



# Seminari Limnologici 2016



Martedì 2 febbraio, ore 11:00

Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Istituto per lo Studio degli Ecosistemi  
AULA TONOLLI Largo Tonolli 50, Verbania Pallanza

## Studio e monitoraggio del permafrost e dell'ambiente periglaciale nelle Alpi piemontesi

L'esperienza di Arpa Piemonte, lo stato delle conoscenze  
e risultati preliminari

A cura di

**Luca Paro** (Dipartimento Tematico "Geologia e Dissesto")

con la collaborazione dell'Università dell'Insubria



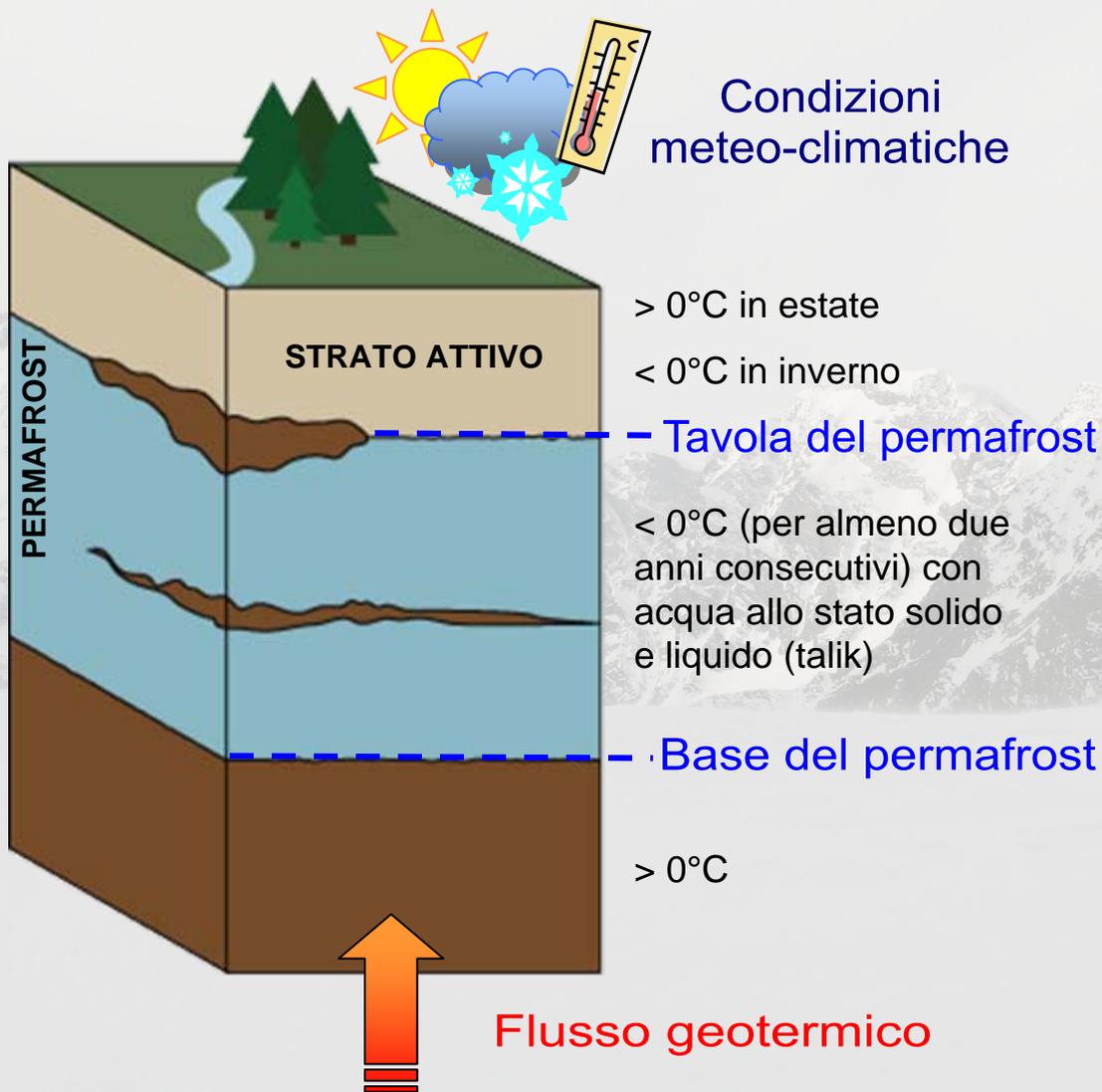
Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016



# Il permafrost

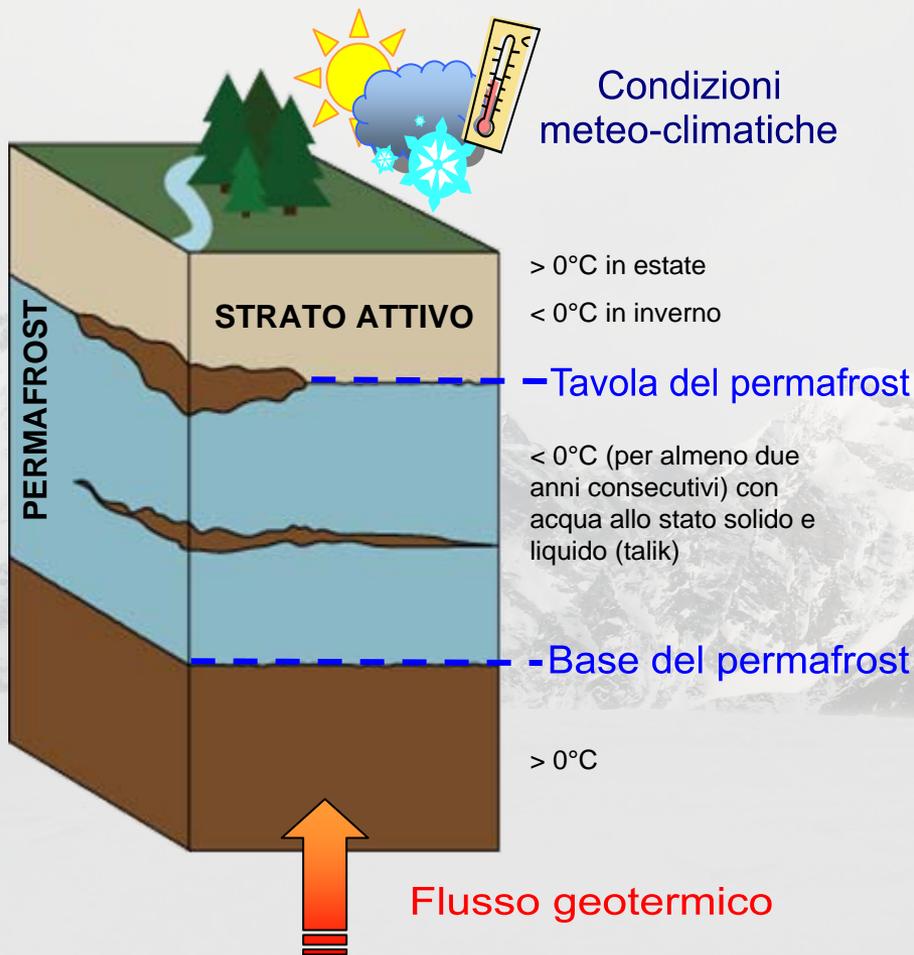
Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

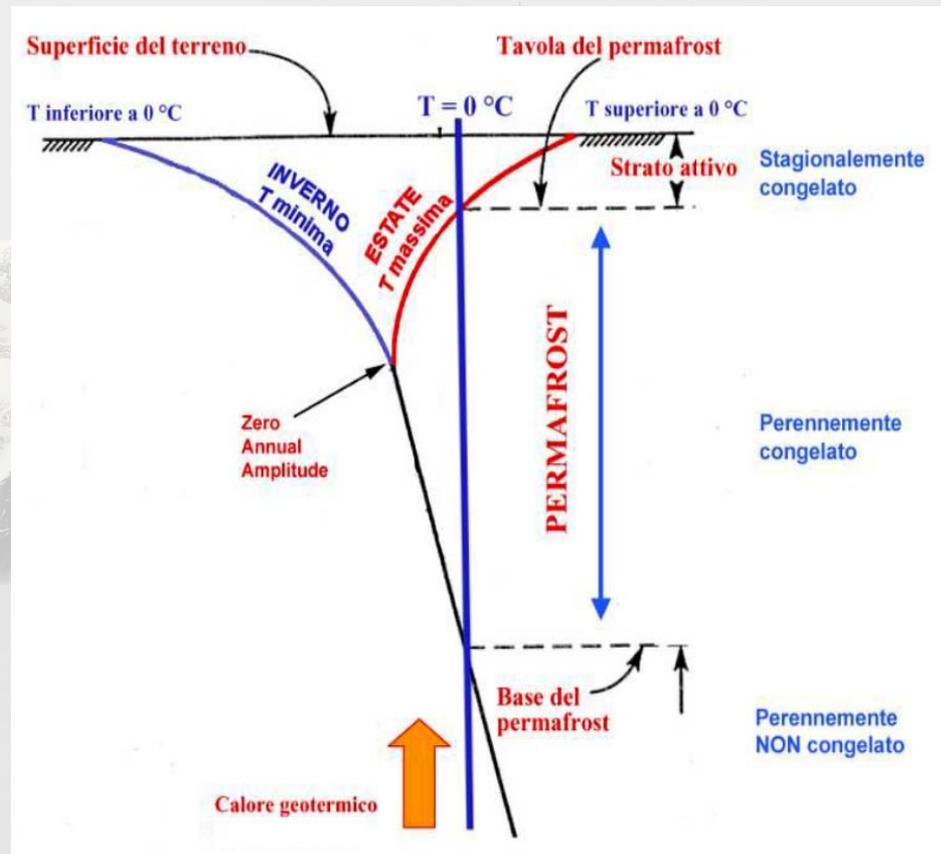


Si definisce **permafrost** (*permanently frozen ground*) un qualunque geomateriale che si trovi per almeno due anni consecutivi ad una  $T < 0^{\circ}\text{C}$ , indipendentemente dalla presenza di ghiaccio.

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

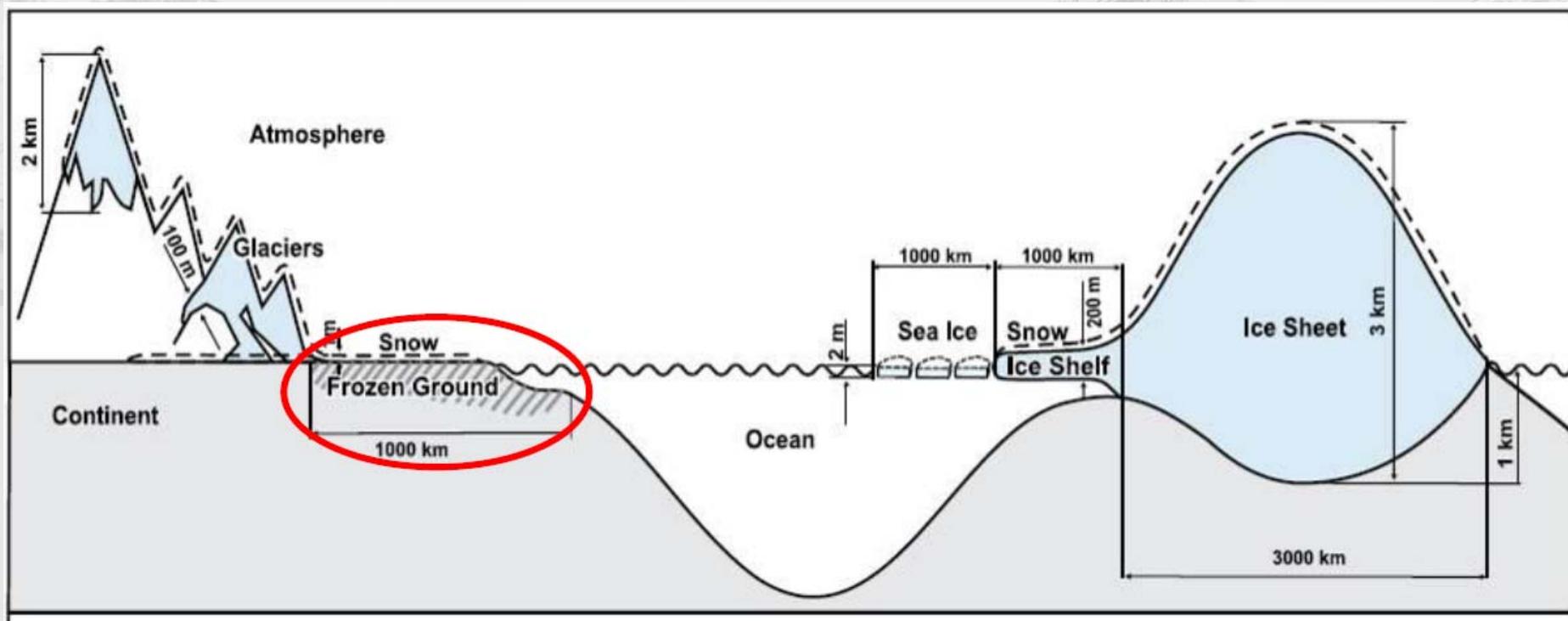


Curva caratteristica del permafrost

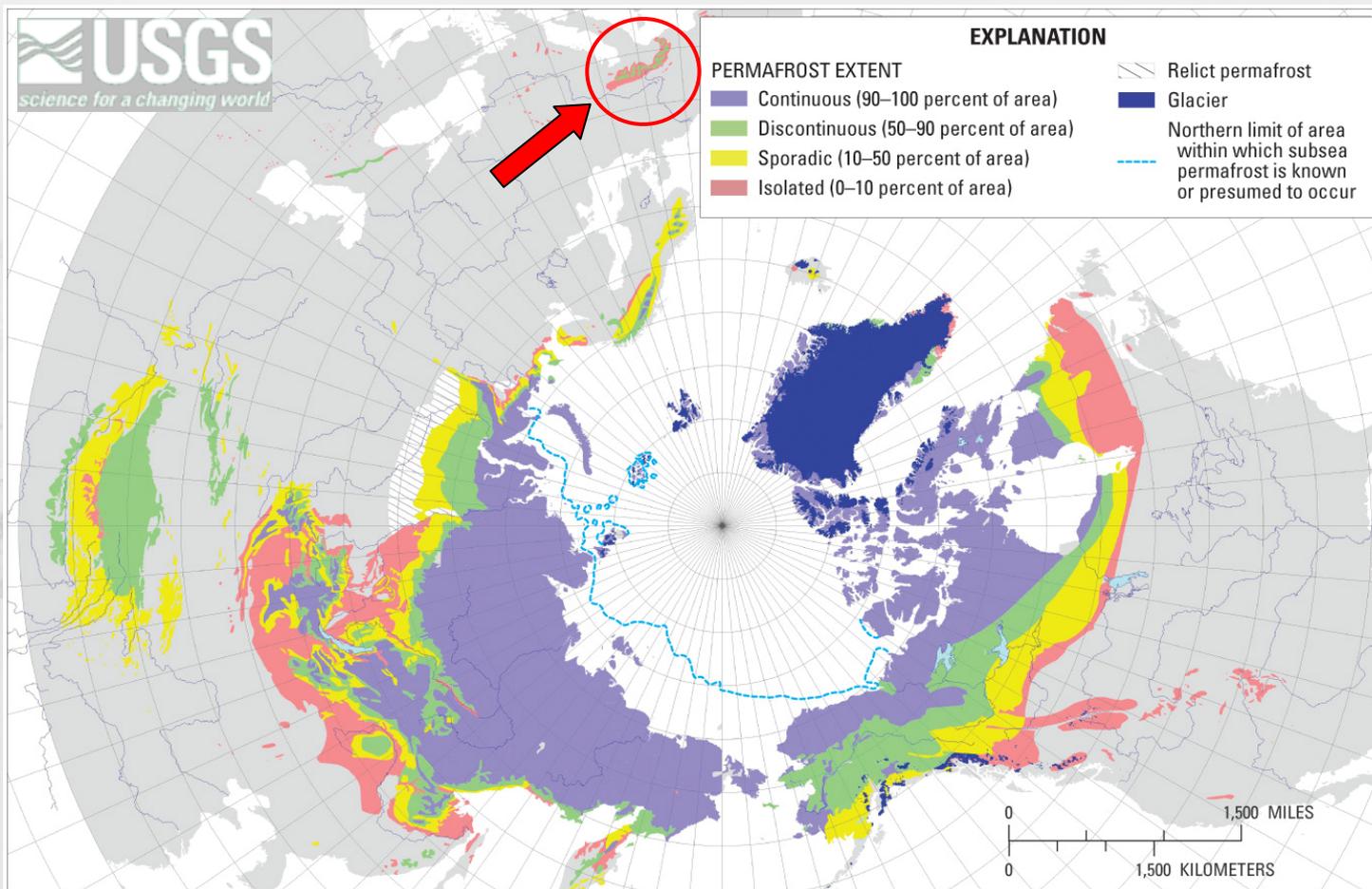


# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

Il permafrost è una componente della **Criosfera** che descrive collettivamente gli elementi dell'idrosfera terrestre che contengono **ACQUA ALLO STATO SOLIDO**. Include anche il manto nevoso, i ghiacciai (calotte polari, ghiacciai montani, ecc.), il ghiaccio marino, lacustre e fluviale.



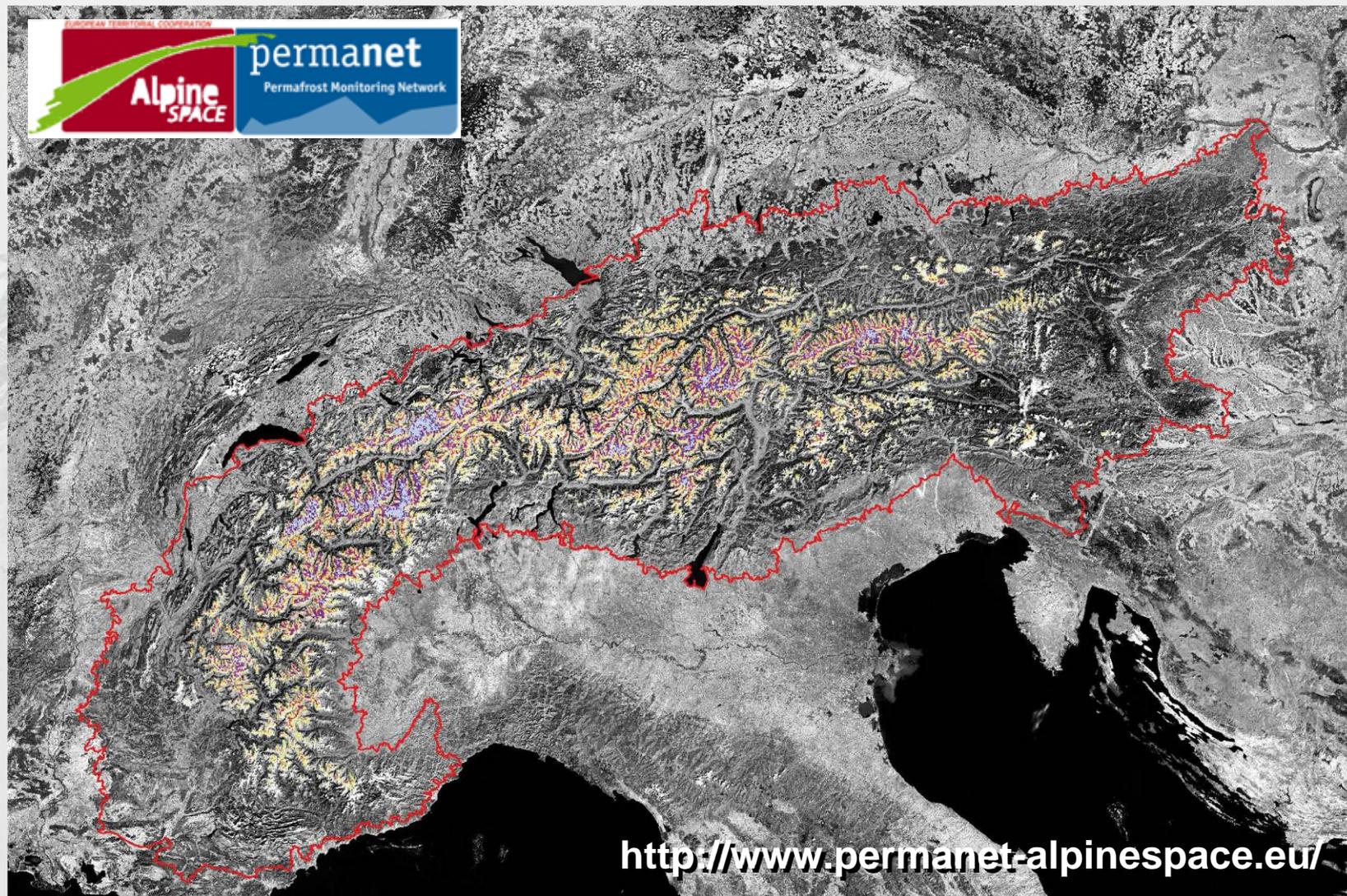
# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO



Brown et al., 1997; figure prepared by Dmitri Sergeev, Permafrost Laboratory, Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks

Il permafrost è la componente della criosfera più diffusa al mondo, soprattutto nelle aree circumpolari dell'emisfero Nord ma anche nelle aree montane alle medie latitudini come le **Alpi**.

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

Il permafrost è tipico dell'**ambiente periglaciale**, aree in cui prevalgono i processi legati al gelo (indipendentemente dalla presenza di ghiacciai).

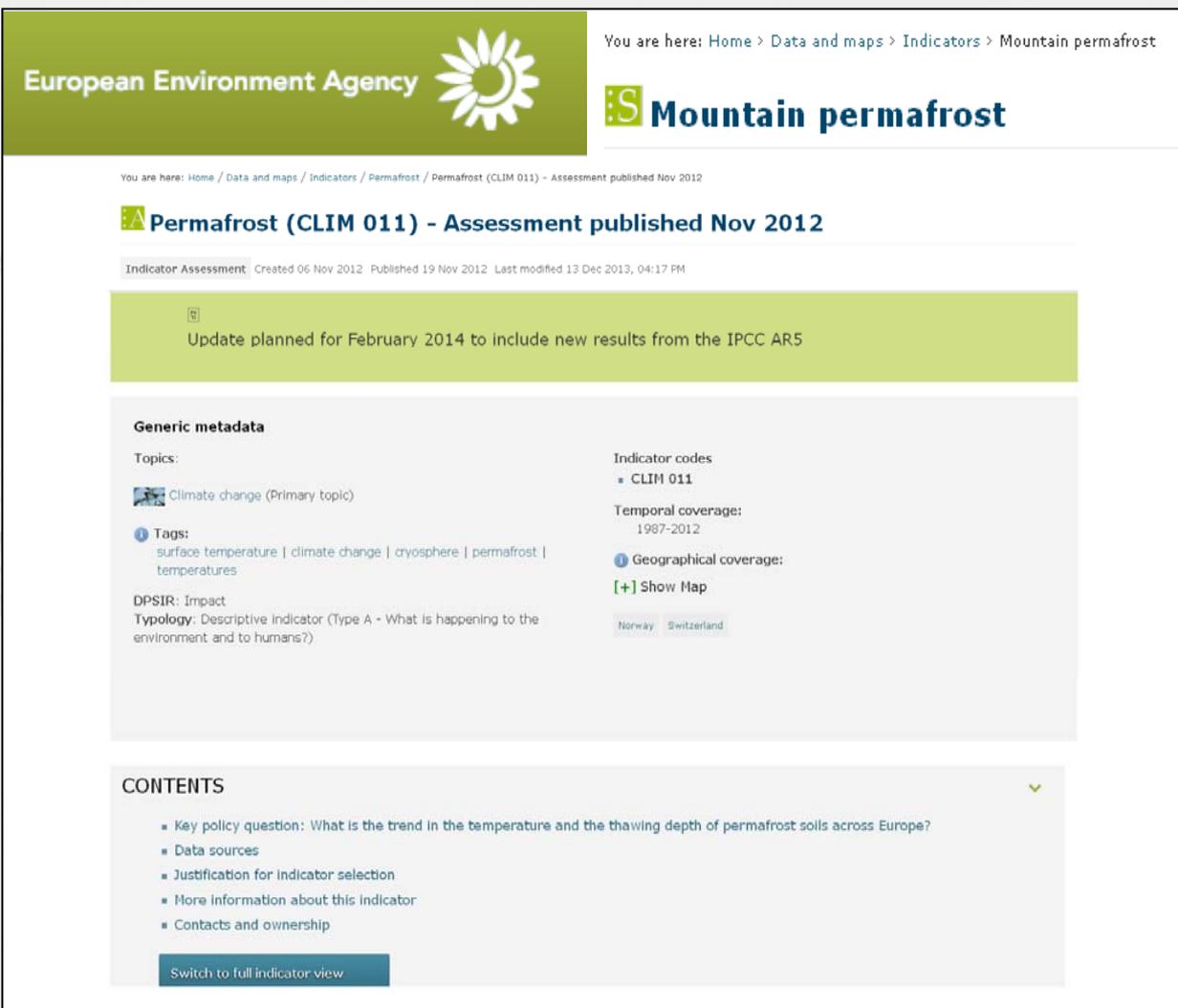


In ambiente montano sono determinanti nel definire il dominio periglaciale i fattori:

- **Esposizione**
- **Quota**
- **Neve**

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

L'evoluzione del permafrost è direttamente collegata alle condizioni climatiche per cui è considerato un **importante indicatore del cambiamento climatico** (es. EEA, WMO).



The screenshot shows the EEA website page for 'Mountain permafrost'. At the top left is the EEA logo. The breadcrumb trail reads: 'You are here: Home > Data and maps > Indicators > Mountain permafrost'. The main title is 'Mountain permafrost'. Below it, a sub-header reads 'Permafrost (CLIM 011) - Assessment published Nov 2012'. A green box contains the text: 'Update planned for February 2014 to include new results from the IPCC AR5'. The 'Generic metadata' section includes: Topics: Climate change (Primary topic); Tags: surface temperature | climate change | cryosphere | permafrost | temperatures; DPSIR: Impact; Typology: Descriptive indicator (Type A - What is happening to the environment and to humans?); Indicator codes: CLIM 011; Temporal coverage: 1987-2012; Geographical coverage: Norway, Switzerland; and a '+ Show Map' button. The 'CONTENTS' section lists: Key policy question: What is the trend in the temperature and the thawing depth of permafrost soils across Europe?; Data sources; Justification for indicator selection; More information about this indicator; and Contacts and ownership. A button at the bottom says 'Switch to full indicator view'.

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

European Environment Agency



You are here: Home > Data and maps > Indicators > Mountain permafrost

## Mountain permafrost

You are here: Home / Data and maps / Indicators / Permafrost / Permafrost (CLIM 011) - Assessment published Nov 2012

### Permafrost (CLIM 011) - Assessment published Nov 2012

Indicator Assessment: Created

Update planned

#### Generic metadata

Topics:

Climate change (Primary)

Tags:

surface temperature, 10 m depth, temperatures

DPSIR: Impact

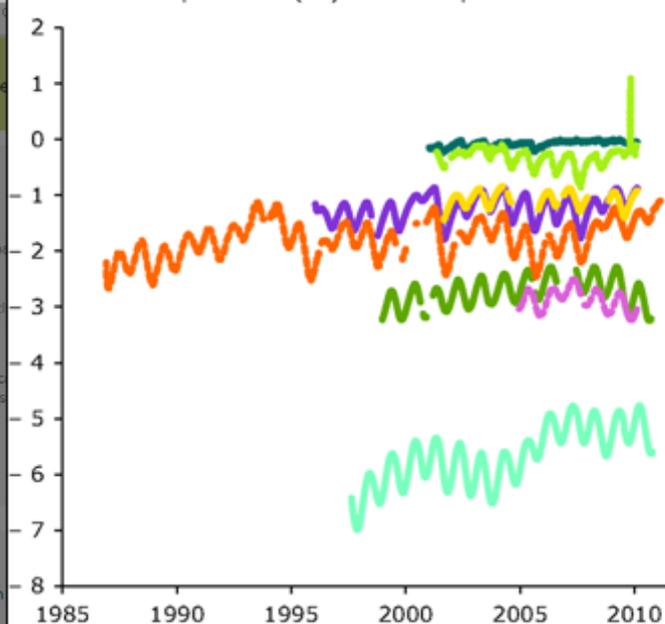
Typology: Descriptive indicator environment and to humans

#### CONTENTS

- Key policy question
- Data sources
- Justification for indicator
- More information available
- Contacts and ownership

Switch to full indicator view

Subsurface temperatures (°C) - 10 m depth



Dovrefjell (Norway)

Juvvasshoei (Norway)

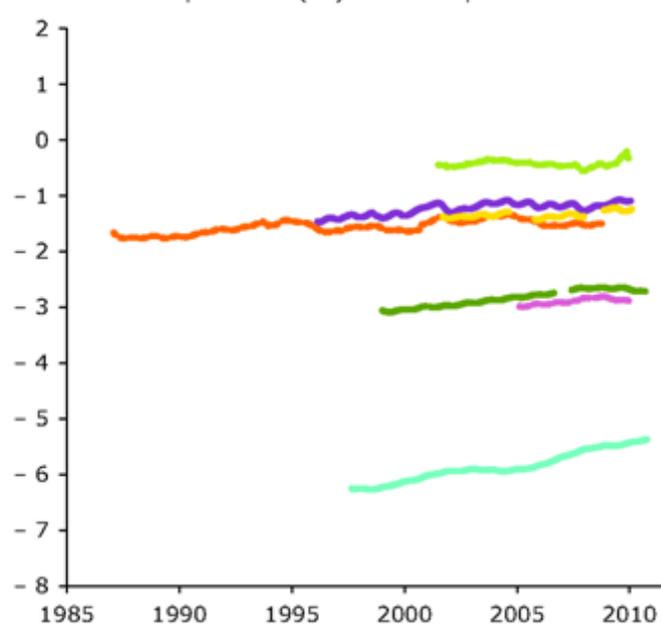
Janssonhaugen (Norway)

Muot Da Barba Peider (Switzerland)

Schilthorn (Switzerland)

Matterhorn (Switzerland)

Subsurface temperatures (°C) - 20 m depth

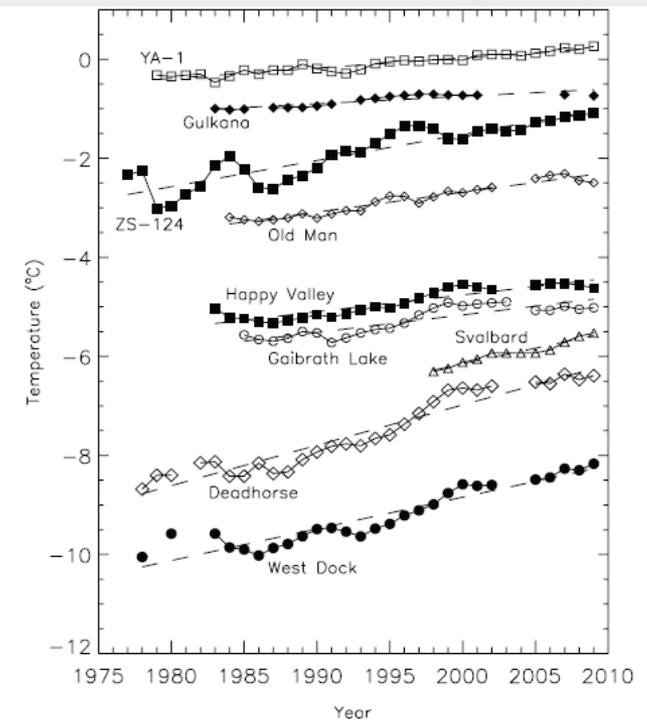
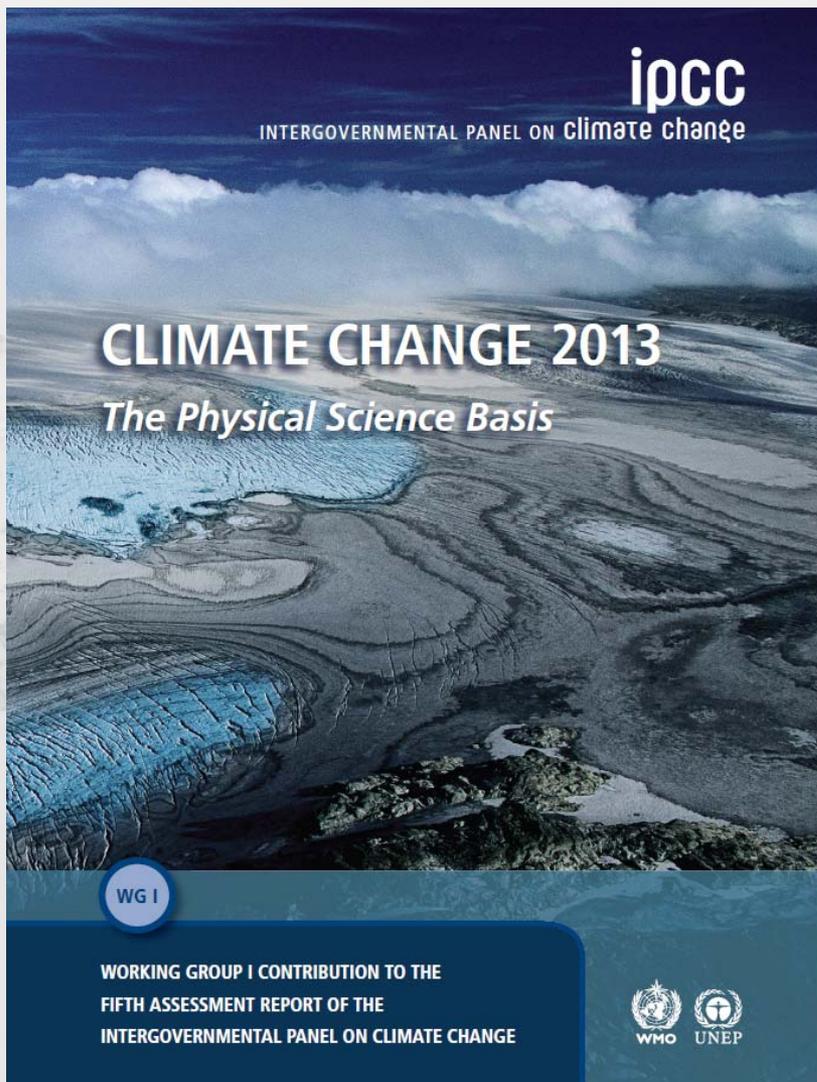


Murtel-Corvatsch (Switzerland)

Stockhorn (Switzerland)

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO



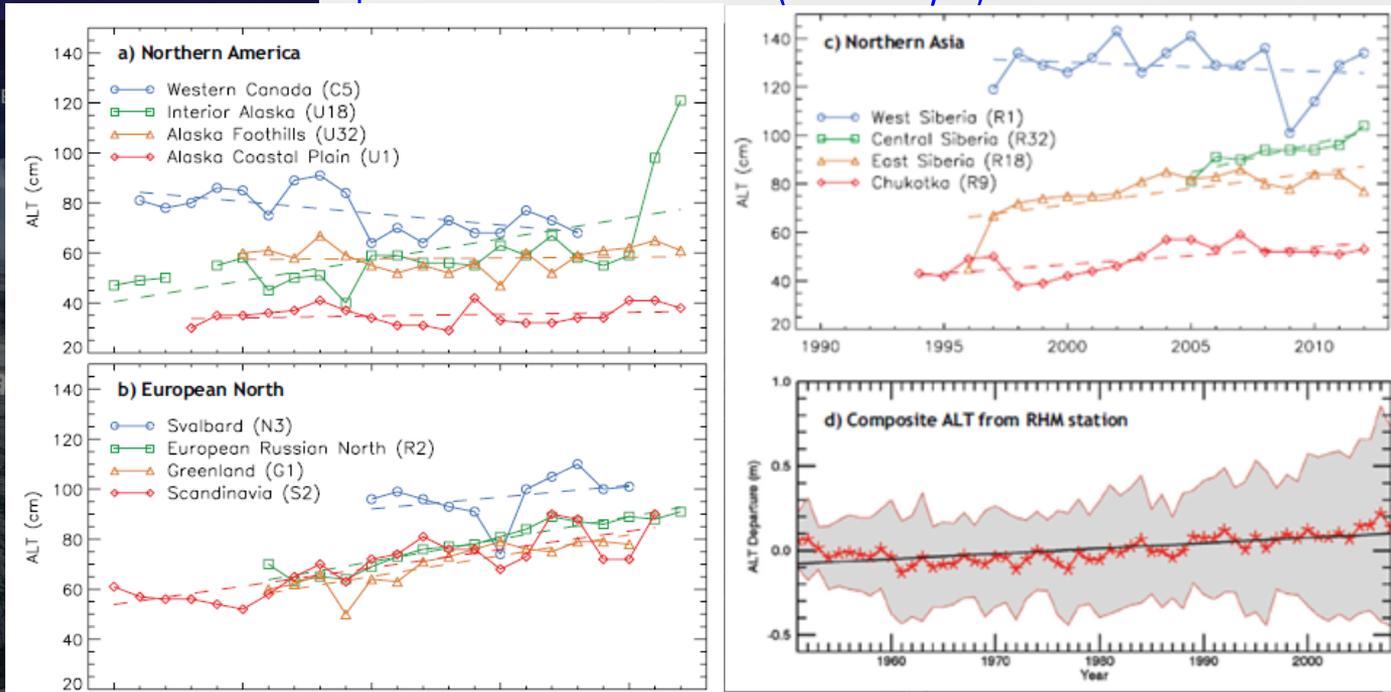
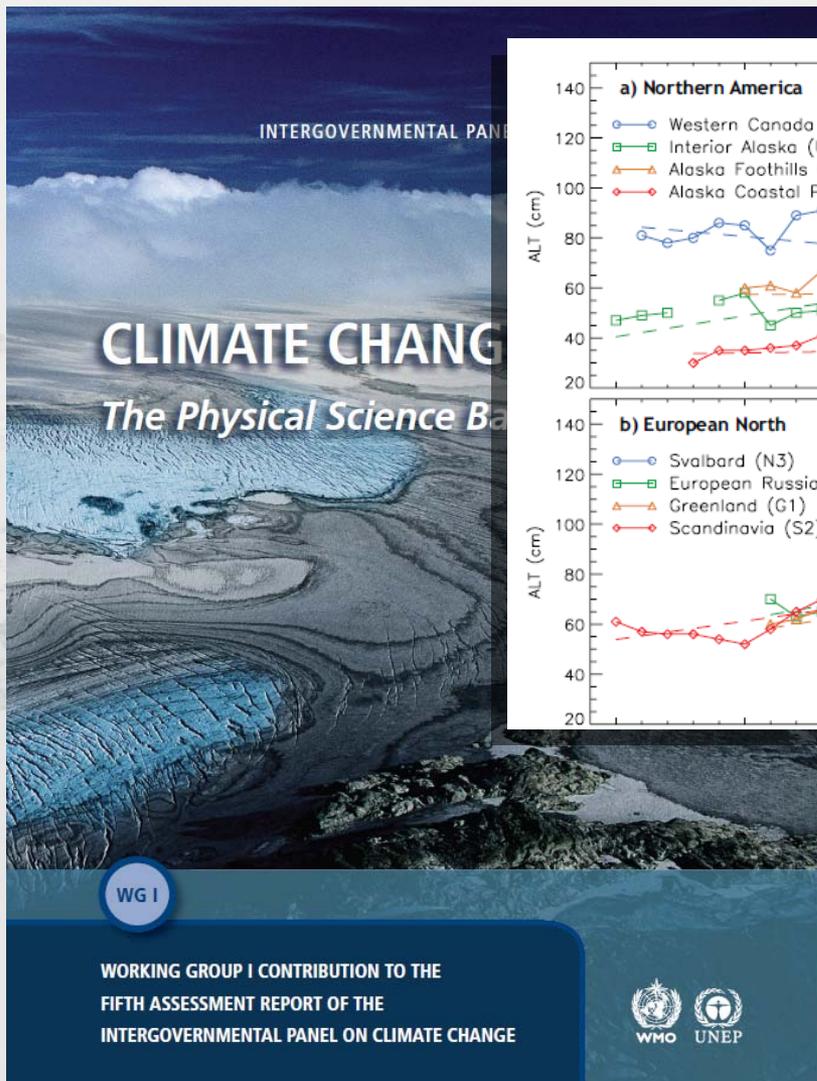
**Figure 4.22** | Time series of mean annual ground temperatures at depths between 10 and 20 m for boreholes throughout the circumpolar northern permafrost regions (Romanovsky et al., 2010a). Data sources are from Romanovsky et al. (2010b) and Christiansen et al. (2010). Measurement depth is 10 m for Russian boreholes, 15 m for Gulkana and Oldman, and 20 m for all other boreholes. Borehole locations are: ZS-124, 67.48°N 063.48°E; 85-8A, 61.68°N 121.18°W; Gulkana, 62.28°N 145.58°W; YA-1, 67.58°N 648°E; Oldman, 66.48°N 150.68°W; Happy Valley, 69.18°N 148.88°W; Svalbard, 78.28°N 016.58°E; Deadhorse, 70.28°N 148.58°W and West Dock, 70.48°N 148.58°W. The rate of change (degrees Celsius per decade) in permafrost temperature over the period of each site record is: ZS-124:  $0.53 \pm 0.07$ ; YA-1:  $0.21 \pm 0.02$ ; West Dock:  $0.64 \pm 0.08$ ; Deadhorse:  $0.82 \pm 0.07$ ; Happy Valley:  $0.34 \pm 0.05$ ; Gaibrath Lake:  $0.35 \pm 0.07$ ; Gulkana:  $0.15 \pm 0.03$ ; Old Man:  $0.40 \pm 0.04$  and Svalbard:  $0.63 \pm 0.09$ . (The trends are *very likely* range, 90%.)

Permafrost  
(10-20 m di profondità)



# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

Spessore dello Strato Attivo (Active Layer)



**Figure 4.23** | Active layer thickness from different locations for slightly different periods between 1990 and 2012 in (a) Northern America, (b) Northern Europe, and (c) Northern Asia. The dashed lines represents linear fit to each set of data. ALT data for Northern America, Northern Asia and Northern Europe were obtained from the International Permafrost Association (IPA) CALM website (<http://www.udel.edu/Geography/calm/about/permafrost.html>). The number of Russian Hydrometeorological Stations (RHM) stations has expanded from 31 stations as reported from Frauenfeld et al. (2004) and Zhang et al. (2005) to 44 stations and the time series has extended from 1990 to 2008. (d) Departures from the mean of active layer thickness in Siberia from 1950 to 2008. The red asterisk represents the mean composite value, the shaded area indicates the standard deviation and the black line is the trend. Data for Siberia stations were obtained from the Russian Hydrometeorological Stations (RHM).

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO



ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

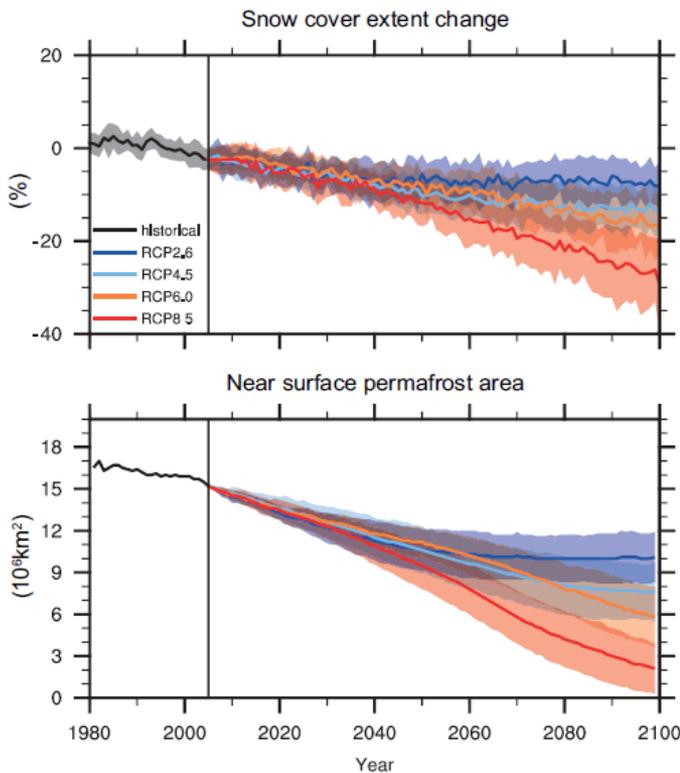
## CLIMATE CHANGE 2013

*The Physical Science Basis*

It is *very likely* that NH snow cover will reduce as global temperatures rise over the coming century. A retreat of permafrost extent with rising global temperatures is *virtually certain*.

WG I

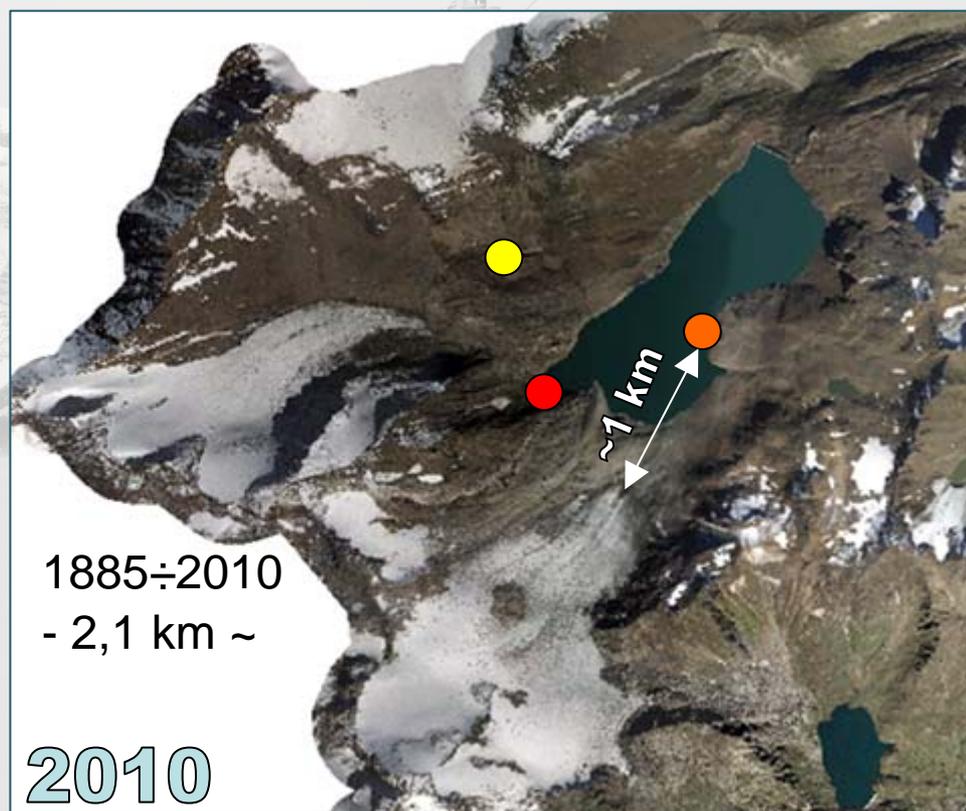
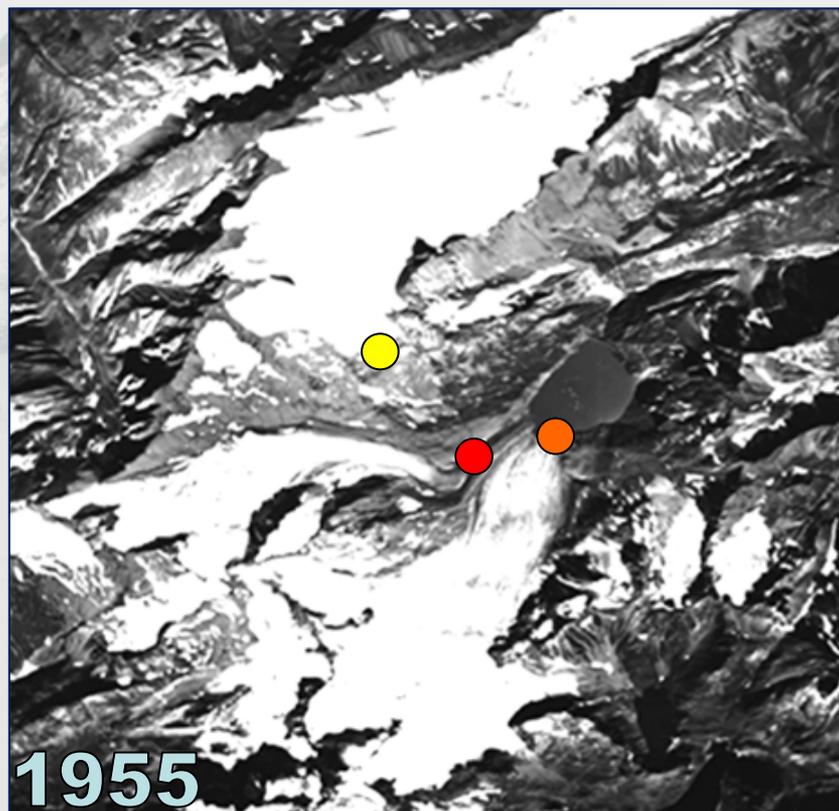
WORKING GROUP I CONTRIBUTION TO THE FIFTH ASSESSMENT REPORT OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



**Figure TS.18 |** (Top) Northern Hemisphere (NH) spring (March to April average) relative snow-covered area (RSCA) in CMIP5, obtained by dividing the simulated 5-year box smoothed spring snow-covered area (SCA) by the simulated average spring SCA of 1986–2005 reference period. (Bottom) NH diagnosed near-surface permafrost area in CMIP5, using 20-year average monthly surface air temperatures and snow depths. Lines indicate the multi model average, shading indicates the inter-model spread (one standard deviation). {Figures 12.32, 12.33}

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

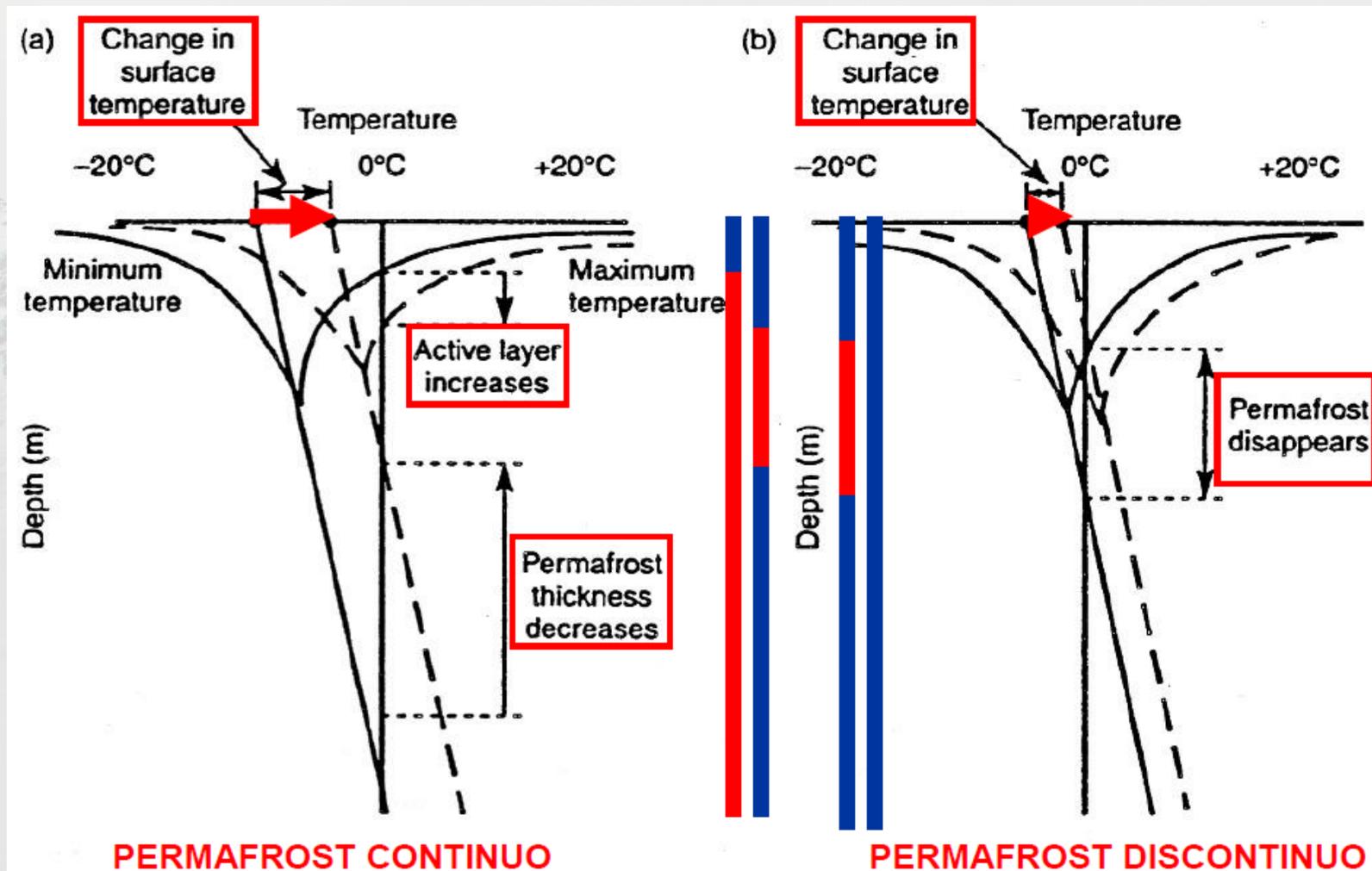
Le aree alpine stanno subendo una rapida transizione da **ambiente glaciale** ad **ambiente periglaciale** (permafrost in espansione nelle aree recentemente deglaciate ed in degradazione nei settori a quota inferiore o sui versanti con esposizione sfavorevole).



Bacino del Lago Sabbione (Formazza, VB)

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

## La degradazione del permafrost



# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

## Quali effetti della degradazione del permafrost sull'ambiente naturale ed umano?

- **Disequilibrio del ciclo idrologico** (con diminuzione qualitativa e quantitativa delle risorse idriche nelle aree alto montane?)
- **Disequilibrio degli ecosistemi**
- **Rilascio di ingenti quantità di gas serra** ( $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ ), soprattutto nelle aree circumpolari
- **Instabilità dei versanti** nelle aree montane (effetti diretti ed indiretti)

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

## Quali effetti della degradazione del permafrost sull'ambiente naturale ed umano?

- **Instabilità dei versanti** nelle aree montane (effetti diretti ed indiretti)

Nicchia di crollo con ghiaccio (rifugio Carrel, quota 3830 m, M. Cervino).

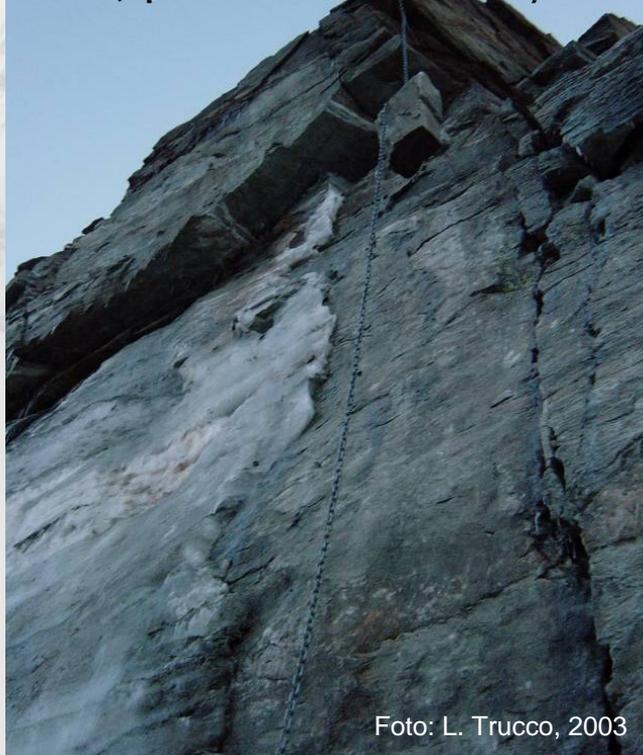


Foto: L. Trucco, 2003

Rock avalanche 2 milioni m<sup>3</sup> della Punta Thurnwieser (Gruppo Ortles), Settembre 2004

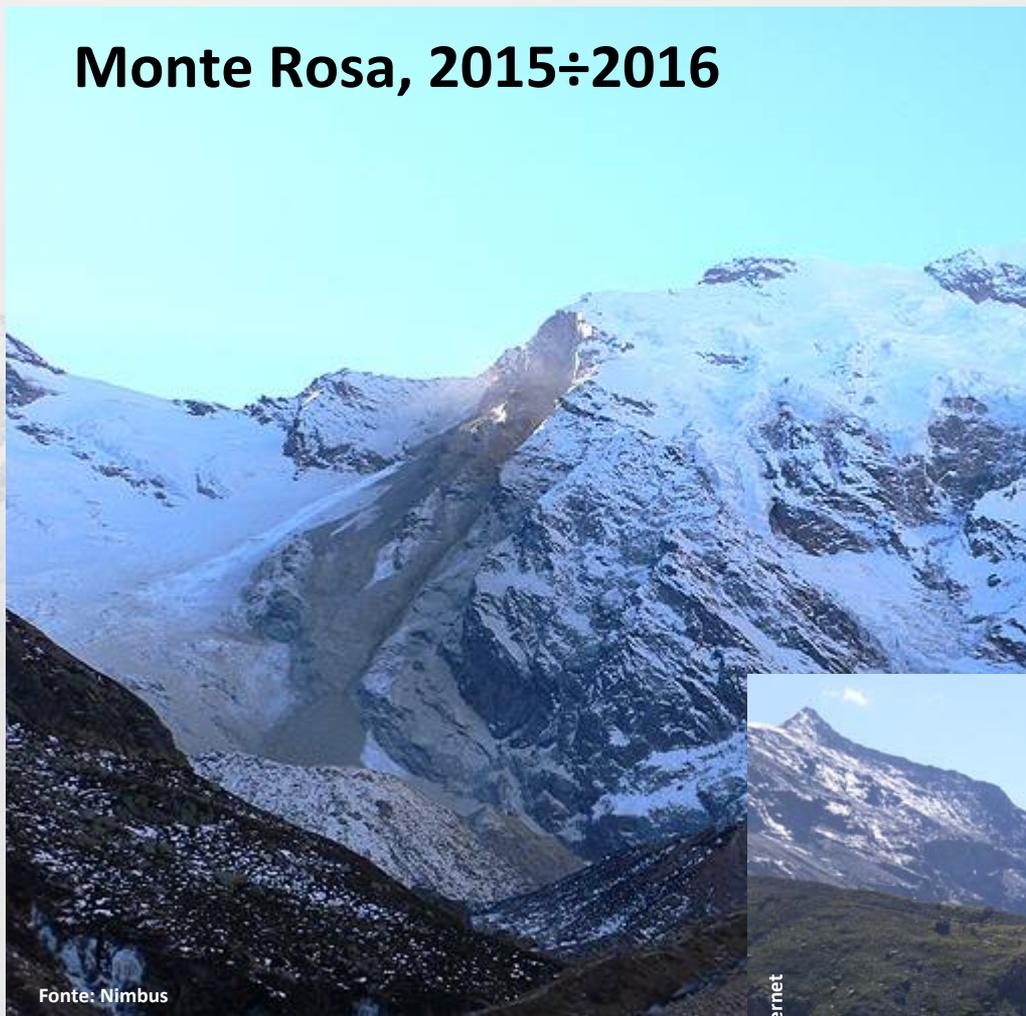


Distacchi rocciosi

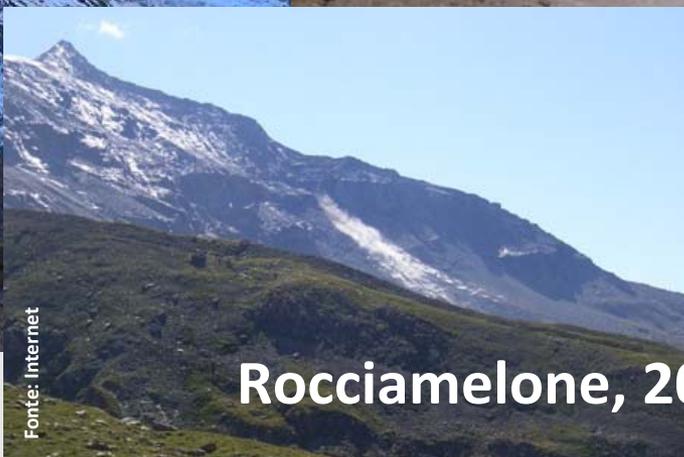
# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

Fonte: CNR-IRPI

## Monte Rosa, 2015÷2016



Fonte: Nimbus



Fonte: Internet

## Rocciamelone, 2006÷2007

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

Quali effetti della degradazione del permafrost sull'ambiente naturale ed umano?

- **Instabilità dei versanti** nelle aree montane (effetti diretti ed indiretti)

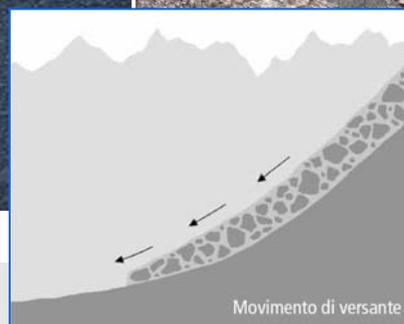


Fig. 25 Nicchia apertasi nel bastione morenico nel 1988 in seguito ad una lava torrentizia del Tracuit

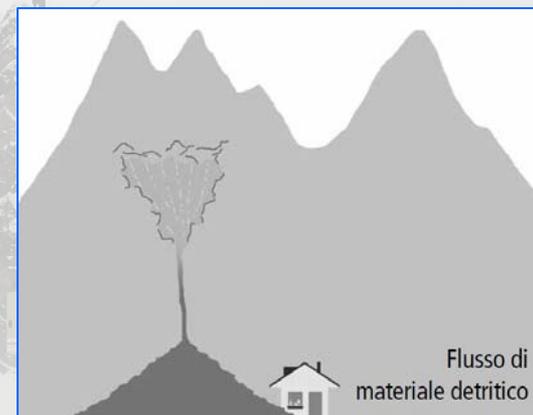
# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

Quali effetti della degradazione del permafrost sull'ambiente naturale ed umano?

- **Instabilità dei versanti** nelle aree montane (effetti diretti ed indiretti)



Fig. 21 Treno deragliato in seguito alla lava torrentizia del Durnand il 25 luglio 2006.



# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

## Quali effetti della degradazione del permafrost sull'ambiente naturale ed umano?

- **Instabilità dei versanti** nelle aree montane (effetti diretti ed indiretti)



# IL PERMAFROST E L'AMBIENTE PERIGLACIALE ALPINO

## Quali effetti della degradazione del permafrost sull'ambiente naturale ed umano?



- **Instabilità dei versanti** nelle aree montane (effetti diretti ed indiretti)

Rifugio Paradiso (morena frontale del Ghiacciaio delle Locce, Macugnaga, VB)

# Attività di Arpa Piemonte

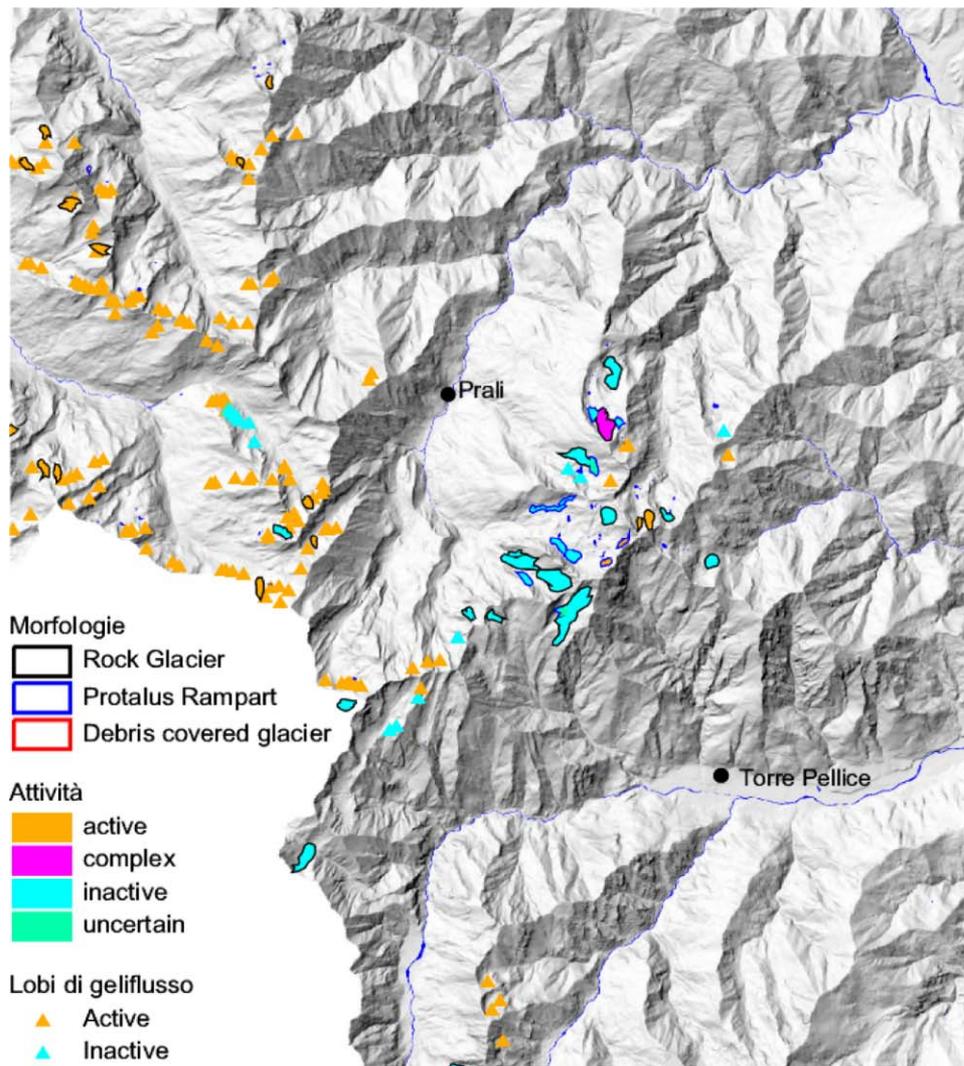
Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## Sintesi delle attività di Arpa Piemonte

- L'attività inerente “permafrost e ambiente periglaciale” è iniziata nel **2006** ed ha subito un forte impulso nel 2008÷2011 grazie al Progetto europeo “**PermaNet, Permafrost long-term monitoring Network**” (Programma Spazio Alpino).
- Il progetto ha consentito sia di sviluppare notevolmente le conoscenze su tali tematiche (sintetizzate nella “**Carta della criosfera delle Alpi piemontesi**”), sia di installare la prima **rete di monitoraggio del permafrost** nelle Alpi piemontesi.
- Il progetto è terminato nel settembre 2011 ma le attività di Arpa Piemonte proseguono nell'ambito del servizio **B3.19 - “Monitoraggio del permafrost”** (Catalogo dei servizi istituzionali di Arpa Piemonte) del Dip. Tem. Geologia e Dissesto.

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI

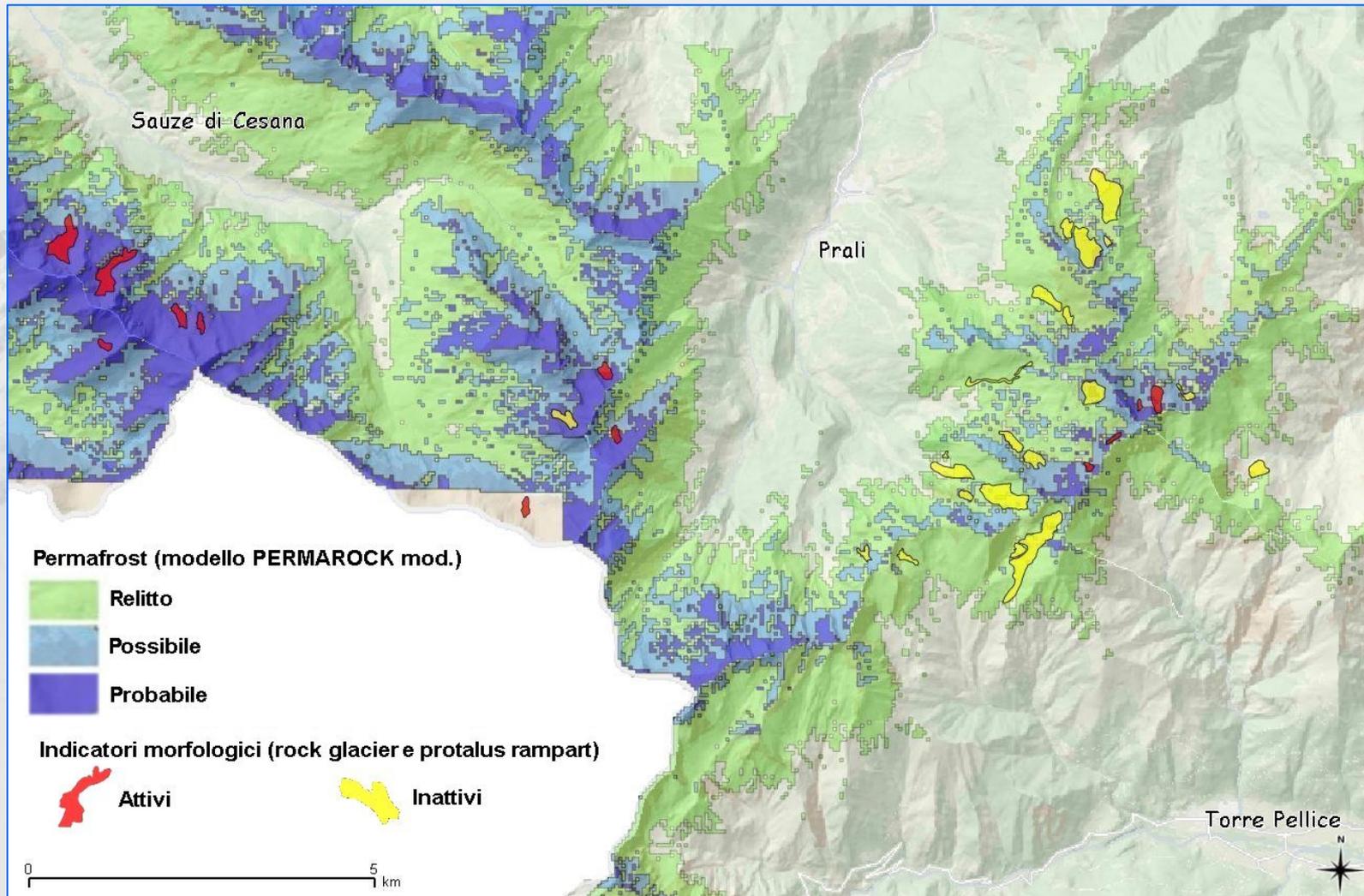
## Catasto degli indicatori del permafrost



Rif.	Forme	n.	GIS
a	Rock Glacier	431	polygon
b	Protalus Rampart	141	polygon
c	Debris covered glacier	9	polygon
d	Lobi geliflusso	492	point

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI

## Distribuzione potenziale del permafrost



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI

## Carta della Criosfera delle Alpi piemontesi

### Cryosphere Inventory

Rock Glacier & Protalus Rampart

- active
- complex
- inactive
- uncertain

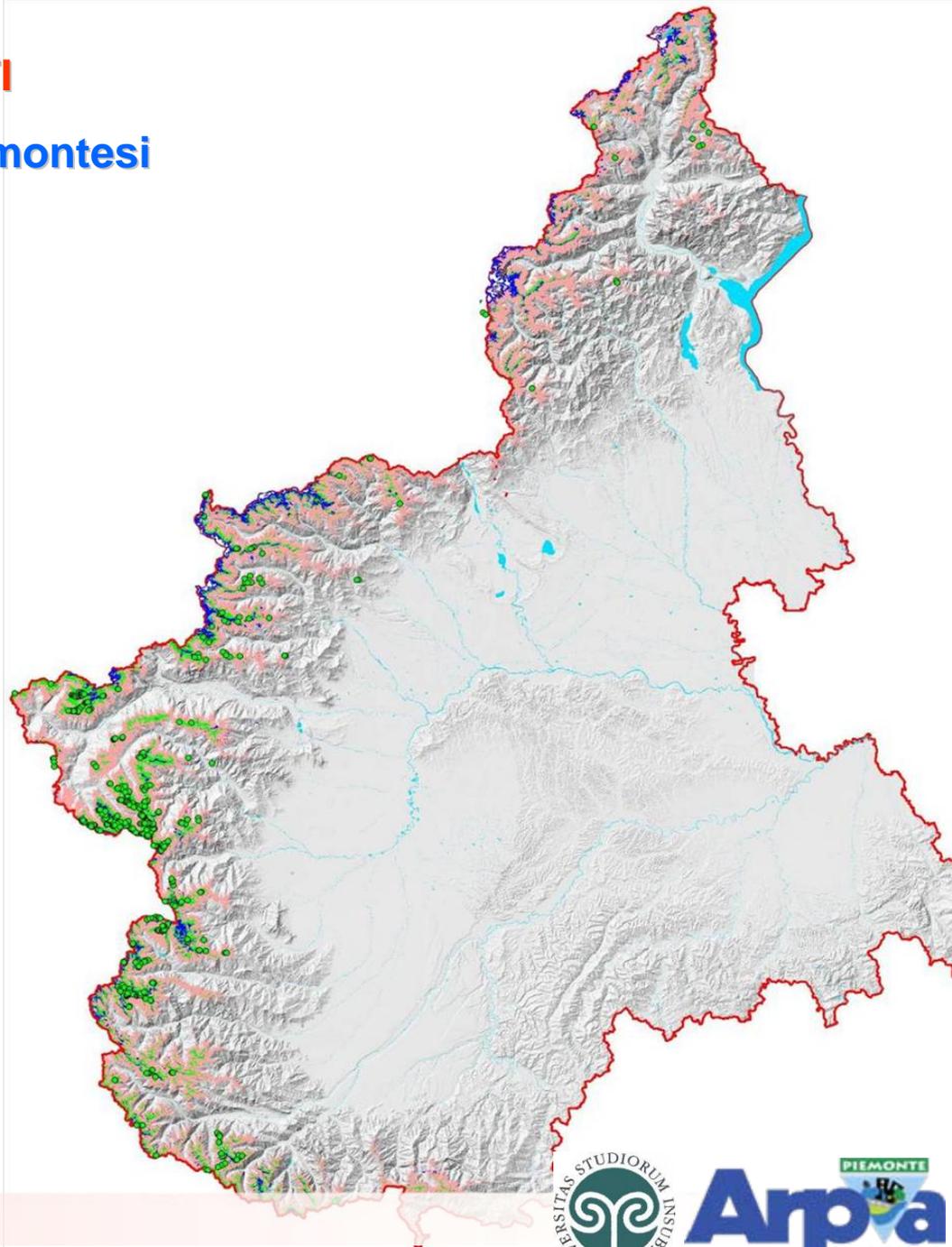
Gelifluction Lobes

Debris Covered Glacier

Glacier ( Corine Land Cover & CTRN 1991)

### Permafrost distribution ( empirical model)

- Relict possible
- Possible
- Probable



**First Cryosphere Map of  
Piedmont Alps**

(Guglielmin & Paro, 2009)

Torino, 07 Marzo 2014



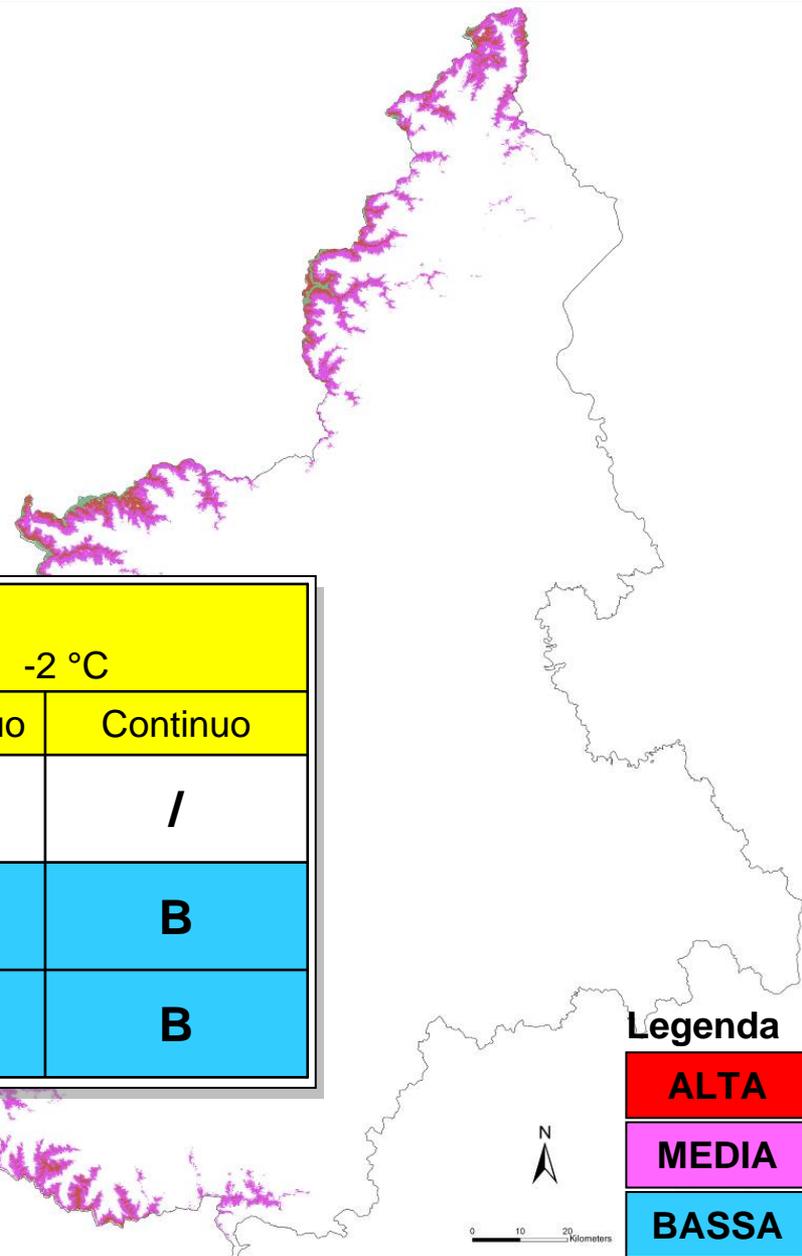
# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI

## Vulnerabilità criotica



## Classi di vulnerabilità

		PERMACLIM				
		+2 °C	0 °C	-1 °C	-2 °C	
		Assente	Probabile	Possibile	Discontinuo	Continuo
PERMAROCK mod.	Relitto	M6	M4	M2	/	/
	Possibile	A4	A3	A2	B	B
	Probabile	A6	A5	A4*	B	B



2009

Legenda

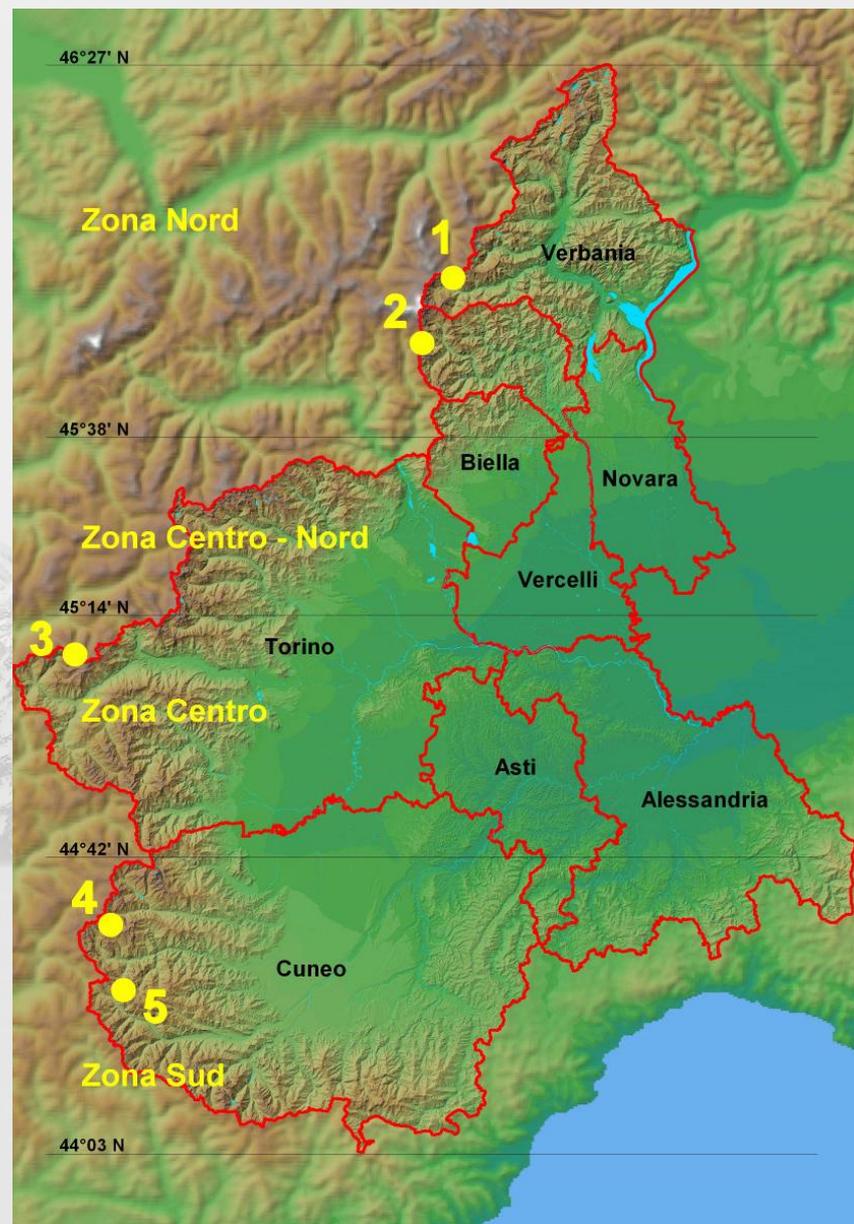
ALTA
MEDIA
BASSA

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI

## Stazioni di monitoraggio del permafrost

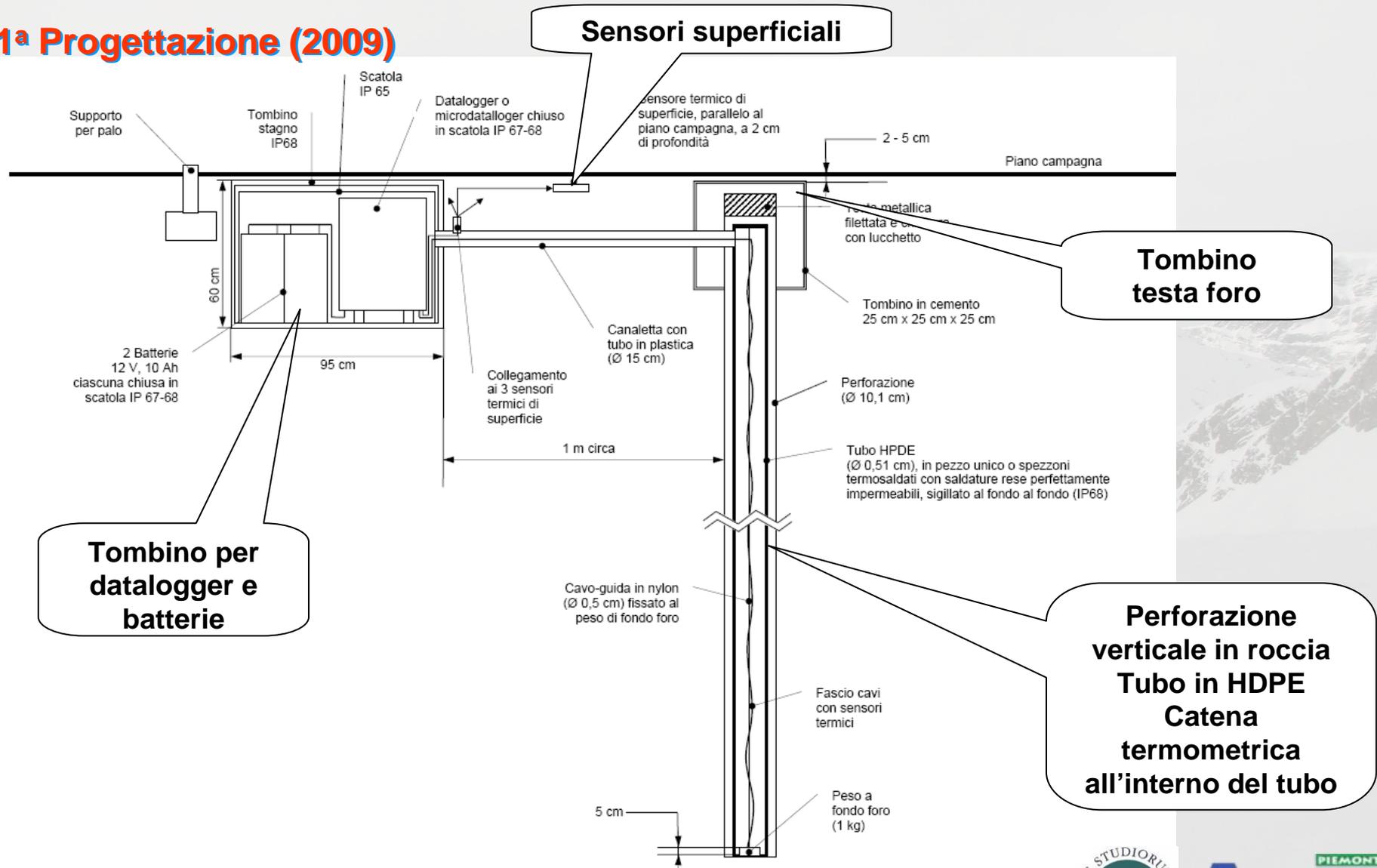
In base ai criteri climatici, geologico-geomorfologici e logistici sono stati selezionati 5 siti:

- 1 – Passo del Monte Moro**  
(Macugnaga, VB) – 2870 m
- 2 – Passo dei Salati** (Alagna  
Valsesia, VC) – 2890 e 3020 m
- 3 – Colle Sommeiller**  
(Bardonecchia, TO) – 2990 m
- 4 – Passo de La Colletta**  
(Bellino, CN) – 2840 m
- 5 – Passo della Gardetta**  
(Canosio, CN) – 2500 m



# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost

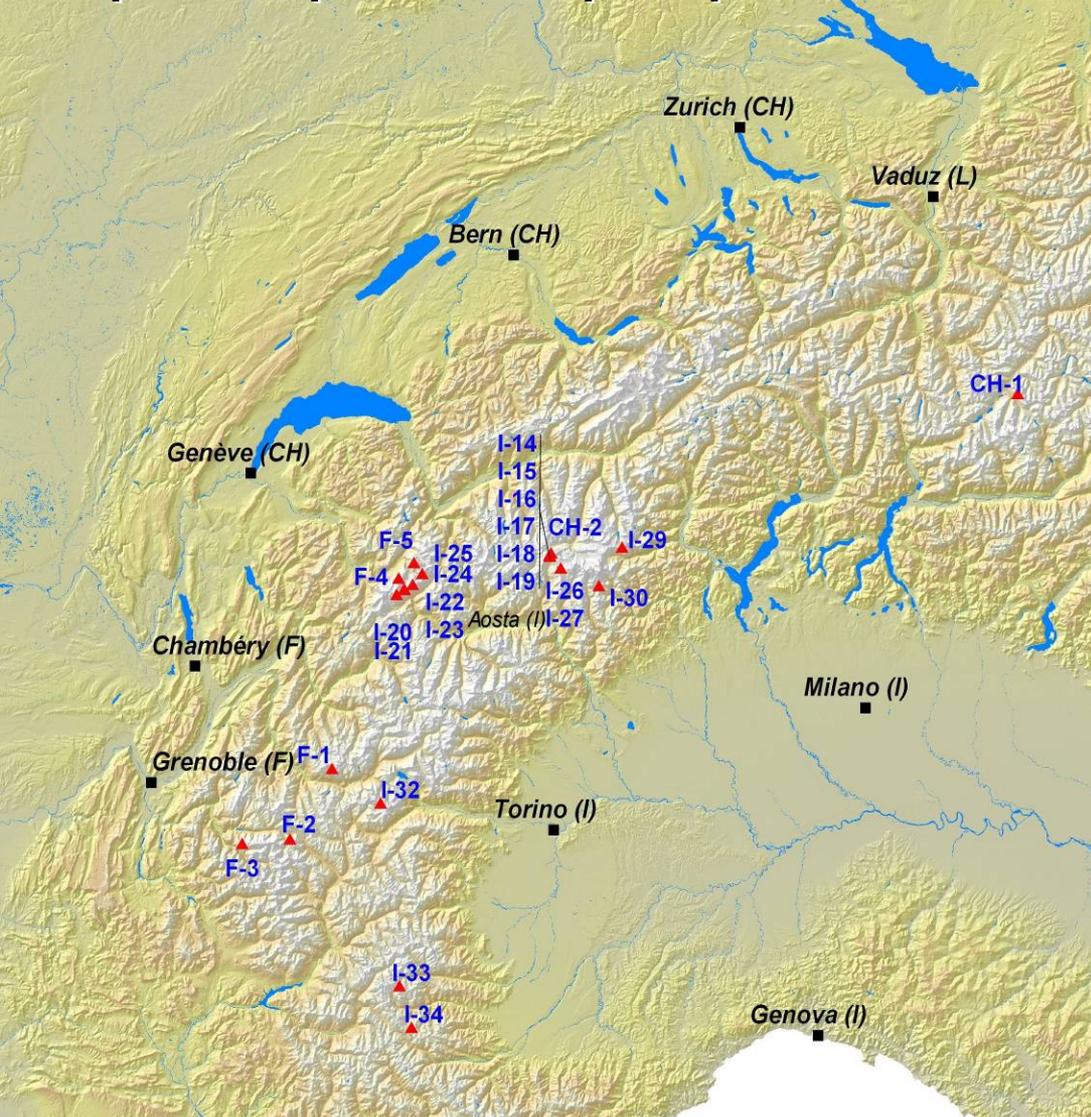
## 1ª Progettazione (2009)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PERMANET monitoring network

<http://www.permanet-alpinespace.eu>



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

0 100 Kilometers



# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost

## Perforazione

Colle Sommeiller (Bardonecchia, TO), 2990 m



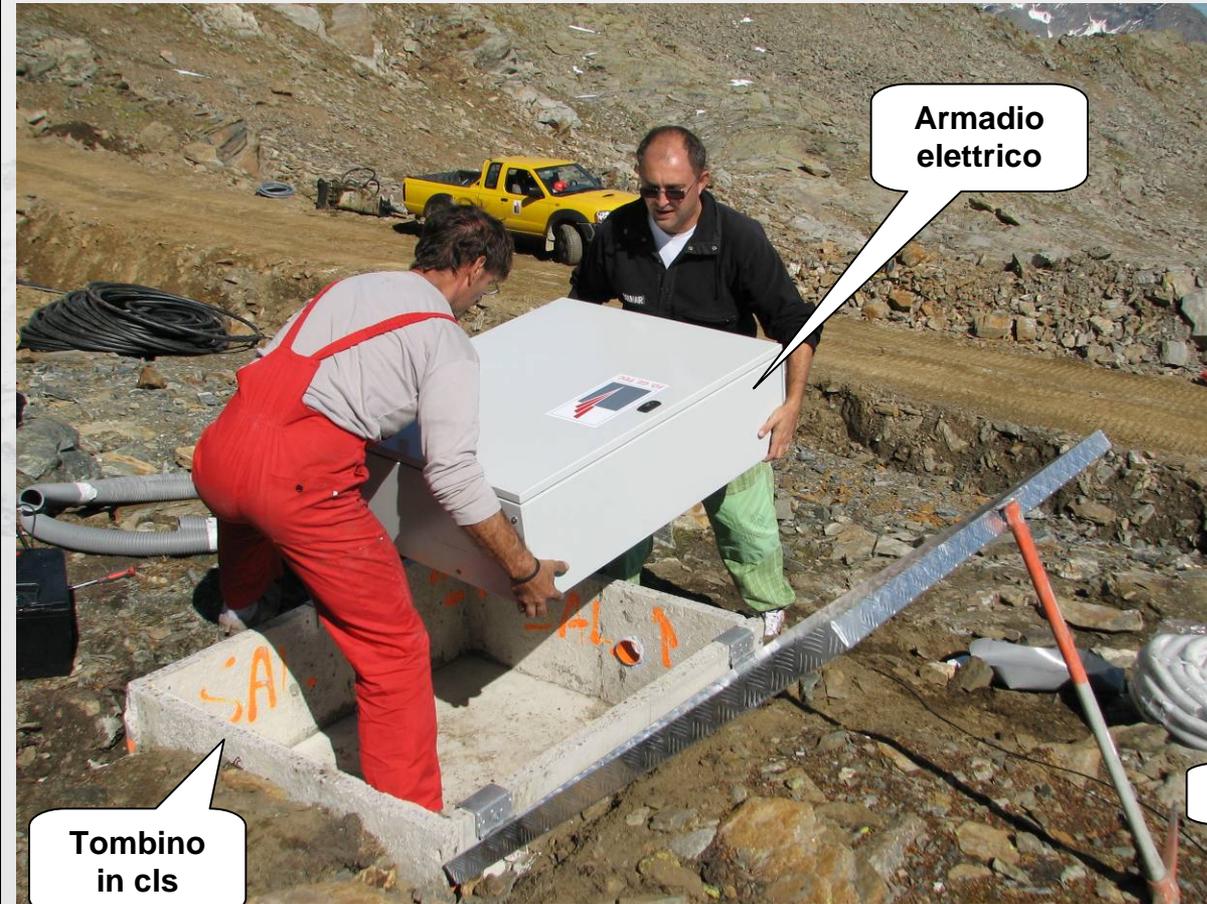
Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016



# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost

## Installazione

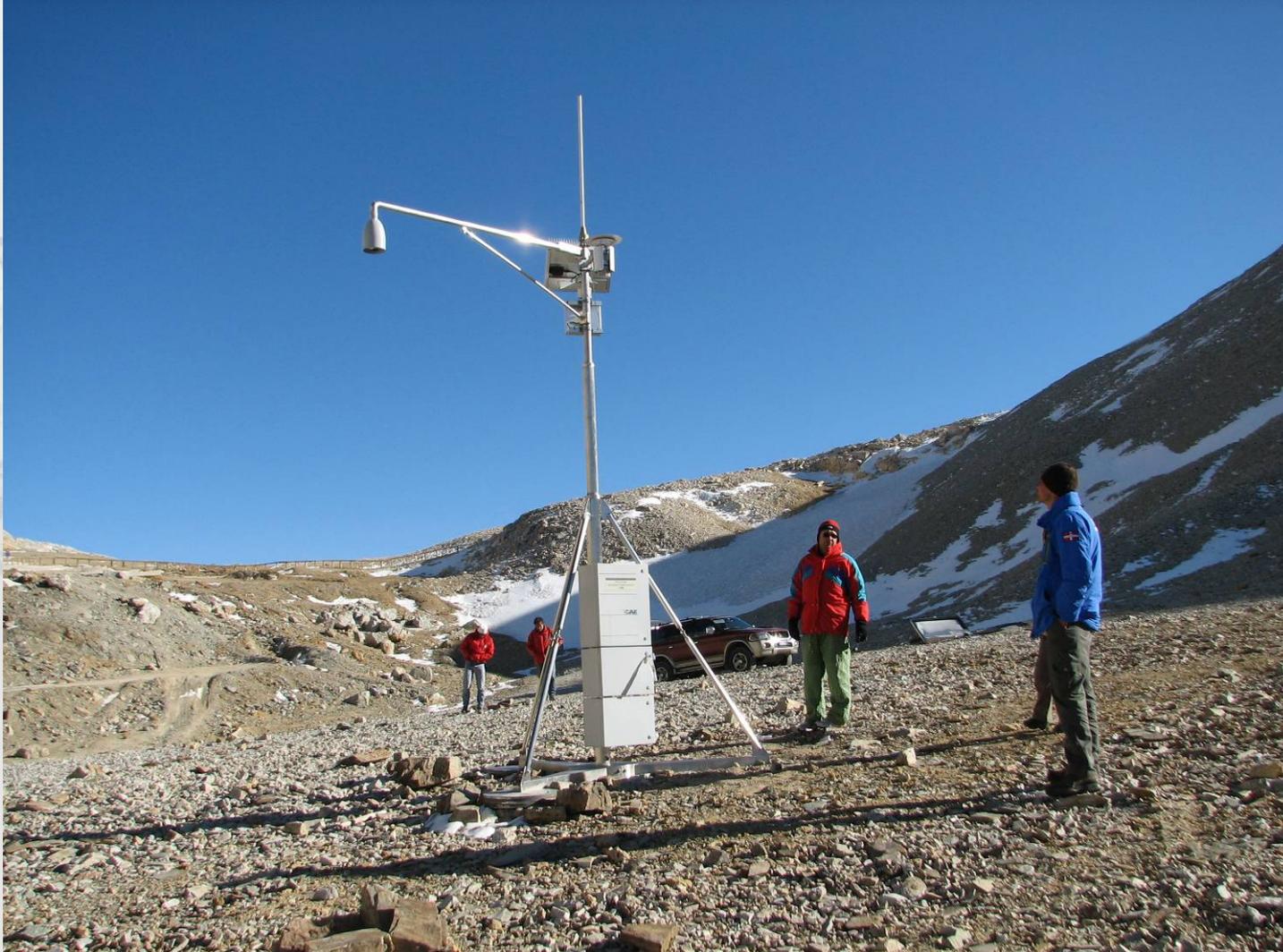
Tombino per datalogger e batterie



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost

## Stazione meteorologica rilocabile

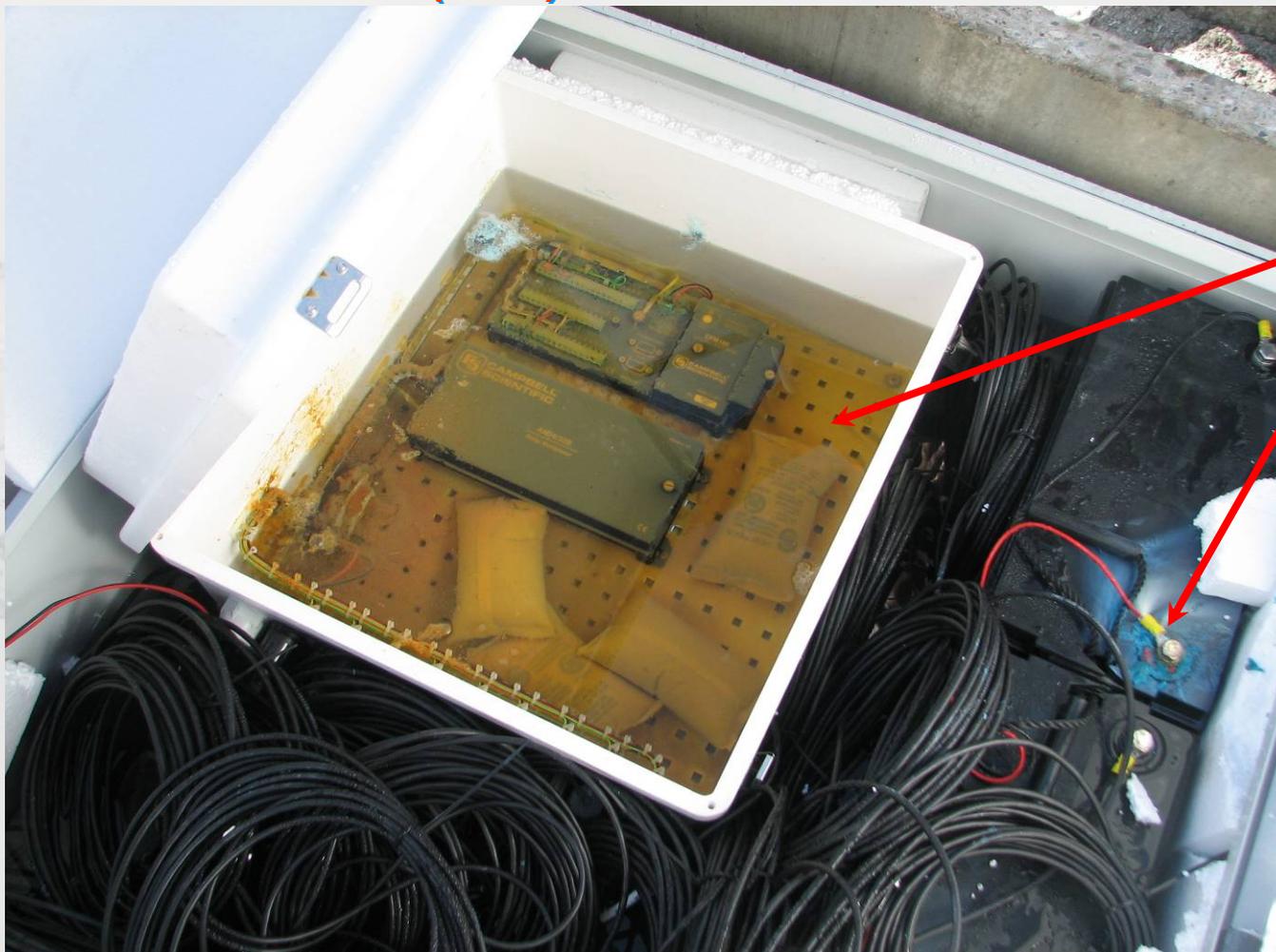


Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016



# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost

## Verifica dei danni (2010)

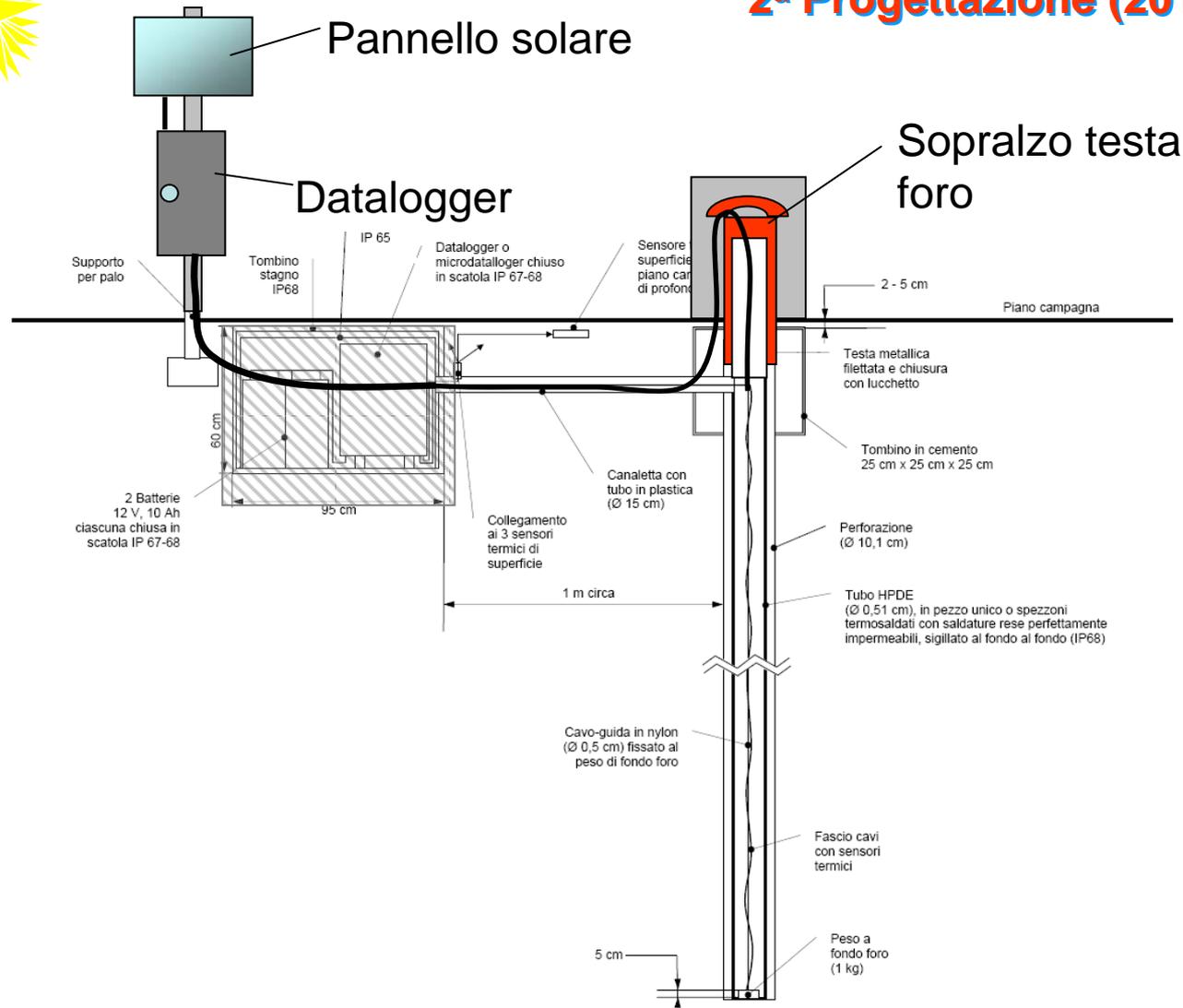


Infiltrazioni di acqua nel tombino del datalogger con danneggiamento dello strumento e delle batterie e perdita dei dati.

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost



## 2ª Progettazione (2010)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost

## Spurgo pozzi (2010÷2012)

Soffiatura  
dell'acqua

(La Colletta,  
dicembre 2011)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost

## Spurgo pozzi (2010÷2012)

Liberazione della catena termometrica

(Corno del Camoscio, settembre 2011)



Soffiatura dell'acqua

(Istituto Mosso, settembre 2011)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost

## Nuove installazioni (2011÷2012)

Sistemazione armadio di protezione  
(Colle Sommeiller, ottobre 2012)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost



**Sostituzione  
pannello  
solare**

**(Passo del  
M. Moro,  
Agosto  
2013)**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost



**Protezione  
batterie**

**(Passo del  
M. Moro,  
Settembre  
2013)**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost



Tappo  
elettrosaldato

**Inserimento  
tubo di minor  
diametro,  
completamento  
testa pozzo**

**(Ist. Mosso –  
Passo dei  
Salati, Agosto-  
Settembre  
2013)**

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost



**Sistemazione  
versante**

**(La Colletta,  
Settembre  
2013)**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost



**Sostituzione  
datalogger**

**(Passo della  
Gardetta,  
Gennaio 2016)**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI - Stazioni di monitoraggio del permafrost



Tu sei qui: [Home](#) > [Notizie](#) > Video sul ripristino della rete piemontese di monitoraggio del permafrost

- Temi ambientali
- Territorio
- Educazione Ambientale
- Formazione
- Enti in Piemonte
- Modulistica
- Link utili
- Glossario

## In evidenza

[XII Conferenza del sistema nazionale per la protezione dell'ambiente. Partecipa al sondaggio](#)

[Chiuse le iscrizioni al corso "La gestione delle terre e rocce da scavo"](#)

[Terre e rocce da scavo](#)

## Gli strumenti del nostro lavoro

[Il microscopio elettronico](#)

[Archivio](#)

## Ufficio per le Relazioni con il Pubblico

[Contatti](#)

[Accesso](#)

[Reclami](#)

[Segnalazioni](#)

Visualizza Azioni Stato: **Publiccato**

## Video sul ripristino della rete piemontese di monitoraggio del permafrost

Tweet

creato da [Marco Federica](#) — ultima modifica 29/11/2013 13:51 — [Storia](#)

29 novembre 2013

Le reti di monitoraggio (oggetto dell'Argomento del mese di novembre) costituiscono un insostituibile strumento scientifico per la raccolta dei dati, fondamentali per comprendere le condizioni dell'ambiente e l'evoluzione nel tempo dei fenomeni. Pertanto, affinché il dato raccolto sia preciso ed accurato, è estremamente importante che le reti siano costantemente controllate e mantenute efficienti.

Nel periodo 2010-2013 Arpa Piemonte ha effettuato una significativa attività di revisione e ripristino della rete di monitoraggio del permafrost delle Alpi piemontesi a seguito di inconvenienti tecnici che hanno danneggiato alcune stazioni installate nel corso del Progetto Europeo PermaNet.

Il permafrost è una componente rilevante delle nostre montagne ad alta quota, sensibile ai cambiamenti climatici e solo da poco tempo posta sotto osservazione.

Il documentario dedicato alla [Giornata Mondiale della Montagna 2013](#) illustra le fasi finali dell'intervento effettuato il 16 ottobre 2012 alla stazione del Passo del M. Moro a quota 2870 m s.l.m. (Comune di Macugnaga, VB) ed evidenzia l'impegno dell'Agenzia nel perseguire l'obiettivo di efficienza del sistema di controllo in un ambiente montano estremo, straordinario ed affascinante ma non sempre favorevole dal punto di vista operativo.



## Archivio Notizie

- 2014
- 2013
- 2012
- 2011
- 2010
- 2009

## Arpa comunica

- Notizie
- Comunicati stampa
- Eventi
- Publiccazioni
- Ufficio stampa

## Accesso riservato

[Intranet](#)



Arpa Piemonte

Dip. Tem. "Geologia e Dissesto"

## Attività di ripristino delle stazioni di monitoraggio del permafrost nelle Alpi piemontesi



STAZIONE DI MONITORAGGIO DEL PERMAFROST ALPINO  
PERMAFROST MONITORING STATION



Periodo di programmazione: 2007/2013  
Cod. progetto: 16-1-31  
[www.permanet-alpinespace.eu](http://www.permanet-alpinespace.eu)

Relazione preliminare di sintesi  
(vs. 1.1, novembre 2013)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016



# **Nuove installazioni (dal 2013)**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni

**22 sensori di temperatura collegati a mini datalogger a due canali**



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni

Bacino Lago del Sabbione  
(Formazza, VB)



**Installati 7 sensori temperatura suolo (+ 1 sensore temperatura aria).**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni

Bacino Lago del Serrù (Ceresole Reale, TO)

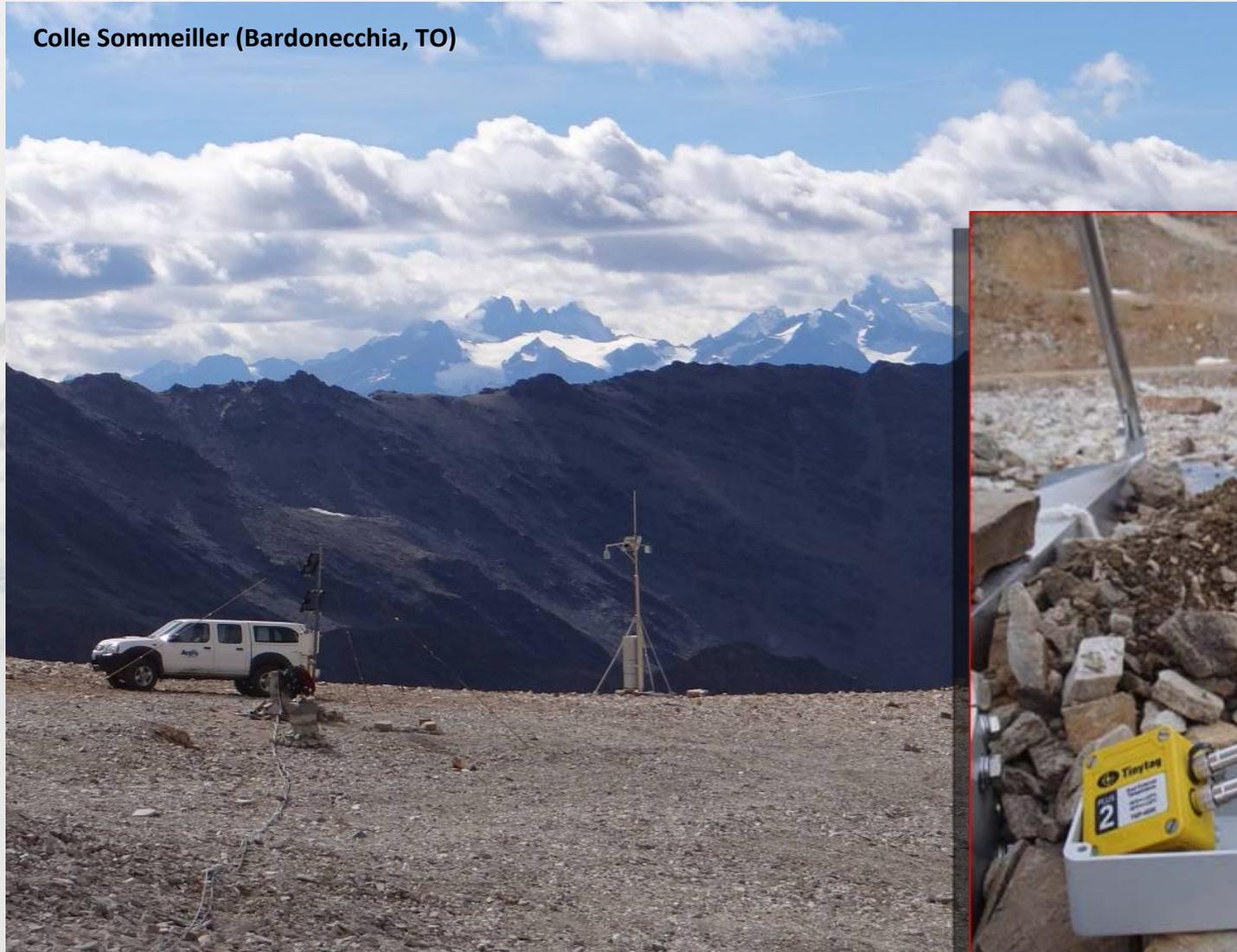


**Installati 4 sensori temperatura in detrito (2013 ÷ 2015)**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni

Colle Sommeiller (Bardonecchia, TO)

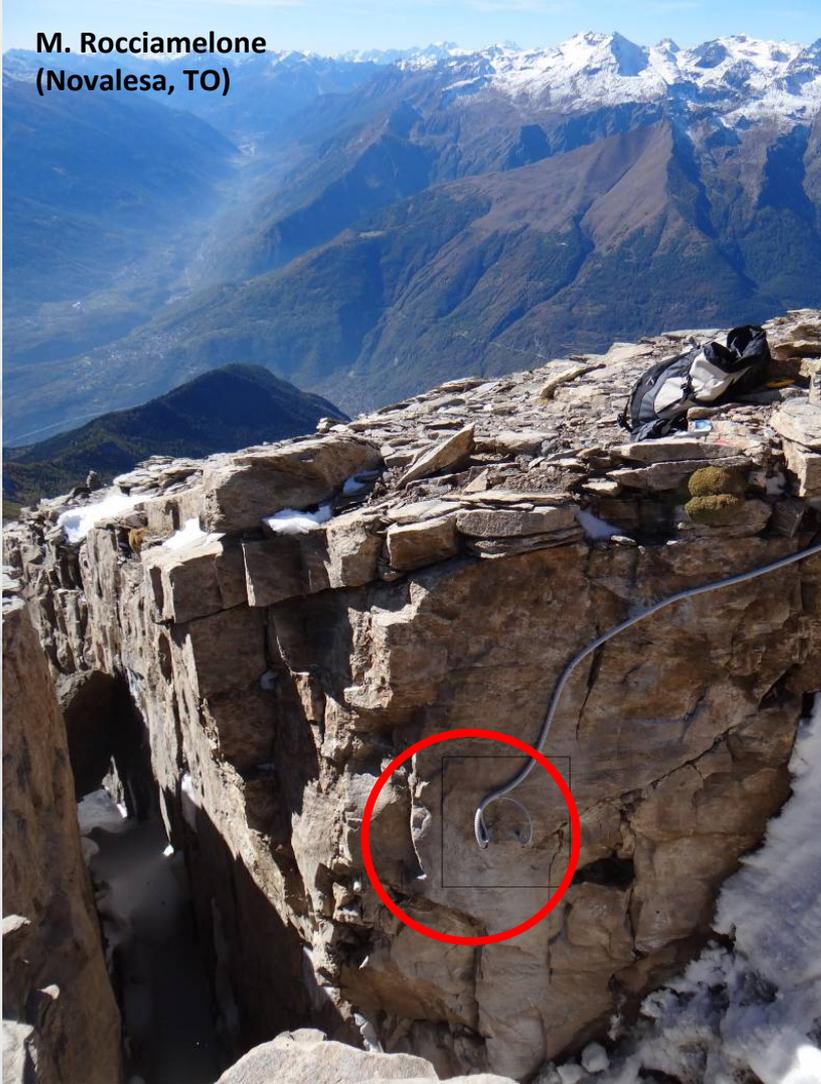


**Installati 4 sensori temperatura (-1 dal 2015)**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni

M. Rocciamelone  
(Novalesa, TO)



**Installati 6 sensori temperatura**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni

**Test site del  
BUCO DI VISO**

**18 dicembre 2013**

**Installati  
temporaneamente 20  
sensori temperatura:  
10 in frattura e 10 in  
aria**



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni

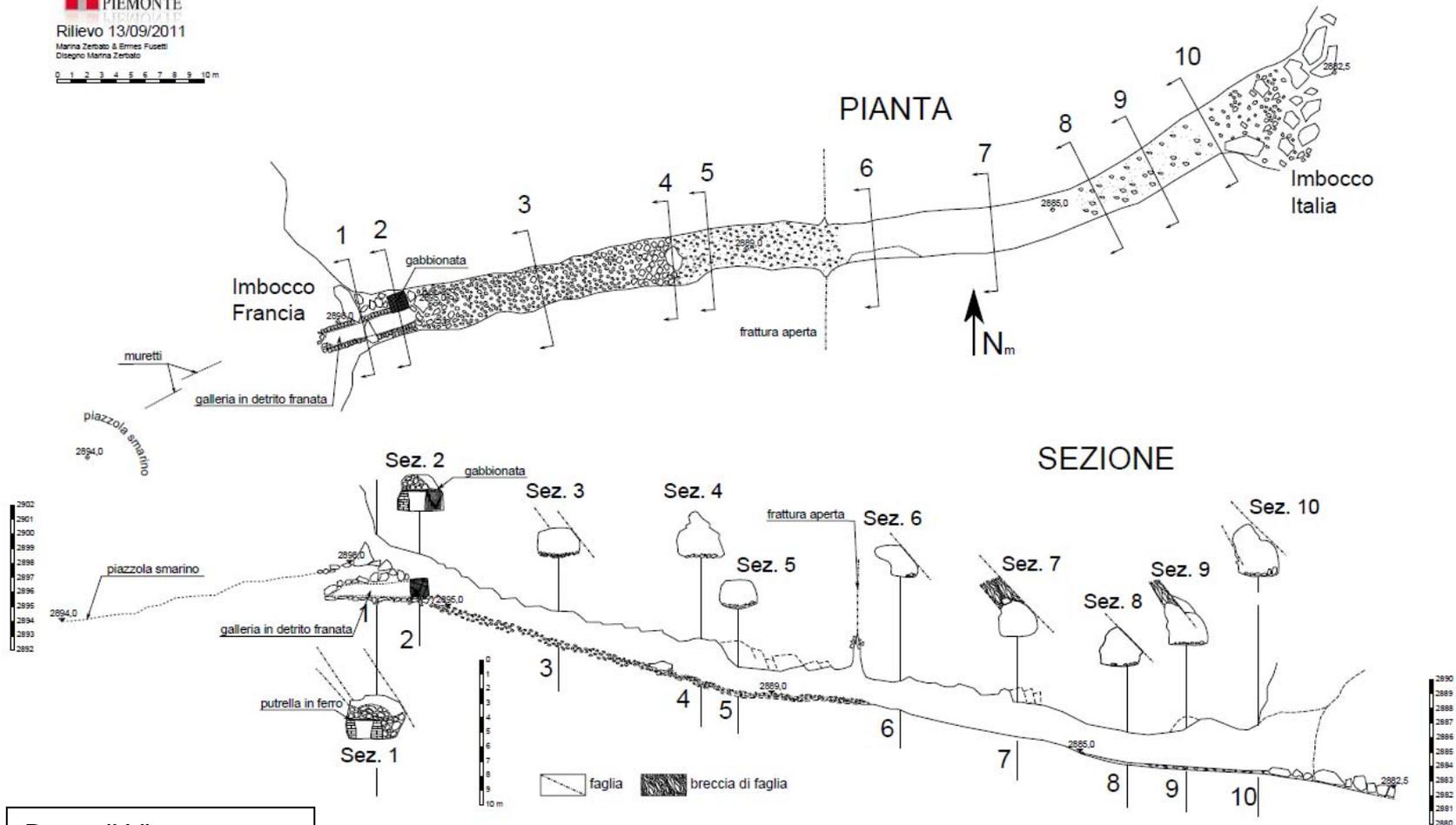
## Buco di Viso (I - F)

REGIONE  
PIEMONTE

Rilievo 13/09/2011

Marina Zerato & Ermes Fusetti  
Disegno Marina Zerato

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 m



Buco di Viso  
(Crissolo, CN)

All. F.4 - Planimetria, profilo e sezioni di dettaglio Buco di Viso

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni



Buco di Viso  
18 dicembre  
(Crissolo, CN)

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Nuove installazioni

**Monitoraggio  
sorgente Prato  
Ciorliero (Val Maira,  
CN) - 2000 m quota**

**1 sensore Taria**

**2 sensori Tsuolo**

**1 sensore Tacqua**

**Prato Ciorliero, 1 dic 2015**

**Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016**

# Approfondimenti

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: misure BTS

## BTS: misura della temperatura del suolo all'interfaccia neve-suolo



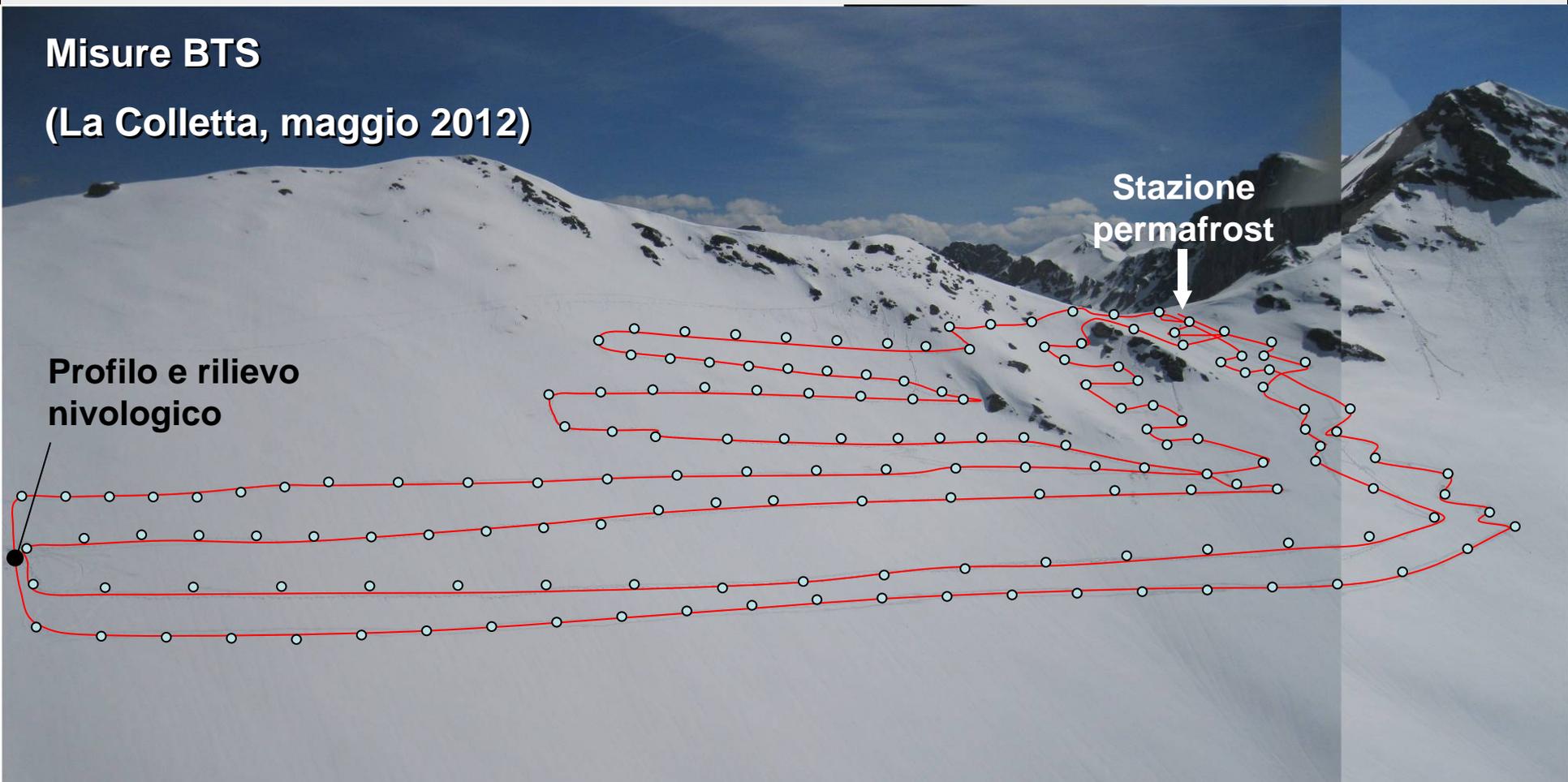
Anno	Siti	Punti BTS
2009	6	176
2010	4	113
2011	3	142
2012	3	246
2013	5	273
2014	3	440
2015	4	211
<b>totale</b>		<b>1601</b>

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: misure BTS

Misure BTS

(La Colletta, maggio 2012)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: misure BTS

Colle Sommeiller,  
03 dicembre 2013  
20 febbraio 2014  
(Bardonecchia, TO)



**Misure BTS nei nodi di una griglia 10 m x 10 m**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: misure BTS

## Rilievo nivologico

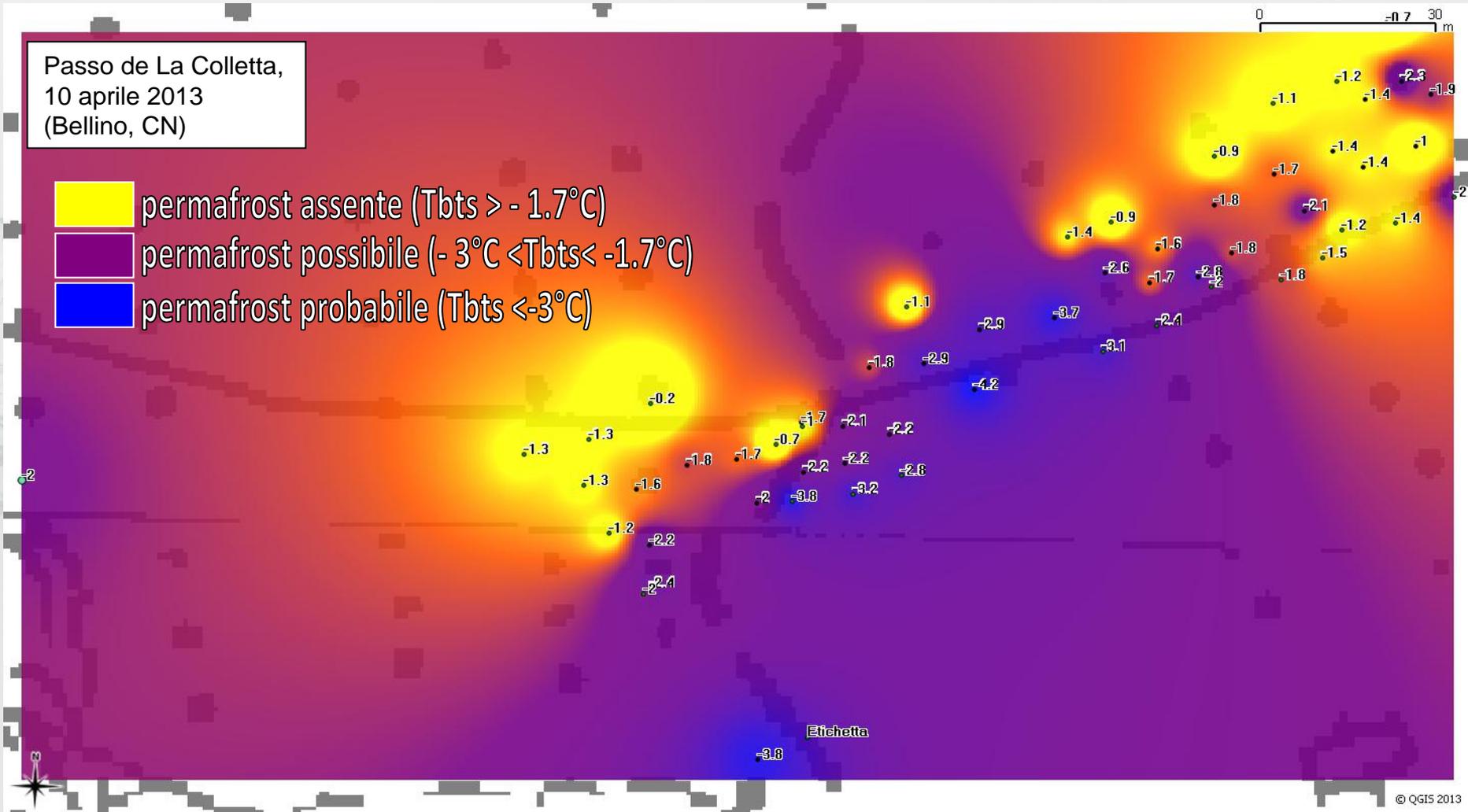
		<b>OSSERVAZIONI NIVOMETEO</b> n. 0		<b>MODELLO</b> 6			
Anno di Osservazione: LOCALITÀ LOCALITÀ da punto di Osservazione: QUOTA del punto di Osservazione:		LOCALITÀ ALTA VALLE DI SUSA COLLE DEL SOMMEILLER 3000		Data: 03/12/2013 Ora: 10:30 Il Rilievatore: P. Mattiel - M. Ala			
<b>NEVE AL SUOLO (cm)</b> QUOTA ESPOSIZIONE (m s.l.m.) N E S W		<b>NEVE A DEBOLE COESIONE IN SUPERFICIE (cm)</b> Quota ESPOSIZIONE (m s.l.m.) N E S W		<b>PIOGGIA</b> Il giorno fino alla quota (m s.l.m.)			
5000 m 3000 m 2000 m m		1500 m 3000 m m m		500 m N 30 28/10/2013 1500 m N 30 28/10/2013 2000 m NE 30 28/10/2013 rate:			
<b>COPERTURA NEVOSA</b> spessore fino a (m s.l.m.) S N discontinua fino a quota (m s.l.m.) S N continua oltre i (m s.l.m.) S N		<b>STRATO SUPERFICIALE</b> ESPOSIZIONE QUOTA (m s.l.m.) TIPO Da 2500 a 3000 E Da 2500 a 3000 F		A neve a distribuzione disomogenea B neve a debole coesione bagnata C neve a debole coesione secca D neve a debole coesione secca con particelle di ghiaccio E neve a debole coesione secca con particelle di ghiaccio e neve F neve a debole coesione secca con particelle di ghiaccio e neve G neve a debole coesione secca con particelle di ghiaccio e neve H neve a debole coesione secca con particelle di ghiaccio e neve			
<b>ATTIVITÀ EOLICA IN QUOTA</b> NEVE TELICABILE NEVE EOLICA NEVE EOLICA NEVE EOLICA		<b>VALANGHE SPONTANEE</b> NEVE TELICABILE NEVE EOLICA NEVE EOLICA NEVE EOLICA		1 - piccola valanghe a piccoli scricchiolii 2 - valanghe spontanee di media grandezza 3 - molte valanghe di media grandezza 4 - singole grandi valanghe 5 - numerose grandi valanghe 6 - valanghe di superficie 7 - valanghe di fondo 8 - percorsi delle valanghe abituali 9 - percorsi delle valanghe eccezionali a - versanti aperti sopra il bosco b - entro il bosco c - in presenza di creste			
<b>DISTACCO ARTIFICIALE</b> periodo del distacco non accertabile la valangha si è verificata nei giorni 02/12/2013 03/12/2013		periodo del distacco non accertabile la valangha si è verificata nei giorni 02/12/2013 03/12/2013		persone abitazioni CIVILI strade impianti di risalita Piste da sci bosco altro			



Colle Sommeiller,  
03 dicembre 2013  
(Bardonecchia, TO)

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: misure BTS

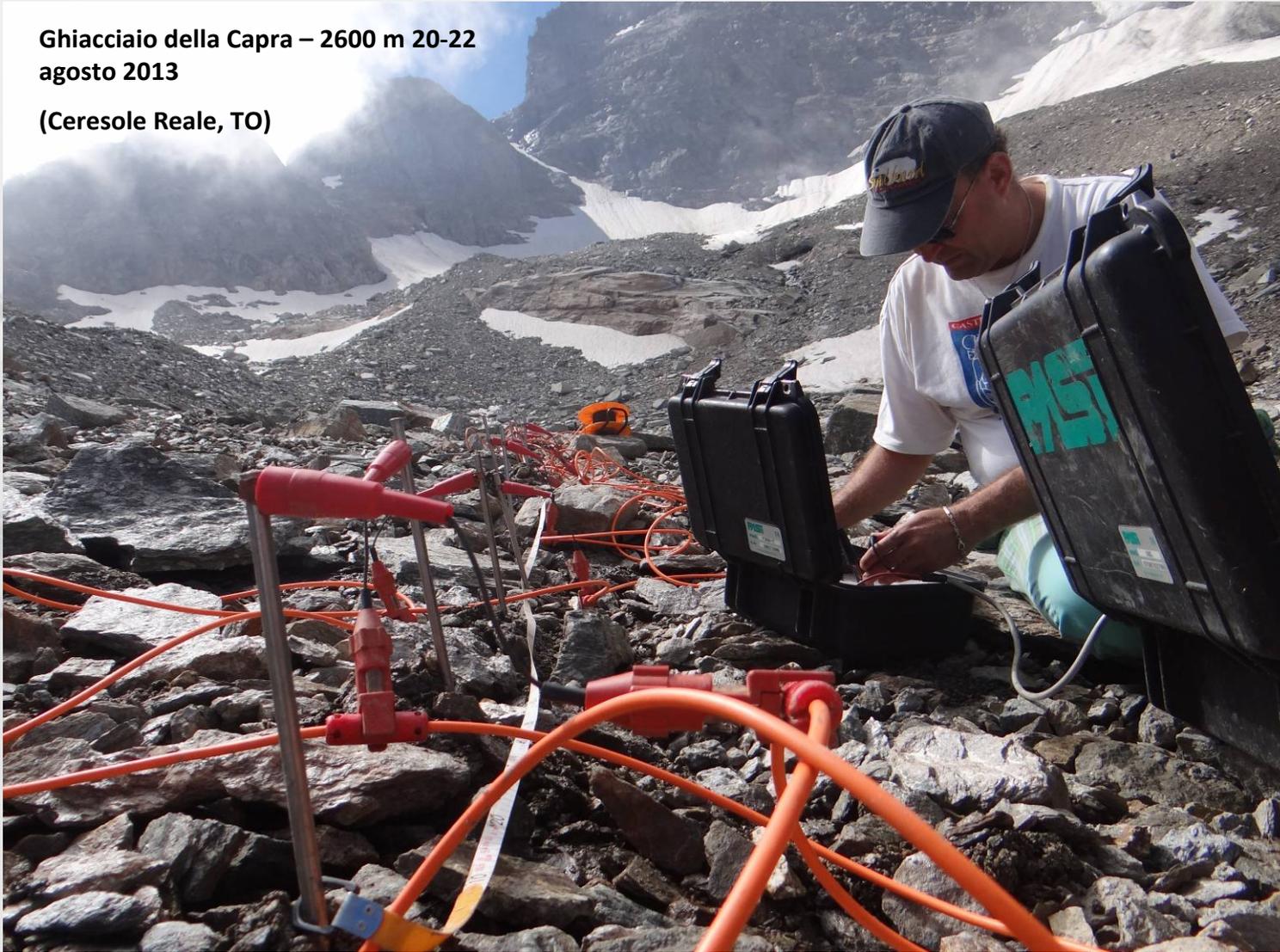
## Esempio di interpolazione dei dati BTS



## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: geofisica (ERT)

Ghiacciaio della Capra – 2600 m 20-22  
agosto 2013

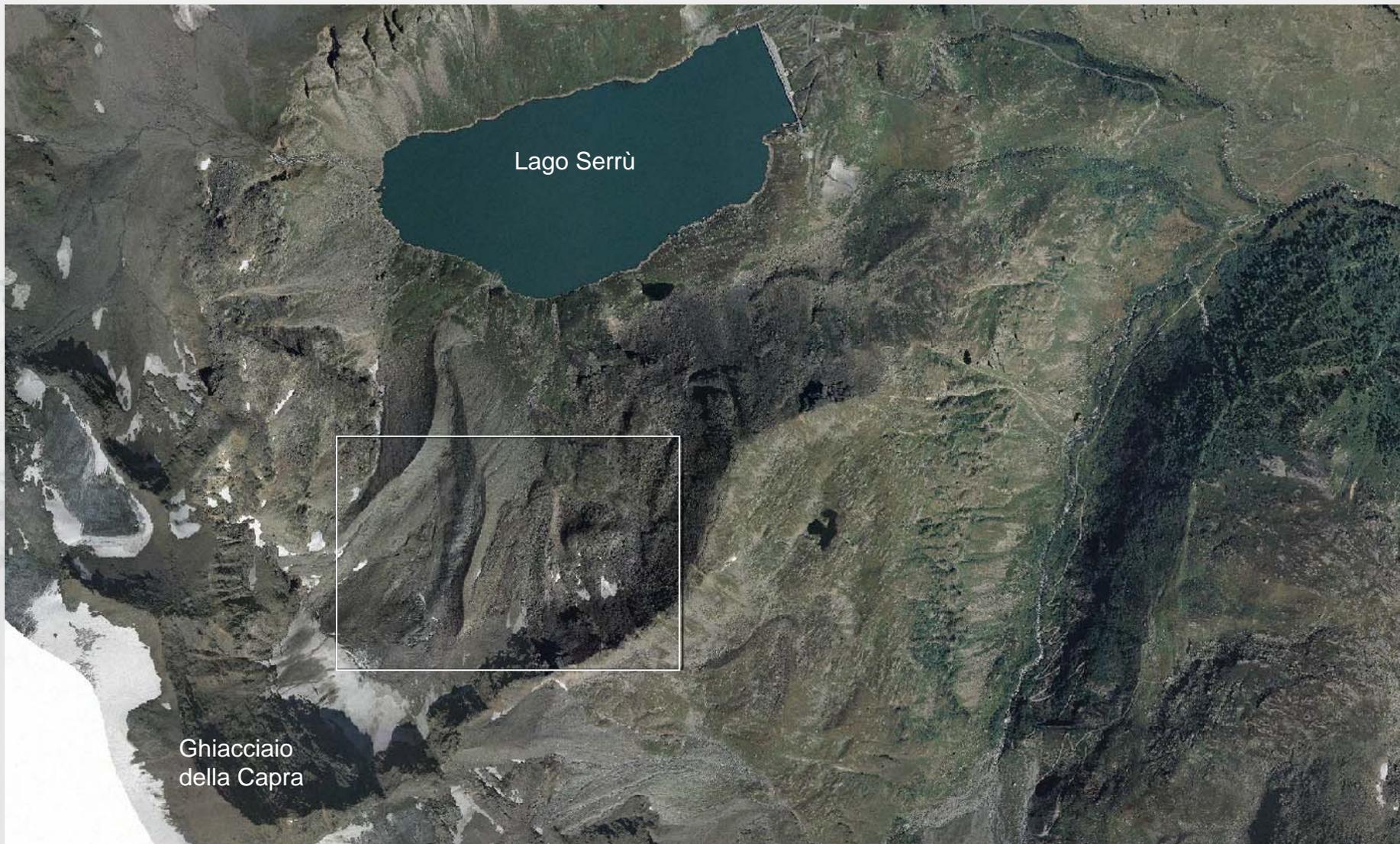
(Ceresole Reale, TO)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016



## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: geofisica (ERT)

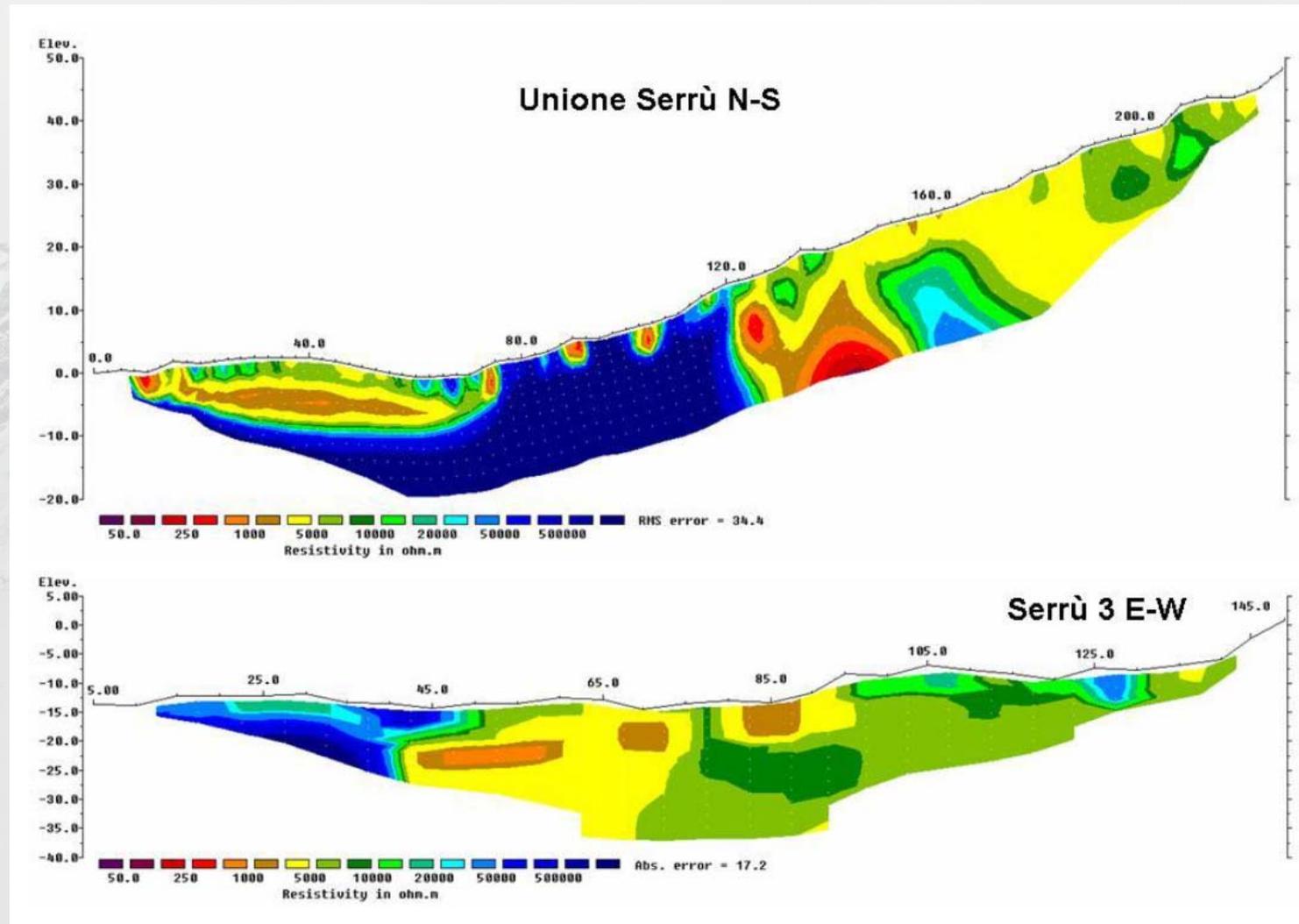


Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

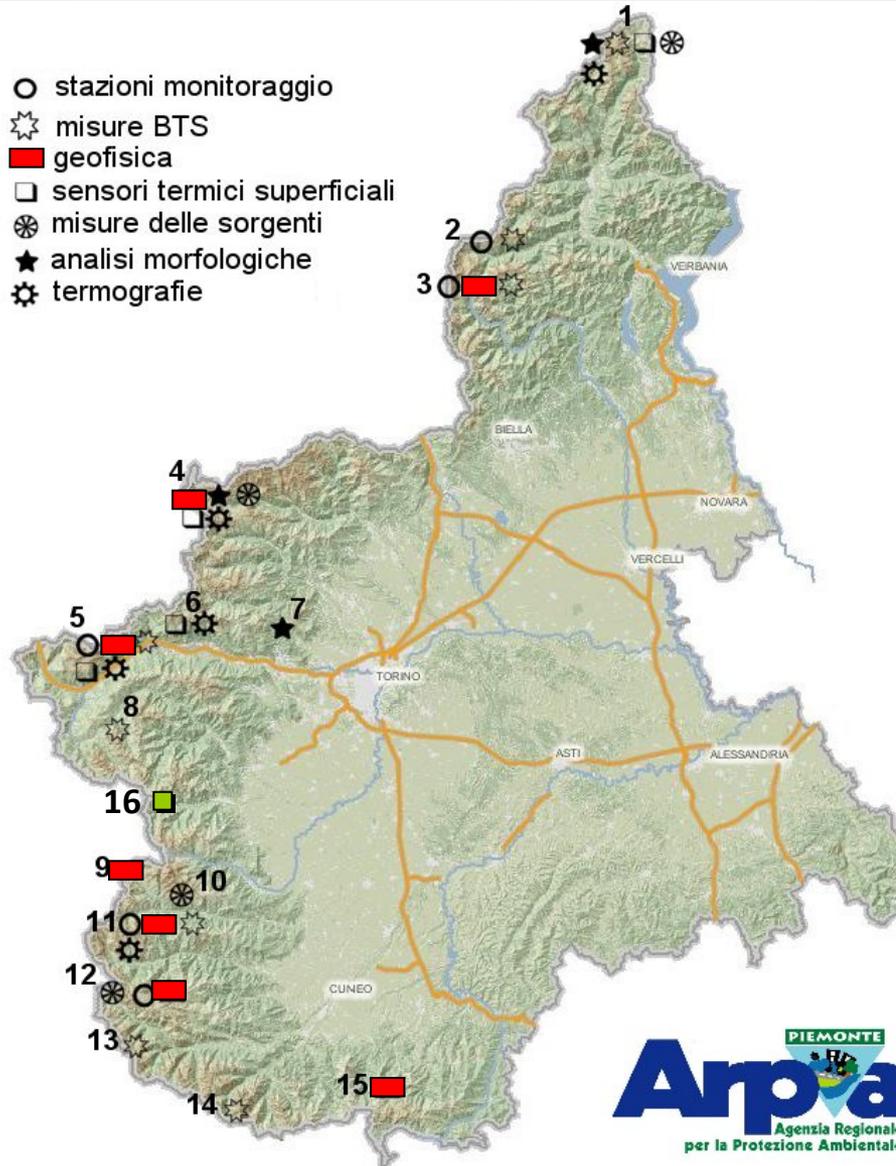


# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: geofisica (ERT)

## Profili di resistività

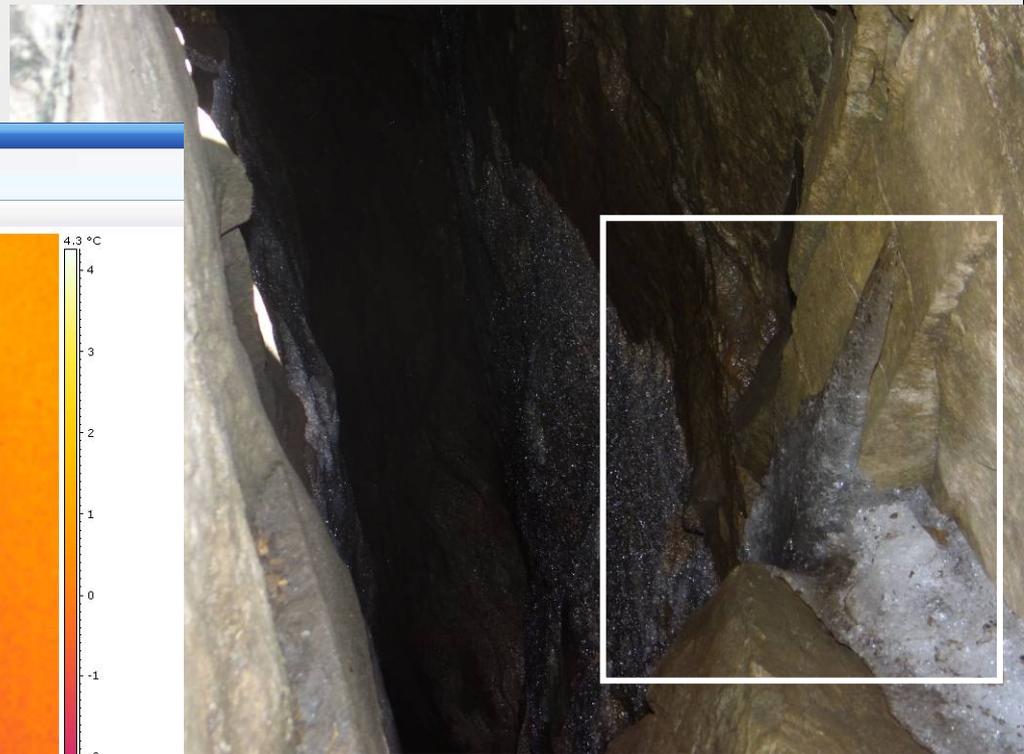
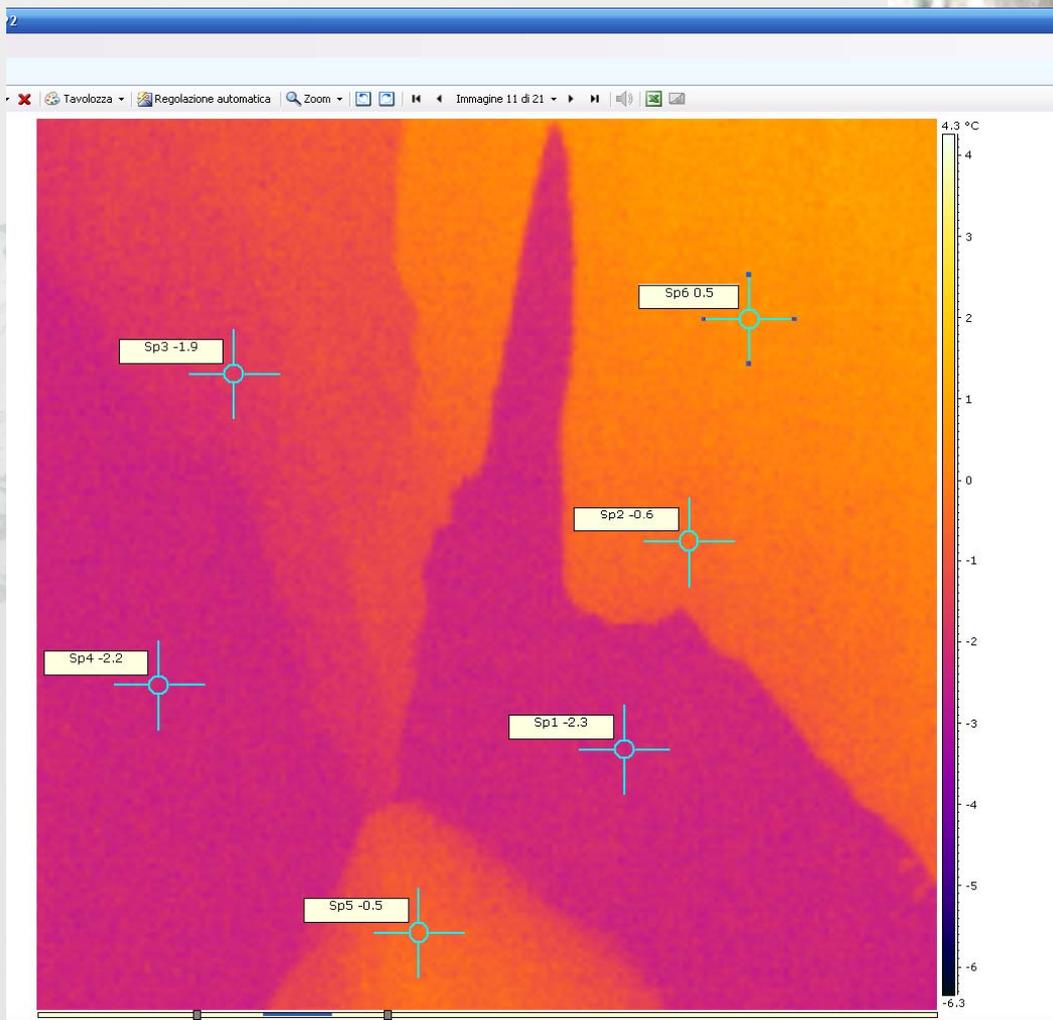


# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: geofisica (ERT)



- 1) *alta Val Formazza*
- 2) *Passo del Monte Moro*
- 3) *Passo dei Salati*
- 4) *alta Valle Orco*
- 5) *Colle del Sommeiller*
- 6) *M. Rocciamelone*
- 7) *Massiccio di Lanzo*
- 8) *M. Banchetta*
- 9) *Colle dell'Agnello*
- 10) *Sampeyre*
- 11) *Passo del La Colletta*
- 12) *Passo della Gardetta*
- 13) *rock glacier di Schiantala*
- 14) *Laghi di Valscura*
- 15) *rock glacier del Seirasso*
- 16) *Buco del Viso*

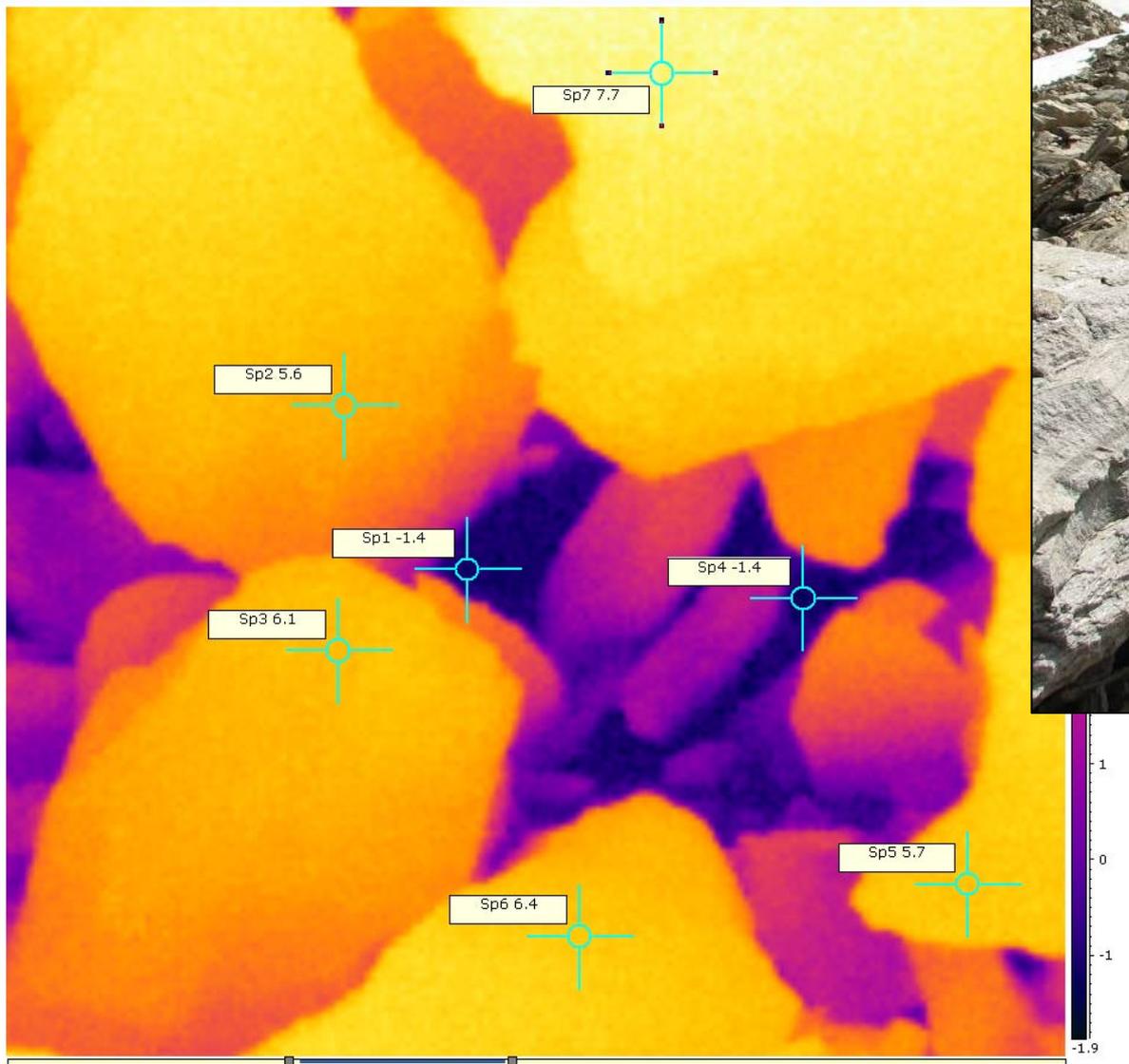
# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: termografie



M. Roccamelone – 3000 m  
15 luglio 2013  
(Novalesa, TO)

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: termografie

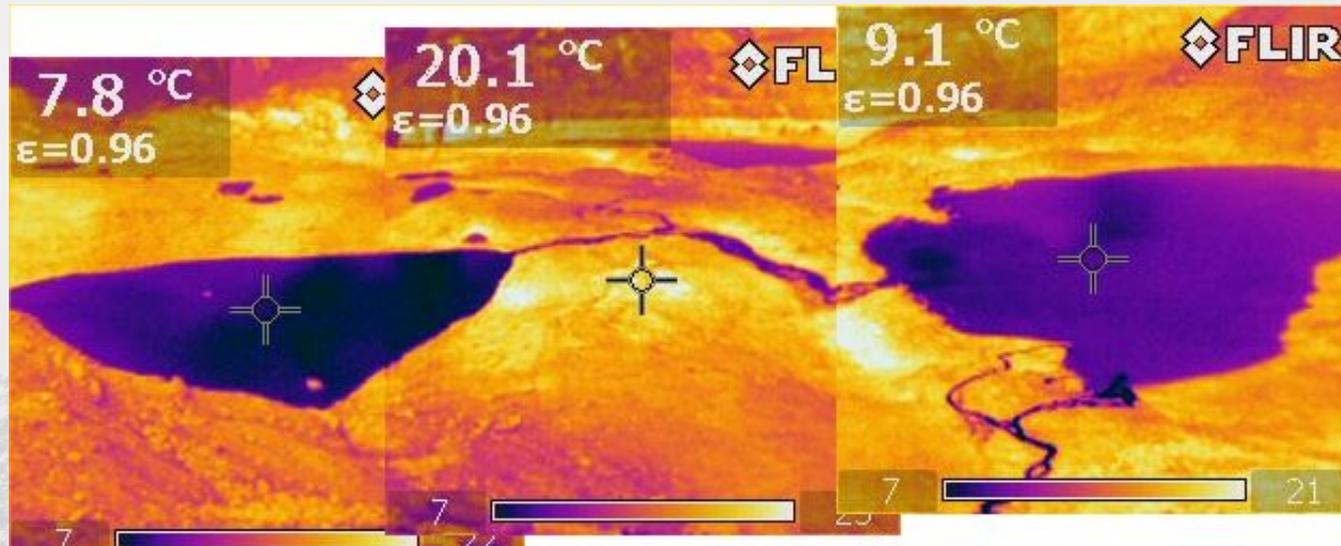


Falde detritiche del Corno  
di Ban – 2600 m 07 agosto  
2013

(Formazza, VB)

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: termografie

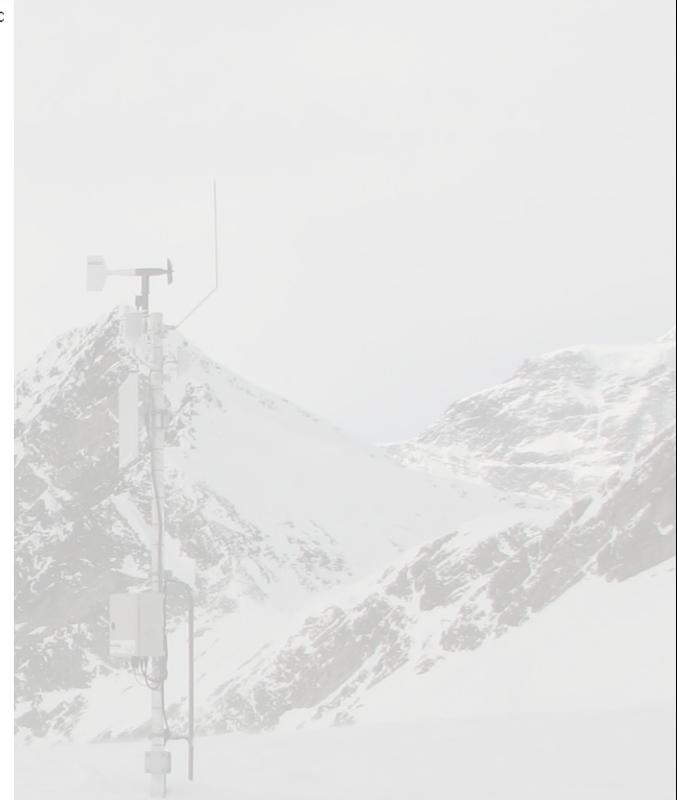
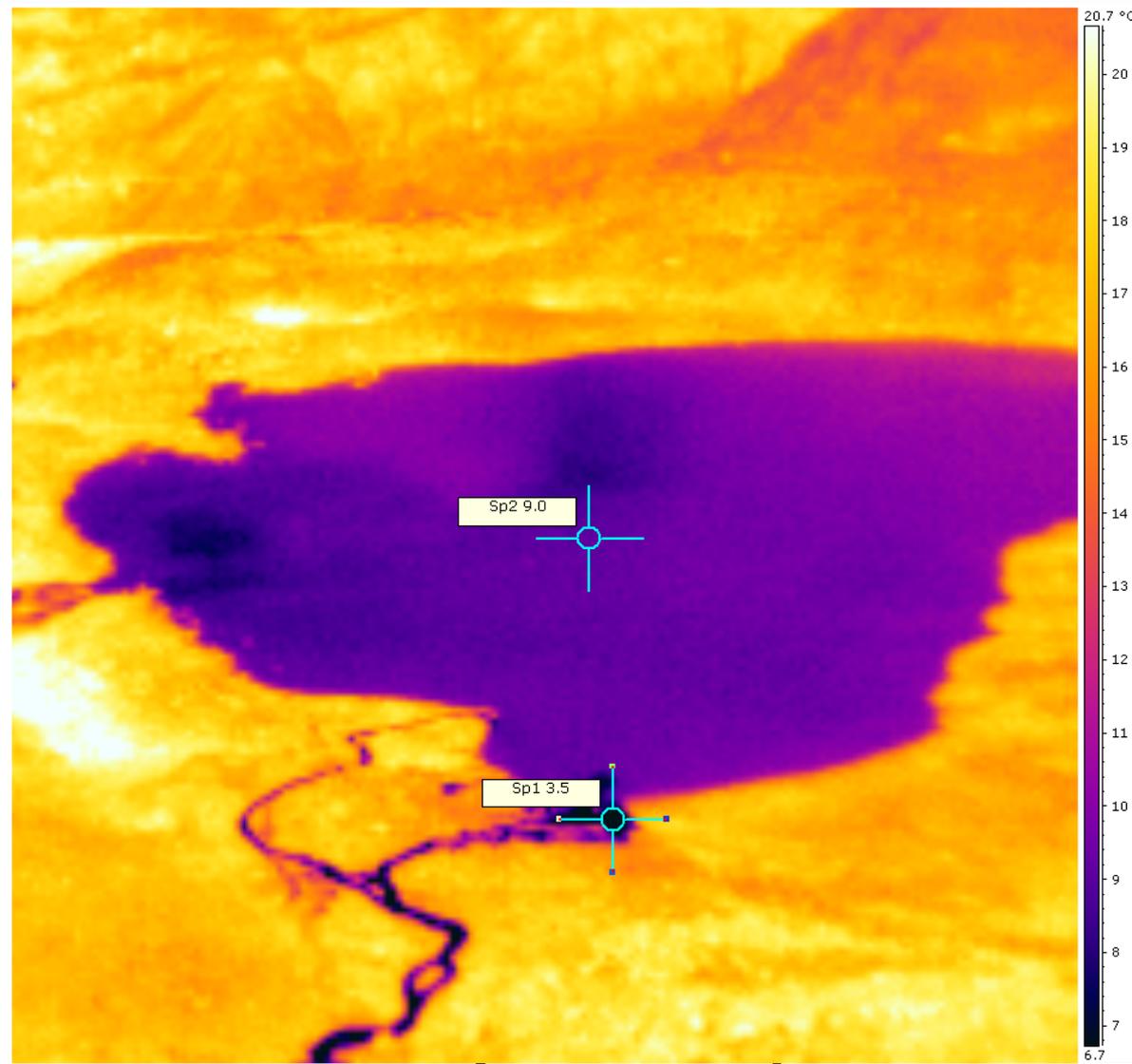


Laghi Boden – 2300 m  
06 agosto 2013  
(Formazza, VB)



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: termografie



Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: idrogeologia



**CNR**  
Consiglio Nazionale  
delle Ricerche



**ISE**  
Istituto per lo Studio  
degli Ecosistemi

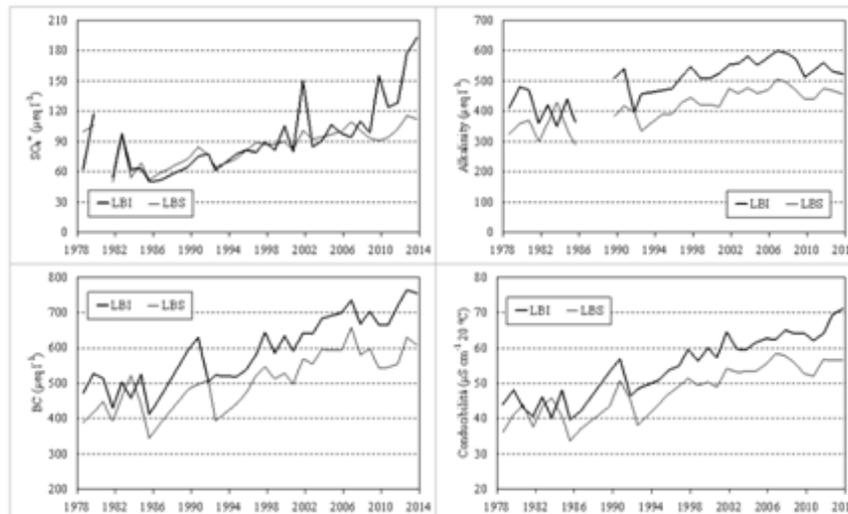
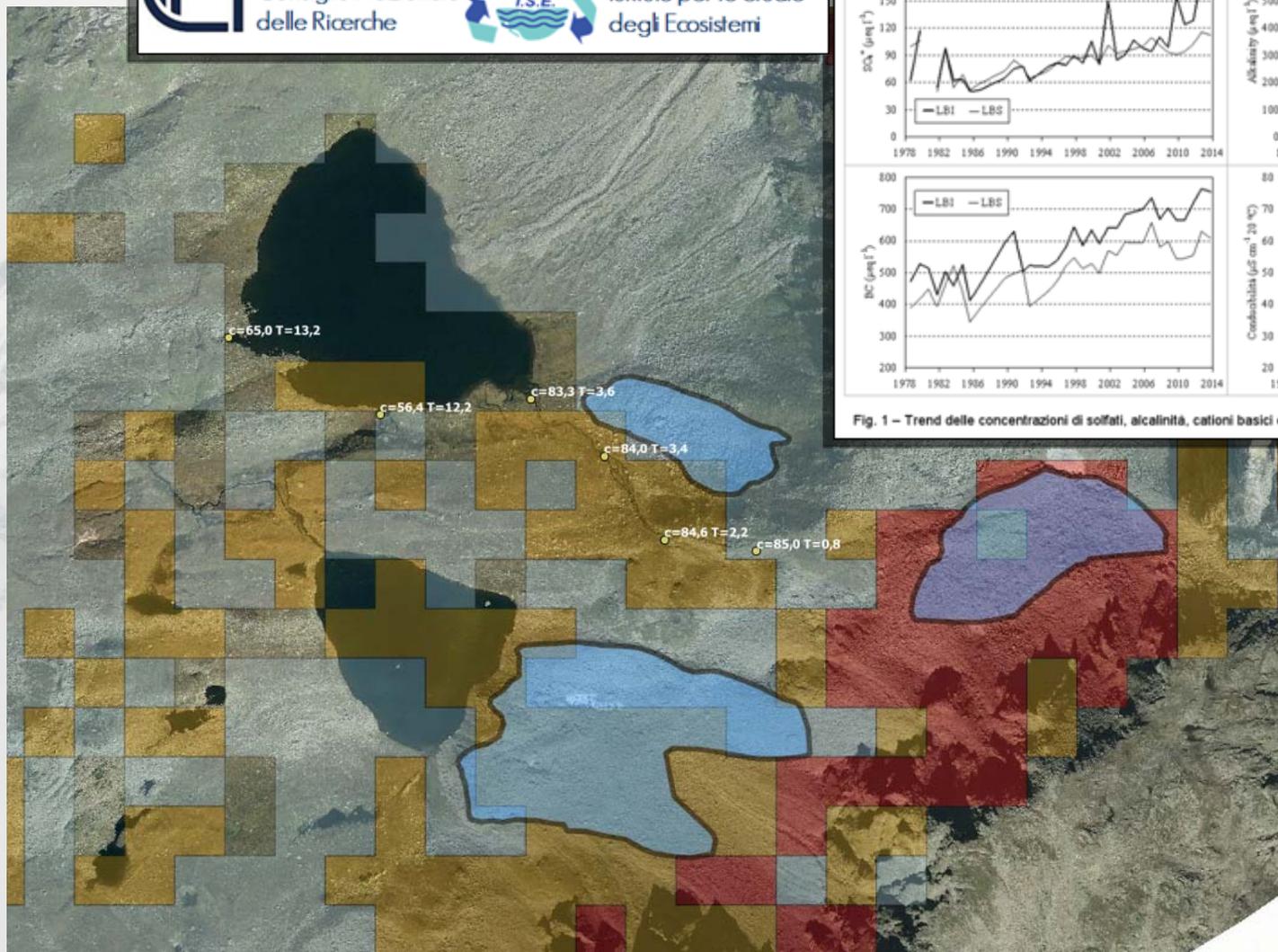
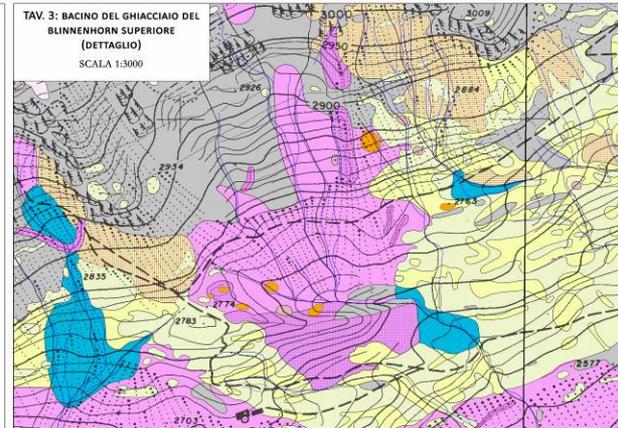
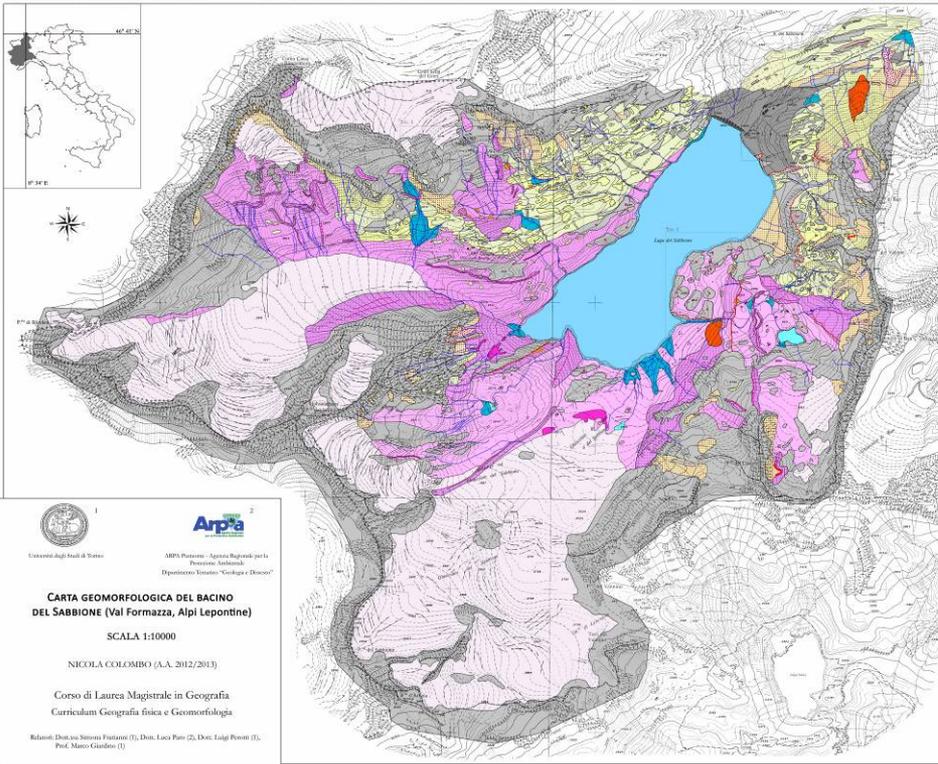
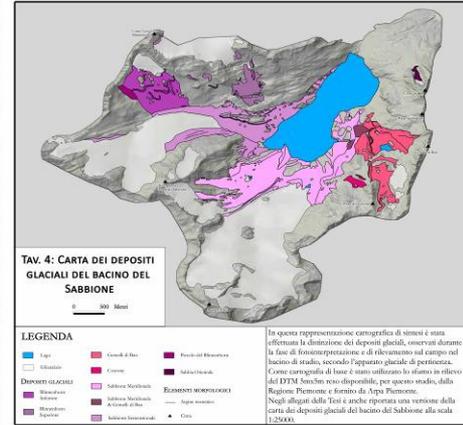
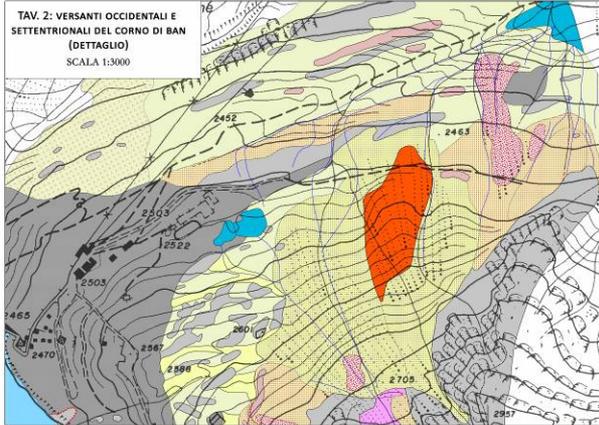
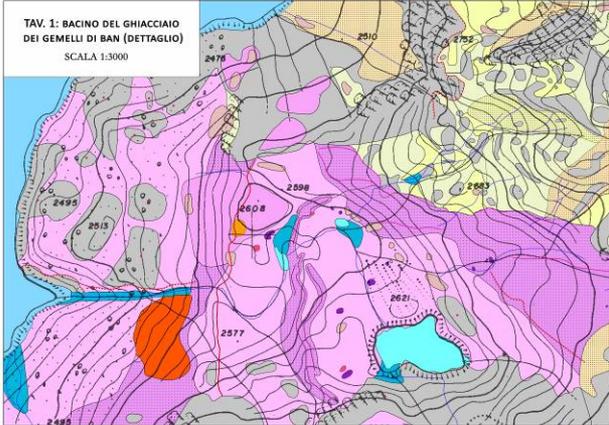


Fig. 1 – Trend delle concentrazioni di solfati, alcalinità, cationi basici e conducibilità nei Laghi Boden dal 1978 al 2013.

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: studi di dettaglio

## Tesi di Laurea di N. Colombo (UniTO)

TAV. 1: BACINO DEL GIAICIAIO DEI GEMELLI DI BAN (DETTAGLIO)  
SCALA 1:3000



La carta geomorfologica qui riportata è stata realizzata utilizzando i fontogrammi laser degli anni 1955, 1977, 1983, 1989, 1995 e 2001. Inoltre, sono state impiegate le cartografie digitali anno 1986-1989, 1994-1995, 2001-2007, 2009 e 2010.

I perimetri degli apparati glaciali sono riferibili all'anno 2007, mentre il limite frontale del Ghiacciaio del Sabbiône ideomorfico è aggiornato all'anno 2009. La fase fontoperpetua è stata affrontata da una campagna di rilievi sul campo condotta durante l'estate 2012, svolta alla integrazione delle conoscenze geomorfologiche desunte dall'analisi dei fontogrammi aerei e da studi progressivi nel bacino del Sabbiône.

Nel corso del rilevamento sono stati eseguiti dei rilievi morfologici allo scopo di definire la distribuzione delle forme studiate dal rinnovamento venuto dei depositi.

La digitalizzazione dei dati derivanti dalle mappe condotte è stata effettuata avvalendosi del software Quantum GIS (LIS), a una scala nominale di 1:1000. La carta geomorfologica di sintesi è qui proposta alla scala 1:3000. Inoltre, sono stati realizzati tre piani di dettaglio alla scala 1:3000, nelle aree maggiormente interessate dalla presenza di forme coniche (TAV. 1/2/3).

La base topografica utilizzata è la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:50000, impiegando le sezioni n. 01160 (CORNO DI BAN), 02110 (MORCOSA), 03100 (PUNTA D'ARBOLA) e 03500 (LAGO VANDINO).

Per maggiori dettagli si faccia riferimento alle note illustrative della carta geomorfologica contenute nella Tesi e cui la carta è allegata.

**LEGENDA DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA**

<p><b>PROCESSI DI ORIGINE GLACIALE</b></p> <p>a) Depositi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Til di abbassamento</li> <li>Til di abbasione</li> <li>Til indifferenzato</li> <li>Deposito glaciale a nucleo di ghiaccio</li> </ul> <p>b) Forme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Montia laterale</li> <li>Montia frontale</li> <li>Condice monente indifferenzato</li> <li>Condice monente deformato</li> <li>Hummocky monente</li> </ul> <p>c) Elementi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apparato glaciale</li> <li>Lago proglaciale</li> <li>Saglie di valle sospesa</li> <li>Rocce marmozza/serina</li> </ul>	<p><b>PROCESSI DI ORIGINE CRITICA</b></p> <p>a) Forme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rock glacier</li> <li>Area soggetta a sub-gelifrattio</li> <li>Area soggetta a enonabazione sl.</li> <li>Front bull</li> <li>Sudo rotario</li> <li>Paradisa rampart</li> </ul> <p>b) Depositi/forme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Falda dentica/cosa dentico</li> </ul> <p>c) Elementi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definizione Geografica Profonda di Versane (DGPP)</li> </ul>	<p><b>PROCESSI LEGATI ALLE ACQUE SUPERFICIALI</b></p> <p>a) Depositi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deposito morfologico/lineare</li> </ul> <p>b) Elementi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sede d'irruzione torrentizia</li> </ul> <p><b>PROCESSI DI ORIGINE MISTA</b></p> <p>a) Depositi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deposito denudico di origine mista</li> </ul> <p>b) Elementi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo di scarpata</li> </ul> <p><b>PROCESSI DI ALTERAZIONE E RUSCELLAMENTO DIFFUSO (WEATHERING DEPOSITS)</b></p> <p>a) Depositi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Colte di alterazione con vegeta</li> <li>Colte di alterazione vegeta</li> </ul>	<p><b>SUBSTRATO ROCCIOSO ED ELEMENTI ASSOCIATI</b></p> <p>a) Elementi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Affioramento di substrato roccioso</li> <li>Elemento lineare morfostorante</li> <li>Linea di erosio</li> </ul> <p><b>FORME ANTROPICHE E MANUFATTI</b></p> <p>a) Elementi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lago artificiale (Lago del Sabbiône)</li> <li>Area interessata da rimboscimento antropico diffuso</li> <li>Cava abbandonata</li> <li>Opera antropica</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Arpa**

Consorzio degli Stati di Torino

MIPR Piemonte - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale  
"Dipartimento Territorio, Geologia e Difesa"

**CARTA GEOMORFOLOGICA DEL BACINO DEL SABBIONE (Val Formazza, Alpi Lepontine)**

SCALA 1:10000

NICOLA COLOMBO (A.A. 2012/2013)

Corso di Laurea Magistrale in Geografia  
Curriculum Geografia fisica e Geomorfologia

Rilascio: Dott.ssa Simona Fontaine (1), Dott. Luca Pao (2), Dott. Luigi Piovati (1), Prof. Marco Giuliano (1)

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: studi di dettaglio

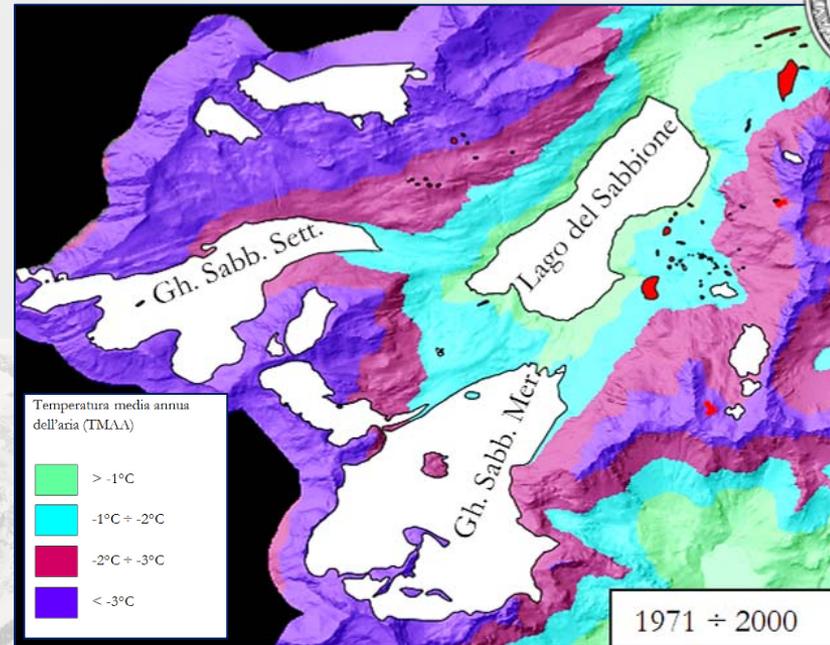
Tesi di Laurea di N. Colombo e M. Provenzale (UniTO)



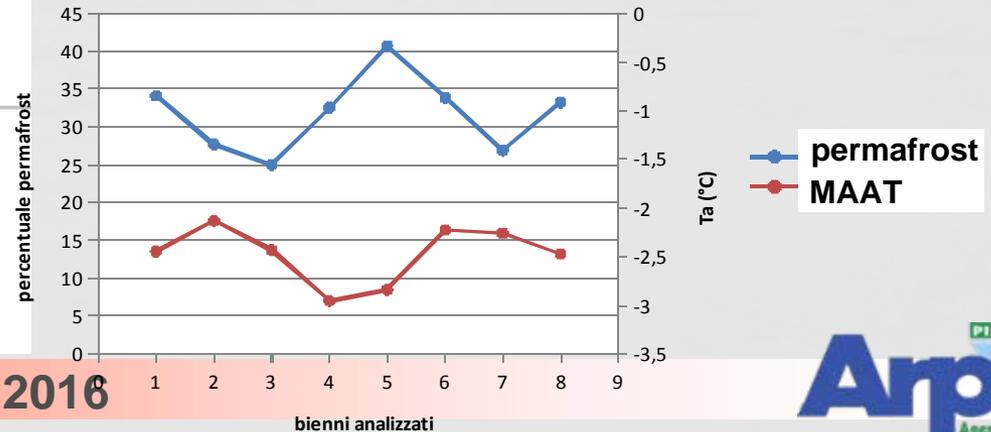
PIEMONTE  
**Arpa**  
Agenzia Regionale  
per la Protezione Ambientale

MANUALE PER IL PLUG-IN QUANTUM GIS  
**PERMACLIM**

Plugin di implementazione del modello PERMACLIM  
per la valutazione della distribuzione potenziale del permafrost  
Manuale d'uso  
IT, vs 1.0  
ARPA Piemonte, di ottobre 2013



percentuale di permafrost e Ta



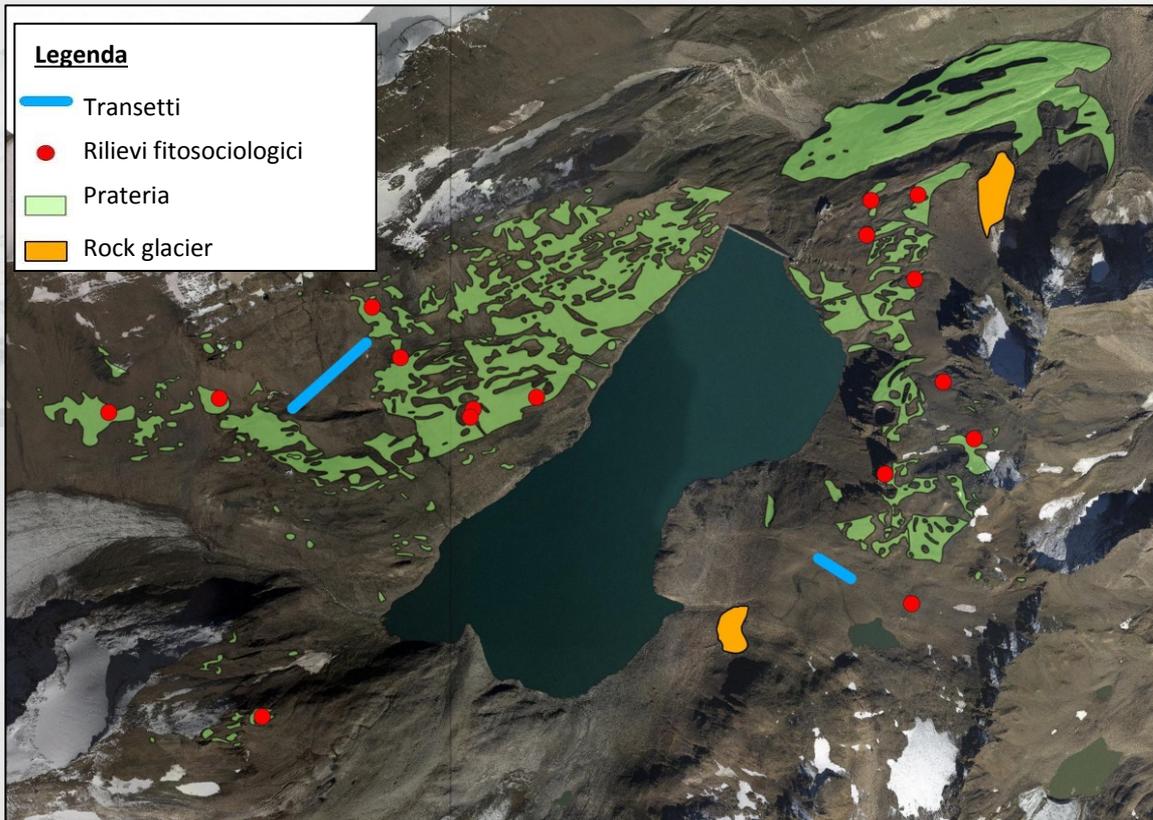
Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# PRINCIPALI ATTIVITÀ E RISULTATI – Approfondimenti: studi di dettaglio



## Tesi di Laurea di E. Giaccone (UniTO)

- rilievi fitosociologici
- Elenco floristico delle specie presenti sui rock glacier
- Studio sugli individui del genere *Salix*
- Studio fenologico su *Artemisia genipi*



Stadi fenologici *A. genipi*

# Sviluppi futuri

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

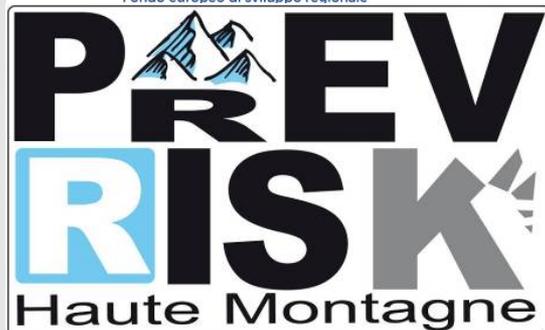
## SVILUPPI FUTURI

- Taratura strumenti stazione Colle Sommeiller (progetto Meteomet 2 in collaborazione con **INRiM**)
- Installazione nuovi sensori rete GST (anche in grotta)
- Supporto a Monterosa 2000 per la **progettazione di un sito di monitoraggio permafrost** nell'ambito dell'ampliamento del comprensorio sciistico al Passo dei Salati



## SVILUPPI FUTURI

- Attività di monitoraggio sito Passo dei Salati (sito **LTER** Alpi Occidentali)
- Nuovo sito di monitoraggio del M. Rocciamelone

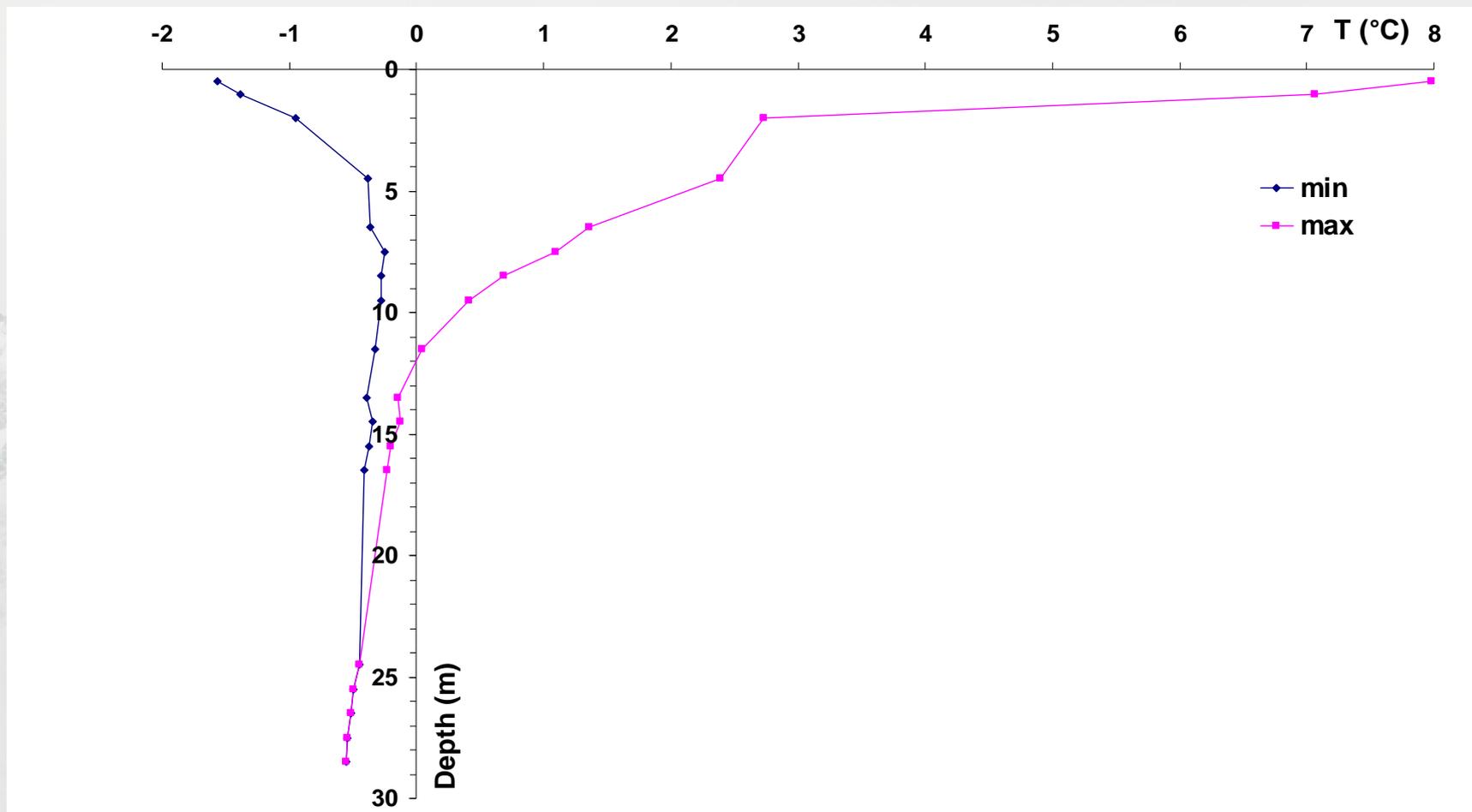


Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

# **Analisi dati e risultati preliminari**

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

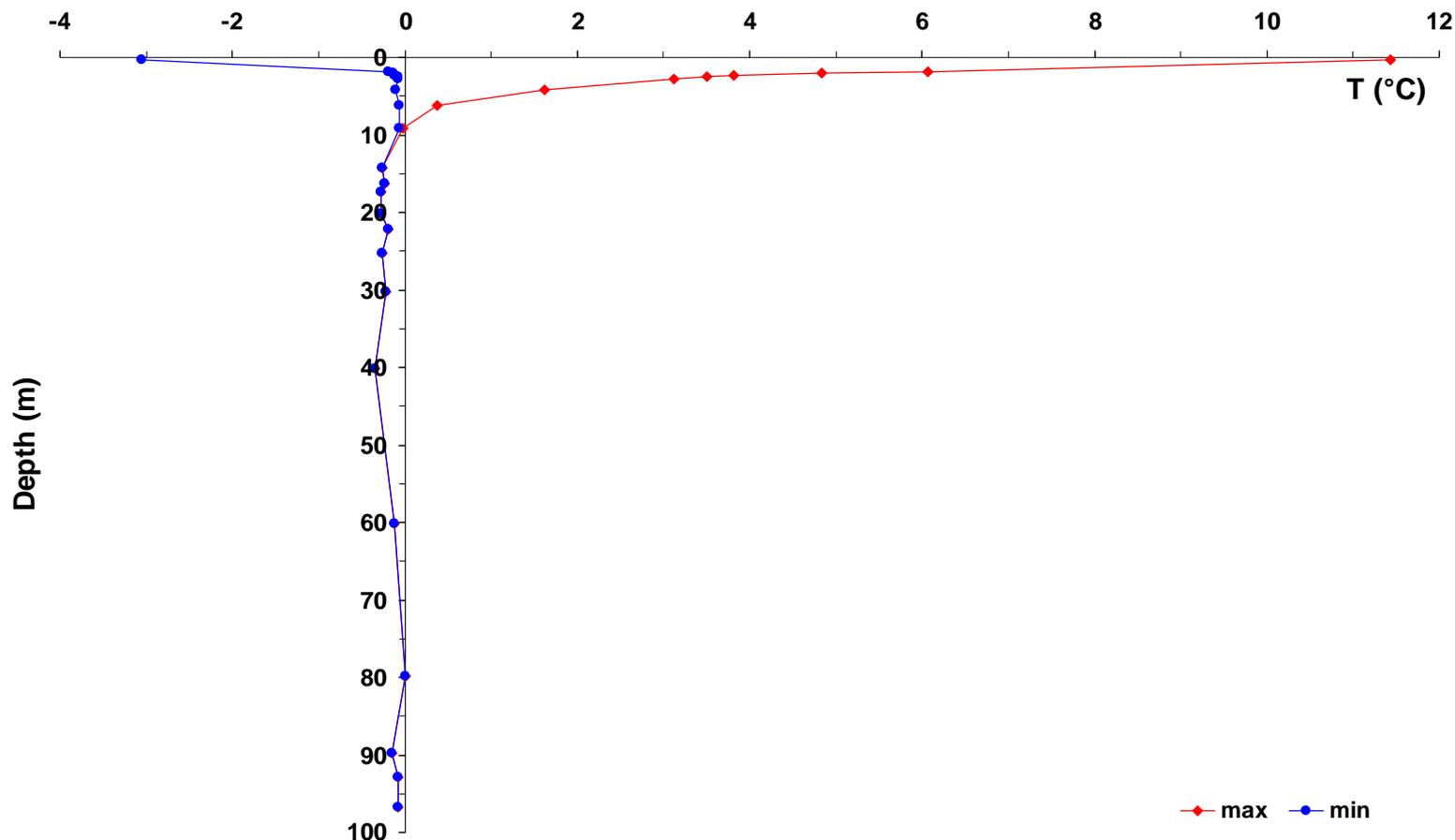
## Monitoraggio del permafrost: Passo del Monte Moro (Macugnaga, VB)



Profilo termico del pozzo del **Passo di Monte Moro** ottenuto con i valori massimi e minimi delle temperature medie giornaliere. Lo strato attivo dai dati a disposizione si colloca alla profondità di 11.5 m. Si noti anche la grossa variazione di gradiente termico durante la stagione estiva tra i primi 2 m e la porzione compresa tra 2 e 4.5 m forse da mettere in relazione al maggiore contenuto di ghiaccio/acqua riscontrato anche durante la perforazione proprio a partire dai 4 m circa.

Verbania Pallanza, 02 Febbraio 2016

## Monitoraggio del permafrost: Colle Sommeiller (Bardonecchia, TO)



Profilo termico del pozzo del Sommeiller. Dal profilo ottenuto con i valori massimi e minimi delle medie giornaliere del 2012. Lo strato attivo qui, risulta essere di circa 9 m nel **2012** ma purtroppo il valore del termometro a 9.22 m non è stato registrato in tutto il periodo. La ZAA è invece posizionata attorno a 14 m. La variazione infatti tra massimo e minimo alla profondità della ZAA è inferiore a 0.1°C.

# Grazie dell'attenzione

**Luca Paro**

**Arpa Piemonte**

**Dipartimento Tematico “Geologia e Dissesto”**

**S.S. Monitoraggi e Studi Geologici**

**[l.paro@arpa.piemonte.it](mailto:l.paro@arpa.piemonte.it)**