



Analisi dei fattori che influenzano la stabilità delle coltri di alterazione di origine vulcanica nelle Prealpi Venete

Relatore

Prof. Mario Floris

Anno Accademico

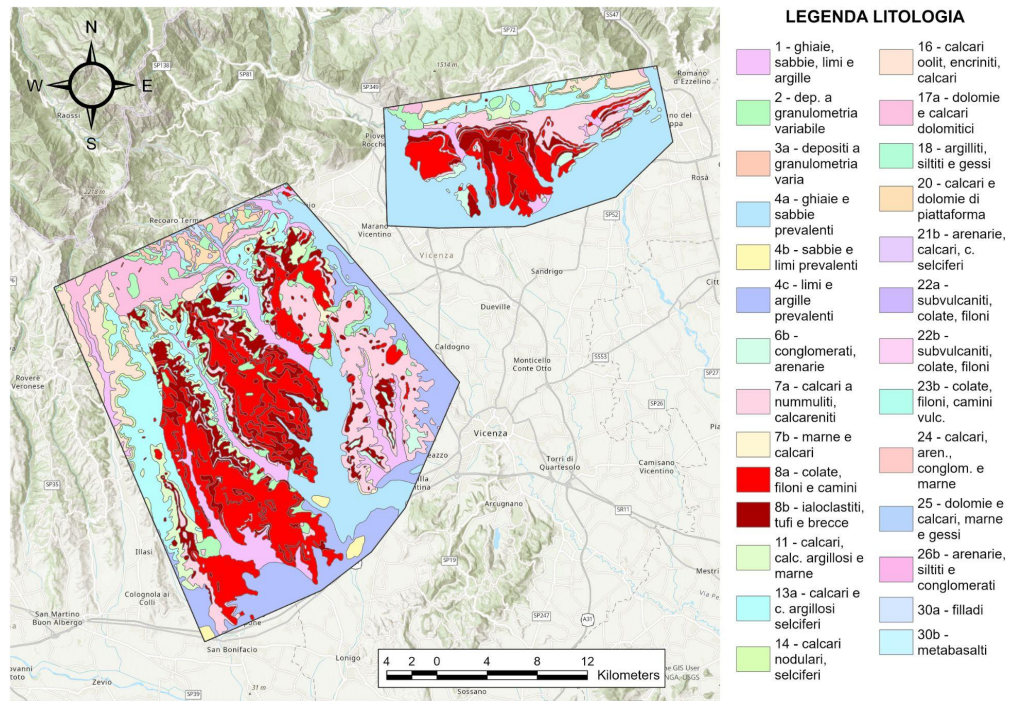
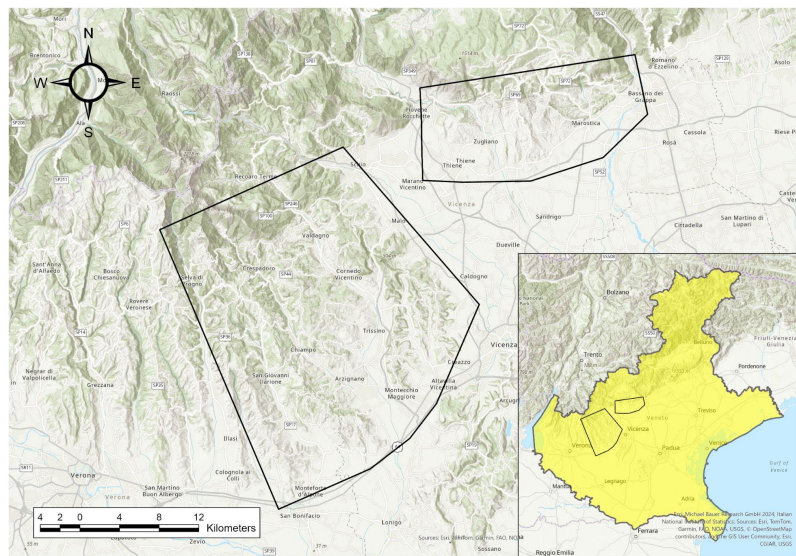
2025/2026

Laureando

Raffaele Canevini

Inquadratura geografica e geologica

- Monti Lessini orientali, nelle Prealpi Venete (Province di Verona e Vicenza)

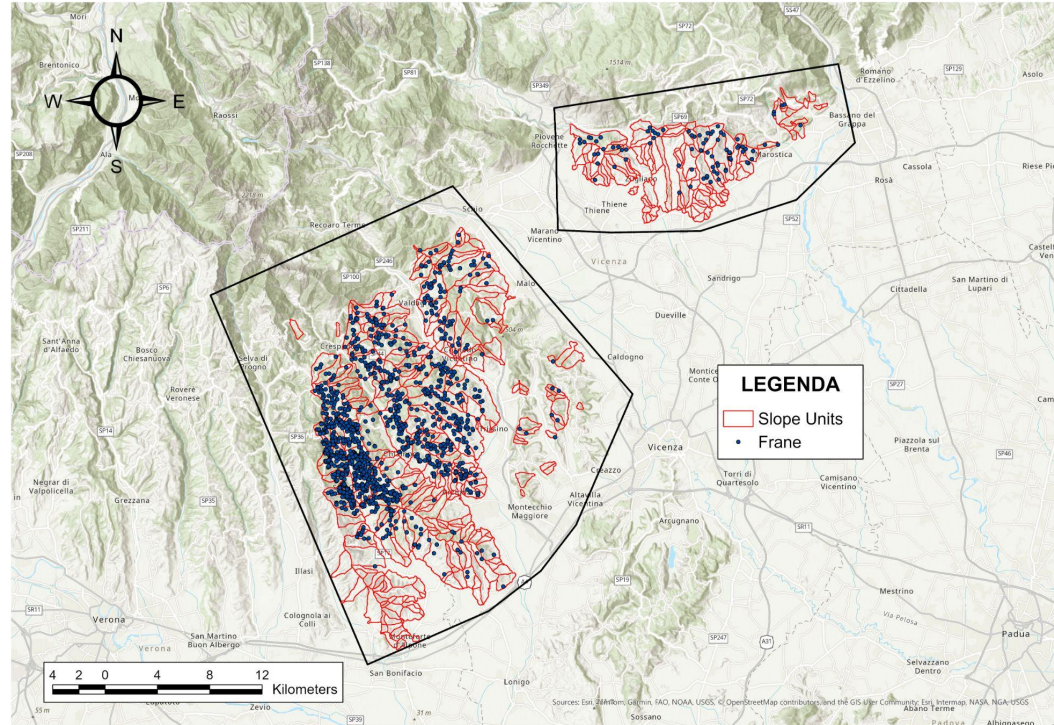


Metodologia e flusso di lavoro



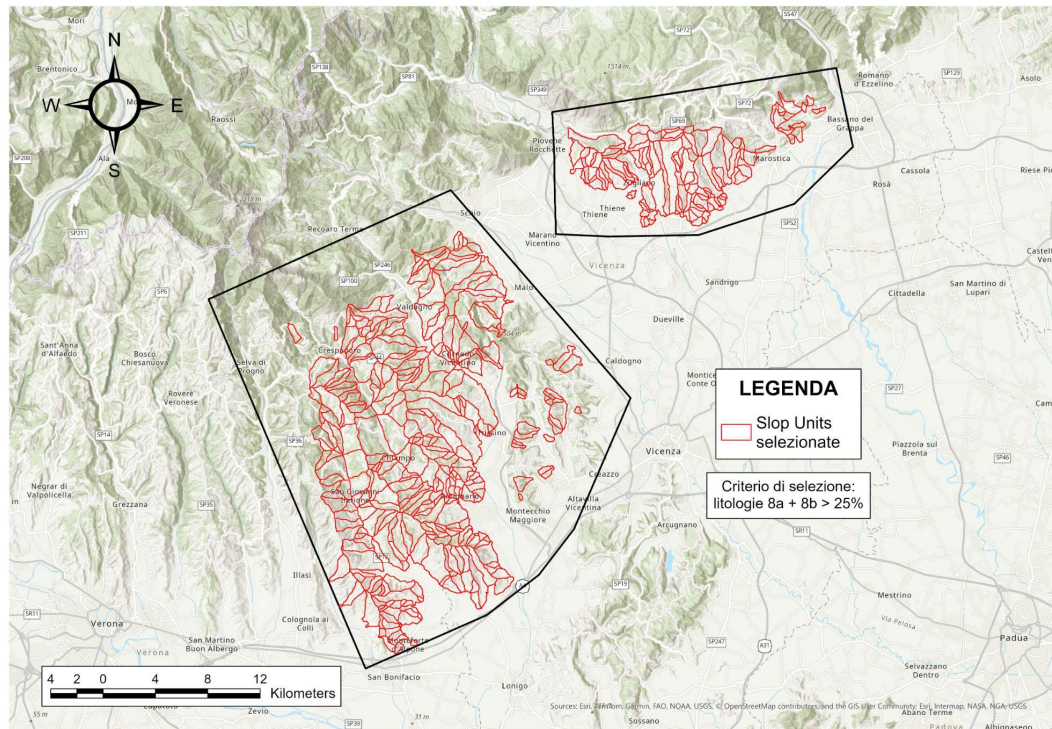
Obiettivo

- **Focus:** Slope Units a prevalente litologia vulcanica (litologie **8a** e **8b**).
- **Il problema:** Elevata frequenza di frane in corrispondenza delle coltri di alterazione delle litologie vulcaniche.
- **Obiettivi:**
 - Individuare i fattori morfologici e litologici che condizionano la franosità.
 - Sviluppare un modello predittivo in grado di stimare la suscettività per singola Slope Unit.



Scelta delle Slope Units

- Una Slope Unit (unità di versante) è un'unità geomorfologica irregolare delimitata da spartiacque e linee di drenaggio.
- Per l'analisi sono state selezionate 450 Slope Units.
- Il criterio di selezione scelto prevede di considerare solo le Slope Units dove la somma delle percentuali delle litologie 8a e 8b supera il 25%.



Fattori considerati

Fattori morfometrici:

- **Quota**
- **Esposizione**
- **Pendenza**
- **Curvatura totale**
- **Curvatura di profilo**
- **Curvatura planare**
- **TPI (Topographic Position Index)**
- **TRI (Terrain Ruggedness Index)**

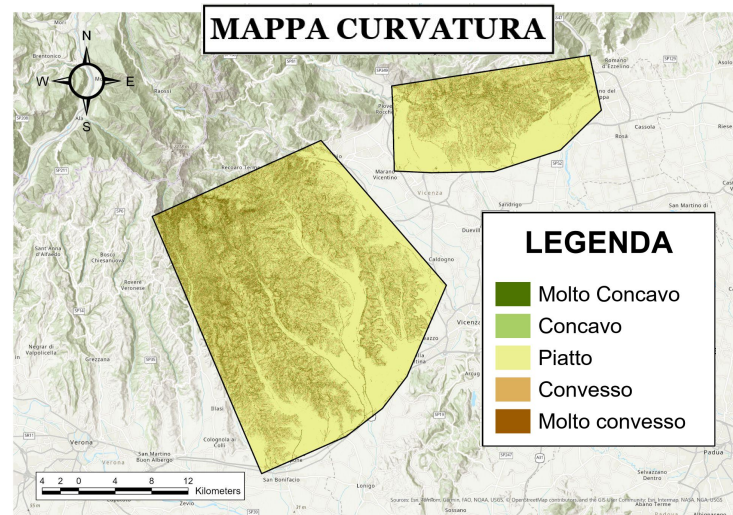
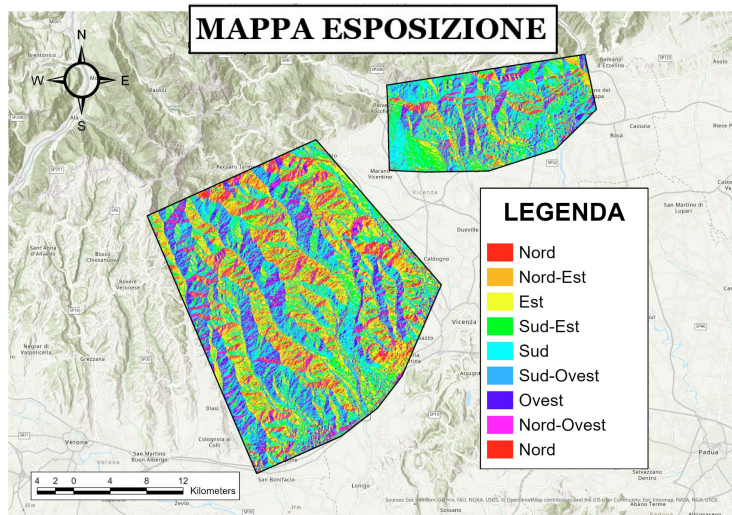
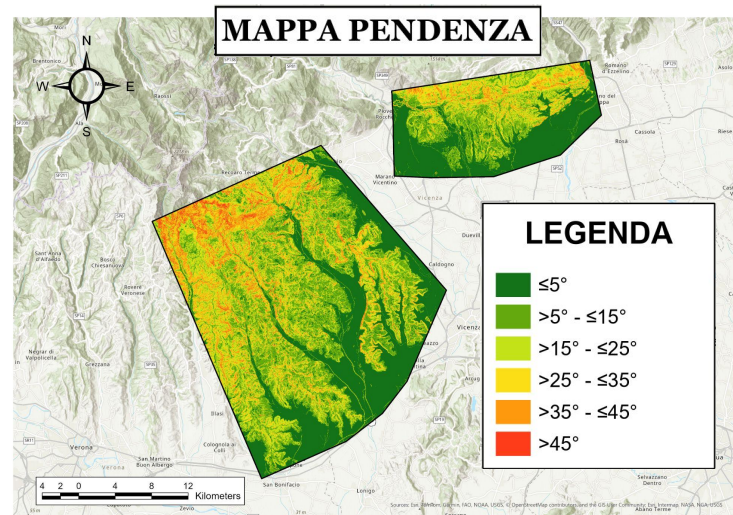
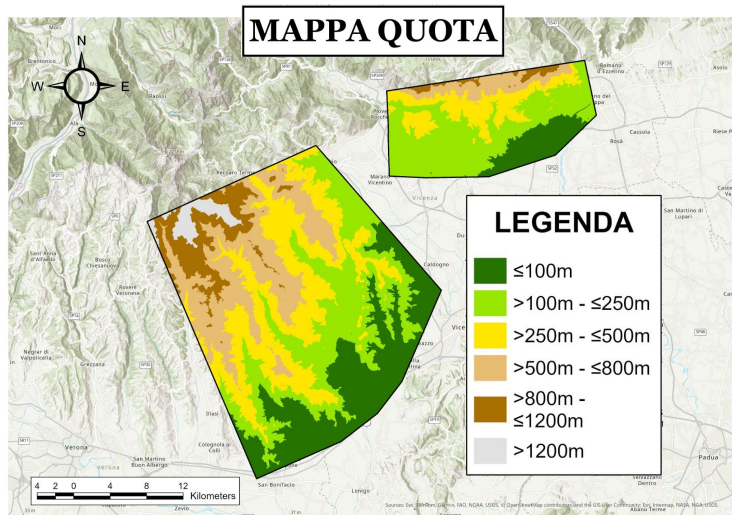
Fattori non morfometrici:

- **Litologia**
- **Uso del suolo**

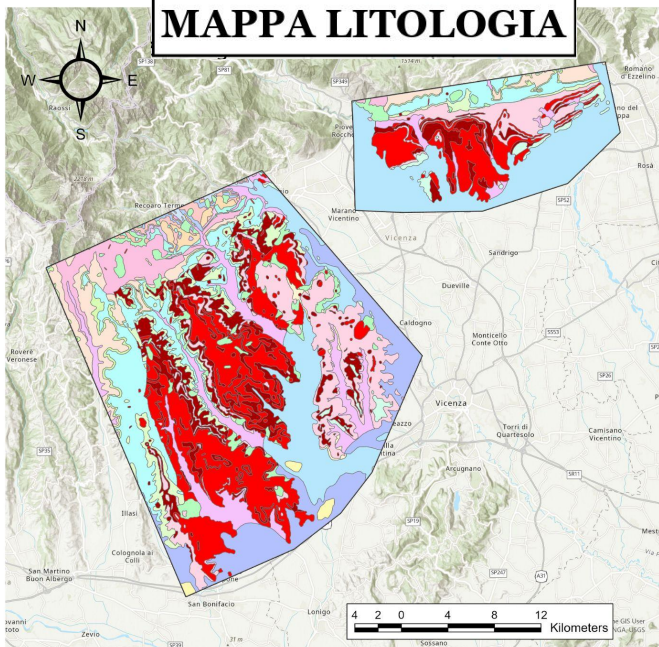
Database finale

- Per ciascuna delle slope units si ottengono informazioni su:
 - **Forma del versante:** 8 parametri morfometrici con relativa media e deviazione standard.
 - **Litologia:** percentuale dei litotipi 8a e 8b, e classificazione in base al litotipo prevalente.
 - **Uso del suolo:** la classe prevalente.
 - **Frane:** numero frane, se ce n'è almeno una, e densità di frana.

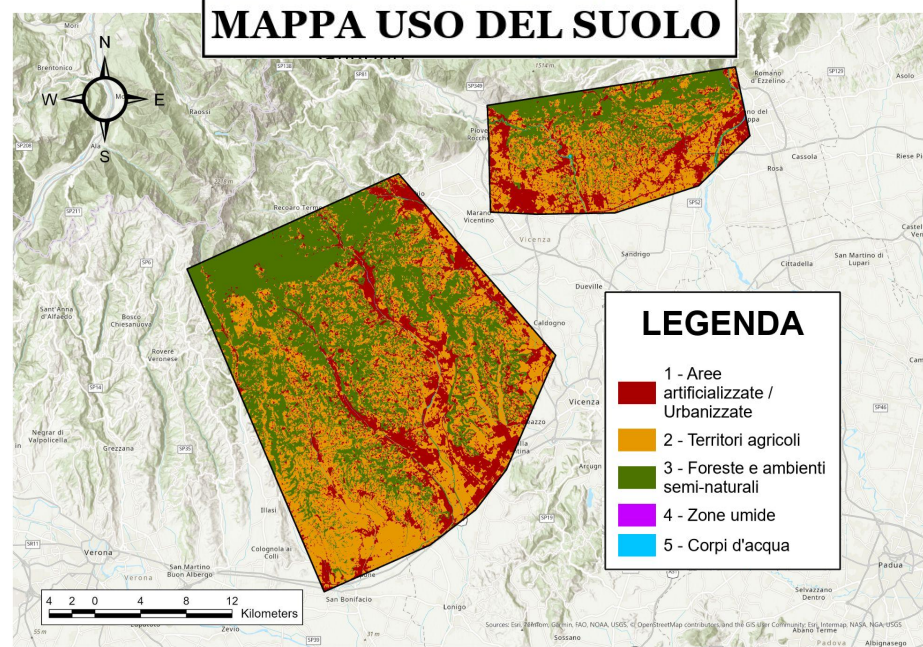
Cat	Perc 8a	Perc 8b	Somma 8a + 8b	Lit Dominante	Conteggio Frane	Area SU (Km²)	Densità di Frana	Presenza Frane	Uso del suolo
58562	28,366%	66,023%	94,388%	2	0	0,3350	0,000%	0	3
58625	62,012%	37,988%	100,000%	1	0	0,5494	0,000%	0	2
58626	52,878%	7,184%	60,062%	1	5	2,6575	1,881%	1	2
58692	11,517%	15,877%	27,394%	0	0	0,2738	0,000%	0	2
58731	27,483%	34,591%	62,074%	0	7	1,1325	6,181%	1	2
58792	37,695%	10,204%	47,899%	1	2	1,2781	1,565%	1	1



MAPPA LITOLOGIA



MAPPA USO DEL SUOLO

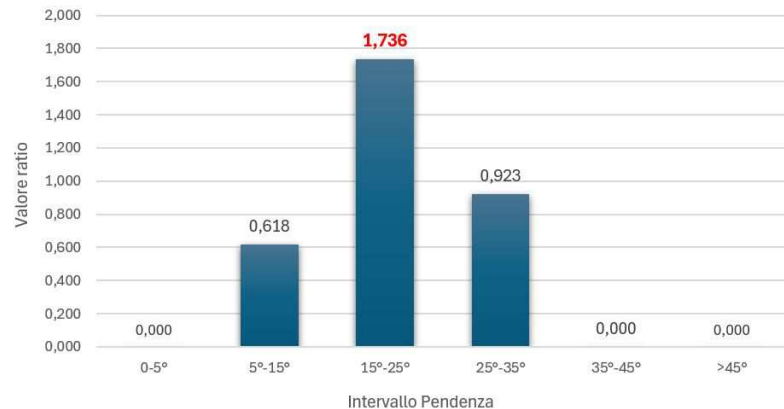


Elaborazione dei dati

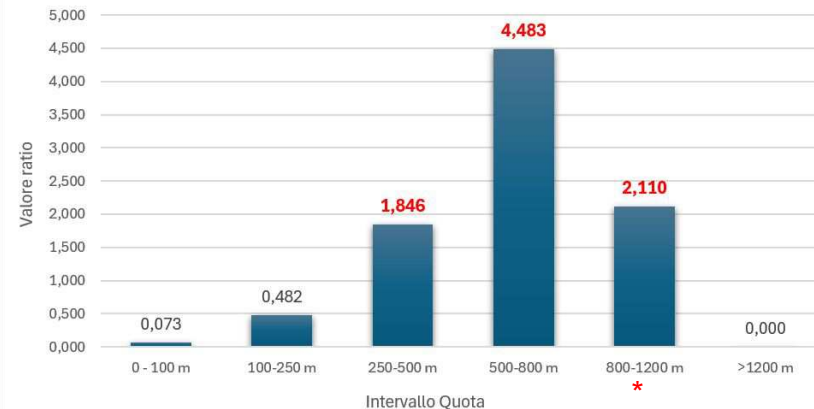
1. Frequency Ratio

- Metodo che analizza un fattore alla volta, studiando intervallo per intervallo.
- Per ogni intervallo (o categoria) di ciascun fattore calcola il rapporto tra % di SU franose e la % di SU non franose.
- Quello che si ottiene è un indice di franosità:
 - **Indice** > 1: maggiore predisposizione
 - **Indice** ≤ 1: minore predisposizione
- Scelta una soglia critica di **FR** ≥ 1,5.

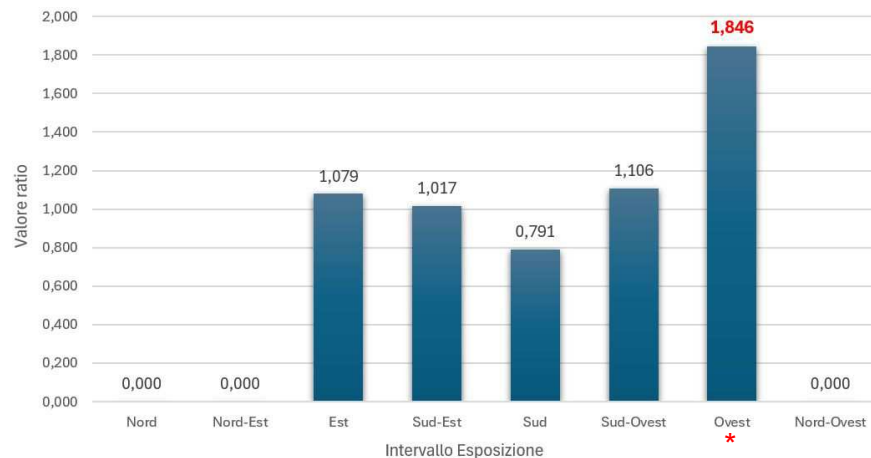
RATIO PENDENZA



RATIO QUOTA

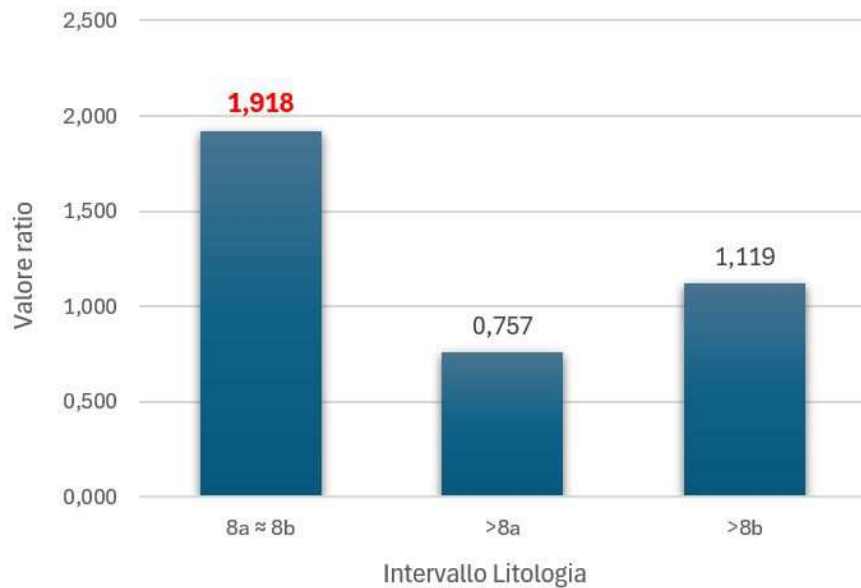


RATIO ESPOSIZIONE



* : Quota 800-1200m
solo 3 SU.
Esposizione Ovest
solo 11 SU.

RATIO LITOLOGIA



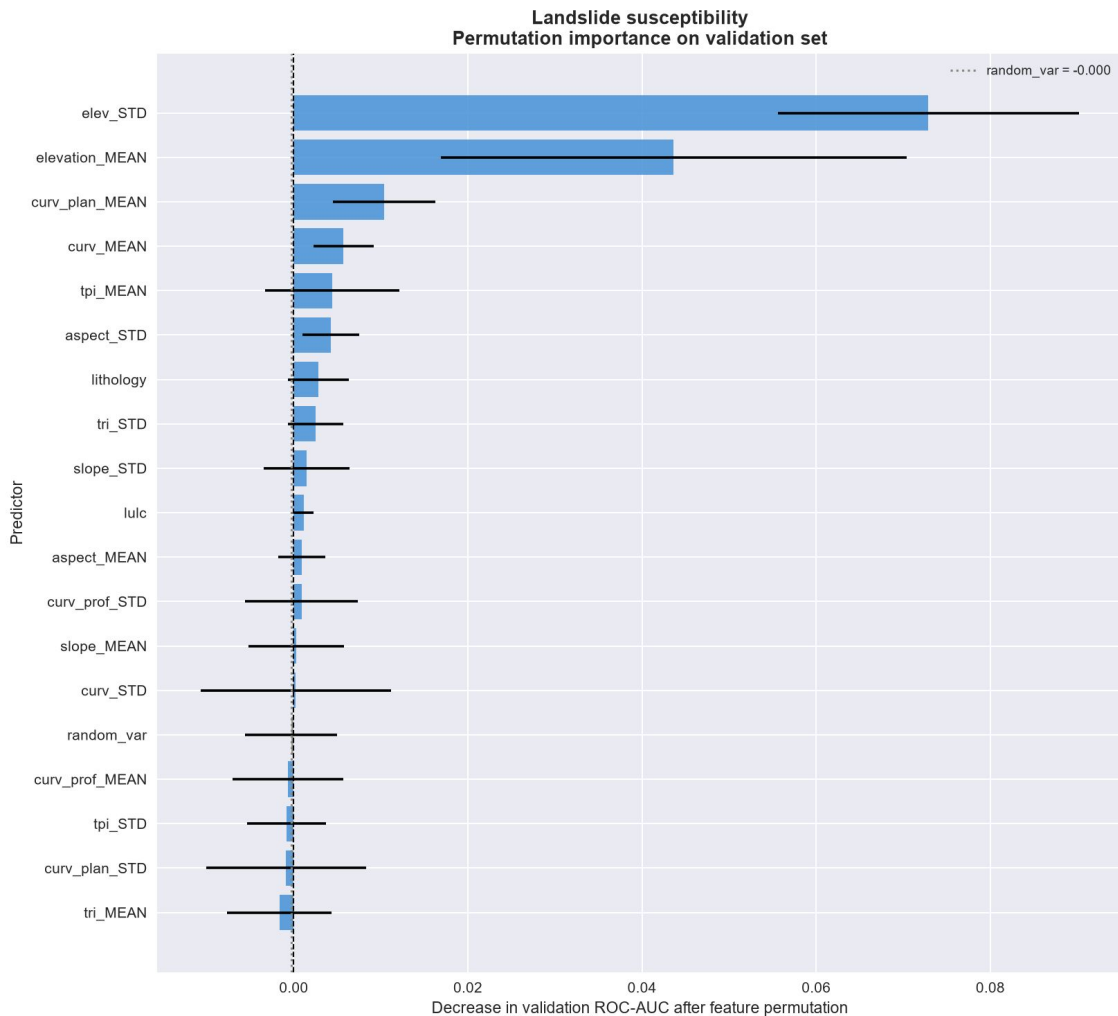
RATIO USO DEL SUOLO



Elaborazione dei dati

2. Random Forest

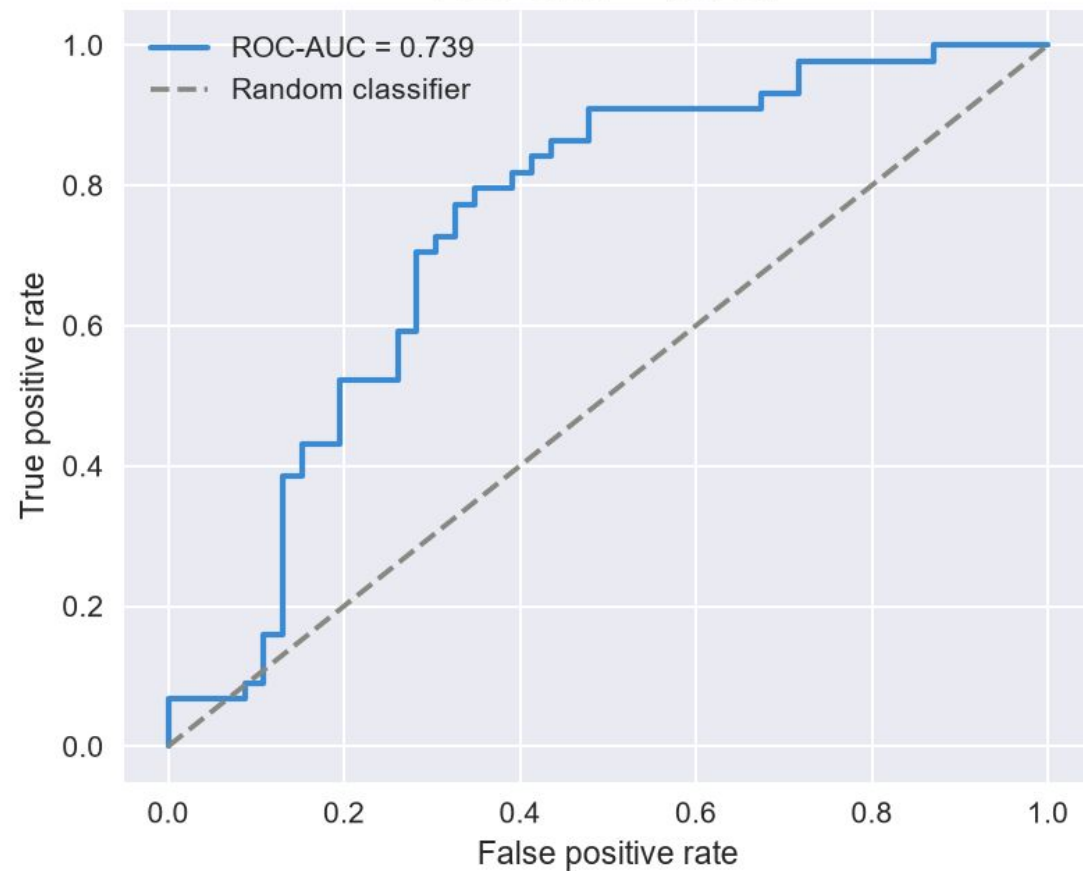
- Modello di machine learning.
- Analizza tutti i fattori simultaneamente.
- Deduce dai dati quali combinazioni di fattori sono più associate alle frane.
- Restituisce un punteggio di importanza per ciascun fattore.
- Verifica quanto le previsioni del modello sono affidabili.
- Per ogni Slope Unit, restituisce un valore di suscettibilità da 0 a 1.



Istogramma dell'importanza delle variabili

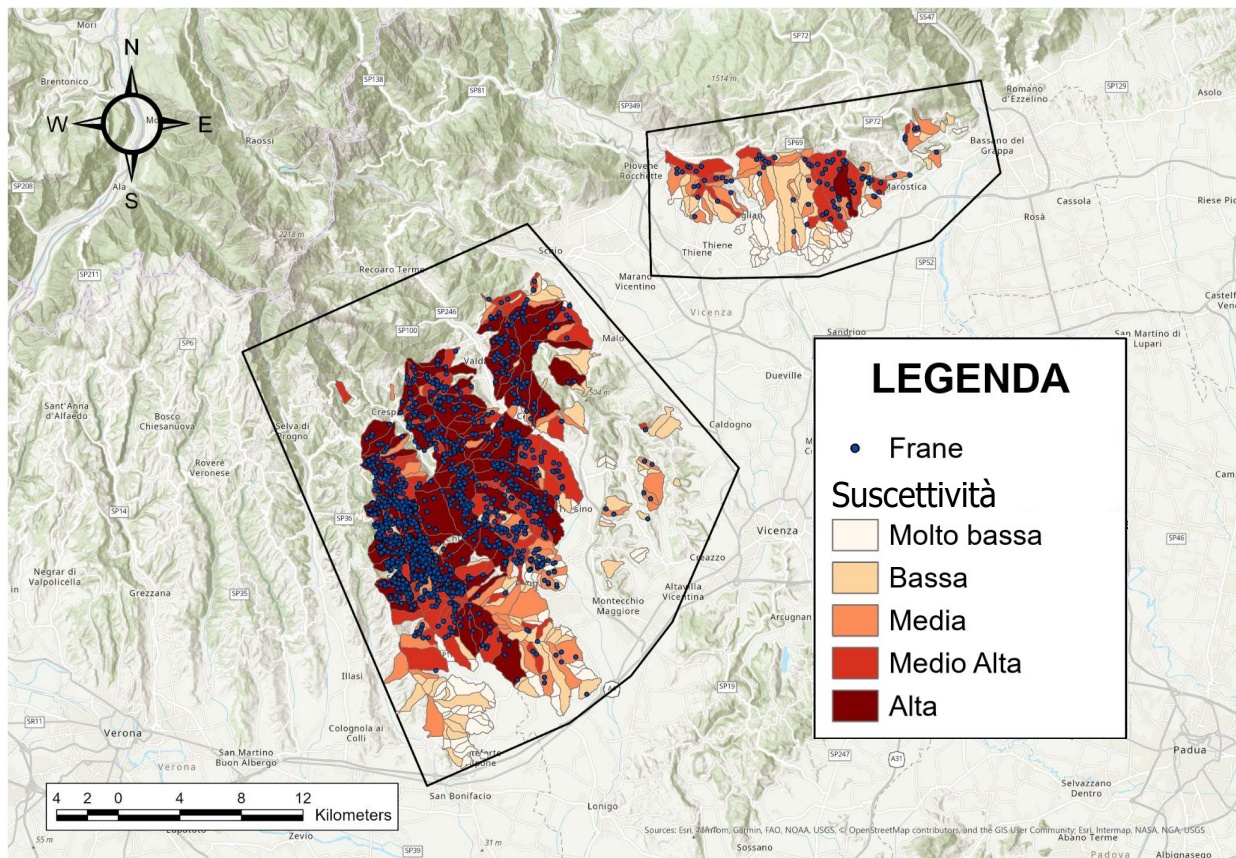
- I fattori più importanti risultano essere:
 - Deviazione standard dell'elevazione
 - Media dell'elevazione
 - Media della curvatura planare

ROC curve — test set



Curva ROC e valore AUC

- Valore di **AUC** (grado di affidabilità del modello) = 0,739 - Buono.



Mappa della suscettività finale

- Molto bassa $\rightarrow 0 < LSI \leq 0,2$
- Bassa $\rightarrow 0,2 < LSI \leq 0,4$
- Media $\rightarrow 0,4 < LSI \leq 0,6$
- Medio Alta $\rightarrow 0,6 < LSI \leq 0,8$
- Alta $\rightarrow 0,8 < LSI \leq 1$

Conclusioni

- I due metodi utilizzati danno esiti molto simili: **la quota e il dislivello** interno alla Slope Unit sono i fattori più fortemente associati alla franosità, oltre naturalmente alla litologia.
- Il modello Frequency Ratio permette di avere una visione più definita della predisposizione dei singoli range (o categorie) di ciascun fattore predisponente.
- Il modello Random Forest raggiunge una buona capacità predittiva ($AUC = 0,739$). La soglia di suscettività ottimale scelta dal modello per distinguere le Slope Units in franose o stabili, è stata stabilita a $\approx 0,426$. E' stato scelto questo valore poiché massimizza allo stesso tempo la capacità del modello di individuare le SU realmente franose (**sensibilità**) e quelle realmente stabili (**specificità**). Con questa soglia, il modello individua correttamente 211 delle 219 Slope Unit realmente franose, per una sensibilità del 96,3%, e 31 falsi allarmi su 231 SU stabili, per un'accuratezza complessiva del 91,3%.
- I risultati confermano la grande influenza degli assetti geologici sulla franosità e mostrano come in contesti geologici simili esistono delle variabili discriminanti per la previsione. A tal fine sarebbe opportuno approfondire maggiormente le caratteristiche delle coltri detritiche di alterazione (spessori e proprietà geotecniche).