

## Individuazione di dissesti associati ad evento meteorico intenso attraverso l'analisi di immagini satellitari multi-spettrali

Massimo Perna (\*), Lorenzo Bottai (\*\*), Francesco Manetti (\*\*),  
Manuela Corongiu (\*\*), Carlo Villorosi (\*\*\*), Guido Lavorini (\*\*\*)

(\*) Consorzio LaMMA, Via Madonna del Piano, 10 50019 Sesto Fiorentino (Fi), fax: 055444083,  
mail: perna@lamma.rete.toscana.it /CNR Ibimet, Via Giovanni Caproni, 8 - 50145 Firenze.

(\*\*) Consorzio LaMMA, Via Madonna del Piano, 10 50019 Sesto Fiorentino (Fi).

(\*\*\*) Regione Toscana, S.I.T.A., Pal B - Via di Novoli 26 - 50127 Firenze

### Abstract

In this paper we expose the project activities related the analysis of intense rainfall events and identification of triggered landslides through semi-automatic multi-temporal satellite images. It is analyzed the event of 24-25/10/2011 in Lunigiana, through two subsets of RapidEye satellite scenes (multispectral sensor, 5-band high-resolution, pixel size on the ground equal to 5 m). After pre-processing, it was realized a multi-temporal layer stack on which they were carried out change detection techniques using different indices (spectral angle, NDVI differencing, principal components analysis, Independent components analysis).

The analysis of these indices has led to the identification of 90 clusters of pixels of the images associated with landslides. The checks carried out through inspections and aerial photographs of aid has led to confirmation of 46 landslides related to the event.

### Abstract esteso

In questo lavoro si espongono le attività di progetto relative all'analisi di eventi di precipitazione intensi e all'identificazione dei dissesti occorsi ad evento attraverso analisi semi-automatica multi-temporale di immagini da satellite, si è analizzato l'evento del 24-25/10/2011 in Lunigiana, attraverso due subset di scene satellitari *RapidEye* (sensore multispettrale, 5 bande ad alta risoluzione, dimensione del pixel a terra pari a 5 m). In seguito al *pre-processing* si è realizzata una prima fotointerpretazione a video.

Tale attività ha consentito di individuare in prima battuta le aree di maggiore cambiamento pre-post evento. Tale attività si è avvalsa delle caratteristiche multispettrali delle immagini sfruttando le potenzialità di indagine delle 5 bande del *Rapid-Eye*. Inoltre la foto interpretazione ha utilizzato come dato ancillare le ortofoto regionali del 2011 le quali, grazie all'elevata risoluzione spaziale hanno consentito un rapido riconoscimento della tipologia di uso del suolo delle aree indagate e una individuazione delle aree maggiormente denudate.

Per le analisi successive è stato realizzato un *layer stack* multitemporale di 10 bande composto dalle 5 bande dell'immagine pre-evento e dalle 5 bande dell'immagine post-evento su cui sono state eseguite delle tecniche per l'individuazione delle aree soggette a cambiamento attraverso diversi indici (*spectral angle*, *NDVI differencing*, *principal components analysis*, *independent components analysis*).

La determinazione dell'angolo spettrale dell'immagine (*Spectral Angle*) è una tecnica alternativa per la determinazione del cambiamento multi-temporale (bi-temporale in questo caso) su base pixel-per-pixel. L'angolo spettrale è determinato dai vettori che rappresentano i valori di radianza dei singoli pixel nel pre e nel post-evento aventi le stesse coordinate geografiche nelle immagini.

L'indice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) viene utilizzato per monitorare da remoto le condizioni della vegetazione, ma anche per individuare, come nel caso di questo studio, le aree denudate da quelle vegetate. Il metodo di *change detection* comunemente utilizzato utilizza la differenza tra l'NDVI dell'immagine post-evento e quello dell'immagine pre-evento ( $\delta$  NDVI).

L'analisi in componenti principali o PCA, dall'inglese *principal component analysis*, è una tecnica per la semplificazione dei dati utilizzata nell'ambito della statistica multi-variata.

Sullo *stack* multi-temporale è stata condotta l'analisi delle componenti principale, ottenendo 10 nuove bande (10 nuove variabili). La componente n.5 è risultata essere la più rappresentativa in termini di informazioni sui dissesti.

Oltre alla tecnica delle componenti principali si è testata anche quella delle componenti indipendenti, ICA (*Independent Component Analysis*). Tale tecnica è analoga alla precedente ma consente di valutare i dati attraverso una combinazione lineare delle bande dello *stack* multi-temporale che massimizzi l'indipendenza delle componenti originali. (Mondini et al., 2011) L'analisi delle componenti indipendenti ha mostrato, a differenze di quanto non sia successo nelle componenti principali, una netta differenza (nel caso della terza componente) tra i valori assunti dalle aree in frana rispetto alle aree che esondate, cosa che ha permesso di evidenziare meglio il carattere spettrale dei fenomeni franosi.

L'analisi di tali indici ha condotto all'individuazione di 90 *clusters* di pixel delle immagini associabili a fenomeni franosi. Le verifiche eseguite attraverso sopralluoghi e con foto aeree di ausilio ha condotto al momento alla conferma di 46 fenomeni franosi legati all'evento. Il dataset di frane di evento costituisce uno dei dati di input per il progetto LIFE+IMAGINE volto all'implementazione di una struttura di servizi web per l'analisi ambientale ed avente come partners Regione Toscana e Consorzio LaMMA.

### Riferimenti bibliografici

Mondini A.C., Guzzetti F., Reichenbach P., Rossi M., Cardinali M., Ardizzone F. (2011), "Semi-automatic recognition and mapping of rainfall induced shallow landslides using optical satellite images", *Remote Sensing of Environment* 115 (2011): 1743-1757.