

Analisi comparata di velocità superficiali mediante UAV e GNSS al rock glacier della Gran Sommetta (Valtournenche)

U. Morra di Cella (1), F. Diotri (1), R. Delaloye (2), P. Pogliotti (1)

E. Dall'Asta (3), G. Forlani (3), M. Fornari (3), R. Roncella (3), M. Santise (3)

1 – ARPA Valle d'Aosta

2 – Université de Fribourg (CH)

3 – Università di Parma – Dip. Ingegneria Civile, dell'Ambiente, del Territorio e Architettura



13-15 ottobre 2015, Quart (AO) - Meeting Rock Glaciers



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



13-15 ottobre 2015, Quart (AO)
Meeting Rock Glaciers

U. Morra di Cella, F. Diotri, R. Delaloye, P. Pogliotti, E. Dell'Asta, G. Forlani, M. Fornari, R. Roncella, M. Santise
Analisi comparata di velocità superficiali mediante UAV e GNSS al rock glacier della Gran Sommetta (Valtournanche)

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

La **velocità superficiale** dei rock glacier è un parametro importante per la caratterizzazione della loro dinamica, per comprendere le relazioni con il *global change* e per poter prevedere/ipotizzare la loro evoluzione futura (Kaab, 2007).

In alcuni casi è il parametro fondamentale sulla base del quale vengono adottate misure di protezione civile (Delaloye, 2013).

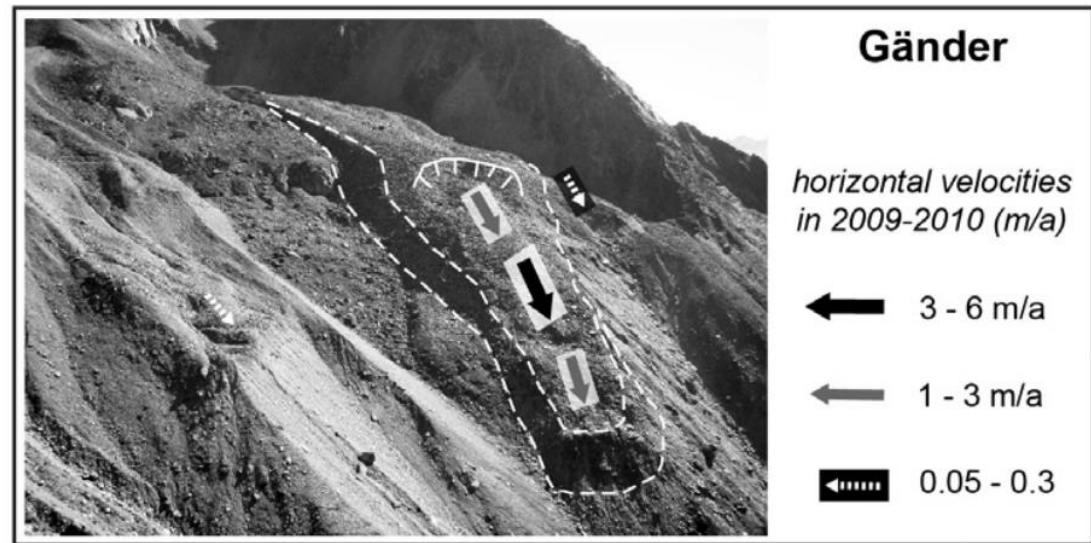


Fig. 5. Morphology and horizontal velocities of the Gänder rock glacier.

Rapidly moving rock glaciers in the Mattertal valley, Switzerland.
Delaloye et al., 2013



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

Per il monitoraggio della velocità superficiale sono ampiamente diffusi i **sistemi GNSS** (misure periodiche o sistemi automatici fissi) i quali tuttavia non forniscono un quadro esaustivo (misure di singoli punti) e presentano alcuni svantaggi:

- necessità di percorrere direttamente la superficie
- possibilità di misurare un ridotto numero di punti
- discontinuità nelle serie in caso di variazione dei target

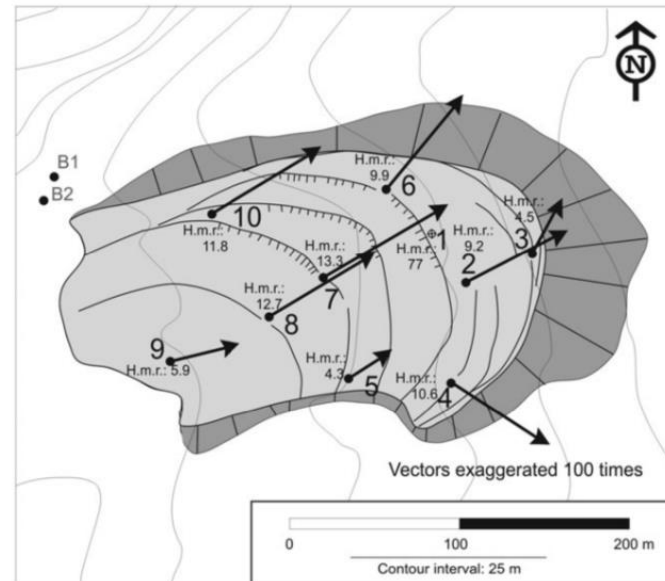


Figure 10. Surface flow velocity measurements and trajectories from 2001 to 2008. H.m.r.; horizontal movements rates in cm a^{-1} .

Rock glacier dynamics in marginal periglacial environments.
Serrano et al., 2010



MOTIVAZIONE

Al fine di migliorare la conoscenza della dinamica del rock glacier Gran Sommetta di Cervinia (Valtournenche) è stato attivato un monitoraggio GNSS «tradizionale» dal 2012/08 e dal 2014 ha preso avvio un monitoraggio regolare tramite sistema UAV.

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

I **sistemi UAV** consentono di acquisire immagini con (i) alta risoluzione spaziale, (ii) alta risoluzione temporale, (iii) tempistica personalizzata.

METODOLOGIA

Le immagini trattate con tecniche fotogrammetriche consentono di osservare **variazioni della superficie fotografata**.

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

Confronti multitemporali permettono di analizzare:

- Movimenti superficiali (XY) → analisi di velocità
- Variazioni di forma (Z) → comportamento del rock glacier (accumulo e diminuzione di massa)

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

1) Le immagini UAV possono essere impiegate per migliorare la conoscenza delle caratteristiche e della dinamica dei rock glacier?

2) Al fine di ottimizzare/velocizzare il monitoraggio è possibile automatizzare parte del processo di analisi?

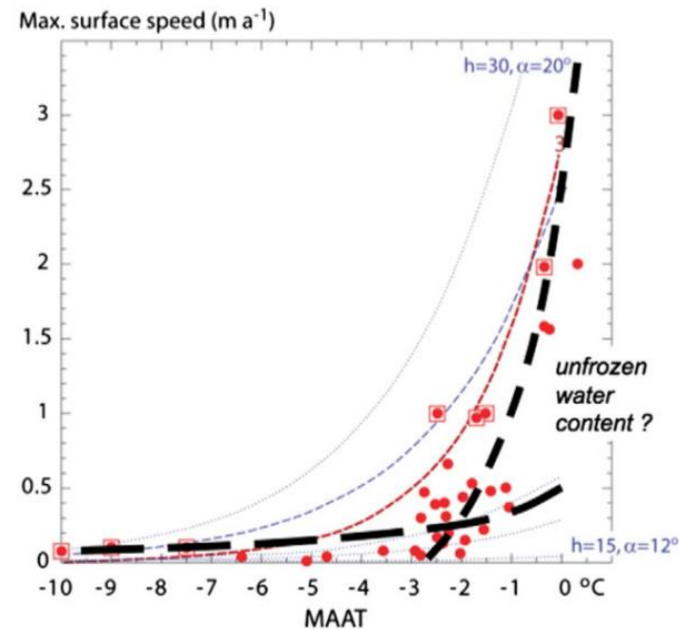


Fig. 3. Relation between surface flow velocities determined on creeping perennially frozen talus and debris (rock glaciers, mainly in the European Alps and on Svalbard) and estimated mean annual air temperature at the sites. The black dashed lines indicate the possibility of a two-segment curve with strong influence from meltwater penetration in frozen ground at near-melting temperatures.

Modified from Fig. 3 in Käab et al. (2007).

Mountain permafrost – research frontiers and a special long-term challenge. Haerberli, 2013.



Gran Sommetta Rock Glacier



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

- multilobato, alimentazione da falda di detrito, attivo
- quota compresa fra 2.625 m e 2.775 m (quota massima rilievo 3.000 m)
- lunghezza \sim 500 m, larghezza \sim 600 m
- spessore (based on the height of the front) of 20-30 m
- la fronte interessa la pista di discesa "Ventina" che rappresenta l'accesso estivo al comprensorio (lavori regolari di ripulitura della pista e rimodellamento)



Gran Sommetta Rock Glacier

Il rock glacier Gran Sommetta è attualmente oggetto dei seguenti monitoraggi:

- a) velocità superficiale tramite campagne GNSS annuali (50 punti)
- b) velocità superficiale tramite GNSS fisso (1 punto)
- c) temperature interne con catene termometriche (2 punti, -20 m)
- d) temperature superficiali con datalogger (XXX punti)
- e) deformazioni interne con cavo TDR (2 punti, -20 m)
- f) indagini geofisiche una tantum (vedi P. Pogliotti – pome!)
 - tomografia elettrica
 - sismica a riflessione
- g) **velocità superficiale e variazioni superficiali** tramite **campagne UAV** (annuali, mensili)

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

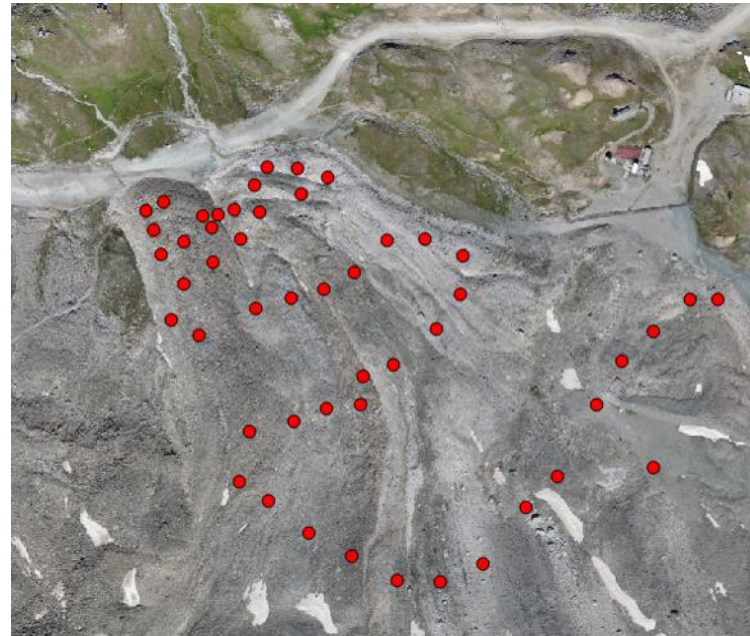
- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Campagne GNSS: velocità superficiali



Velocità annuali superficiali calcolate per ~ 50 punti tramite Leica Viva GS10/15 in modalità GNSS NRTK:

- misurare spostamenti superficiali
- validare i DTM UAV

Precisioni attese di ~ 1 cm (xyz)

Campagne annuali realizzate il 10/20 agosto (dal 2012)

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Campagne GNSS: punti di appoggio (GCPs)

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

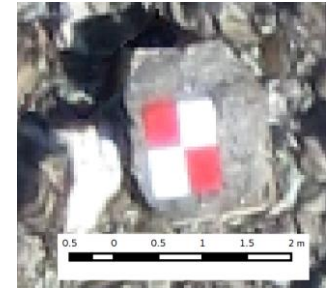
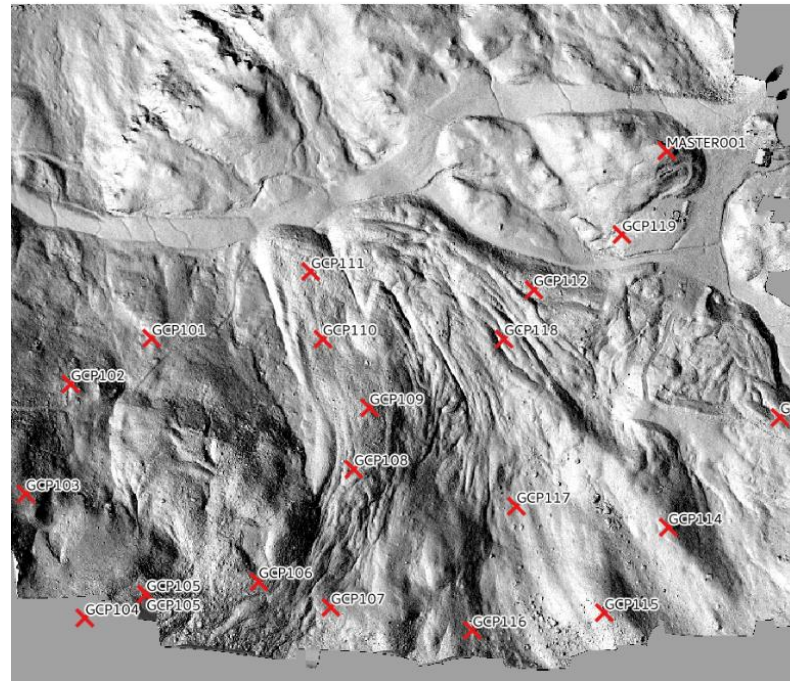
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Misura della posizione di 23 punti di appoggio tramite GEOMAX Zenith serie 10 in modalità GNSS NRTK (virtual):

- garantire appoggio ottimale del blocco fotogrammetrico

Precisioni attese di 1-2 cm (xy) e 2-3 cm (z)

Campagne contestuali ai voli UAV



Campagne UAV: caratteristiche hardware

Necessità:

- Aree estese da mappare: tempi di volo!
- Alta quota (2.000 – 3.600 m)
- Peso ridotto e trasportabilità



UAV ALA FISSA

2012 – SenseFly® Swinglet CAM equipped with a 12 Mpixel CANON IXUS 220HS
2014/15 – SenseFly® Swinglet CAM equipped with a 16 Mpixel CANON IXUS 125HS



Technical specifications	
Weight	550 g
Wingspan	80 cm
Wing area	0.22 m ²
Nominal endurance	30 min
Propulsion	Electric brushless motor
Nominal cruise speed	11 m/s
Wind resistance	Up to 7 m/s
Navigation	Up to 50 waypoints
Mission planner	Emotion2
Mission control	Emotion2



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Campagne UAV: piano di volo

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



13-15 ottobre 2015, Quart (AO)
Meeting Rock Glaciers

U. Morra di Cella, F. Diotri, R. Delaloye, P. Pogliotti, E. Dell'Asta, G. Forlani, M. Fornari, R. Roncella, M. Santise
Analisi comparata di velocità superficiali mediante UAV e GNSS al rock glacier della Gran Sommetta (Valtournanche)

Campagne UAV: datasets e fotogrammetria

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

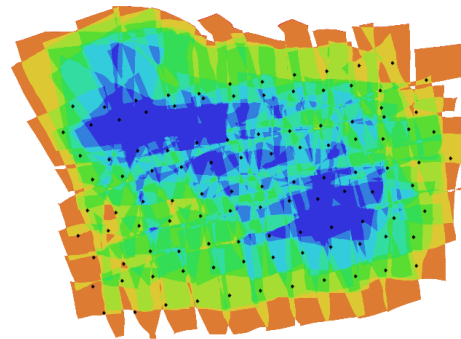
RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

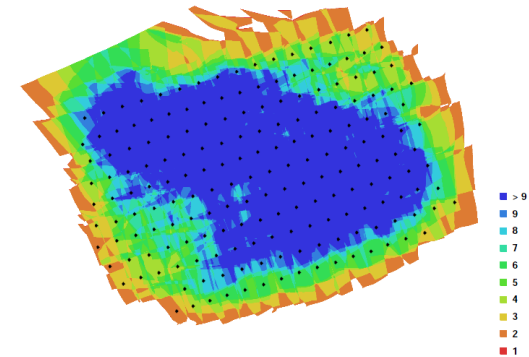
CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

	2012	2014	2014	2015
Data	October 24 th	August 18 th	October 3 rd	August 18 th
N° images acquisite	110	246 (two flights)	239 (two flights)	192 (two flights)
N° images usate	110	246	239	192
Sovrapp. laterale	70%	80%	80%	80%
Sovrapp. longitudinale	60%	85%	85%	85%
Ground resolution	5 cm/pixel	5 cm/pixel	5 cm/pixel	5 cm/pixel



*Posizione centri di presa e sovrapposizione immagini
(2012/10)*



(2015/08)

- Block Orientation: estrazione automatic dei tie point e feature matching, auto-calibrazione (MicMac, Agisoft PhotoScan).
- produzione DSM: dense image matching (MicMac, Agisoft PhotoScan).
- produzione ortoimmagini (Agisoft PhotoScan).



Campagne UAV: prodotti - ortoimmagini

Raster, cell size 0.05 m



Ortoimmagine 2015/08

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

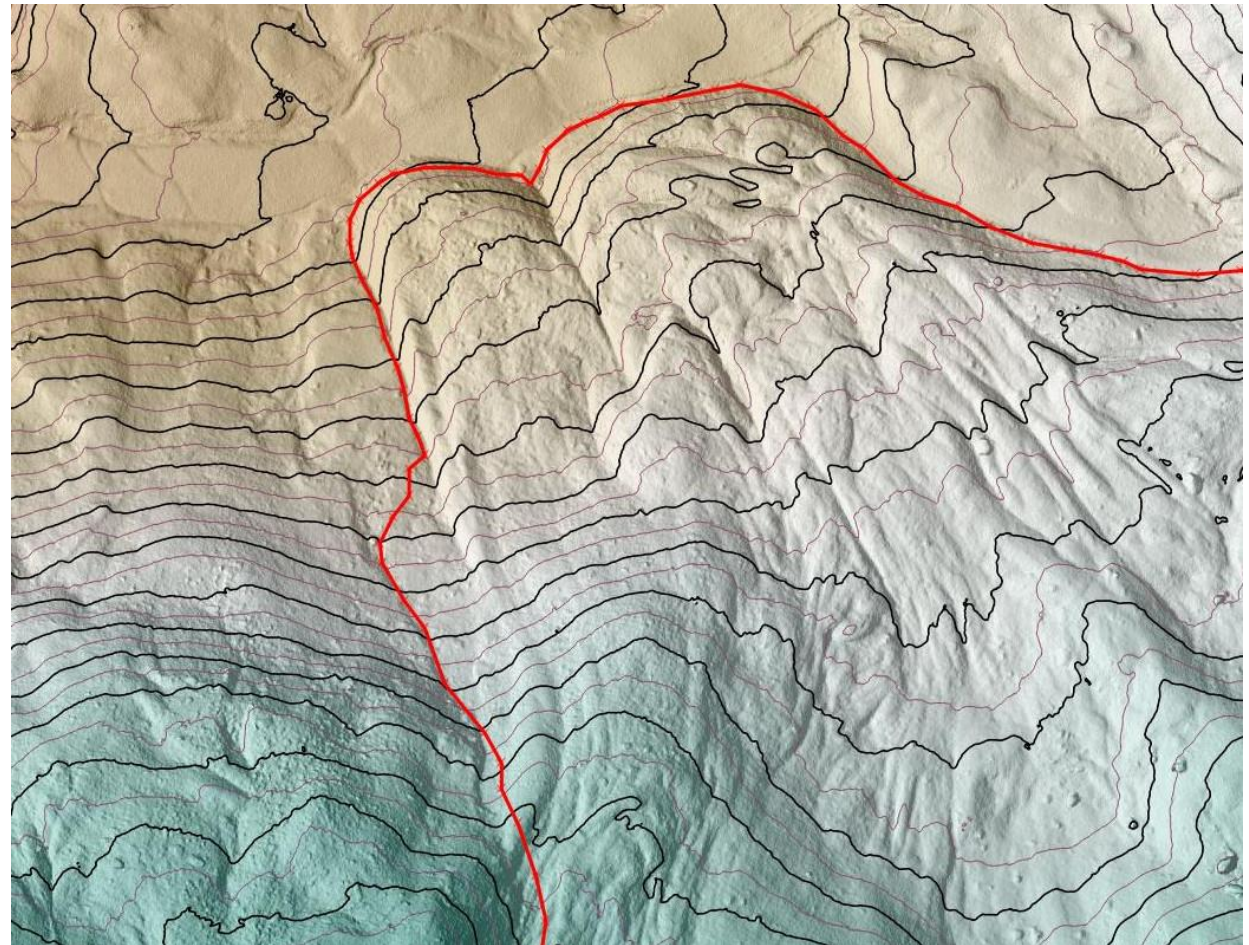
CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Campagne UAV: prodotti – modello digitale del terreno

Raster, cell size 0.20 m



DTM 2015/08

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

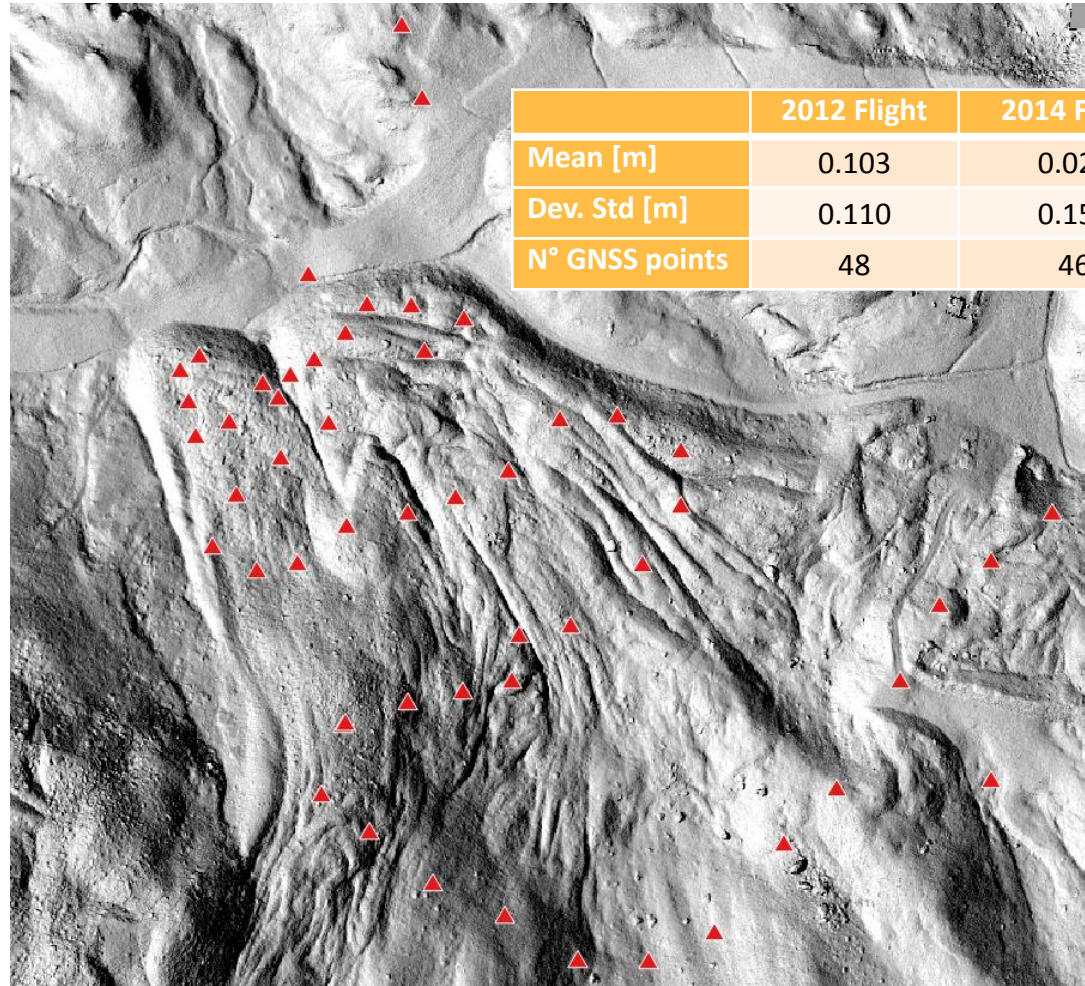
CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Campagne UAV: accuratezza dei dataset (z)

L'accuratezza dei DTM è stata valutata confrontando le quote dei 48 punti di monitoraggio GNSS (puntuale) e il valore di quota estratto dal DTM corrispondente



	2012 Flight	2014 Flight	2015 Flight
Mean [m]	0.103	0.025	0.022
Dev. Std [m]	0.110	0.156	0.140
N° GNSS points	48	46	44*

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

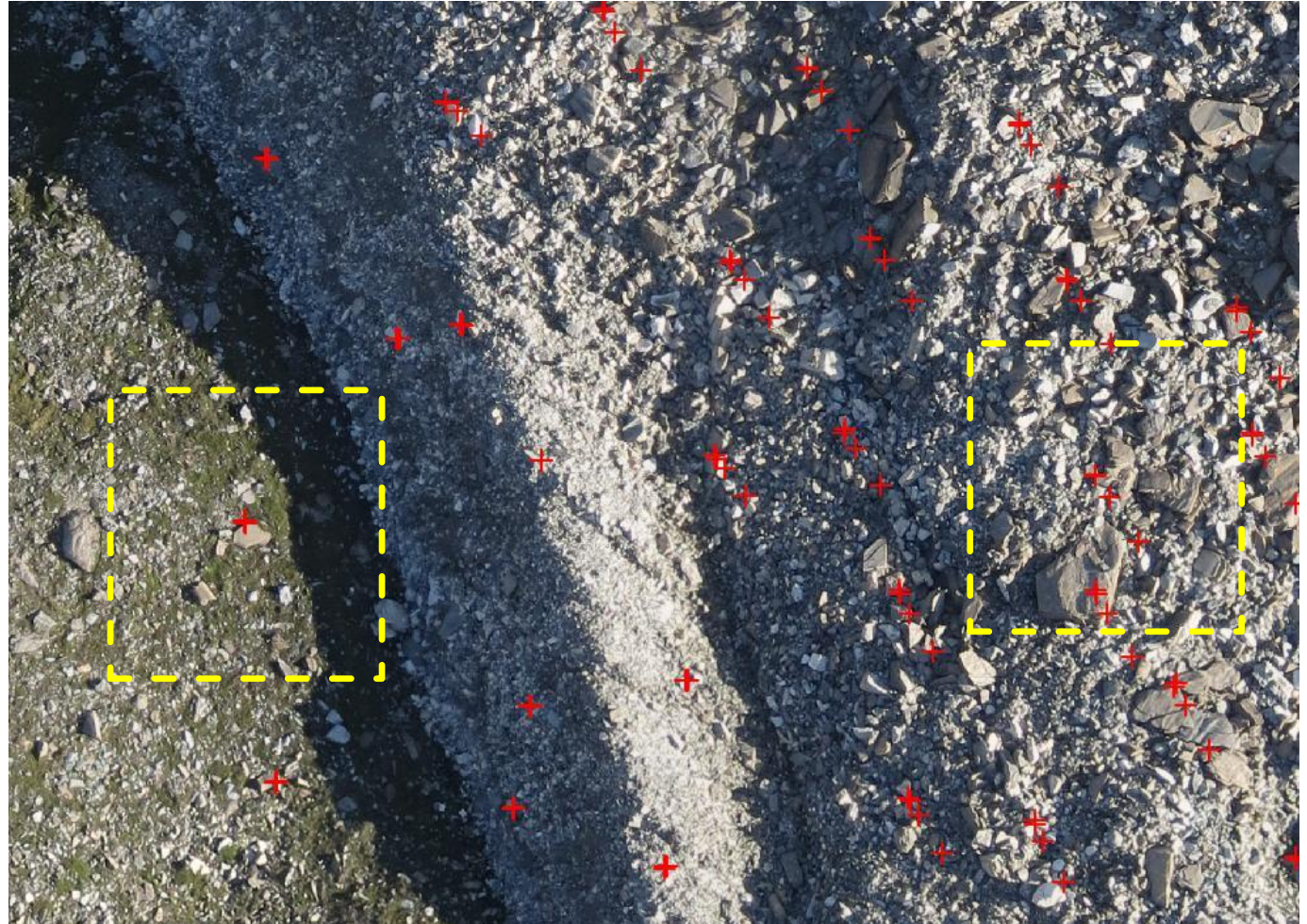
CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Campagne UAV: accuratezza dei dataset (xy)

L'accuratezza planimetrica è stata valutata osservando le differenze di posizione di punti fissi riconoscibili sulle ortoimmagini (zone esterne al rock glacier)



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



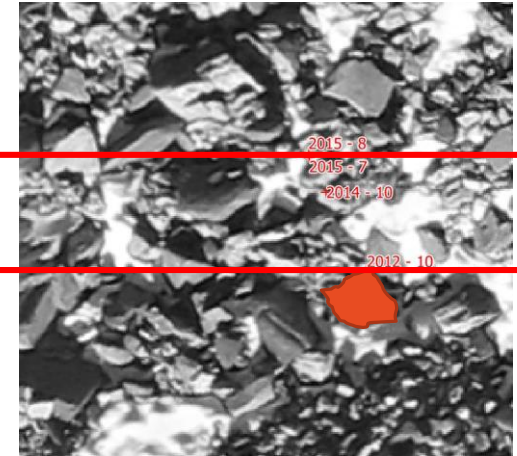
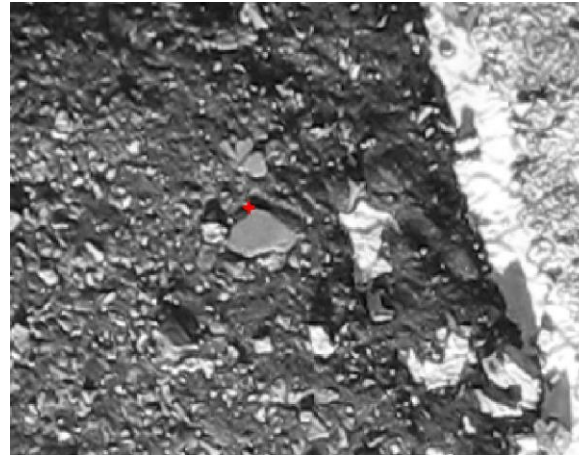
Campagne UAV: accuratezza dei dataset (xy)

L'accuratezza planimetrica è stata valutata osservando le differenze di posizione di punti fissi riconoscibili sulle ortoimmagini (zone esterne al rock glacier)

Blocchi fissi

Blocchi in movimento

2012 / 10



2015/08



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Misura degli spostamenti

I campi di spostamento del rock glacier sono ottenuti confrontando ortoimmagini e DTM derivati da voli UAV nel periodo 2012 – 2015.

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

1. Misure manuali dello spostamento



Ortoimmagini a 0.05 m

Identificazione manuale di punti ben riconoscibili sulle ortoimmagini

2. Misure automatiche dello spostamento



- Ortoimmagini a 0.20 m
- Modello digitale del terreno 0.2 m

Tracking automatico di una griglia densa di punti



Misura degli spostamenti: MANUALE

I campi di spostamento del rock glacier sono ottenuti confrontando ortoimmagini e DTM derivati da voli UAV nel periodo 2012 – 2015.

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

**1. Misure manuali
dello spostamento**



Ortoimmagini a 0.05 m

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

Selezione manuale di punti omologhi sulle serie di ortoimmagini:

- **target:** blocchi con geometria regolare (no rotazione, no scivolamento)
- **scala fissa** nella fase di interpretazione
- **densità minima** di punti: 1 punto per cella su grid di 10 m lato
- alcuni “**vuoti**” nei dataset: la qualità delle ortoimmagini può compromettere l’interpretazione.

+++ : possibilità di descrivere l’intera area di monitoraggio
migliore comprensione delle dinamiche di spostamento

---: *very time consuming*: fino a 1.000 punti per descrivere 0.25 Km²



Misura degli spostamenti: MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Misura degli spostamenti: MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Misura degli spostamenti: MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Misura degli spostamenti: MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Misura degli spostamenti: AUTOMATICO

I campi di spostamento del rock glacier sono ottenuti confrontando ortoimmagini e DTM derivati da voli UAV nel periodo 2012 – 2015.

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

2. Misure automatiche dello spostamento



- Ortoimmagini a 0.20 m
- Modello digitale del terreno 0.2 m

Tracking automatico di una griglia densa di punti

Il tracciamento automatico di punti omologhi è stato realizzato, applicandolo sia sulle ortoimmagini, sia sui DTM, impiegando specifici algoritmi:

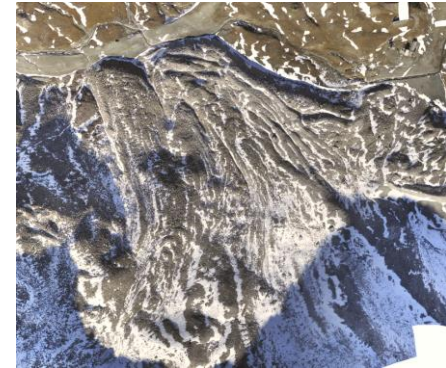
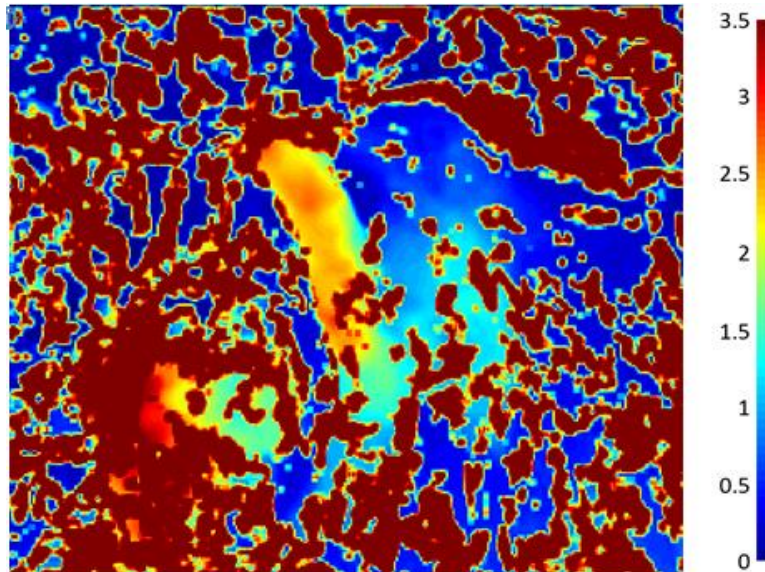
- **DenseMatcher** (Re, et al., 2012), che implementa un algoritmo Least Squares Matching (LSM);
- **Semi-Global Matching (SGM)** algorithm (Hirschmuller, 2005; Dall'Asta, 2014).



Misura degli spostamenti: AUTOMATICO

I campi di spostamento ottenuti applicando l'algoritmo Area Based Matching (ABM) alle ortoimmagini ha dato **risultati insoddisfacenti** in relazione alla eccessiva eterogeneità delle immagini impiegate (long time-separated images).

ORTOIMMAGINI



Mappa degli spostamenti 2D [m] ottenuta applicando Area Based Matching (ABM) alle ortoimmagini

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Misura degli spostamenti: GNSS

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

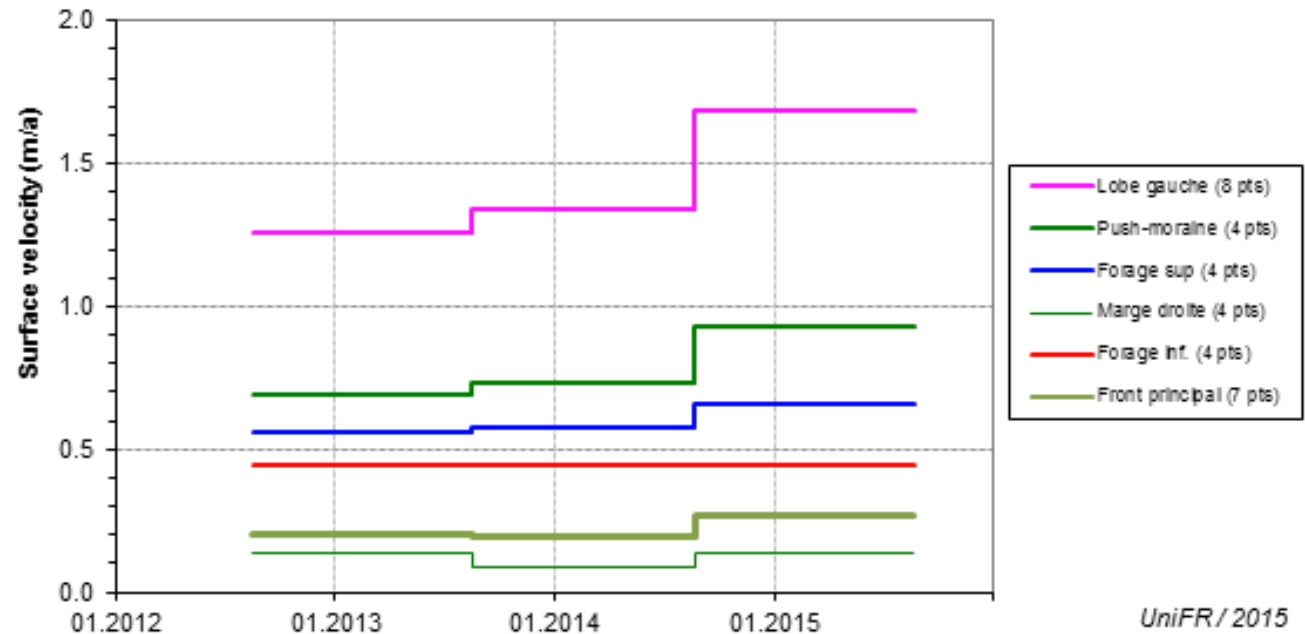
RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

Gran Sommetta rock glaciers
Annual velocity



Misura degli spostamenti: GNSS

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

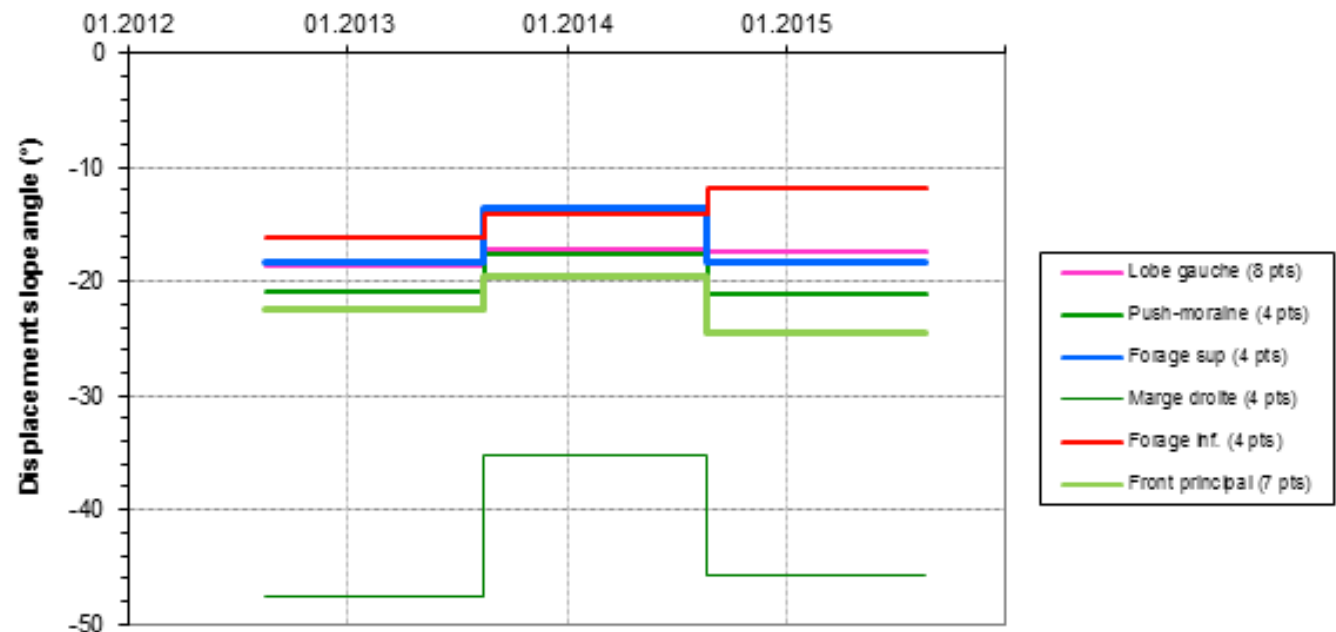
RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

Gran Sommetta rock glaciers
Annual displacement slope angle



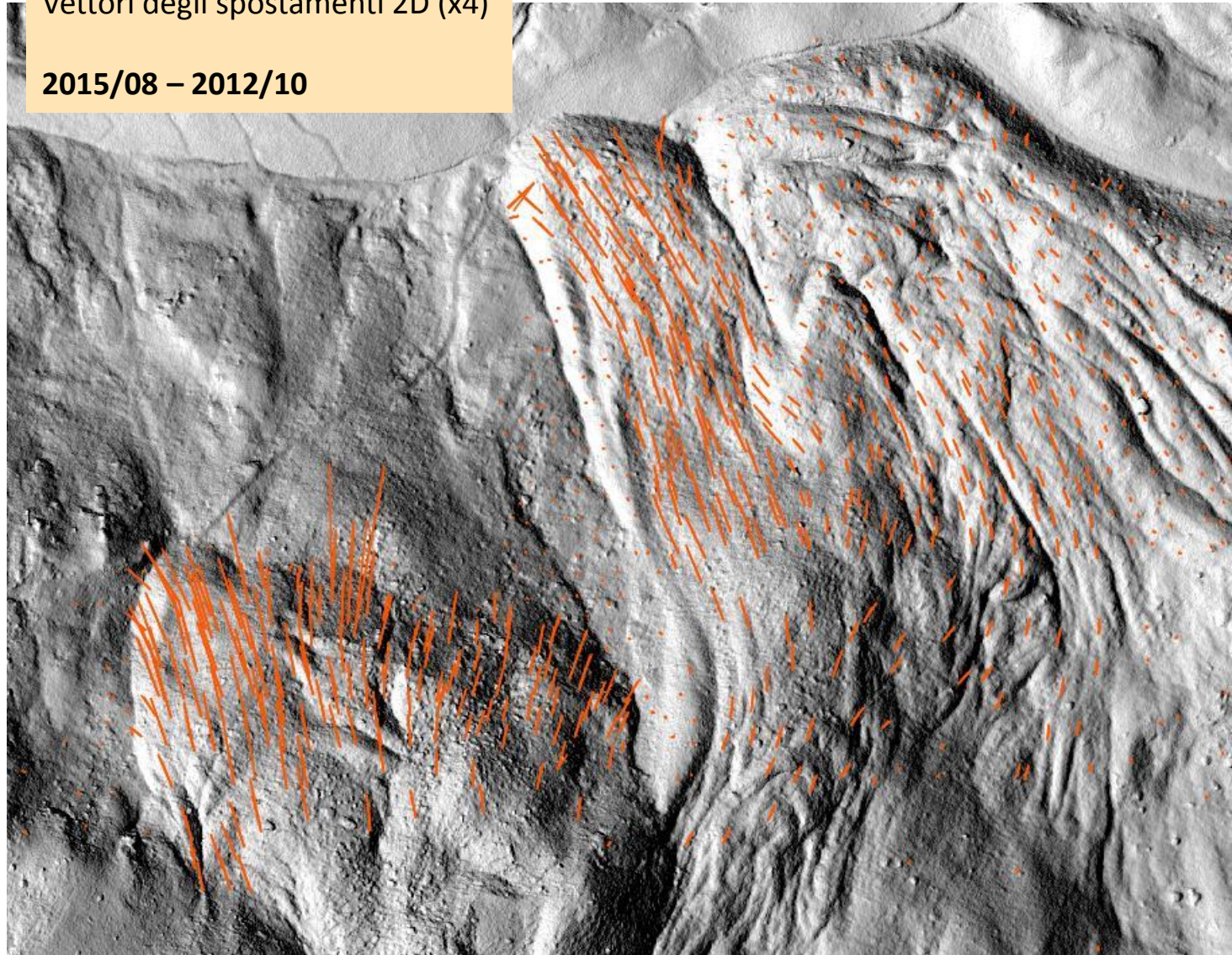
UniFR / 2015



Metodo MANUALE

Vettori degli spostamenti 2D (x4)

2015/08 – 2012/10



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Metodo MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

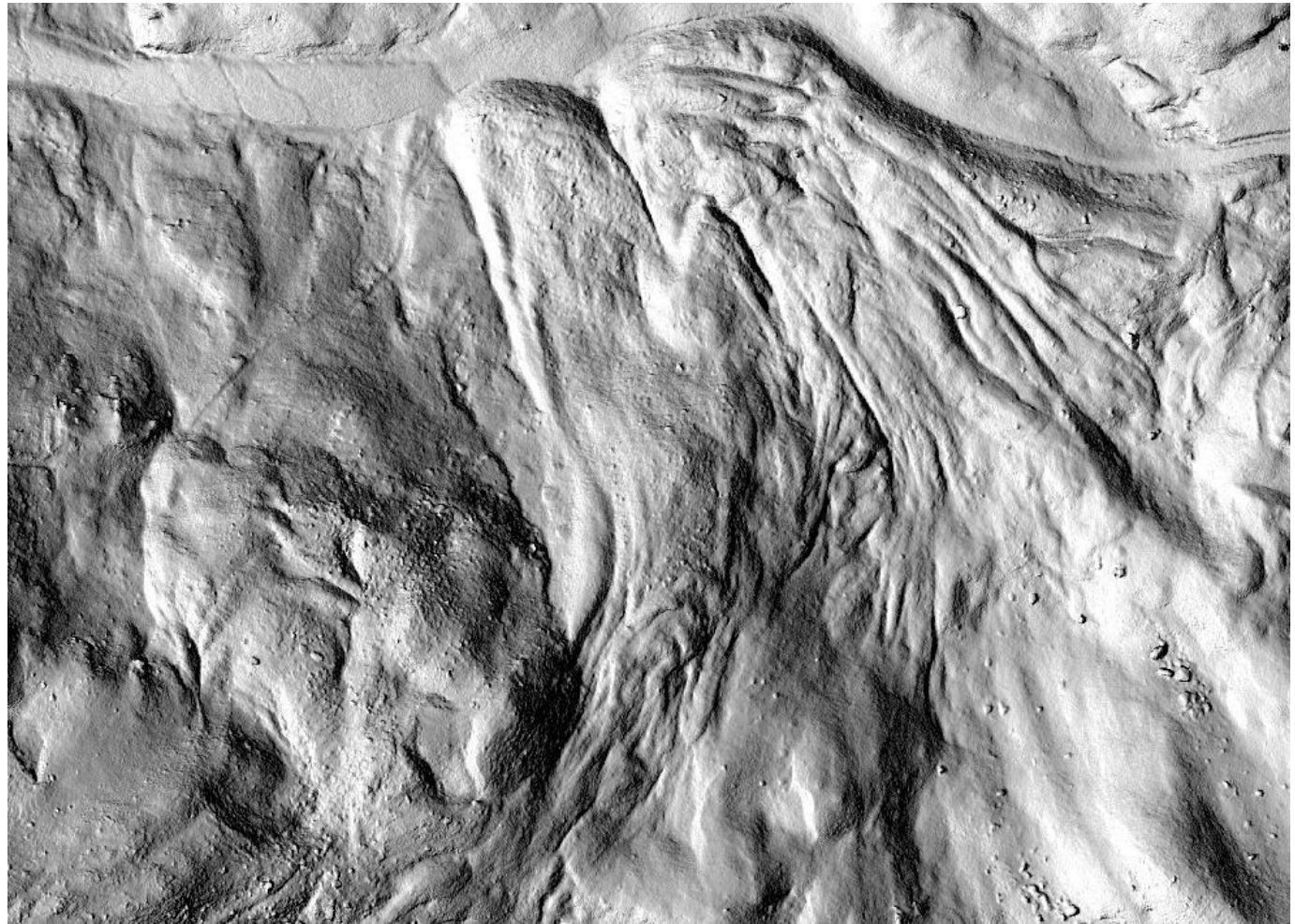
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



2012/10 Hillshaded DTM (270 – 45)



Metodo MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

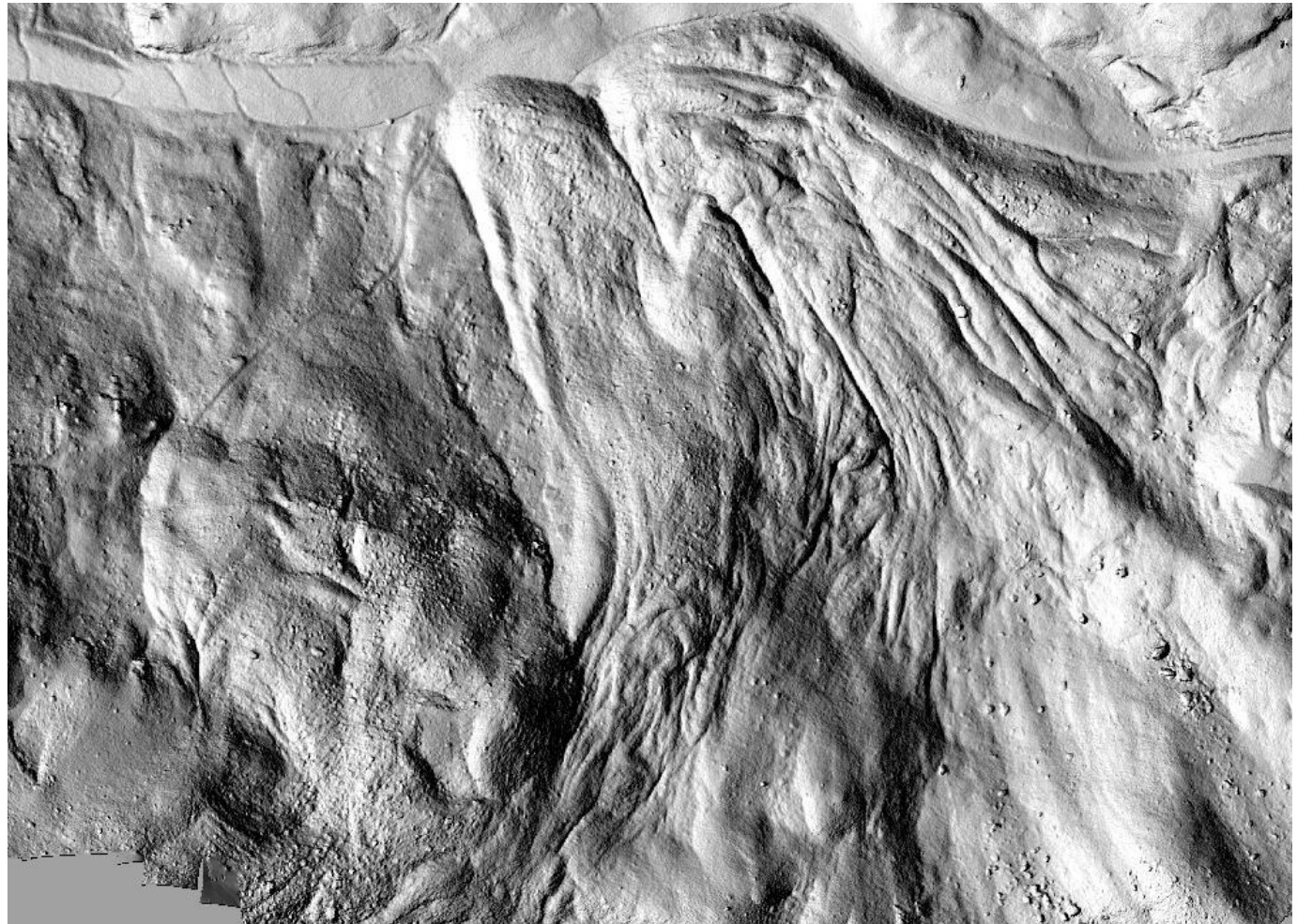
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



2014/10 Hillshaded DTM (270 – 45)



Metodo MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

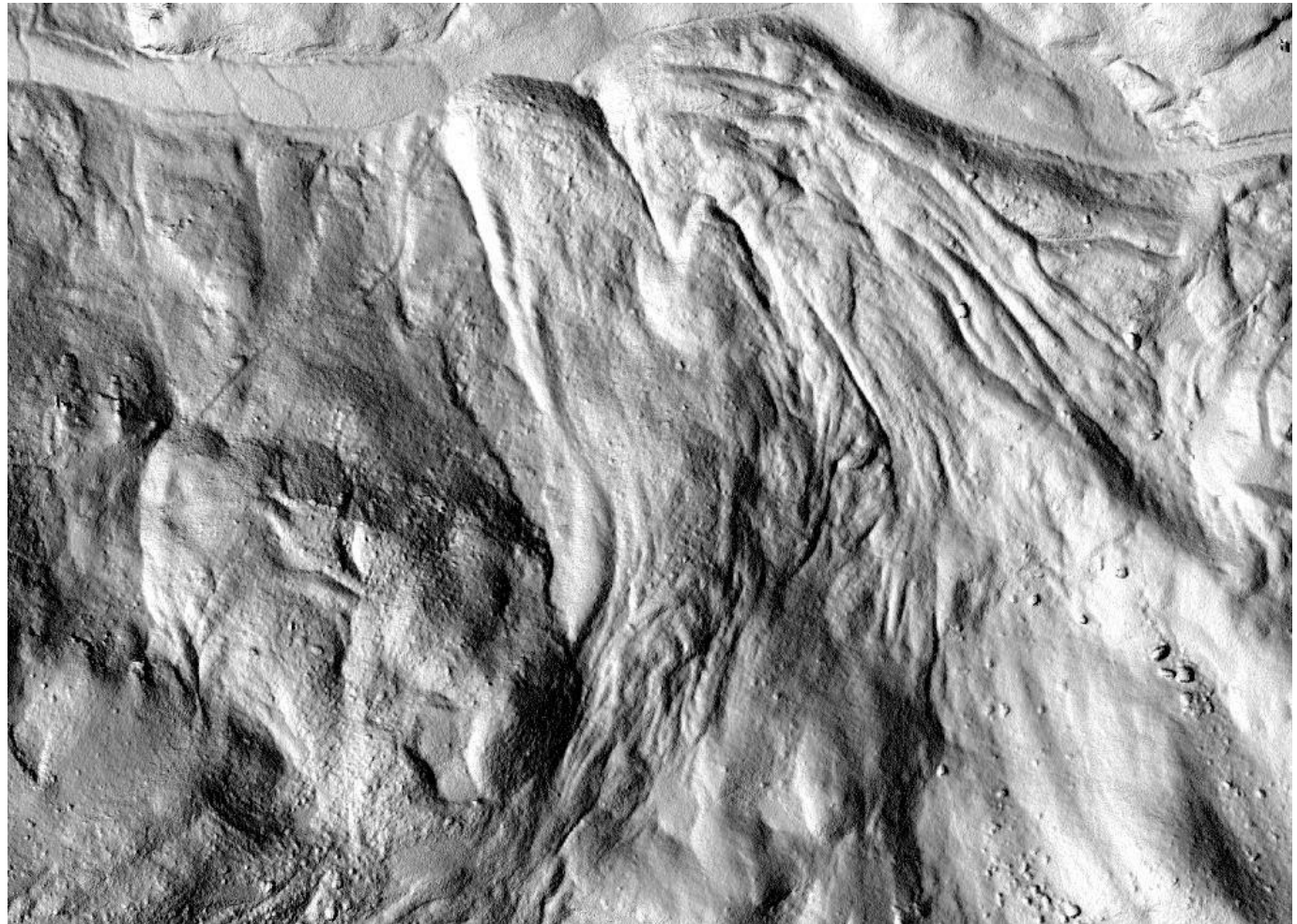
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



2015/07 Hillshaded DTM (270 – 45)



Metodo MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

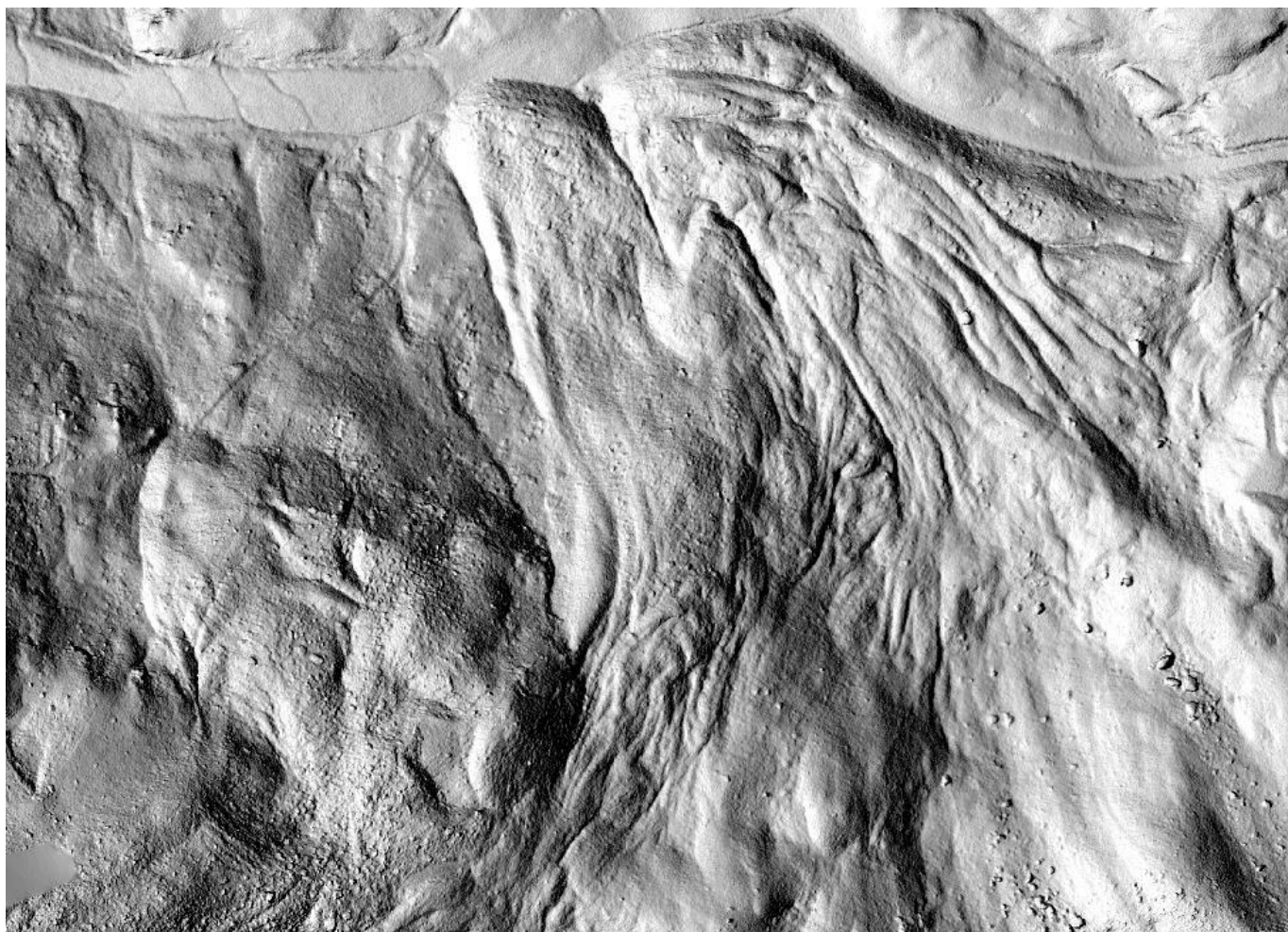
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



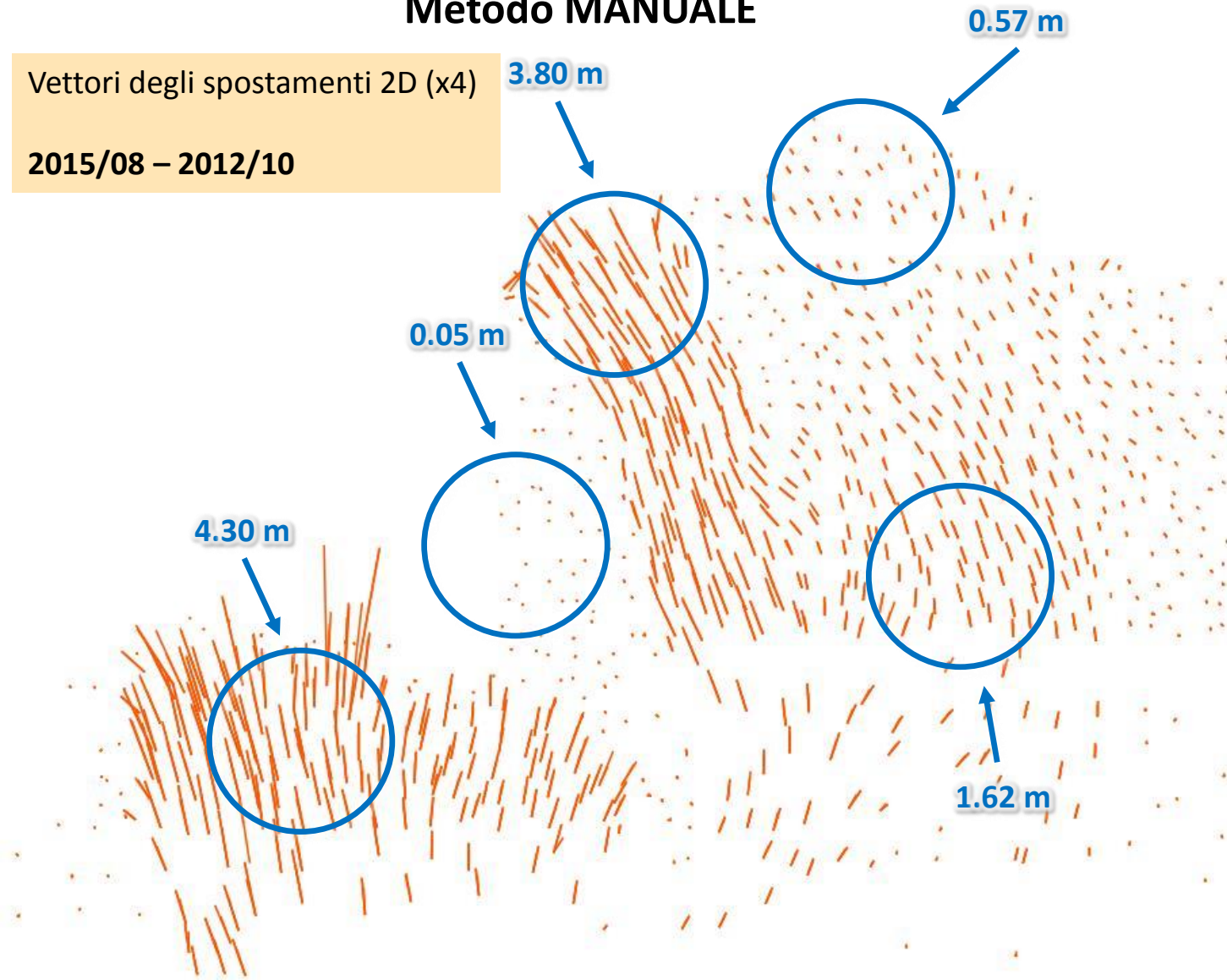
2015/08 Hillshaded DTM (270 – 45)



Metodo MANUALE

Vettori degli spostamenti 2D (x4)

2015/08 – 2012/10



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

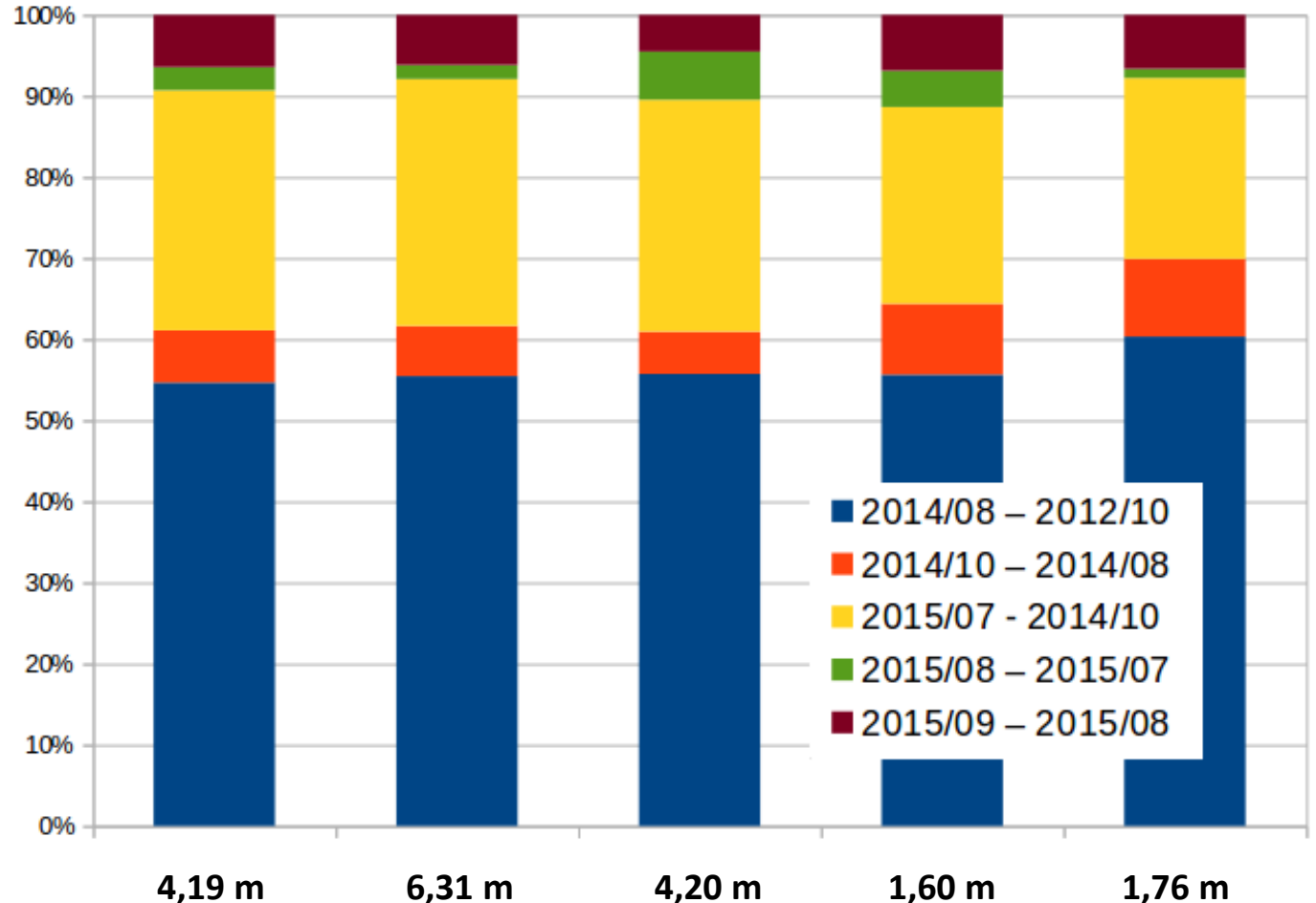
CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Metodo MANUALE

% spostamento sullo spostamento totale in aree con spostamenti significativamente differenti



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Metodo MANUALE

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

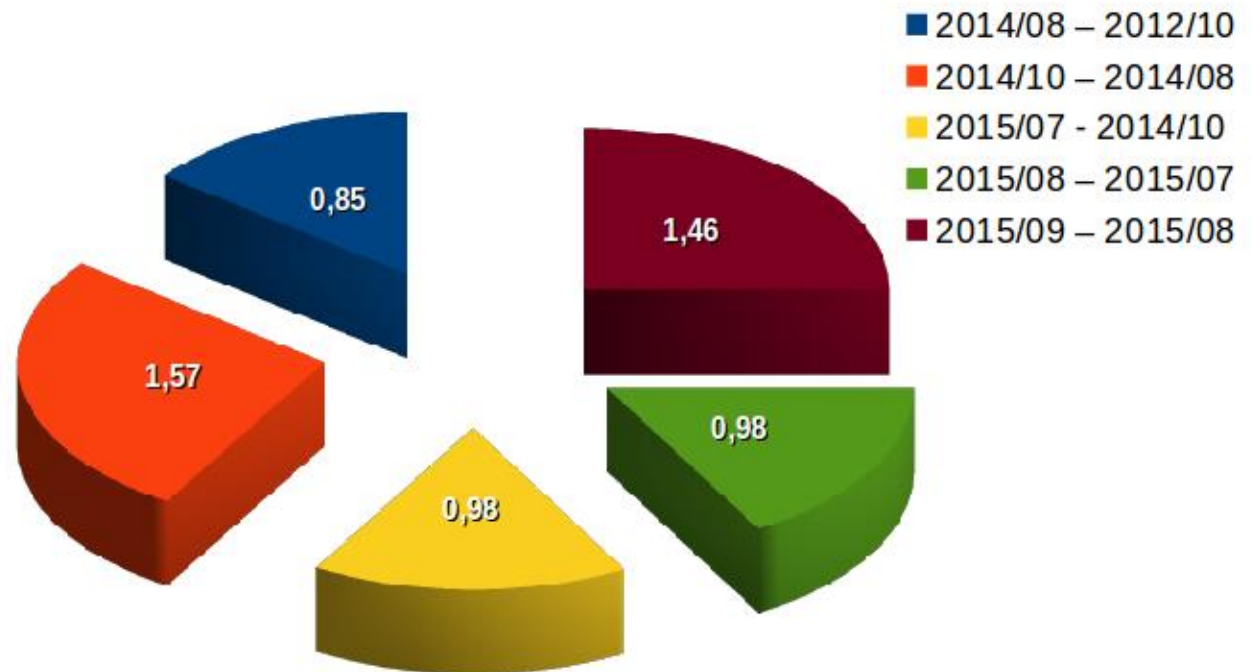
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Metodo AUTOMATICO [2012/10 – 2014/10]

Le tecniche di image matching sono applicabili vantaggiosamente a raster floating-point e l'individuazione di elementi omologhi può essere realizzata direttamente su DSM.

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

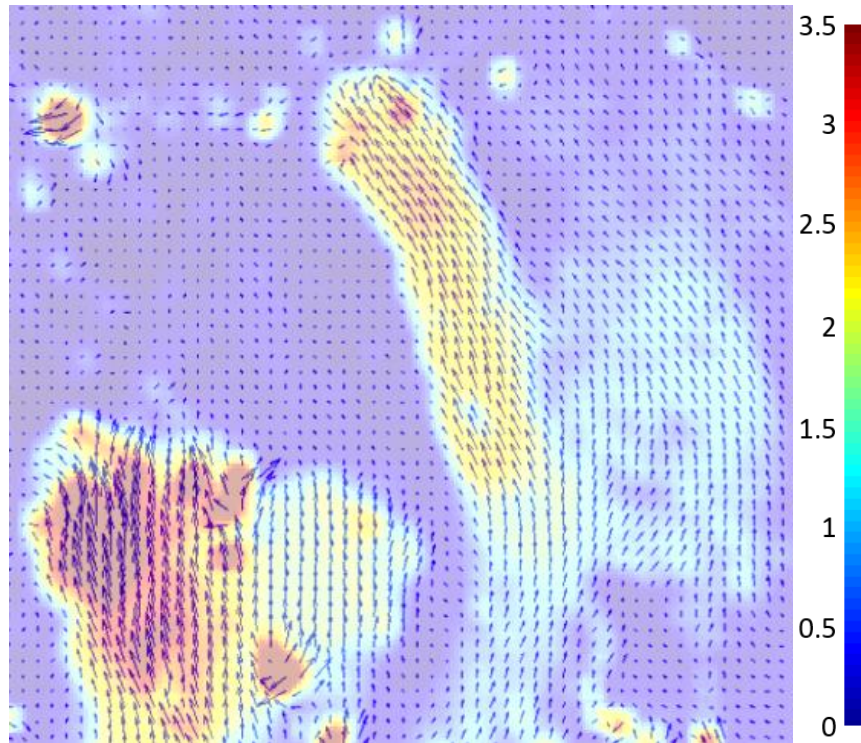
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



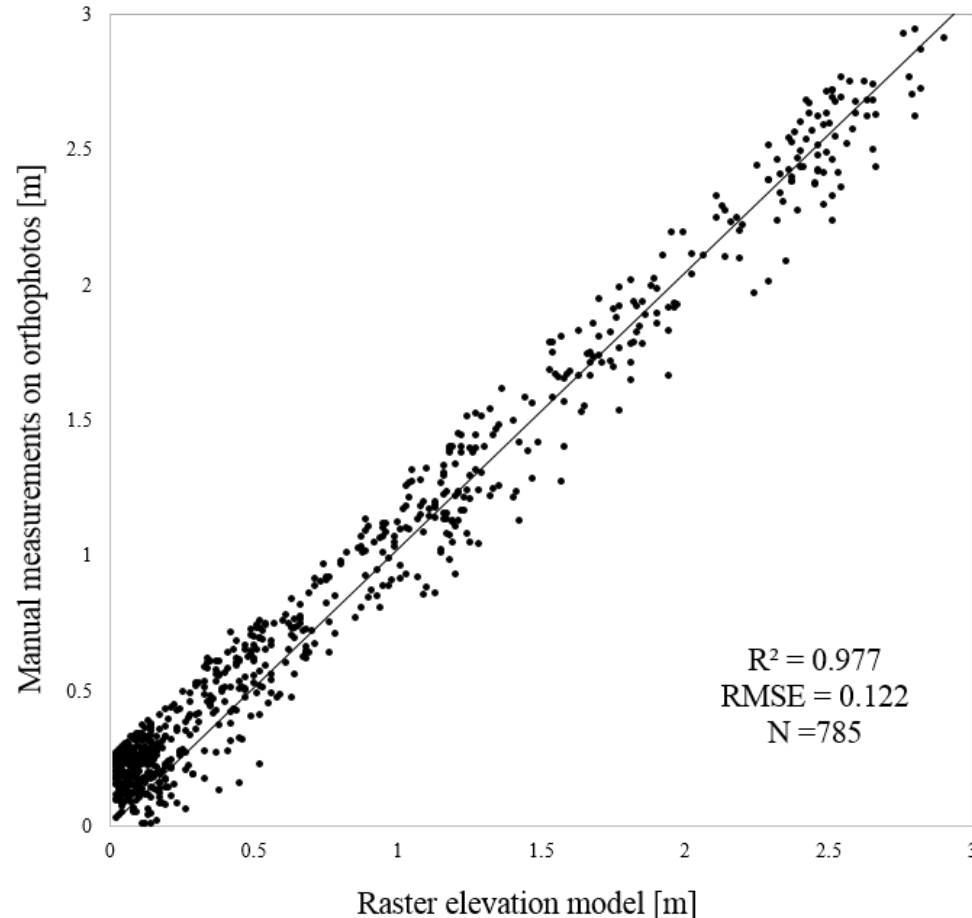
*Mapa degli spostamenti 2D [m]
ottenuta applicando ABM a due DTM
successive (2012/10 – 2014/10)*



Metodo AUTOMATICO

Confronto tra metodo *manuale* e *automatico*

Displacement XY 2014-10||2012-10



*Scatterplot degli spostamenti ottenuti dal confronto automatico di DTM e gli spostamenti determinati con il metodo manuale di **785 punti**.*

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Metodo AUTOMATICO [2014/10 – 2015/08]

Le tecniche di image matching sono applicabili vantaggiosamente a raster floating-point e l'individuazione di elementi omologhi può essere realizzata direttamente su DSM.

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

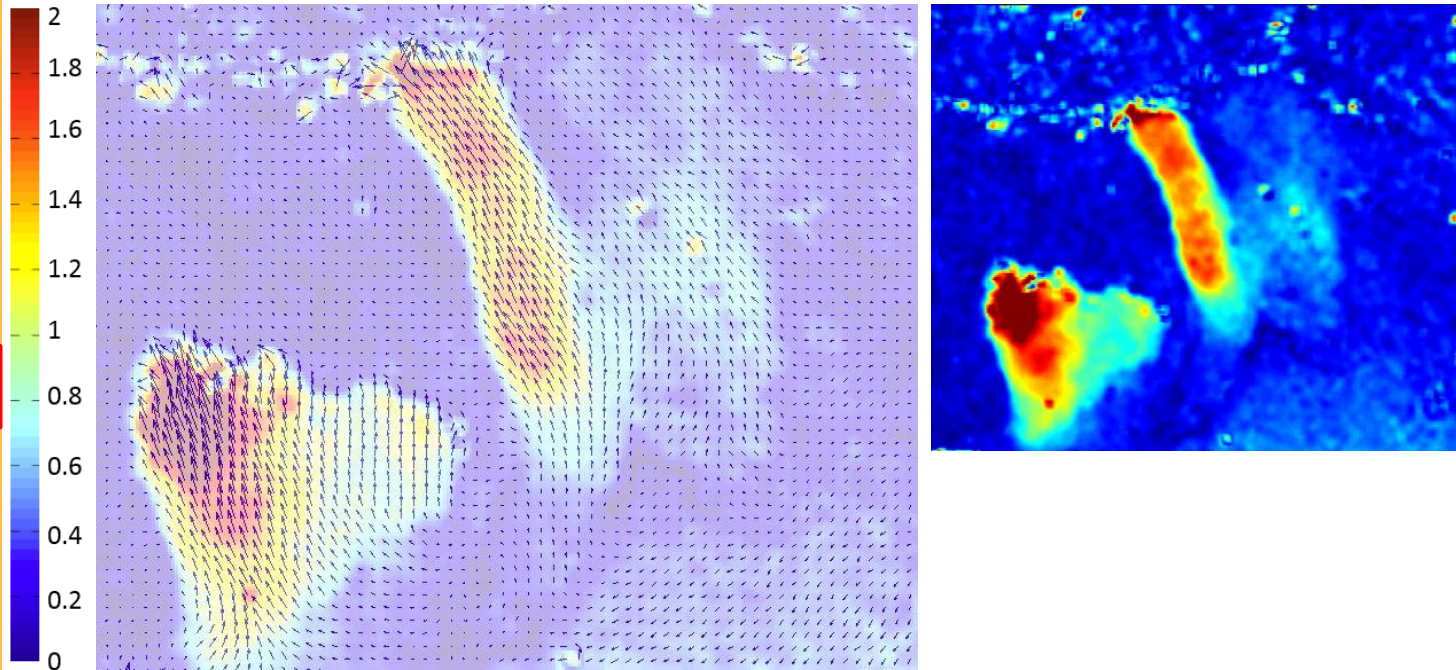
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



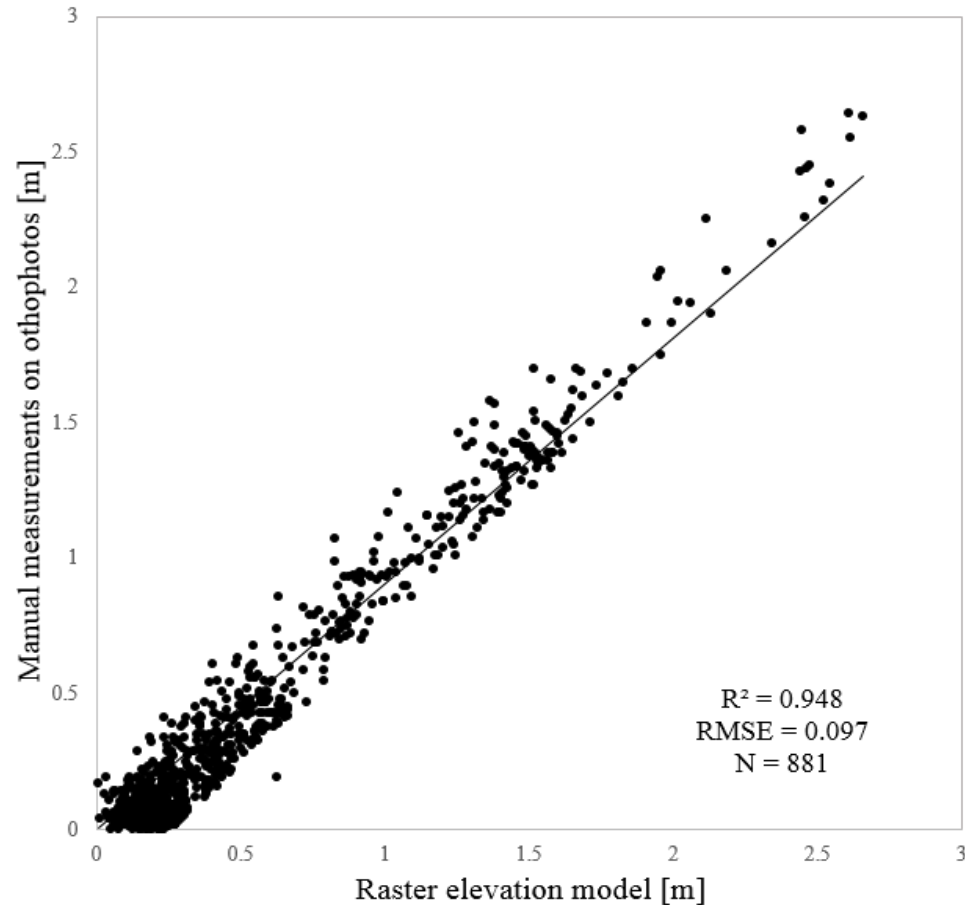
*Mapa degli spostamenti 2D [m]
ottenuta applicando ABM a due DTM
successivi (2014/10 – 2015/08)*



Metodo AUTOMATICO

Confronto tra metodo *manuale* e *automatico*

Displacements XY 2015-08-01 || 2014-10-01



Scatterplot degli spostamenti ottenuti dal confronto automatico di DTM e gli spostamenti determinati con il metodo manuale di **881 punti**.

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Metodo AUTOMATICO [2015/07 – 2015/08]

Le tecniche di image matching sono applicabili vantaggiosamente a raster floating-point e l'individuazione di elementi omologhi può essere realizzata direttamente su DSM.

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

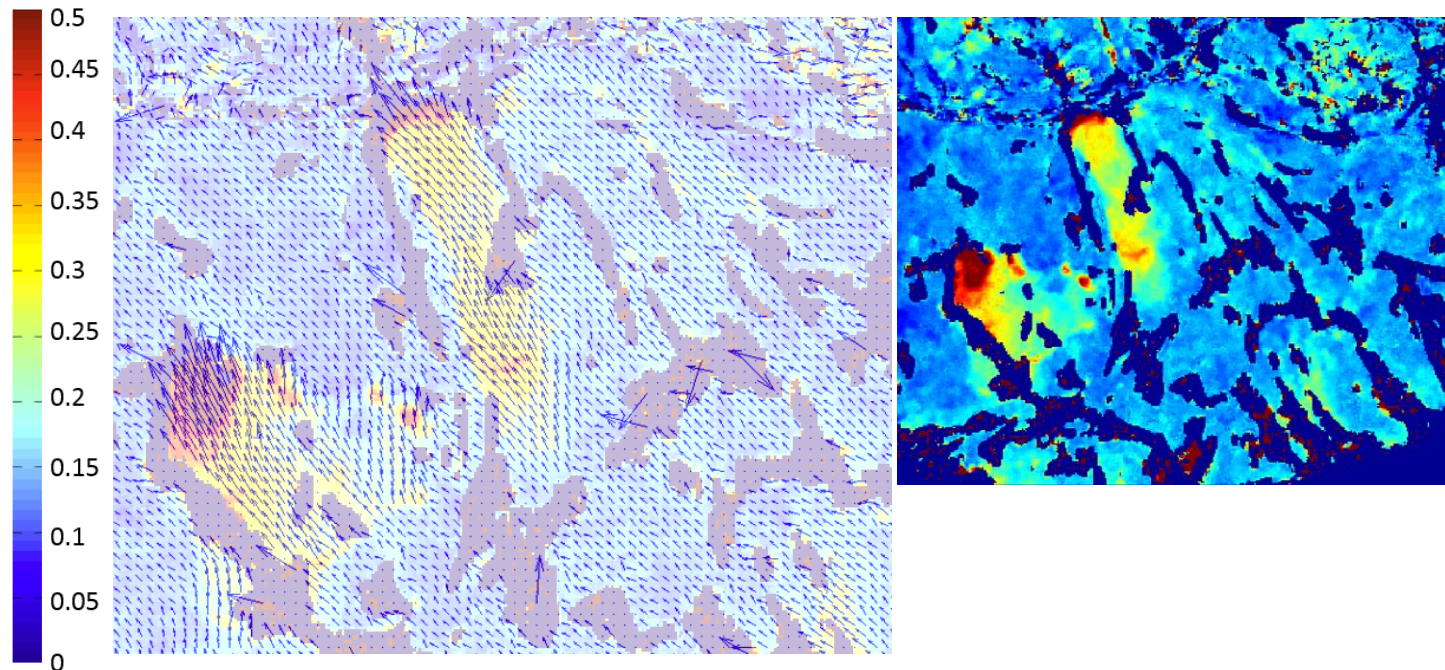
METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



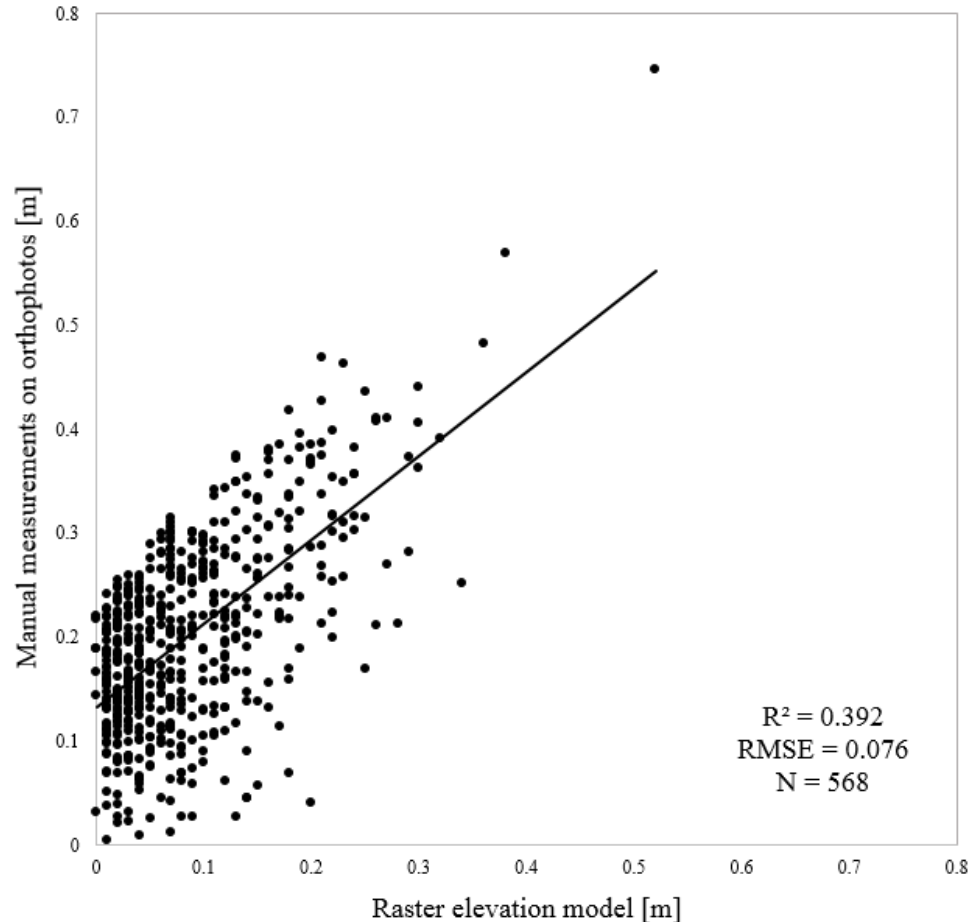
*Mapa degli spostamenti 2D [m]
ottenuta applicando ABM a due DTM
successivi (2015/07 – 2015/08)*



Metodo AUTOMATICO

Confronto tra metodo *manuale* e *automatico*

Displacements XY 2015-08 || 2015-07



*Scatterplot degli spostamenti ottenuti dal confronto automatico di DTM e gli spostamenti determinati con il metodo manuale di **568 punti**.*

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Analisi variazioni della superficie (esplorativo!)

Differenza di DTM (20141003-20150808)



MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Analisi variazioni della superficie (esplorativo!)

Differenza di DTM (20141003-20150808)

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Conclusioni preliminari

MOTIVAZIONE

Le immagini UAV permettono un'analisi accurata, sufficientemente rapida e spazialmente completa dei campi di spostamento (xy) dei rock glacier

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

La **metodologia è esportabile** (sito-indipendente), l'acquisizione e il trattamento dati richiedono competenze specialistiche

La tecnica è valida anche in **fase preliminare** per una caratterizzazione di massima e per la definizione di rete di misura GNSS tradizionale

METODOLOGIA

Il metodo automatico è applicabile per riconoscere spostamenti "significativi", nel caso del RG Gran Sommetta, spostamenti stagionali (algoritmi applicabili solo su raster DTM (*hillshaded*), no ortofotografie)

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

Nel dettaglio:

- impiego UAV limitato dalle condizioni meteo
- necessari alti ricoprimenti laterali e longitudinali
- necessari un minimo punti di GCPs ben distribuiti (!!!)
- tecnica remota (particolarmente interessante per siti inaccessibili)
- necessità di co-registrare i DTM per l'analisi delle variazioni di superficie

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE



Prospettive

MOTIVAZIONE

Migliorare l'analisi 3D basata su analisi multitemporale di DTM

DESCRIZIONE SITO

Analisi 3D sui punti omologhi individuati manualmente

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

Analisi velocità/accelerazioni e confronto con altri siti alpini (es. Mattertal)

....

METODOLOGIA

Help us....

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

Densità spaziale e disegno di campionamento dei punti da tracciare (grid, transetti longitudinali, transetti trasversali, 5X5m, 10x10m, 20x20m)??

Altri algoritmi per il tracking automatico??

...

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE





13-15 ottobre 2015, Quart (AO)
Meeting Rock Glaciers

U. Morra di Cella, F. Diotri, R. Delaloye, P. Pogliotti, E. Dell'Asta, G. Forlani, M. Fornari, R. Roncella, M. Santise
Analisi comparata di velocità superficiali mediante UAV e GNSS al rock glacier della Gran Sommetta (Valtournanche)

UAS photogrammetry: simulations

Why simulations?

To find out the minimum # GCPs necessary to get a precision of 5 cm on the displacements

A synthetic block was designed with the same parameters (relative height flight, overlaps, DSM) as the 2014 flight.

Based on 2012-2014 data, an average displacement of about 15 cm per month in summer time was estimated.

Computation of expected ground coordinates by variance propagation (covariance matrix of the tie points of bundle adjustment) with **23 GCP** distributed over the area and **9 GCP** on the boundary only

	Mean values and std. dev. of estimated precision			
	23 GCP		9 GCP	
	Mean (m)	Std. Dev. (m)	Mean (m)	Std. Dev. (m)
X	0.019	0.011	0.020	0.011
Y	0.020	0.011	0.021	0.011
Z	0.042	0.027	0.044	0.027

Due to high block redundancy, the difference is negligible

MOTIVAZIONE

DESCRIZIONE SITO

DATASET

- campagne GNSS
- campagne UAV

METODOLOGIA

RISULTATI

- 2012 - 2014
- 2014 - 2015
- luglio - agosto 2015

CONCLUSIONI

PROSPETTIVE

