

# Monitoraggio della criosfera con metodologie geomatiche

Danilo Godone, PhD  
danilo.godone@unito.it

## La criosfera

Componenti della Criosfera	Area (milioni di Km <sup>2</sup> )	Volume (milioni di Km <sup>3</sup> )	Contributo potenziale al livello del mare(cm)
Neve su terraferma (Emisfero Nord) (min ~ max annuale)	1.9 ~ 45.2	0.0005 ~ 0.005	0.1 ~ 1
Ghiaccio marino, Artico e Antartico (min ~ max annuale)	19 ~ 27	0.019 ~ 0.025	0
Calotte	1.5	0.7	0
<b>Totale</b>	14.0	27.6	6390
Calotte polari Groenlandia	1.7	2.9	730
Antartico	12.3	24.7	5660
Ghiacciai (min [max] stimate)	0.51 [0.54]	0.05 [0.13]	15 [37]
Permafrost (Emisfero Nord)	22.8	4.5	~ 7

(Fonte IPCC, 2007 modificata)

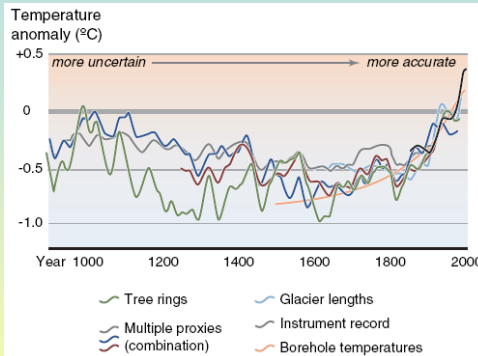
✳ Le calotte artiche ed antartiche influenzano il clima terrestre in cicli millenari;

✳ I ghiacciai sono indicatori dei cambiamenti climatici e influenzano a livello locale gli ecosistemi e le attività antropiche;

✳ I ghiacciai e la neve sono una fonte di acqua per il 40% della popolazione mondiale.

United Nations Environment Programme, 2007. *Global Outlook for Ice & Snow*. United Nations Environment Programme, Arendal.

## Effetti del *Global Change* sulla criosfera



(Fonte National Research Council, 2006)

- ❄ Riduzione del bilancio di massa dei ghiacciai;
- ❄ Riduzione di lunghezza dei ghiacciai;
- ❄ Degrado del *permafrost*.



- ❄ Rotte glaciali (*Jökulhlaups*);
- ❄ Variazioni di lunghezza;
- ❄ Valanghe di ghiaccio.

- ❄ Formazione di strati di fusione/rigelo;
- ❄ Rialzo dello zero termico nella stagione invernale.



Instabilità del manto nevoso

## Obiettivi

To keep track of the fast changes in nature and to assess corresponding impacts on landscape evolution, fresh water supply and natural hazards, monitoring strategies will have to make use of the rapidly developing new technologies (remote sensing and geoinformatics) and relate them to the more traditional methods.

*World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland*

# Ghiacciaio del Ventina



## Materiali e metodi

### Scopo della ricerca:

Misurare la dinamica del ritiro dei ghiacciai a supporto delle analisi della successione primaria del Larice (cronosequenza).

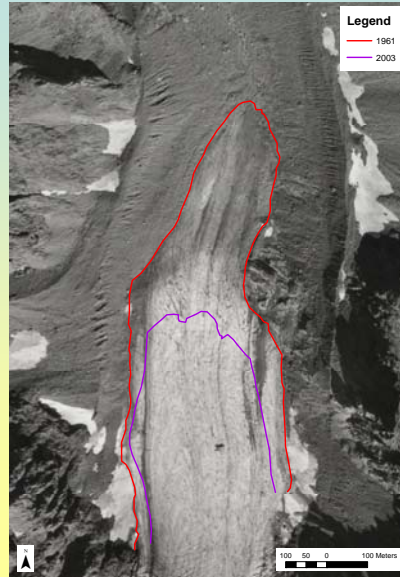
### Metodologie:

- Generazione di ortoimmagini;
- Confronto multitemporale;
- Analisi dati storici;
- Analisi GIS.

Garbarino, M., Lingua, E., Nagel, T.A., Godone, D., Motta, R., *Patterns of Larch Establishment Following Deglaciation of Ventina Glacier, Central Italian Alps*. *Forest Ecology and Management*, 259 (3), 2010

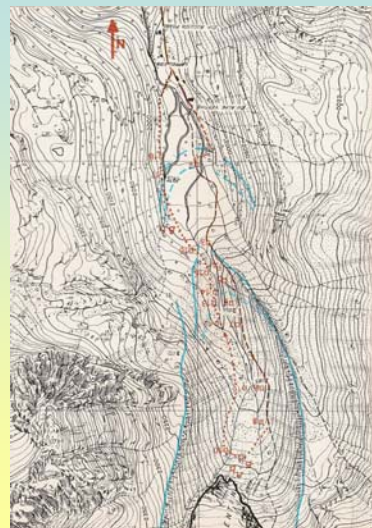
## Ortoimmagini

- Ortorettifica di fotogramma storico (1961);
- Confronto con ortoimmagine recente (2003);
- Restituzione in ambiente GIS.



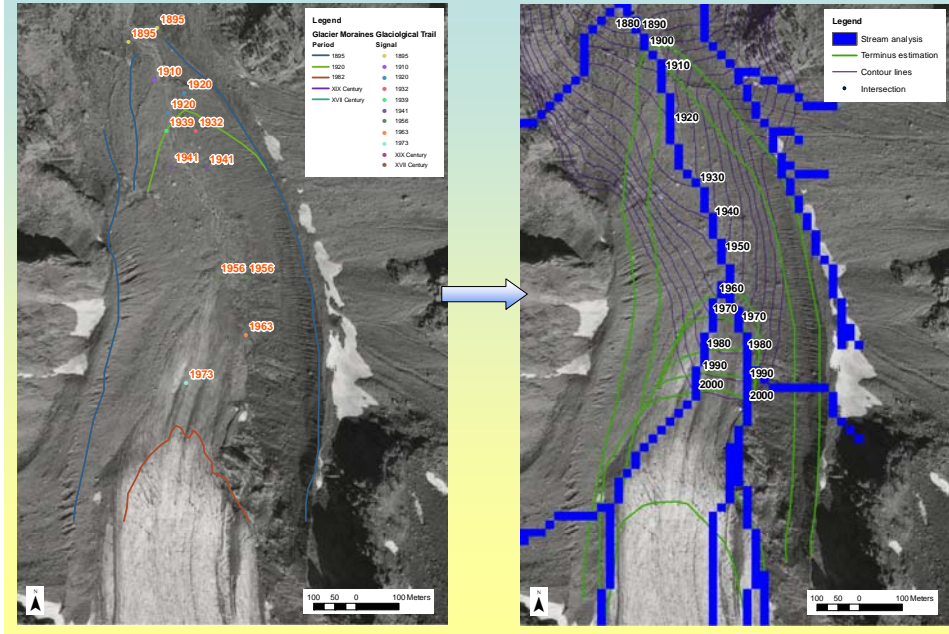
## Dati storici

- Georeferenziazione dati storici;
- Digitalizzazione in ambiente GIS;
- Estrazione di informazioni altimetriche.



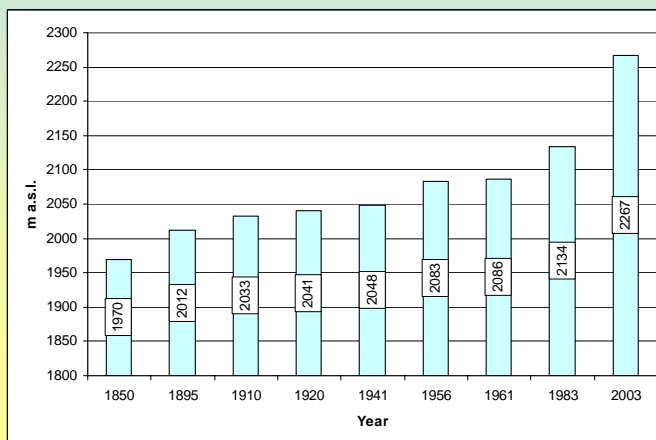
Servizio Glaciologico Lombardo, 1992. *Il Sentiero Glaciologico "Vittorio Sella" al Ghiacciaio della Ventina*. Melograno, 32 pp.

## Dati storici



## Analisi multitemporale

Innalzamento quota fronte



**Ritiro fronte:**  
1480 m  
(~ 10 m/anno)

**Innalzamento fronte:**  
297 m  
(~ 2 m/anno)



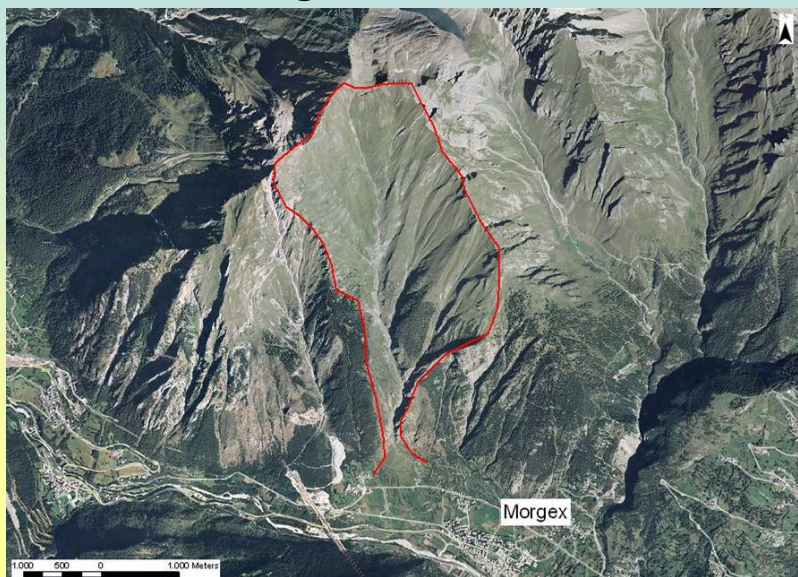
**Legenda**

1961

2003



## Valanga di Lavancher



## Materiali e metodi

Scopo della ricerca:

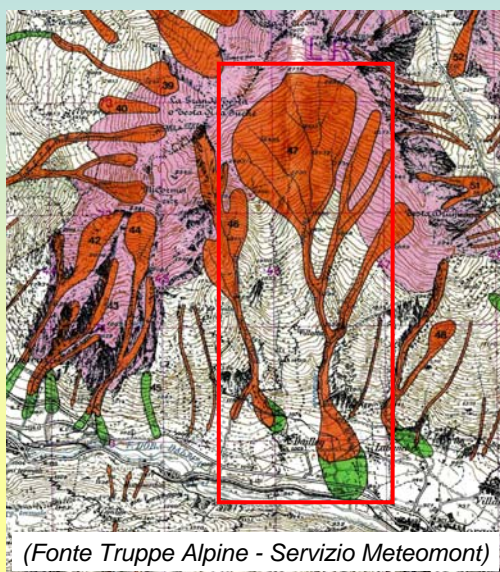
Affinare le attuali metodologie di rilevamento di deposito di valanga con l'obiettivo di valutare i volumi di neve e la stima del trasporto di sedimenti.

Metodologie:

- Rilevamenti GPS-RTK;
- Rilevamento deposito (06/03/2007) e suolo nudo (27/07/2007);
- Modellazione 3D;
- Stime di volumi.

Freppaz, M., Godone, D., Filippa, G., Maggioni, M., Lunardi, S., Williams, M., Zanini, E., *Soil Erosion Caused by Snow Avalanches: a Case Study in the Aosta Valley (NW Italy)*. Arctic, Antarctic and Alpine Research, 42, (4), 2010

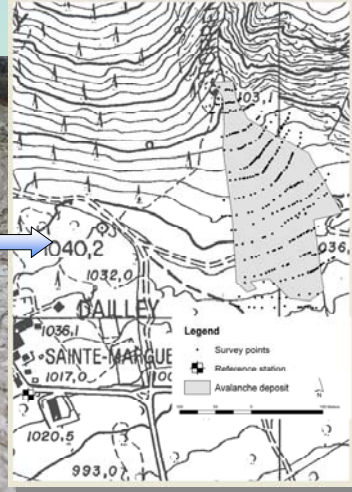
## Caratteristiche del sito



- Dislivello: 2000 m;
- Pendenza media: 30°;
- Superficie del bacino 3500000 m<sup>2</sup>;
- Eventi passati:
  - 1999 (1 vittima);
  - 1978 (interruzione della ferrovia).



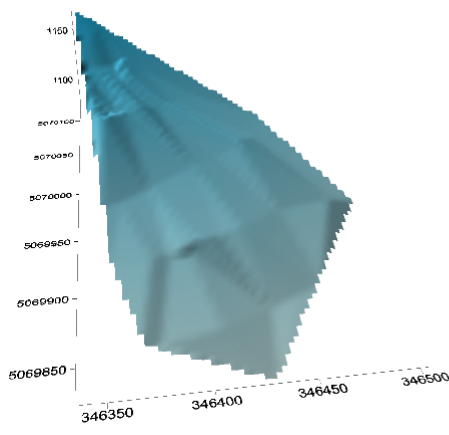
## Rilevamento del deposito – GPS RTK



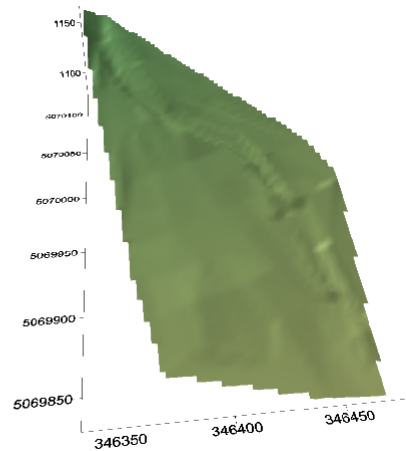
- Processamento dati in real time (radio modem) → precisione centimetrica;
- Esecuzione rapida del rilevamento → sicurezza degli operatori (ARVA in dotazione).

## Risultati e Discussione

- Volume del deposito: 62787 m<sup>3</sup> (densità 515 kg/m<sup>3</sup>);
- Concentrazione media sedimenti: 16 kg/m<sup>3</sup>.



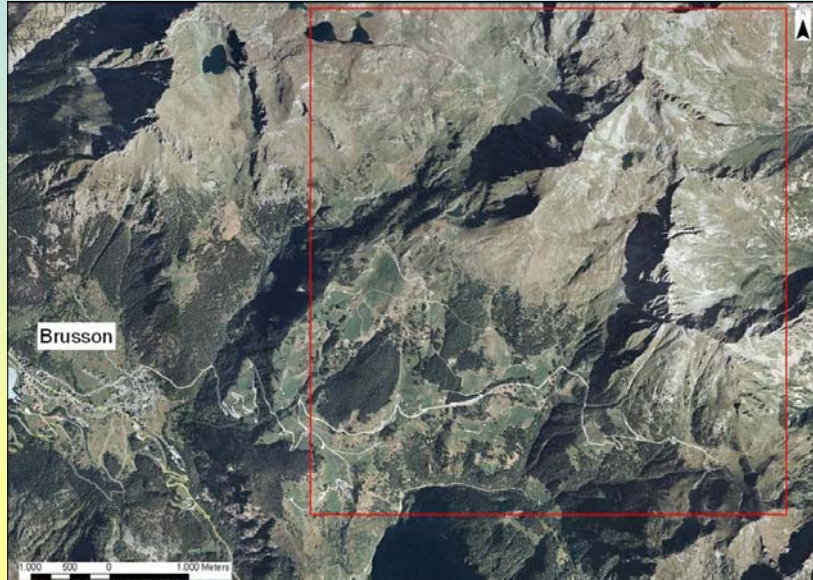
Superficie interpolata del deposito



Superficie interpolata del suolo



## CLPV - Palasina



## CLPV - Palasina

Scopo della ricerca:

Verificare l'applicabilità dell'ortoimmagine solida nell'elaborazione della Carta della Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV).

Metodologie:

- Restituzione su ortoimmagine solida;
- Elaborazione di modellistica in ambiente GIS;
- Elaborazioni GIS.

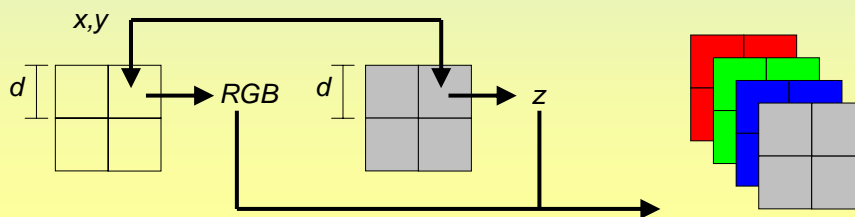
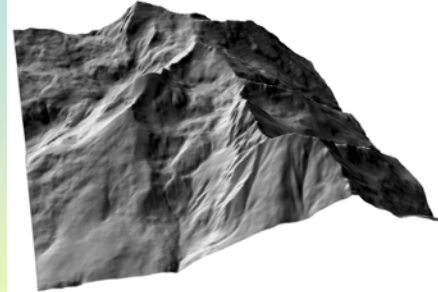
Godone, D., Maggioni, M., Freppaz, M., *The solid ortho-image: a new tool to identify avalanche terrains*, International Snow Science Workshop. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, pp. 454--457. 2009.

# Ortoimmagine Solida

Ortoimmagine



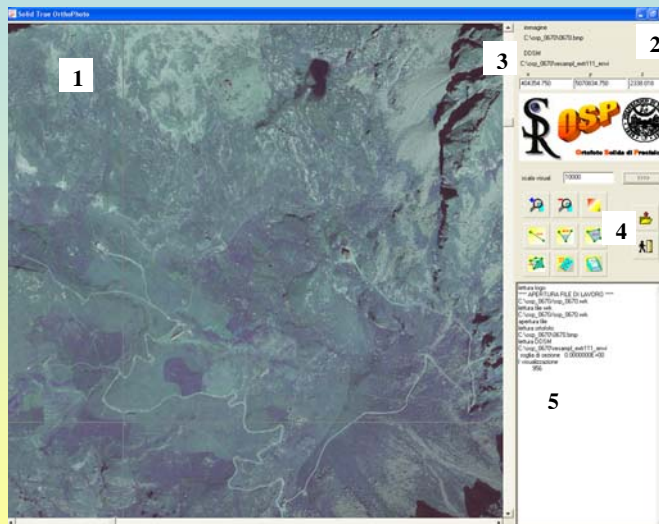
DEM



Bornaz, L., Dequal, S., 2003. *The solid image: A new concept and its applications* Vol 34 Part 6/W12. International Archives of photogrammetry.

# OSP Software

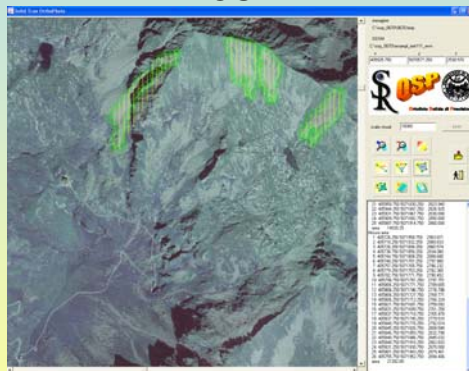
1. Finestra dell'immagine solida;
2. Coordinate;
3. Dati di input;
4. Strumenti;
5. Finestra di dialogo.



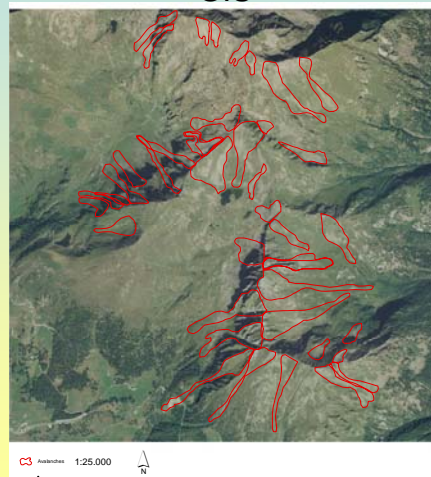
Lingua, A., Agosto, E., Del Bianco, P., 2007. *L'ortofoto solida di precisione a grandissima scala in ambito urbano*, Undicesima Conferenza Nazionale ASITA, Centro Congressi Lingotto - Torino, 6 - 9/11/2007.

# Restituzione CLPV

OSP



GIS



Area Tool



Create Feature from Text File



# Verifica risultati

Assenza di documentazione cartografica nell'area  
(Monografia Militare delle Valanghe)



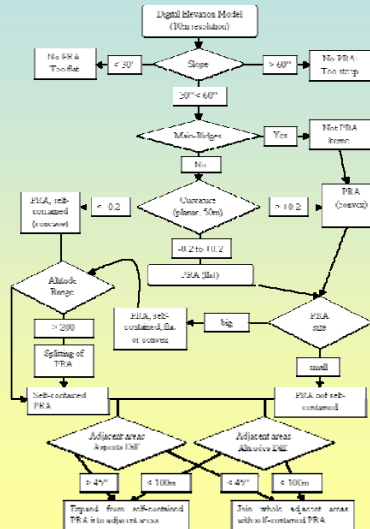
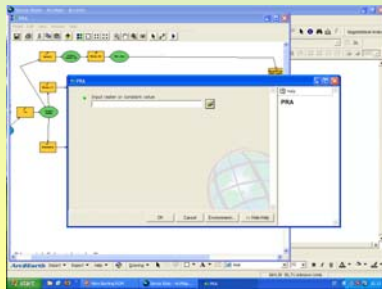
Verifica con output di modello per la definizione  
delle Potenziali Aree di Distacco (PRA)



Riprogrammazione del modello dal formato  
originale (ArcInfo - AML) in formato ArcMap  
(Model Builder)

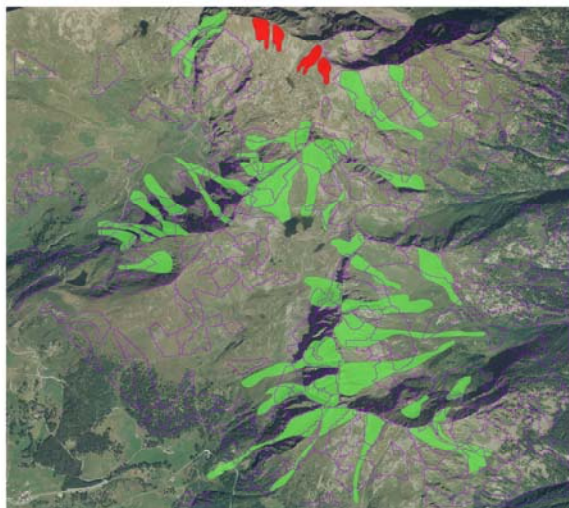
# PRA

- Input: DEM;
- Valutazione parametri topografici e morfologici;
- Delimitazione delle aree di distacco potenziale.

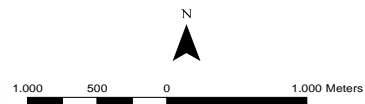


Maggioni, M., Gruber, U., Stoffel, A., 2002. *Definition and characterisation of potential avalanche release area*, 2002 ESRI International User Conference, San Diego, USA.

## Confronto Restituzione - PRA



- PRA Output
- Intersezione con PRA
- Nessuna intersezione



- Risultati convergenti anche se ottenuti da diverse metodologie;
- In aree prive di informazioni è preferibile l'impiego di entrambe.



## Conclusioni

Le metodologie impiegate hanno dimostrato la loro applicabilità nello studio della criosfera:

- Elevata precisione;
- Risultati comparabili con metodi tradizionali;
- Elevata ripetibilità delle misure;
- Informazioni globali;
- Affidabilità in campo;
- Maggiore sicurezza per gli operatori.

