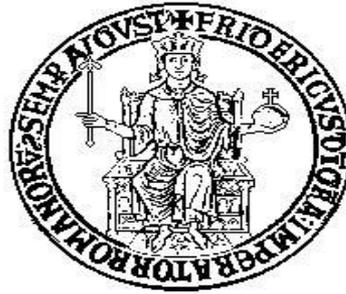


Scuola Politecnica e delle Scienze di Base  
Università degli Studi di Napoli Federico II



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e  
Ambientale

Tesi di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

**PERICOLOSITA', RISCHIO IDROGEOLOGICO E PIANO DI PROTEZIONE CIVILE  
DEL TERRITORIO COMUNALE DI CAVA DE' TIRRENI (SA)**

Relatore:  
Prof. Geol. Paolo Budetta

Candidato :  
Alfonso Del Buono  
Matricola : N49/477

Anno accademico -2018/2019-

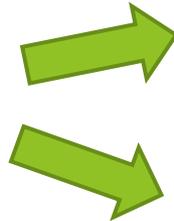
# INTRODUZIONE

Il Dissesto idrogeologico rappresenta un problema estremamente diffuso sul territorio nazionale

- Frane
- Alluvioni



CAUSE:



Territorio geologicamente giovane e in fase di assestamento

Azione antropica

## Eventi storici “catastrofici” :

- Firenze,1966
- Sarno,1998
- Messina,2009



CONSEGUENZE:



Progetto IFFI: Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia

PEC: Piani di Emergenza Comunali della protezione civile

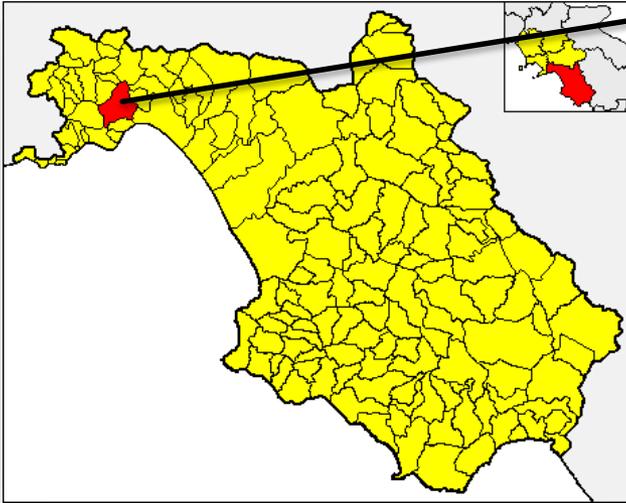
La presente tesi, pertanto, ha lo scopo di analizzare le condizioni di **rischio idrogeologico** del territorio di Cava dei Tirreni alla luce dell'assetto geolitologico e geomorfologico dell'area e discutere **il Piano di Protezione civile comunale**.

Essa si articola in cinque capitoli:

- Inquadramento territoriale ed infrastrutturale del Comune capoluogo e delle frazioni;
- Assetto geologico e morfologico del territorio;
- Fenomeni franosi più frequenti e relative condizioni di pericolosità e rischio;
- Piano di protezione civile (con i relativi scenari tipici di situazioni di emergenza), linee-guida e modalità di intervento in situazioni di crisi;
- Modalità di mitigazione del rischio e possibili interventi di riassetto idrogeologico.

# Inquadramento Territoriale

## Comune di Cava dè Tirreni



- Si estende in direzione Nord-Sud;
- Situato nella parte settentrionale provincia di Salerno;
- Superficie : 37 km<sup>2</sup>;
- Popolazione residente: 53885;

### Frazioni

fraz. Alessia, fraz. Annunziata, Fraz. Casaburi – Rotolo, Fraz. Castagneto, Fraz. Corpo di cava, Fraz. Dupino, Fraz. Pregiato.

### Comuni confinanti

Nord: Comune di Nocera Superiore, a Sud : Comuni di Vietri sul Mare e Maiori, Ovest : Comune di Tramonti, ad Est : Salerno

Il tessuto urbano è costituito da:

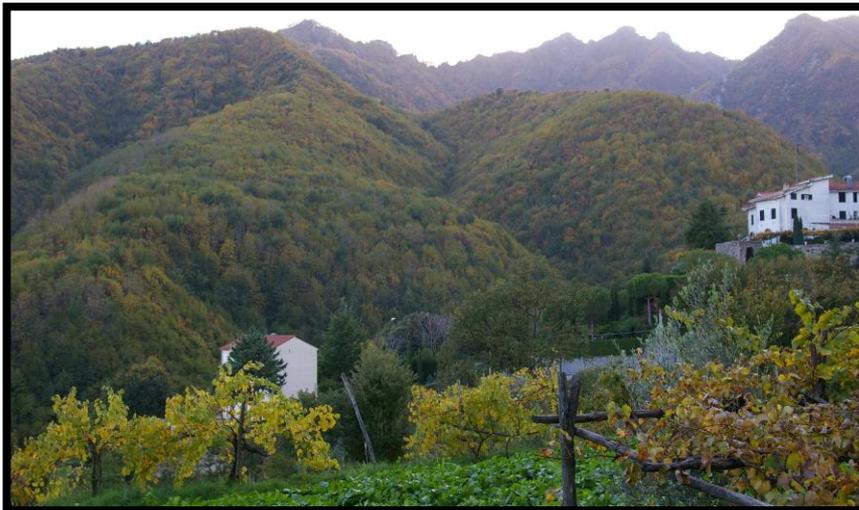


- Centro
- Frazioni

Il territorio si presenta come una vallata posta tra due complessi montuosi, i quali danno vita al complesso montuoso della penisola sorrentina;



**Versante orientale Panoramica Monte Picentini**



**Versante occidentale Panoramica dei Monti Lattari**

Posizione geografica 

- ruolo di cerniera tra l'Agro Nocerino-Sarnese e la Penisola Sorrentino-Amalfitana;
- Per anni è stata l'unica via di comunicazione tra Nord e Sud sul Tirreno;

La principale arteria stradale che attraversa il territorio cavese è la **ex Strada Statale n° 18 "Tirrena Inferiore"**, con una serie di diramazioni secondarie (Via XXV Luglio, Corso Principe Amedeo, Via E.De Marinis).



la ex Strada Statale n° 18 "Tirrena Inferiore"

Il territorio è altresì interessato da:

- Autostrada A3, Napoli - Salerno
- Linea ferroviaria

# Assetto Geomorfologico

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. These shapes are primarily located on the right side of the frame, creating a dynamic, layered effect. The text is centered on a white background.

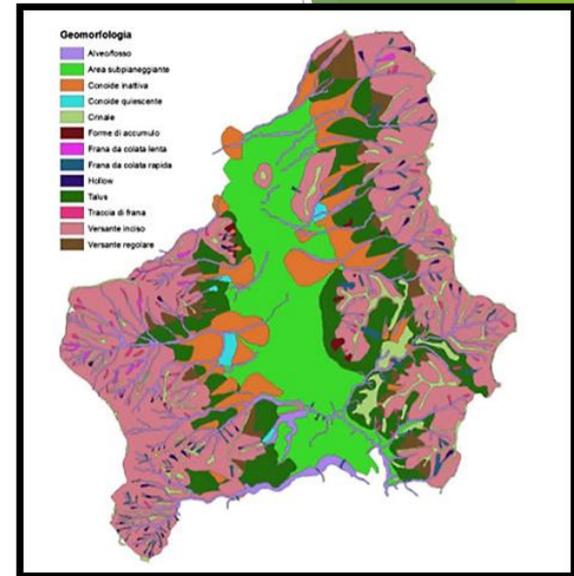
## Assetto geologico e geomorfologico: primo «passo» per la ricostruzione delle condizioni di stabilità dei versanti.

I rilievi montuosi appartengono al settore campano della catena appenninica, costituita da una potente successione di rocce sedimentarie (in prevalenza dolomie e calcari)



**Panoramica del Monte Finestra**

Risultante di una serie di azioni: compressioni e basculamenti i quali hanno generato la vallata...



**Carta Geomorfologica**

- **COMPLESSO CARBONATICO:** ed è rappresentato da dolomie grigie e calcari dolomitici;
- **COMPLESSO DELLE PIROCLASTITI:** affiora a quote topografiche minori, ed è formato da piroclastiti brune incoerenti;
- **COMPLESSO ALLUVIONALE:** è costituito in prevalenza da ghiaie e sabbia;

## Reticolo idrografico e assetto morfologico

Sotto il profilo morfologico il paesaggio può essere suddiviso in tre principali unità :

- Unità dei versanti montuosi (con relativi hollows)
- Unità pedomontane (talus, e depositi di conoide )
- Unità di fondovalle (area sul quale si sviluppa il tessuto urbano della città)



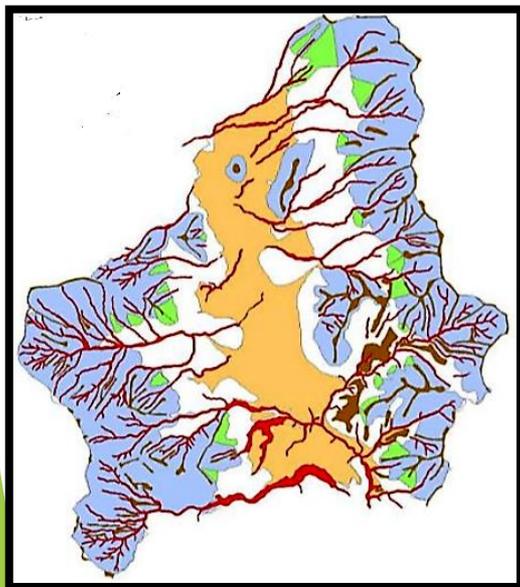
**Talus Fraz. Passiano**



- Formatisi a seguito dell'erosione dei versanti
- Ripiani e Terrazzamenti artificiali delimitano l'area
- Ricoperti da depositi piroclastici provenienti dall'area del vesuvio



- **spesso causa di frane per colate rapide**

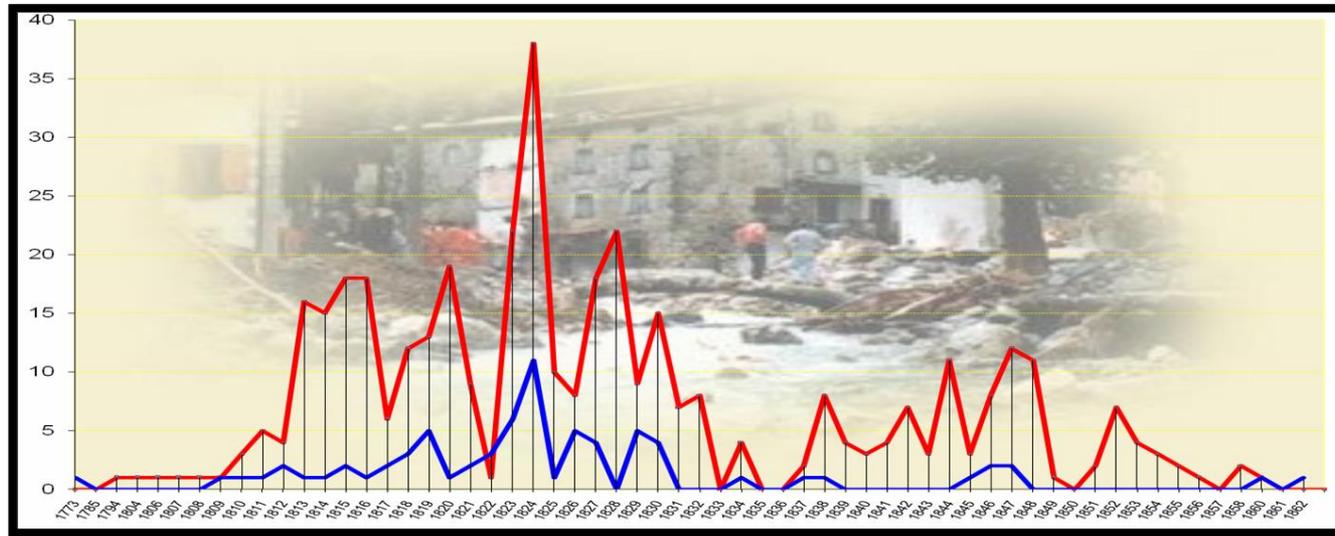


### Morfologia

- Alvei/fossi
- Area sub-pianeggiante
- Crinali
- Versante regolare
- Versante inciso
- Confine comunale

# Condizioni di stabilità del territorio

Il territorio comunale, è stato da sempre interessato da fenomeni franosi ed alluvionali che hanno causato sovente notevoli danni e vittime.



— Frane

— Alluvioni e allagamenti

**grafico relativo agli eventi alluvionali  
franosi censiti nel periodo a cavallo del 18° e 19° secolo**

Area storicamente vulnerata e nella quale, a causa dell'elevato carico antropico, si manifestano situazioni di elevato rischio riconducibili essenzialmente a:



**eventi franosi**

## Frane: generalità

“movimento di roccia, detrito e/o terra lungo un versante, sotto l’influenza della gravità” (Varnes 1978)

### Fattori e cause dei movimenti franosi

Le cause dei movimenti franosi possono essere distinte:



#### cause strutturali o predisponenti

- fattori geologici
- fattori morfologici
- fattori idrogeologici

#### occasionalni o determinanti

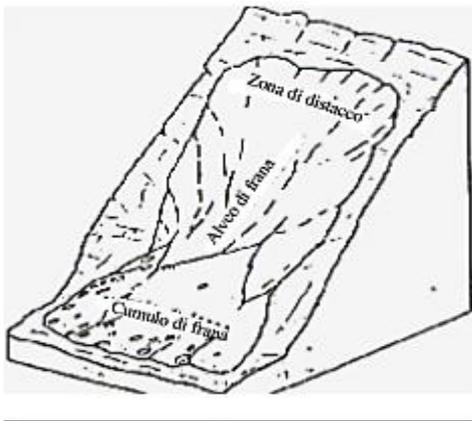
- fattori climatici
- fattori vegetazionali
- fattori antropici
- eventi sismici o vulcanici

## Nomenclatura di un movimento franoso

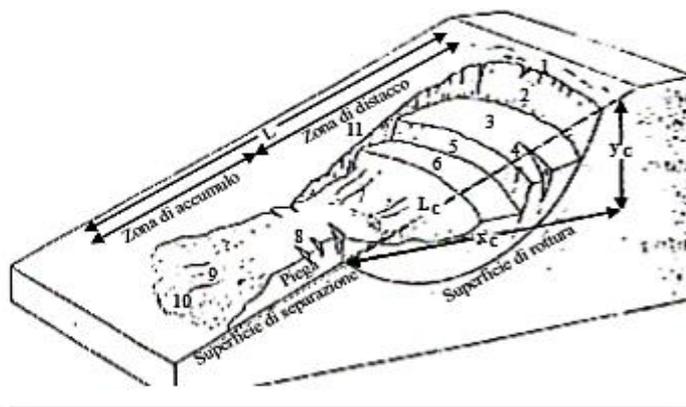
- la nicchia di distacco, che è la zona superiore della frana, con una caratteristica forma " a cucchiaio "
- l'alveo di frana, che è la porzione intermedia,
- il cumulo di frana, che è la parte terminale della frana, di forma convessa.

-figura a-

- il coronamento
- zona di distacco
- zona di accumulo



-figura a-

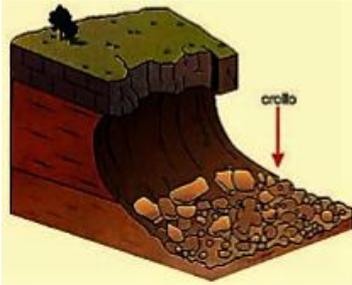


-figura b-

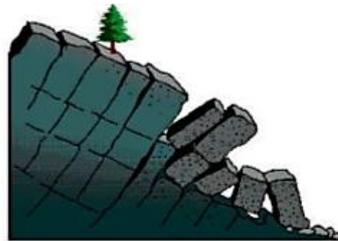
Le frane possono essere caratterizzati da diverse forme della superficie di scorrimento e da diversi meccanismi di rottura.

## Classificazione dei movimenti franosi,( Varnes 1978 )

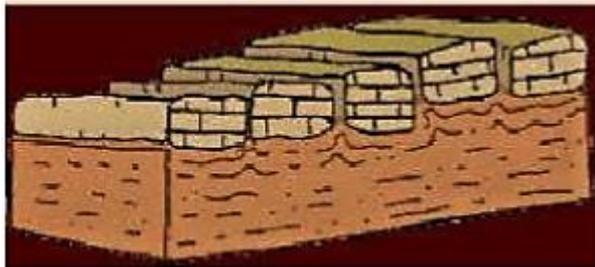
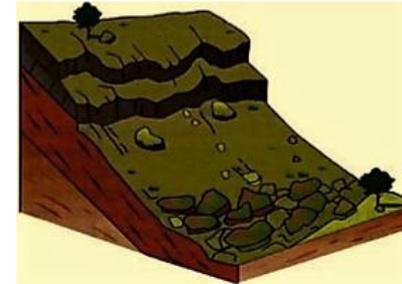
### 1. FRANE PER CROLLO



### 2. FRANE PER RIBALTAMENTO



### 3. FRANE PER SCIVOLAMENTO



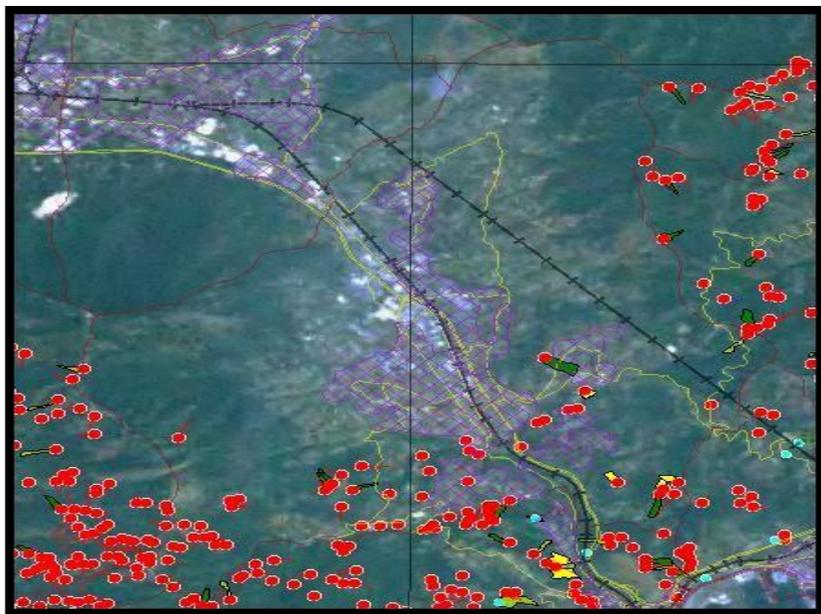
### 4. FRANE PER ESPANSIONE LATERALE



### 5. FRANE PER COLAMENTO

## LE TIPOLOGIE FRANOSE SUL TERRITORIO

Il territorio è stato da sempre soggetto a problematiche di carattere idrogeologico in particolare frane per colate

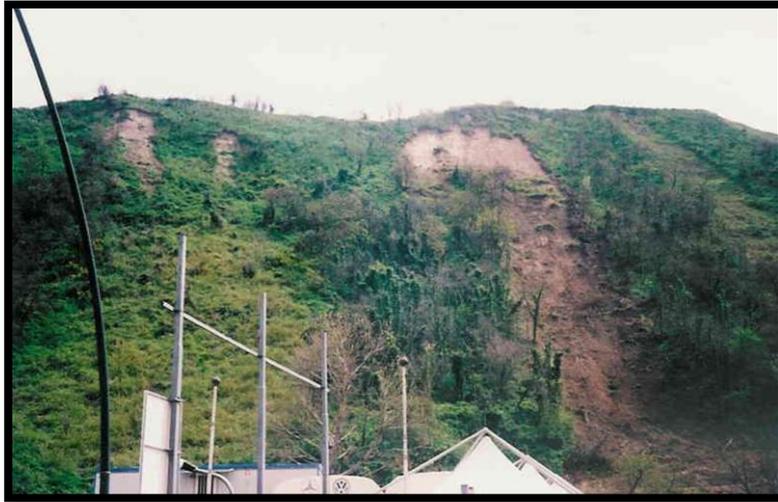


-frane censite sul territorio cavese-

DATA	LOCALITA'
18 febbraio 1963	Rotolo, lungo l'autostrada Napoli-Salerno
22 febbraio 1963	Cesinola
27 febbraio 1963	imprecisata
9 aprile 1978	Corpo di Cava e lungo SS. 18
15 novembre 1980	Sant'Anna, Santa Lucia, Castagneto, Badia
8 dicembre 1993	Rotolo, lungo la strada per Sparani

**Date e luogo dei fenomeni più importanti verificatisi.**

I fenomeni franosi più frequenti sono riconducibili a:  
**colata rapida di fango e crolli in roccia**

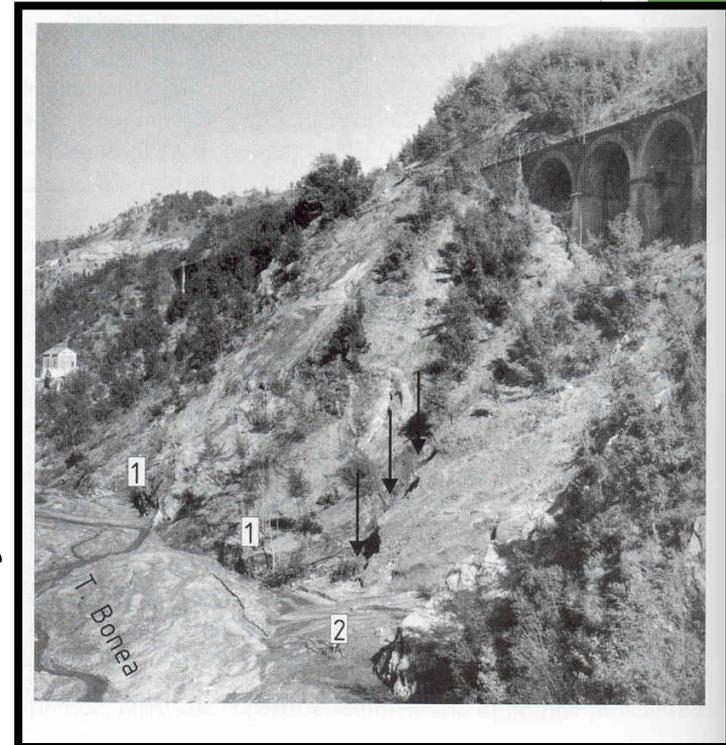


-Colata di fango in località San Liberatore-



Fig. 2 : Particolare della zona di distacco: 1) suolo; 2) materiale piroclastico argilloso-limoso pedogenizzato 3) materiale piroclastico argilloso pedogenizzato.

### Stratigrafia nell'area di nicchia



-Colate multiple lungo il corso del T. Bonea (1954)-



-Aree interessate da colate di fango in occasione dell'alluvione del 1954)-

## CARATTERISTICHE DELLE COLATE



fenomeni improvvisi



elevate velocità



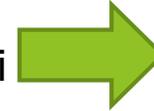
Aumento di volume

La massa instabile



fluido ad alta viscosità

Granulometria delle coltri



Limi sabbiosi e sabbie (origine piroclastica)



**Elevato potere distruttivo**

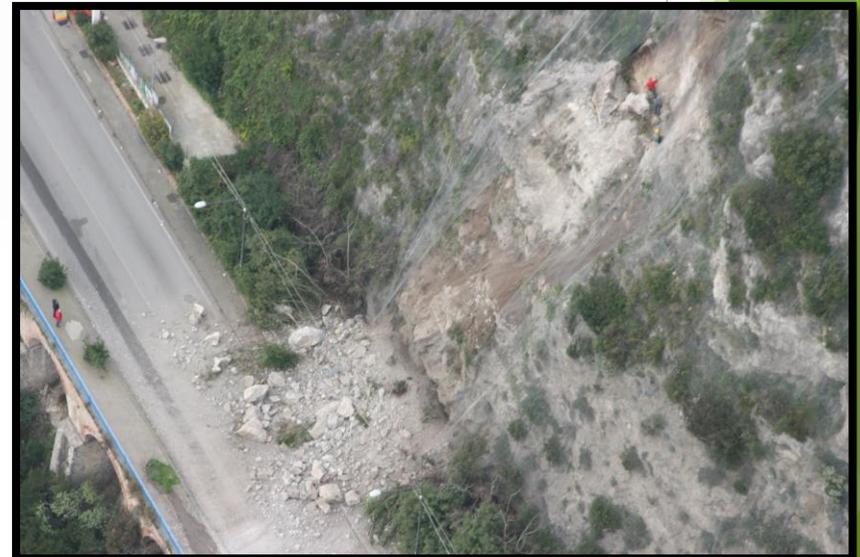
Il substrato lapideo si caratterizza per la presenza di pareti e scarpate subverticali, intensamente fratturate; queste possono dare origine a **frane da crollo** con volumi di ridotte dimensioni ma altamente rischiose per la viabilità e la vita umana.



**-Ubicazione di crolli singoli (strada statale n.18)-**



**-Frana da crollo lungo la strada statale n.18-**



**-Cumulo di frana che ha raggiunto la sede stradale-**

## CARATTERISTICHE DEI CROLLI



Distacchi improvvisi



Volumi variabili



Fenomeni di caduta libera e rimbalzi



**Elevate distanze di proiezione dei massi con coinvolgimento di strutture ed infrastrutture di trasporto al piede delle pareti.**

## ZONE PARTICOLARMENTE VULNERABILI

### Infrastrutture di trasporto



Ferrovia

Autostrada

Strada statale

**Punti critici** particolari, sono le **frazioni** di :  
**Alessia, Passiano e San Martino...**



In passato, già interessate da eventi di colata rapida.  
Oggi, presentano ancora situazioni di rischio dovute a  
fattori predisponenti:

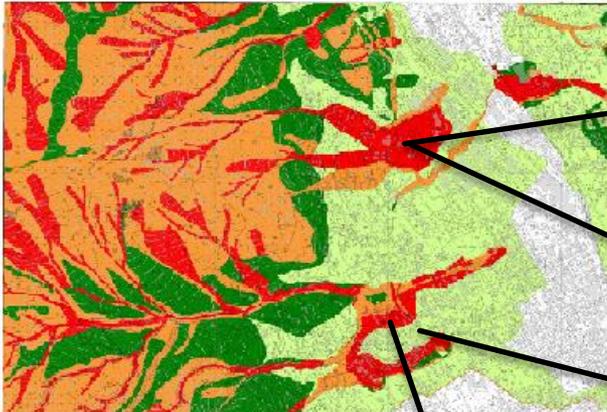


Coperture detritico- piroclastiche  
con elevati spessori

Scarsa manutenzione

In prossimità dei **centri abitati** la  
situazione è aggravata dall'**intensa**  
**urbanizzazione**

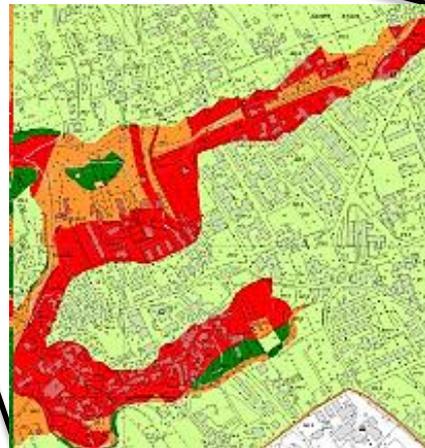
Il **rischio** è il valore delle perdite di vite umane, dei feriti, dei danni a proprietà e alle attività economiche dovute al verificarsi dell'evento atteso.



**-Carta del rischio frana-**



**-Fraz. San martino-**

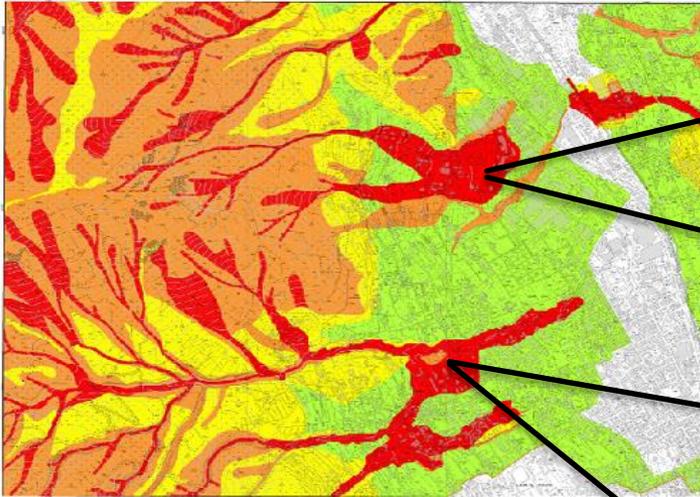


**-Fraz. Passiano-**

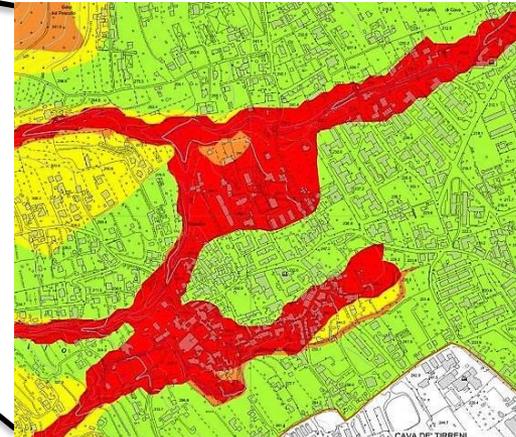
**LEGENDA**

-  R4 - Rischio molto elevato
-  R3 - Rischio elevato
-  R2 - Rischio medio
-  R1 - Rischio moderato
-  Limite di bacino

**La pericolosità** è una caratteristica intrinseca del territorio che è stata perimetrata dalle due ex Autorità di Bacino competenti (Sarno e Destra Sele)



**Fraz. San martino**



**Fraz. Passiano**

## Carta della pericolosità frane

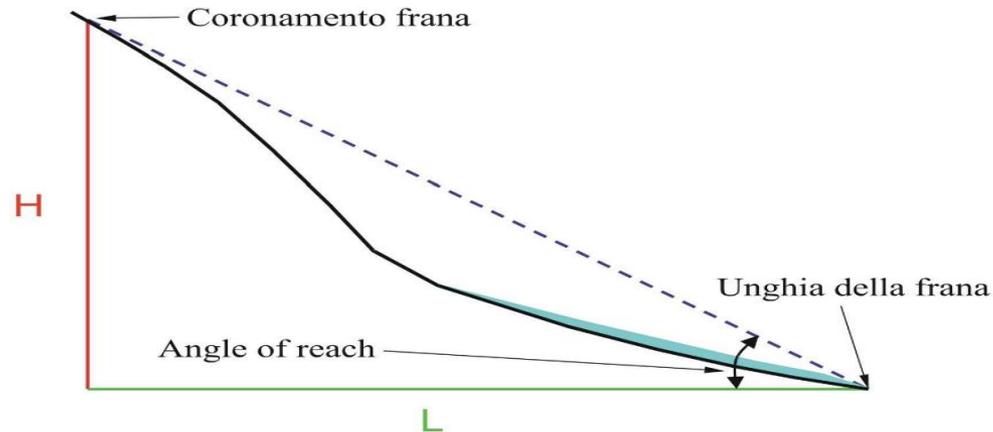
### LEGENDA

	P4 - Pericolosità molto elevata
	P3 - Pericolosità elevata
	P2 - Pericolosità moderata
	P1 - Pericolosità bassa
	Area declassata per interventi di sistemazione idrogeologica
	Area di cava
	Limite di bacino

Le frazioni di **Passiano e San Martino** si caratterizzano per una pericolosità di categoria **P3 e P4**

## LA VALUTAZIONE DELL'AREA DI INVASIONE POTENZIALE

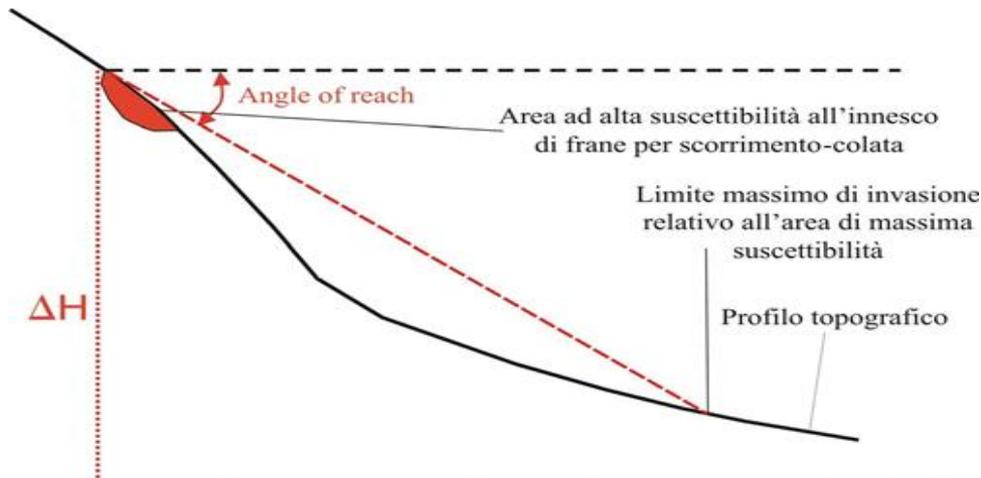
Per la delimitazione delle aree potenzialmente esposte all'invasione da colate rapide di fango è spesso utilizzato l'approccio empirico dell'**angolo di reach**



**-schema grafico dell'angolo di reach-**

Il valore di tale angolo - che corrisponde all' $\arctg H/L$  (dove  $H$  è il dislivello massimo della frana ed  $L$  è la massima distanza percorsa in pianta dalla stessa) - oscilla fra  $12^\circ$  e  $30^\circ$ -

Per la valutazione, su base geomorfologica, della **distanza massima percorsa da eventi probabili**, vengono scelti diversi punti potenziali di distacco collocati nelle zone a più elevata pendenza

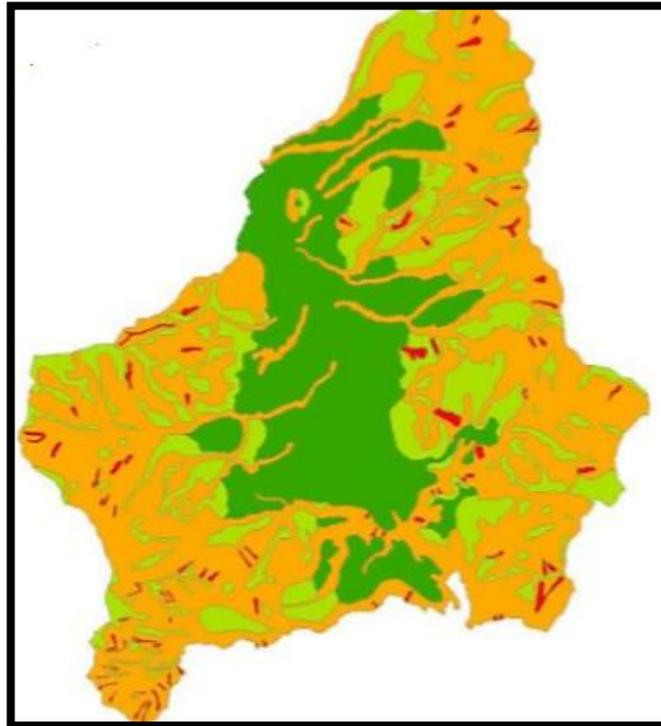


**-Procedimento grafico adottato per la delimitazione del limite massimo di invasione da frana per colata-**

Quanto sopra consente di delimitare aree caratterizzate da differenti condizioni di stabilità e classi di suscettibilità all'invasione

**Stabilità dei versanti**

- Stabilità
- Bassa instabilità potenziale
- Alta instabilità potenziale
- Instabilità



**-Carta della stabilità dei versanti-**

# PIANO DI EMERGENZA COMUNALE

## DI COSA SI TRATTA?



strumento che deve definire le attività e le procedure da adottare per fronteggiare un evento calamitoso atteso e/o in atto nel territorio comunale



garantire una risposta efficiente ed efficace mediante l'impiego delle risorse disponibili per organizzare i primi interventi

## OBIETTIVO



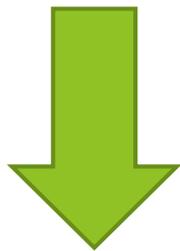
Prevenire, Risolvere e Superare situazioni di emergenza

## STRUTTURA DEL PIANO



### **PARTE GENERALE**

- Dati di base territoriali
- Individuate aree di emergenza



### **I LINEAMENTI DELLA PIANIFICAZIONE**

- fissa obiettivi da conseguire
- individuate componenti e strutture operative



### **MODELLO DI INTERVENTO**

- fissa le procedure organizzative;

# ANALISI DEI RISCHI <sup>obiettivo</sup> elaborazione di scenari

Principali rischi presi in considerazione:

 Rischio idraulico;

 Rischio idrogeologico (frane);

**P = Pericolosità**  **CAUSA**      **R= Rischio**  **EFFETTO**

probabilità che un evento calamitoso accada in una data area e in un intervallo di tempo definito

la misura del danno che l'evento calamitoso può generare, le sue possibili conseguenze, il danno che ci si può attendere e gli effetti provocati

$$\mathbf{R = P \times V \times E}$$

**V = Vulnerabilità:** è la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza di un evento di una certa intensità ovvero il grado di danneggiamento e/o perdita di un elemento a rischio.

**E = Esposizione:** è il numero degli elementi a rischio presenti in una data area, come le vite umane o gli insediamenti, i beni, le attività economiche, i servizi pubblici e i beni ambientali presenti sul territorio.

Il Piano, una volta determinato il rischio per le varie categorie, elabora gli scenari di riferimento.

Nelle aree a rischio elevato R3 e molto elevato R4 ricadono numerosi edifici residenziali e strategici (Ospedale, Scuole, Teatri, luoghi di aggregazione, ecc.).



RESIDENTI PER ZONE			
Frazioni/Località	Persone	Disabili	Attività commerciali
Passiano	119	3	4
S. Lucia (via P. Lamberti – via Zarrella)	213	-	-
Loc. S. Vito/ Gescal	194	-	-
Loc. S. Martino	34	-	-
Loc. Tengana – Tolomei -Maddalena	40	-	-
Zona industriale – loc. S. Stefano	86	1	-
Loc. Pietrasanta – via Benedetto Bonazzi	60	4	1
S. Anna	81	-	-
SS. Quaranti	85	-	1
S. Giuseppe al Pozzo – loc. Casa Milite	80	-	5

**Il censimento rileva la presenza di circa 900 persone residenti in aree a rischio**

# SISTEMA DI ALLERTAMENTO PER IL RISCHIO FRANE

Nel sistema di allertamento si definiscono i diversi livelli di criticità divisi in:



Ordinaria



moderata



Elevata

Ad essi sono associati:

scenari di evento: stabiliti in base alla previsione degli eventi meteorologici attesi

scenari di rischio stabiliti: stabiliti in base alla possibilità che le soglie pluviometriche vengano superate

Codice colore	Criticità	Fenomeni meteorici	Scenario d'evento	Effetti e danni
Verde	Assente o poco probabile	Assenti o localizzati	Assenza o bassa probabilità di fenomeni significativi prevedibili (non si escludono fenomeni imprevedibili come la caduta massi).	Danni puntuali e localizzati.
Giallo	Ordinaria	GEO	Possibili locali fenomeni di erosione, frane superficiali, colate rapide detritiche o di fango. Possibili cadute massi.	Localizzati danni ad infrastrutture, edifici e attività antropiche interessate da frane, da colate rapide o dallo scorrimento superficiale delle acque. Localizzati allagamenti di locali interrati e lacerità di quelli posti a pian terreno prospicienti a vie potenzialmente interessate da deflussi idrici. Localizzate e temporanee interruzioni della viabilità in prossimità di piccoli impervi, canali, zone depresse (sottopassi, tunnel, avvallamenti stradali, ecc.) e a valle di porzioni di versante interessate da fenomeni franosi.
		Localizzati ed estesi	Possibili locali fenomeni di trasporto di materiale legato ad intenso ruscellamento superficiale. Localizzati fenomeni di alluvionamento nei tratti montani dei bacini a regime torrentizio.	Localizzati danni alle coperture e alle strutture provvisorie con trasporto di tegole a causa di forti raffiche di vento o possibili rotture d'aria. Rottura di tetti, caduta di alberi e addebitamento di fango, segnaletica o impalcature con conseguenti effetti sulla viabilità e sulle reti serie di comunicazione e di distribuzione servizi. Danni alle colture agricole, alle coperture di edifici e agli arnesi e a cause di grandine. Localizzate interruzioni dei servizi, intacco di intonaci e lesioni da fuoriusciture. Occasionale ferimento di persone e perdita incidentali di vite umane.
		Diffusi, non intensi, anche persistenti	GEO IDRO	Occasionali fenomeni franosi legati a condizioni sinergiche particolarmente fragili. Condizioni di rischio residuo per saturazione dei suoli, anche in assenza di forzante meteorico. Incremento dei livelli dei corsi d'acqua generalmente contenuti all'interno dell'alveo. Condizioni di rischio residuo per il transito dei deflussi anche in assenza di forzante meteorico.
Arancione	Moderata	Diffusi, intensi persistenti	Diffuse attivazioni di frane superficiali e di colate rapide detritiche o di fango. Possibilità di attivazione/attivazione/accelerazione di fenomeni di instabilità anche profonda di versante, in contesti geologici particolarmente critici. Possibili cadute massi in più punti del territorio.	Ulteriori effetti e danni rispetto allo scenario di codice giallo: Diffusi danni ed allagamenti a singoli edifici o piccoli centri abitati, reti infrastrutturali e attività antropiche interessate da frane o da colate rapide. Diffusi danni alle opere di contenimento, regimazione ed attraversamento dei corsi d'acqua, alle attività agricole, ai cantieri, agli insediamenti artigianali, industriali e abitativi situati in aree inondabili.
Rosso	Elevata	GEO	Numerosi ed estesi fenomeni di frane superficiali e di colate rapide detritiche o di fango. Possibilità di attivazione/attivazione/accelerazione di fenomeni di instabilità anche profonda di versante, anche di grande estensione.	Diffuse interruzioni della viabilità in prossimità di impervi e a valle di frane e colate detritiche o in zone depresse in prossimità del reticolo idrografico. Pericolo per la pubblica incolumità/possibilità perdite di vite umane.
		Diffusi, molto intensi	IDRO	Intenso ed esteso alluvionamento con coinvolgimento di aree anche distanti dai corsi d'acqua. Possibili fenomeni di trascinamento, sbriciamento o rottura delle opere arginali, sommo delle opere di attraversamento, nonché salti di meandro.

ORDINARIA

MODERATA

ELEVATA

Il Comune di Cava dei Tirreni rientra nella **ZONA DI ALLERTA 3**  
(*Penisola sorrentino-amalfitana, Monti di Sarno e Monti Picentini*)  
ed è a **RISCHIO COLATE DI FANGO**

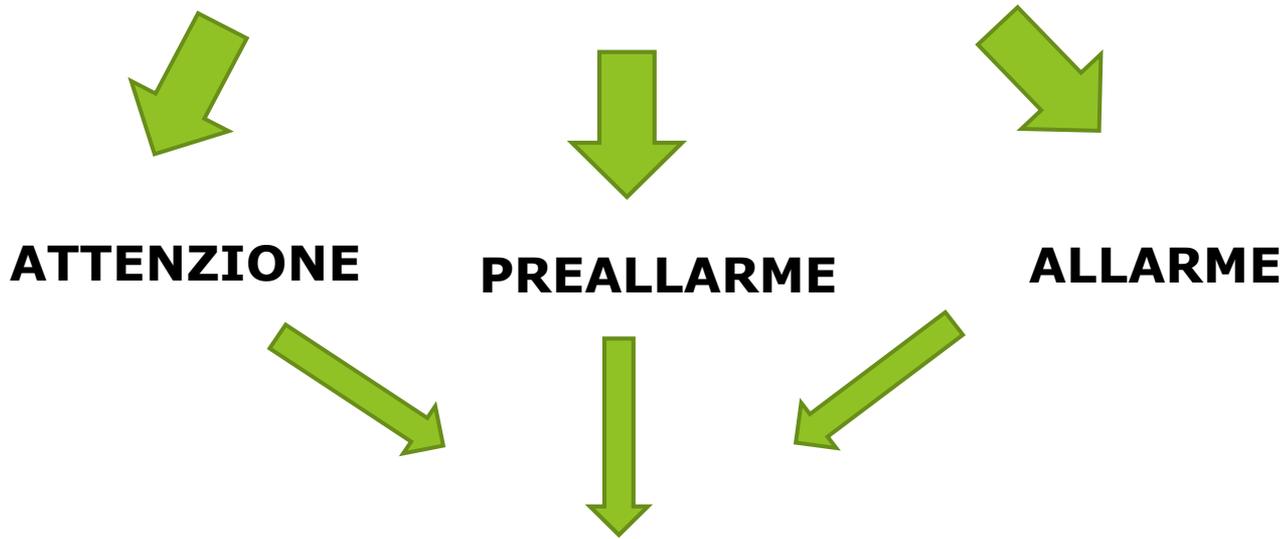
**ZONA DI ALLERTA 3 - Penisola sorrentino- amalfitana, Monti di Sarno e Monti Picentini**

Regioni interessate:	Campania
Province interessate:	Napoli, Avellino, Salerno
Superficie:	1619 km <sup>2</sup>
Bacini idrografici principali:	bacini costieri, Sarno, Sabato, Irno
Altimetria e morfologia:	rilievi costieri fino a 1000 m
Pluviometria:	area pluviometrica omogenea principale VAPI A2 precipitazione media annua 1500 mm
Principali scenari di rischio:	debris flow, colate fango, alluvioni in bacini montani



Gli scenari prevalenti di rischio per eventi idrogeologici sono riconducibili soprattutto alle colate rapide di fango

Il Modello di Intervento, si attua attraverso tre stati di allerta (per il rischio colate rapide di fango)



Vengono attivati al superamento del corrispondente valore-soglia delle precipitazioni

STAZIONE PLUVIOMETRICA	ATTENZIONE					PREALLARME					ALLARME					
	Classe I		Classe VI			Classe I		Classe VI			Classe I			Classe VI		
	3h	6h	24h	48h	72h	3h	6h	24h	48h	72h	1h	3h	6h	24h	48h	72h
Cava de i Tirreni	49	63	105	135	156	65	84	139	180	208	52	78	100	166	214	248

# MISURE DI MITIGAZIONE

## Interventi per la mitigazione della pericolosità e del rischio da frana



### MISURE STRUTTURALI



**Di tipo Estensivo (m.s.e.)**

**Di tipo Intensivo (m.s.i)**



Da preferire laddove le condizioni di rischio siano riferite a: pareti verticali soggette a crolli, frane attive o quiescenti

### MISURE NON STRUTTURALI



integrazione e/o completamento di quelle esistenti.



Da preferire laddove i livelli di pericolosità e rischio sono diversificati

- Misure strutturali di tipo estensivo (MSE)



**mse.1.** opere idraulico-forestali



**mse.2.** riforestazione e miglioramento dell'uso agricolo del suolo, ai fini di difesa idrogeologica;

**finalizzati: a migliorare l'assetto idrogeologico e a prevenire fenomeni di dissesto di versante.**

- Misure strutturali di tipo intensivo (MSI)



**msi.1.** Opere con funzione di controllo e contenimento dei fenomeni di dissesto diversificate in funzione delle tipologie dei dissesti

Per **frane superficiali** (colate): canalette inerbite, palizzate, drenaggi superficiali e sotterranei (trincee), muri, gabbionate, rimboscimento.



**Tipologia di intervento di sistemazione idraulica: trincea drenante**



**Tipologia di intervento di sistemazione idraulica: gabbionata**

Per **frane profonde** (scorrimenti): palificate (micropali o pali), ancoraggi e tirantature risagomature del versante, muri, gabbionate

## Misure non strutturali

- **Attività di previsione e sorveglianza (APS)**



**aps.1.** monitoraggio meteo del rischio di frana:



ambiti territoriali interessati da frane di colata rapida



**aps.2.** monitoraggio di sorveglianza e/o controllo strumentale di frana attiva o quiescente:



misure pluviometriche, inclinometriche, piezometriche



Misura indispensabile per verificare l'efficacia di eventuali interventi strutturali già realizzati

# Conclusioni

Gli eventi idrogeologici che di frequente interessano Cava dei Tirreni evidenziano, ancora una volta e in modo inequivocabile, che le conseguenze dei **cambiamenti climatici** su un territorio reso vulnerabile dall'**eccessiva antropizzazione** e dalla **mancanza di manutenzione**, costituiscono un elemento da cui non si può più prescindere.

Serve quindi **un'azione urgente ed efficace** per la **mitigazione del rischio**, stabilendo strumenti e priorità d'intervento e risorse economiche adeguate, senza dimenticare la partecipazione, l'informazione e formazione dei cittadini su questi temi.

**Il Piano di protezione civile** è uno strumento operativo che consente di superare la logica dell'emergenza, mettendo in campo una politica integrata che coinvolga tutti i soggetti interessati per passare dall'**intervento localizzato** a quello della **prevenzione e riqualificazione** territoriale su area vasta, con positive conseguenze anche sul piano economico.