

ISTITUTO DI RICERCA PER LA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA (IRPI)

Perugia

U.O.S. Torino

Strada delle Cacce, 73 – 10135 TORINO

Rapporto Interno

Internal report

R.I. 2015/08

**SISTEMA DI MONITORAGGIO SPERIMENTALE DEL FRONTE
GLACIALE DEL GHIACCIAIO DI PLANPINCIEUX**

**REPORT DI AGGIORNAMENTO RELATIVO AL PERIODO:
1 – 15 AGOSTO 2015**

dicembre 2015

GIORDAN Daniele
ALLASIA Paolo
DELL'ANESE Federico



**CONSIGLIO
NAZIONALE
DELLE
RICERCHE**

**REPORT DI AGGIORNAMENTO
RELATIVO AL PERIODO:
1 - 15 AGOSTO 2015**

**SISTEMA DI MONITORAGGIO
SPERIMENTALE DEL FRONTE GLACIALE
DEL GHIACCIAIO DI PLANPINCIEUX**

**Ghiacciaio di Planpincieux
Courmayeur (AO)**

**DATA PUBBLICAZIONE
21/08/2015**

**REPORT DI AGGIORNAMENTO
RELATIVO AL PERIODO:
1 - 15 AGOSTO 2015**

**SISTEMA DI MONITORAGGIO
SPERIMENTALE DEL FRONTE GLACIALE
DEL GHIACCIAIO DI PLANPINCIEUX**

**Ghiacciaio di Planpincieux
Courmayeur (AO)**

**DATA PUBBLICAZIONE
21/08/2015**

AUTORI

Dott. Geol. Daniele Giordan

Dott. Ing. Paolo Allasia

Dott. Federico Dell'Anese

Indice

Acronimi e Abbreviazioni	1
1. SOMMARIO	2
2. DATI OTTENUTI	3

Acronimi e Abbreviazioni

FMS	Fondazione Montagna Sicura
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
IRPI	Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
GMG	Geohazard Monitoring Group
RAR	Real Aperture Radar
LiDAR	Light Detection and Ranging
LOS	Line Of Sight

1. SOMMARIO

In data 15 maggio 2015 è stato siglato un contratto di collaborazione tra il CNR IRPI e Fondazione Montagna Sicura per il prosieguo delle attività di sviluppo di un sistema di monitoraggio del ghiacciaio di Planpincieux.

L'attuale progetto è infatti la prosecuzione di quello attivo nel periodo 2013-2014 che ha previsto l'installazione di due postazioni di monitoraggio sperimentali sulla cresta del Mont de La Saxe da parte del Geohazard Monitoring Group del CNR IRPI. Lo scopo di tale monitoraggio era quello di valutare le possibilità di impiego di immagini ottiche ad alta risoluzione per riconoscere le dinamiche che regolano l'attività del fronte del Ghiacciaio di Planpincieux e tentare di quantificarne l'entità. I dati raccolti hanno permesso di confermare la bontà del sistema e di consentire una prima raccolta dati quantitativa degli spostamenti del fronte glaciale. L'attuale convenzione prevede la redazione di una reportistica periodica che illustri i risultati ottenuti attraverso il processamento dei dati dei moduli fotogrammetrici.

Essendo ancora in una fase di sviluppo, il presente report è da considerarsi in una forma sperimentale che potrà subire variazioni di layout e contenuti nel tempo.

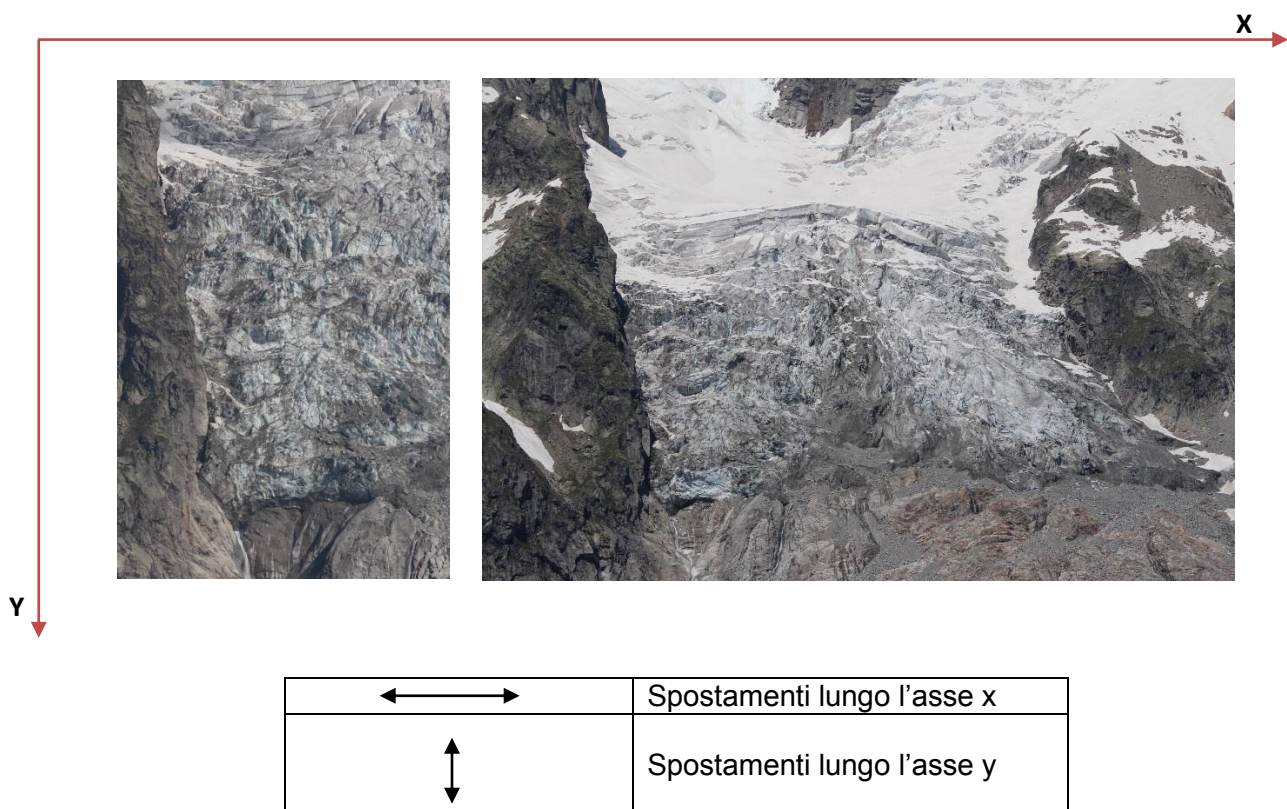


Figura 1.1 Rappresentazione del piano cartesiano ortogonale alla linea di vista di ciascuno modulo fotogrammetrico (A1, A2). Le ascisse (asse X) rappresentano lo spostamento orizzontale alla linea di vista mentre le ordinate (asse Y) quello verticale. Per semplificare la lettura degli elaborati si adatterà la convenzione simbolica sintetizzata in tabella. I risultati vengono espressi in modulo e non vengono al momento fornite indicazioni circa la direzione

2. DATI OTTENUTI

Il presente documento costituisce un report di aggiornamento dei risultati ottenuti relativo al periodo 1 - 15 agosto 2015.

I dati qui di seguito presentati si riferiscono all'analisi effettuata mediante tecnica pixel offset sui moduli A1 e A2 e tramite la tecnica del change detection sul modulo A1.

2.1 PIXEL OFFSET A1

Per quanto riguarda i risultati del pixel offset, i valori di movimento registrati sono superiori alla soglia di rumore che è pari a circa 1 pixel/day, e possono essere quindi considerati rappresentativi.

I dati evidenziano dei valori di velocità media della componente verticale che oscillano tra i 2 e i 12 pixel/day, dimostrando un'accelerazione considerevole rispetto al periodo precedente (vedi confronto in fig 2.3).

L'immagine 2.1 evidenzia anche la presenza di punti con valori successivi ai 12 pixel/day, che sono però verosimilmente legati a fenomeni di crollo e non di deformazione progressiva.

L'immagine 2.2 presenta i dati di spostamento cumulato, a causa del notevole incremento degli spostamenti, la scala è stata modificata rispetto ai report precedenti per poter essere adeguata ai valori ottenuti.

I punti viola della zona frontale rappresentano l'evidenza delle perdite di correlazione legate a processi impulsivi (crolli). Le perdite di coerenza repentina forniscono inoltre un utile supporto alla rilevazione delle variazioni morfologiche del fronte glaciale per lo più legate a crolli di blocchi di ghiaccio. Tali processi saranno analizzati con maggior dettaglio attraverso l'impiego della tecnica di change detection.

Per evitare che le aree soggette a crollo perdano totalmente di coerenza e non siano più considerate nell'analisi pixel offset, l'immagine master viene aggiornata di giorno in giorno al fine di avere una descrizione completa del periodo di analisi.

In questo modo, nelle figure allegate è possibile osservare valori di spostamento anche in aree interessate da crolli importanti.

Per un'analisi più approfondita dei crolli si rimanda ai risultati del change detection.

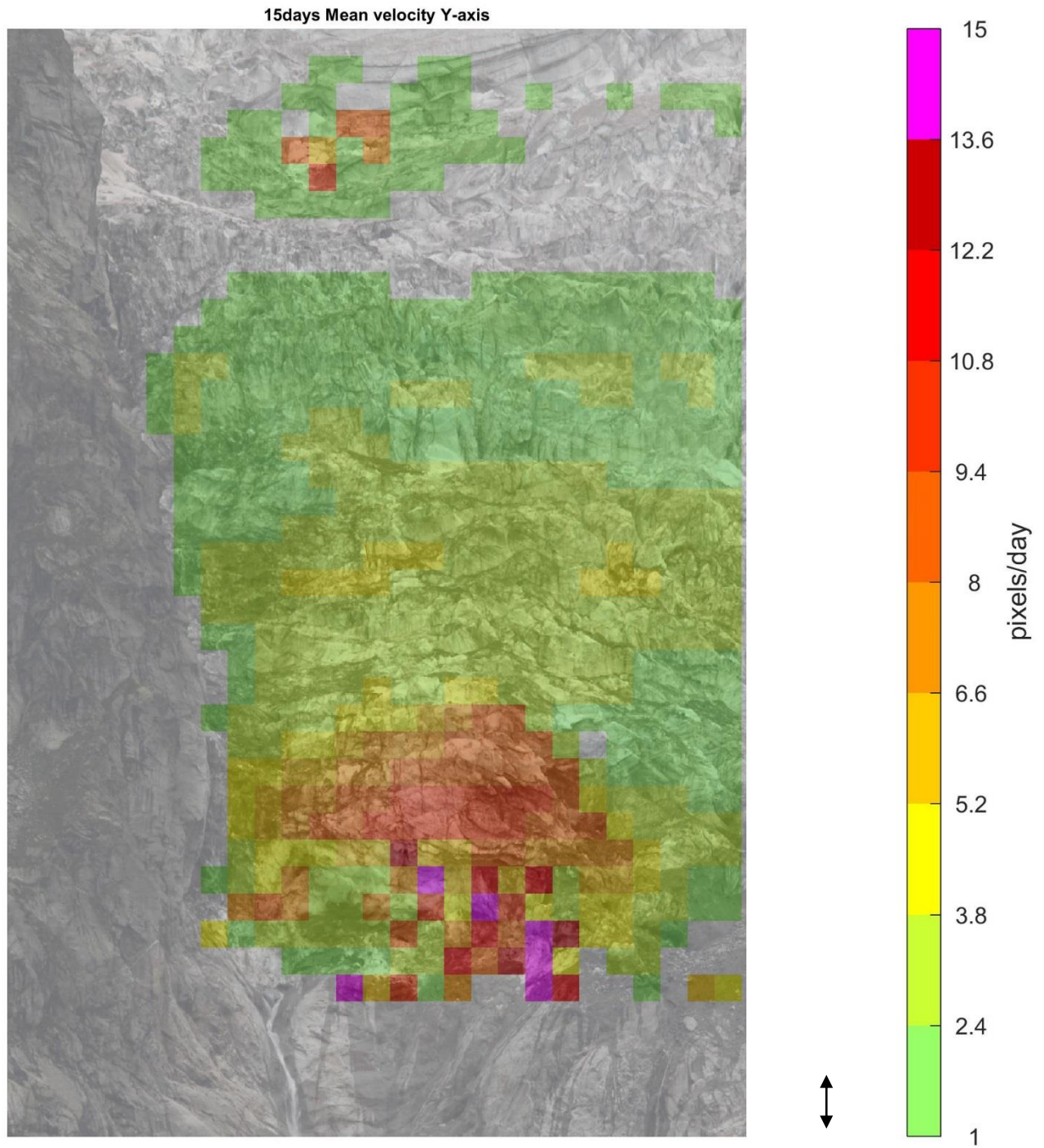


Figura 2.1: Modulo fotogrammetrico A1 - Pixel offset relativo alla velocità media giornaliera (componente verticale) nel periodo 1 – 15 agosto 2015

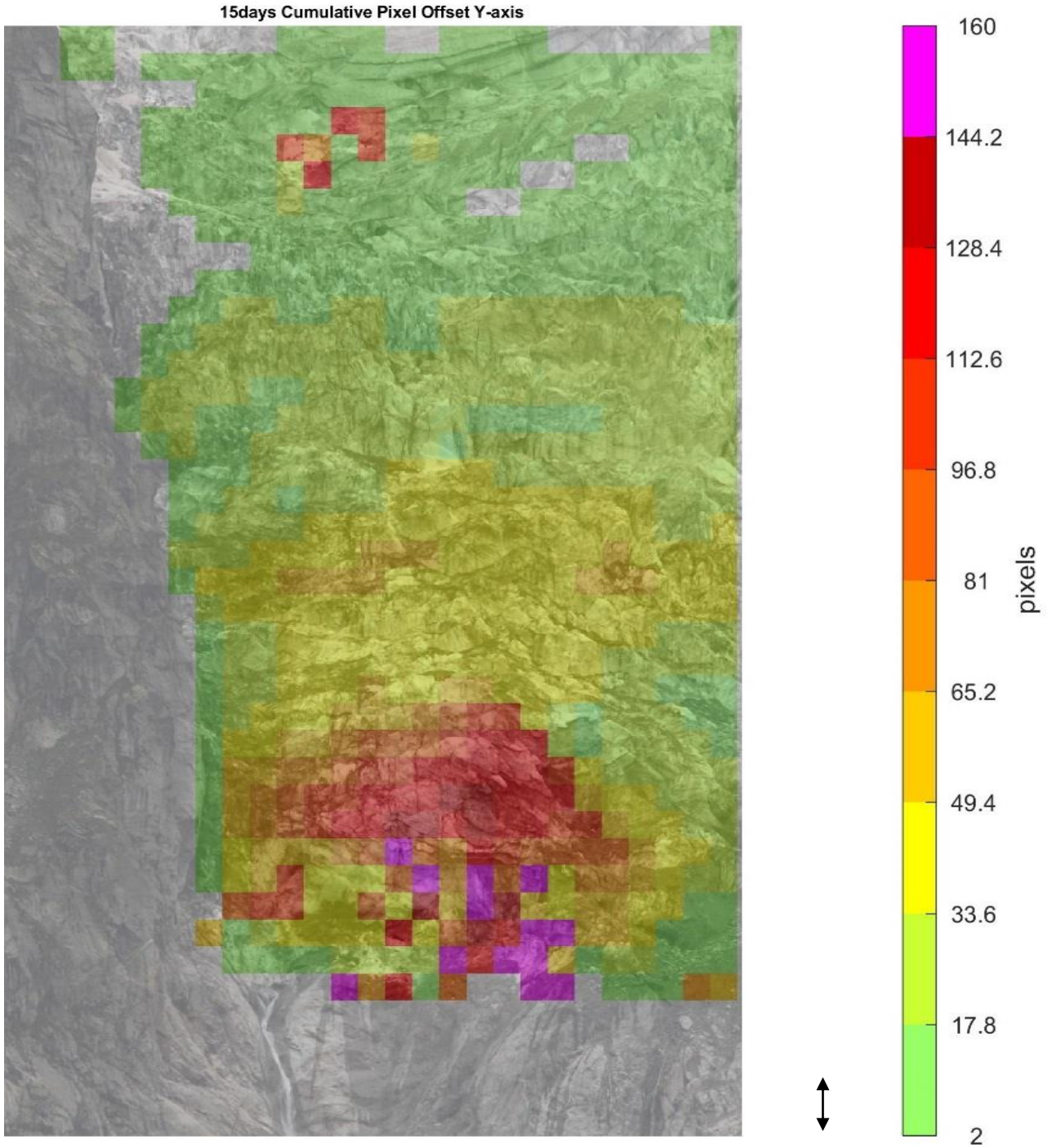


Figura 2.2: Modulo fotogrammetrico A1 - Pixel offset relativo spostamento cumulato (componente verticale) nel periodo 1 – 15 agosto 2015

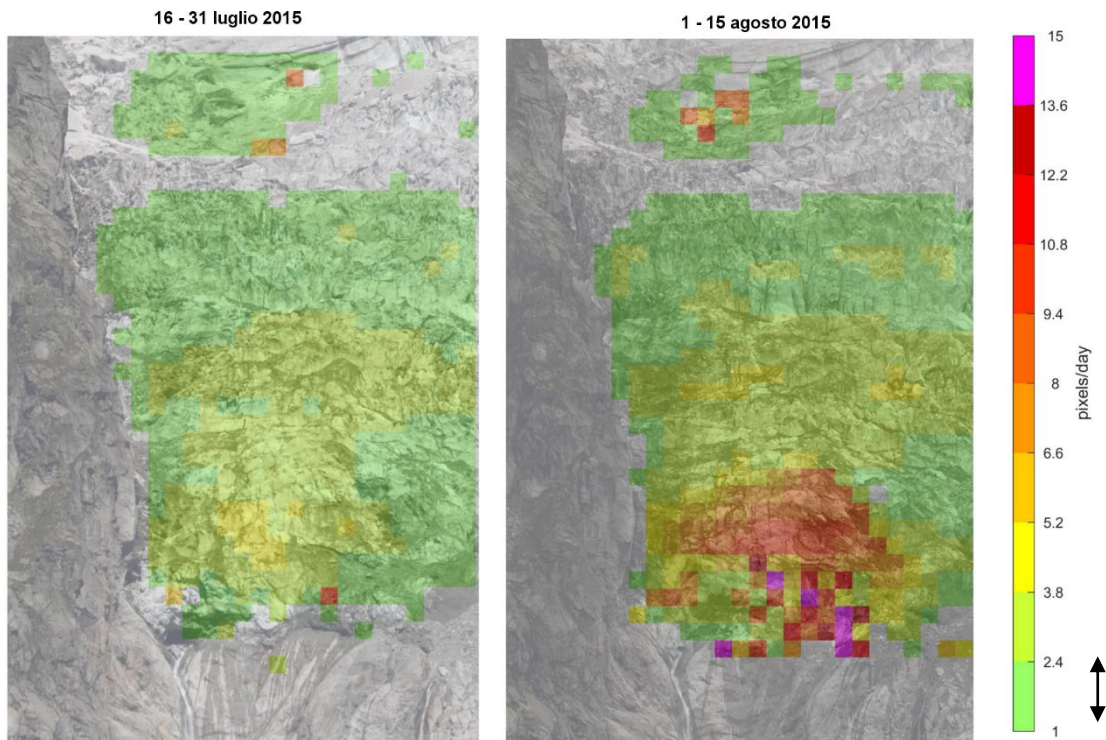


Figura 2.3 Confronto della velocità media (componente verticale) relativa al periodo 16-31 luglio e 1-15 agosto 2015. Gli elementi isolati con valore a fondo scala (magenta) sono l'espressione di processi localizzati dovuti alla perdita di coerenza per lo più causata da fenomeni di crollo.

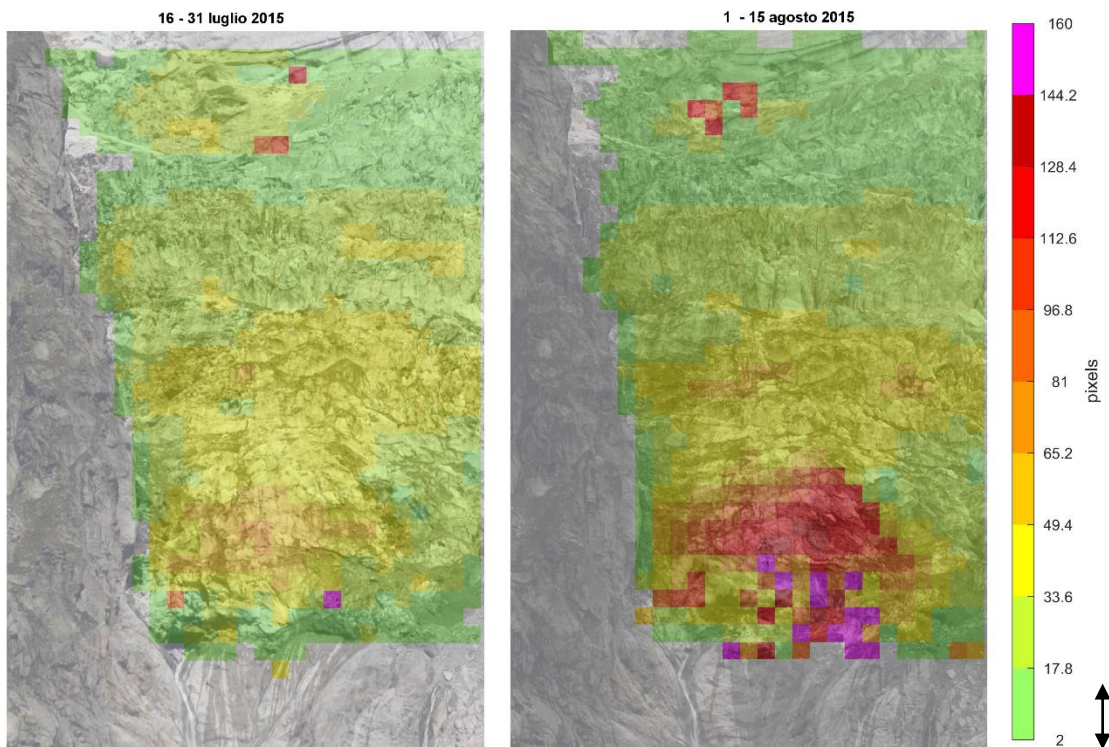


Figura 2.4 Confronto tra gli spostamenti cumulati (componente verticale) relativi al periodo 16-31 luglio e 1-15 agosto 2015. I dati del periodo 16-31 luglio sono stati ricalcolati per poter essere presentati con una scala analoga a quella del periodo successivo.

2.2 PIXEL OFFSET A2

Oltre al modulo A1, in questo report vengono presentati anche i risultati delle immagini del modulo A2 processati secondo il medesimo approccio.

Le figure 2.6 e 2.8 presentano rispettivamente le componenti di movimento verticale e orizzontale relative al periodo 1-15 agosto 2015.

Per confronto, viene riportata la rappresentazione dello spostamento verticale (y) e orizzontale (x) relativa al precedente bollettino (fig 2.5, 2.7).

I dati confermano i movimenti verticali rilevati sul modulo A1 e evidenziano anche gli spostamenti orizzontali che sono un peculiarità del lato sinistro del ghiacciaio.

Dal confronto della componente verticale si evince come non si registrino più valori di fondo scala (viola) nell'area superiore del ghiacciaio. Tale mancanza potrebbe almeno in parte essere ricondotta alla fusione quasi completa del manto nevoso nel mese di agosto, che ha diminuito di molto le zone completamente bianche. Come già segnalato in passato, un altro elemento che probabilmente ha portato alla registrazione di valori di fondo scala è la presenza di nuvole, molto frequenti nella porzione superiore dell'area monitorata.

Dal confronto della componente orizzontale è possibile notare come nel periodo di agosto siano stati registrati tassi di spostamento del settore sinistro più limitati. Il motivo di tale trend in controtendenza al momento non è noto, ma sarà oggetto di approfondimenti successivi.

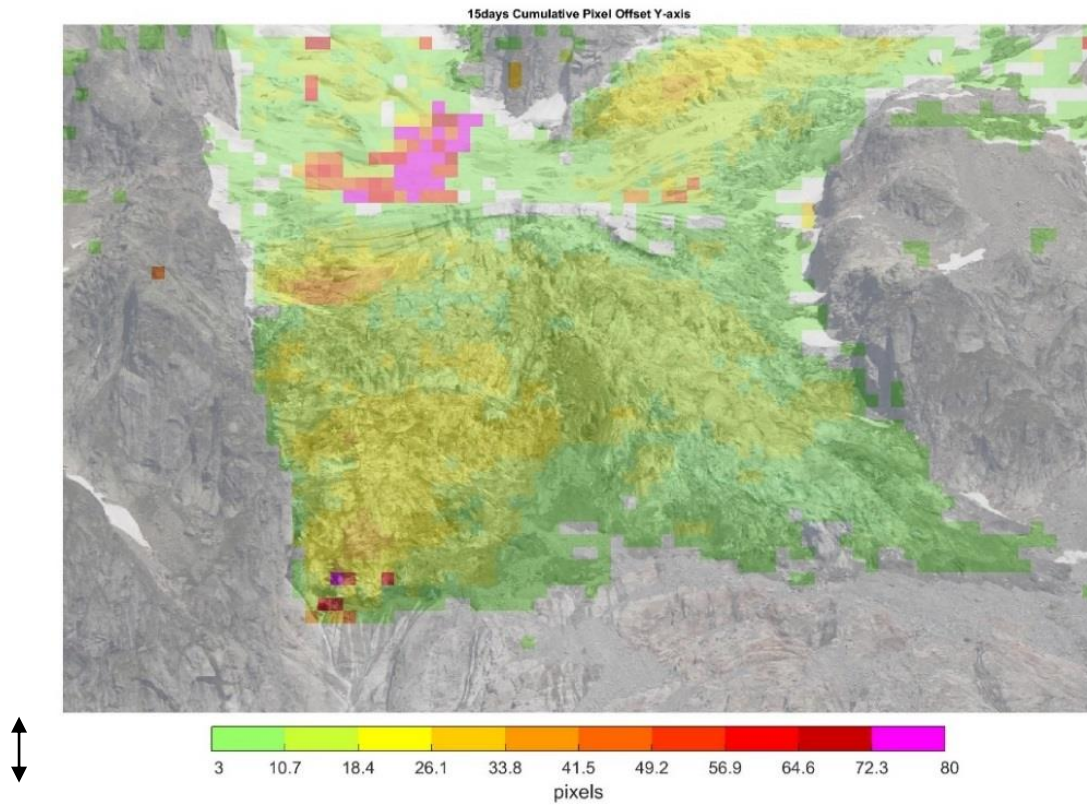


Figura 2.5 Modulo fotogrammetrico A2 - Spostamenti verticali registrati nel periodo 16-31 luglio 2015.

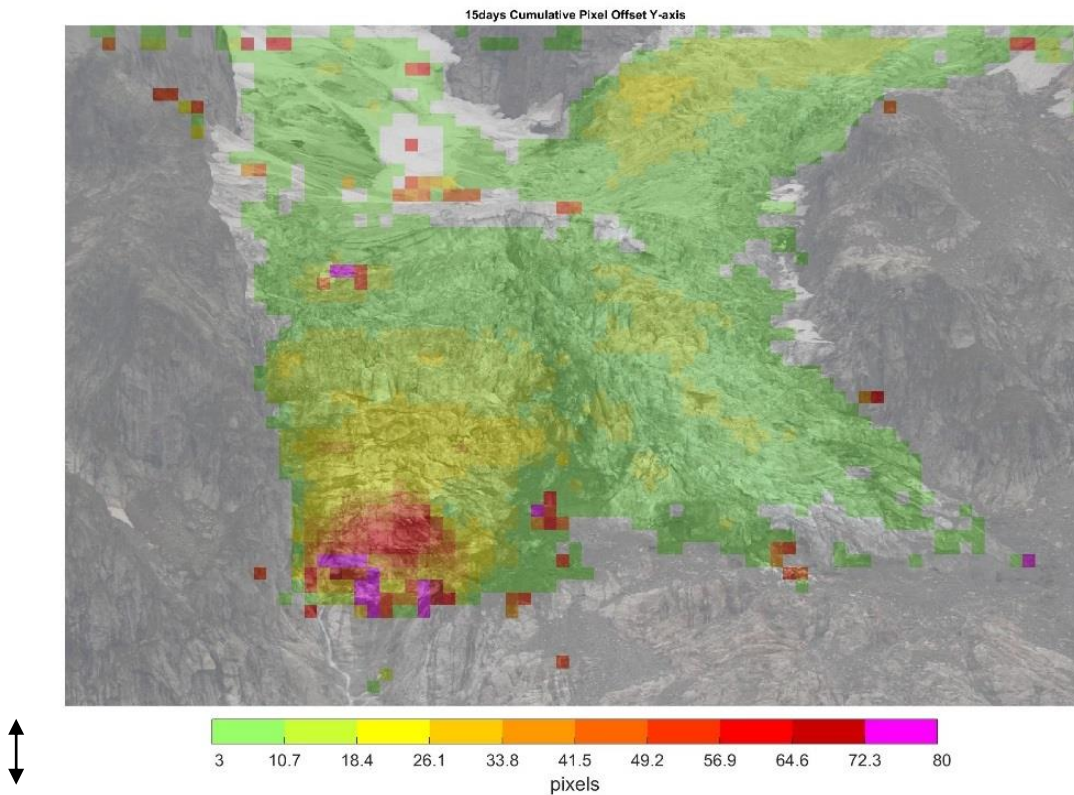


Figura 2.6 Modulo fotogrammetrico A2 - Spostamenti verticali registrati nel periodo 1-15 agosto 2015.

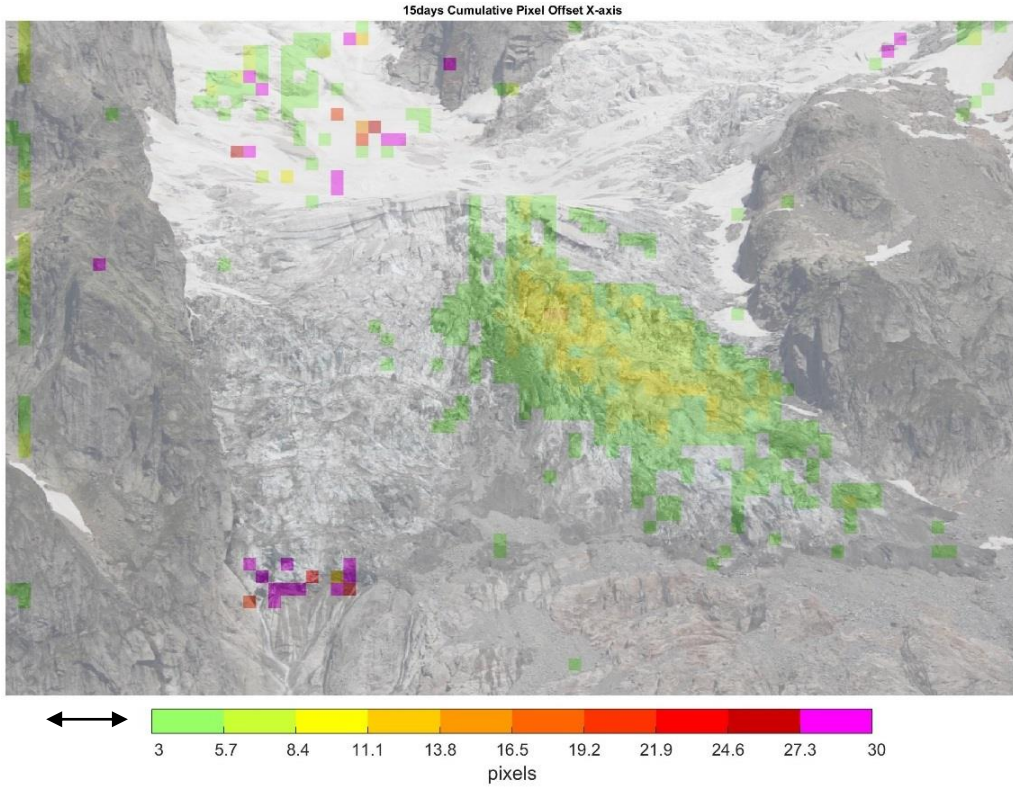


Figura 2.7 Modulo fotogrammetrico A2 - Spostamenti orizzontali registrati nel periodo 16-31 luglio 2015.

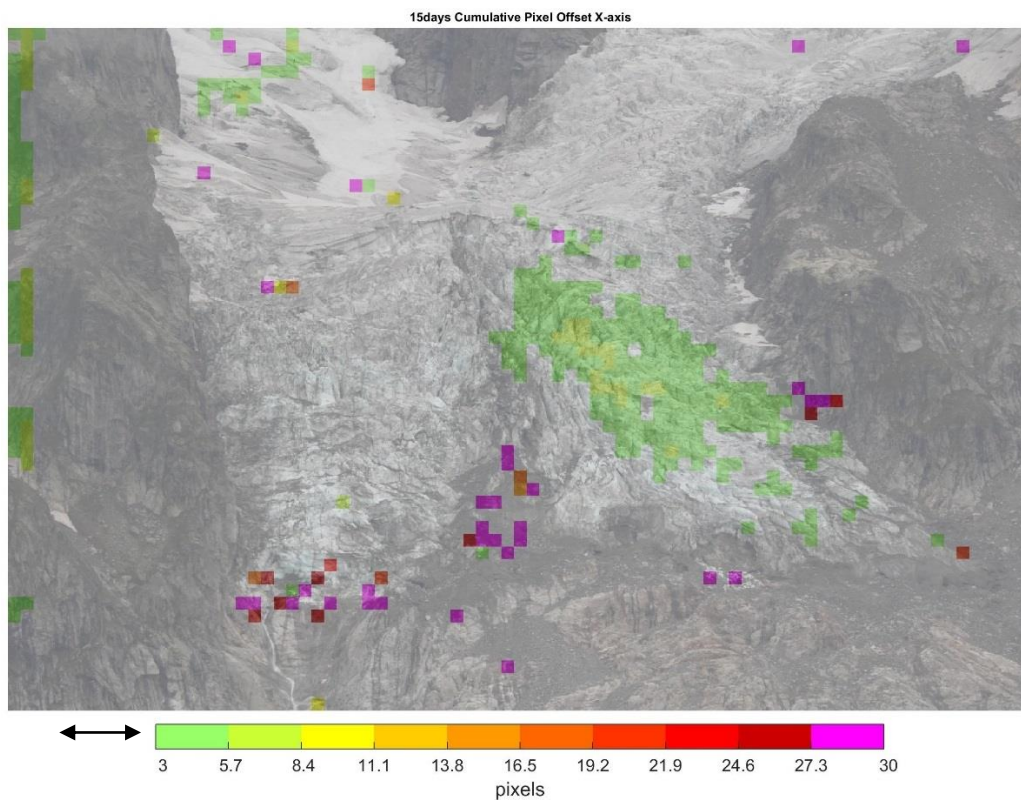



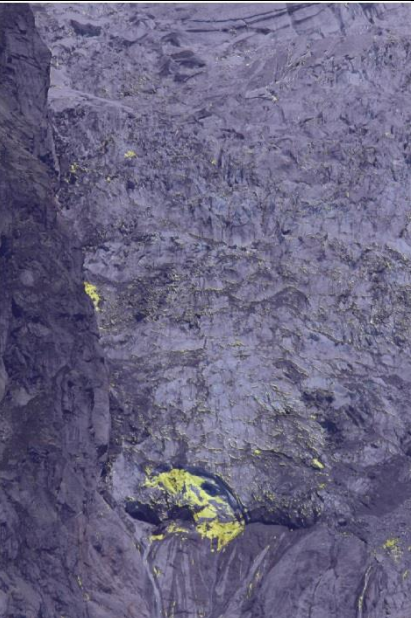
Figura 2.8 Modulo fotogrammetrico A2 - Spostamenti orizzontali registrati nel periodo 1-15 agosto 2015.

2.3 CHANGE DETECTION


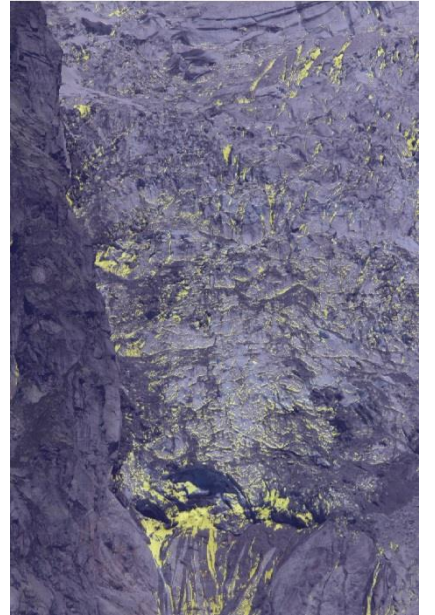
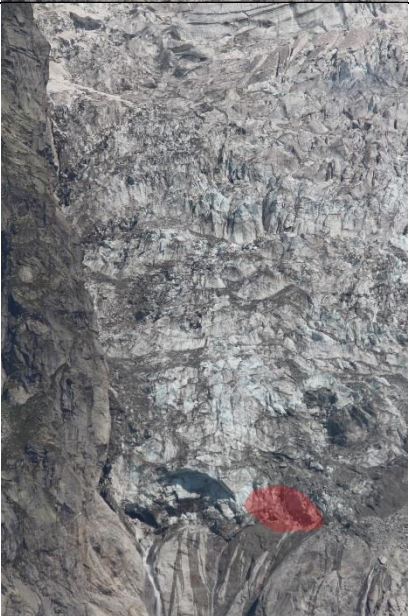
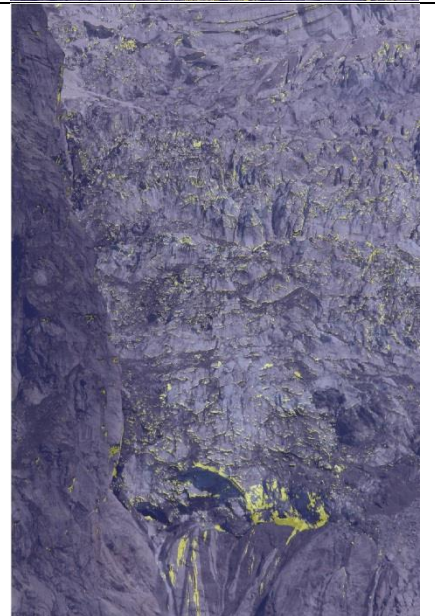

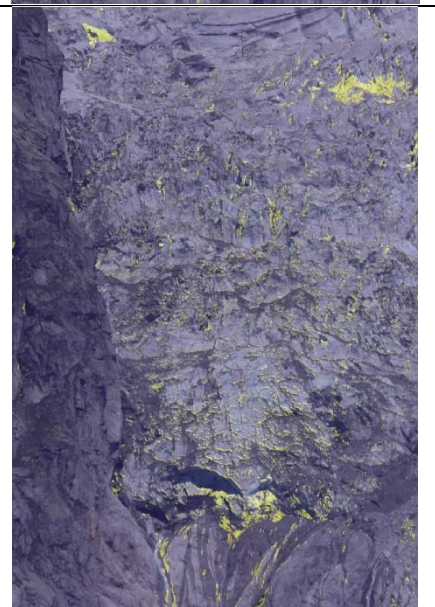
Oltre alla tecnica del pixel offset, il sistema è anche in grado di analizzare le immagini alla ricerca delle aree che hanno subito i maggiori cambiamenti. Attraverso un algoritmo di change detection è stato possibile individuare nove evidenti variazioni morfologiche legate a crolli di blocchi di ghiaccio. Il change detection evidenzia in giallo le parti che hanno subito una variazione così forte da perdere di coerenza (come evidente dall'elevato valore di pixel offset associato) e permette un'individuazione assistita dei crolli. Il periodo analizzato nella presente nota ha evidenziato una serie di crolli, anche di dimensioni considerevoli, riportati in Tab. 2.1 (per quanto riguarda il modulo A1) e 2.2 (per quanto riguarda il modulo A2).

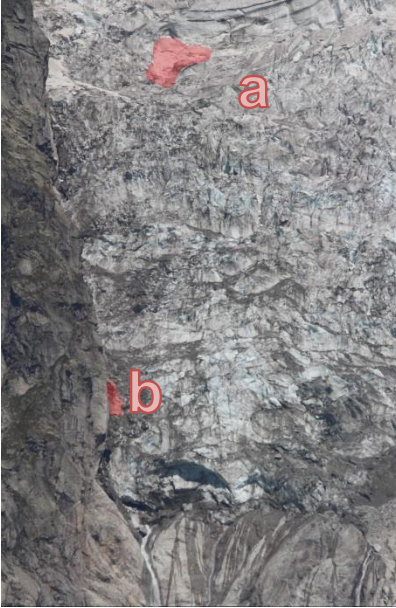
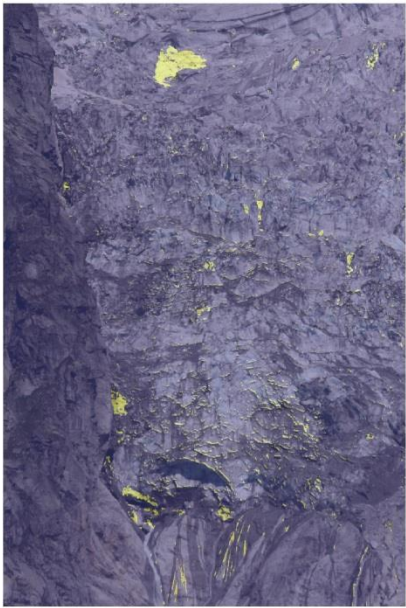

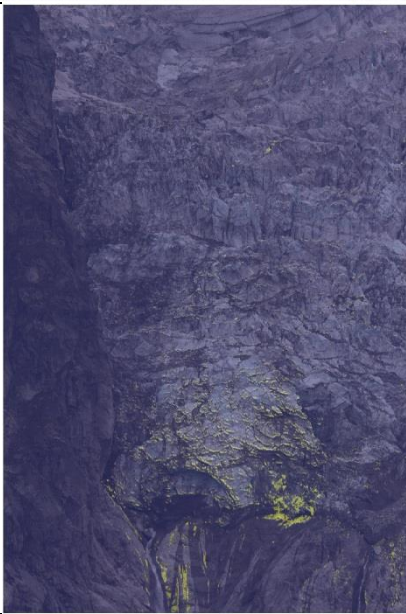

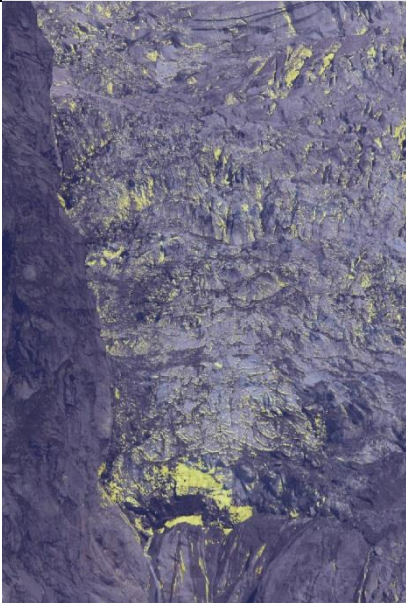
Dato l'elevato numero di crolli registrato in questo periodo, la tecnica del change detection compara le immagini registrate a 24 h di distanza, dando preferenza ai fotogrammi acquisiti nel periodo compreso tra le 12 e le 13. Siccome il sistema attualmente acquisisce un'immagine ogni 30 minuti dalle 7 alle 19, il dataset disponibile in questa finestra temporale permette talvolta di indentificare con estrema cura il momento del crollo. Nel caso in cui il crollo sia registrato dal change detection, il dataset viene analizzato a mano per raffinare l'indicazione temporale del crollo. Ovviamente i crolli notturni non possono essere oggetto di tale approfondimento.

Oltre al dato temporale, il sistema permette anche di fornire una stima dell'area interessata dal crollo così come riportato in tabella 2.1.

Data	Stima areale coinvolto (N° di pixel e superficie in m ²)	Immagine	Change Detection
Tra le 19.00 del 02/08/2015 e le 7:02 del 03/08/2015	284000 pixel ≈ 700 m ²		



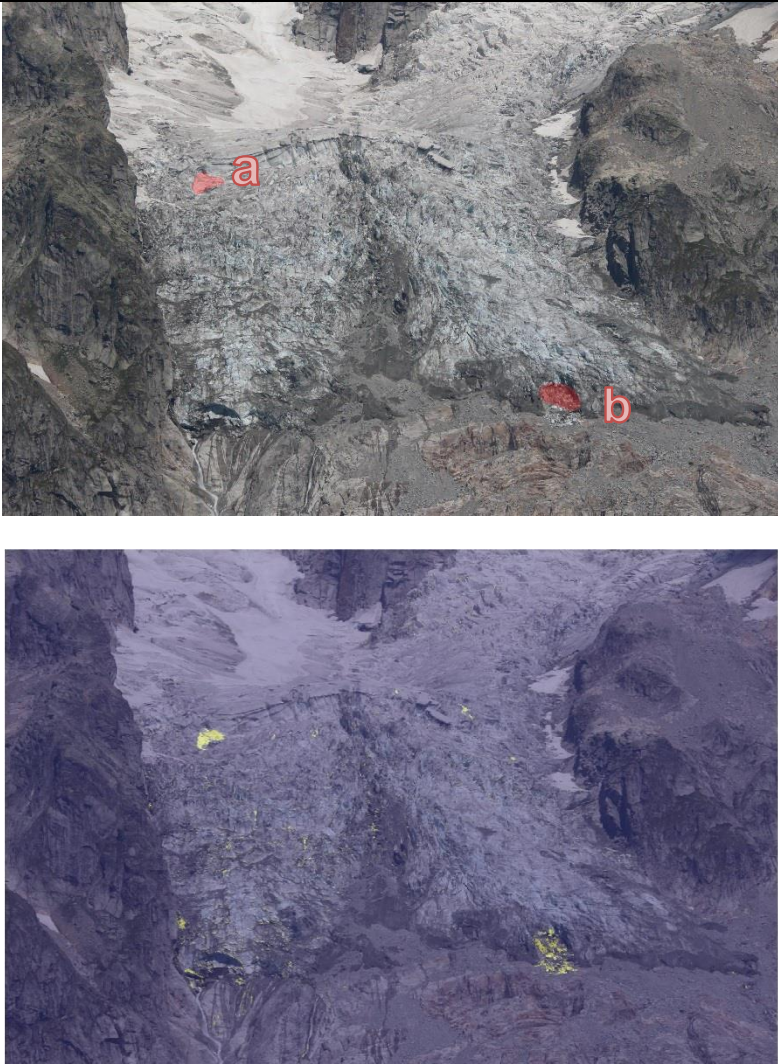
<p>05/08/2015 tra le 10:02 e 10:32</p>	<p>228000 pixel ≈ 600 m²</p>		
<p>Tra le 19.00 del 05/08/2015 e le 7:02 del 06/08/2015</p>	<p>82500pixel ≈ 200 m²</p>		
<p>Tra le 19.00 del 06/08/2015 e le 7:02 del 07/08/2015</p>	<p>110000pixel ≈ 250 m²</p>		

<p>A 07/08/2015 tra le 16:32 e 17:00</p> <p>B 08/08/2015 tra le 11:02 e 12:02</p>	<p>A+B= 150000 pixel ≈ 350 m²</p>		
<p>Tra il 09/08/2015 alle 19:00 e il 10/08/2015 alle 7:00</p>	<p>100000pixel ≈ 200 m²</p>		
<p>Tra il 10/08/2015 alle 19:00 e il 11/08/2015 alle 7:30</p>	<p>150000pixel ≈ 350 m²</p>		

Tra il 13/08/2015 alle 18:30 e il 14/08/2015 alle 7:30	510000pixel ≈ 1400 m ²		
Tra il 14/07/2015 alle 19:00 e il 15/07/2015 alle 7:30	353000pixel ≈ 800 m ²		

Tab. 2.1 Modulo A1 - Sintesi dei crolli più evidenti nel periodo analizzato. Al fine di caratterizzare quanto meglio tali variazioni morfologiche, è stato inserito un'indicazione dell'orario del crollo (ultima immagine antecedente e prima successiva) e un'indicazione dell'area approssimativa misurata sulla prima immagine disponibile e successiva all'evento.

La medesima tecnica è stata applicata anche alle immagini del modulo fotogrammetrico A2 ed ha permesso di confermare i risultati evidenziati dal modulo A1 e di individuare un crollo considerevole nella parte sinistra del ghiacciaio riportato nella tabella 2.2.

<p>A 07/08/2015 tra le 16:32 e 17:00 (come già evidenziato in tabella 2.1)</p> <p>B Tra il 08/08/2015 alle 19:00 e il 09/07/2015 alle 8:00</p>	<p>B 27500pixel ≈ 400 m²</p>	
--	---	---

Tab. 2.2 Modulo A2 - Sintesi dei crolli più evidenti nel periodo analizzato. Al fine di caratterizzare quanto meglio tali variazioni morfologiche, è stato inserito un'indicazione dell'orario del crollo (ultima immagine antecedente e prima successiva) e un'indicazione dell'area approssimativa misurata sulla prima immagine disponibile e successiva all'evento. Nell'immagine è inserito un crollo già mappato nella tabella 2.1 (crollo a) ed uno relativo al lato sinistro del ghiacciaio.

Geohazard Monitoring Group



**GEOHAZARD
MONITORING
GROUP**



Geohazard Monitoring Group
Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica - IRPI
Consiglio Nazionale delle Ricerche - CNR
Strada delle Cacce, 73, 10135 Torino, Italy
Phone: +39-011-3977-811, fax: +39-011-3977-821
E-mail: geomonitoraggi@irpi.cnr.it
<http://gmg.irpi.cnr.it>