

Modellazione numerica dell'effetto di mitigazione delle foreste di protezione dalla caduta massi

Francesco Bettella¹, Paola Bolzon¹, Emanuele Lingua¹,
Niccolò Marchi¹, Frederic Berger²

¹ Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova

² IRSTEA - National Research Institute of Science and Technology for Environment and Agriculture, Mountain Ecosystems Research Unit



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

TESAF



Modellazione: alcuni concetti

MODELLO: *rappresentazione semplificata di un fenomeno reale.*

Perché si utilizzano?

Solo raramente si può ricorrere all'osservazione diretta. Spesso non si può osservare direttamente il fenomeno da studiare, (evento naturale sul quale non si può influire, difficilmente misurabile...) Da qui discende l'importanza della modellazione dei fenomeni.



Modellazione in ROCKTHEALPS

Modellazione in ROCKTHEALPS

- **A LARGA SCALA**



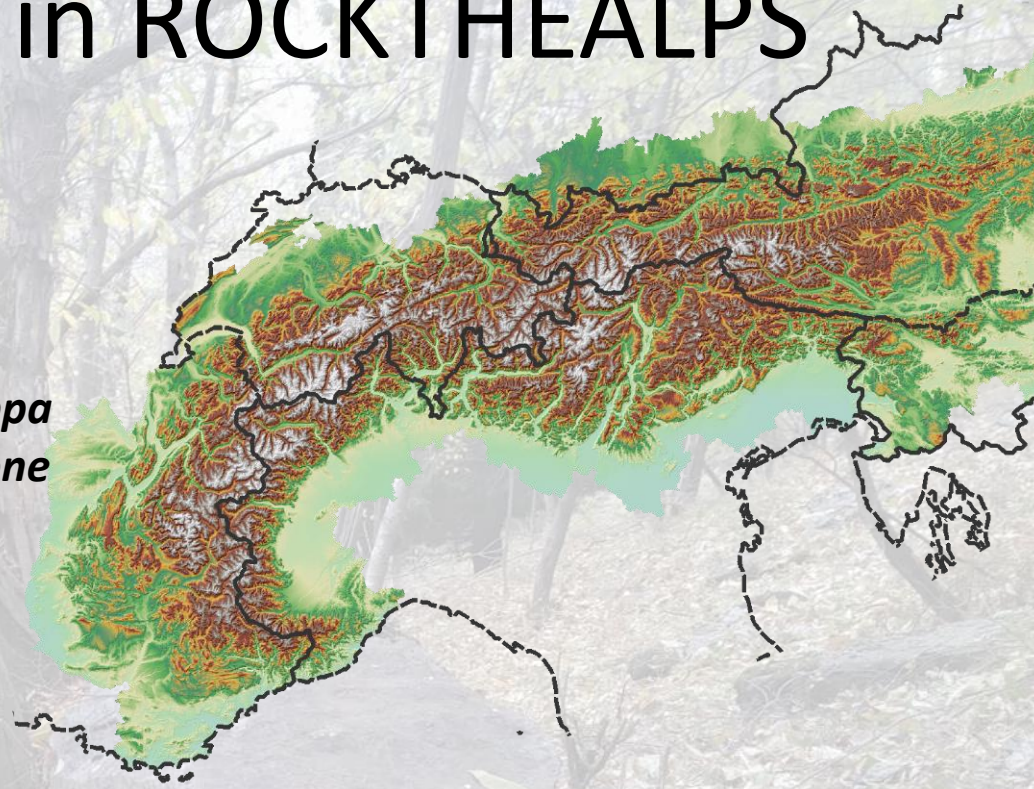
DOVE: tutto l'arco alpino



OBIETTIVO: realizzazione della *mappa delle foreste di protezione*



COME: modello empirico



Modellazione in ROCKTHEALPS

- **A LARGA SCALA**



DOVE: tutto l'arco alpino



OBIETTIVO: realizzazione della *mappa delle foreste di protezione*



COME: modello empirico

- **A SCALA DI DETTAGLIO**



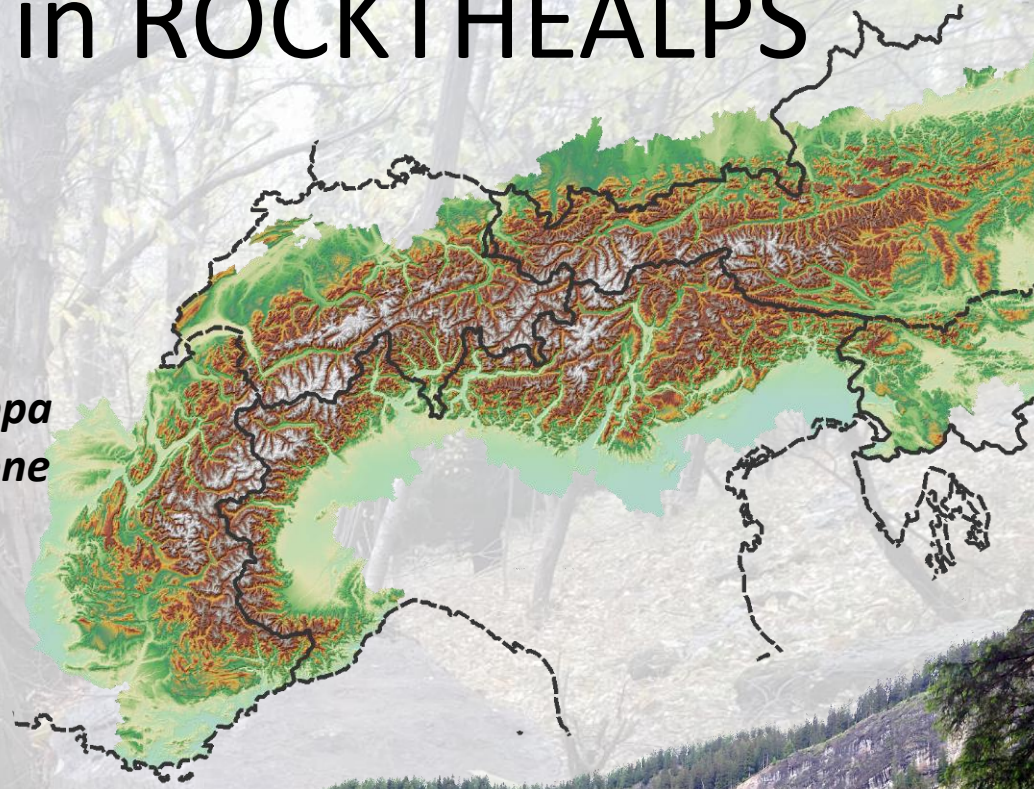
DOVE: singoli *casi studio* ben documentati



OBIETTIVO: valutare l'*effetto di mitigazione della foresta di protezione*



COME: modello *fisicamente basato*
(Rockyfor3D)

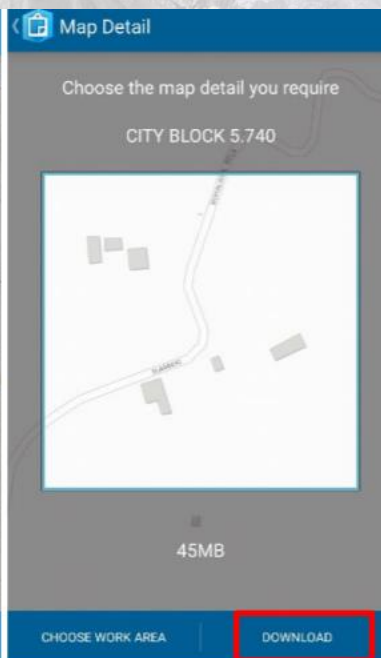
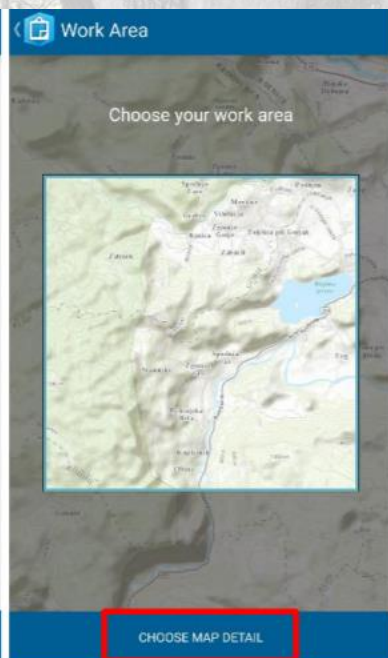
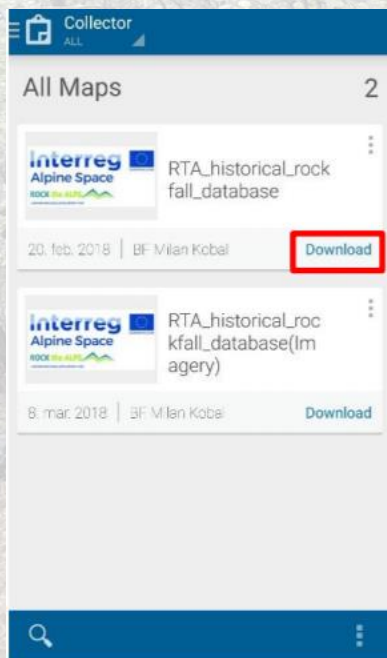
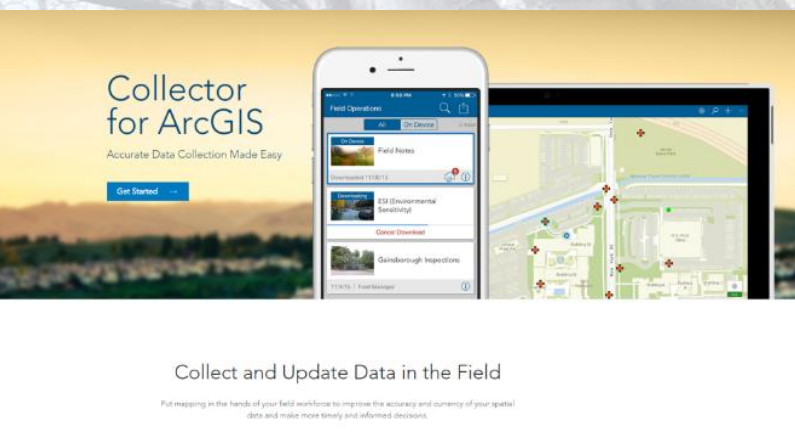


Modellazione a scala di arco alpino



Modellazione a scala di arco alpino

- RACCOLTA DATI IN CAMPO**



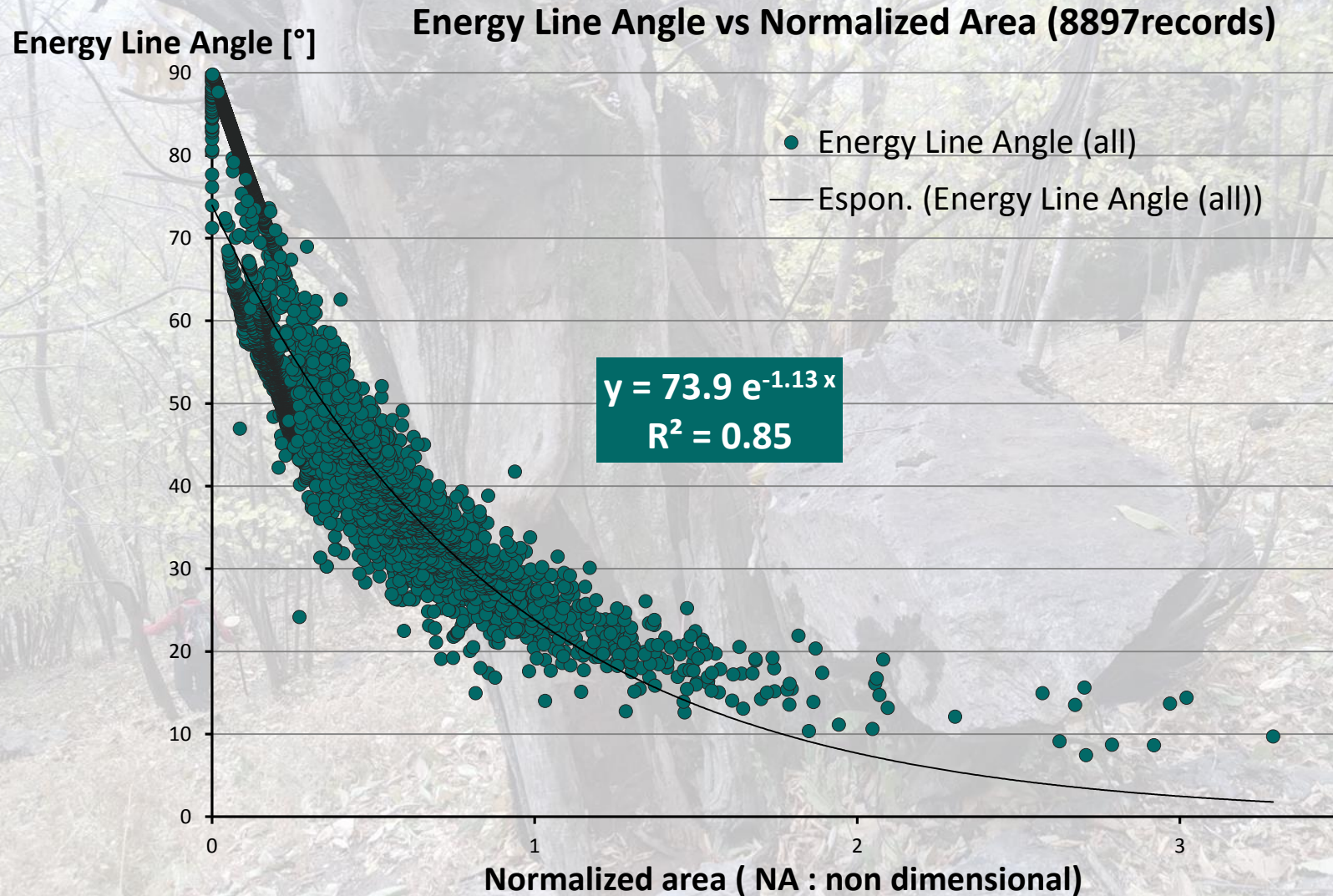
Modellazione a scala di arco alpino

- ANALISI DEI DATI E INDIVIDUAZIONE DEL MODELLO EMPIRICO



Modellazione a scala di arco alpino

- ANALISI DEI DATI E INDIVIDUAZIONE DEL MODELLO EMPIRICO**



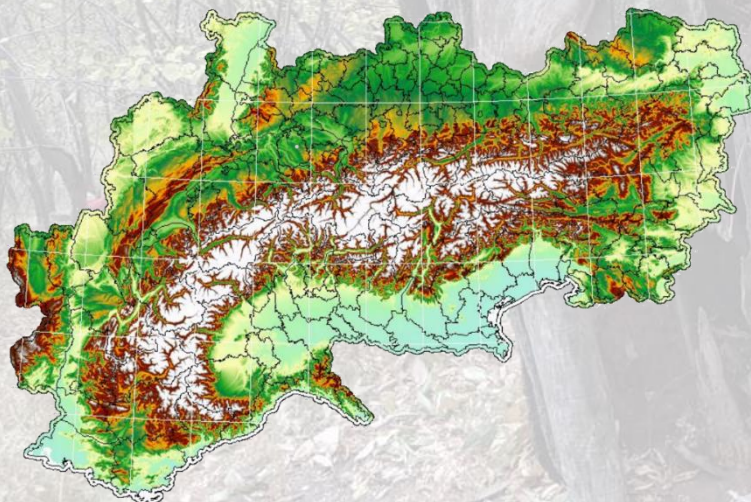
Modellazione a scala di arco alpino

- APPLICAZIONE DEL MODELLO EMPIRICO**

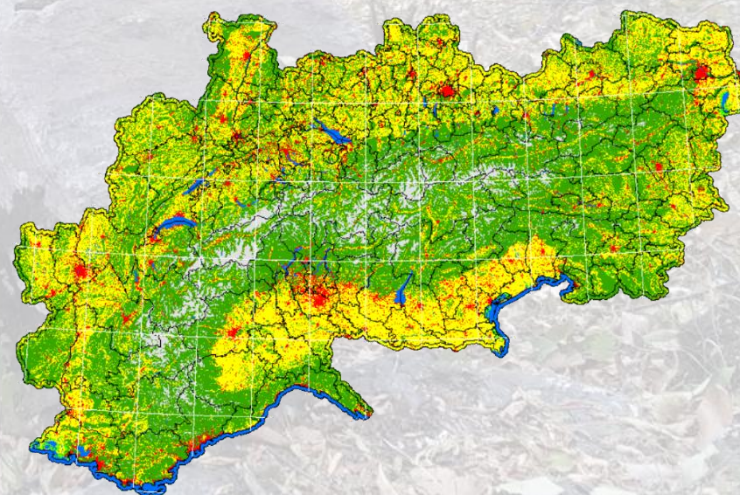
Individuazione delle
aree sorgente

DTM resolution (m)	Valori soglia di pendenza (°)
1	55
2	52
5	49
10	46
25	43
50	41

DEM 25m: EU-DEM v1.1



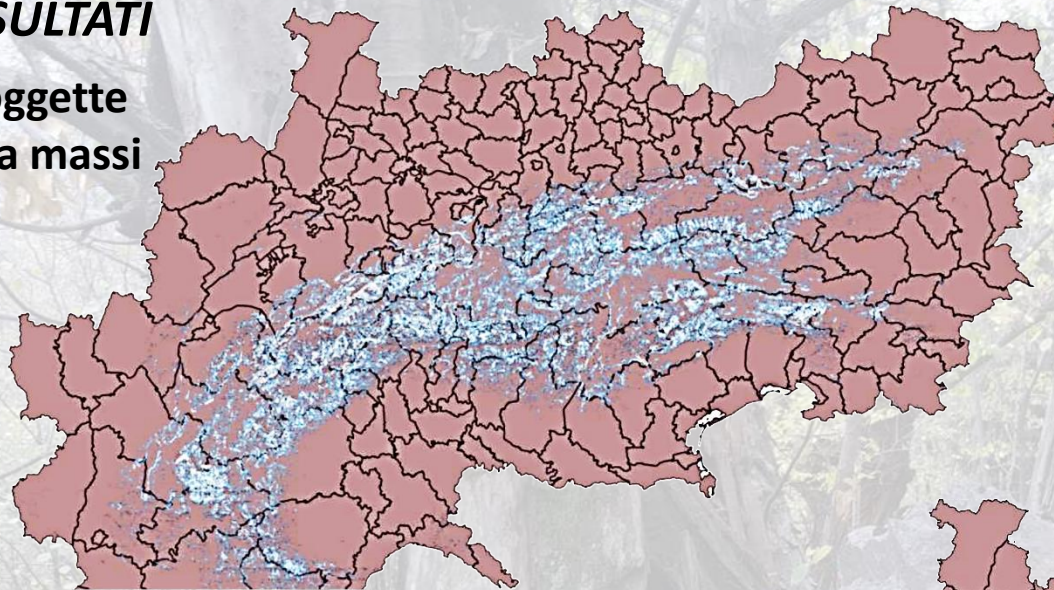
Corine Land Cover 2012 V18.5



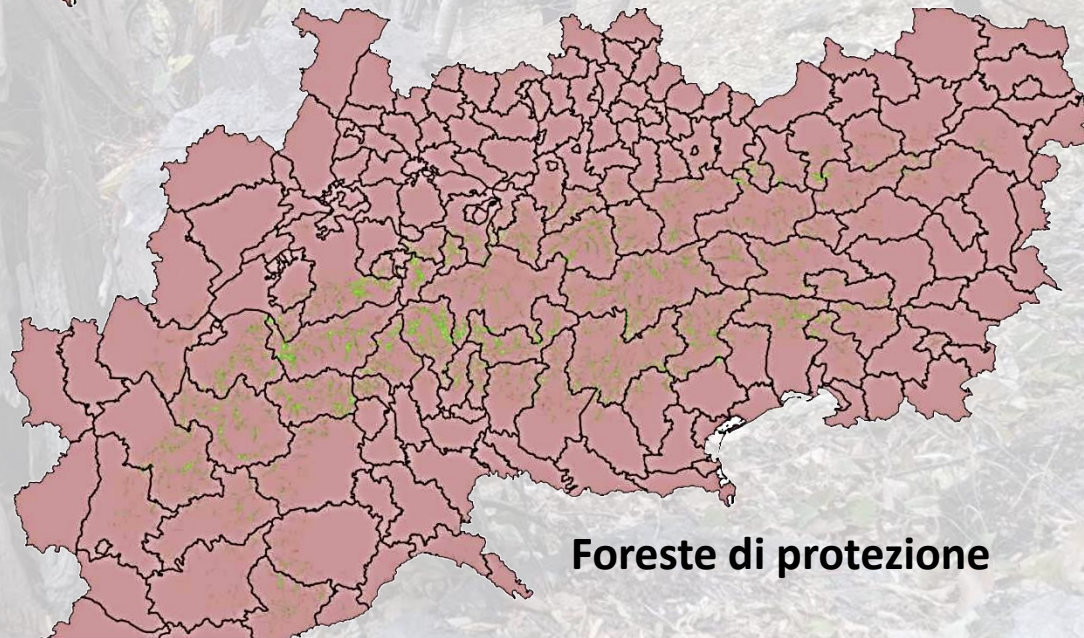
Modellazione a scala di arco alpino

- **RISULTATI**

**Zone soggette
a caduta massi**



Beta version 1.0



Foreste di protezione

Modellazione di dettaglio



Modellazione di dettaglio

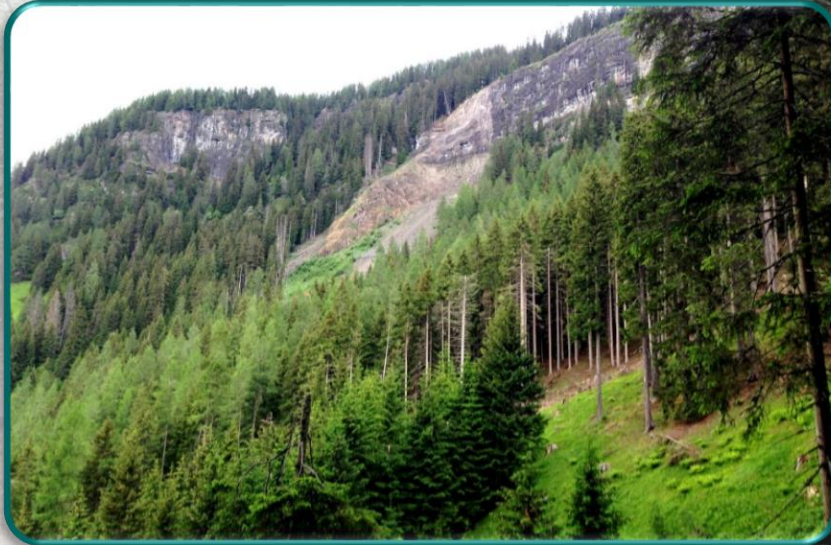
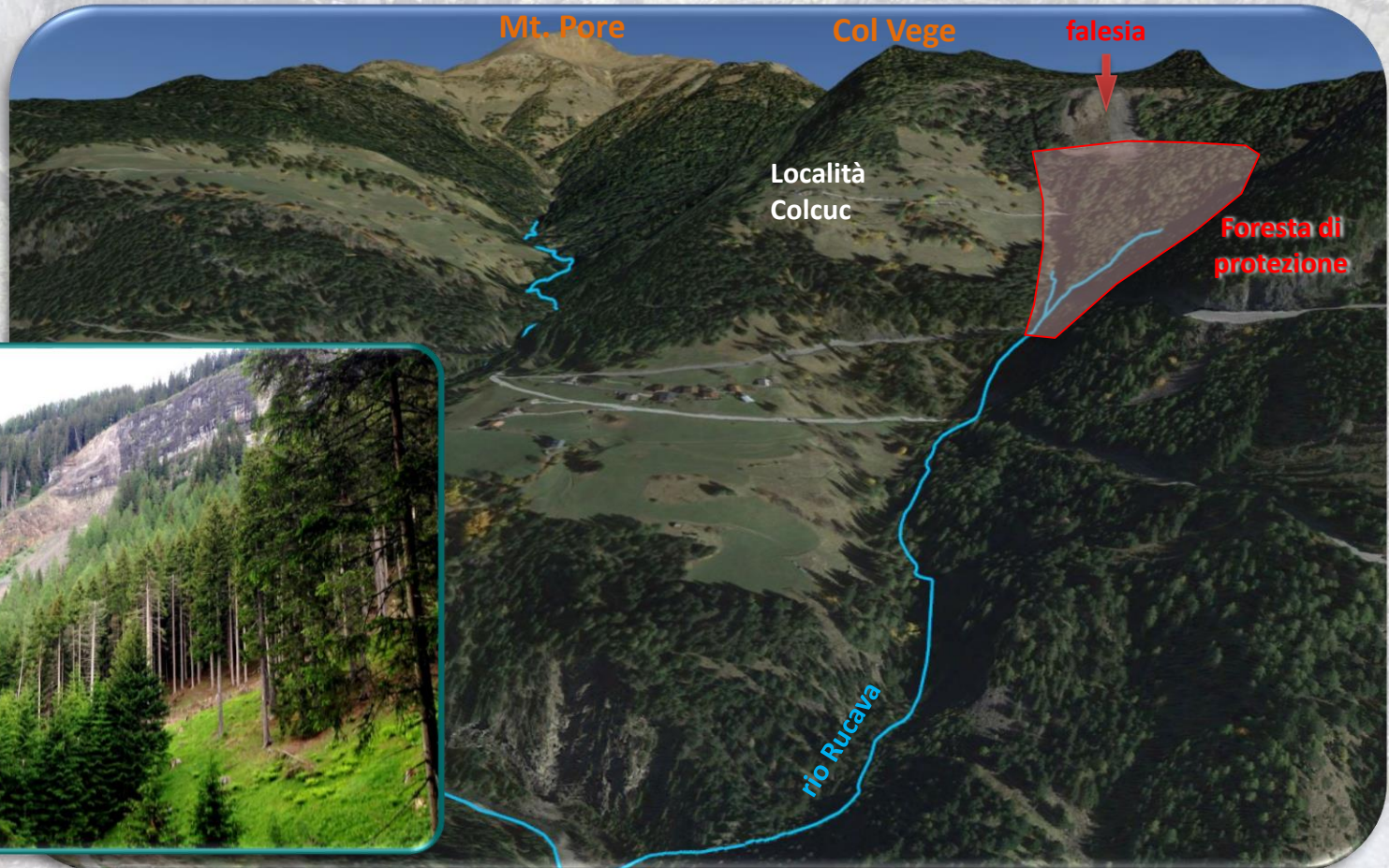
- **IL CASO STUDIO**

Foresta di protezione in località Colcuc, Comune di Colle Santa Lucia

14 ha di pecceta montana con presenza di larice, compresa tra i 1360 e 1700 m s.l.m.

Regione Veneto

Provincia di
Belluno



Modellazione di dettaglio

- IL CASO STUDIO



Modellazione di dettaglio

• MATERIALI E METODI



Rilievi di campo

Posizione e dimensione dei massi depositati (2 transetti)
Posizione e altezza delle cicatrici sugli alberi impattati (2 transetti)
Parametri di input del modello



Spzializzazione dei dati rilevati in campo



Remote sensing

Rilievo LiDAR (MATTM – 2015)
Rilievo fotogrammetrico da UAV (Politecnico di Torino – 2018)

Calibrazione



Validazione



ecorisQ
International association for natural hazard risk management
www.ecorisq.org

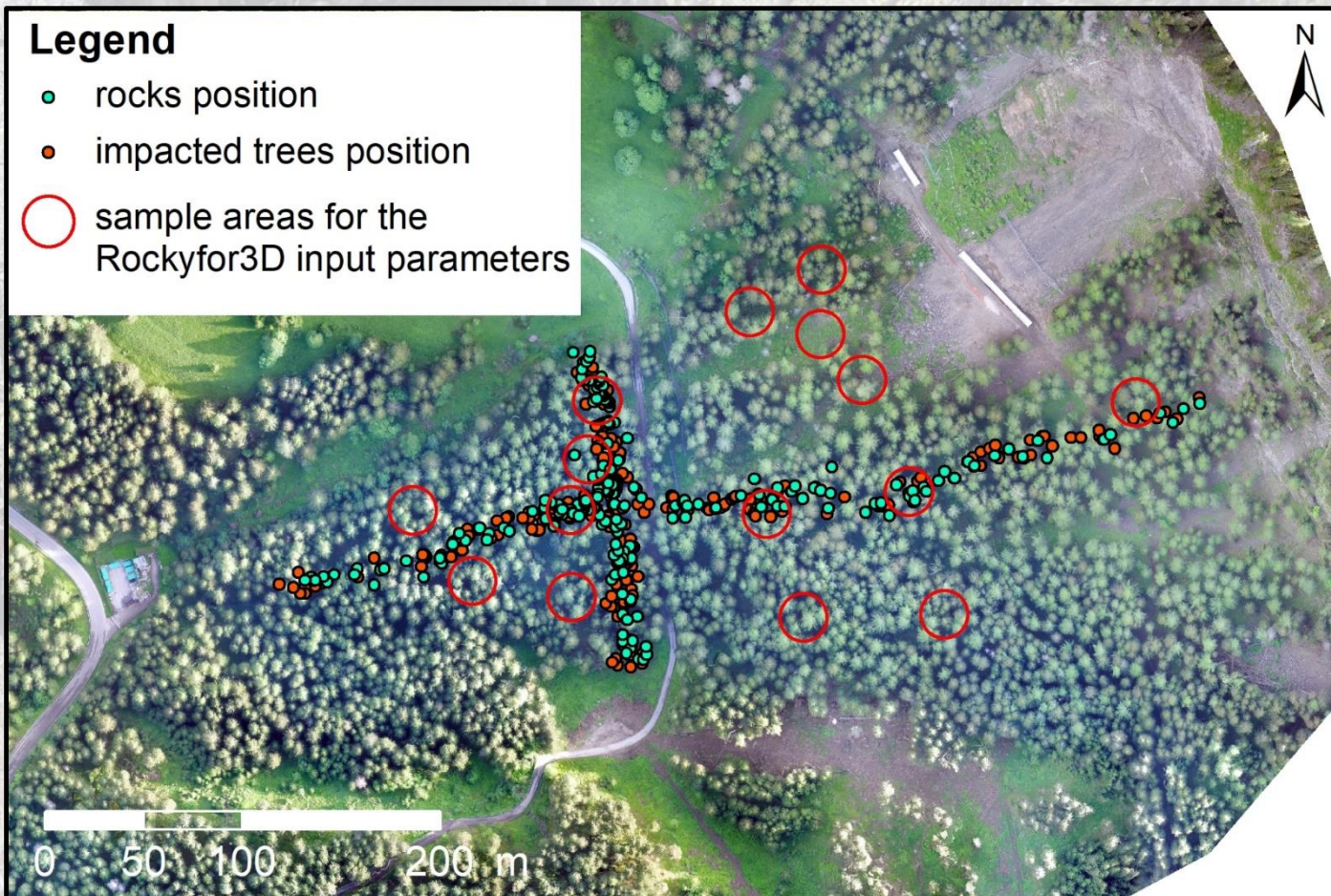
Simulazioni numeriche (Rockyfor3D)

Simulazione dei depositi osservati in campo ai fini della validazione delle procedure di calibrazione del modello sulla base dei dati raccolti in campo e da remote sensing

Modellazione di dettaglio

- *Dati raccolti in campo*

- Posizione e dimensioni di **242 massi depositati** all'interno della foresta,
- Posizione, altezza e dimensione delle cicatrici rinvenute su **288 alberi impattati**
- Parametri di input di Rockyfor3D raccolti all'interno di **15 aree di saggio circolari** (raggio 12 m).



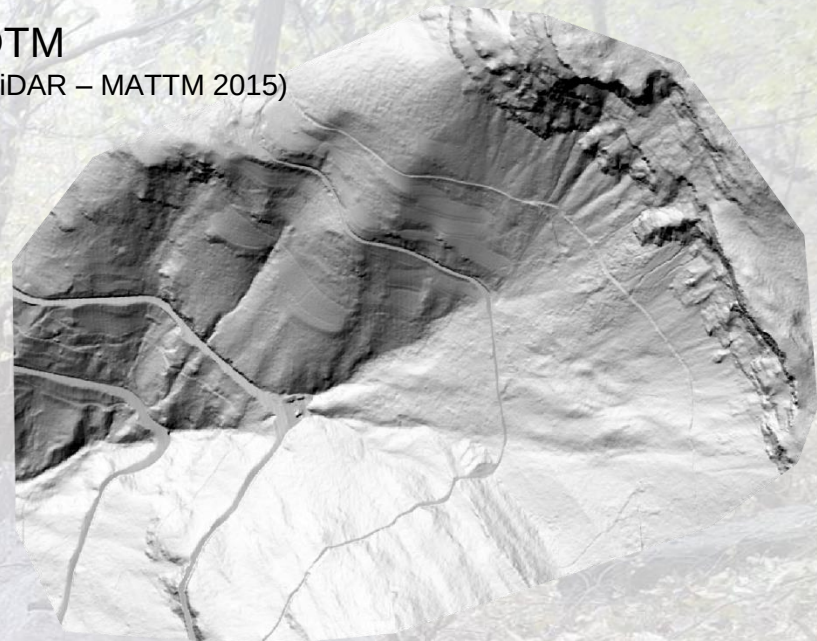
Modellazione di dettaglio

- ***Dati raccolti con tecniche di remote sensing***

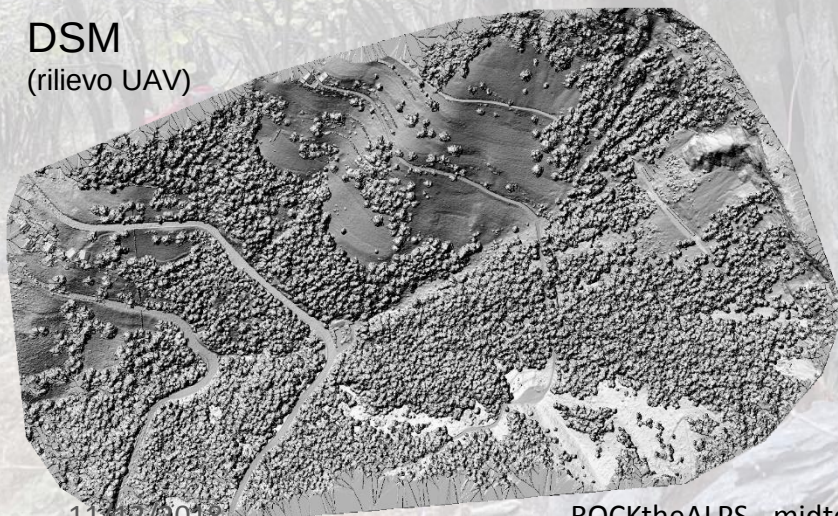
Ortofotomosaico
(rilievo UAV)



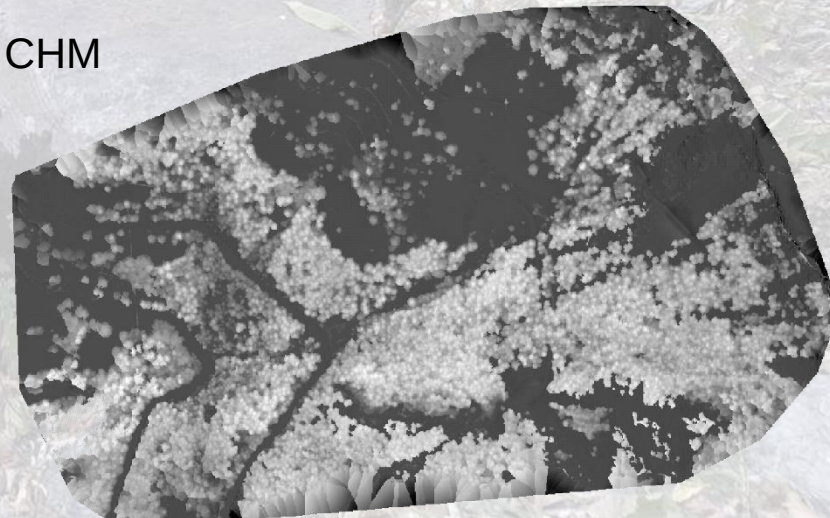
DTM
(LiDAR – MATTM 2015)



DSM
(rilievo UAV)



CHM



Modellazione di dettaglio

- *Dati di input e spazializzazione*

Parametri generali

- modello digitale delle elevazioni
- dimensioni del blocco
- forma del blocco
- scabrezza del versante
- tipo di suolo

Parametri per la simulazione con foresta

- Densità (numero di alberi per ettaro)
- Diametro a petto d'uomo (valore medio e deviazione standard)
- Percentuale di conifere

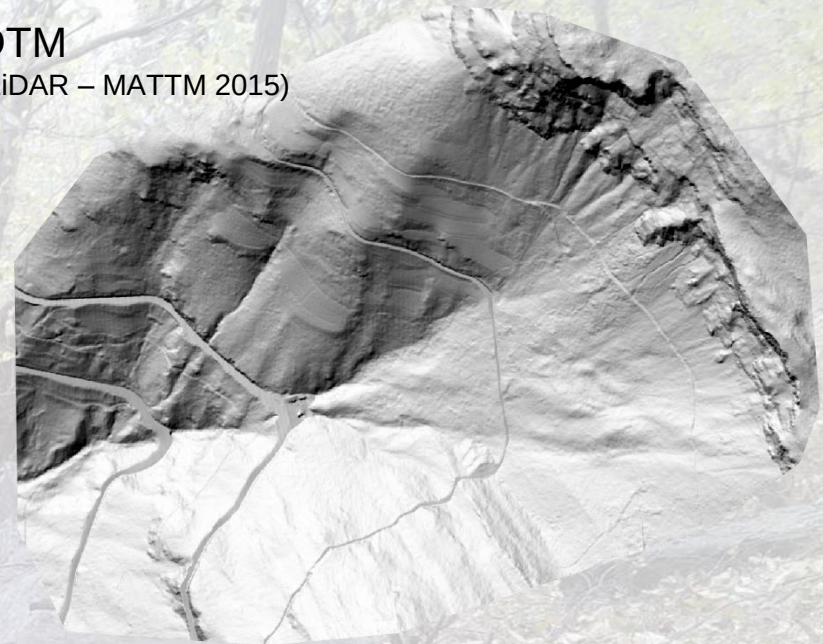
Modellazione di dettaglio

- *Dati di input e spazializzazione*

Parametri generali

- **MODELLO DIGITALE DELLE ELEVAZIONI**
- dimensioni del blocco
- forma del blocco
- scabrezza del versante
- tipo di suolo

DTM
(LiDAR – MATTM 2015)



Parametri per la simulazione con foresta

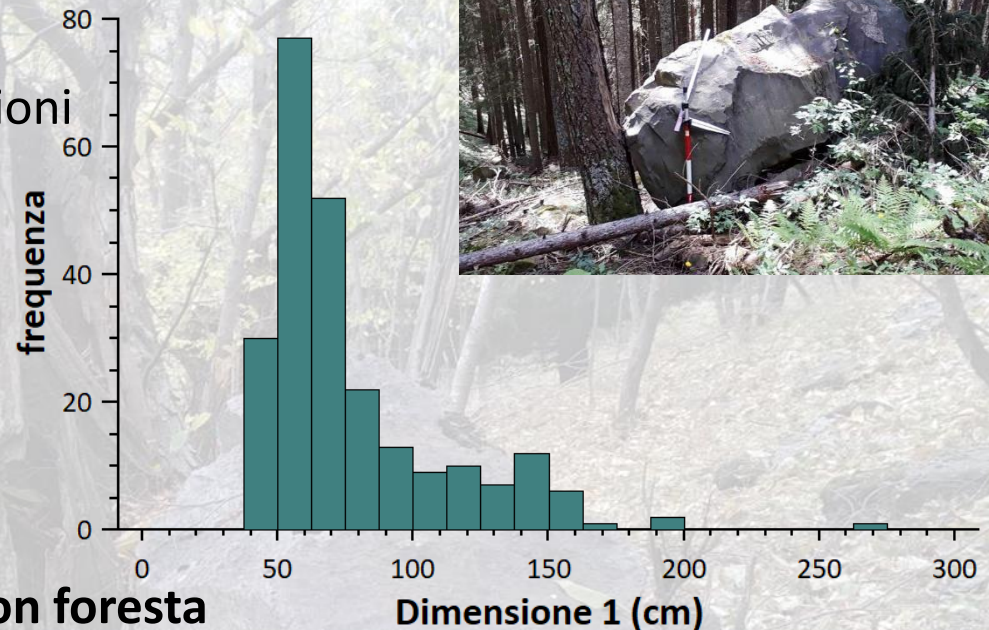
- Densità (numero di alberi per ettaro)
- Diametro a petto d'uomo (valore medio e deviazione standard)
- Percentuale di conifere

Modellazione di dettaglio

- *Dati di input e spazializzazione*

Parametri generali

- modello digitale delle elevazioni
- **DIMENSIONI DEL BLOCCO**
- **FORMA DEL BLOCCO**
- scabrezza del versante
- tipo di suolo



Parametri per la simulazione con foresta

- Densità (numero di alberi per ettaro)
- Diametro a petto d'uomo (valore medio e deviazione standard)
- Percentuale di conifere

Modellazione di dettaglio

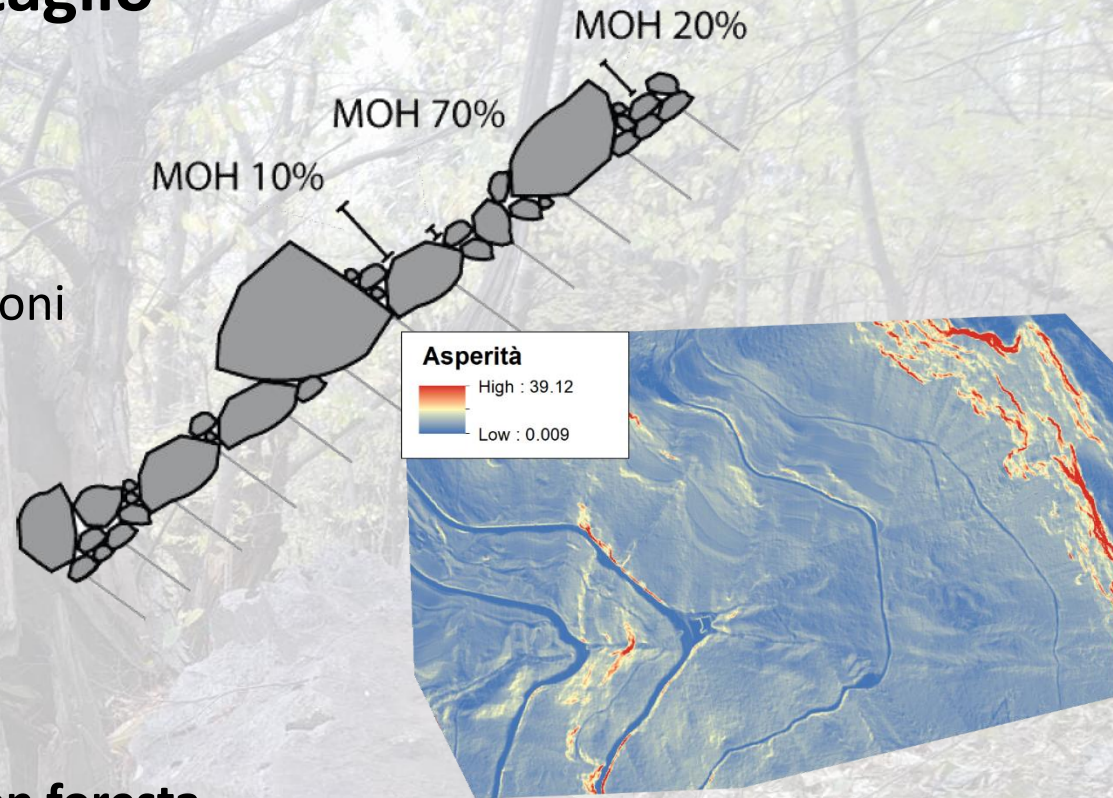
- *Dati di input e spazializzazione*

Parametri generali

- modello digitale delle elevazioni
- dimensioni del blocco
- forma del blocco
- **SCABREZZA DEL VERSANTE**
- tipo di suolo

Parametri per la simulazione con foresta

- Densità (numero di alberi per ettaro)
- Diametro a petto d'uomo (valore medio e deviazione standard)
- Percentuale di conifere



Modellazione di dettaglio

- *Dati di input e spazializzazione*

Parametri generali

- modello digitale delle elevazioni
- dimensioni del blocco
- forma del blocco
- scabrezza del versante
- **TIPO DI SUOLO**

Tipo di suolo	Descrizione generale del suolo
0	Fiume, o palude, o materiale in cui un masso potrebbe penetrare completamente
1	Materiale fine (spessore > ~100 cm)
2	Materiale fine fluviale (spessore < ~100 cm) o sabbia/ghiaia mista
3	Detrito di falda ($\emptyset$ < ~10 cm); o suolo compatto medio con piccoli massi; o strade forestali
4	Detrito di versante ($\emptyset$ > ~10 cm); o suolo compatto con grandi massi
5	Substrato roccioso con materiale fine di degradazione meteorica
6	Substrato roccioso
7	Strade asfaltate

Parametri per la simulazione con foresta

- Densità (numero di alberi per ettaro)
- Diametro a petto d'uomo (valore medio e deviazione standard)
- Percentuale di conifere

Modellazione di dettaglio

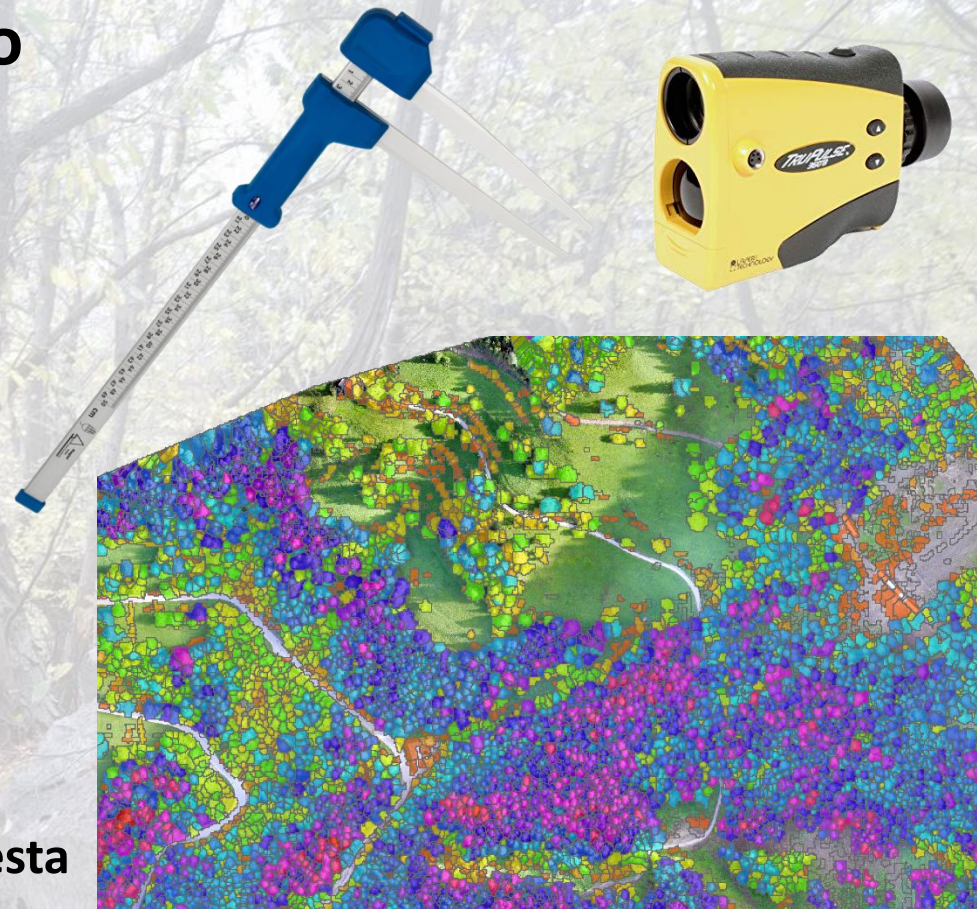
- *Dati di input e spazializzazione*

Parametri generali

- modello digitale delle elevazioni
- dimensioni del blocco
- forma del blocco
- scabrezza del versante
- tipo di suolo

Parametri per la simulazione con foresta

- **DENSITÀ** (numero di alberi per ettaro)
- **DIAMETRO A PETTO D'UOMO** (valore medio e deviazione standard)
- **PERCENTUALE DI CONIFERE**



Modellazione di dettaglio

- *Risultati*

Senza foresta



Modellazione di dettaglio

- *Risultati*

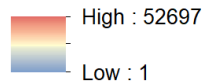
Senza foresta



Con foresta



Numero di passaggi



Modellazione di dettaglio

- Overall Rockfall Protection Index:

$$ORPI(x) = 100 * \left(1 - \frac{Ecum_{forest}(x)}{Ecum_{noforest}(x)} \right)$$

Dupire et al.2016

Infrastruttura	Energia totale		ORPI
	senza Foresta	con Foresta	
Sentiero	$4.88 \cdot 10^8$	$2.50 \cdot 10^8$	48.7
Strada comunale	$3.88 \cdot 10^8$	$3.93 \cdot 10^7$	89.8
Strada statale	$3.08 \cdot 10^6$	0	100.0





**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**

contact: francesco.bettella@unipd.it