

**Titolo:** Modellazione dinamica della suscettibilità da frane mediante algoritmi di intelligenza artificiale

**Tutor:** Dr Diego Di Martire, Prof. Luigi Lombardo (Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), University of Twente, Enschede, Netherlands)

Si prevede che i rischi connessi ai fenomeni naturali aumentino nei prossimi decenni, poiché è sempre più alta la frequenza degli eventi meteorologici estremi indotti dai cambiamenti climatici. Ciò implica che le valutazioni effettuate in passato circa la propensione di un determinato contesto a dar luogo a fenomeni naturali (suscettibilità), quali frane, alluvioni etc., potrebbero non essere più corrette o quanto meno non utilizzabili negli anni a venire. In altre parole, la nozione di suscettibilità come caratteristica statica del paesaggio potrebbe dover essere rivista in favore di una suscettibilità molto più dinamica. Infatti, parametri predisponenti come l'uso del suolo, lo sviluppo urbano, le precipitazioni, contribuiscono a possibili variazioni temporali significative della suscettibilità.

Quando la comunità scientifica ha riconosciuto la complessità in termini temporali dei fenomeni naturali, quali le frane, ha introdotto il concetto di sistema di allerta precoce (early warning system - EWS). Tuttavia, il modo in cui i sistemi di allerta precoce tradizionali sono implementati, considera esclusivamente i modelli di precipitazioni, quindi confrontano queste informazioni con un precedente set di dati sulla presenza/assenza di un fenomeno, solo per stimare le soglie di precipitazioni che potrebbero dar luogo ad ulteriori eventi. Questa struttura potrebbe talvolta indurre in errore, poiché si basa esclusivamente sulla distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni e trascura la dinamicità dei fattori predisponenti di un determinato contesto.

In quest'ottica, si potrebbero ottenere significativi miglioramenti fondendo i due schemi in uno solo, passando di fatto dalle soglie di pioggia alle soglie di probabilità di evento. Ciò può essere fatto utilizzando un modello consolidato tipico della valutazione della suscettibilità, introducendo però le precipitazioni come parametro aggiuntivo. A sua volta, algoritmi di intelligenza artificiale dovrebbero essere in grado di: 1) estrarre le caratteristiche statiche che rendono un contesto propenso a dar luogo a frane, 2) valutare contestualmente se un evento pluviometrico significativo possa indurre instabilità nello spazio e nel tempo.

Pertanto, la concomitanza di fenomeni naturali è di fondamentale importanza, per valutare la minaccia che questi comportano, con l'aumento della frequenza degli eventi meteorologici estremi. Pertanto, sarà fondamentale al tempo stesso analizzare l'evoluzione degli insediamenti umani, distribuiti su differenti contesti morfologici, i quali potrebbero essere interessati da vari fenomeni e di conseguenza causare perdite economiche e umane.

L'incremento delle conoscenze e la disponibilità di ampie serie di dati potrebbero aiutare nella valutazione e nella comprensione dei fenomeni. Tuttavia, ad oggi, tali valutazioni sono comunemente condotte a partire da un singolo evento-inventario che copre una regione interessata e mancano di una componente temporalmente dinamica. Tali valutazioni sono statiche nel tempo e nello spazio, perché si basano su un singolo evento isolato nel tempo in un contesto che molto probabilmente ha modelli dinamici che influenzano la sua stabilità. Le componenti variabili nel tempo potrebbero essere influenti e persino il principale fattore scatenante.

Pertanto, il non considerare tale dinamicità potrebbe indurre le autorità competenti ad assumere decisioni talvolta non appropriate. In tale contesto si inquadra questa ricerca, la quale si propone di superare i modelli empirici ampiamente utilizzati, che potrebbero fornire informazioni incomplete, attraverso l'utilizzo di algoritmi di intelligenza artificiale.

Sono già stati fatti passi avanti in questa direzione di ricerca. Ad esempio, per eseguire previsioni in tempo reale di frane meteo indotte, è stato sviluppato presso il Goddard Space Flight Center della National Aeronautics and Space Administration (NASA) un sistema definito Landslide Hazard for Situational Awareness (LHASA). LHASA utilizza la suscettibilità come strato di base statico e integra il Global Precipitation Measurement (GPM) come componente variabile nel tempo per creare una visualizzazione in tempo reale della suscettibilità. Tuttavia, la versione attuale di questo modello è valida solo su scala globale ed utilizza una risoluzione che è lontana da qualsiasi applicazione reale. Anche gli algoritmi di intelligenza artificiale alla base di LHASA potrebbero essere notevolmente migliorati, attraverso una stima dell'incertezza.

La posizione di dottorato proposta mira a sviluppare una nuova generazione di sistemi di allerta precoce mediante algoritmi di intelligenza artificiale, migliorando i filoni di ricerca sopra menzionate e facendo in modo che la sua applicabilità possa essere estesa a scale regionali e persino locale.

## **Proposta per una posizione di dottorato**

Si propone una posizione di dottorato in un ambiente multidisciplinare, che consentirà la collaborazione con diversi centri di ricerca che già prevedono di lavorare su tali tematiche. In particolare, l'analisi di ampi database spazio-temporali di frane, dei parametri predisponenti e di serie di dati pluviometrici sarà condotta in collaborazione con l'Università di Twente (Paesi Bassi) e la King Abdullah University of Science and Technology (Arabia Saudita). Tali collaborazioni, saranno fondamentali per la crescita culturale del dottorando, nonché per il raggiungimento di risultati scientifici. Pertanto, durante i tre anni di dottorato saranno previste diverse attività multidisciplinari e internazionali, di cui si forniscono di seguito i dettagli:

1- Primo anno di esperienza nella gestione dei big data, che costituirà lo standard per l'elaborazione, la gestione, l'analisi e la successiva produzione di stime probabilistiche dell'occorrenza di frane. Inoltre, le attività si avvarranno di piattaforme di cloud computing come Google Earth Engine.

2- Il secondo e parte del terzo anno si sposteranno sugli aspetti analitici dell'esperienza dottorale e in particolare sugli aspetti relativi all'applicazione di algoritmi di intelligenza artificiale. Da un lato, infatti, i modelli statistici supporteranno l'interpretazione dei risultati analitici, mentre un'architettura di machine/deep learning offrirà una prospettiva complementare sulla potenziale capacità predittiva che l'EWS previsto produrrà.

3- Parte del terzo e ultimo anno sarà dedicata alla restituzione dei risultati in una piattaforma WEB-GIS, accessibile al pubblico e in cui l'EWS si aggiornerà automaticamente su base giornaliera, man mano che i dati di previsione meteorologica in arrivo saranno ottimizzati dalle risorse cloud.

Le potenziali aree di studio ricadranno in porzioni di territorio interessate da diversi geo-rischi noti in letteratura (frane, alluvioni...), dove la disponibilità di dati di monitoraggio è nota.

I costi per le indagini sul campo e le altre attività legate al progetto saranno coperti dai fondi dipartimentali del gruppo di ricerca in Geologia Applicata.

Il candidato deve avere una solida formazione in analisi dei rischi naturali, matematica, fisica, geostatistica, informatica e GIS. La conoscenza dei linguaggi di programmazione rappresenta una competenza necessaria (Matlab, R, ecc.).