

|                    |                                |                 |        |      |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------|------|
| Mus. civ. Rovereto | Atti del Workshop in geofisica | 6 dicembre 2013 | 91-100 | 2014 |
|--------------------|--------------------------------|-----------------|--------|------|

ARNALDO TONELLI <sup>(1)</sup>, FRANCO FINOTTI <sup>(1)</sup>, & FABIANA ZANDONAI <sup>(1)</sup>

## STUDIO PRELIMINARE DI UN FRONTE DI ROCCIA CON IL SOLO USO DI FOTOCAMERE: ANALISI DELLA ETÀ RELATIVA DI NICCHIE DI DISTACCO E DEL CAMPO DELLE DISCONTINUITÀ MECCANICHE

**Abstract** - ARNALDO TONELLI, FRANCO FINOTTI & FABIANA ZANDONAI - Using common photocaleras for a preliminary analysis of rocky walls. Description of the detachment niches relative age and of the mechanical discontinuities.

The authors present an application of remote sensing by ground fixed station aimed to the analysis of rocky walls. With the help of usual digital photocaleras, thus just accounting for the intensity values of red, green and blue, information on rocky detaching niches and on mechanical discontinuities can be achieved. Age of niches could be ordered along with time basing on the amount of color saturation or, in a more proper way, accounting for the spectral behaviour. With the help of a rotating polarizing filter a serie of images collected within the polarization range 0°÷180° allows the representation of the mechanical discontinuity field.

**Key words:** Colour analysis - Detachment niches - Mechanical discontinuities.

**Riassunto** - ARNALDO TONELLI, FRANCO FINOTTI & FABIANA ZANDONAI - Studio preliminare di un fronte di roccia con il solo uso di fotocamere: analisi della età relativa di nicchie di distacco e del campo delle discontinuità meccaniche.

Gli autori presentano una applicazione di telerilevamento finalizzata allo studio preliminare di pareti di roccia con l'impiego di mezzi di comune, corrente uso: fotocamera e filtro polarizzatore. Con i dati acquisiti nelle regioni del blu, verde e rosso, in adatte condizioni di illuminazione, si possono ottenere informazioni interessanti sull'età relativa delle nicchie di distacco e sul campo delle discontinuità meccaniche. Per la corretta elaborazione successiva dei dati è consigliabile acquisire i fotogrammi in leggera sottosposizione e con filtro polarizzatore ruotato

---

<sup>(1)</sup> Fondazione Museo Civico di Rovereto.

progressivamente da 0° a 180° secondo una serie regolare di passi angolari (correntemente 15°). Con semplici operazioni, dai fotogrammi ripresi si ricava sia una maschera per la separazione delle superfici vegetate dalla roccia nuda che un quadro dei distacchi più o meno recenti. Dalle riprese con filtro polarizzatore si può ottenere una utile descrizione delle discontinuità meccaniche della roccia.

**Parole chiave:** Analisi del colore - Nicchie di distacco - Discontinuità meccaniche.

## 1. INTRODUZIONE

Disponendo di sensori multispettrali, possibilità di scelta dell'ora della ripresa e della postazione più adatta (in particolare con l'impiego di droni), su fronti di roccia si possono acquisire importanti serie di dati per seguire l'evolvere di una situazione nel corso del tempo.

Motivo del presente lavoro è indicare quali informazioni, utili in via preliminare, possono essere apportate disponendo unicamente di fotocamera, cavalletto e filtro polarizzatore.

## 2. METODOLOGIA

La parete da studiare viene ripresa in condizioni favorevoli di irraggiamento evitando la compresenza di aree esposte alla luce diretta e in ombra, quindi con uniforme illuminazione oppure in luce diffusa (cielo coperto). È preferibile riprendere i fotogrammi con assetto manuale in leggera sotto-esposizione, dando precedenza alla profondità di campo. Per la serie di riprese indirizzate all'analisi della polarizzazione è indispensabile il cavalletto.

Le riprese sono finalizzate:

- a censire le nicchie di distacco nella loro successione temporale;
- a evidenziare il campo delle discontinuità meccaniche nella roccia.

## 3. APPLICAZIONI

### 3.1 *Censimento delle nicchie di distacco per età relativa (ringiovanimenti)*

L'immagine ottica viene suddivisa nei componenti rosso R, verde V, e blu B. Come prima operazione si costruisce una maschera numerica per la separazione della roccia dalle zone colonizzate da vegetazione. La vegetazione è caratterizzata dalla prevalenza dell'intensità nel verde V su quella nella regione del rosso R.

Il confronto di V con R è utile a costruire una maschera numerica per la separazione della sola roccia. Il risultato della sottrazione

$$V-R$$

espansa sull'intero campo  $0 \div 255$  è sogliata al valore 1. In questo modo si ricava una maschera numerica a due valori, 0 e 255 (Fig. 4), che, moltiplicata per la matrice-immagine iniziale seleziona le sole superfici di roccia. L'immagine risultante così ottenuta è oggetto di analisi per la selezione delle nicchie di distacco.

Il colore della roccia varia nel tempo in seguito all'azione degli agenti meteorici. Le nicchie di distacco più recenti si distinguono per un più alto valore di saturazione del colore. Adottando il modello HLS (tinta H, albedo L, saturazione S) l'andamento di S è significativo per selezionare le nicchie in ordine di età relativa. A evitare l'eccessivo impatto della radiazione riflessa nel blu, dove prevale la diffusione (fenomeno che si accentua con la distanza della ripresa) è preferibile tenere conto solo dei componenti rosso R e verde V dell'immagine in studio. Il confronto viene reso come sottrazione di logaritmi

$$\ln R - \ln V = \ln (R/V)$$

ottenendo una nuova matrice che descrive l'aspetto delle nicchie compensando l'impatto della morfologia. Valori elevati di  $\ln (R/V)$  sono da mettere in relazione con l'età dei distacchi più recenti (Fig. 1 e segg.).

*Nota: in condizioni di ripresa favorevoli, vegetazione in piena attività fotosintetica e parete di calcari, si può ottenere il censimento delle nicchie di distacco con una unica serie di operazioni,  $\ln (R/V)$ , seguita da espansione sull'intera dinamica  $0 \div 255$  (Fig. 2).*

### 3.2 Campo delle discontinuità meccaniche

Le discontinuità meccaniche tendono a polarizzare la luce. Usando un filtro polarizzatore si possono ottenere, con qualsiasi fotocamera, serie di immagini secondo piani di polarizzazione preordinati. Ruotando il filtro polarizzatore l'intensità della luce riflessa da ogni singolo elemento dell'immagine ripresa varia se la luce viene polarizzata. Mettendo a confronto le matrici dei punti immagine corrispondenti al valore di intensità massima e, rispettivamente, minima, si ottiene una nuova immagine che descrive il campo di polarizzazione e, quindi, l'andamento delle discontinuità meccaniche (Fig. 5). La procedura prevede:

- la ripresa della superficie da analizzare antepo-  
nendo all'obiettivo un filtro polarizzatore  
posizionato secondo la serie  $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ$ ;

- la conversione delle immagini, rese perfettamente sovrapponibili, in matrici monocromatiche;
- la ricerca dei valori massimi *polmax* e dei valori minimi *polmin*;
- il confronto fra le matrici *polmax* e *polmin* in forma di sottrazione di logaritmi,  $\ln(\mathit{polmax}) - \ln(\mathit{polmin}) = \ln(\mathit{polmax}/\mathit{polmin})$

*Nota: disponendo di una unica ripresa, le discontinuità meccaniche si possono evidenziare, con dei limiti, come somma di variazioni della brillantezza operando su una matrice a scorrimento di 2x2 pixel. Vanno calcolate le 6 variazioni fra elementi attigui in riga, colonna e diagonale*

$|P_{i,j-P_{i+1},j}|, |P_{i+1,j-P_{i+1},j+1}|, |P_{i+1,j+1-P_{i,j+1}}|, |P_{i,j+1-P_{i,j}}|, |P_{i,j-P_{i+1},j+1}|, |P_{i+1,j-P_{i,j+1}}|$   
dalle quali si seleziona il valore massimo (Fig. 3).

## CONCLUSIONI

Per una prima indagine speditiva sullo stato di pareti di roccia si possono ottenere informazioni utili ricorrendo a elaborazioni elementari su fotografie a colori. L'analisi della età relativa di nicchie di distacco e del campo delle discontinuità meccaniche, di cui il contenuto di questo lavoro degli autori, si propone quale indagine speditiva preliminare per la eventuale pianificazione di successivi rilievi mirati (riprese multispettrali, multitemporali, ecc.) e al contempo per un monitoraggio nel tempo.

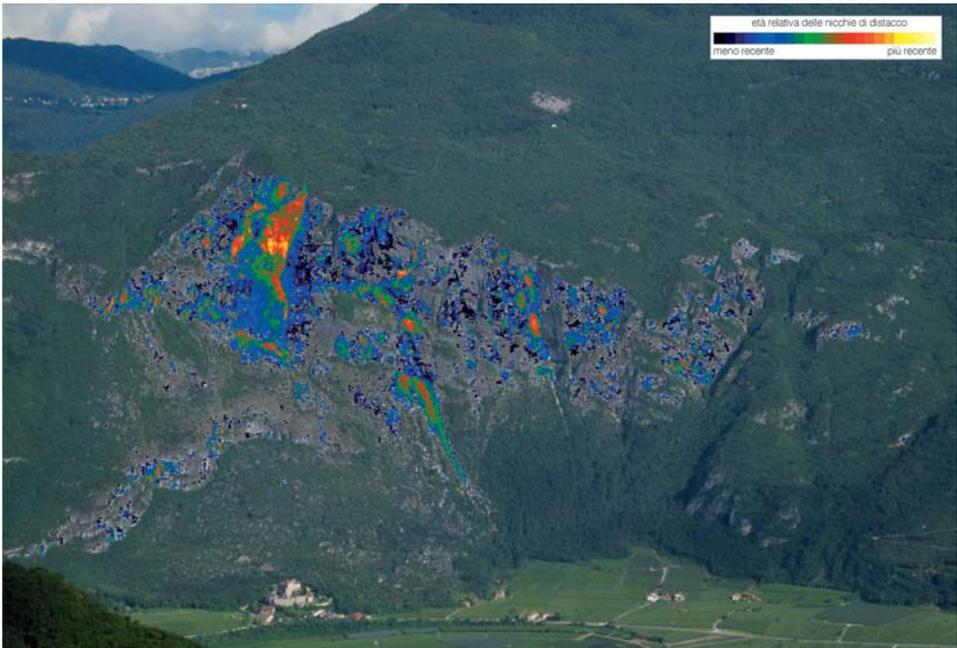


Fig. 1 - Zona di S. Cecilia (Volano, TN). Ripresa a colori e riporto della serie di nicchie di distacco per età relativa.

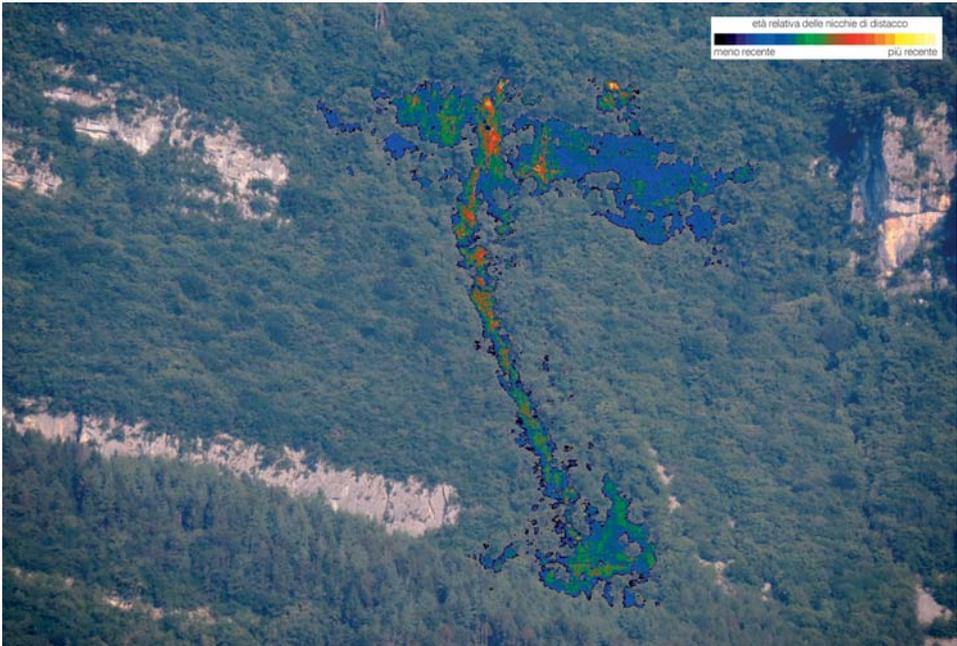
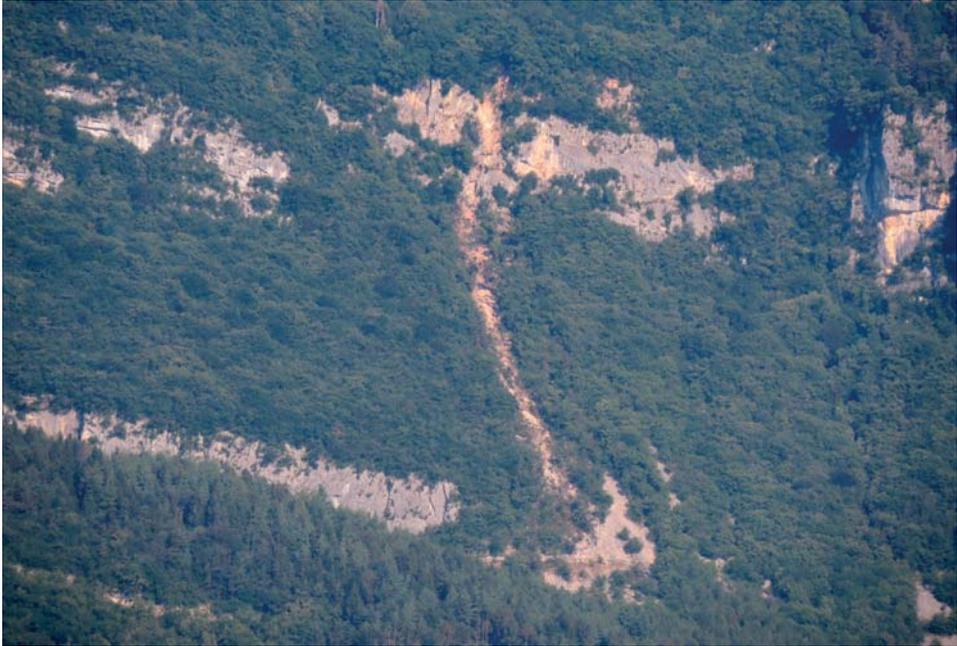


Fig. 2 - Zona sopra Patone (Isera, TN). Ripresa a colori e riporto della serie di nicchie di distacco per età relativa ottenuta con un solo passaggio  $\ln(R/V)$ .

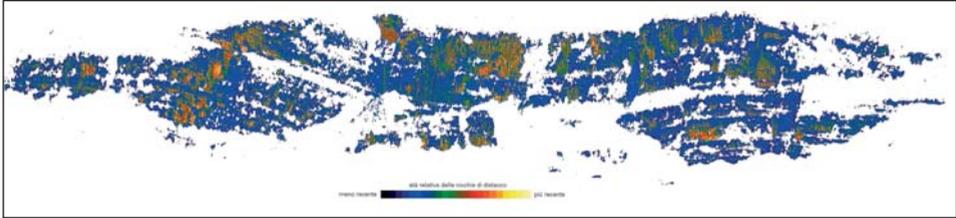


Fig. 3 - Zona di Castelcorno (Isera, TN). Ripresa a colori, riporto della serie di nicchie di distacco per età relativa e studio della tessitura da una unica immagine (vedi testo). Per separare la roccia dalle zone colonizzate da vegetazione è stata impiegata una maschera numerica basata sul confronto fra intensità nel verde e nel rosso.

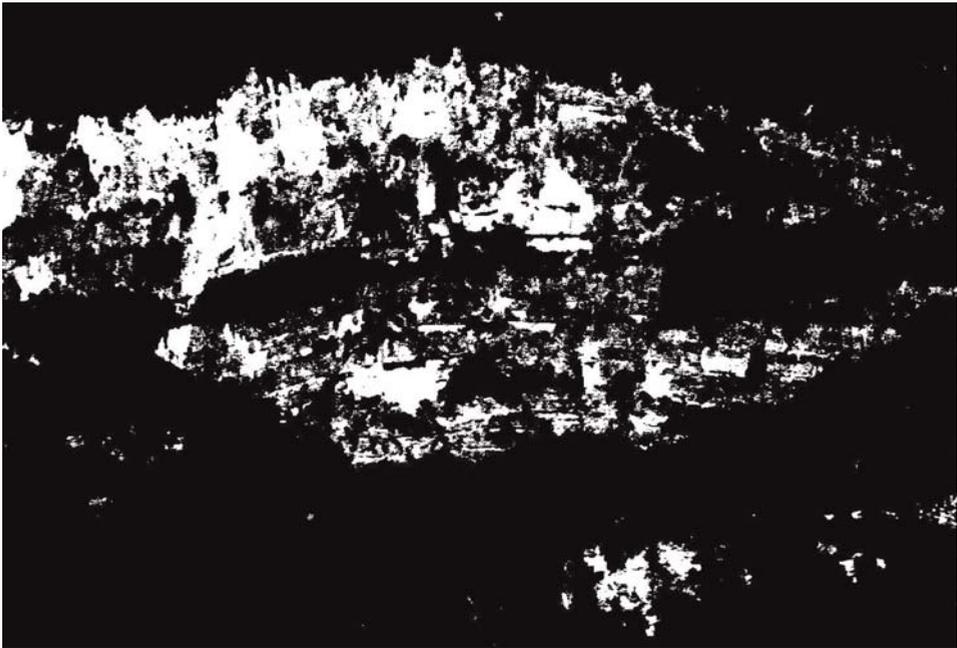
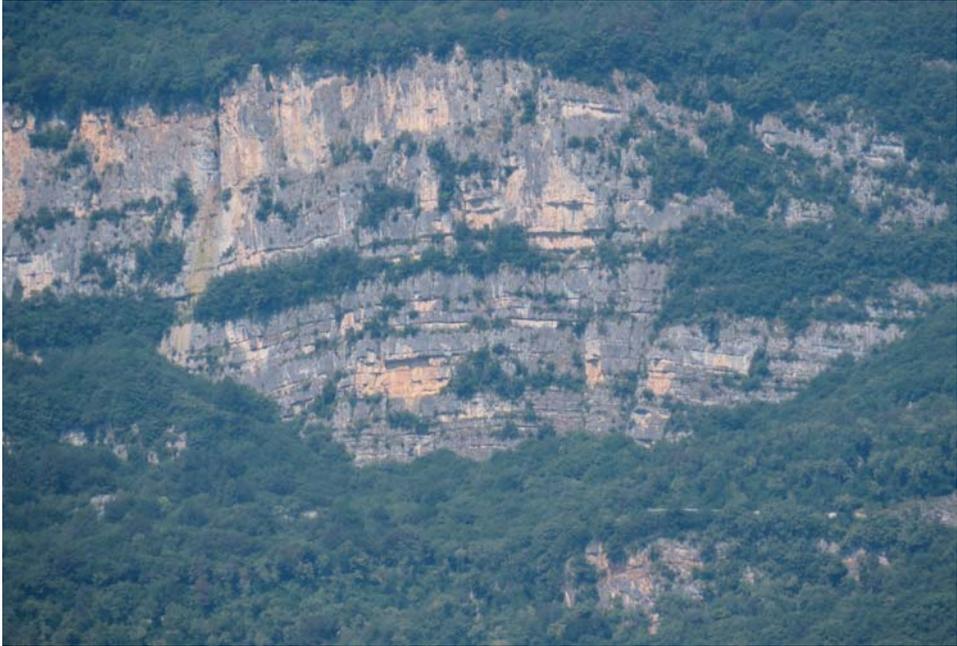


Fig. 4 - Riquadro zona Castelvorno (Isera, TN). Ripresa a colori con maschera di separazione delle zone vegetate (rese in nero) dalla roccia (resa in bianco).

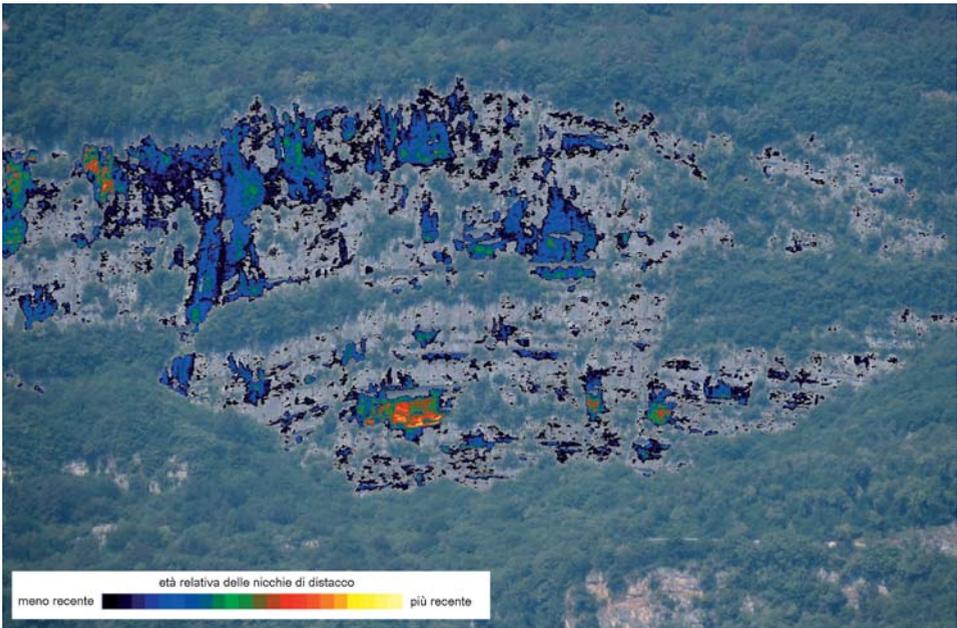


Fig. 5 - Riquadro zona Castelvorno (Isera, TN). *Sopra*: campo delle discontinuità meccaniche ottenuto elaborando riprese in multipolarizzazione; *sotto*: successione per età relativa delle nicchie di distacco.

## BIBLIOGRAFIA

- BRIVIO P. A., LECHI G. & ZILIOLO E., 2006 - *Principi e metodi di telerilevamento*, Città-Studi Edizioni, 2006.
- FINOTTI F., TONELLI A. & ZANDONAI F., 2009 - *Contributo alla fotointerpretazione di rilievi multitemporali a breve periodo in differenti campi applicativi*, Atti Workshop in Geofisica 2008, Edizioni Osiride.
- TONELLI A.M., 1999 - Contributi del telerilevamento allo studio di pareti rocciose: il censimento delle nicchie di distacco e l'analisi del campo di fratturazione, *Rivista Italiana di Telerilevamento*, 17/18, settembre 1999 - gennaio 2000.
- TONELLI A.M., 2000 - Some operative applications of remote sensing, *Annali di Geofisica*, 43, 6, Editrice Compositori srl, Bologna.
- TONELLI A.M., 2012 - *Dalle immagini RGB alle tecnologie multi- e iper-spetttrali. È cambiato davvero il telerilevamento?*, Atti Workshop in geofisica 2011, Edizioni Osiride.
- VIAZZO G. & TONELLI A., 2009 - *Analisi della fratturazione di una parete rocciosa con tecniche di telerilevamento*, Atti Workshop Geofisica 2008, Edizioni Osiride.