

# Protezione civile: verso una governance più forte per la riduzione del rischio

webinar sul miglioramento della prevenzione non strutturale del rischio idraulico e idrogeologico nella Regione Siciliana

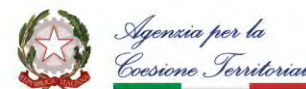
6 dicembre 2021

Mappe di suscettibilità da frana a supporto della pianificazione di protezione civile

Paola Reichenbach (IRPI-CNR)



in collaborazione con



## Mappe di suscettibilità da frana



**Mappatura della pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici non analizzati dal PAI e/o dal PGRA e per la relativa integrazione dei Piani di protezione civile**

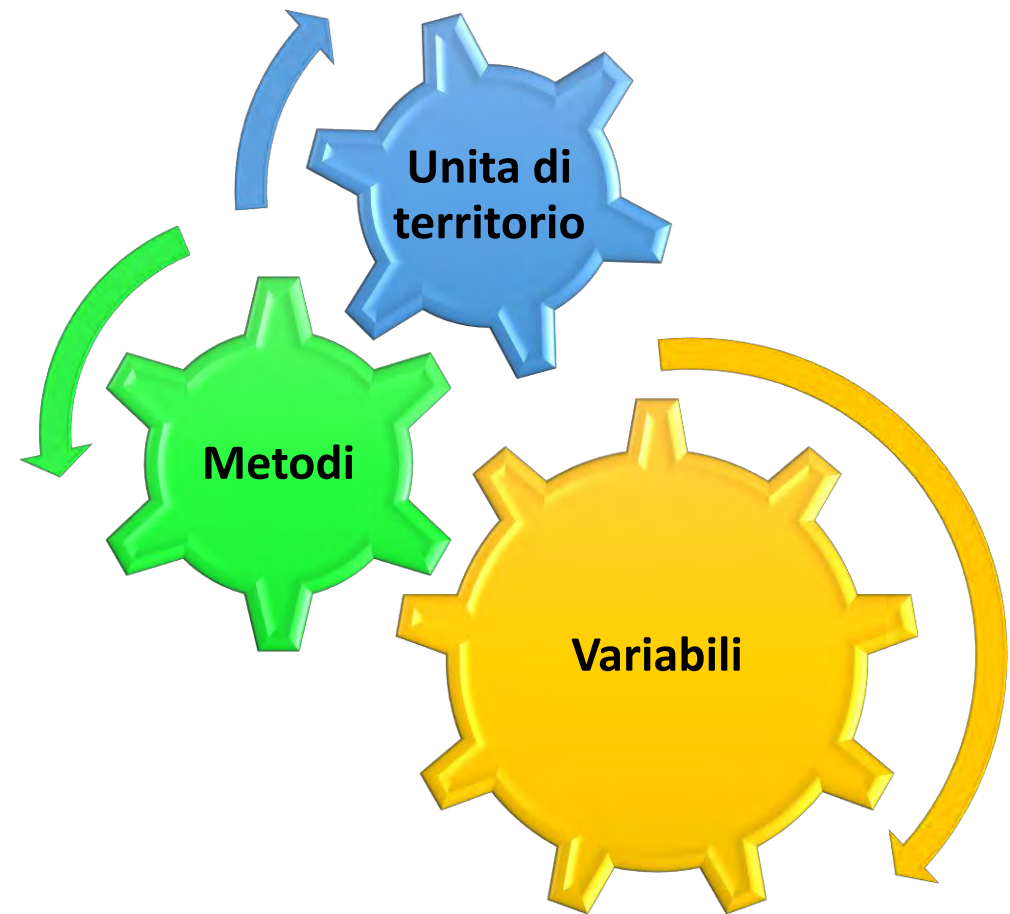


**Redazione di scenari evolutivi da integrare nella pianificazione di emergenza comunale**

## Definizioni

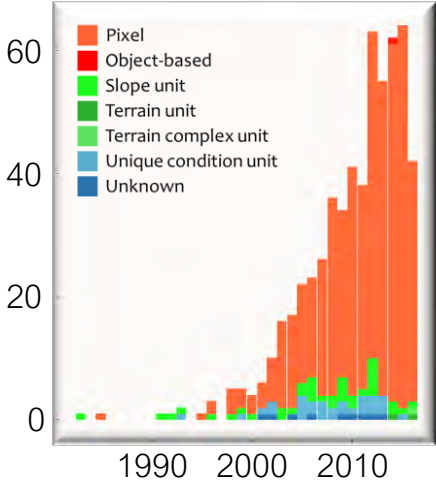
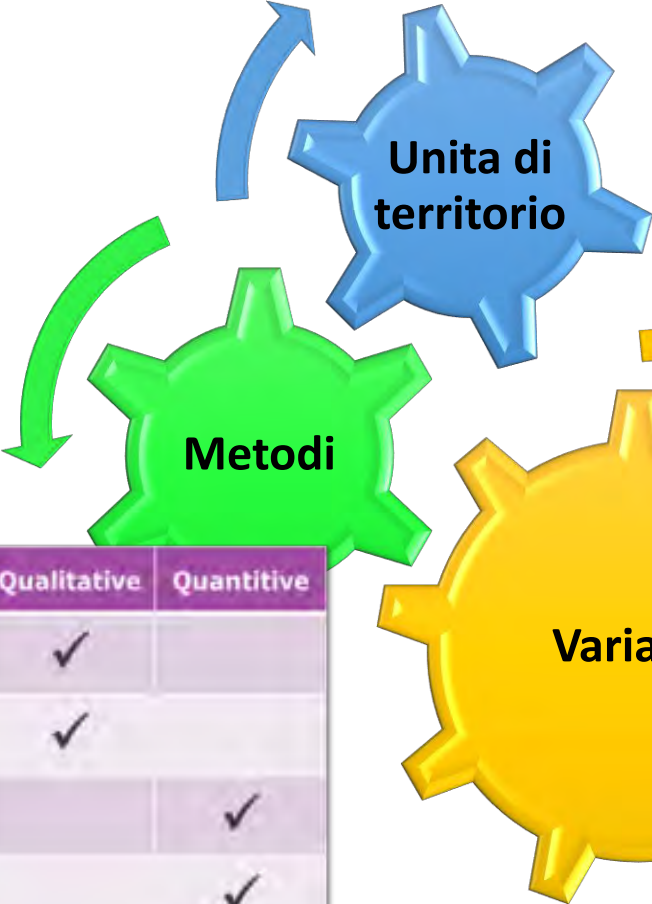
La **suscettibilità da frana** è una misura della propensione che un territorio ha di produrre dissesti. È la **probabilità spaziale** dei movimenti franosi e dipende principalmente dalle caratteristiche fisiografiche e climatiche di un territorio.

La suscettibilità non tiene conto della frequenza e della dimensione delle frane.

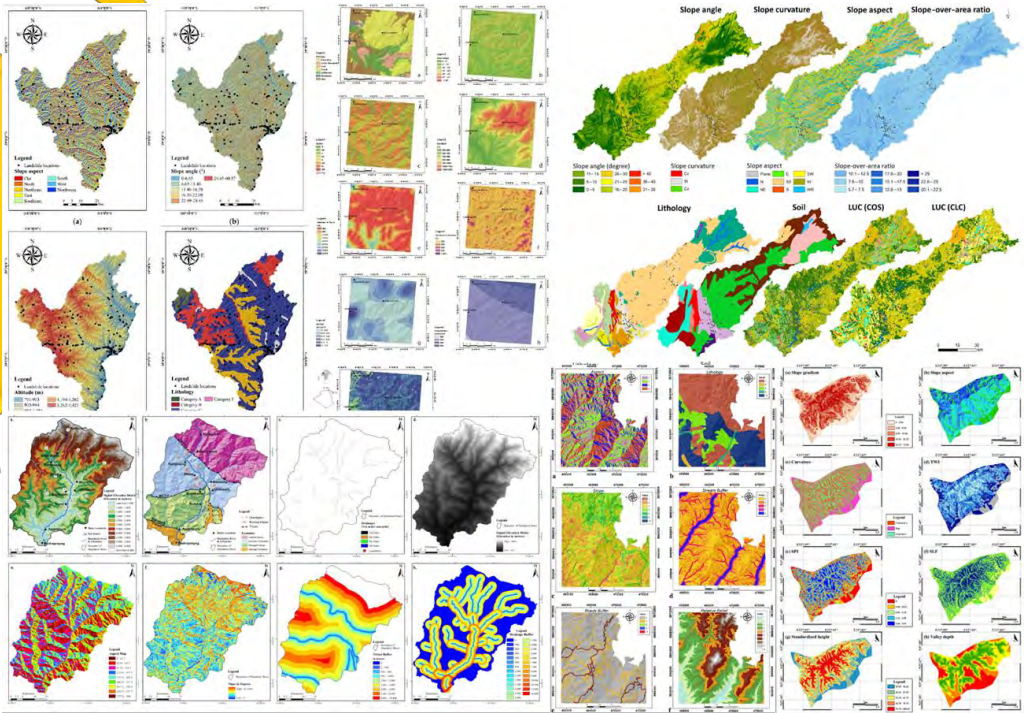




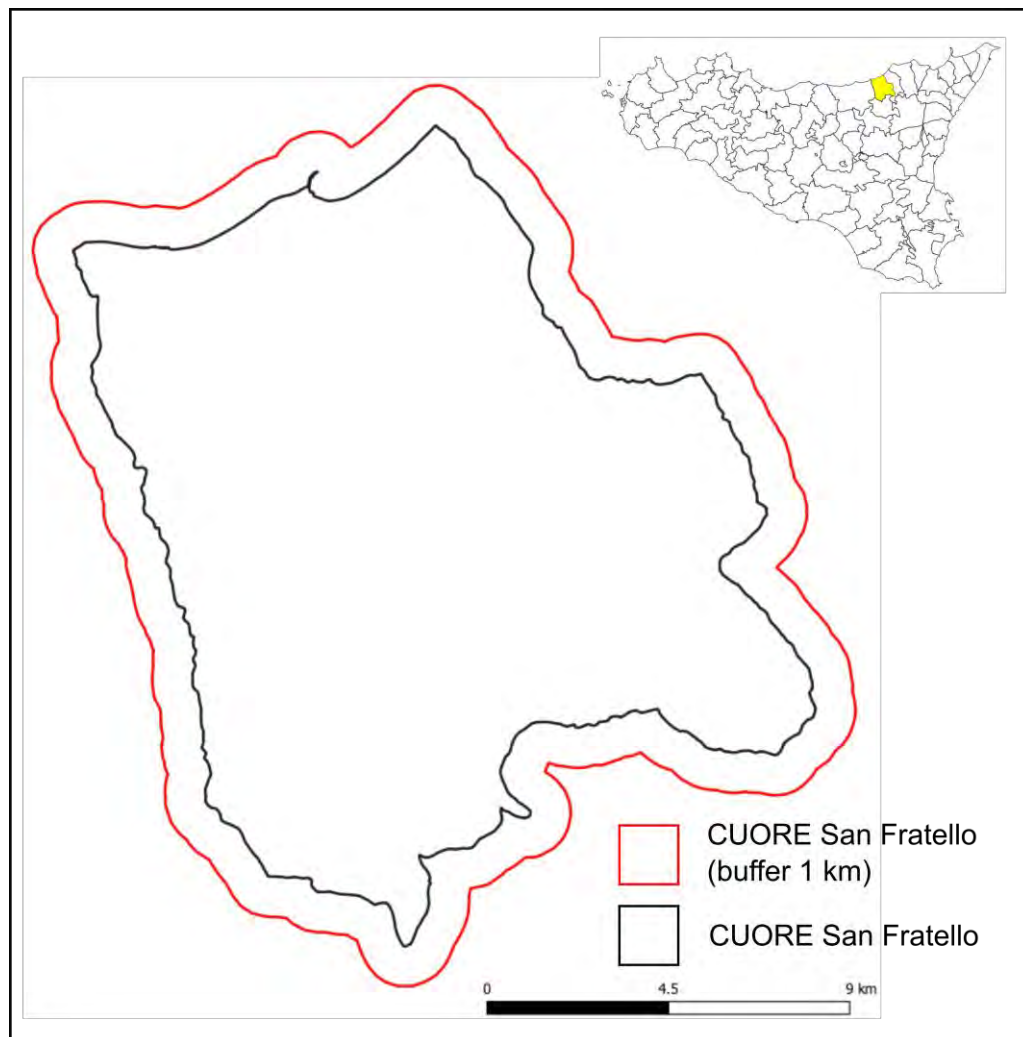
# Definizioni



	Direct	Indirect	Qualitative	Quantitive
Geomorphological mapping	✓		✓	
Heuristic (index-based)		✓	✓	
Analysis of inventories		✓		✓
Statistical modelling		✓		✓
Process based (conceptual)		✓		✓



# Suscettibilità da frana del CUORE San Fratello



RANK

1
2
3
4
5
6

USO DEL TERRITORIO



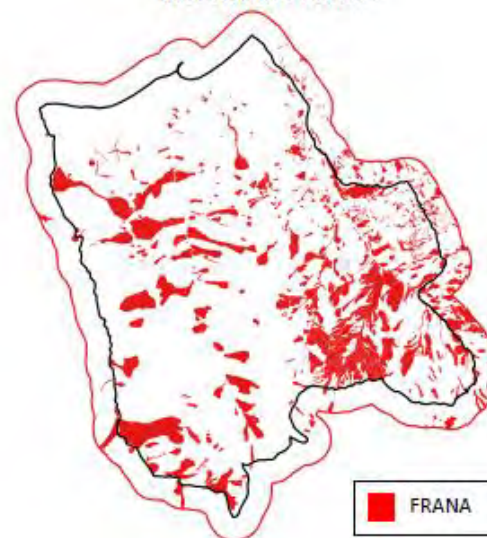
RANK

1
2
3
4
5
6

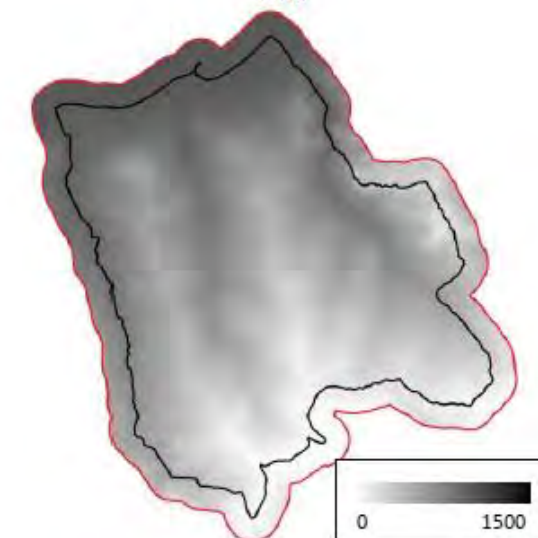
LITOLOGIA



INVENTARIO FRANE



DTM





# LAND-SE (LANDslide - Susceptibility Evaluation)

- Software open source (R code) per la **modellazione e la zonazione** della suscettibilità a scala regionale.
- Il software può utilizzare **diverse unità cartografiche** (pixel, poligoni).
- Include strumenti per la **valutazione** del modello.

Geosci. Model Dev., 9, 3533–3543, 2016  
<https://doi.org/10.5194/gmd-9-3533-2016>  
© Author(s) 2016. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 3.0 License.

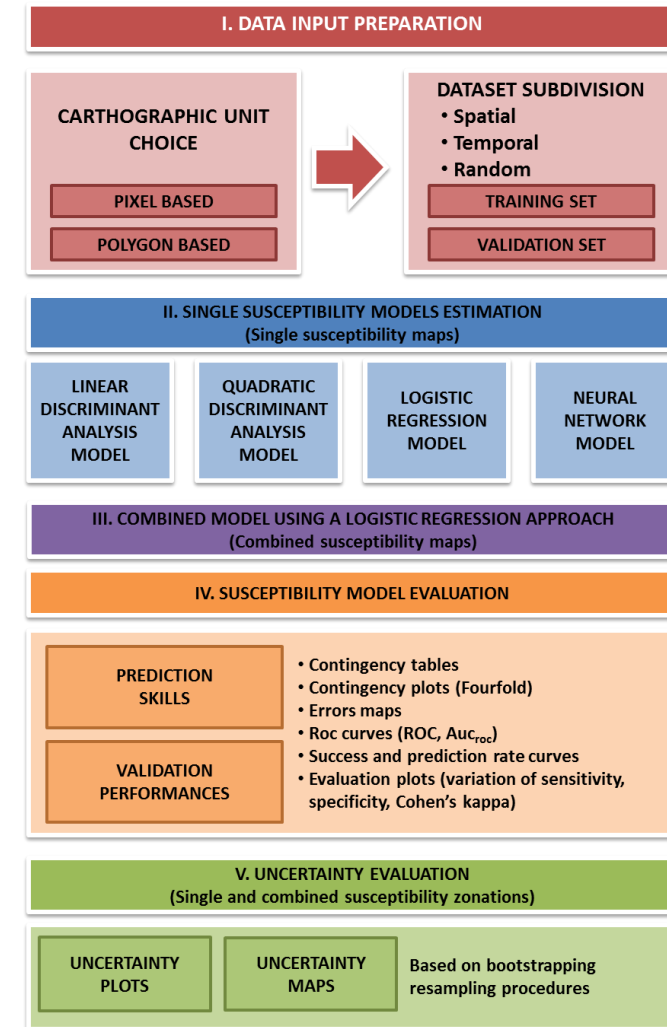


Article Assets Peer review Metrics Related articles

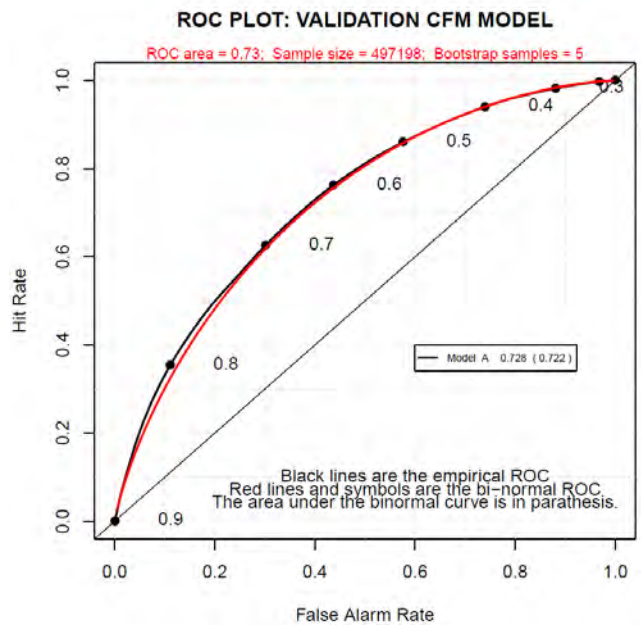
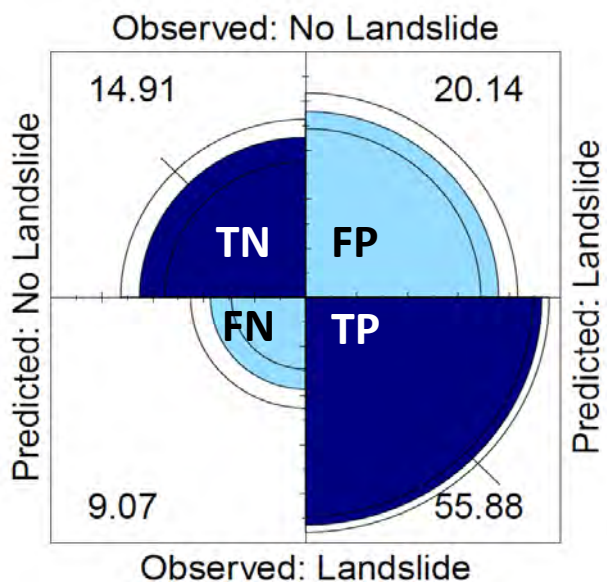
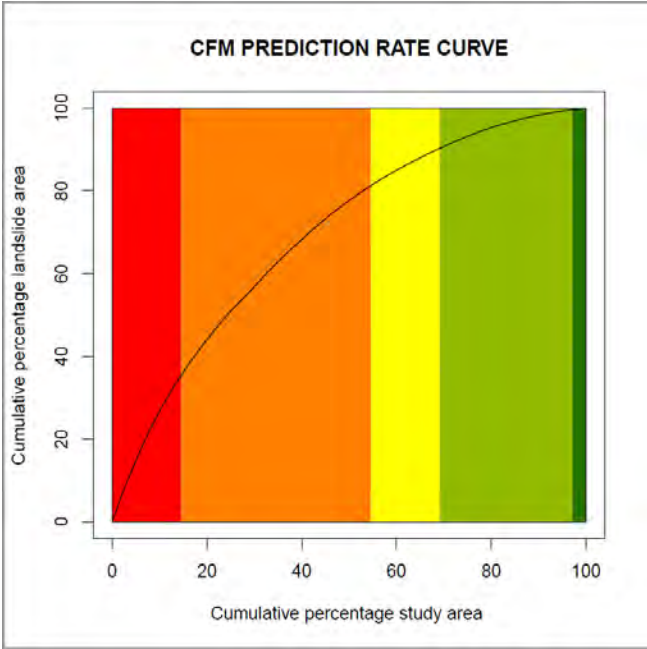
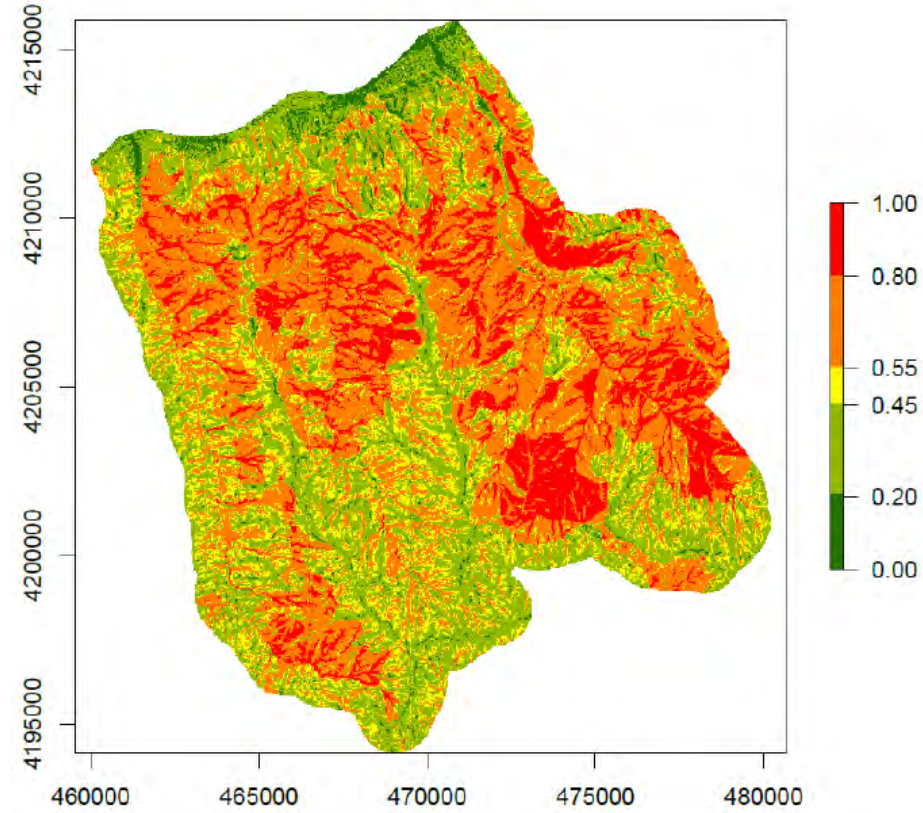
Model description paper 04 Oct 2016

**LAND-SE: a software for statistically based landslide susceptibility zonation, version 1.0**

Mauro Rossi  and Paola Reichenbach  
CNR IRPI, via Madonna Alta 126, 06128 Perugia, Italy



# Suscettibilità da frana del CUORE San Fratello



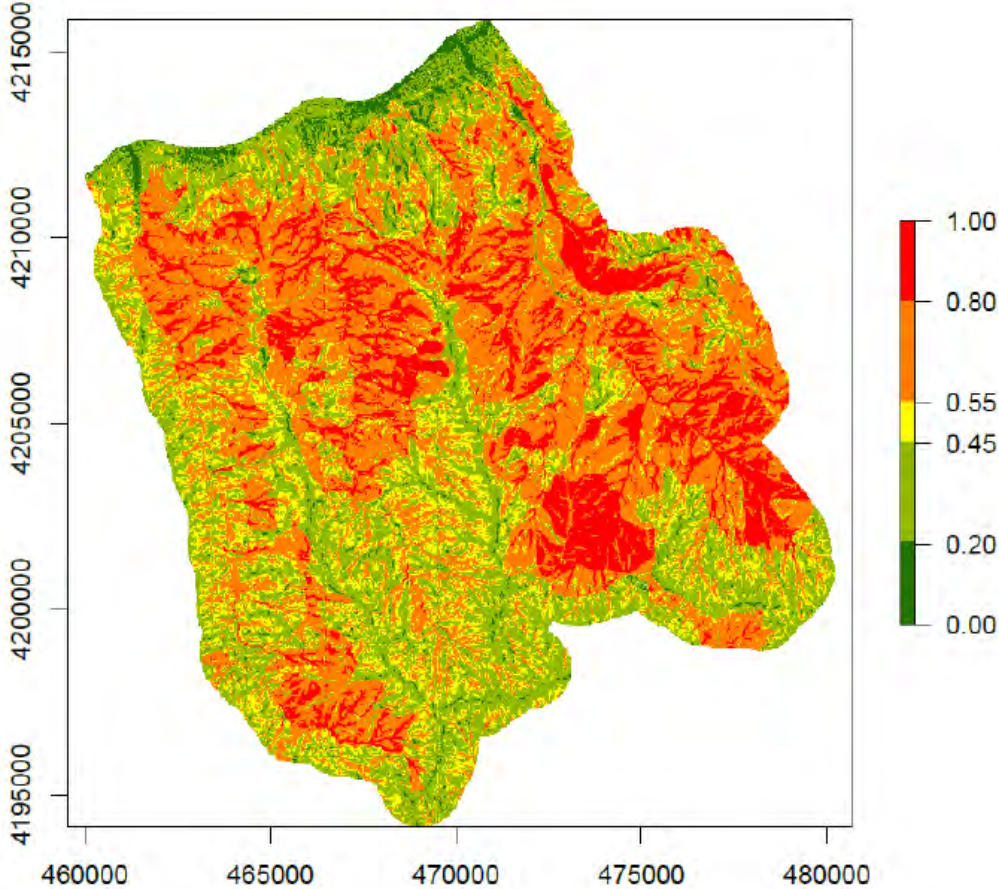
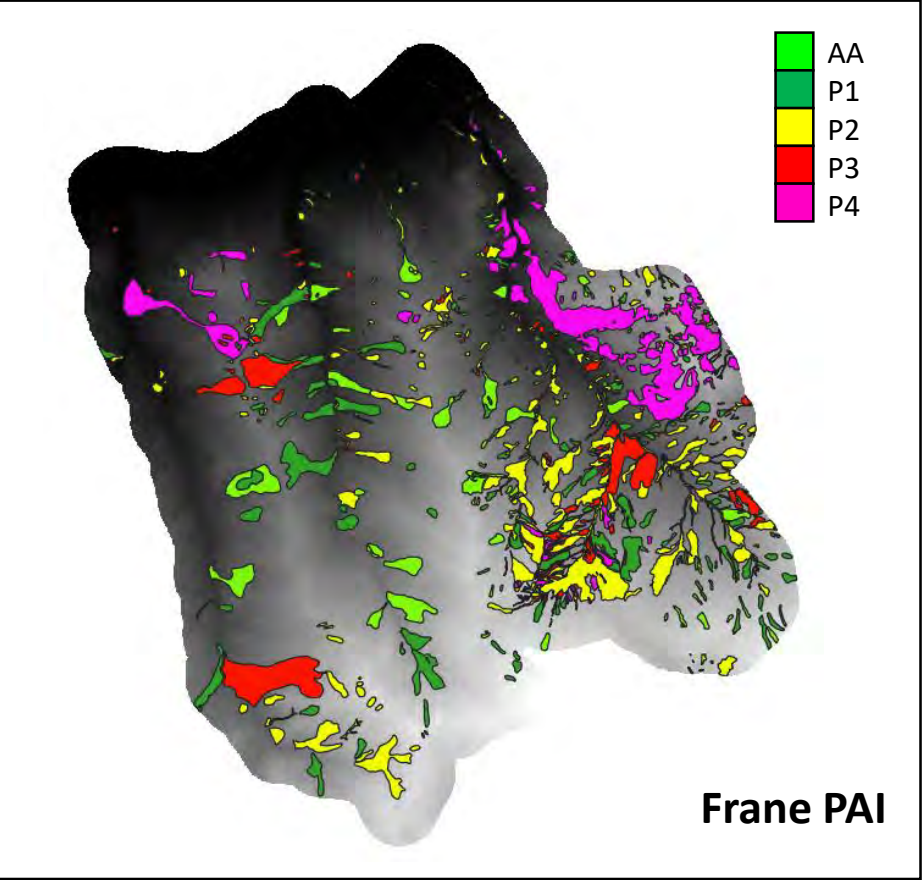
## Applicazioni

### **Esempi di applicazione delle mappe di suscettibilità**

- Zonazione territorio in aree dove non ci sono informazioni PAI
- **Valutazione dell'effetto del cambiamento dell'uso del suolo sulla zonazione della suscettibilità alle frane**
- Sistema nazionale italiano di allerta precoce per la previsione delle frane indotte dalla pioggia (SANF)



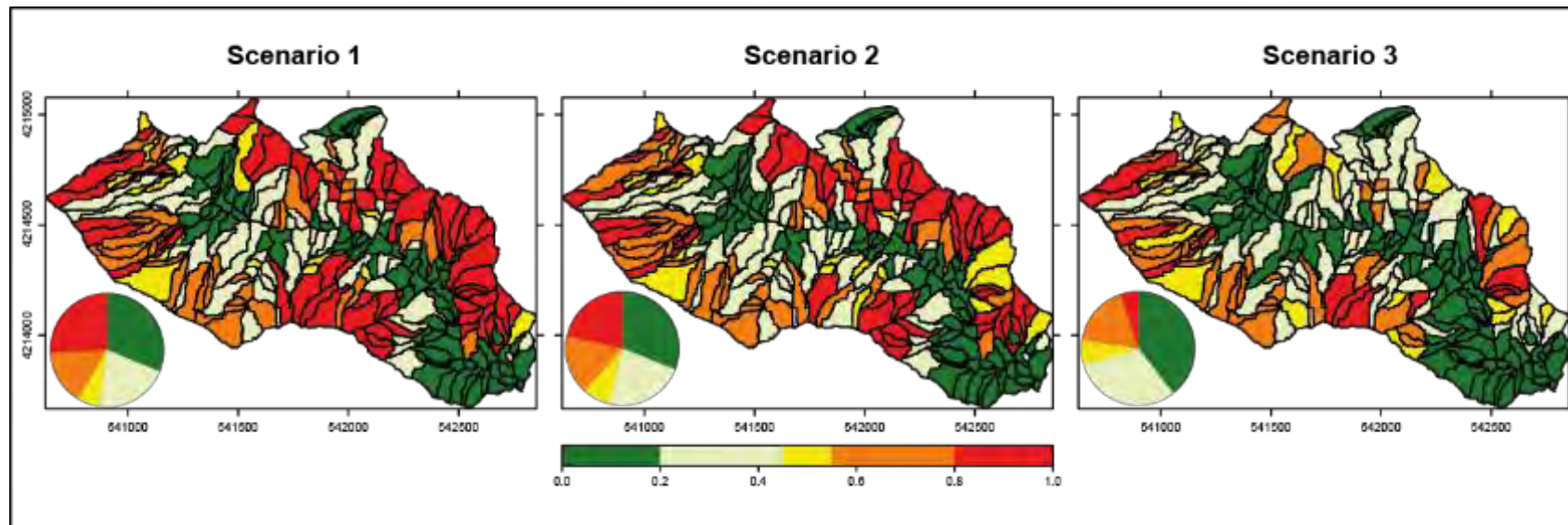
# Zonazione del territorio



## Impatto del cambiamento dell'uso del suolo

Una zonazione della suscettibilità è stato calcolata con diversi scenari di cambiamento dell'uso del suolo:

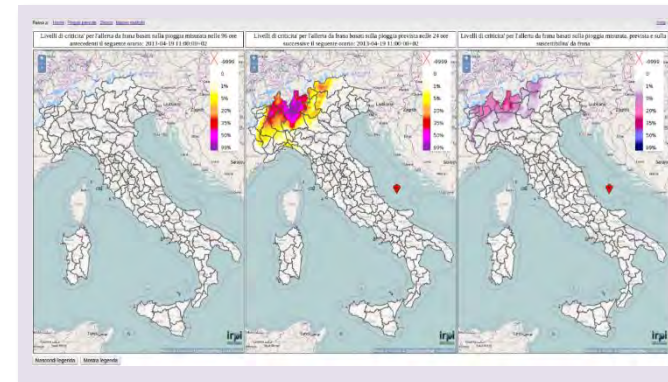
- diminuzione del 75% dell'estensione del pascolo (Scenario 1);
- riduzione del 75% delle aree di pascolo e coltivate (Scenario 2);
- diminuzione del 75% del suolo nudo con angolo medio dell'unità di pendenza maggiore di  $15^\circ$  e diminuzione del 75% delle aree di pascolo (Scenario 3).



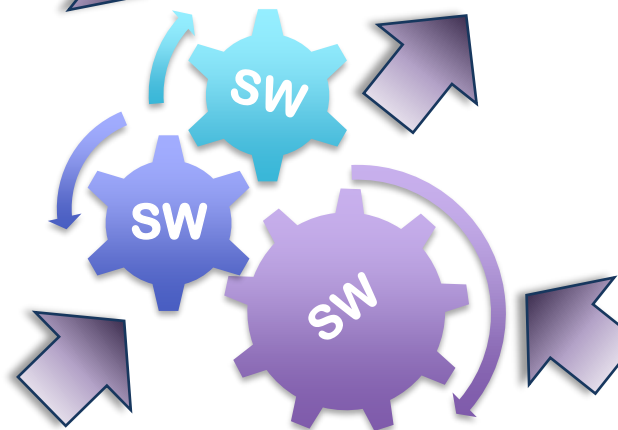
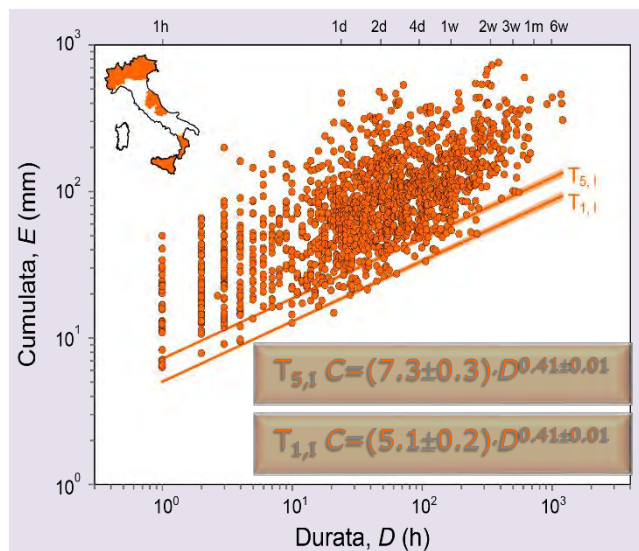
# Sistema di Allerta per la previsione di Frane indotte dalla pioggia



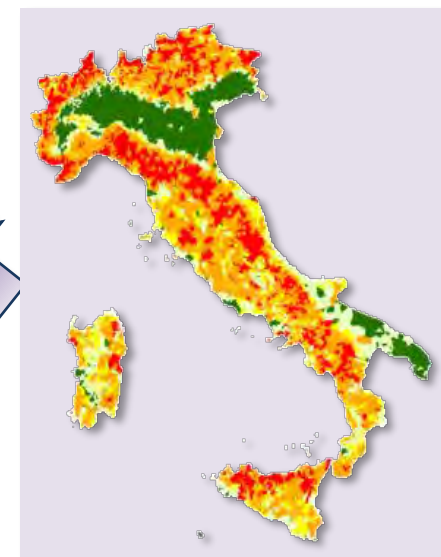
Pioggia  
misurata



Soglie di pioggia

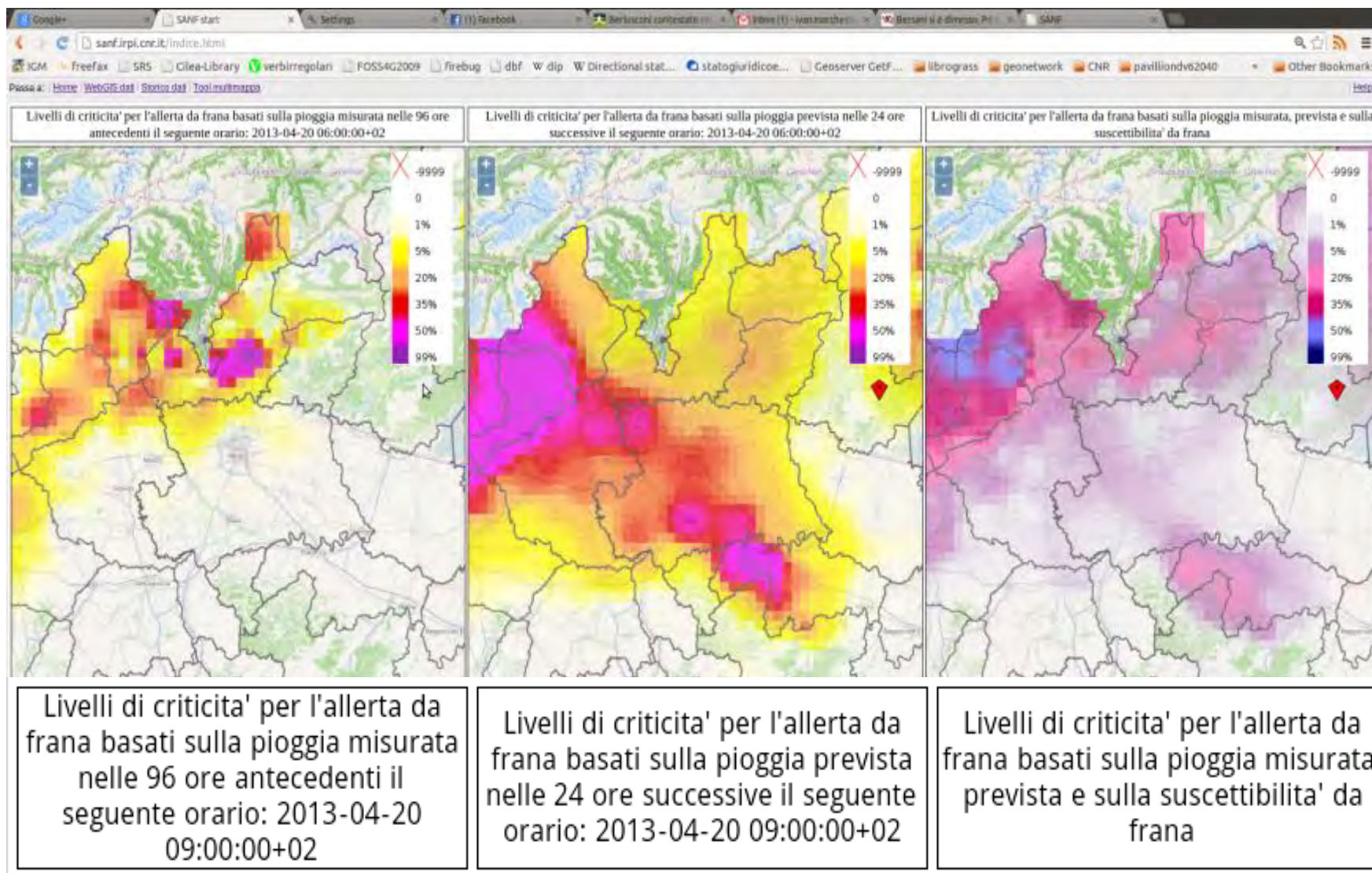


Suscettibilità





# Sistema di Allerta per la previsione di Frane indotte dalla pioggia



## Mappe di suscettibilità da frana

- Le mappe di suscettibilità da frana sono propedeutiche alla zonazione della **pericolosità e del rischio** da frana, e possono essere strumenti utili alla **pianificazione** e alla **gestione** territoriale.
- Le cartografie descritte sono parte degli **strumenti** che dovrebbero essere presenti nei Piani di Protezione Civile.
- La carta della suscettibilità da frana rappresenta uno degli elementi fondamentali delle **procedure analitiche** a supporto della **comprensione** dei fenomeni franosi.
- Le mappe di suscettibilità possono essere utilizzate nell'ambito di **sistemi d'allerta** per la possibile occorrenza di frane.

## Mappe di suscettibilità da frana



**Mappatura della pericolosità dei fenomeni idrogeologici e idraulici non analizzati dal PAI e/o dal PGRA e per la relativa integrazione dei Piani di protezione civile**

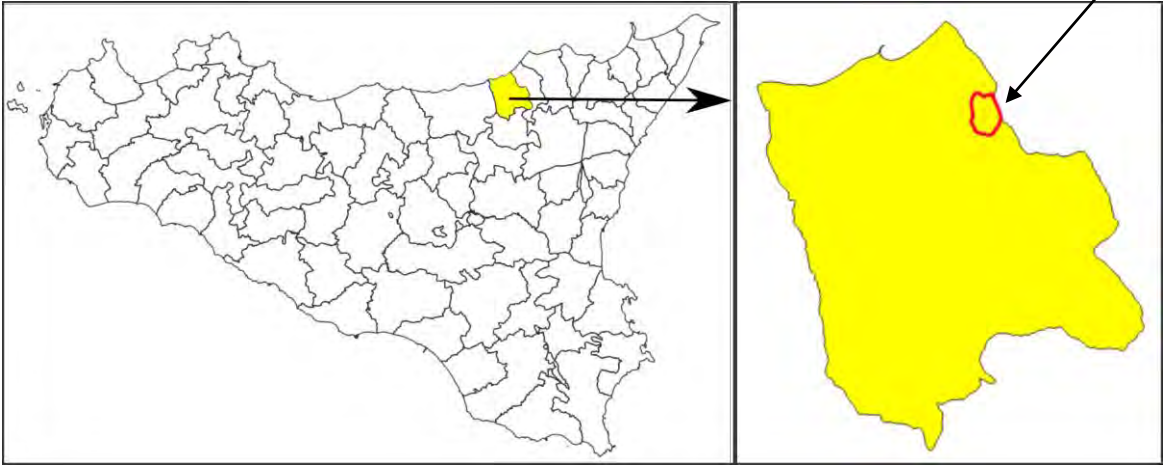


**Redazione di scenari evolutivi da integrare nella pianificazione di emergenza comunale**

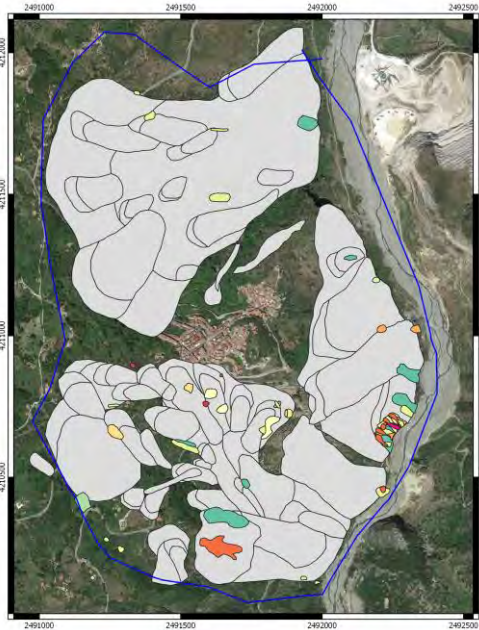


# Scenari, pericolosità e rischio da frana

## Militello Rosmarino



### 1. Mappatura delle frane



- Frane evento 2013
- Frane infraperiodo 2005-2013
- Frane evento 2005
- Frane evento 1997
- Frane evento 1987
- Frane infraperiodo 1976-1987
- Frane evento 1976
- Frane infraperiodo 1955-1976
- Frane evento 1955
- frn\_pre55\_N
- frn\_pre55\_F\_v2
- frn\_pre55\_M\_v2

### 2. Intensità

		Velocità presunta		
		Frane lente (scivolamenti s.l.)	Frane rapide (colate di detrito)	Frane veloci (cadute massi)
Volume (m <sup>3</sup> )	< 0,001			Lieve (13)
	< 0,5			Media (23)
	> 0,5			Elevata (33)
	< 500		Lieve (12)	Elevata (33)
	500-10.000	Lieve (11)	Media (22)	Elevata (33)
	10.000-500.000	Media (21)	Elevata (32)	Molto Elevata (43)
	> 500.000	Elevata (31)	Molto Elevata (42)	
	>> 500.000	Molto Elevata (41)		

### 3. Vulnerabilità

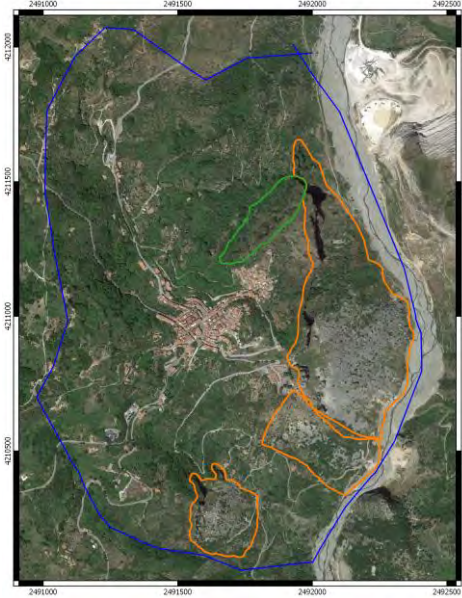
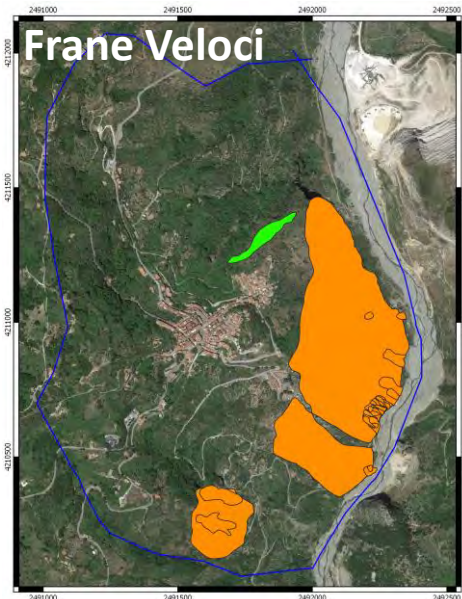
		Elementi a rischio														
		Edifici					Infrastrutture					Popolazione				
		ED	ER	EP	A	VP	VS	VI	RS	EF	D	I	S			
									T	C						
Intensità	Lieve	13	Crolli	E	E	E	E	E	E	E	E	No	No	No		
		12	Colate di detrito	E	E	E	E	E	F	F	E	S	F	No	No	No
		11	Scorimenti s.l.	E	E	E	E	E	F	S	E	S	F	No	No	No
	Moderata	23	Crolli	F	F	F	F	F	F	F	S	S	Si	Si	Si	
		22	Colate di detrito	F	F	F	F	F	F	F	S	S	Si	Si	Si	
		21	Scorimenti s.l.	F	F	F	F	F	S	S	S	S	No	Si	No	
	Elevata	33	Crolli	S	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si	
		32	Colate di detrito	S	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si	
		31	Scorimenti s.l.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	No	Si	Si	
	Molto elevata	43	Crolli	S	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si	
		42	Colate di detrito	S	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si	
		41	Scorimenti s.l.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si	

### 4. Rischio specifico e totale

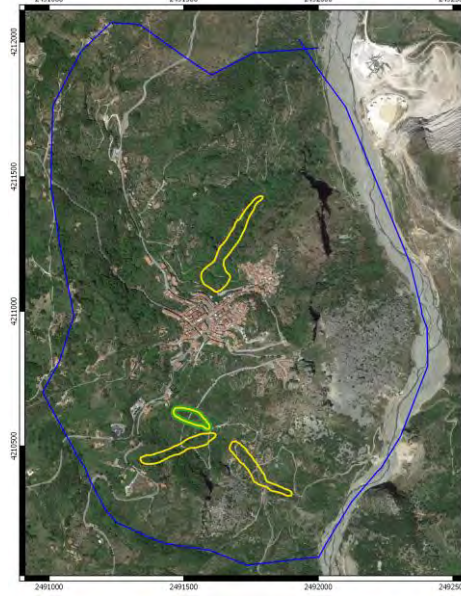
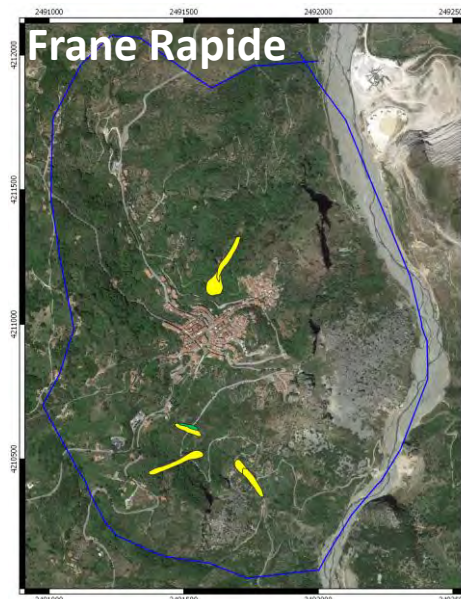
LHZ	Landslide Type	F <sub>L</sub>	I <sub>L</sub>	H <sub>L</sub>	E	V	P	R <sub>s</sub>	R <sub>T</sub>
1	Very old, deep-seated	1	3	13	LD	S	H	S 13	Low
					MR	S	Indir.	S 13	
					FR	S	None	S 13	
2	Deep-seated	1	2	12	MR	F	I	F 12	Medium
4	Deep-seated	2	2	22	-	-	-	-	Very low
5	Shallow slide	3	1	31	LD	A	N	A 31	Medium
					MR	A	N	A 31	
					FR	S	N	S 31	
					LD	A	N	A 12	
					MR	F	I	F 12	
6	Shallow slide	2	1	21	HD	A	N	A 21	Medium
7	Deep-seated	1	2	12	LD	F	H	F 12	High
					SR	S	I	S 12	
					FR	S	N	S 12	
					LD	S	H	S 21	
					SR	S	I	S 12	
		1	3	13	FR	S	N	S 12	
					FR	S	N	S 12	



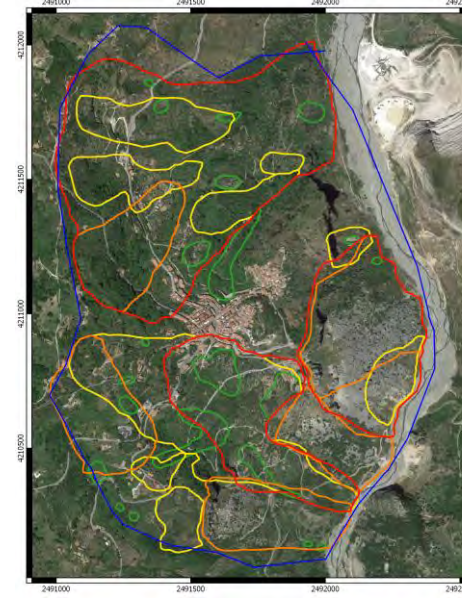
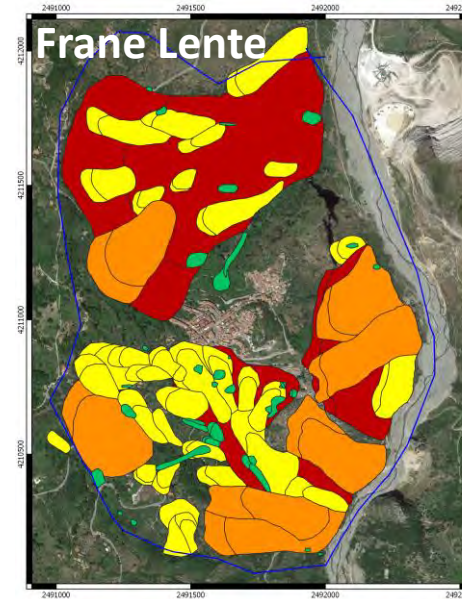
# Scenari evoluzione frane



Lieve (13)
Media (23)
Elevata (33)
Elevata (33)
Elevata (33)
Molto Elevata (43)



Lieve (12)
Media (22)
Elevata (32)
Molto Elevata (42)



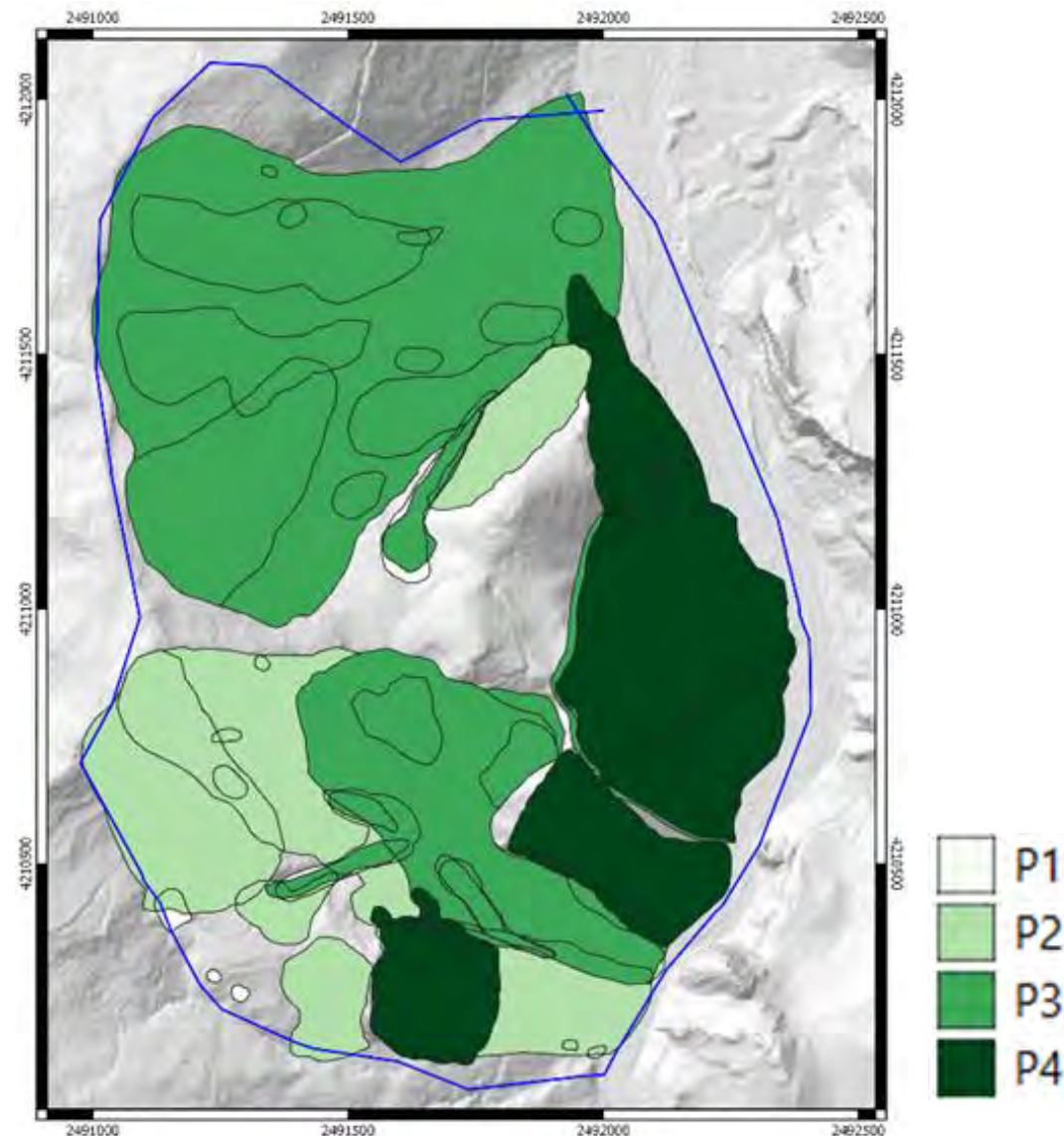
Lieve (11)
Media (21)
Elevata (31)
Molto Elevata (41)



# Valutazione delle condizioni di pericolosità da frana

		Intensità			
		11 / 12 / 13 (lieve)	21 / 22 / 23 (media)	31 / 32 / 33 (elevata)	41 / 42 / 43 (molto elevata)
Frequenza	100 (bassa)	111 / 112 / 113	121 / 122 / 123	131 / 132 / 133	141 / 142 / 143
	200 (media)	211 / 212 / 213	221 / 222 / 223	231 / 232 / 233	241 / 242 / 243
	300 (alta)	311 / 312 / 313	321 / 322 / 323	331 / 332 / 333	341 / 342 / 343
	400 (molto alta)	411 / 412 / 413	421 / 422 / 423	431 / 432 / 433	441 / 442 / 443

LENTE	P1	P2	P3	P4
	111	121	141	441
	211	131	241	
	311	221	341	
		231	421	
RAPIDE		321	431	
		331		
		411		
	112	412	122	242
	212		132	332
VELOCI	312		142	342
			222	432
			232	442
			322	
			422	
	113	413	123	243
	213		133	333
	313		143	343
			223	423
			233	433
			323	443

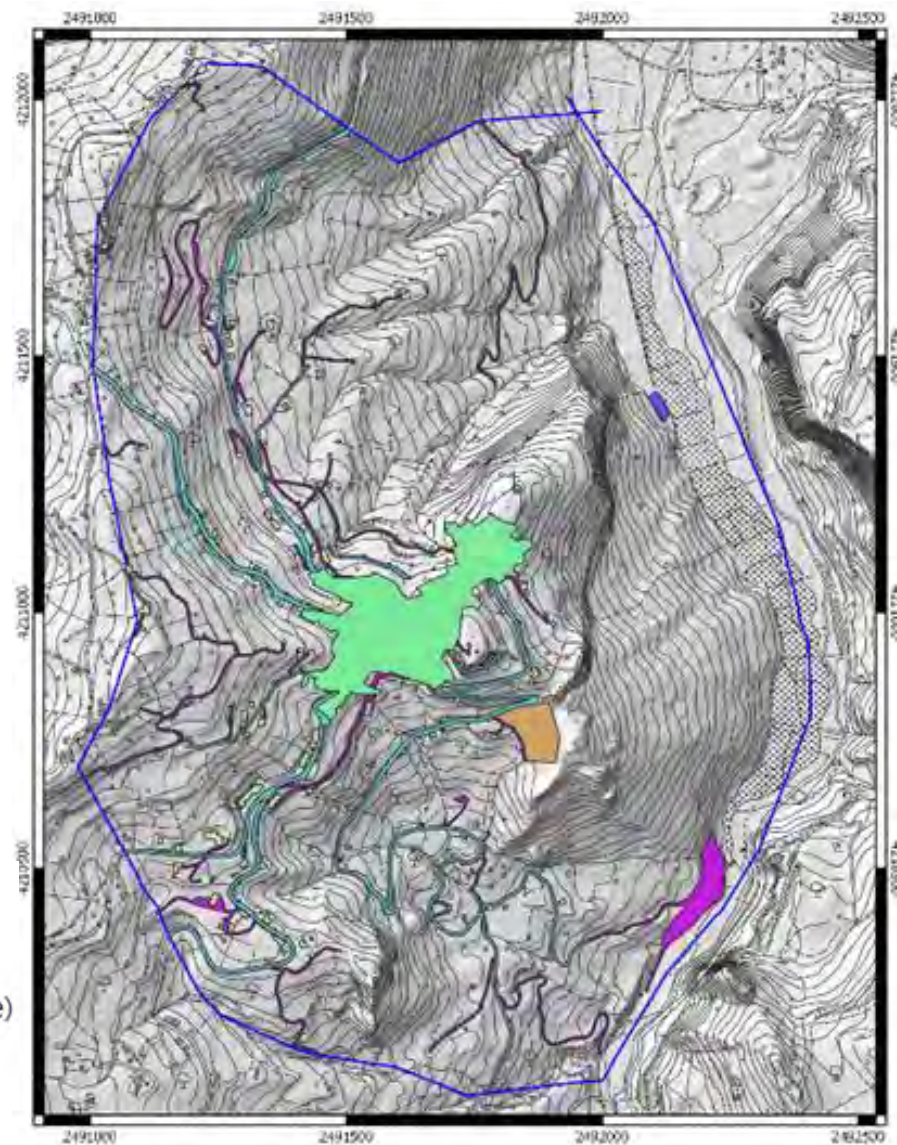




# Valutazione delle condizioni di vulnerabilità

				Edifici		Strutture		Strade	
				ED	ER	CV	C	VS	VI
<b>Intensità</b>	Lieve	13	Crolli	E	E	E	E	E	E
		12	Colate di detrito	E	E	E	E	F	F
		11	Scorrimenti s.l.	E	E	E	E	F	S
	Moderata	23	Crolli	F	F	F	F	F	F
		22	Colate di detrito	F	F	F	F	F	F
		21	Scorrimenti s.l.	F	F	F	F	S	S
	Elevata	33	Crolli	S	S	S	S	S	S
		32	Colate di detrito	S	S	S	S	S	S
		31	Scorrimenti s.l.	S	S	S	S	S	S
	Molto elevata	43	Crolli	S	S	S	S	S	S
		42	Colate di detrito	S	S	S	S	S	S
		41	Scorrimenti s.l.	S	S	S	S	S	S

- C (Cimiteri)
- CV (Cave e discariche)
- ED (Centri abitati ad alta densità abitativa)
- ER (Centri abitati a bassa densità abitativa e case sparse)
- VI (Strade secondarie di tipo provinciali e comunali)
- VS (Strade secondarie vicinali e interpoderali)



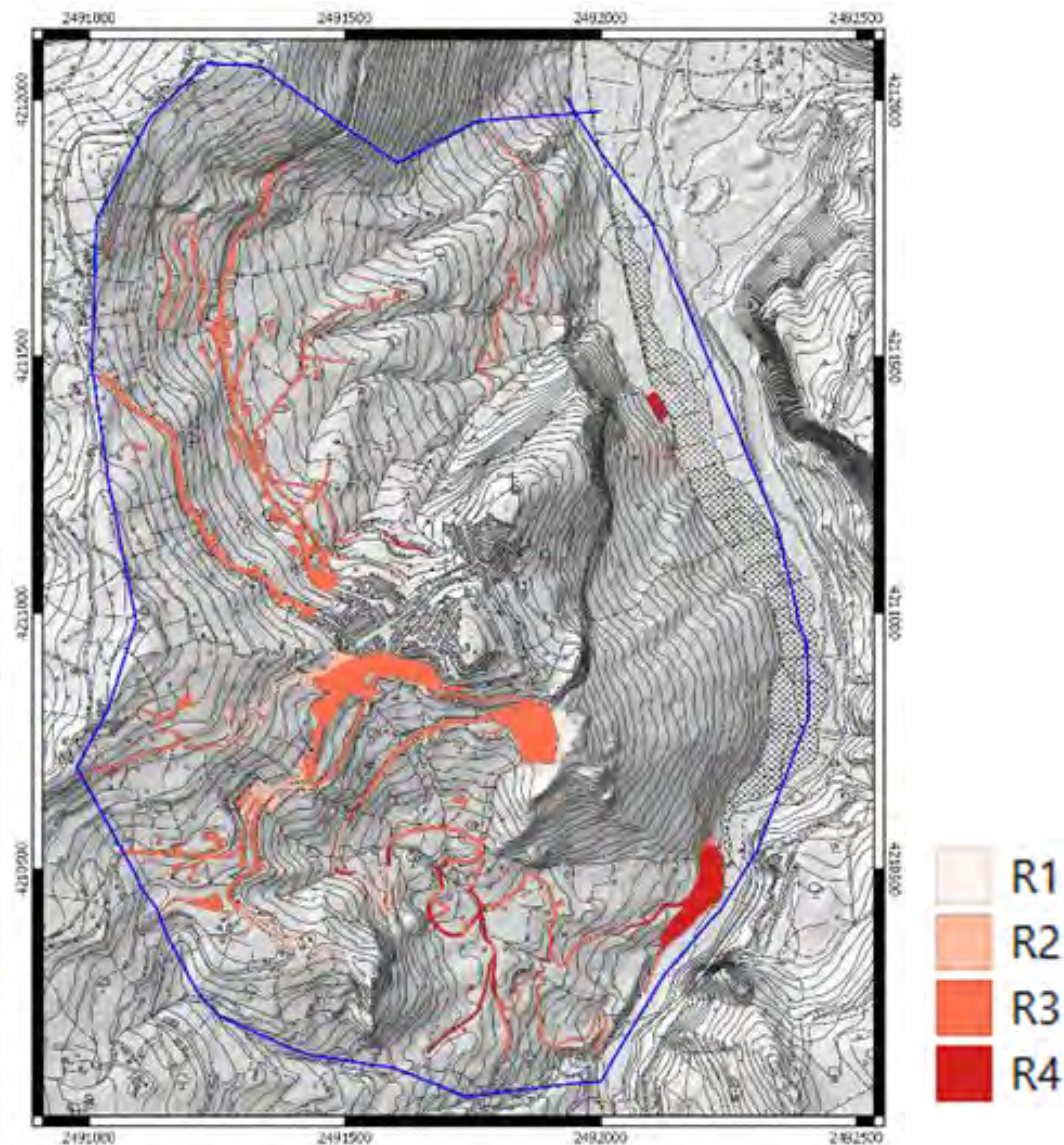


# Valutazione delle condizioni di rischio specifico e totale

	Vulnerabilità - Danno Atteso		
	Estetico E	Funzionale F	Strutturale S
111 / 112 / 113	E111 / E112 / E113	F111 / F112 / F113	S111 / S112 / S113
121 / 122 / 123	E121 / E122 / E123	F121 / F122 / F123	S121 / S122 / S123
131 / 132 / 133	E131 / E132 / E133	F131 / F132 / F133	S131 / S132 / S133
141 / 142 / 143	E141 / E142 / E143	F141 / F142 / F143	S141 / S142 / S143
211 / 212 / 213	E211 / E212 / E213	F211 / F212 / F213	S211 / S212 / S213
221 / 222 / 223	E221 / E222 / E223	F221 / F222 / F223	S221 / S222 / S223
231 / 232 / 233	E231 / E232 / E233	F231 / F232 / F233	S231 / S232 / S233
241 / 242 / 243	E241 / E242 / E243	F241 / F242 / F243	S241 / S242 / S243
311 / 312 / 313	E311 / E312 / E313	F311 / F312 / F313	S311 / S312 / S313
321 / 322 / 323	E321 / E322 / E323	F321 / F322 / F323	S321 / S322 / S323
331 / 332 / 333	E331 / E332 / E333	F331 / F332 / F333	S331 / S332 / S333
341 / 342 / 343	E341 / E342 / E343	F341 / F342 / F343	S341 / S342 / S343
411 / 412 / 413	E411 / E412 / E413	F411 / F412 / F413	S411 / S412 / S413
421 / 422 / 423	E421 / E422 / E423	F421 / F422 / F423	S421 / S422 / S423
431 / 432 / 433	E431 / E432 / E433	F431 / F432 / F433	S431 / S432 / S433
441 / 442 / 443	E441 / E442 / E443	F441 / F442 / F443	S441 / S442 / S443

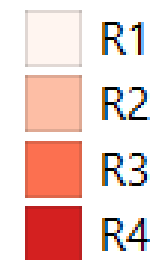
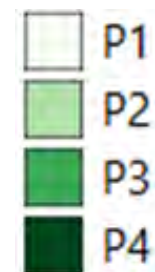
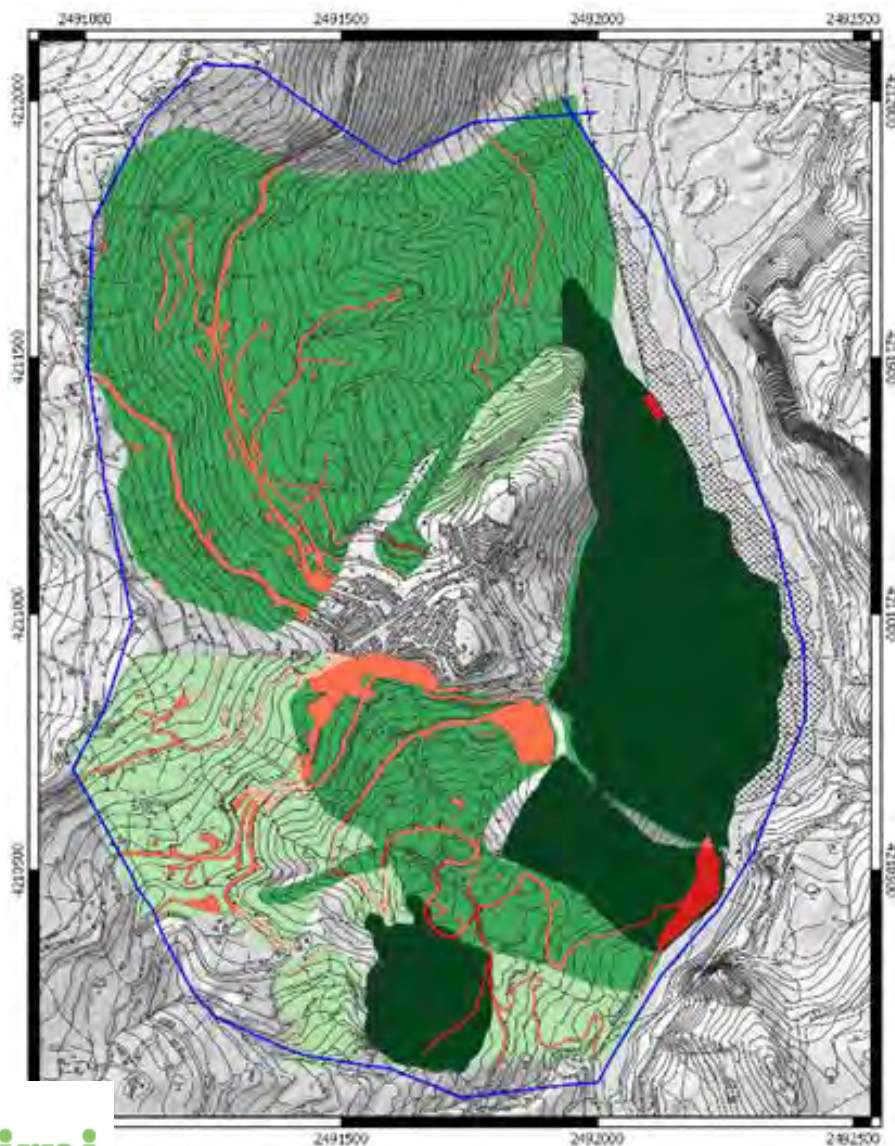
Classe	Livello di Rischio	Strutture e infrastrutture
R1	Moderato	Danni estetici (minori) agli edifici e alle infrastrutture.
R2	Medio	Danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture
R3	Elevato	Danni funzionali e strutturali agli edifici, alle infrastrutture
R4	Molto elevato	Danni funzionali e strutturali agli edifici, alle infrastrutture

	LENTE			RAPIDE			VELOCI		
	E	F	S	E	F	S	E	F	S
R1	E111	F111	S111	E112	F112		E113		
R2		F121	S121		F122			F123	
R3			S131			S132			S133
R4			S141			S142			S143
	E211	F211	S211	E212	F212		E213		
		F221	S221		F222			F223	
			S231			S232			S233
			S241			S242			S243
	E311	F311	S311	E312	F312		E313		
		F321	S321		F322			F323	
			S331			S332			S333
			S341			S342			S343
	E411	F411	S411	E412	F412		E413		
		F421	S421		F422			F423	
			S431			S432			S433
			S441			S442			S443





## Confronto delle condizioni di pericolosità e di rischio





## Scenari, pericolosità e rischio da frana

- La metodologia per la definizione della pericolosità e del rischio da frana è empirica, ma risulta **affidabile ed economica**.
- La pericolosità ed il rischio da frana sono definiti a **scala di dettaglio**, utilizzando un approccio geomorfologico che permette di attribuire un indice di rischio specifico a ciascuna classe di elemento a rischio.
- La pericolosità ed il rischio sono espressi da **indici “posizionali”** che permettono di risalire ai parametri utilizzati per la loro stima.
- La procedura, attraverso opportune regole, consente anche la stima del Rischio Totale.