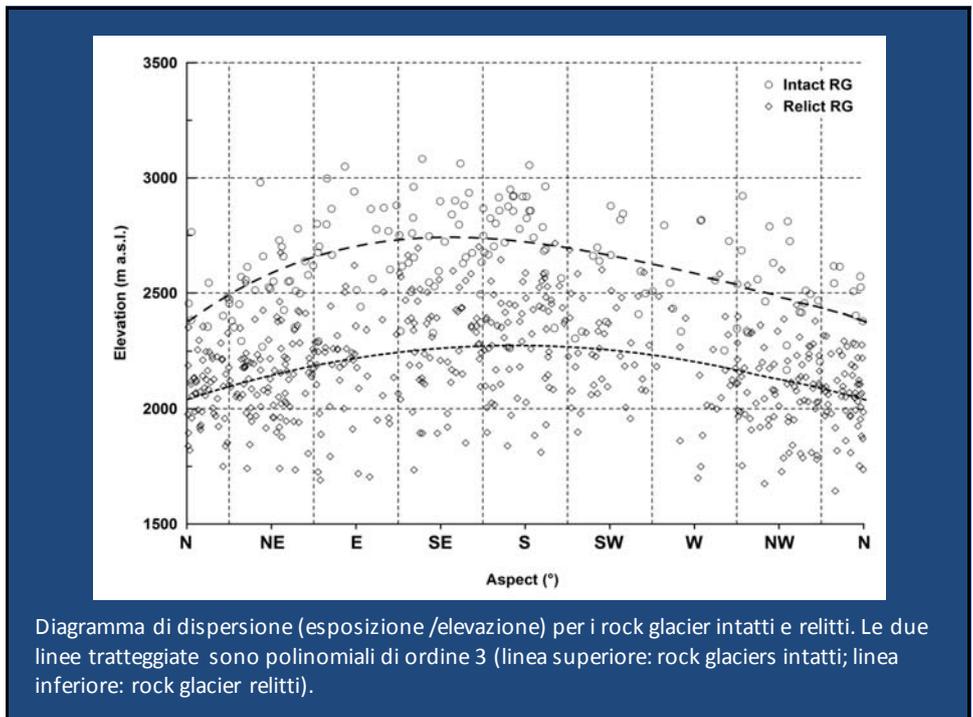
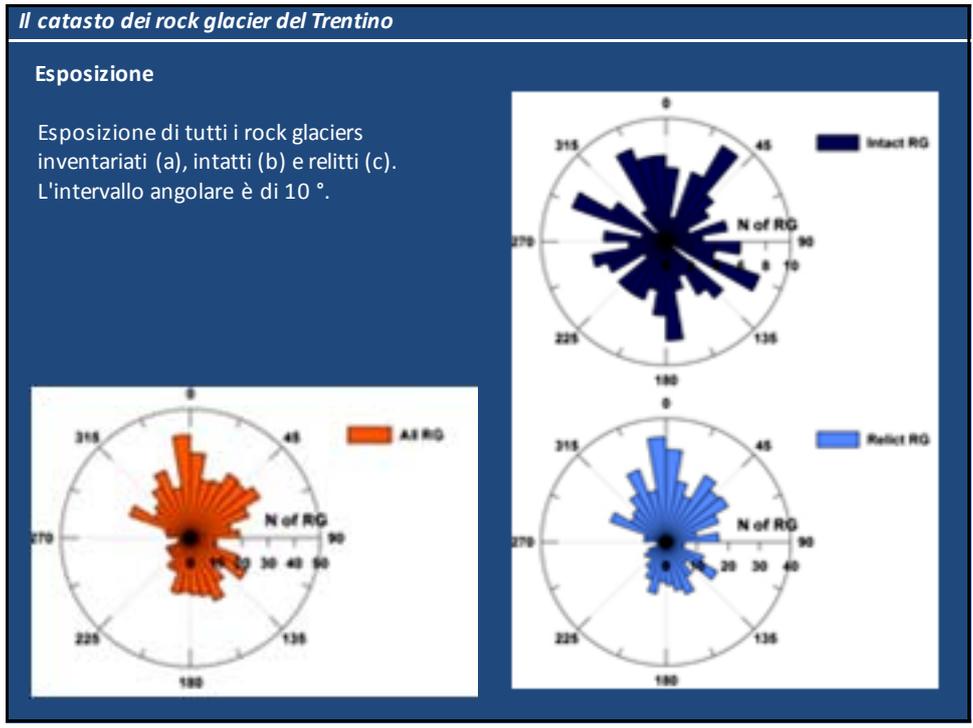
Distribuzione dei rock glacier nei gruppi montuosi del Trentino

Numero di rock glaciers intatti e relitto per i cinque gruppi montuosi considerati. La larghezza delle barre rappresenta la percentuale di rock glacier intatti e relitti in ogni gruppo montuoso sul totale. Le percentuali sono anche indicati con i numeri.



Il box plot mostra l'area (a), la pendenza (b) e l'elevazione (c) dei rock glaciers. Le estremità alla fine delle barre verticali indicano i valori minimo e massimo, il box è definito dai quartili inferiori e superiori. La linea al centro del box è la mediana, mentre il punto nero indica la media. Si noti che in (a) l'asse y è spezzato.





SINTESI - RG

- ✓- La distribuzione spaziale tra i cinque gruppi montuosi è piuttosto disomogenea
- ✓- Oltre al clima, la litologia è uno dei fattori chiave che controllano genesi e sviluppo
- ✓- Densità più bassa in zone dove affiorano rocce carbonatiche (Brenta e Dolomiti).
- ✓- Si trovano ad una altitudine media di 2282 ± 289 m slm e sono distribuiti in un intervallo di quota di circa 1440 m.
- ✓- Considerando separatamente le due classi dei RG la quota media è rispettivamente di:
 - intatti 2632 ± 205 m slm
 - relitti 2169 ± 211 m slm
- ✓- Relitti raggiungono una quota minima di circa 1650 m slm, e possono essere osservati ad un altitudine massima di circa 2700 m slm.
- ✓- Oltre i 2800 m a.s.l. esistono solo RG intatti.
- ✓- Nella classe delle forme intatte non emerge un orientamento dominante del nord, come comunemente osservati in altre zone dell'arco alpino.
- ✓- Al contrario, i RG relitti mostrano un orientamento prevalentemente settentrionale.

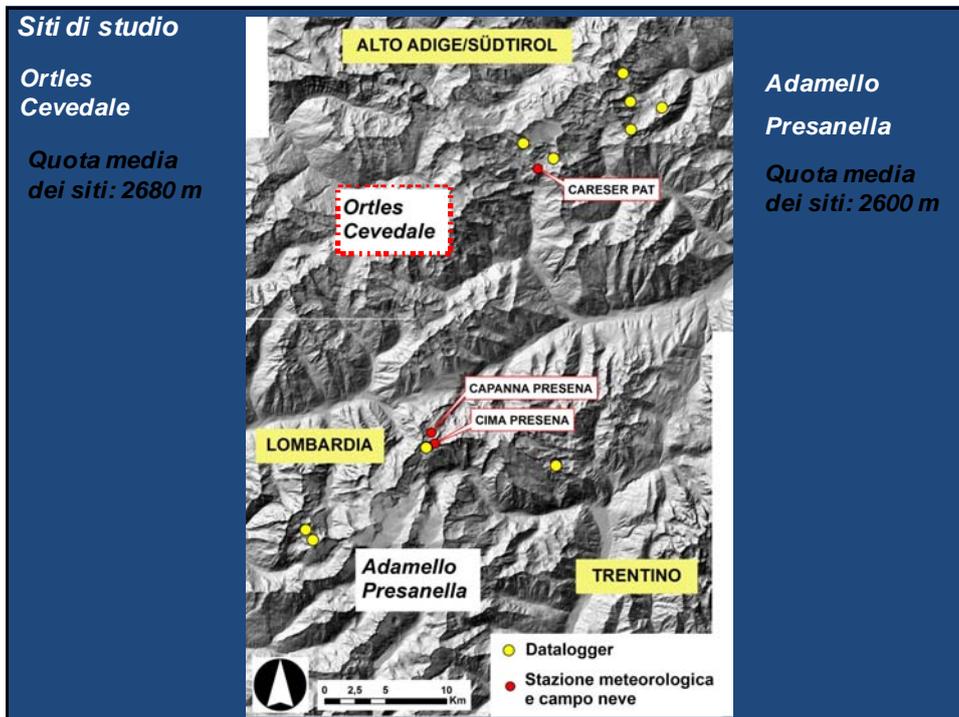
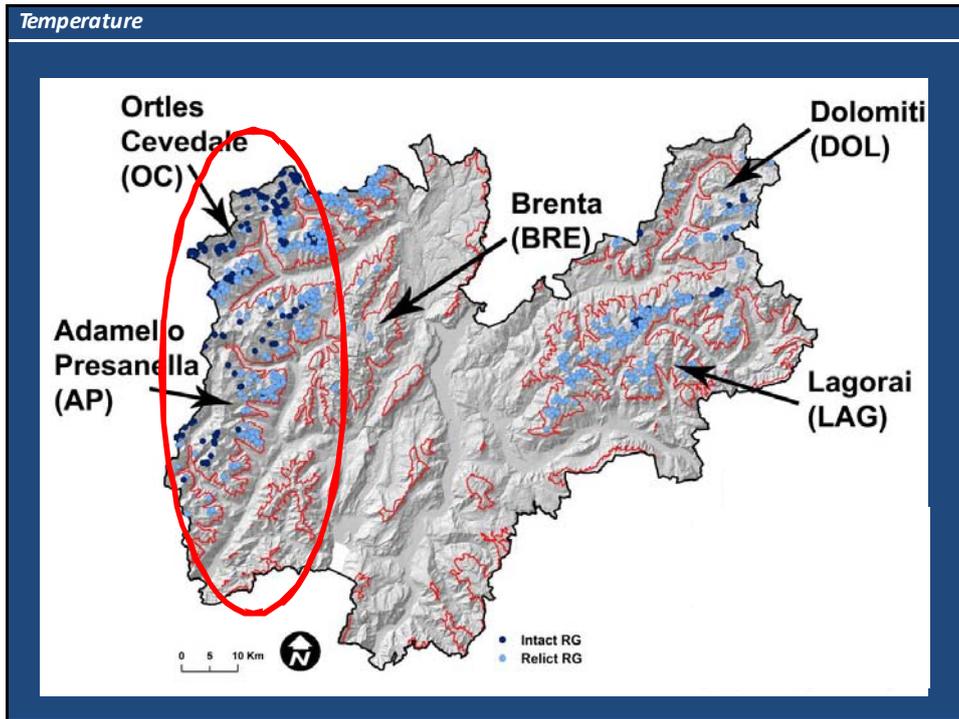
✓- Secondo l'elevazione media dei rock glaciers, intatti il limite inferiore del permafrost in Trentino è attualmente situato a una altitudine media di circa 2630 m slm.

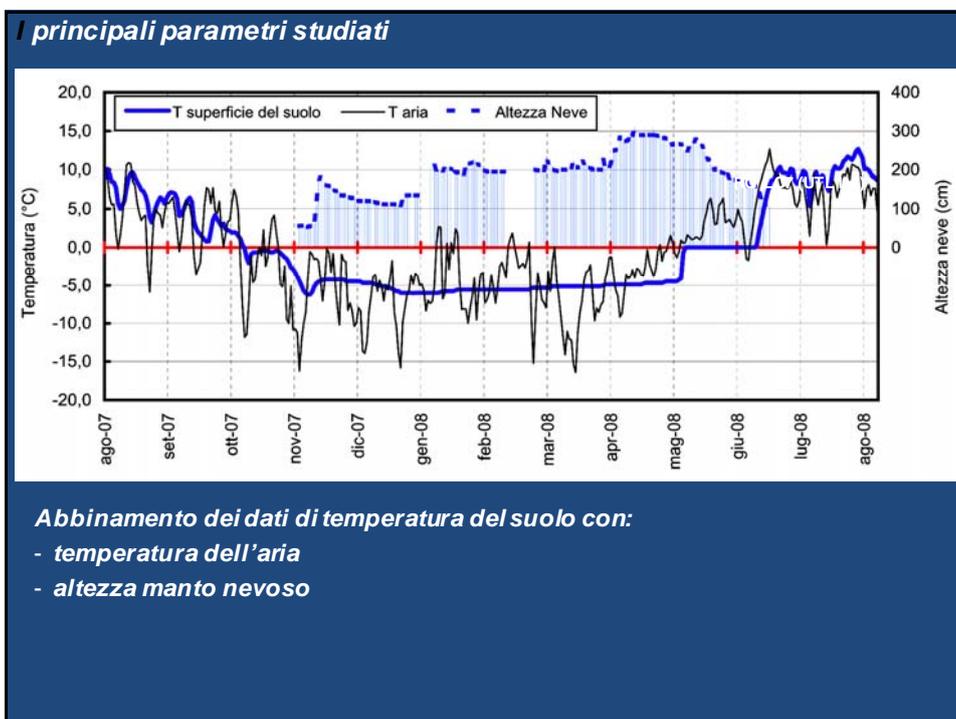
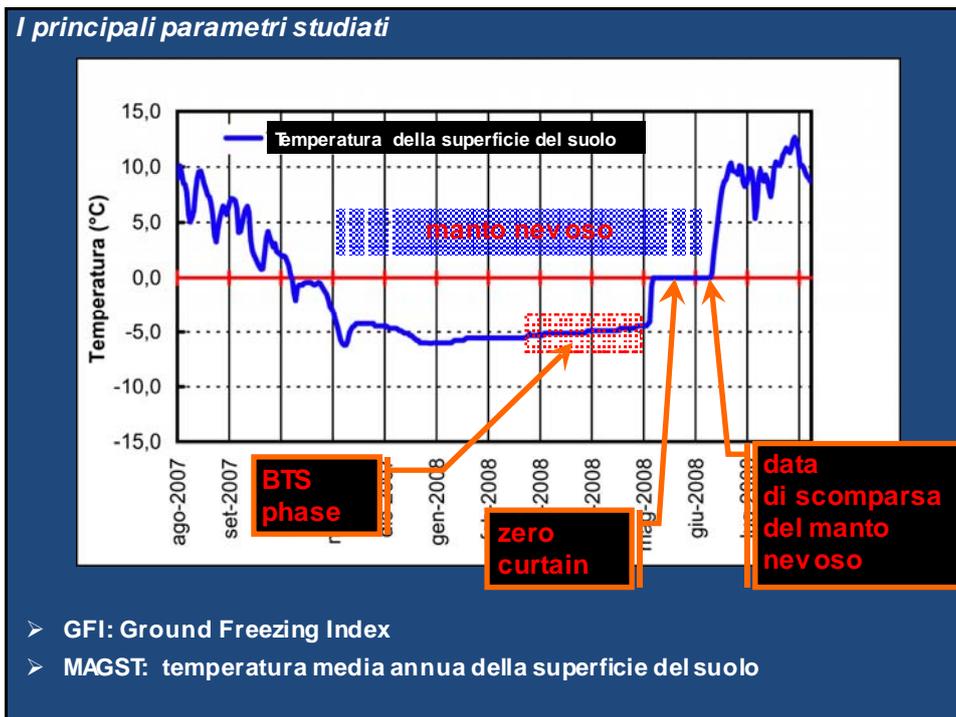
- ✓- Questo limite varia in modo significativo se si considera le esposizioni differenti, e va da circa 2510 m slm sul versante nord fino a circa 2690 m a.s.l. su quelli esposti a sud.
- ✓- Il limite inferiore di esistenza del permafrost in passato, indicato dalla quota media dei rock glaciers relitti, si trova a circa 450 m inferiore a quello attuale, con variazioni comprese in un raggio di 230 m, secondo l'esposizione. Questo può fornire una stima approssimativa dello spostamento in quota del limite inferiore del permafrost tra l'attuale e il momento in cui i rock glaciers, attualmente relitti, erano attivi.



La quota minima raggiunta dalle fronti dei rock glaciers attivi/inattivi deve essere utilizzata con cautela per stimare la quota minima raggiunta dal permafrost alpino di una regione e quindi la quota delle isoterme regionali di $-1/-2^{\circ}\text{C}$

R. Seppi, A. Carton, M. Zumiani, M. Dall'amico, G. Zampedri & R. Rigon (in press) - *Inventory, distribution and topographic features of rock glaciers in the southern region of the eastern Italian Alps (Trentino)*. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*





Conclusioni

L'analisi pluriennale del regime termico della superficie del suolo dei rock glacier studiati ha confermato che in essi **è presente permafrost**

Il regime termico del suolo ha evidenziato **numerose analogie** ma anche **sensibili differenze** tra due gruppi montuosi limitrofi, ma situati in aree climaticamente diverse delle Alpi Centrali Italiane

La temperatura dell'aria, **molto simile nei due gruppi montuosi**, non sembra essere il fattore dominante **nel determinare le differenze riscontrate**

Il confronto a **scala regionale** ha messo in luce **rilevanti differenze soprattutto nella stagione invernale**, quando il regime termico è condizionato principalmente dal diverso spessore del manto nevoso

Su **base interannuale**, il regime termico dei mesi invernali è fortemente condizionato dalla data di comparsa del manto nevoso nei mesi autunnali

Conclusioni

Per quanto riguarda le **condizioni favorevoli alla conservazione del permafrost**:

- ✓ nel Gruppo Ortles Cevedale, il manto nevoso più scarso e disomogeneo consente un **più intenso raffreddamento del suolo nei mesi invernali**;
- ✓ nel Gruppo Adamello Presanella, le prolungate fasi di zero curtain, determinate dal più abbondante spessore del manto nevoso, **ritardano il riscaldamento del suolo nei mesi primaverili**

Nell'ottica del cambiamento climatico in atto, tra i fattori che possono favorire la conservazione o la degradazione del permafrost negli ambienti alpini è opportuno **considerare**, oltre all'innalzamento della temperatura dell'aria, **anche eventuali variazioni nell'entità e nella distribuzione delle precipitazioni nevose**

Rock glaciers nel Gruppo Adamello-Presanella / Temperature

La quota della fronte dei rock glaciers intatti viene utilizzata per stimare la quota inferiore raggiunta dal permafrost alpino (Barsch, 1996);

Tale quota dovrebbe corrispondere a quella dell'isoterma media annua di $-1/-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ che definisce a scala regionale il limite inferiore del permafrost

Differenza in metri fra la quota delle isoterme medie annue e quella della fronte dei rock glaciers

| | 0°C (2570 m) | -1°C (2740 m) | -2°C (2910 m) |
|------------------|--------------|---------------|---------------|
| Intatti (2480 m) | +90 | +260 | +430 |
| Relitti (2060 m) | +510 | +680 | +850 |

- I rock glaciers intatti e quelli considerati attivi (in movimento) **sono in disequilibrio** con le attuali condizioni climatiche del gruppo montuoso esaminato
- La quota delle isoterme di $-1/-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ricostruita con i dati meteorologici non riflette le reali condizioni climatiche delle zone dove sono collocati i singoli rock glaciers
 - A scala locale, i rock glaciers attivi/inattivi possono raggiungere quote più basse del limite inferiore del permafrost alpino

SEPPI R., CARTON A., BARONI C. (2009) Four years of near-surface ground temperature measurements on rock glaciers located along a latitudinal transect in the Italian Central Alps. *Geotitalia* 2009, VII Forum Italiano di Scienze della Terra, 9-11 Settembre 2009. [10.1474/Epitome.03.1104.Geoitalia 2009](http://www.geotitalia.it/10.1474/Epitome.03.1104.Geoitalia%202009)

