



Attività di studio e monitoraggio dell'ambiente periglaciale e del permafrost nelle Alpi piemontesi

ARPA Piemonte - Torino, 07 febbraio 2018

Andrea Filipello
Giuseppe Mandrone
Damiano Vacha

*Dip. Scienze della Terra
Università di Torino*

RIPRESE TERMOGRAFICHE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEGLI AMMASSI ROCCIOSI



Q OBIETTIVI

Lo scopo della ricerca è lo sviluppo di procedure **MULTIDISCIPLINARI** e **MULTISCALA** per la misura delle proprietà fisiche e meccaniche delle rocce. In particolare, l'attenzione è stata posta all'individuazione dell'effetto dell'acqua sia nella matrice che nelle discontinuità

Utilizzo combinato di differenti tecniche di indagine:

Fotogrammetria
Analisi termica
Rilievi geomeccanici
Caratterizzazione geofisica

Approccio integrato per la misura di:

Resistività elettrica
Velocità di onde P e S
Porosità
Conducibilità termica
Stato di fratturazione





SITO DI INDAGINE

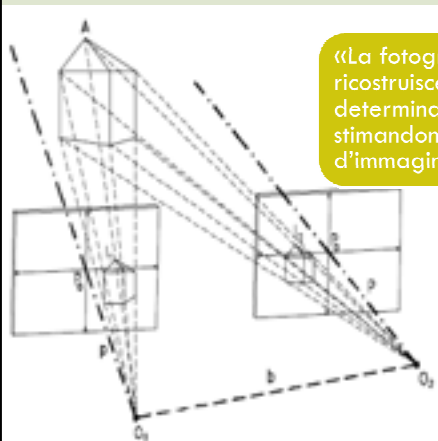
Valdieri, Valle Gesso, CN

Cava «Carbocalcio Cuneese spa»



FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE

PRINCIPI



«La fotogrammetria è la tecnica di rilievo che ricostruisce forma e dimensioni di un oggetto, determinandone le coordinate di punti significativi, e stimandone l'accuratezza, attraverso l'acquisizione d'immagini riprese da posizioni distinte»

Algoritmi di SfM (Structure from Motion)

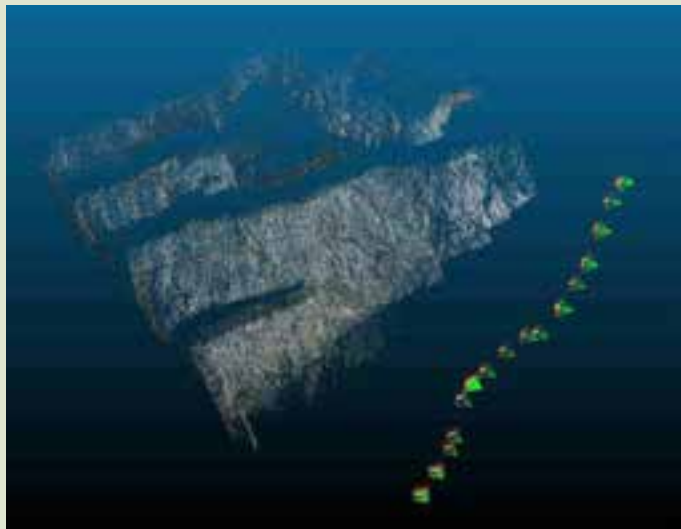


FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE

METODOLOGIA APPLICATA

44 immagini

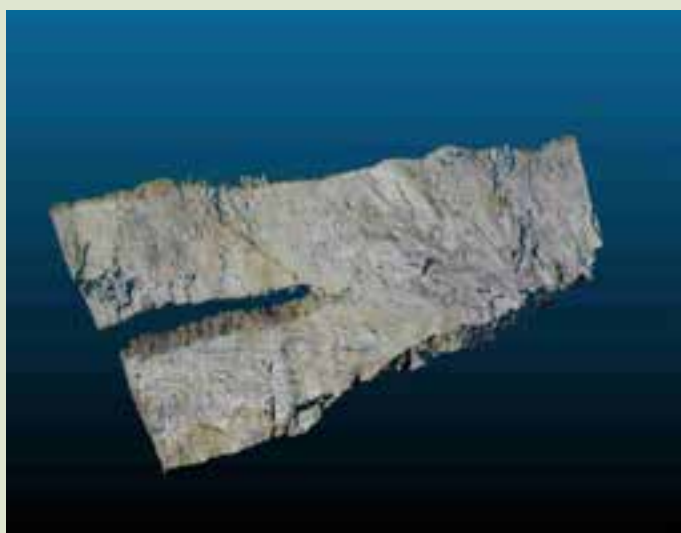
Base di presa totale 200m



- Fotocamera Canon, 5D Mark 3 (risoluzione 5760 × 3840 pixel)+ Canon 50 mm.
- Serie di strisciate convergenti con elevato ricoprimento
- Distanza media di 60 m.
- Orientamento del blocco fotogrammetrico eseguito con il software MicMac.

FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE

RISULTATI



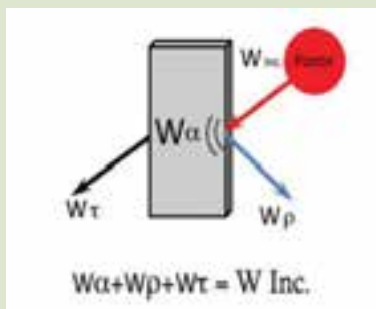
- Dense point cloud formata da c.ca 7.7 mln di punti.
- Scala e orientamento relativo della nuvola di punti nello spazio vincolate a misurazioni topografiche speditive in sito
- Estrazione dell'ortofoto su piano // al piano medio del fronte



ANALISI TERMICA

PRINCIPI

«Ogni oggetto con una temperatura sopra lo zero assoluto (0 Kelvin = - 273,15 °C) emette raggi infrarossi: esiste una correlazione tra la temperatura di un corpo e l'intensità dei raggi infrarossi che emette.»



Una termocamera misura i raggi infrarossi a onda lunga ricevuti nel suo campo visivo. In base a questi, calcola la temperatura dell'oggetto da misurare. Il calcolo tiene conto dell'emissività (ϵ) della superficie dell'oggetto di misura e della compensazione della temperatura riflessa (RTC = reflected temperature compensation).

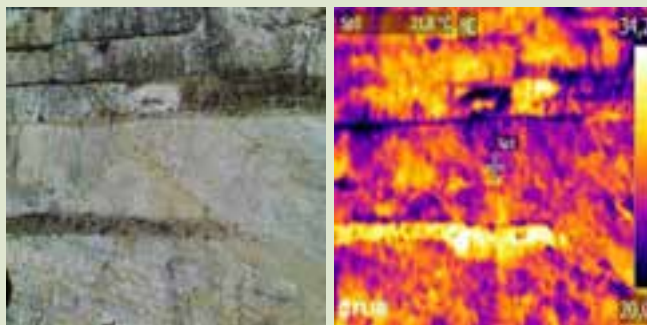
Ogni pixel del rilevatore rappresenta un punto termico che viene mostrato sul display come un'immagine in falsi colori.



ANALISI TERMICA

METODOLOGIA APPLICATA

IMMAGINI STATICHE



L'esportazione grezza dallo strumento produce due immagini, una termica e una ottica (RGB) sulle quali è possibile fare solo osservazioni qualitative

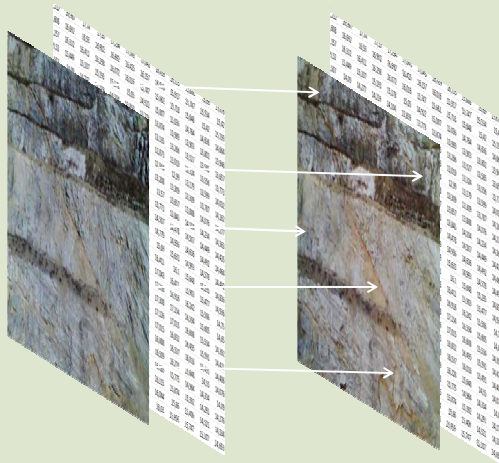
- ✓ Termocamera FLIR, modello E8 (risoluzione 320 × 240 pixel).
- ✓ Camera posizionata su treppiede ad una distanza media di 60 m (GSD di c.ca 15 cm/pix).
- ✓ Acquisiti fotogrammi con cadenza oraria.



ANALISI TERMICA

METODOLOGIA APPLICATA

IMMAGINI STATICHE



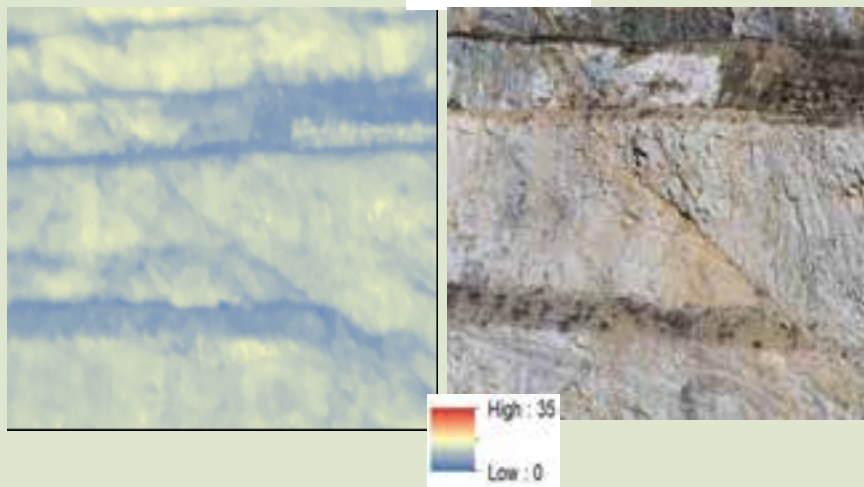
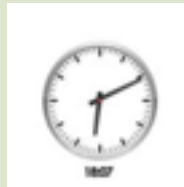
- ❖ Estrazione della matrice contenente i dati di temperatura di ogni singolo pixel.
- ❖ Accoppiamento della matrice di temperatura ai dati radiometrici RGB
- ❖ creazione del file multibanda (apposito script in python)
- ❖ Allineamento delle immagini per annullare i minimi scostamenti prodotti in fase di scatto.



ANALISI TERMICA

METODOLOGIA APPLICATA

IMMAGINI STATICHE

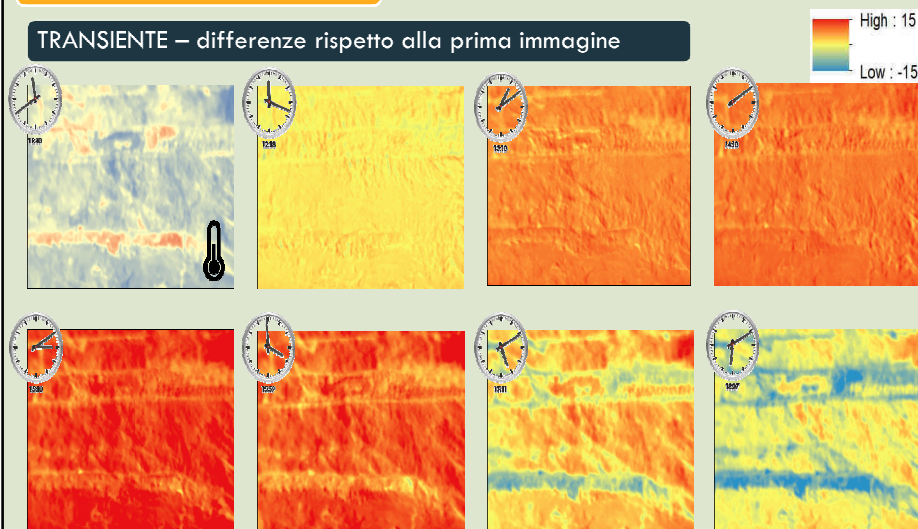




ANALISI TERMICA

METODOLOGIA APPLICATA

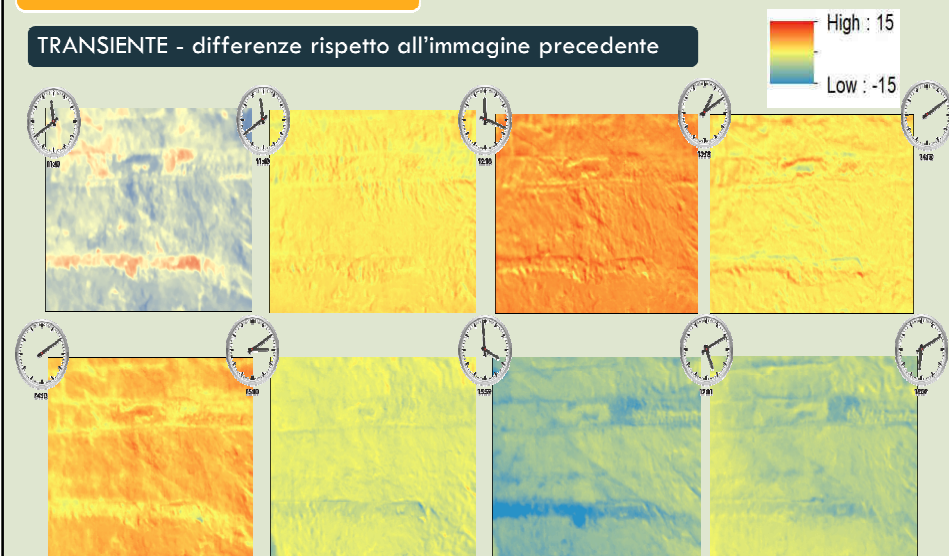
TRANSIENTE – differenze rispetto alla prima immagine



ANALISI TERMICA

METODOLOGIA APPLICATA

TRANSIENTE - differenze rispetto all'immagine precedente

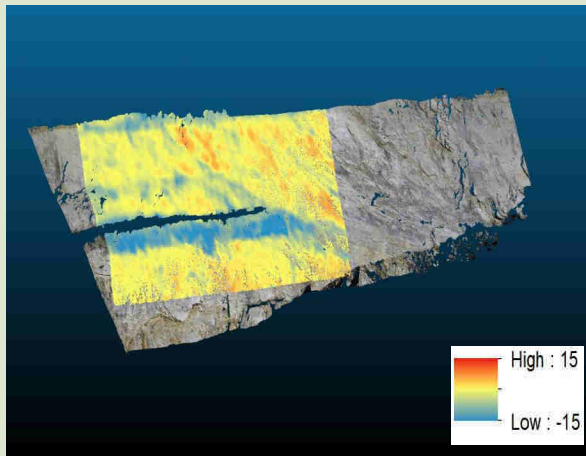




ANALISI TERMICA



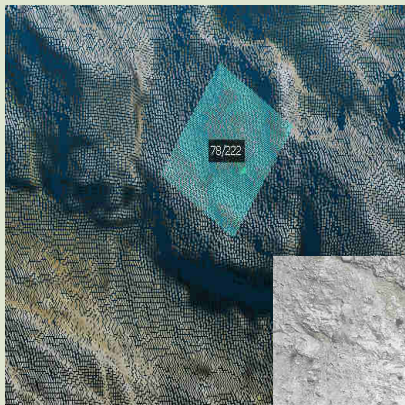
FOTOGRAMMETRIA TERRESTRE



Ad ogni punto della dense cloud è stato associato il relativo valore di differenziale termico per una più agevole visualizzazione.

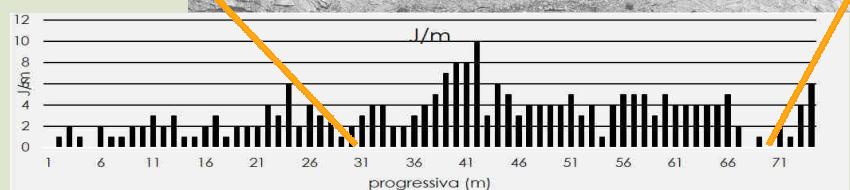
L'operazione si è svolta proiettando l'immagine termica sull'ortofoto, e utilizzando quest'ultima di nuovo all'interno del sw di fotogrammetria per assegnare la nuova scala cromatica ai singoli punti.

Problema dell'orientamento della



Il rilievo ha consentito l'individuazione delle principali famiglie di discontinuità presenti nell'ammasso roccioso. In particolare l'integrazione tra il rilievo classico e analisi eseguite su dense cloud e ortofoto hanno consentito la stima del grado di fratturazione a cavallo della zona di faglia

CARATTERIZZAZIONE E GEOMECCANICA





PROPRIETA' TERMOFISICHE

Transient Divided Bar (TDB)

Campione inserito tra due termocoppie di rame

Immersione in bagno termostatico

Il trasferimento di calore dipende dalla conducibilità termica dell'elemento.



K2DPro

Strumento di misura delle proprietà termiche sia in situ che in lab

Valore mediato su 10 misure acquisite ogni 15 minuti



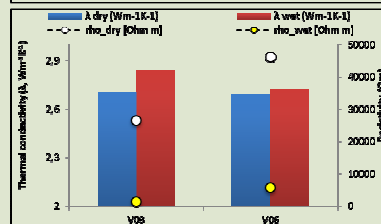
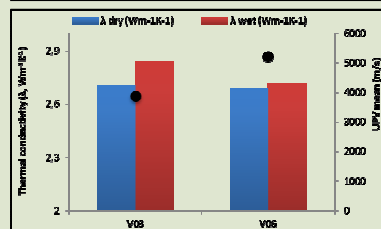
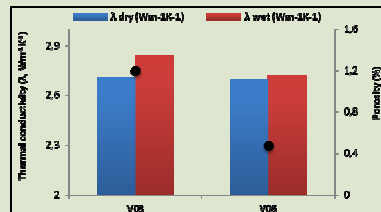
PROPRIETA' TERMOFISICHE

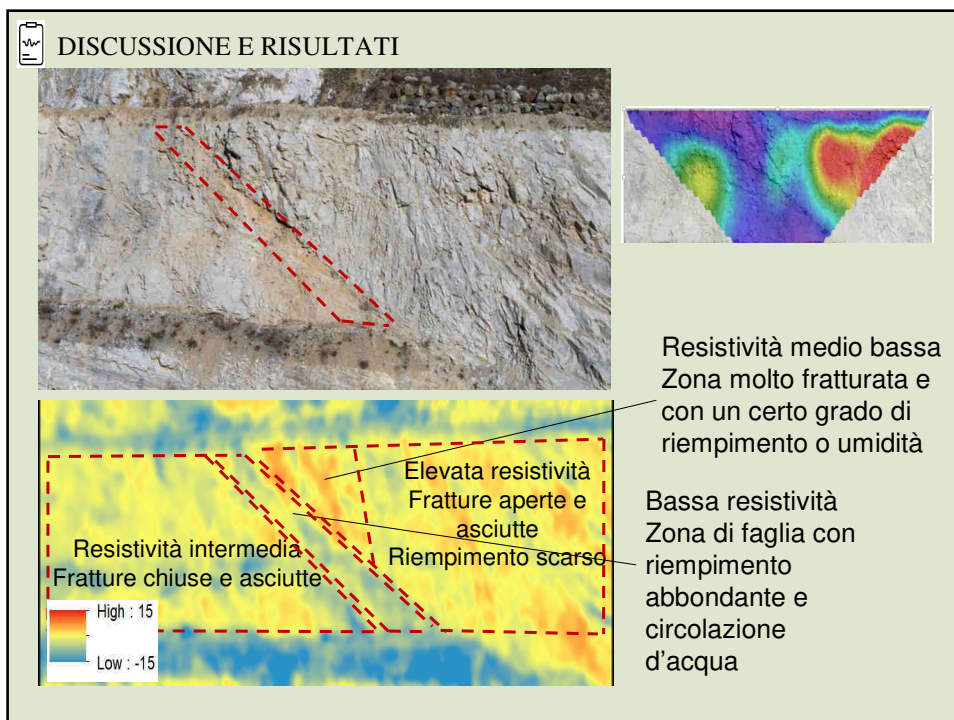
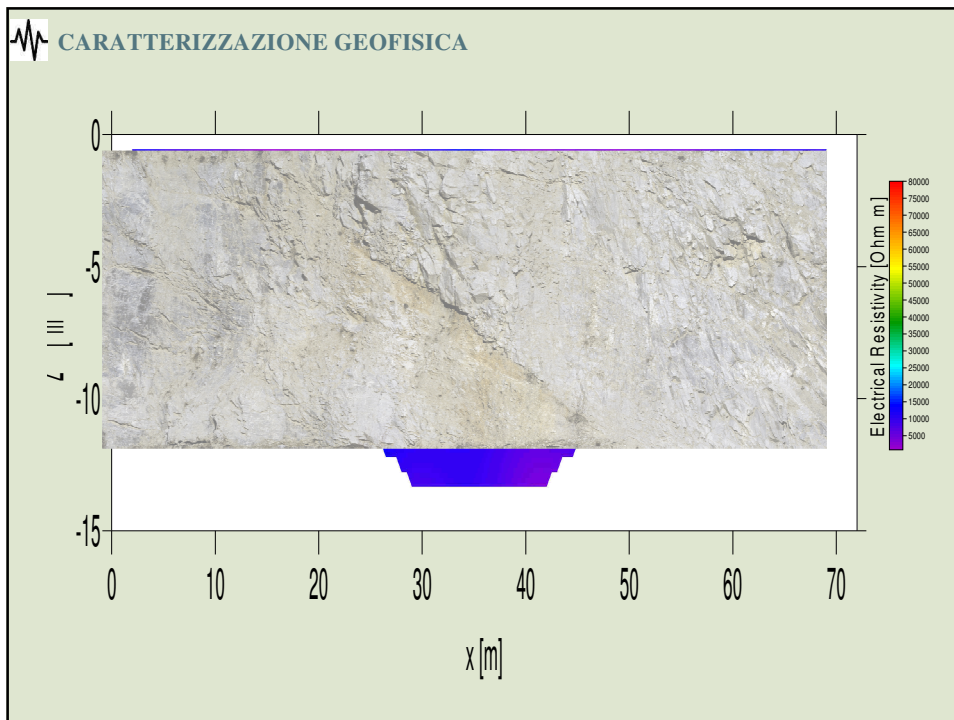
Misure di conducibilità termica (λ_{dry} e λ_{wet}) su due campioni rappresentativi

Confronto con porosità

Confronto con Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)

Confronto con resistività wet e dry







DISCUSSIONE E RISULTATI



Le singole immagini termiche risentono molto di esposizione della parete e temperatura ambiente.



L'analisi del transiente consente di evidenziare zone a comportamento termico omogeneo



L'integrazione di tecniche multidisciplinari aumenta il grado di conoscenza dei processi fisici e meccanici.



L'utilizzo di tecniche fotogrammetriche consente di rappresentare correttamente i dati acquisiti e favorisce il lavoro di postprocessing e interpretazione

Giuseppe Mandrone – giuseppe.mandrone@unito.it