

A NEW METHOD IN LANDSLIDE MONITORING:

Comparison between shallow displacements obtained via Finite Difference Method (FDM) with satellite big data to develop a smart web platform.

UN NUOVO METODO DI MONITORAGGIO DELLE FRANE:

Confronto tra spostamenti superficiali, ricavati tramite calcoli alle Differenze Finite (FDM), e geo-dati telerilevati, per lo sviluppo di una piattaforma web integrata.

Ing. Giuseppe Degan Di Dieco*

**Studio Tecnico Geometra Francesco Degan Di Dieco*

Key words: Drone, Finite Difference Method (FDM), Landslides, Monitoring, WEB, GIS, Cultural Heritage.

Parole chiave: Droni, Metodo delle Differenze Finite (FDM), Frane, Monitoraggio, WEB, GIS, Patrimonio Culturale.

ABSTRACT

La disponibilità sempre crescente di geodati dinamici rende possibile prevedere, a livello locale, l'innescò di fenomeni franosi o, se avvenuti, studiarne lo stato di attività in modo più accurato e innovativo [1]. Spesso sono minacciati versanti di colline sulle quali sorgono centri storici abitati e/o beni culturali quali Castelli, Santuari (Figura 1, [2]).

In questo lavoro la disponibilità non solo di foto ma anche di dati tipo curve di livello ricavate dal drone (Figura 2, Figura 3) hanno consentito una stima degli

spostamenti e delle velocità superficiali a rottura del versante franato (Figura 4); rendendo possibile un confronto con dati analoghi ma rilevati tramite satelliti e/o dati GPS [3] o deducibili da aerofotogrammetrie acquisite con drone, relative ad istanti temporali diversi. Le metodologie usate in passato erano basate su più piattaforme, tra loro non integrate, per cui l'analisi dei dati era condotta in tempi differenti con difficoltà nella comprensione dei fenomeni di rischio.

Così facendo un drone svolgerebbe un duplice ruolo, provvedendo sia ad effettuare la documentazione fotografica necessaria alla definizione della geometria sia a rilevare gli spostamenti del terreno e confrontarli con i valori calcolati a rottura: lanciando un segnale di allarme in caso di concordanza. Gli spostamenti calcolati a rottura potranno essere accessibili al drone via Web, tramite piattaforma dedicata, e si baserebbero oltre che sui risultati del presente lavoro anche sui risultati dell'analisi di stabilità di frane simili.

Infine, in questo lavoro, per la prima volta si è applicata la mesh deformata di un versante su una aerofotogrammetria (Figura 5). La mesh deformata per i diversi istanti di tempo esaminati è stata ricavata con il *Metodo alle Differenze Finite (FDM)* [5] applicato all'Analisi di Stabilità dei Pendii [6] tramite il software FLAC 2D v. 7.0 [7], altrimenti non ottenibile con un Metodo di calcolo tradizionale come l'*Equilibrio Limite (LEM)* [8].

In tal modo l'utente ha a disposizione un ambiente multimediale integrato sul Web in cui l'evoluzione dinamica della frana è resa immediatamente visibile tramite un video della sequenza di spostamento dell'ammasso di terreno, ottenuto sovrapponendo gli outputs del calcolo sulle fotografie del versante.

Si viene così a creare una ipotetica piattaforma Web drone - codice di calcolo – geo dati, volta ad aumentare le potenzialità dei comuni sistemi di acquisizione dei geodati (Figura 6).



Figura 1 – Foto aerea della frana di Madonna del Castello (CS) del 06/03/2012 e particolari del dissesto [2].



Figura 2 – Drone impiegato per la rilevazione aerea della frana [3].



Figura 3 - Immagine area della frana del 06/03/2012 con delimitazione dell'area di frana (in magenta), rappresentazione delle curve di livello post frana (in rosso) e indicazione della sezione considerata A-A (in blu) per la valutazione degli spostamenti [2].

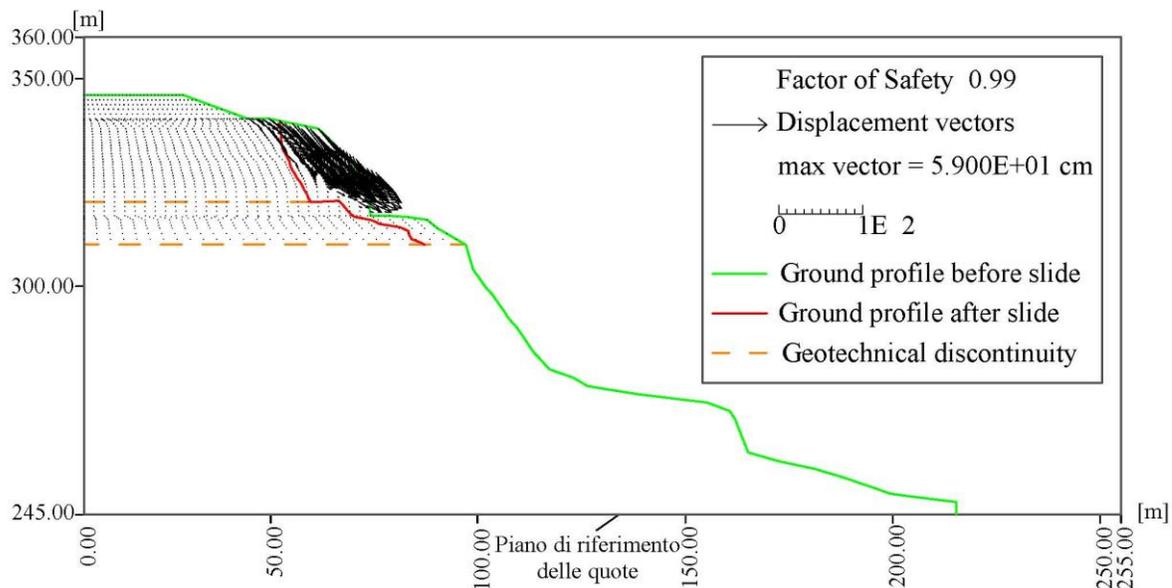


Figura 4 – Vettori di spostamento a rottura nella parte superiore della sezione A-A a fine simulazioni di analisi a ritroso [2].

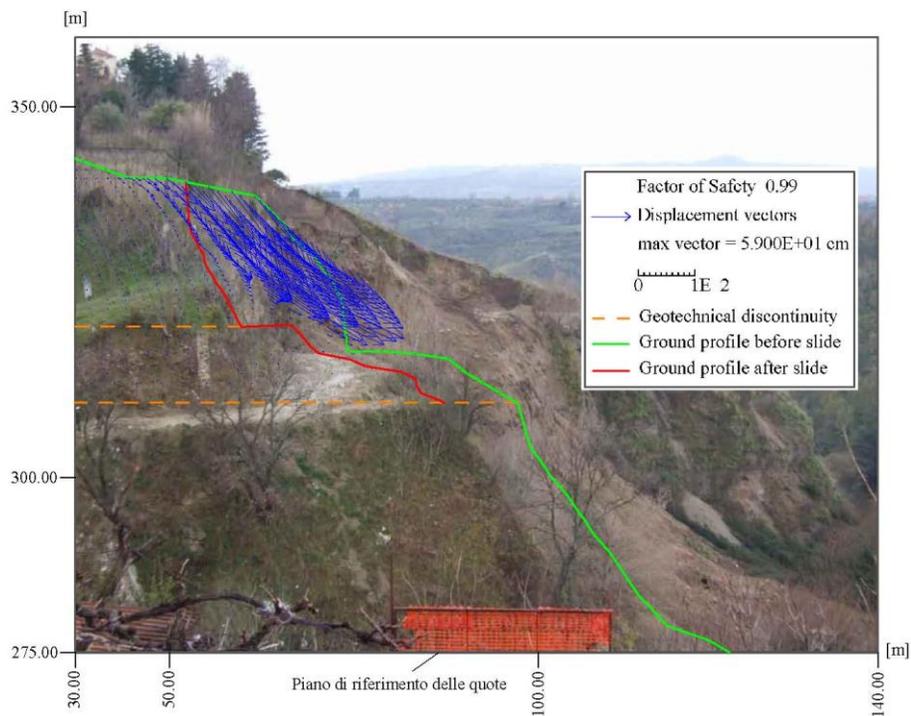


Figura 5 – Sovrapposizione degli spostamenti a rottura della sezione in asse alla frana su foto aerea.

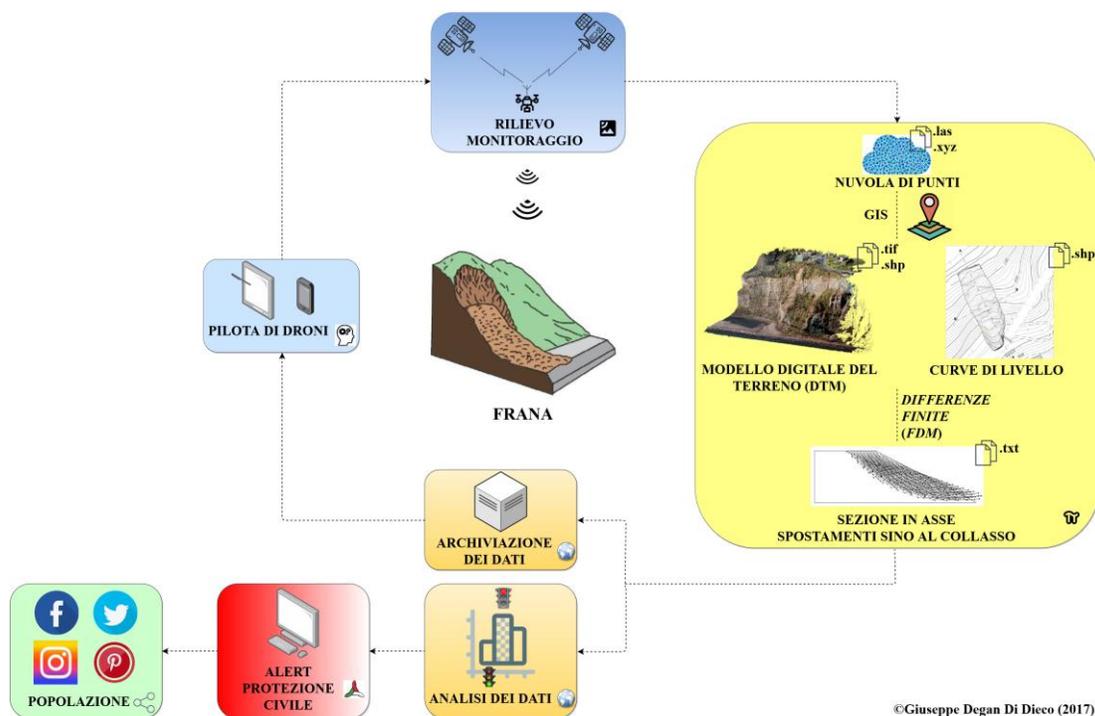


Figura 6 – Schema di funzionamento della piattaforma ipotizzata nel presente lavoro per il monitoraggio del territorio.

Bibliografia

- [1] Zecchin, M.; Accaino, F.; Ceramicola, S.; Civile, D.; Critelli, S.; Da Lio, C.; Mangano, G.; Prosser, G.; Teatini, P.; Tosi, L. The Crotona Megalandslide, southern Italy: Architecture, timing and tectonic control, *Scientific Reports Volume 8, Article number: 7778, 2018*, doi:10.1038/s41598-018-26266-y.
- [2] Degan Di Dieco, G. Frana del versante N-NE del colle di Madonna del Castello in Castrovillari (CS): Modellazione geotecnica e analisi delle condizioni di innesco del dissesto mediante metodi analitici (*LEM*) e numerici

- (FDM). Tesi di Laurea Magistrale, Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, 23/05/2018.
- [3] Dominici, R. Relazione sul movimento franoso del versante Nord Orientale della Madonna del Castello. Atti del Seminario tecnico-scientifico Metodologie ed interventi di prevenzione, gestione e mitigazione dei rischi ambientali e idrogeologici nel territorio comunale di Castrovillari, Castrovillari, Calabria, 27/04/2012.
- [4] INGV – Rete geodetica. <http://www.ct.ingv.it/it/attivita-e-servizi/monitoraggio/rete-geodetica.html?showall=1&limitstart=>. Consultato: 20/06/2018.
- [5] Cundall, P. Explicit finite difference methods in geomechanics. In *Numerical Methods in Engineering*, Proceedings of the International Conference on Numerical Methods in Geomechanics, Blacksburg, June 1976; Volume 1, 1976, 132-150.
- [6] Dawson, E. M.; Roth, W. H.; Drescher, A. Slope stability analysis by strength reduction, *Géotechnique* 1999, Volume 49 N. 6, 835-840, <https://doi.org/10.1680/geot.1999.49.6.835>.
- [7] Itasca Consulting Group, Inc. FLAC – Fast Lagrangian Analysis of Continua – Ver. 7.0, User’s Manual, 2011, Minneapolis.
- [8] Morgenstern, N. R.; Price, V. E. The analysis of the stability of general slip surfaces, *Géotechnique* 1965.