



“...E dipende da noi che l'infinito non manchi del finito, che il perfetto non manchi dell'imperfetto...”
Charles Péguy

Giovedì 27 settembre 2018 - ore 21.00

Sala Incontri presso il Convento dei Padri Cappuccini
Via Kramer (ingresso passo carraio – verso C.so Concordia)

I ghiacciai di Lombardia: testimoni silenziosi del cambiamento climatico in atto

Guglielmina Diolaiuti,

con la collaborazione di

Claudio Smiraglia, Carlo D'Agata, Davide Maragno, Roberto Sergio Azzoni, Davide Fugazza

Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano

Via Celoria 2, 20133 Milano



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO



I ghiacciai di Lombardia: testimoni silenziosi del cambiamento climatico in atto

Guglielmina Diolaiuti, Claudio Smiraglia, Carlo D'Agata, Davide Maragno, Roberto Sergio Azzoni, Davide Fugazza

Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano

Via Celoria 2, 20133 Milano



Lombardia: una regione montuosa?



Lombardia

23.861 km²:
il 47% è pianeggiante,
il 40% montano
e il restante 13% collinare)

Massima elevazione:

Punta Perrucchetti – Pizzo Bernina 4020 m

Nel PNS

Monte San Matteo 3678

Cevedale 3769

Palon della Mare 3710

Acqua come Energia: l'idroelettrico



Nella parte montana della regione si concentra inoltre la produzione di energia idroelettrica che riveste un'importanza fondamentale per il soddisfacimento dei fabbisogni energetici della popolazione e delle attività industriali. In Lombardia infatti l'idroelettrico rappresenta il 28% dell'idroelettrico nazionale

(fonte Gestore Servizio Elettrico)

I Laghi artificiali



Cancano e San Giacomo: **187 milioni m³**

Val Grosina: **1,2 milioni m³**

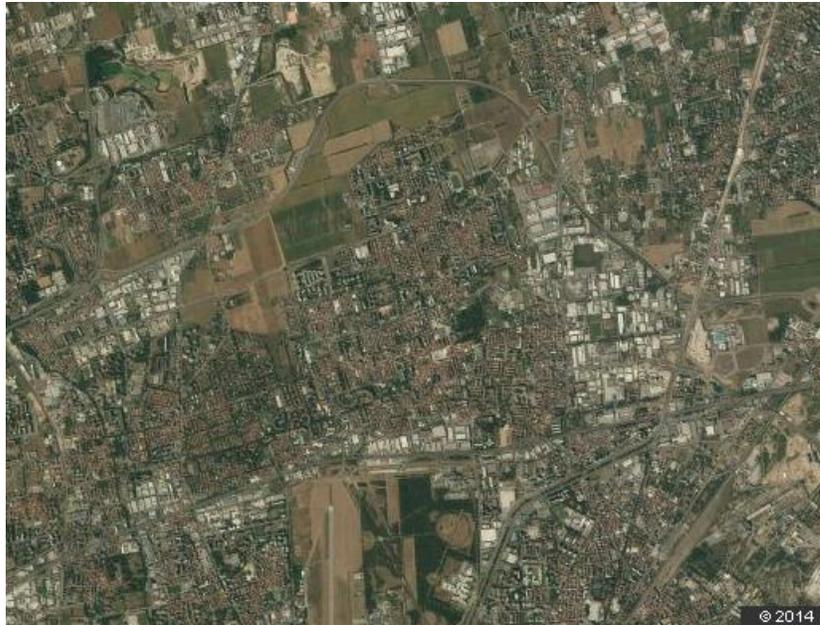
Nella valle dell'Adda la capacità d'invaso dei bacini idroelettrici è il doppio della capacità del bacino lacustre

I cittadini lombardi e l'uso dell'oro blu



La nostra regione è tra le più densamente popolate d'Italia;
in Lombardia risiede infatti più del 15% della popolazione italiana (circa 9 milioni di abitanti).
E' una delle aree con il più alto tasso di industrializzazione
e la maggiore densità di popolazione dell'Unione Europea,
fattori che determinano livelli elevati di emissioni nell'atmosfera e nell'acqua oltre ad un intenso consumo di suolo.

Insedimenti e attività antropiche



9 milioni di abitanti

Densità media 300 ab./km²

Massima 2000 ab./km² area milanese

Concentrazione urbana

Concentrazione industriale

Concentrazione agricola e zootecnica

(5 milioni di suini e 2,5 milioni di bovini)

I volumi della risorsa



Precipitazioni: 27 miliardi m³ (circa 1132 mm di acqua annui)

Riserve : Laghi: 120 miliardi m³

Falde sotterranee: 500 miliardi m³

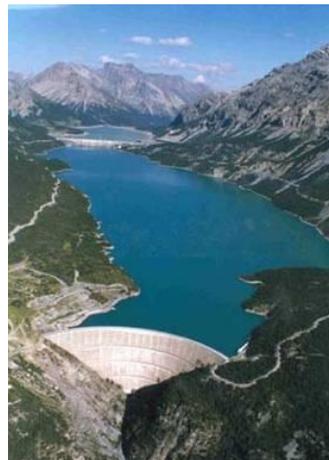
Ghiacciai: 4 miliardi m³

(su una superficie di ca. 85 km²)

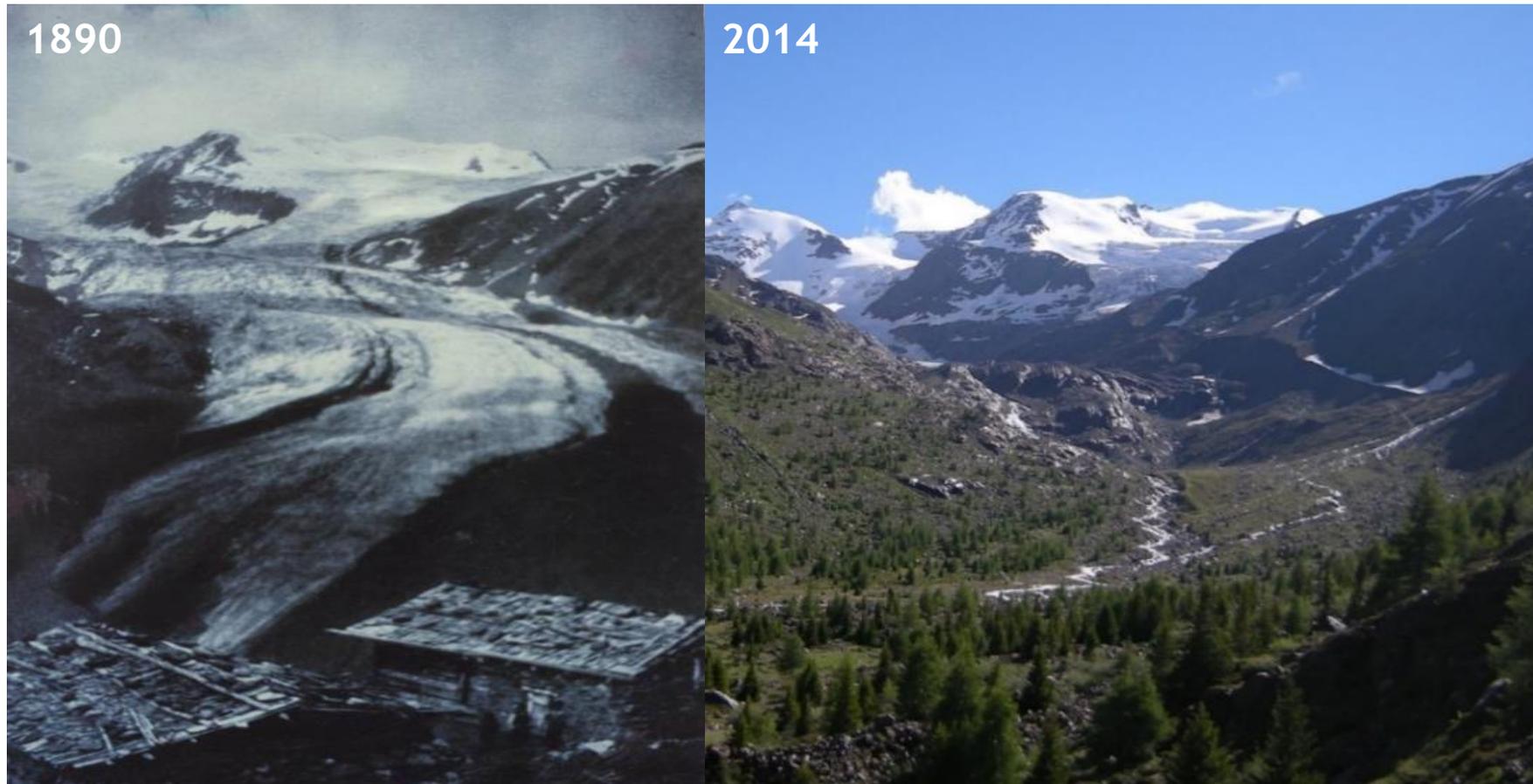
Sistema di serbatoi (ghiacciai, laghi, falde) legati da una fitta rete di connessioni naturali e antropiche (fiumi e torrenti, navigli e canali)



Ghiacciai: non solo riserve idriche ma anche elementi con
valenza economica (turismo, escursionismo, alpinismo, energia)



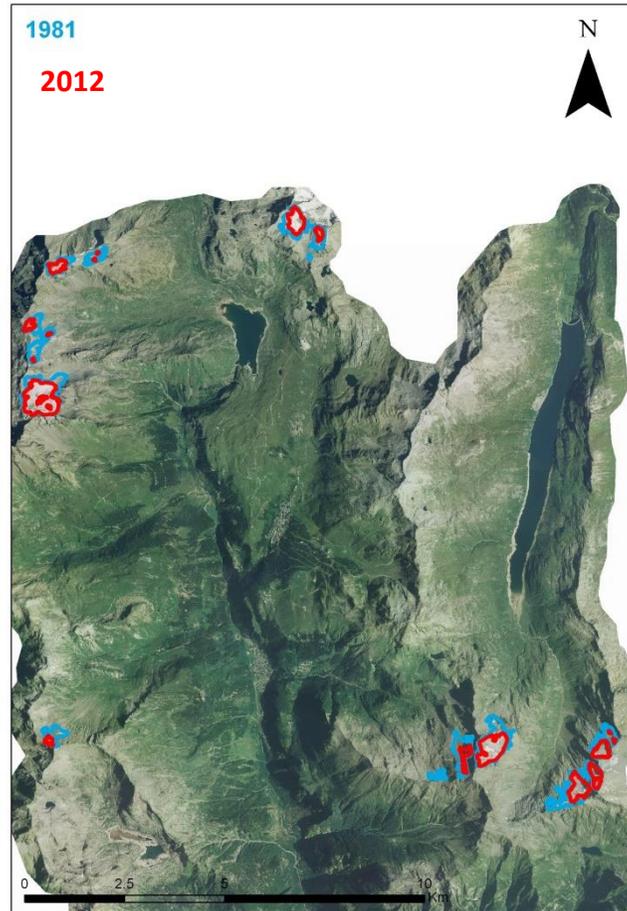
Ghiacciai: una risorsa in rapida involuzione



Le Variazioni areali dei ghiacciai della Lombardia

GRUPPO	Area 1981 (km ²)	Area 2007 (km ²)	Area 2012 (km ²)	Riduzione % 1981-2012	Numero Ghiacciai 1981	Numero Ghiacciai 2007	Numero Ghiacciai 2012
SPLUGA VAL DI LEI	3,47	1,83	1,65	-52,4	11	11	16
DOSDE' PIAZZI	4,86	3,2	3,02	-37,9	15	18	24
ORTLES CEVEDALE	42,8	29,3	27,2	-36,5	56	67	60
ADAMELLO	27,9	22,4	21	-24,6	28	35	40
BERNINA	38,3	28,2	26,7	-30,3	37	43	54
TOTALE	117	84,9	79,6	-31,8	135	160	194

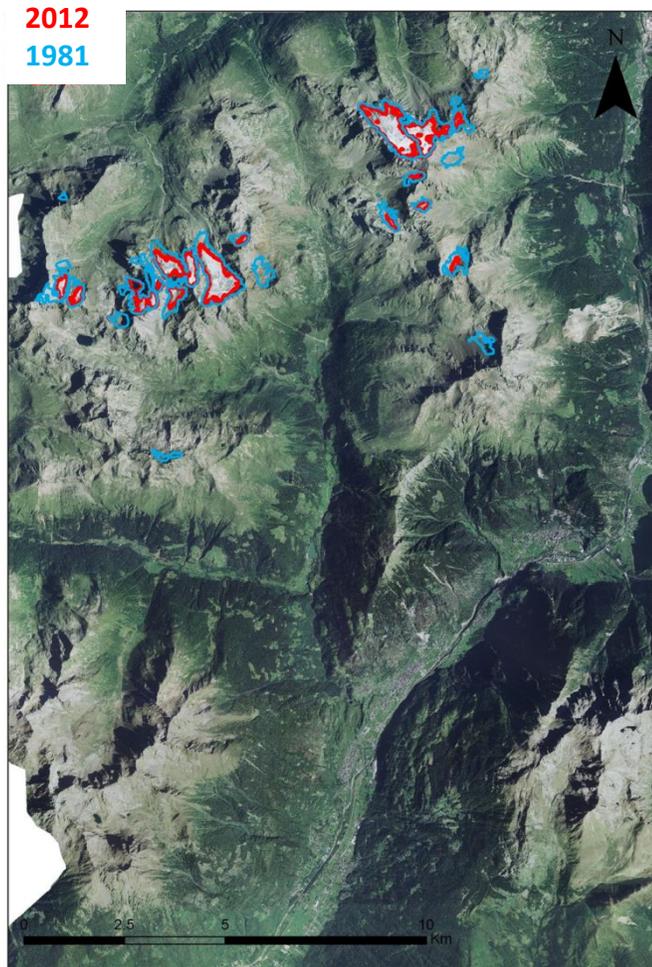
Le Variazioni areali dei ghiacciai della Lombardia



**SPLUGA
VAL DI LEI**

-52%

Le Variazioni areali dei ghiacciai della Lombardia

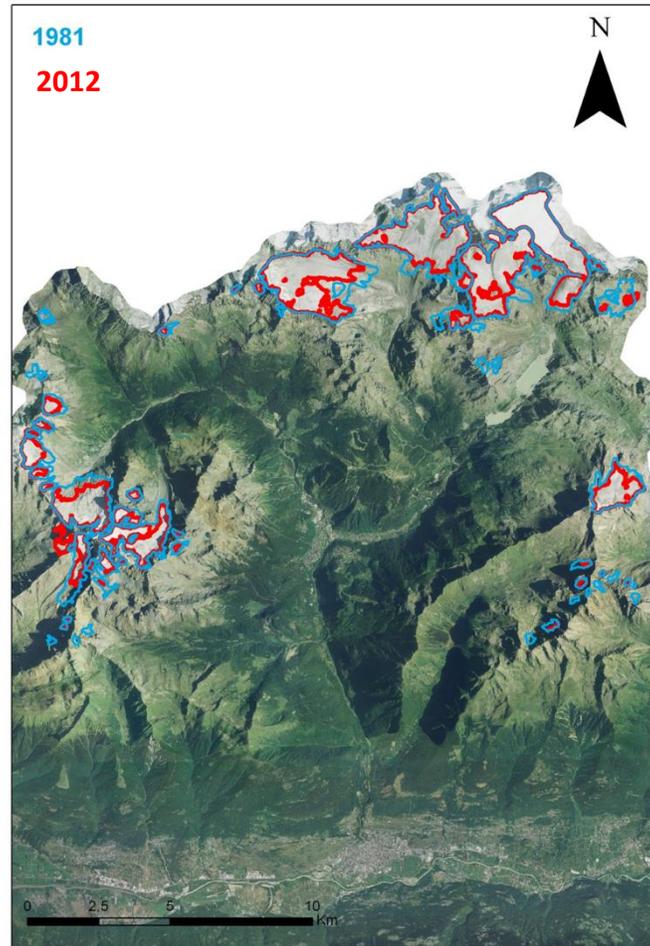


DOSDE'

PIAZZI

-38%

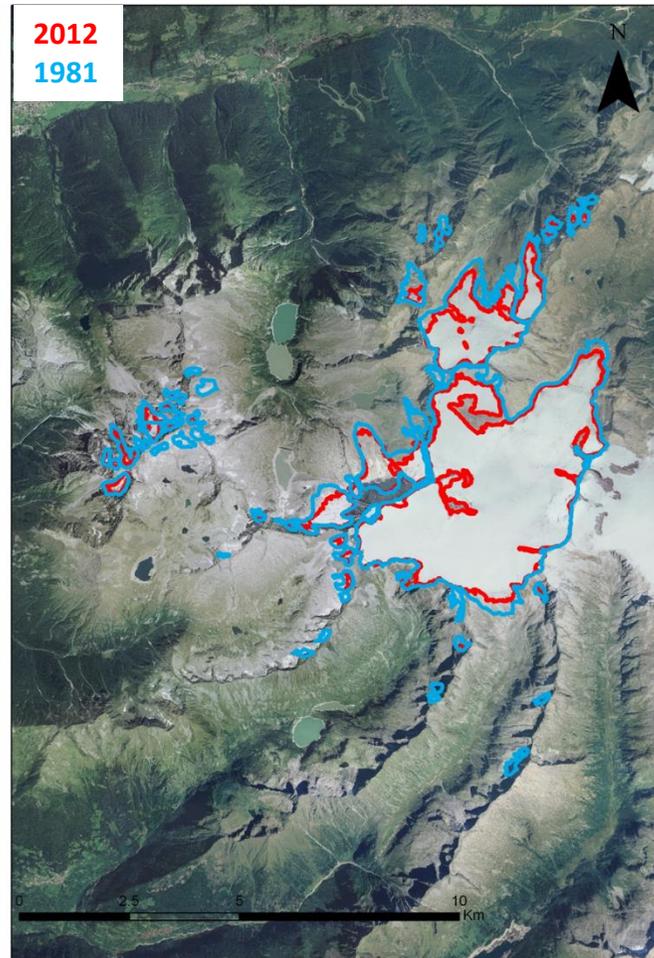
Le Variazioni areali dei ghiacciai della Lombardia



BERNINA

-30%

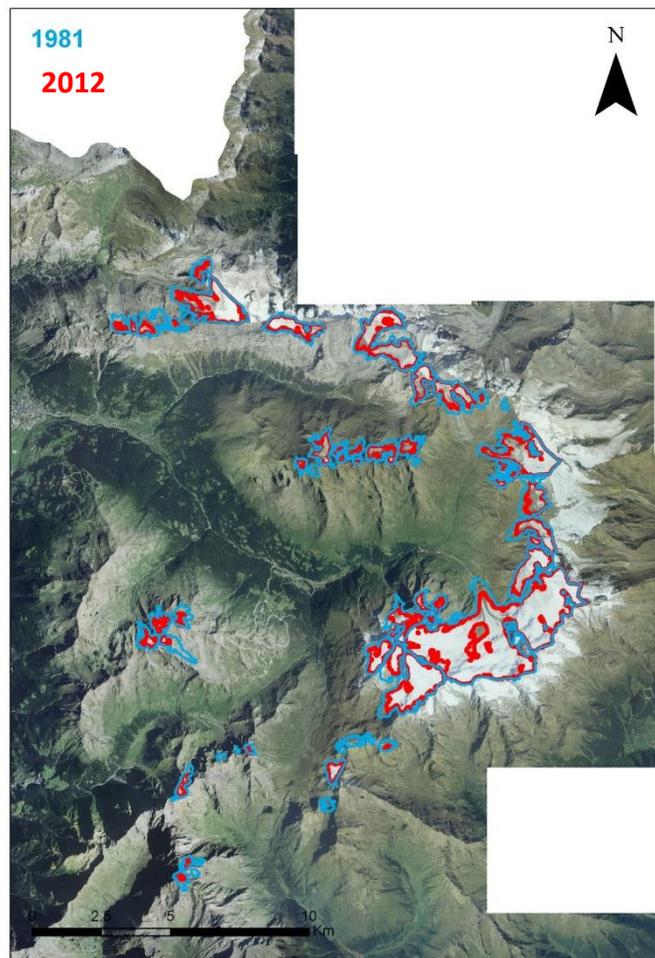
Le Variazioni areali dei ghiacciai della Lombardia



ADAMELLO

-25%

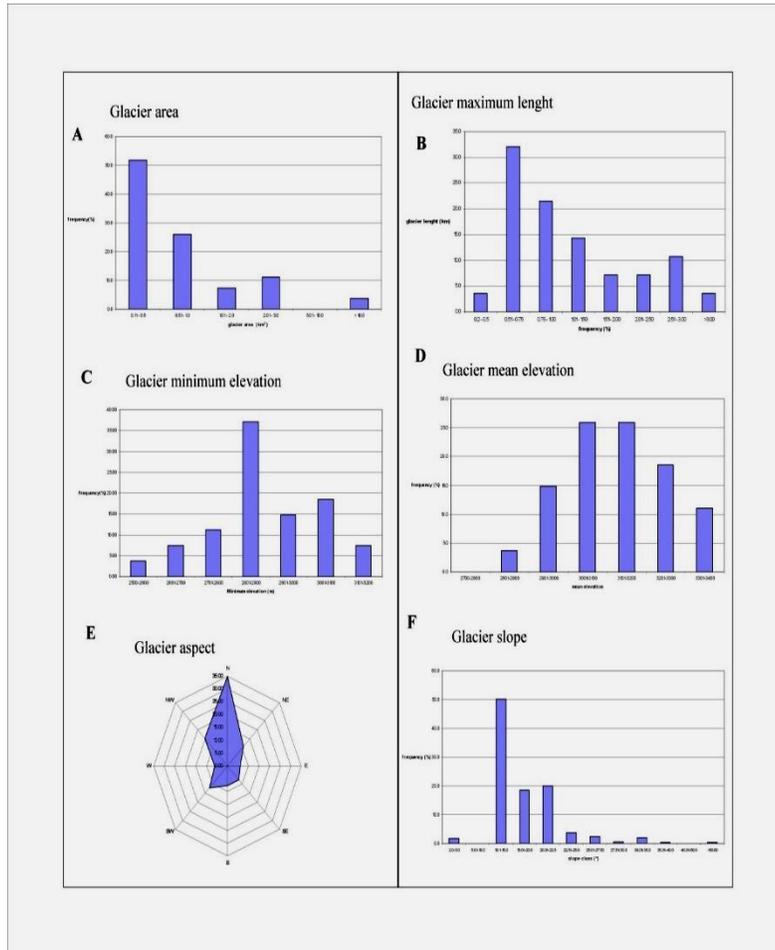
Le Variazioni areali dei ghiacciai della Lombardia



ORTLES CEVEDALE Parco Nazionale dello Stelvio Settore Lombardo

-37%

Il nuovo catasto dei Ghiacciai del Parco Nazionale dello Stelvio, settoro Lombardo



D'Agata et al., TAC
2014



Le variazioni areali dei ghiacciai del PNS Lombardo negli ultimi 50 anni:

Intervallo temporale analizzato 1954-2007

54 ghiacciai nel 1954 (Share Stelvio)

56 ghiacciai nel 1981 (Share Stelvio)

57 ghiacciai nel 1990-1991 (SGL, 1992),

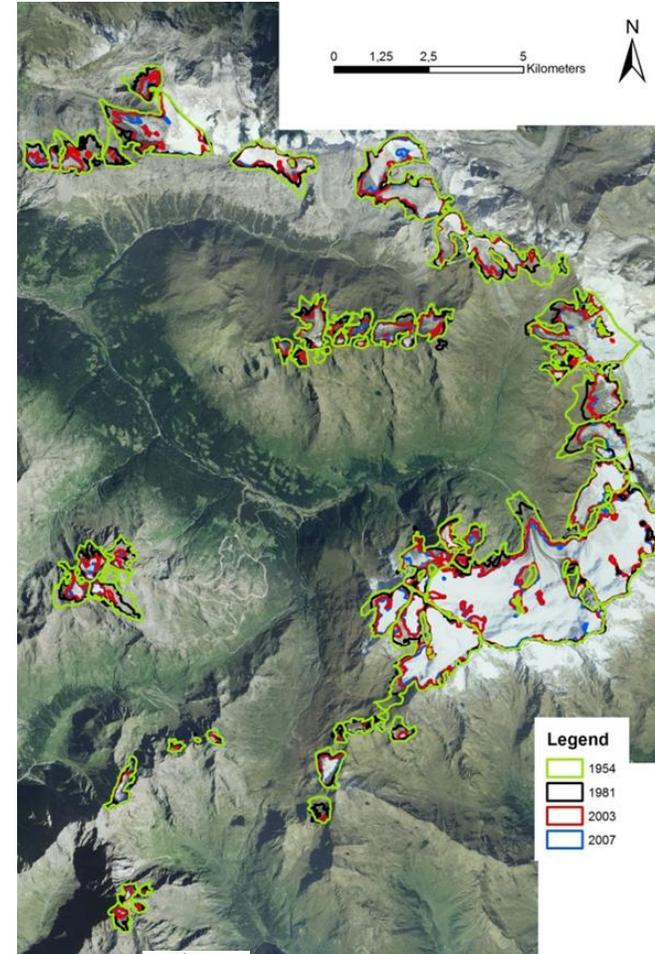
63 ghiacciai nel 2003 (RL, 2008)

67 ghiacciai nel 2007 (Share Stelvio)

60 ghiacciai nel 2012 (UNIMI, Levissima e PNS)

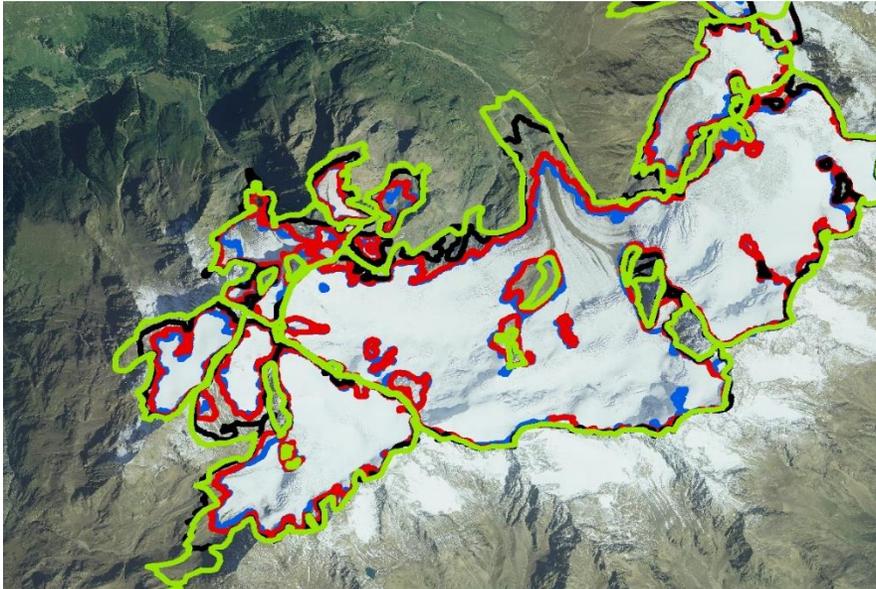
Variation areale 1954-2012:

-21.52 km² ovvero -44 % dell'area 1954



Le variazioni areali dei ghiacciai del PNS

Lombardo negli ultimi 50 anni:

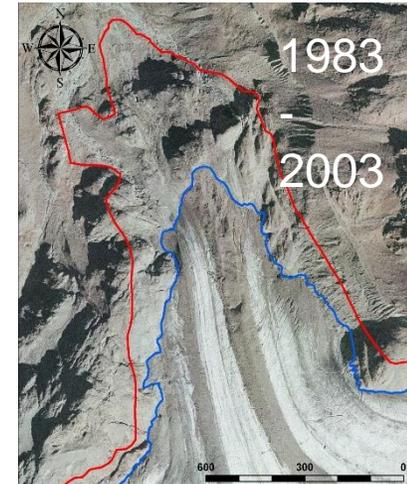


Variazione areale 1954-1981

-6.54 km² ~ 13.44%, -0.242 km²/a

Variazione areale 1981-1990

- 3.93 km² ~ 9.31%, -0.436 km²/a



Variazione areale 1990-2003

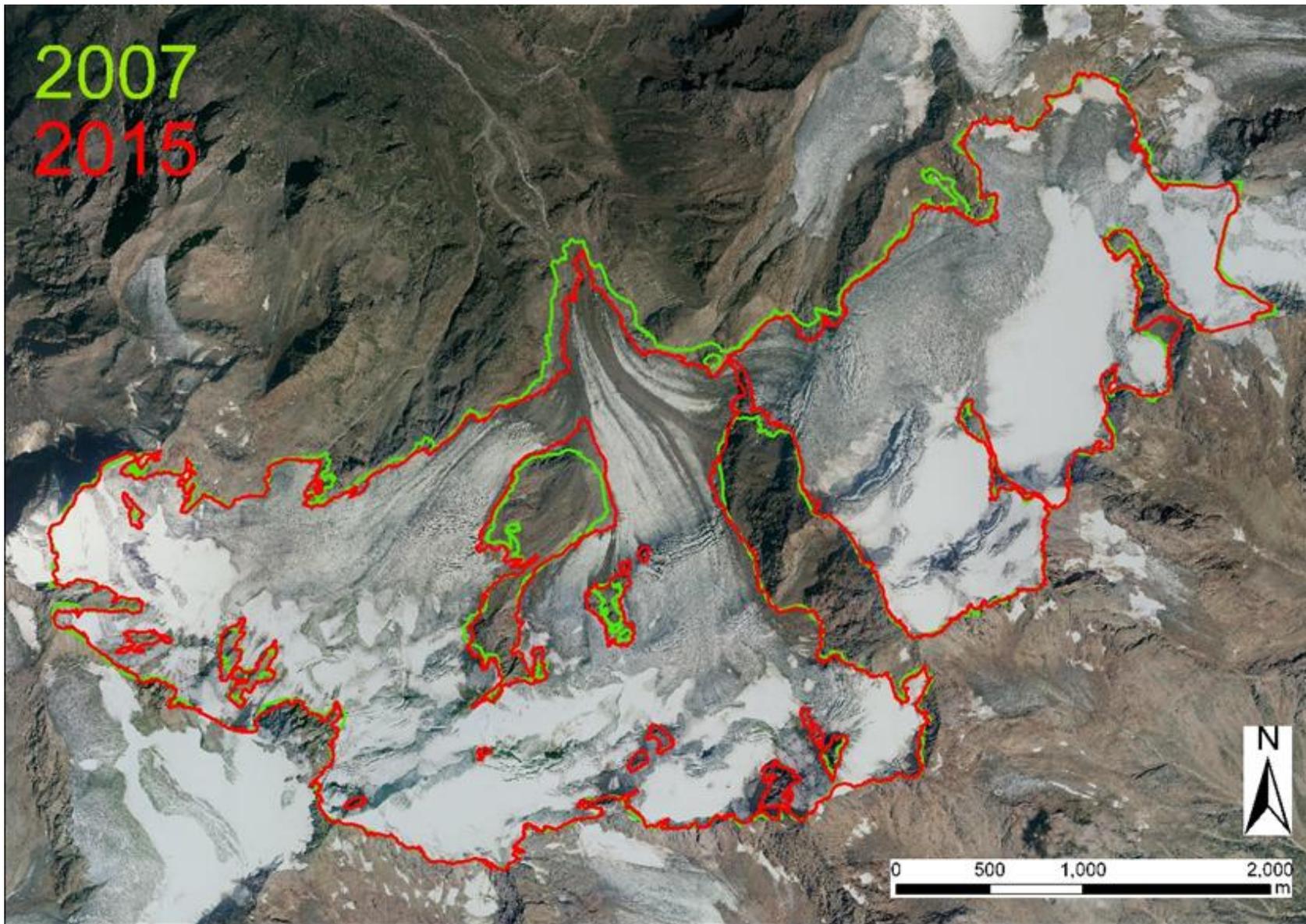
-6.18 km² ~ 16.2%, -0.476 km²/a

Variazione areale 2003-2007

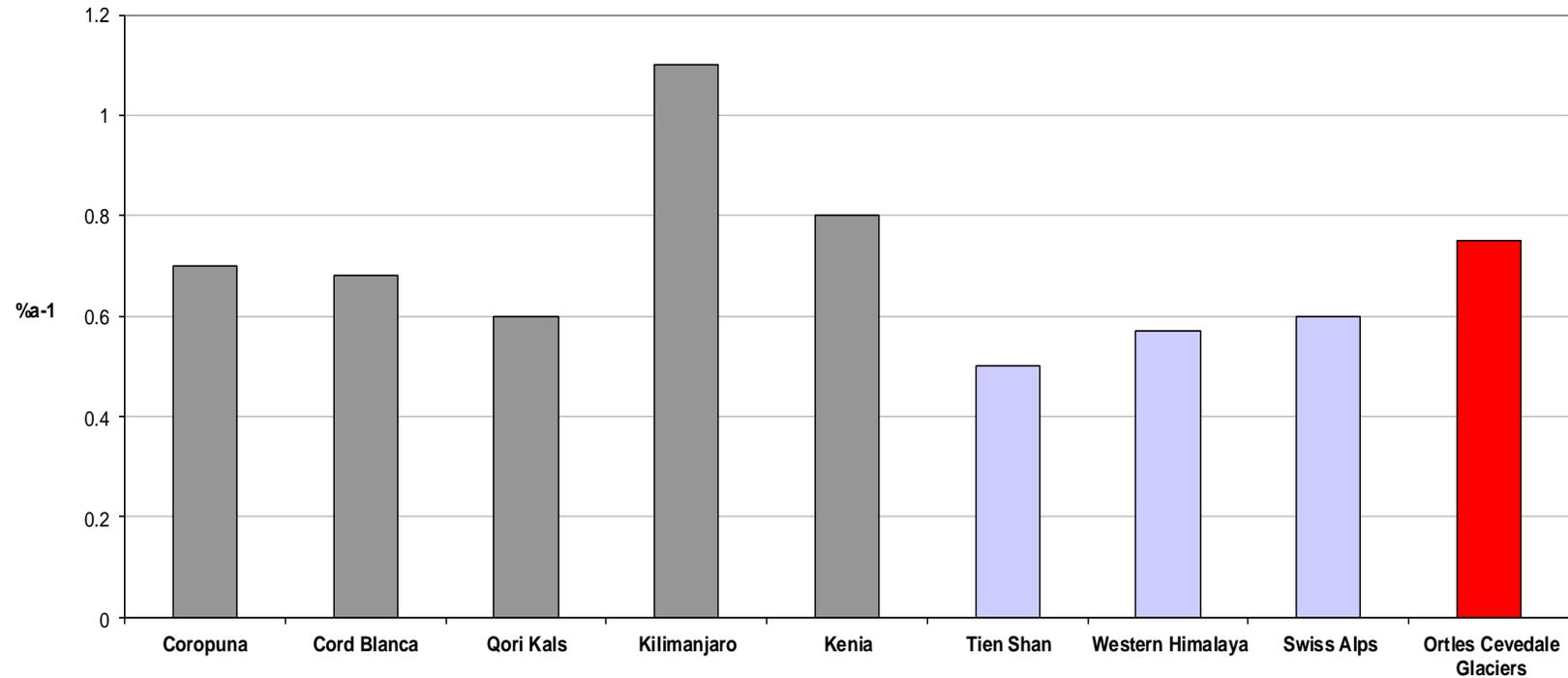
-2.77 km² ~ 8.7%, -0.693 km²/a

Variazione areale 2007-2012

-2.09 km² ~ 7.14%, -0.418 km²/a

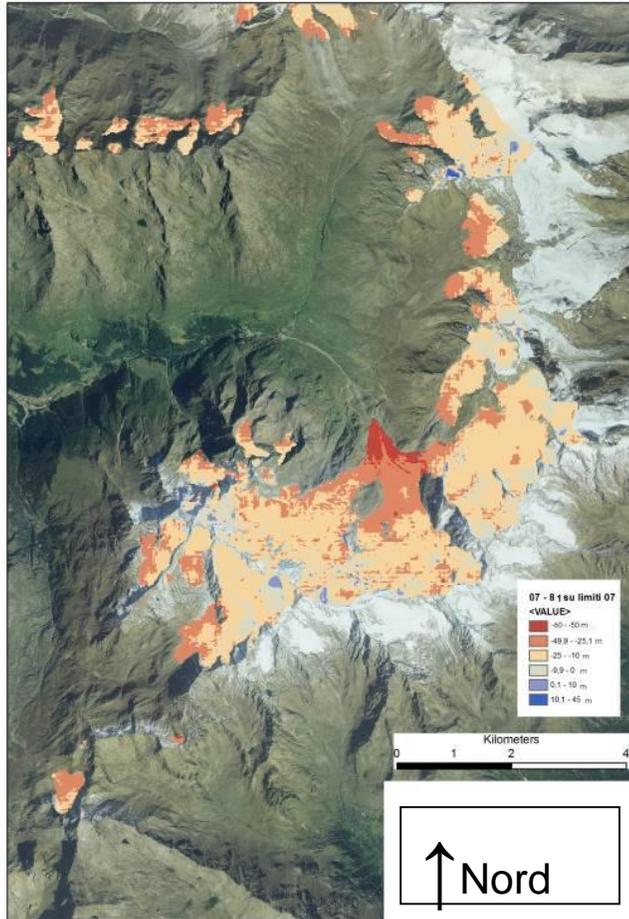


Le variazioni areali dei ghiacciai del PNS tassi di ritiro tropicali?



Variazioni medie annue dei ghiacciai del Mondo, espresse in %a⁻¹, (dati pubblicati da Racoviteanu et al., 2008) a confronto con quanto calcolato per il PNS. Le colonne grigio scuro rappresentano dati di ghiacciai tropicali; le colonne azzurre rappresentano i ghiacciai delle medie latitudini, in rosso il dato dei ghiacciai dell' Ortles Cevedale (D'Agata et al., TAC, 2014)

I volumi rilasciati: Quanta acqua corrisponde a queste variazioni?



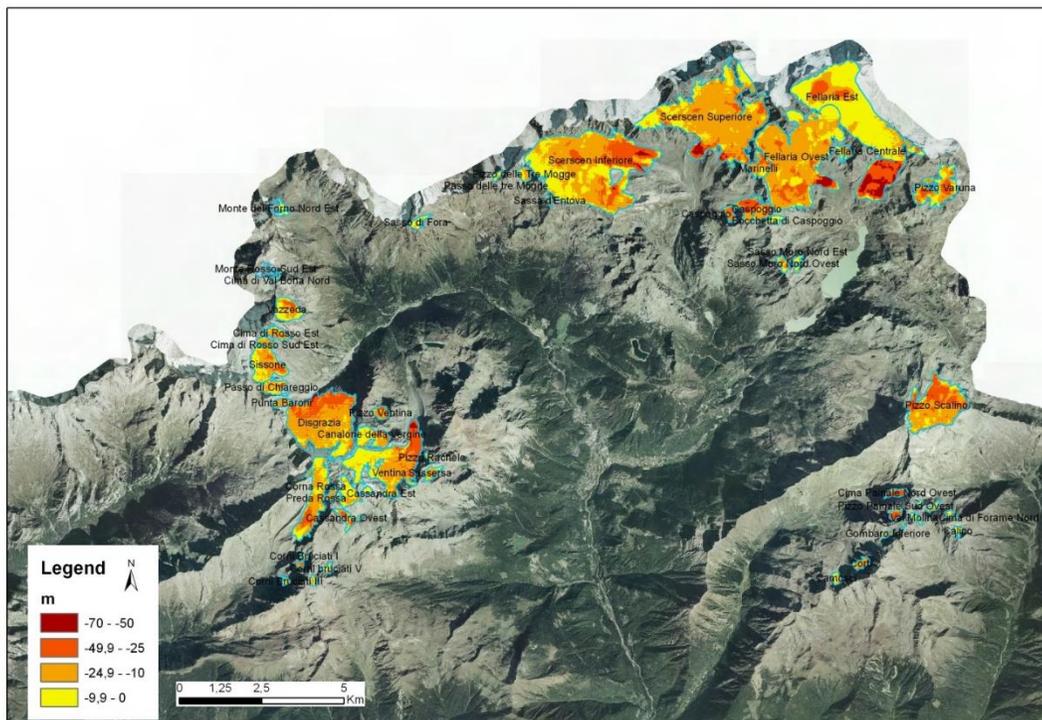
Variazione volumetrica dei ghiacciai dell'Ortles-Cevedale nel periodo 1981-2007:

-766 x 10⁶ m³ di ghiaccio

(circa 702 milioni di metri cubi di acqua ovvero 702 miliardi di litri di acqua in 26 anni!)

Rapportata alla superficie 1981 (42.84 km²) porta a stimare la perdita media di spessore in **17.88 m** di ghiaccio pari ad un assottigliamento annuo di 0.7 m

I volumi rilasciati: quanta acqua corrisponde a queste variazioni?



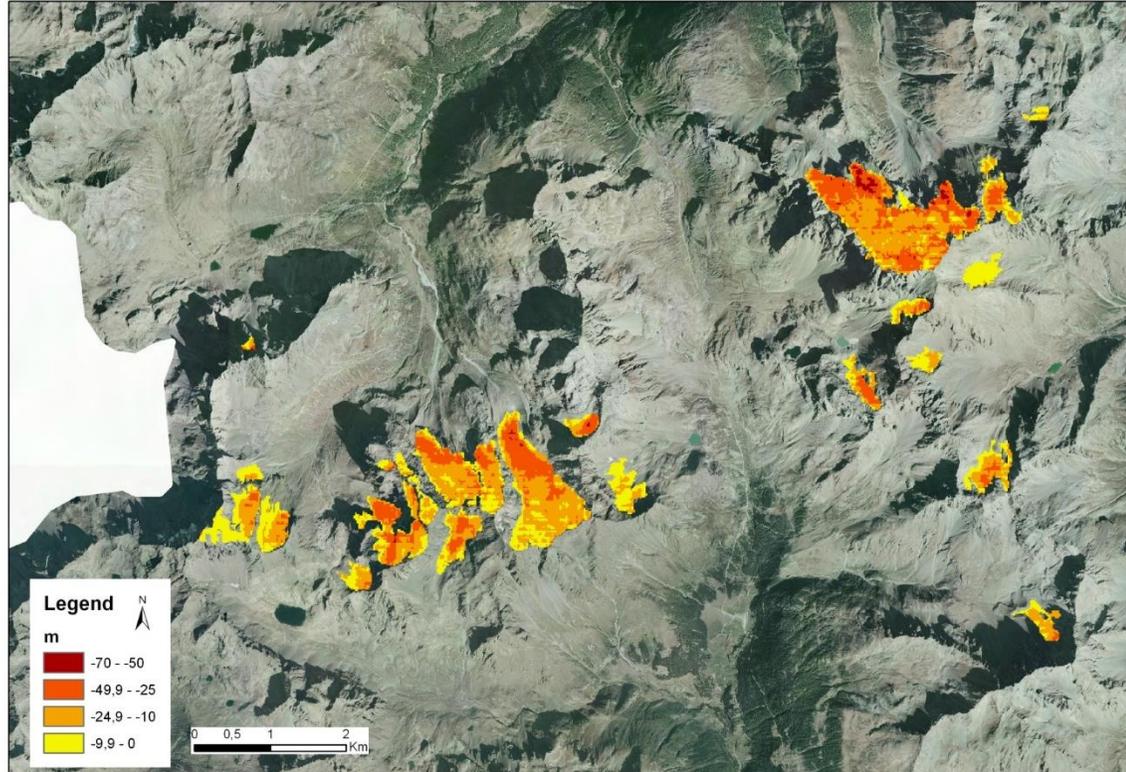
Variazione volumetrica dei ghiacciai del Bernina nel periodo 1981-2007:

-428 x 10⁶ m³ di ghiaccio

(circa 385 milioni di metri cubi di acqua ovvero 385 miliardi di litri di acqua in 26 anni!).

Rapportata alla superficie 1981 porta a stimare la perdita media di spessore in **15,8 m** di ghiaccio pari ad un assottigliamento annuo di **0,61 m**

I volumi rilasciati: Quanta acqua corrisponde a queste variazioni?



Variazione volumetrica dei ghiacciai del Dossè Piazzi nel periodo 1981-2007:

-104 x 10⁶ m³ di ghiaccio

(circa 94 milioni di metri cubi di acqua ovvero 94 miliardi di litri di acqua in 26 anni!).

Rapportata alla superficie 1981 porta a stimare la perdita media di spessore in **18,4 m** di ghiaccio pari ad un assottigliamento annuo di **0,71 m**

I volumi rilasciati: Quanta acqua corrisponde a queste variazioni?



In sintesi tutti i ghiacciai di Lombardia (escludendo le Orobie) hanno visto una variazione volumetrica nel periodo 1981-2007:

-1663 x 10⁶ m³ di ghiaccio

(circa 1,5 km³ di acqua ovvero 1496 miliardi di litri di acqua in 26 anni!).

Rapportata alla superficie 1981 porta a stimare la perdita media di spessore in **18 m** di ghiaccio pari ad un assottigliamento annuo di 0,70 m

Conseguenze deglaciazione: Crolli e collassi sono sempre più frequenti sui ghiacciai alpini

- > scenario di rischio per i frequentatori dell'alta montagna
- > necessità di un monitoraggio di dettaglio e continuato nel tempo



GHIACCIAI PIU' PICCOLI, GHIACCIAI PIU' NERI

L'attuale fase di riscaldamento climatico ha portato a un cambiamento della «pelle» dei ghiacciai

- Incremento della copertura detritica superficiale a causa dell'incremento dell'instabilità dei versanti



DETRITO SOPRAGLACIALE - PERCHE' E' IMPORTANTE?

Il detrito sopraglaciale influenza fortemente la fusione del ghiaccio



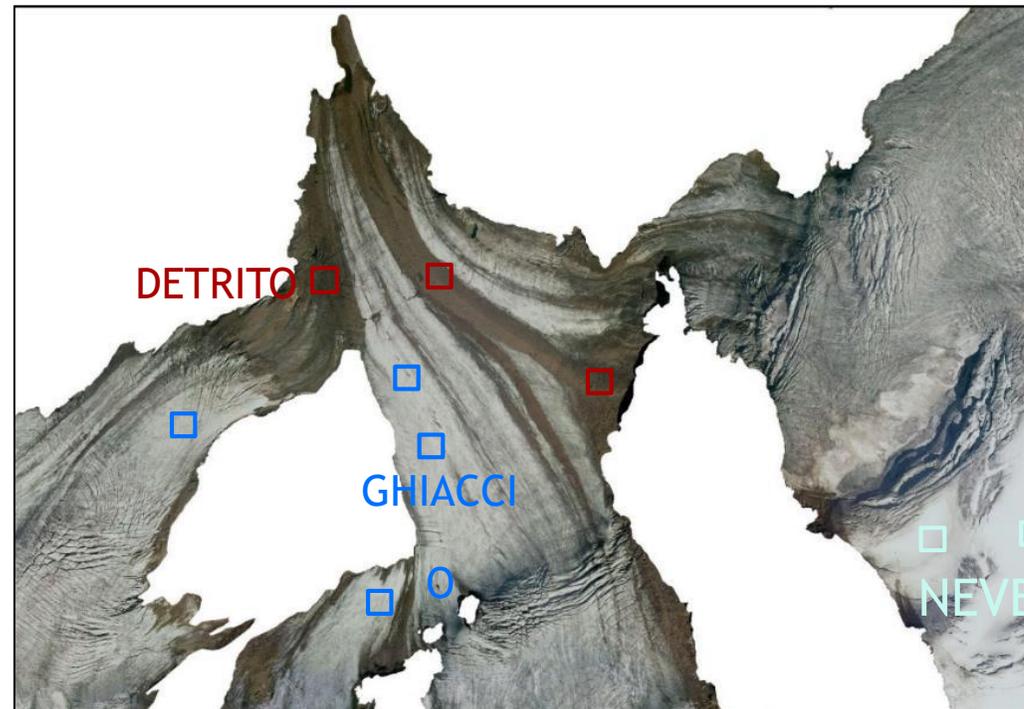
Se il detrito ha uno spessore elevato, funge da isolante e previene la fusione del ghiaccio sottostante



Se il detrito è molto fine e non omogeneo, accentua la fusione del ghiaccio in quanto assorbe l'energia solare

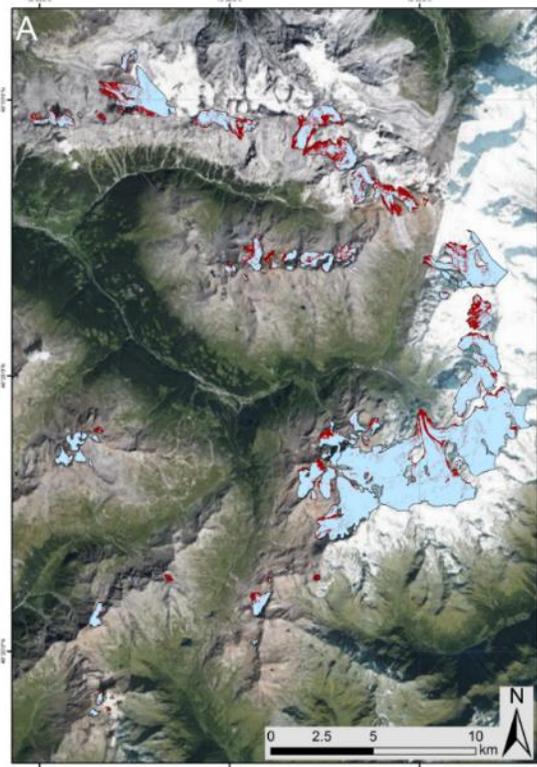
DETRITO SOPRAGLACIALE - QUANTIFICAZIONE

Obiettivo: quantificare l'evoluzione del detrito sopraglaciale in uno dei gruppi montuosi più rappresentativi delle Alpi Italiani per mezzo della classificazione automatica di ortofoto ad alta risoluzione (pixel <math><0.5\text{m} \times 0.5\text{m}</math>).

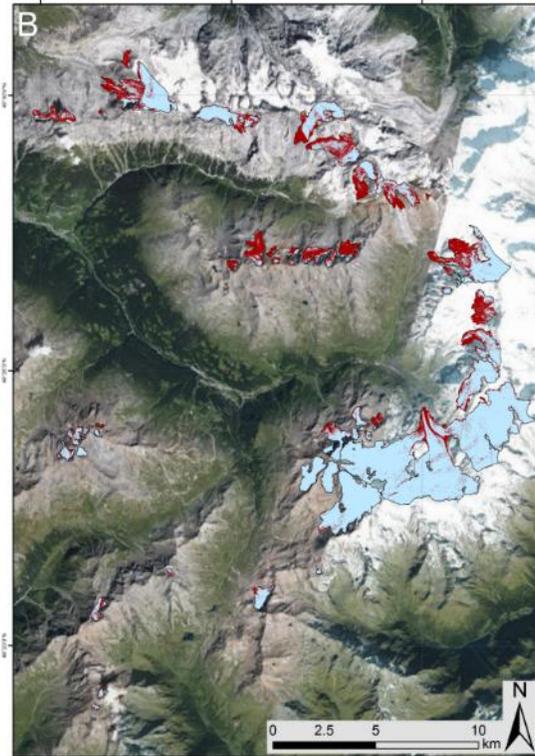


DETRITO SOPRAGLACIALE - EVOLUZIONE

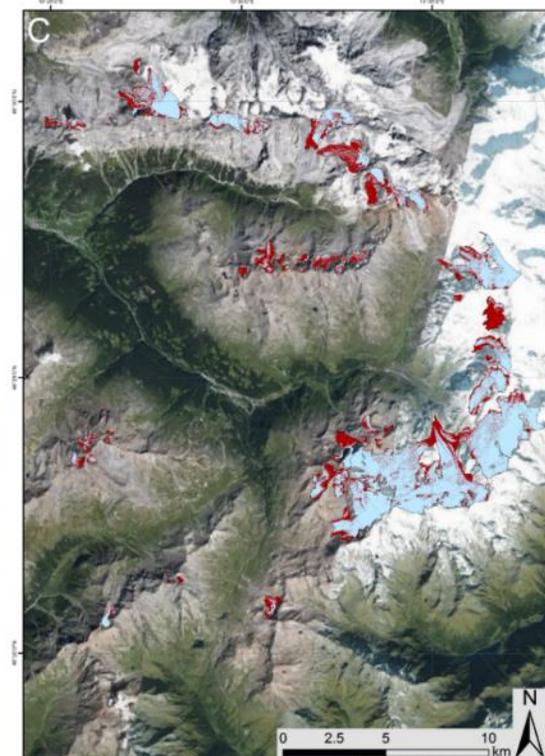
Notevole incremento della copertura detritica. Forte influenza sulla fusione glaciale.



2003 → 16.7%



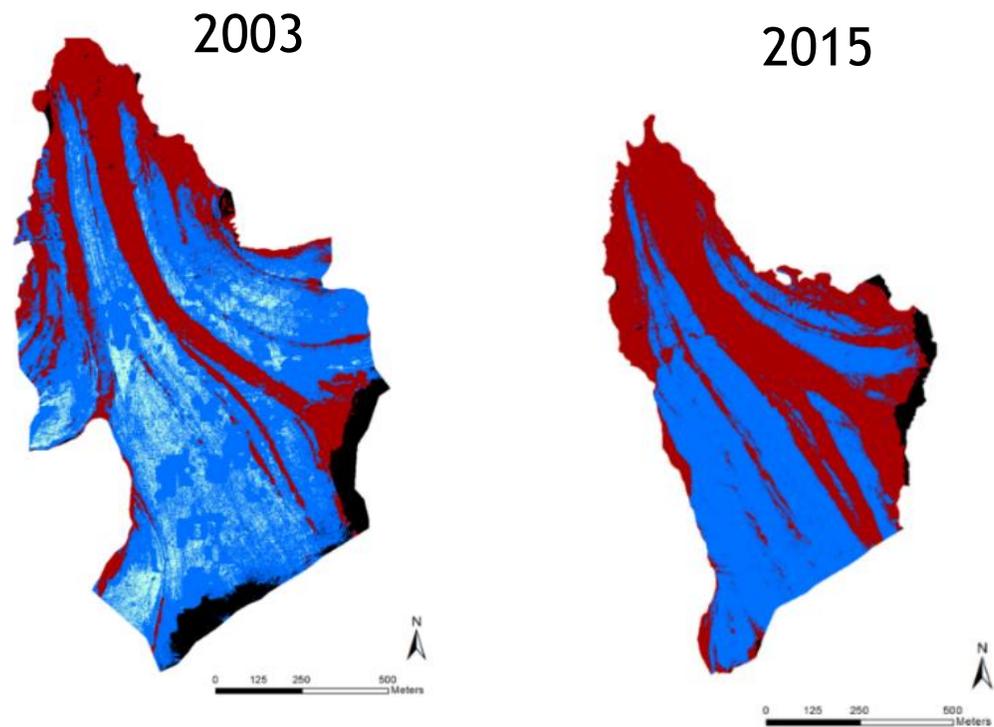
2007 → 22.5%



2012 → 30.1%

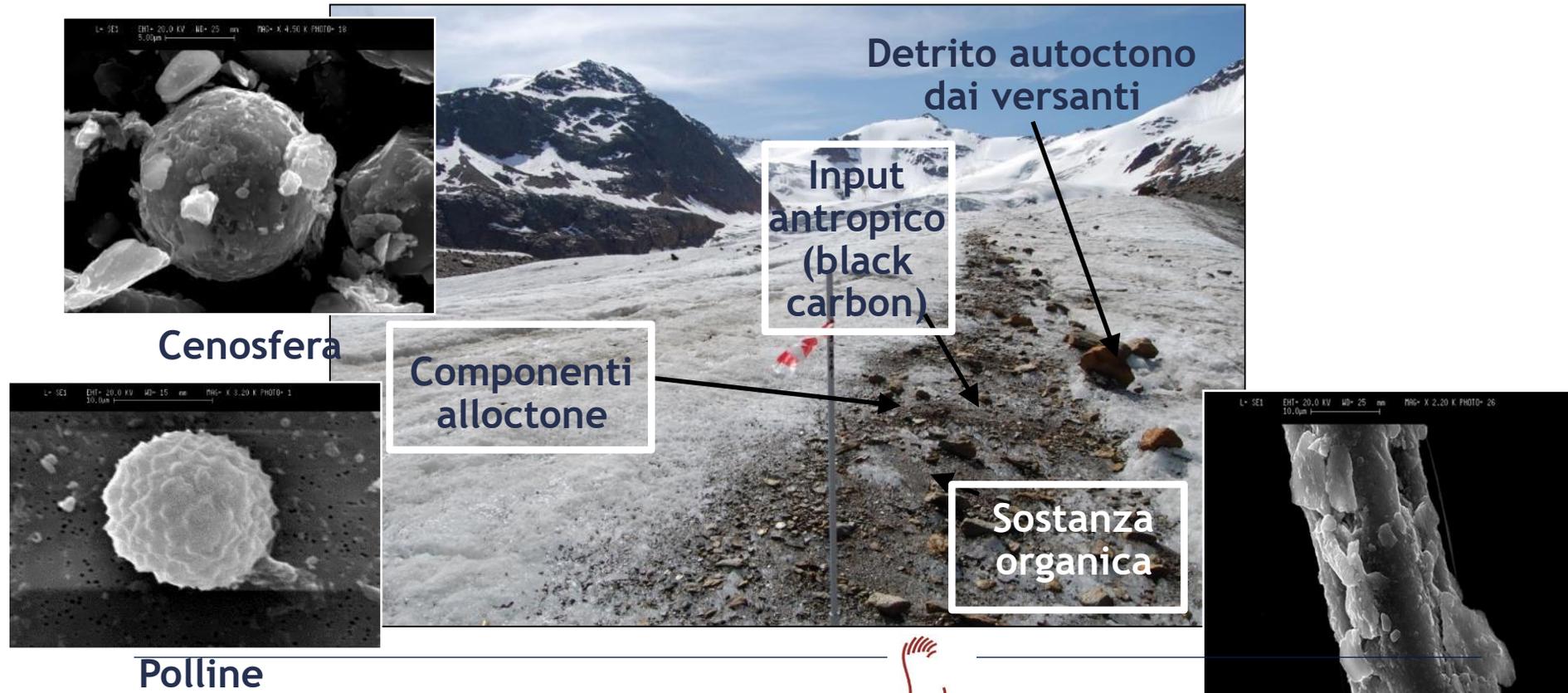
DETRITO SOPRAGLACIALE - EVOLUZIONE

Notevole incremento della copertura detritica. Forte influenza sulla fusione glaciale.



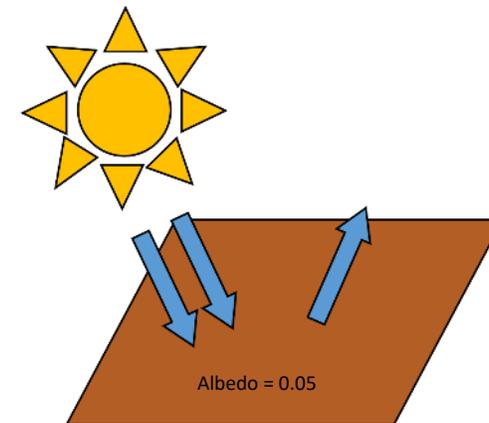
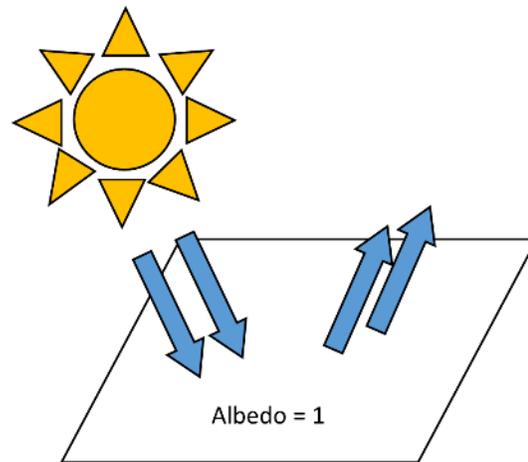
DETRITO SOPRAGLACIALE - COMPOSIZIONE

Il detrito sopraglaciale ha una composizione estremamente varia, sia da origine locale che antropica



ALBEDO - PERCHE' E' IMPORTANTE?

Indica quanta radiazione solare è riflessa da ghiaccio e neve
Importante per stimare la fusione del ghiaccio tramite modelli



ALBEDO DEL GHIACCIO MISTO A DETRITO

0.15



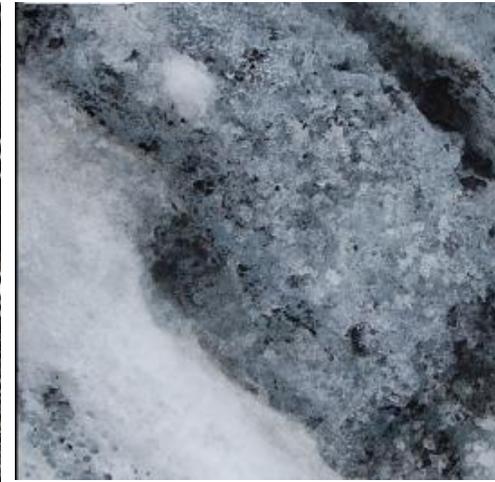
0.23



0.06



0.15

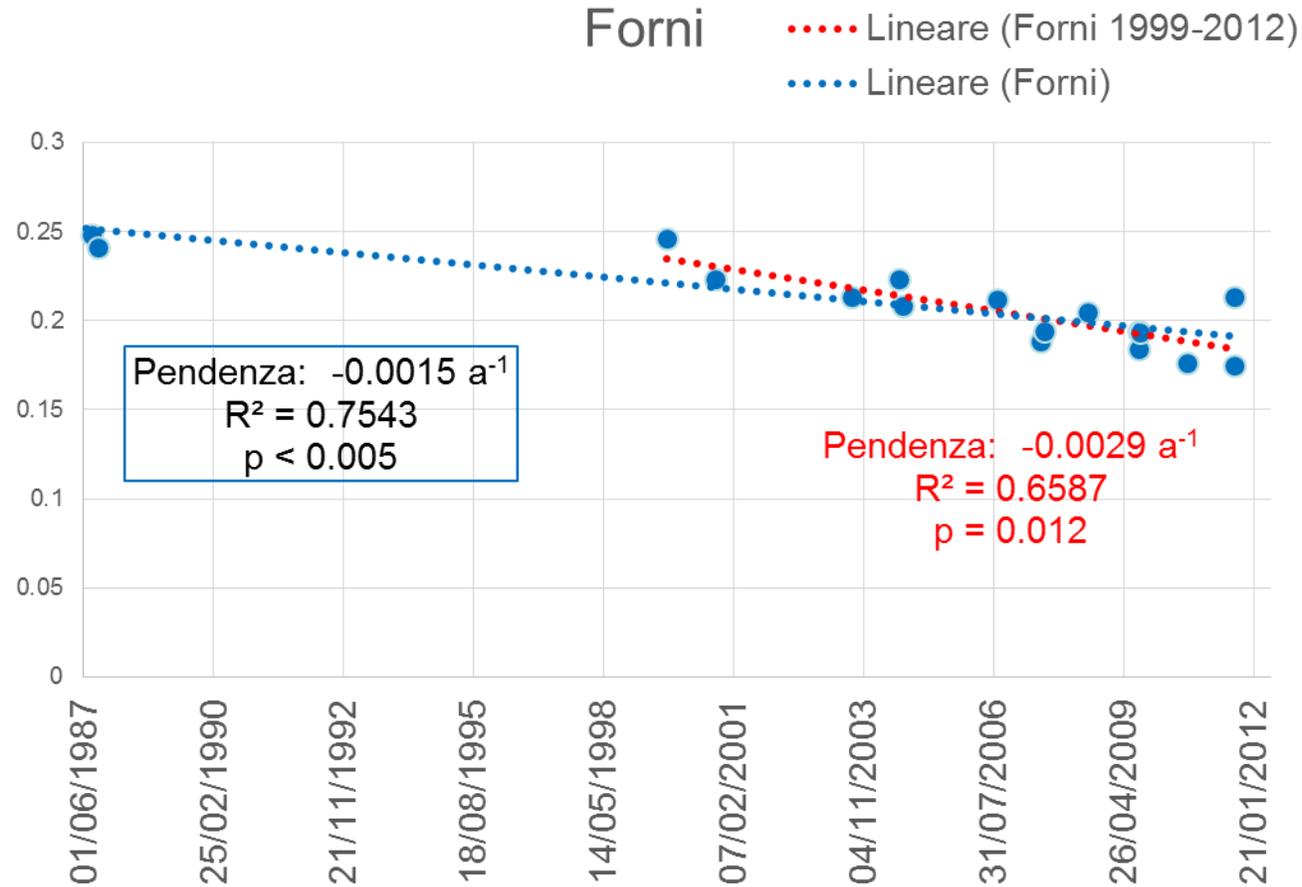


L'ANNERIMENTO DEI GHIACCIAI HA PORTATO AD UNA DIMINUZIONE DELL'ALBEDO?

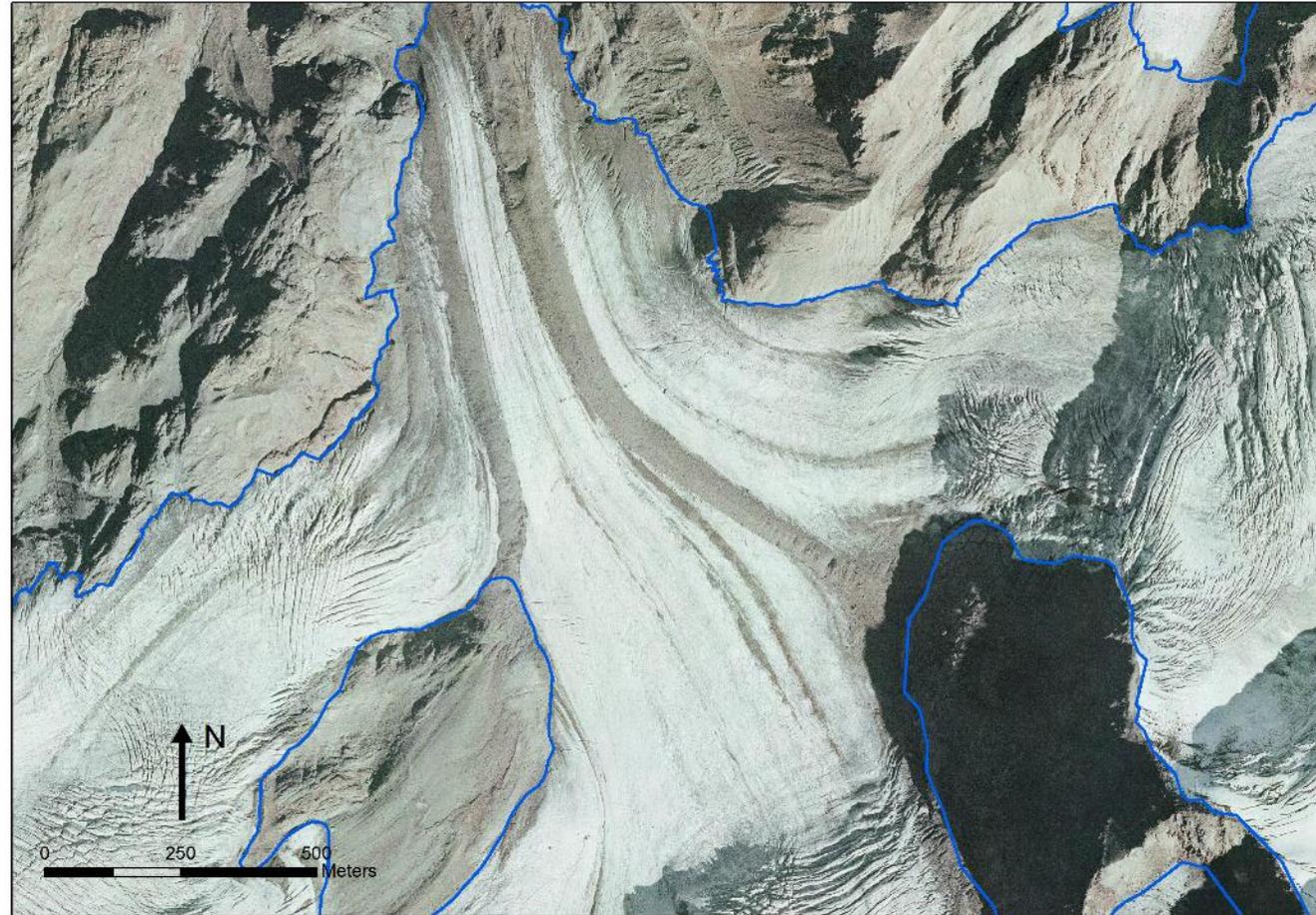
- Calcolo dell'albedo utilizzando l'archivio di immagini satellitari Landsat 4-7, dal 1987 al 2012
- Focus sulla lingua di ablazione
- Sviluppo di un programma open source basato su linguaggio Python e GRASS GIS



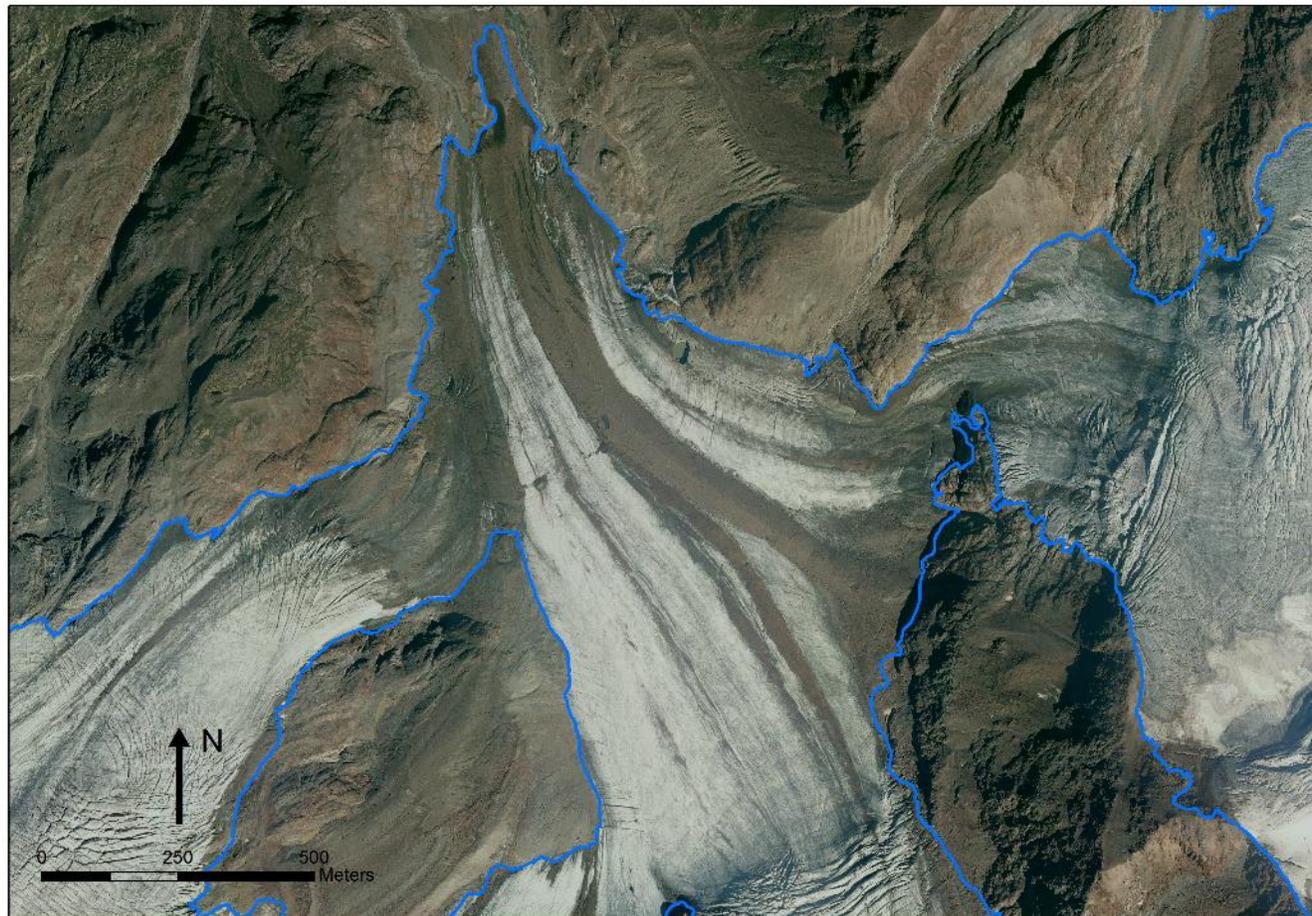
IL DECREMENTO DI ALBEDO DEI GHIACCIAI DELL'ORTLES - ALCUNI ESEMPI



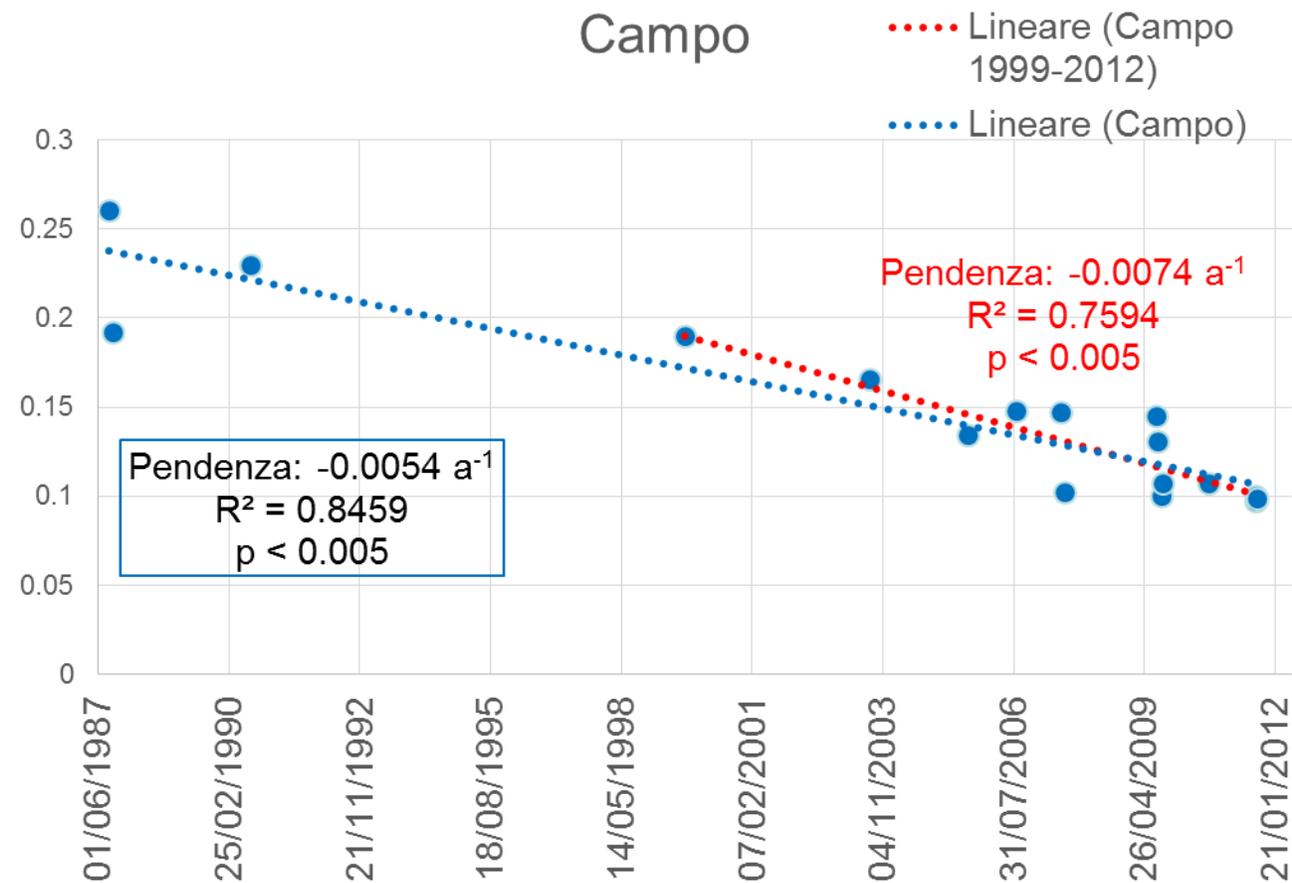
IL DECREMENTO DI ALBEDO DEI GHIACCIAI DELL'ORTLES - ALCUNI ESEMPI



IL DECREMENTO DI ALBEDO DEI GHIACCIAI DELL'ORTLES - ALCUNI ESEMPI



IL DECREMENTO DI ALBEDO DEI GHIACCIAI DELL'ORTLES - ALCUNI ESEMPI



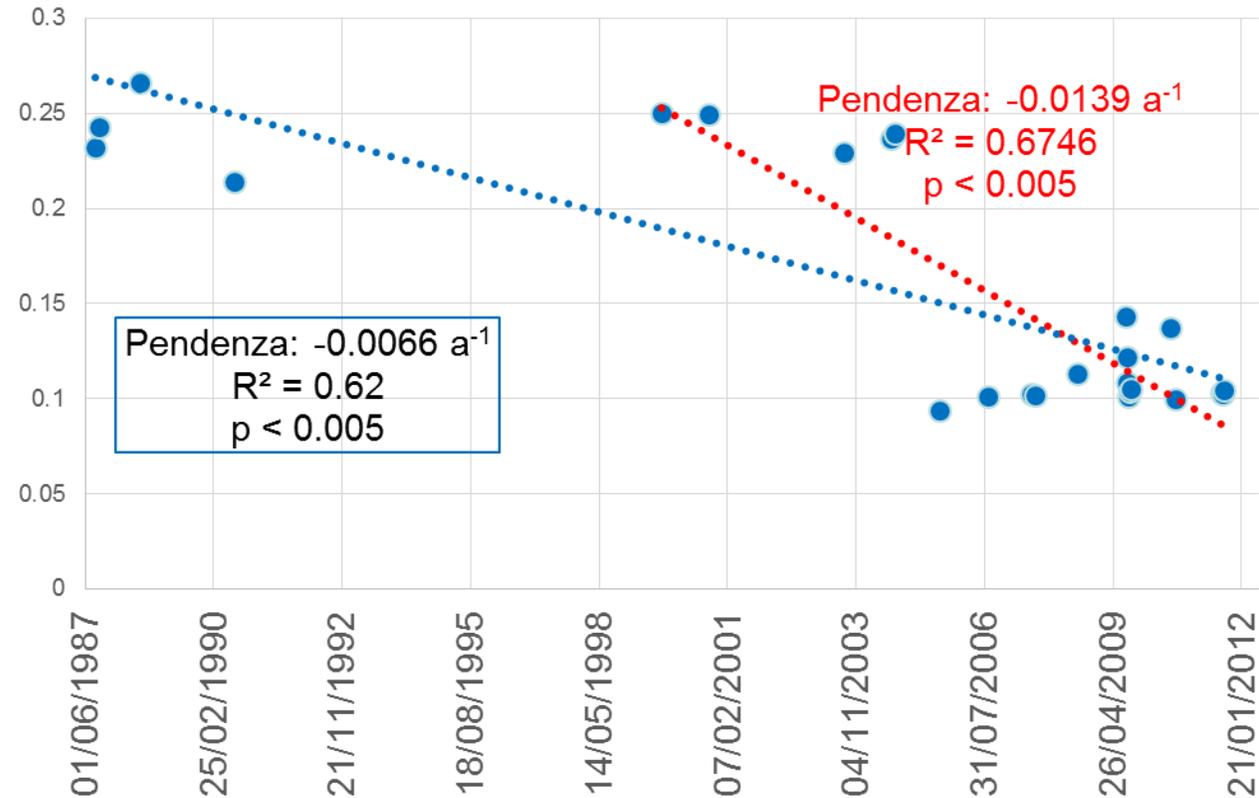
IL DECREMENTO DI ALBEDO DEI GHIACCIAI DELL'ORTLES - ALCUNI ESEMPI



IL DECREMENTO DI ALBEDO DEI GHIACCIAI DELL'ORTLES - ALCUNI ESEMPI

Zebrù Ovest Lineare (Zebrù I 1999-2012)

..... Lineare (Zebrù)



IL DECREMENTO DI ALBEDO DEI GHIACCIAI DELL'ORTLES - ALCUNI ESEMPI



IL DECREMENTO DI ALBEDO DEI GHIACCIAI DELL'ORTLES - ALCUNI ESEMPI



Conclusioni

I ghiacciai Lombardi sono sempre più piccoli, coperti di detrito e meno riflettivi

Fondono sempre più rapidamente e evidenziano fenomeni di involuzione accelerata che prelude ad accentuate condizioni di pericolosità e rischio ambientale

Fino ad oggi hanno garantito una «lacrima» estiva non trascurabile (pari a 56 mil di m³ di ghiaccio) ma per il futuro ?

I nostri modelli evolutivi stimano una riduzione tale da portare nel 2080 l'estensione glaciale regionale pari al 20% dell'attuale....

Grazie dell'attenzione

