

## **Analisi multi-temporale dalla franosità e degli effetti indotti alle infrastrutture viarie per la quantificazione del rischio: valutazioni preliminari**

Michele Calvello, Domenico Guida, Dario Peduto,  
Gaetano Pecoraro, Mario Valiante, Gianfranco Nicodemo  
*Dipartimento di Ingegneria Civile (DICIV), Università degli studi di Salerno*  
*C.U.G.RI. – Consorzio inter-Universitario per la prevenzione e previsione Grandi Rischi*

La caratterizzazione geometrica-cinematica dei corpi di frana a cinematica lenta, il monitoraggio degli spostamenti nel tempo e l'analisi multi-temporale degli effetti indotti alle infrastrutture interagenti rappresentano attività di fondamentale importanza ai fini di una corretta valutazione e quantificazione del rischio e sono propedeutiche alla pianificazione, programmazione e realizzazione di interventi di mitigazione sostenibili.

A tal riguardo, informazioni di spostamento derivanti dall'elaborazione con tecniche interferometriche differenziali di immagini acquisite da Radar ad Apertura Sintetica (DInSAR) montati su piattaforme satellitari, integrate con sistemi di monitoraggio convenzionale in situ (*Peduto et al., 2021*) e dati sul danno registrato dalle infrastrutture esposte, possono fornire la base conoscitiva per una caratterizzazione dinamica dei corpi di frana e consentire di investigare le relazioni che si stabiliscono tra la causa (attivazioni/riattivazioni dei fenomeni franosi) e l'effetto (danno sulle infrastrutture esposte), necessarie nella valutazione della vulnerabilità (*Ferlisi et al., 2021; Nappo et al., 2019*).

In primo luogo, è stata condotta una classificazione geomorfologica del paesaggio a scala regionale basata sul concetto di Unità Topografica di Base (UTB) introdotto nelle nuove Linee Guida per la Carta Geomorfologica d'Italia (*Campobasso et al., 2018*). Tale classificazione è stata condotta mediante analisi grid-based basata sulla differenza dall'elevazione media utilizzando il DTM di risoluzione pari a 5 m disponibile sul Geoportale Regionale. A partire dal DTM vengono ricavate dapprima le Posizioni di Versante, le quali vengono successivamente aggregate nelle tre UTB principali: sommità, versante e fondovalle. Scomponendo le Posizioni di Versante vengono ricavate le forme elementari del territorio. Successivamente, è stata condotta una preliminare caratterizzazione della franosità per un territorio di 30 comuni situati nella zona compresa tra le valli dei fiumi Bradano e Basento, mediante la determinazione di un indice di franosità comunale e l'individuazione degli elementi infrastrutturali esposti a rischio (in particolare strade e ponti). I dati interferometrici di archivio disponibili dal Piano Straordinario di Telerilevamento sono stati post-processati e contestualizzati in termini di distribuzione e copertura sulle frane a cinematica lenta consentendo l'individuazione dei corpi di frana in movimento (*Cascini et al., 2010*).

Con riferimento a tre comuni (Vaglio di Basilicata, Brindisi di Montagna e Trivigno), i dati interferometrici relativi a scatteratori SAR in movimento sono stati analizzati unitamente ad altri dati multi-source disponibili: UTB; mappe di suscettibilità ottenute applicando analisi statistiche multivariate in ambiente GIS (*Ciurleo et al., 2016; Calvello et al., 2017*); inventario dei fenomeni franosi; dati di danno agli elementi esposti acquisiti mediante rilievi multi-temporali da remoto. Contestualmente sono stati avviati un aggiornamento e una rimodellazione dei dati relativi ai fenomeni franosi a partire dai fenomeni franosi presenti nei database PAI e IFFI e sulla base del

lavoro di Guida e Iaccarino (1991) e Guida et al., (1991). L'aggiornamento è stato condotto mediante la consultazione di tutte le banche dati a disposizione (originali d'autore, PAI, IFFI, bibliografia) e l'analisi di cartografie di base multitemporali e multiscolari (prodotti IGM, CTR Mezzogiorno 1980, CTR 2016), mentre la rimodellazione dell'inventario è basata sull'applicazione del metodo LOOM (Valiante et al., 2021).

Il modello orientato agli oggetti utilizzato nella struttura LOOM segue il modello gerarchico multiscalare descritto in Dramis et al. (2011). Il livello focale (livello 0) della gerarchia è composto dagli "oggetti frana", cartografati con un unico poligono che racchiude tutte le componenti di un unico movimento franoso. Due livelli di aggregazione possono essere implementati per descrivere associazioni di frane:

1. I *complessi di frane* (livello +1) risultano dall'aggregazione di frane dello stesso tipo in sovrapposizione spazio-temporale.
2. I *sistemi di frane* (livello +2) sono definiti come insiemi di frane di qualunque tipologia in sovrapposizione spazio-temporale.

Ulteriori livelli di scomposizione comprendono le *componenti di frana* ed i vari *elementi* delle componenti stesse, fino ad arrivare agli indicatori cinematici, entità lineari o puntuali e solitamente con bassa persistenza temporale.

Ciò ha consentito di fornire un contributo all'aggiornamento geometrico/cinematico dei corpi di frana inventariati e all'analisi delle relazioni causa (spostamenti indotti dalla frana) – effetto (danno).

Le evidenze scaturite dalle attività sopra richiamate, unitamente con le informazioni di spostamento derivanti dall'elaborazione di dati interferometrici aggiornati all'attualità e la completa interpretazione dei livelli di severità del danno alle infrastrutture, saranno analizzate nelle fasi successive del progetto per un loro uso integrato all'interno di procedure volte alla quantificazione del rischio da frana per le infrastrutture esposte e la definizione di mappe di zonazione del rischio.

## **Bibliografia**

Calvello M., Peduto D., Arena L. (2017). Combined use of statistical and DInSAR data analyses to define the state of activity of slow-moving landslides. *Landslides*, 14:473-489, <https://doi.org/10.1007/s10346-016-0722-6>

Campobasso C., Carton A., Chelli A., D'Orefice M., Dramis F., Graciotti R., Guida D., Pambianchi G., Peduto F. & Pellegrini L. (2018). Aggiornamento ed integrazioni delle linee guida della Carta Geomorfologica d'Italia alla scala 1:50.000. Quaderni serie III, 13 (1), ISPRA, 95 pp

Cascini L., Fornaro G., Peduto D. (2010). Advanced low- and full-resolution DInSAR map generation for slow-moving landslide analysis at different scales. *Engineering Geology*, 112 (1-4), 29-42, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2010.01.003>

Ciurleo M., Calvello M., Cascini L. (2016) Susceptibility zoning of shallow landslides in fine grained soils by statistical methods. *Catena* 139:250–264, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.12.017>

Dramis F., Guida D. & Cestari A. (2011). Nature and Aims of Geomorphological Mapping. In: Smith M., Paron P. & Griffiths J. (Eds.). *Geomorphological Mapping: methods and applications*, Capitolo 3, 39-74, Elsevier

Ferlisi S., Marchese A., Peduto D. (2021) Quantitative analysis of the risk to road networks exposed to slow-moving landslides: a case study in the Campania region (southern Italy). *Landslides*, 18(1): 303-319, ISSN 1612-510X, <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01482-8>

Guida D. & Iaccarino G. (1991). Fasi evolutive delle frane di tipo colata nell'alta valle del F. Basento (Potenza). *Acta Geologica*, 68, 127-152

Guida D., Iaccarino G. & Lazzari S. (1991). Carta inventario delle frane dell'Alta valle del Basento. In: Di Nocera S., Lazzari S., Pescatore T., Russo B., Senatore M.R. & Tramutoli M. (1991). Note illustrative della carta geologica dell'alta valle del fiume Basento (Appennino lucano, Italia). Atti del Convegno "Ambiente fisico, uso e tutela del territorio di Potenza", 18 marzo 1988, Potenza, Pubbl. 1225 del G.N.D.C.I., Stab. L. Salomone, Roma.

Nappo N., Peduto D., Mavrouli O., van Westen C.J., Gullà G. (2019). Slow-moving landslides interacting with the road network: Analysis of damage using ancillary data, in situ surveys and multi-source monitoring data. *Engineering Geology* 260:105244, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.105244>

Peduto D., Santoro M., Aceto L., Borrelli L., Gullà G. (2021) Full integration of geomorphological, geotechnical, A-DInSAR and damage data for detailed geometric-kinematic features of a slow-moving landslide in urban area. *Landslides*, 18(3):807–825, <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01541-0>

Valiante M., Guida D., Della Seta M., & Bozzano F. (2021). A spatiotemporal object-oriented data model for landslides (LOOM). *Landslides*, 18(4):1231-1244, <https://doi.org/10.1007/s10346-020-01591-4>

Estratto da: Convegno di presentazione del progetto MITIGO e dei primi risultati - 4-5 Aprile 2022  
- Sommari degli interventi e presentazioni

© 2022 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9788899432850



Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

[www.ponricerca.gov.it](http://www.ponricerca.gov.it)