UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE

Corso di Laurea in
Ingegneria per L'Ambiente ed il Territorio

ABSTRACT

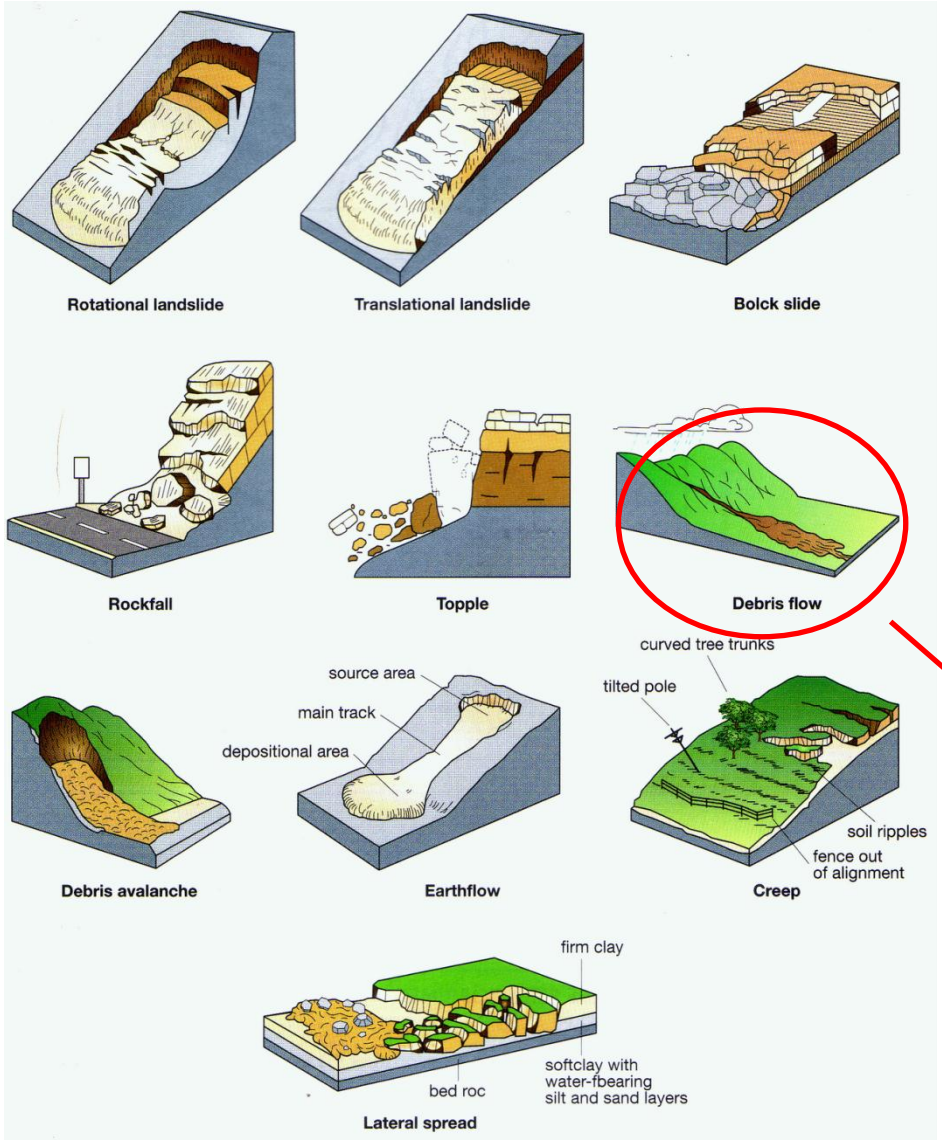
Fattori pluviometrici nell'innesco di frane superficiali

RELATORE
Prof. Paolo Budetta

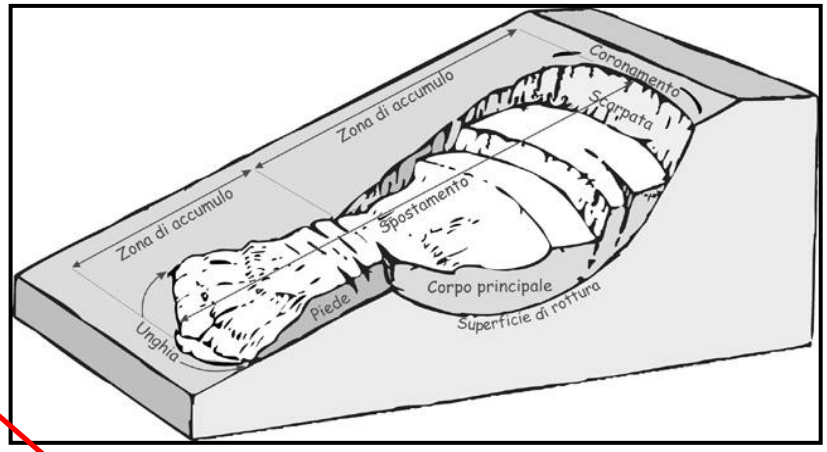
CANDIDATA
Alessandra Galizia
Matricola N49/95

ANNO ACCADEMICO 2012/2013

Il problema delle frane in Italia



La classifica delle frane (Varnes, 1978)



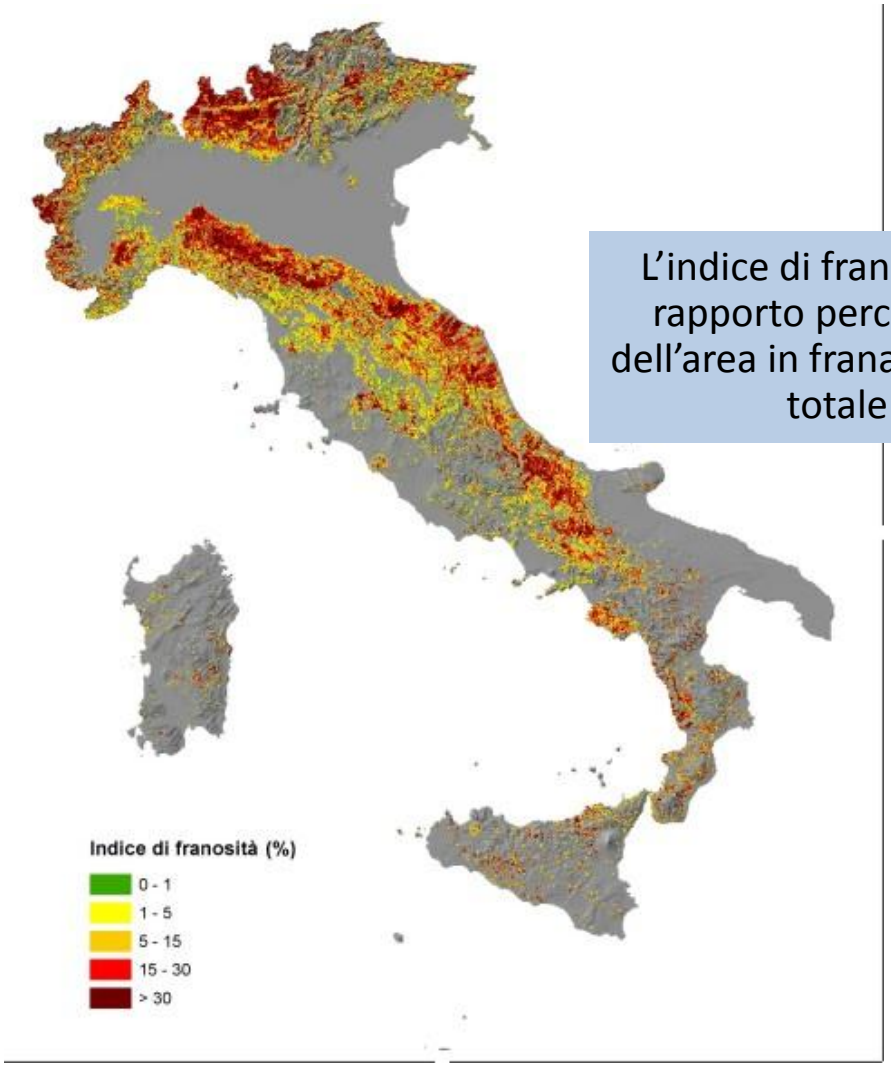
Morfologia di una frana

Analizzate in particolare nella presente Tesi

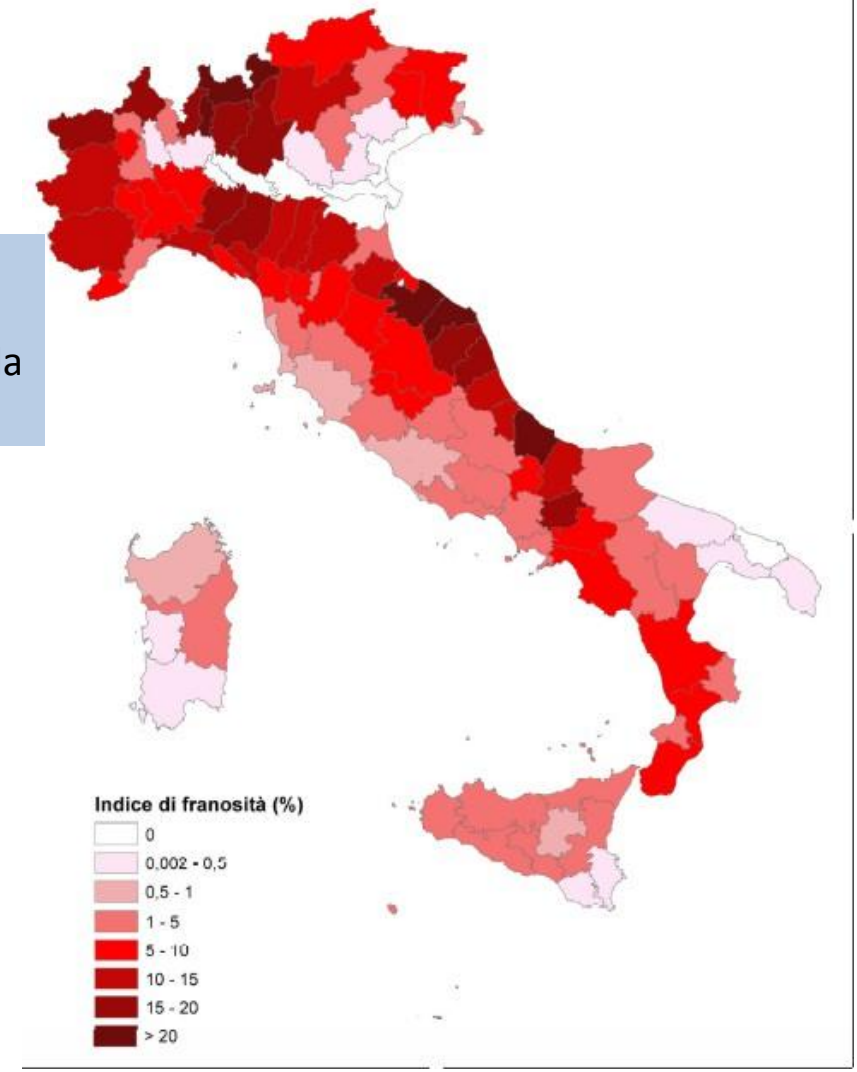
La situazione italiana

(da Rapporto sulle frane dell'ISPRA anno 2008)

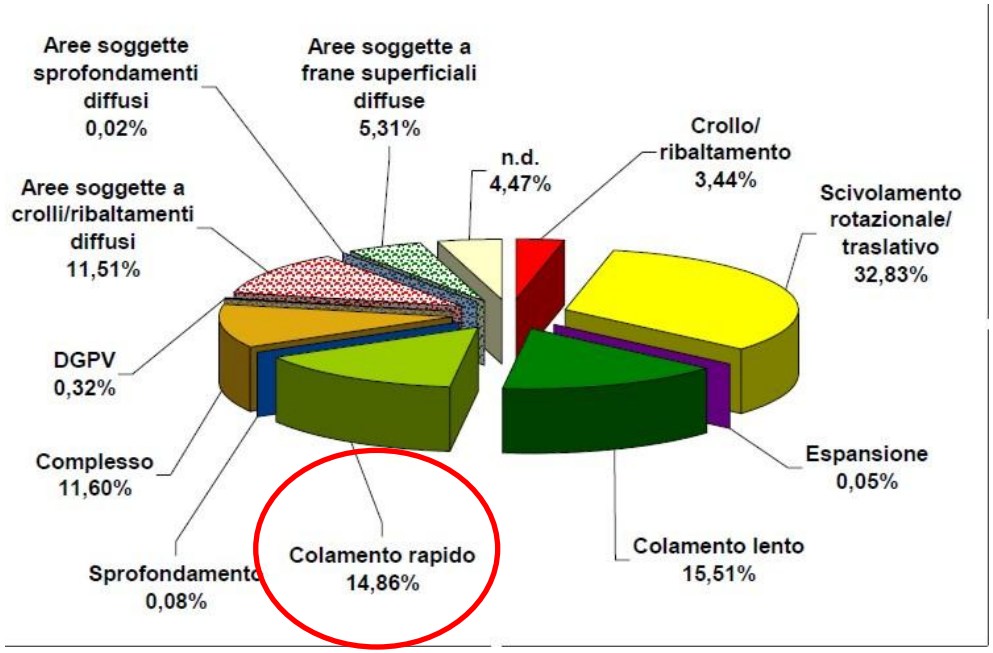
Al 31 dicembre 2007, l'inventario delle frane del progetto IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia), registrava un totale di **482.272** frane su un'area complessiva di **20.500 kmq**, equivalente al **6,8 %** del territorio nazionale



L'indice di franosità è il rapporto percentuale dell'area in frana su quella totale



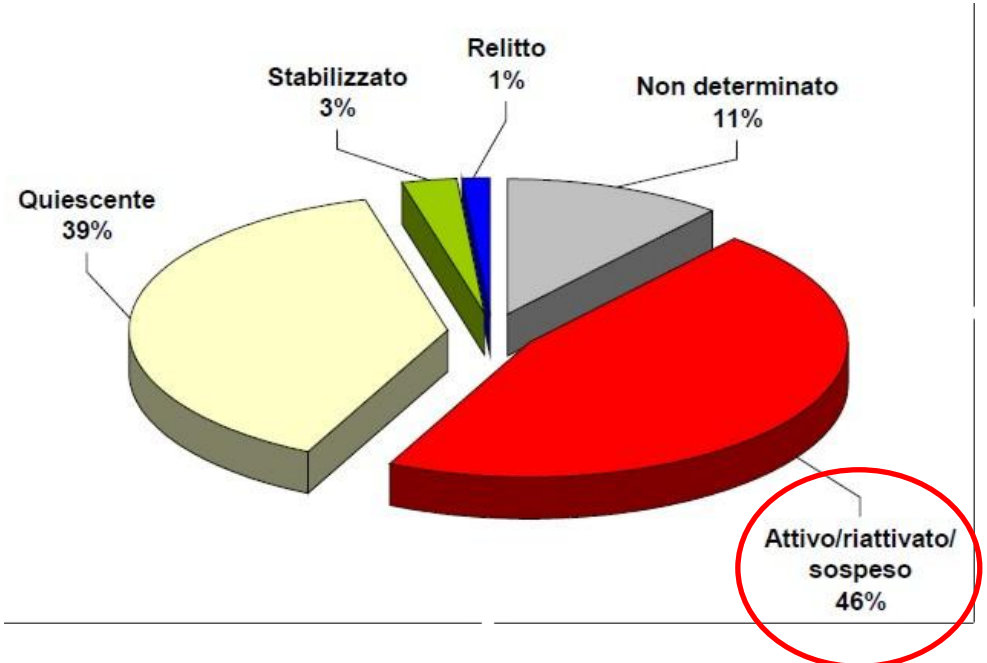
Tipologie di movimento



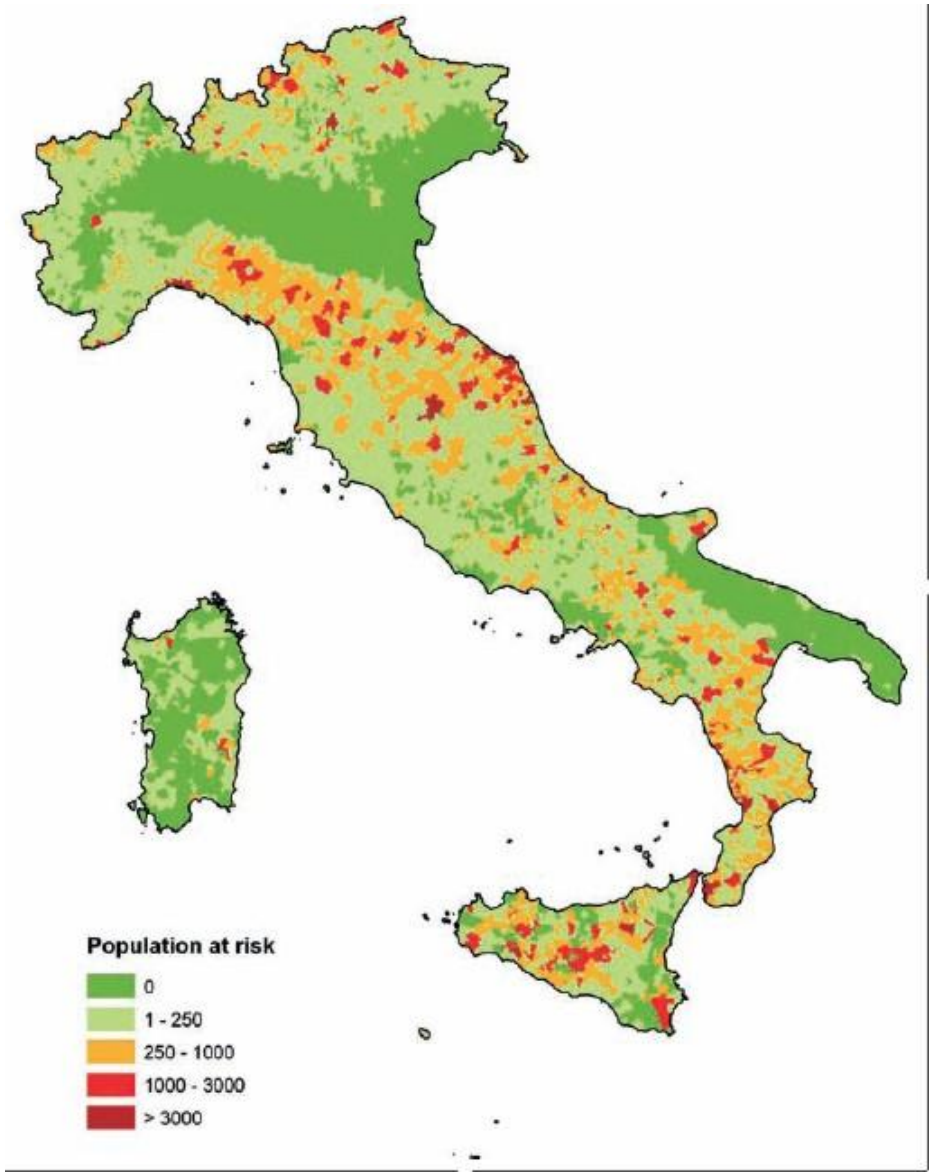
Le tipologie maggiormente rappresentate sono gli scorrimenti rotazionali/traslativi, le colate (rapide e lente), le frane complesse

Stato di attività

La valutazione dello stato di attività dipende molto dal metodo adoperato per la sua stima (rilevamento diretto, dati di archivio, analisi di foto aeree, monitoraggio in sito, tecniche aereofotogrammetriche).
Poche frane mostrano un'attività costante nel tempo, mentre la maggior parte di esse alterna brevi periodi di attività a lunghi periodi di stasi.



Livello di rischio per la popolazione



Popolazione a rischio

Una stima del numero di persone a rischio è stata ottenuta incrociando i dati sulle frane con i distretti censuari italiani. L'analisi ha dimostrato che circa **1.000.000 di persone** (circa 1,74% della popolazione totale) è a rischio nei circa 8.100 Comuni italiani.

N. Comuni	Persone a rischio
14	> 3.000
154	1.000 – 3.000
909	250 – 1.000
3.924	1 - 250
3.100	nessuna

……ed in Regione Campania

Modello digitale del terreno della Regione Campania

	Superficie km2	%
Area montano-collinare	11.058	81
Area pianeggiante	2.611	19

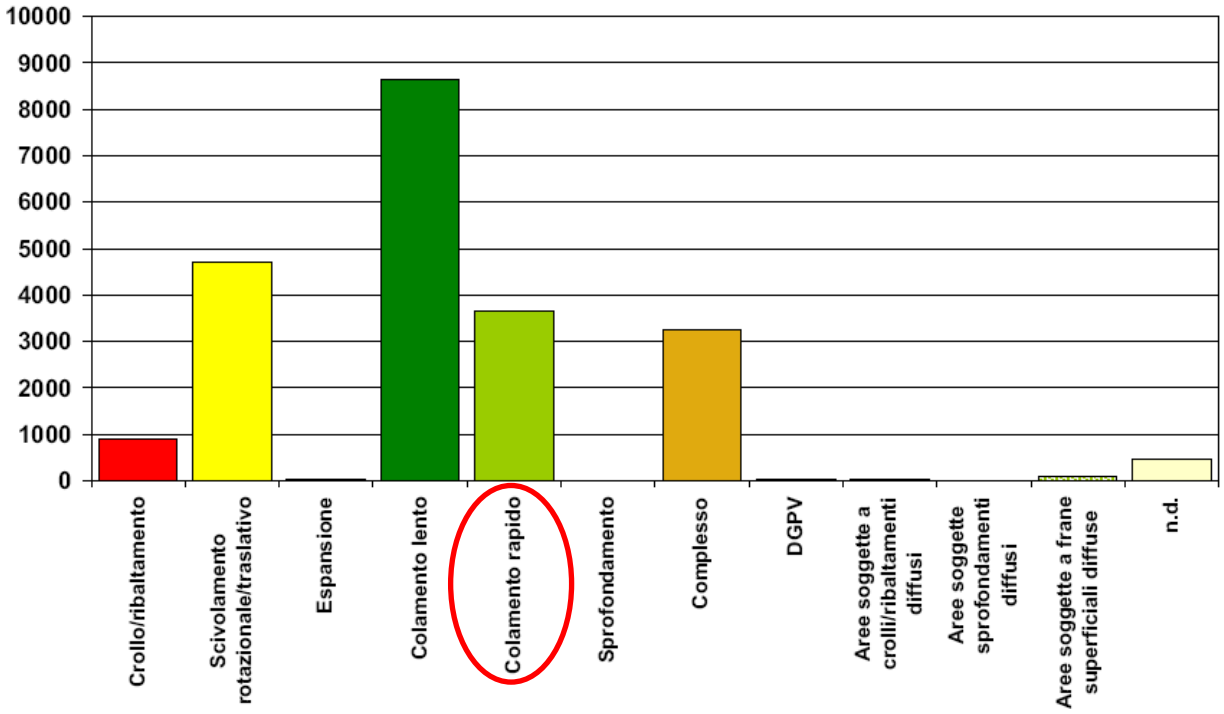
Crolli, Ribaltamenti: rocce carbonatiche, flysch arenaceo-conglomeratici, lave e tufi ,
sedimenti sabbioso-conglomeratici dei bacini intrappenninici.
Scorrimenti planari : in rocce lapidee fratturate, flysch, piroclastiti coerenti.
Scorrimenti rotazionali: formazione argillose e/o argillo-sabbioso-
conglomeratiche, talora, con evoluzione a colata.
Scorrimento traslativo: unità litoidi stratificate e lungo piani e/o orizzonti preferenziali.
Colamenti: movimenti complessi con caratteristiche e velocità variabili
in relazione ai terreni coinvolti. Unità della copertura ed unità a prevalente componente argillosa (*debris flow*, *earth flow*, etc.); Coperture detritiche s.l., coperture piroclastiche di versante, depositi eluvio-colluviali.
Movimenti di versante complessi: il movimento risulta dalla combinazione di due o più tipologie franose. Si rilevano, prevalentemente, nelle successioni flyschoidi o dove prevalgono condizioni di estrema variabilità geotecnica (es. Unità Sicilidi, etc.).

N. di frane inventariate(anno 2006): **23.430**

Tipologie di movimento

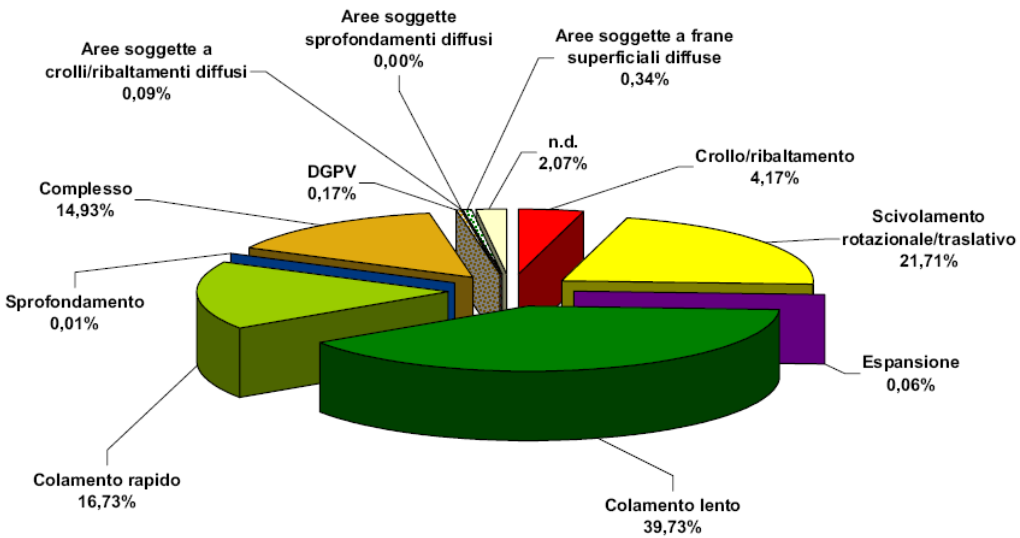
MOVIMENTO	TIPO DI MOVIMENTO	N° FRANE	%
1	Crollo/ribaltamento	907	4,17%
2	Scivolamento rotazionale/traslativo	4719	21,71%
3	Espansione	12	0,06%
4	Colamento lento	8636	39,73%
5	Colamento rapido	3637	16,73%
6	Sprofondamento	2	0,01%
7	Complesso	3245	14,93%
8	DGPV	36	0,17%
9	Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi	19	0,09%
10	Aree soggette sprofondamenti diffusi	0	0,00%
11	Aree soggette a frane superficiali diffuse	74	0,34%
0	n.d.	450	2,07%

Provincia	Area totale in frana (kmq)
Napoli	2,28
Caserta	54,50
Avellino	264,73
Benevento	340,29
Salerno	250,49



Numero di frane per tipologia di movimento

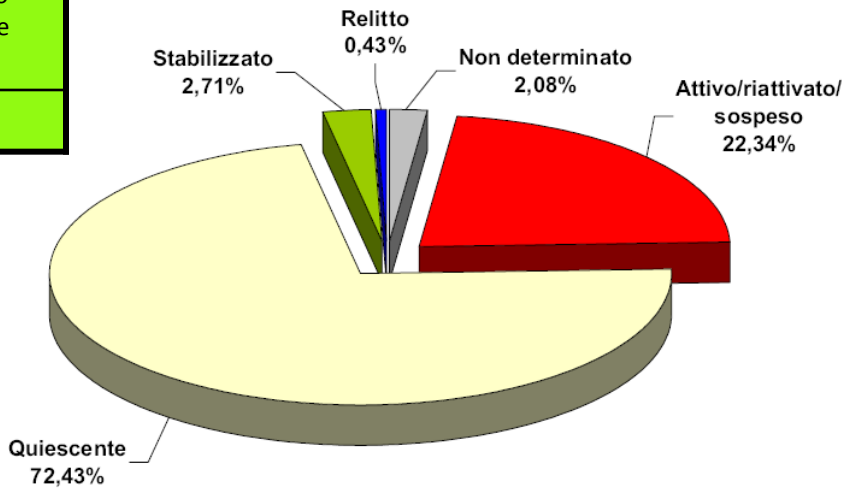
Tipologie di movimento e stato di attività



Le frane più frequenti sono le colate (lente e rapide), gli scivolamenti e le frane complesse

Trattasi di fenomeni per lo più quiescenti che si riattivano in concomitanza di eventi piovosi (prolungati) ed eventi sismici

Superficie totale Regione (kmq)	Area montano-collinare (kmq)	Area totale in frana (kmq)	Indice di franosità (%) Area tot. in frana/sup. regionale	Indice di franosità (%) Area tot. in frana/sup. montano-collinare
13.669	11.058	912,30	**6,67**	8,25



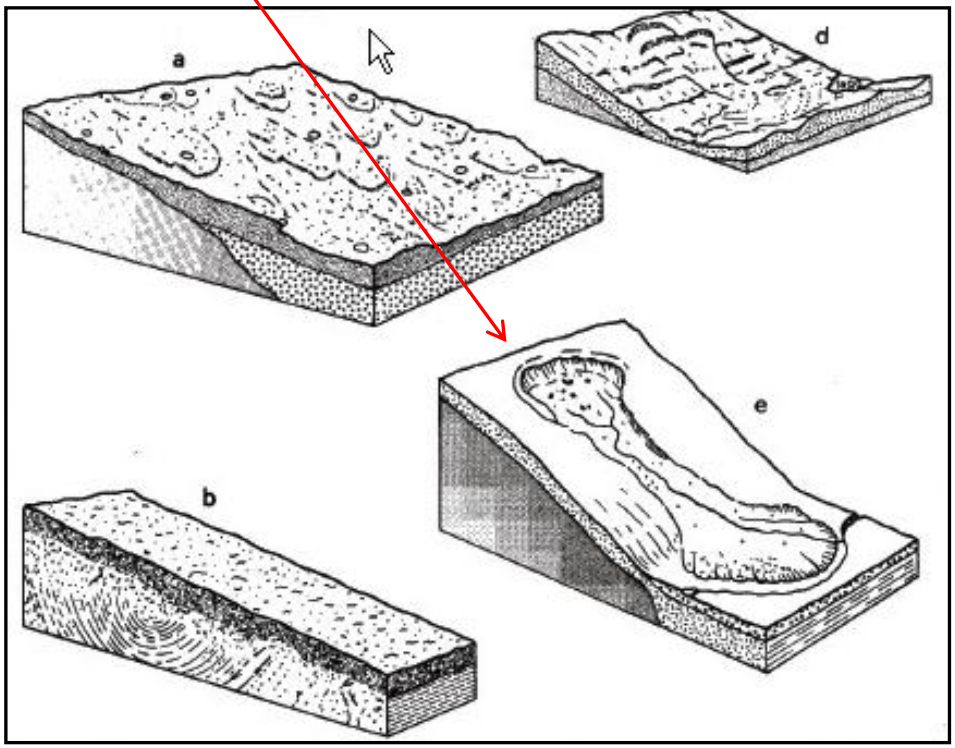
Indice di franosità della regione (6,67) molto simile a quello nazionale (6,8)

Tenuto conto dei seguenti fattori:

- velocità dei fenomeni;
- caratteristiche topografiche e morfologiche del pendio;
- condizioni geomorfologiche dell'area (litologia, percorso, pendenze, etc.)

Le colate rapide della Campania nord-occidentale rientrano più di frequente nelle seguenti categorie:

a) Valanghe di detrito (o di versante aperto);
b) Torrenti di detrito (o colate incanalate);



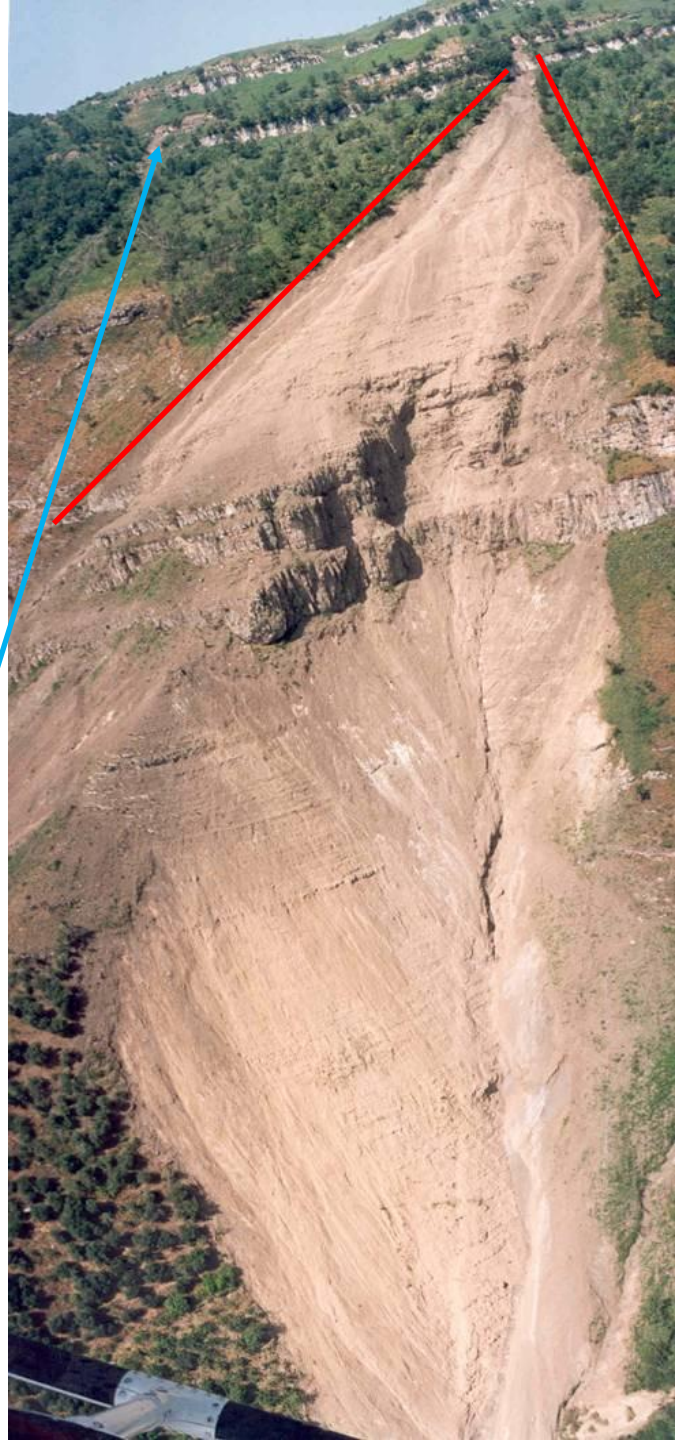
Valanghe di detrito (debris avalanches)

Varnes, 1978; Pierson e Costa, 1987

Si tratta di particolari colate detritiche che si sviluppano su versanti aperti con valori di pendenza > 40° - 45°, da molto rapide ad estremamente rapide. Assumono di solito forme triangolari e sono caratterizzate da notevole ampliamento monte-valle

Sarno – debris avalanche a forma di triangolo isoscele in materiali piroclastici, con dilavamento del pendio e successivo «svuotamento» di un impluvio sottostante in precedenza sepolto

L'innesco si è avuto a valle di una cornice di morfoselezione



Torrenti di detrito (debris torrents)

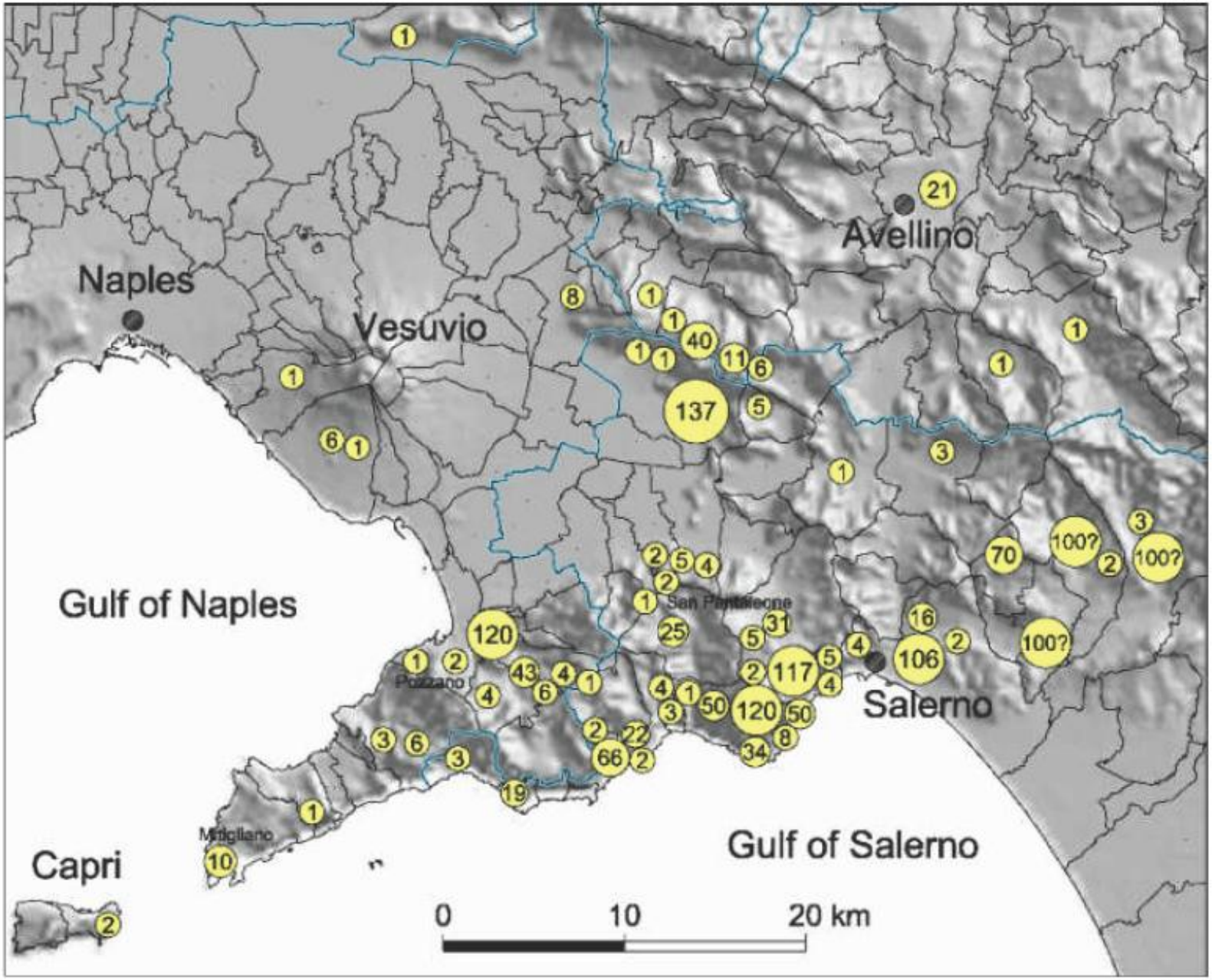
Il materiale scorre in un impluvio preesistente, talora ingrossandosi per effetto dell'arrivo di altro materiale da alvei tributari. Vi è asportazione dal fondo del canale e dai fianchi. A valle, è possibile la formazione di una conoide, laddove la pendenza si riduca.

Sarno – debris torrents in materiali piroclastici, con apporto laterale ed erosione di fondo

Tutte e due le tipologie di frane in terreni sciolti, sono ampiamente rappresentate in Campania (area nord-occidentale), a causa di:

1) Assetto geologico (coperture piroclastiche sciolte in appoggio precario sui carbonati o sul substrato vulcanico lapideo);
2) Condizioni geomorfologiche (elevate pendenze nelle zone di distacco);
3) Pluviometria (andamento delle piogge e rapporti intensità – durata delle stesse);
4) Caratteristiche geotecniche (proprietà fisico – meccaniche, suzione, etc.);
5) Fattori antropici (abusivismo, tagli stradali, sbancamenti, etc.)

Numero di vittime da colate rapide in Campania dal 1580 al 1998 (Cascini, 2004)



Relazioni tra piogge e frane superficiali

L'analisi può seguire due diversi approcci:

Il **primo approccio** parte dalla valutazione dell'effetto dell'acqua nei terreni (pressioni interstiziali) e tenta di quantizzare l'incremento di questi fattori di instabilità a seguito delle precipitazioni. Occorre conoscere l'andamento della superficie piezometrica e soprattutto le sue oscillazioni nel tempo.

Il **secondo approccio**, di tipo statistico, si basa invece sull'analisi di serie idrologiche storiche e mira alla individuazione di "***soglie***" critiche delle precipitazioni, in grado di provocare l'innesco o la riattivazione degli eventi franosi. Occorre correlare i dissesti con le serie storiche delle precipitazioni al fine di individuare la pioggia "critica".

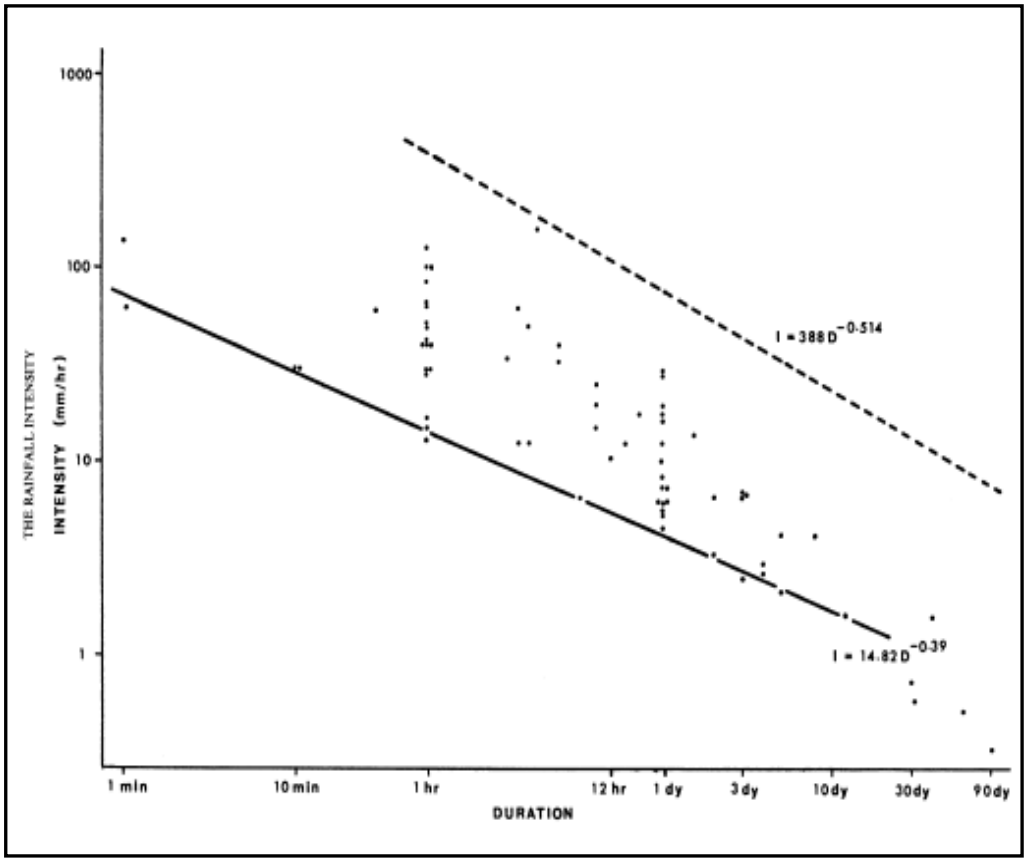
Soglie pluviometriche

Queste soglie sono stabilite sulla base dei valori di Intensità (I) e Durata (D) delle precipitazioni e dalla diversa combinazione delle stesse.

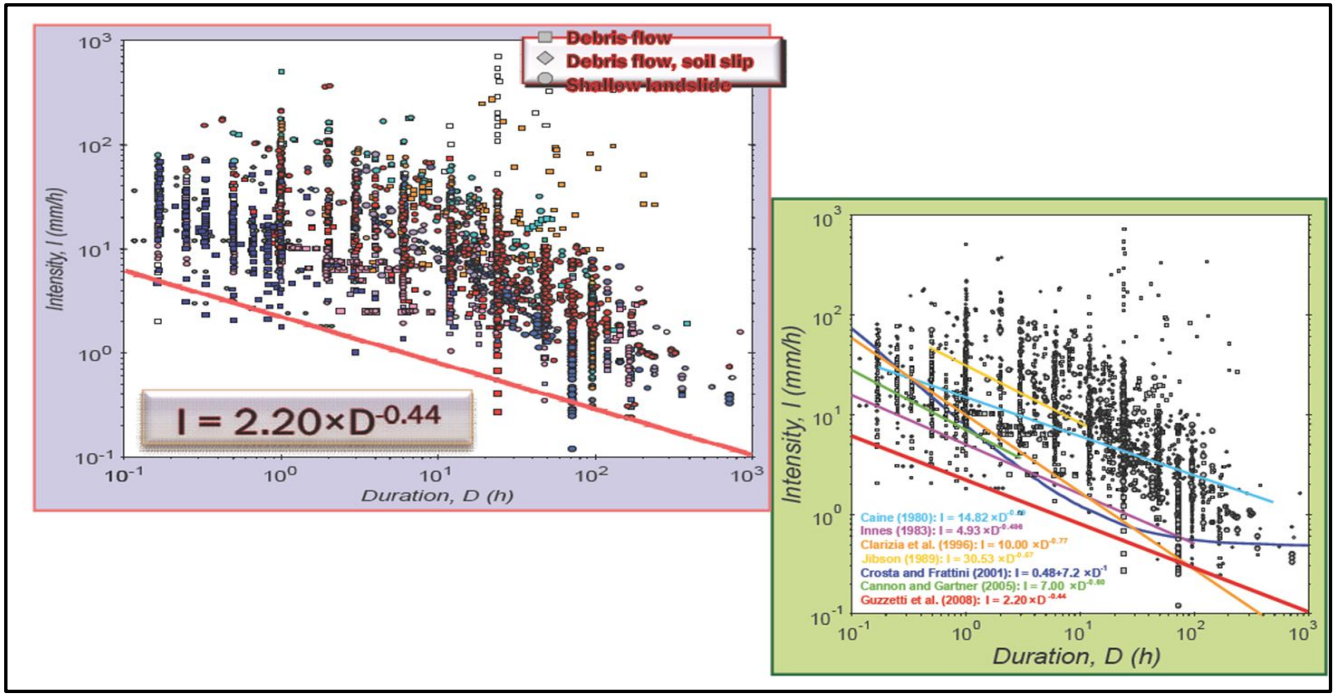
CAINE, 1976 ha stabilito una relazione lineare per le frane superficiali, in termini di intensità e durata:

$$I = 14.82 \times D^{-0.39}$$

Questa soglia sembra ragionevole per un periodo di tempo compreso tra i 10 minuti e i 10 giorni; per durate più brevi o più lunghe, questo limite non risulta accettabile.



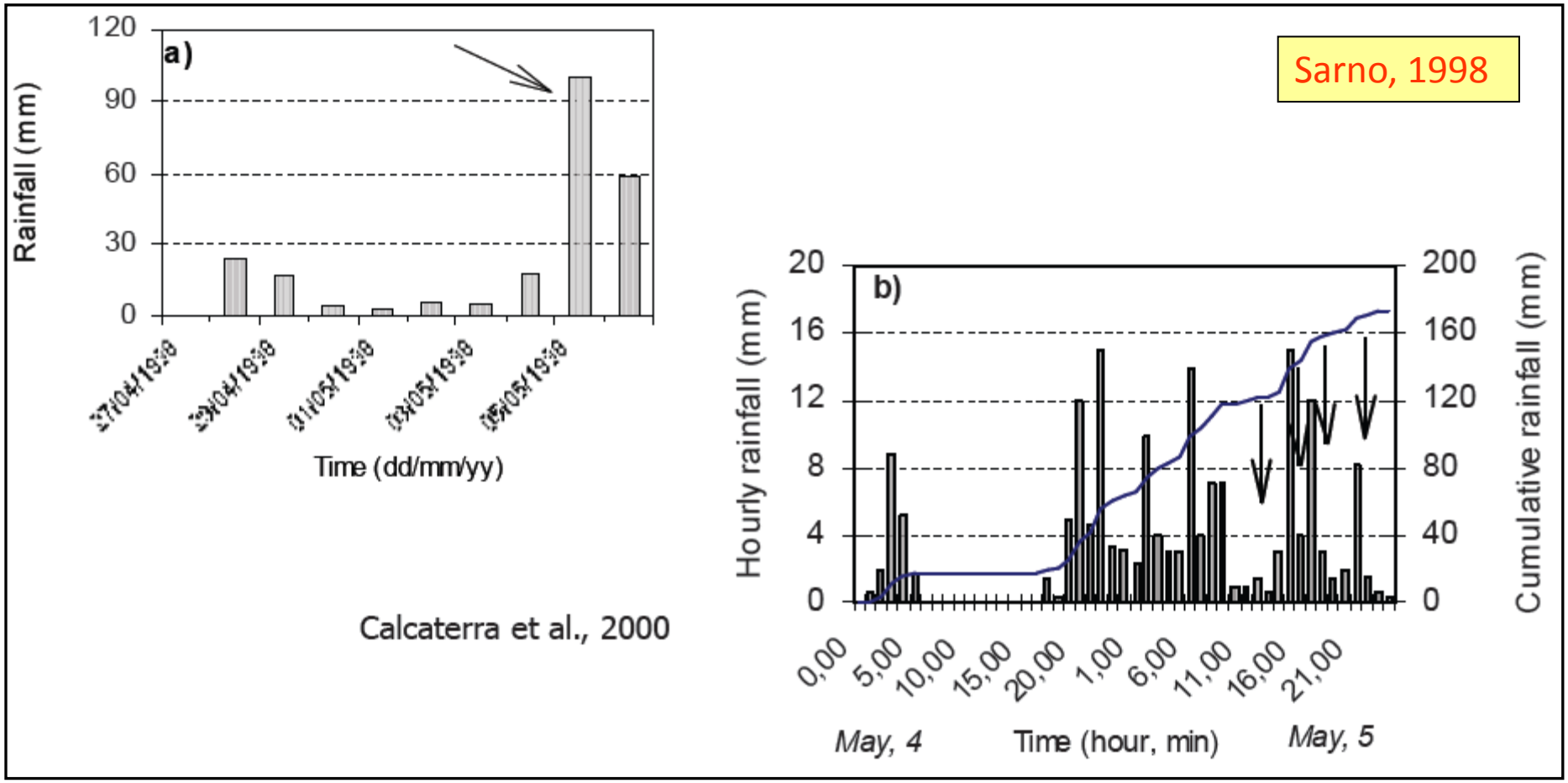
In Italia, numerosi studiosi come Govi e Sorzana (1980), Cancelli e Nova (1985) e Crosta (1998) hanno individuato una serie di soglie pluviometriche in diversi contesti alpini



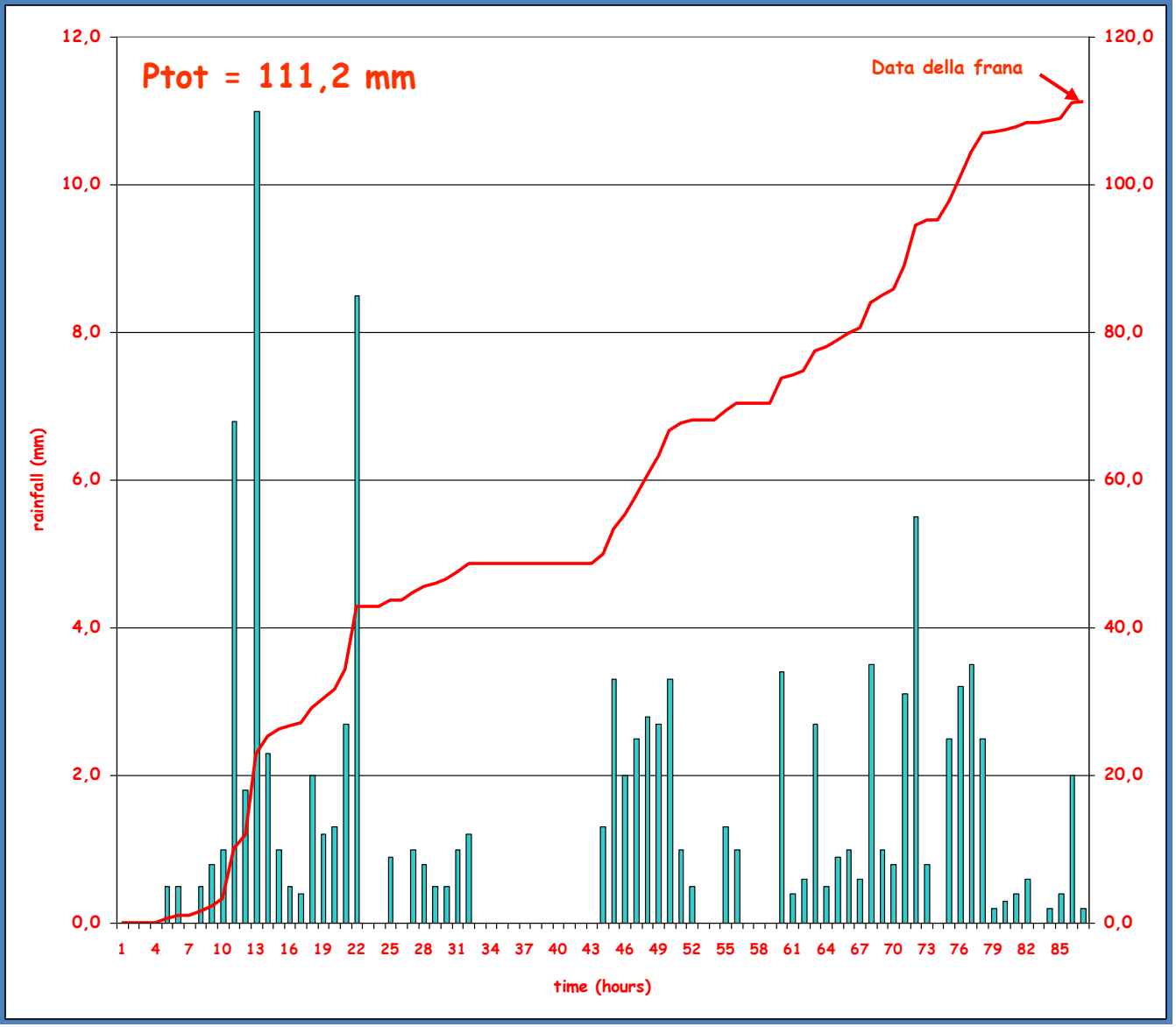
Relazioni tra Intensità e Durata, riportate in letteratura, per l'innesco di frane superficiali (da Peruccacci et alii, 2008).

A causa delle diverse condizioni topografiche, litologiche, morfologiche e geotecniche queste relazioni hanno solo un valore locale e non possono essere estrapolate in altri contesti o generalizzate

….e nel caso delle frane di Sarno



Piogge di lunga durata ed intensità medio – bassa sembrano avere maggiore efficacia, nell'innesco, rispetto a piogge con alta intensità e breve durata (Dal Negro e Crosta, 2002)



La frana del vallone Alfaterna (Nocera Inferiore) – Budetta, 2010

Andamento delle piogge orarie dalle ore 19.00 del 6 gennaio ’03 alle 5.00 del 10 gennaio e piogge cumulate.

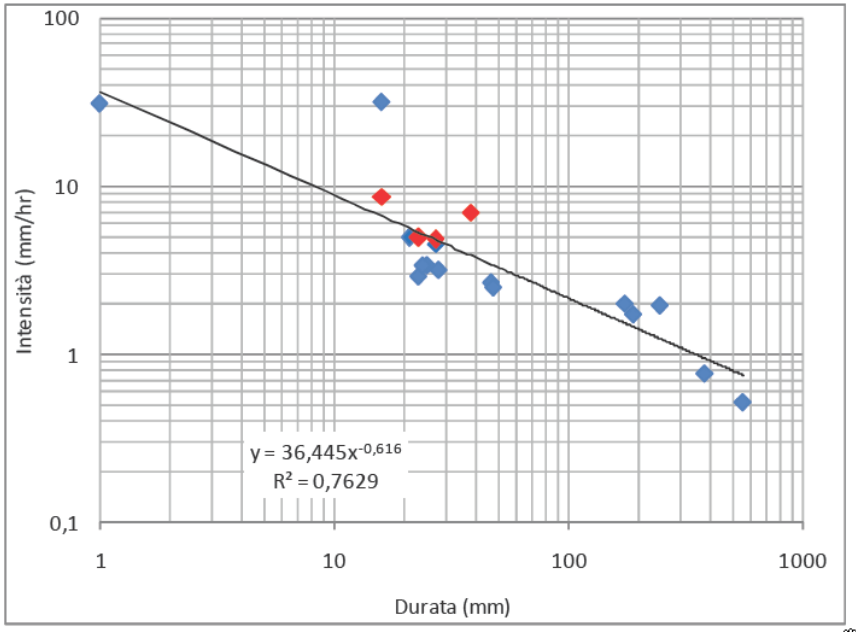
N. 2 eventi successivi:

a) 6-7/01/03 I max = 11 mm/h; I med = 1,74 mm/h;

b) 8-10/01/03 I max = 5,5 mm/h; I med = 1,42 mm/h

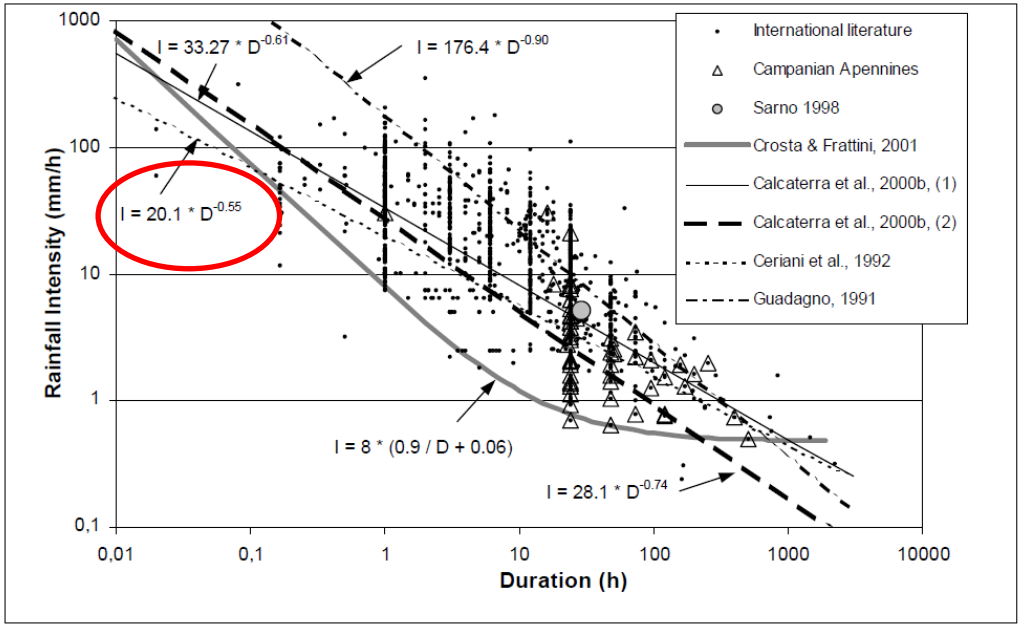
L’andamento delle piogge antecedenti la frana, evidenzia i caratteri di un evento non intenso ma prolungato e tale da comportare la quasi totale saturazione della copertura piroclastica. Esso, inoltre, fa seguito ad una stagione autunnale particolarmente piovosa.

Alcune relazioni empiriche suggerite per le colate rapide della Campania



Calcaterra et alii, 2000

Crosta e Dal Negro, 2003



Per gli eventi di Sarno la migliore soglia sembra quella data dalla relazione di Ceriani et alii 1992. Le soglie di piovosità stabilite da Calcaterra et alii 2000 sembrano fornire invece valori di pioggia critica troppo elevati rispetto ai dati osservati (Crosta e Dal Negro, 2003)

Conclusioni

Le soglie di piovosità per l'innesco delle colata della Campania, sembrano evidenziare che piogge di lunga durata ed intensità medio – bassa hanno maggiore efficacia, rispetto a piogge con alta intensità e breve durata;

I dati idrologici disponibili per le aree di Sarno, Quindici e Penisola sorrentina, sottolineano la coesistenza di svariati fattori morfologici, litologici e geotecnici nell'innesco delle frane;

Non è possibile generalizzare le soglie ed estrapolarle in contesti diversi da quelli per i quali sono state allestite;

Nel caso di Sarno e comuni limitrofi, e per scopi di Protezione Civile, sono stati definiti valori di soglia di attenzione, preallarme ed allarme da utilizzarsi per l'allertamento ed eventuale evacuazione della popolazione interessata.
(Un valore di 25 mm nelle 24 h è stato adottato come valore di soglia di attenzione.)