RISPOSTE ALLE DOMANDE DEI PARTECIPANTI
AL WEBINAR 8 MAGGIO 2025
SUSCETTIBILITÀ E RISCHIO DI FRANA

Prof. Nicola Casagli e Prof.ssa Veronica Tofani

1. Nelle analisi interferometriche, oltre alle differenti percentuali di spostamento misurabili lungo le due LOS, vi sono ulteriori ragioni per cui un movimento possa essere apprezzato solo in uno dei due segnali (descending o ascending)?

Sì, oltre alla componente geometrica del vettore di spostamento rispetto alla linea di vista (LOS), altri fattori possono contribuire alla visibilità selettiva di un movimento:

- Decorrelazione temporale o geometrica che può ridurre la coerenza in una delle due orbite;
- Effetti atmosferici che possono alterano la fase del segnale in solo una delle geometrie di acquisizione;
- Il rapporto tra orientazione dei versanti e geometria di acquisizione del satellite, che può portare a *shadowing* (cioè presenza di ostacoli, ad esempio versanti acclivi, che impediscono l'illuminazione della scena) o *layover* (versanti illuminati molto acclivi che distorcono il dato SAR) in una sola orbita.

2. Volevo chiedere alla prof.ssa Tofani (con la quale mi complimento per la presentazione interessante) un approfondimento sulla modalità di stima della vulnerabilità degli edifici e la relativa mappatura.

La stima della vulnerabilità degli edifici è stata effettuata combinando i valori di resistenza strutturale e l'intensità delle frane. In particolare la resistenza strutturale è stata determinata utilizzando un approccio quantitativo da letteratura che prevede il calcolo della resistenza utilizzando alcune delle informazioni disponibili a livello di sezione censuario di ISTAT, ovvero la tipologia di struttura, il numero di piani e lo stato di conservazione. Il calcolo della resistenza strutturale è stato condotto in maniera separata per le tre tipologie di frane considerate: frane lente, frane rapide e crolli e ribaltamenti. L'intensità è stata valutata sulla base dell'estensione dell'area in frana della velocità stimata dai dati radar satellitare per le frane lente. Per le frane rapide ed i crolli ed i ribaltamenti è stato invece impiegato il metodo delle linee di energia di Heim. La resistenza strutturale e l'intensità sono state combinate per ottenere i valori di vulnerabilità utilizzando una matrice di contingenza che ha permesso di attribuire a ogni unità di mappatura una classe di vulnerabilità.

3. Riguardo all'analisi di suscettibilità effettuata tramite machine learning, vorrei chiedere: con quale metodologia sono state definite o identificate le unità geometriche a cui è stata successivamente attribuita una specifica classe di suscettibilità

Il primo passaggio nella mappatura della suscettibilità da frana si concentra sulla scelta di quale unità di mappatura adottare per basare la modellazione. La letteratura propone svariate tipologie e le più frequenti corrispondono a celle regolari o unità di versante. Nessuna di esse è universalmente riconosciuta come migliore da adottare, dato che il loro impiego presenta sia vantaggi che svantaggi. Le celle regolari permettono di ottenere altissime risoluzioni spaziali derivanti da quella del modello digitale del terreno di partenza. Tuttavia, esse non tengono conto del contesto geomorfologico dell'area di studio, dato che in una medesima cella possono essere presenti elementi geomorfologici eterogenei, i quali presentano ovviamente una diversa propensione ai dissesti. Le unità di versante sono caratterizzate da una minore risoluzione ma garantiscono maggiore omogeneità. Difatti, esse possono rappresentare versanti singoli o gruppi di questi e, dunque, permettono di ottenere un prodotto finale molto più fedele al contesto geomorfologico che si sta analizzando.
Per l'analisi di suscettibilità a scala regionale sono state utilizzate le unità di versante ottenute in ambiente GIS utilizzando come dato di ingresso un modello digitale del terreno (DTM) con risoluzione spaziale a 10 m. La segmentazione automatica del DTM ha permesso di delineare unità di versante omogenee attraverso criteri idrologici (*watershed units*) e geomorfologici (*slope units* o *geomorphons*).
La Regione Toscana è stata quindi suddivisa in 37.756 unità di versante caratterizzate da una superficie media di circa 0.48 km^2. Queste unità sono state poi classificate in base alla presenza o assenza di frane storiche, e utilizzate come base per l'addestramento e la predizione con algoritmi di machine learning.

4. Nel fare ordine nell'inventario delle frane e dei dati disponibili (AdB, Piani Strutturali o simili), si è previsto di verificare e valutare criticamente i dati disponibili ed eventualmente riperimetrare o eliminare i dati che non si dimostrano effettivamente in movimento e/o riconoscibili come suscettibili a fenomeni franosi?

Sì, è stato previsto un lavoro di armonizzazione e validazione critica degli inventari esistenti. Questo include la verifica dell'attualità e dell'effettiva dinamica delle frane segnalate, supportata da dati interferometrici e dai rilievi sul campo. In alcuni casi si procede alla riperimetrazione, alla riclassificazione dello stato di attività o anche all'eliminazione delle geometrie non più coerenti con lo stato attuale.
Si sottolinea come l'armonizzazione e la validazione critica degli inventari delle frane disponibili è stata effettuata solo ai fini del presente progetto e non ha implicazioni dirette su eventuali revisioni dei Piani di Assetto Idrogeologico, le quali devono seguire l'iter previsto dalla vigente normativa.

5. Come si accede ai dati dei permanent scatterer? Sono open data? C'è un webgis? Grazie

I dati dei Permanent Scatterers derivanti da progetti istituzionali (come quelli di ISPRA o del progetto Piano Straordinario di Telerilevamento) non sono sempre open data, ma molti risultati sono disponibili previa richiesta come *layer* consultabili tramite portali WebGIS (es. Geoportale del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica al link: https://gn.mase.gov.it/portale/distribuzione-dati-pst).
Per la regione Toscana è liberamente consultabile il geoportale dei dati interferometrici, al seguente link: https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/326, che viene aggiornato con i nuovi dati PS elaborati con frequenza mensile.
A livello europeo, è disponibile il portale EGMS (*European Ground Motion Service*), al seguente link, https://egms.land.copernicus.eu/. Esso fornisce dati gratuiti e open source sui movimenti del terreno a scala continentale, aggiornati annualmente. L'ultimo aggiornamento risale a fine 2023.
Queste ultime due basi di dati possono essere scaricate e utilizzate previa registrazione.

6. Come è stato detto, una frana attiva lo è se si è mossa almeno nell'ultimo ciclo stagionale. È stato detto che un PS non risulta significativo di movimento. Dove si può trovare il limite tra queste due informazioni?

Il movimento di un PS (*Permanent Scatterer*) indica uno spostamento puntuale lungo la LOS, ma non sempre rappresenta un movimento significativo dal punto di vista geomorfologico o geotecnico. La presenza di un singolo PS con velocità di deformazione non trascurabile non rappresenta in alcun modo la reale estensione del fenomeno che la induce. Un singolo PS potrebbe essere, molto verosimilmente, legato a fenomeni di instabilità molto localizzati, a problematiche locali del manufatto che funge da riflettore oppure a errori intrinseci nel dato. Di conseguenza, soltanto gruppi di punti di misura consistenti e le cui velocità di spostamento nelle due orbite siano coerenti con un movimento in atto, sono da ritenersi sicuramente rappresentativi di un movimento di versante. Una frana è definita attiva se presenta una massa attualmente in movimento, o riattivata con ciclo stagionale, documentabile in termini areali e cinematici. Il limite si trova quindi nel contesto interpretativo: la presenza di PS in movimento può essere un indizio, ma per classificare una frana come attiva servono anche riscontri morfologici, storici o strumentali integrati.

7. Tra gli interventi non strutturali per la gestione del rischio, si possono considerare norme che impongono una corretta pratica agricola (regimazione versanti) che spesso oggi è abbandonata per pratiche agricole apparentemente più redditizie?

Sì, le buone pratiche agricole sono pienamente riconosciute come interventi non strutturali di mitigazione. Norme e incentivi per il mantenimento della regimazione idraulica e per la gestione del suolo sono strumenti efficaci. Tuttavia, la loro applicazione richiede integrazione tra pianificazione territoriale, normativa agraria e sensibilizzazione degli operatori agricoli, spesso trascurata nei Piani di Gestione del Rischio.

8. Le linee guida per i presidi idrogeologici sono state presentate nell'ambito del progetto PON in alcune regioni del sud Sicilia Puglia ... sono le medesime che avete citato?

Le Linee guida per i presidi territoriali a cui abbiamo fatto riferimento sono state elaborate da un Gruppo di lavoro istituito nel 2013 dal Capo Dipartimento della Protezione Civile per l'"*Elaborazione scenari di rischio per fenomeni idrogeologici e realizzazione del Presidio territoriale idraulico e idrogeologico*". Il gruppo era composto da esperti dello stesso Dipartimento della Protezione Civile, dai suoi centri di competenza e da rappresentanti di alcune Regioni. I lavori si sono conclusi nel 2015 ma non sono mai stati pubblicati né formalmente adottati.
Successivamente, nell'ambito del Progetto PON "Più governance per ridurre il rischio" (PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020), coordinato Dipartimento della Protezione Civile, sono state sviluppate linee guida per riduzione del rischio idrogeologico e idraulico, rivolte principalmente alle Regioni Basilicata, Calabria, Campania, Puglia e Sicilia. Il progetto aveva l'obiettivo di rafforzare il governo del territorio per la riduzione dei rischi, concentrandosi sulle misure non strutturali e sulle competenze del sistema di protezione civile. Fra queste sono ricompresi i presidi territoriali idrogeologici e idraulici.

9. Allo stato attuale, a livello tecnico amministrativo, quanto la burocrazia ostacola l'efficacia degli interventi? Non ritenete che per questo tipo di interventi servirebbero leggi speciali rispetto alle normative rigide sugli appalti? La mia esperienza è quella che si portino bene in fondo solo gli interventi per i quali si applicano leggi speciali - vedi project in progress).

Condividiamo la preoccupazione. Le attuali procedure amministrative ordinarie spesso non sono adatte alla tempestività richiesta da interventi di mitigazione del rischio. Le normative speciali, come quelle per i grandi eventi o le emergenze, permettono iter più rapidi, efficaci e coordinati. Un'ipotesi interessante è quella di estendere procedure semplificate a determinati interventi di prevenzione, mantenendo ovviamente i controlli ma evitando inutili ritardi. Servirebbe però un'azione legislativa mirata, e un riconoscimento del valore strategico della prevenzione.