



POLITECNICO
MILANO 1863



GNGTS - GRUPPO NAZIONALE DI GEOFISICA DELLA TERRA SOLIDA

VALUTAZIONE DELLE FRANE SISMOINDOTTE PER LA MICROZONAZIONE

M. Compagnoni, F. Pergalani

*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
Politecnico di Milano*

GNGTS

Trieste, 17-19 novembre 2015

Rischio associato all'attivazione di frane sismo-indotte:

- singolo evento franoso: analisi puntuale
- area: analisi areale.

Proposta:

Approccio di tipo areale per arrivare poi ad un approccio di tipo puntuale una volta identificate le aree più pericolose.

Predisposizione di mappe che forniscano un quadro complessivo delle condizioni di stabilità per tutto il territorio e alla identificazione delle aree più critiche.

Tale riconoscimento passa attraverso uno studio geologico e geomorfologico a scala opportuna (1:5.000 – 1:10.000):

- una carta geologica, carta geomorfologica, carta litotecnica
- carta delle frane e delle aree potenzialmente franose, schedatura di tali aree
- controllo sull'evoluzione dei movimenti franosi, sia con tecniche tradizionali, sia con tecniche innovative (quali l'interferometria SAR).

Fasi, dati e metodologie:

- analisi dei documenti storici
- analisi statistica
- individuazione della profondità delle superficie di scivolamento
- parametri geotecnici necessari alle analisi numeriche preliminari
- parametri caratteristici del moto sismico atteso nell'area in esame
- analisi di stabilità speditive: coefficiente di sicurezza (F_s), coefficiente di accelerazione orizzontale critica (K_c), spostamenti sismo-indotti mediante correlazioni empiriche calibrate statisticamente.

$$F_s = \frac{c' \cdot \cos \beta + (\gamma - m \cdot \gamma_w) \cdot z \cdot \cos^2 \beta \cdot \tan \phi'}{\gamma \cdot z \cdot \sin \beta \cdot \cos \beta}$$

$$K_c = \frac{c' / \cos^2 \beta + (\gamma - m \cdot \gamma_w) \cdot z \cdot \tan \phi' - \gamma \cdot z \cdot \tan \beta}{\gamma \cdot z + \gamma \cdot z \cdot \tan \beta \cdot \tan \phi'}$$

$$\log (D) = 1,521 \log I_a - 1,993 \log K_c - 1,546$$

ANALISI AREALE: ESEMPIO



Tratto di lunghezza circa 10 km e larghezza circa 1 km, posto tra gli abitati di Pontechiusita (vicino Preci - PG) e Villa di Serravalle (Vicino Norcia - PG)

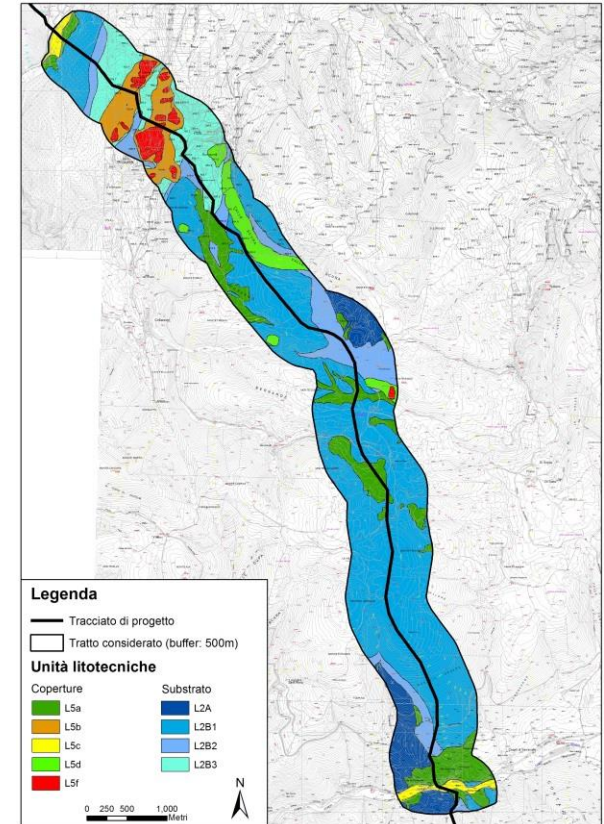
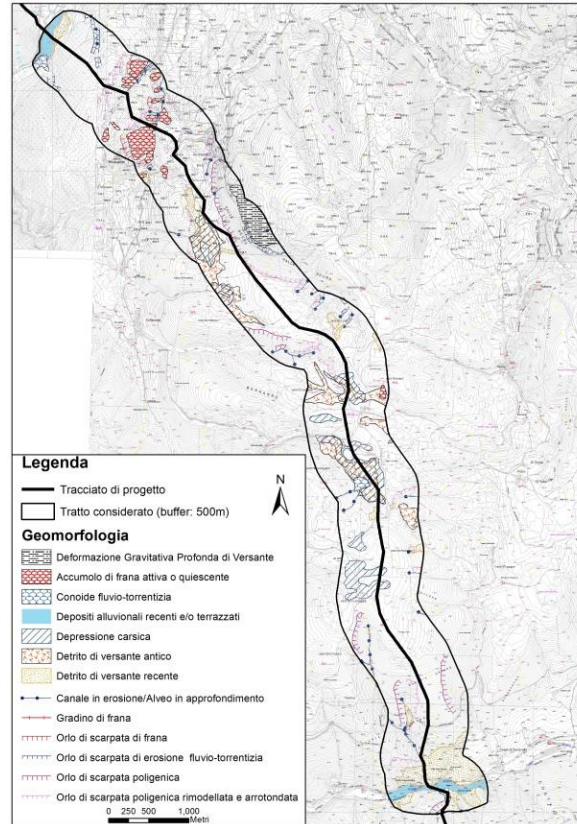
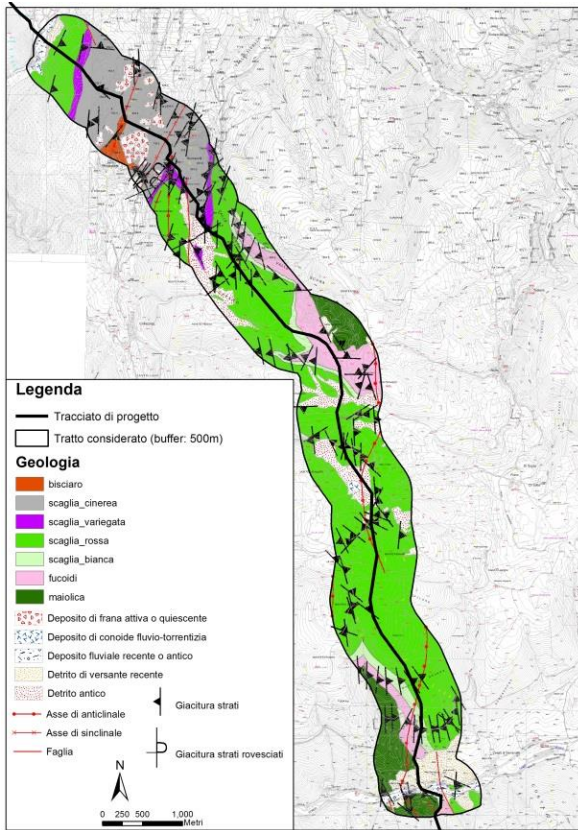
L'indagine è stata condotta a scala di dettaglio (1:5.000): carta geologica, carta geomorfologica, carta litotecnica, carta delle frane, modello digitale del terreno con passo 5 m X 5 m e carta dell'acclività

Parametri geotecnici, dedotti da indagini effettuate

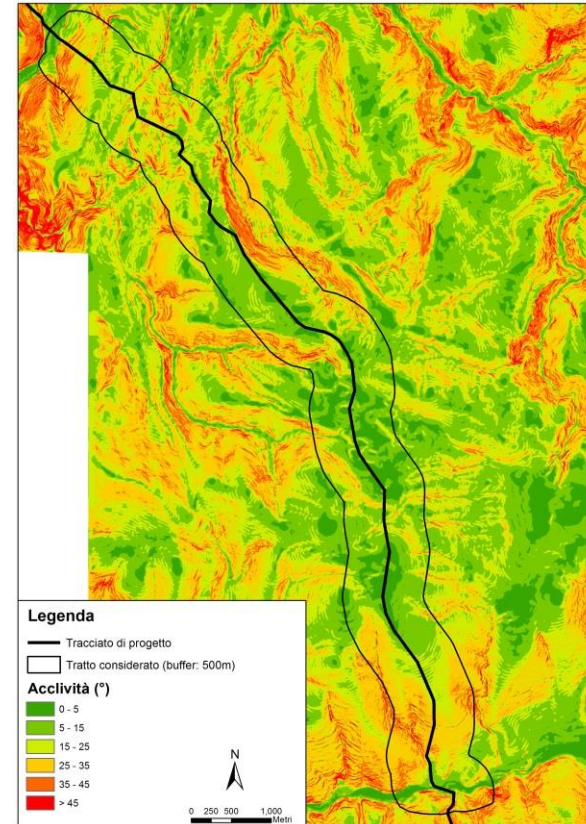
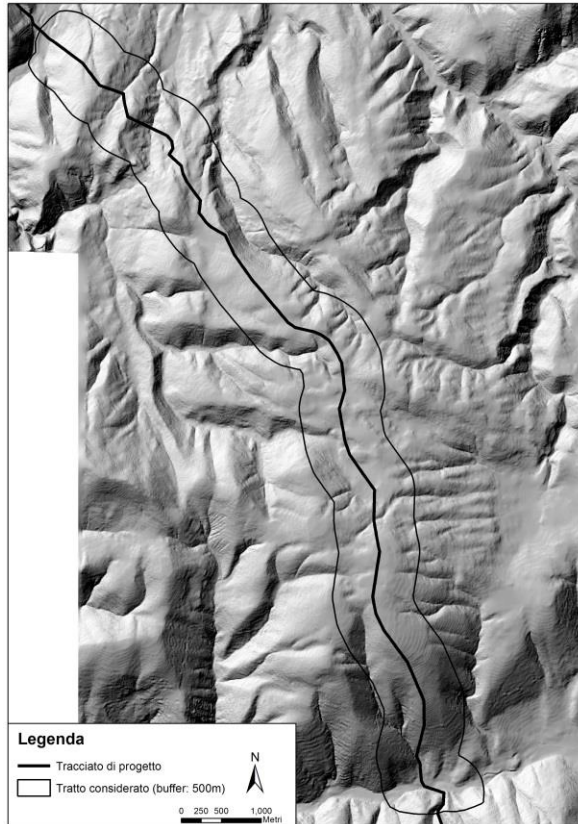
Unità litotecnica	Descrizione	Parametri geotecnici		
		γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c' (kPa)
L5a	Materiali granulari sciolti o poco addensati a prevalenza ciottolosa	19.0	38	0
L5b	Materiali granulari sciolti o poco addensati potenzialmente franosi	18.5	30	0
L5c	Materiali granulari sciolti o poco addensati a prevalenza limo-argillosa o argillo-limosa	19.5	26	5
L5d	Aree potenzialmente franose	24.0	40	100
L5f	Materiali granulari sciolti o poco addensati franosi	17.6	25	0



ANALISI AREALE: ESEMPIO



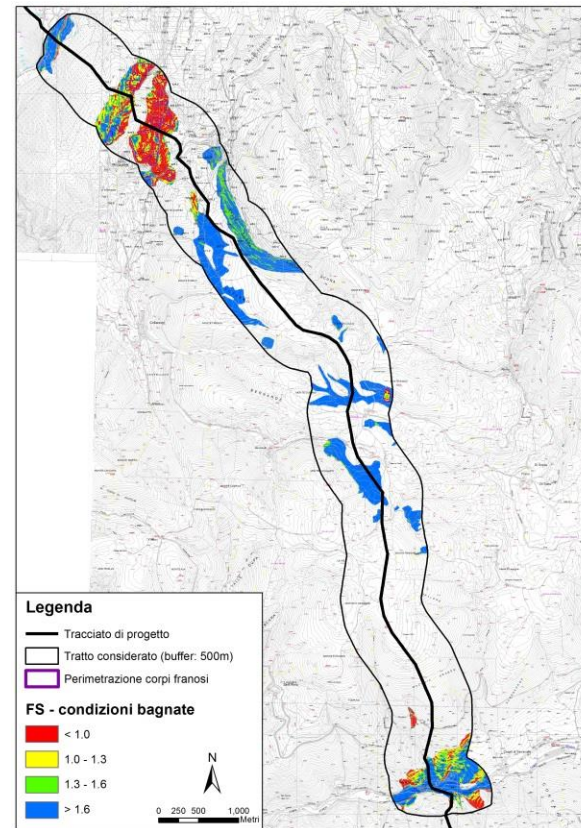
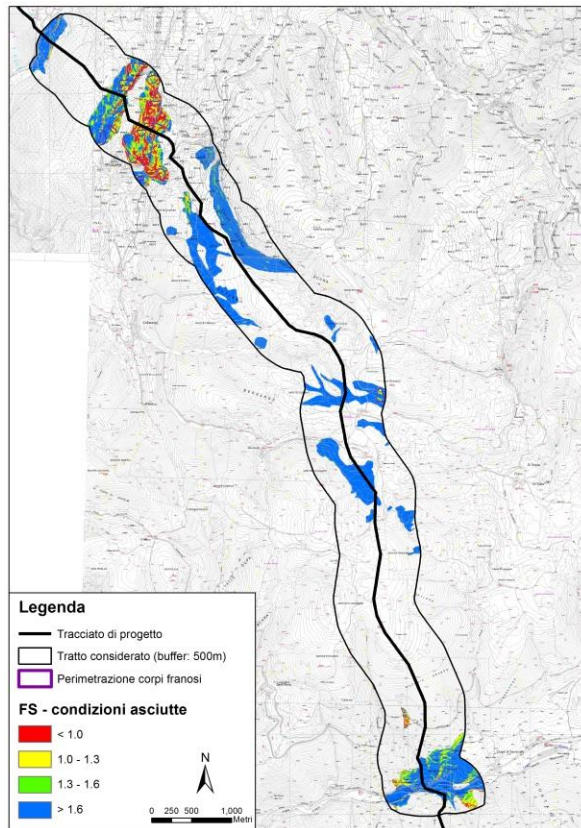
ANALISI AREALE: ESEMPIO



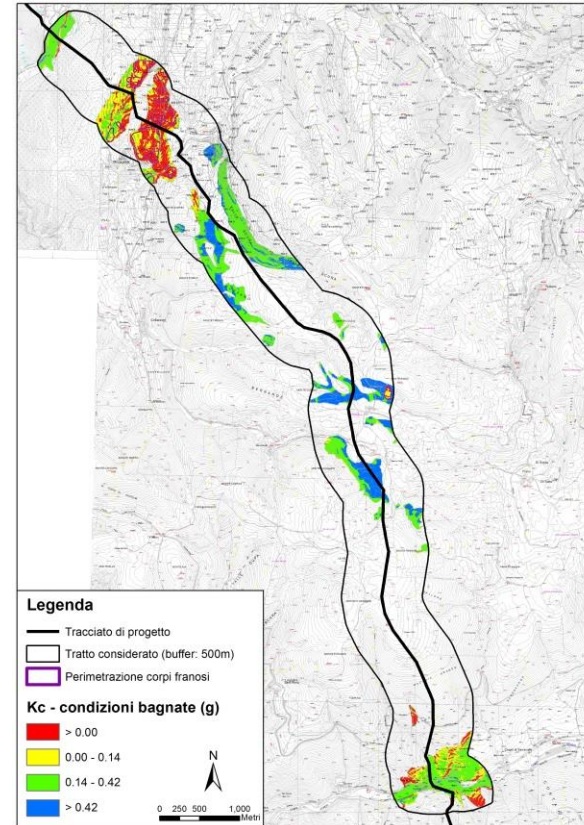
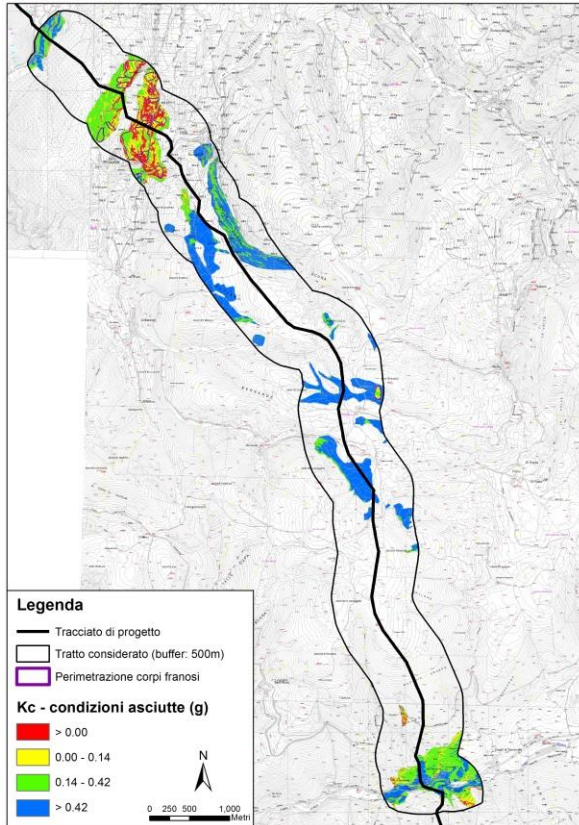
ANALISI AREALE: ESEMPIO



Le analisi sono state condotte considerando uno spessore medio delle coperture potenzialmente instabili pari a 10 m; le condizioni bagnate si riferiscono, cautelativamente, ad un livello della falda posto a 5 m dal piano campagna.



ANALISI AREALE: ESEMPIO



ANALISI AREALE: ESEMPIO



$$\log (I) = 0.729 + 0.911 M - 1.818 \log (R^2 + 5.3^2)^{\frac{1}{2}} + 0.244 S_1 + 0.139 S_2 \pm 0.397$$

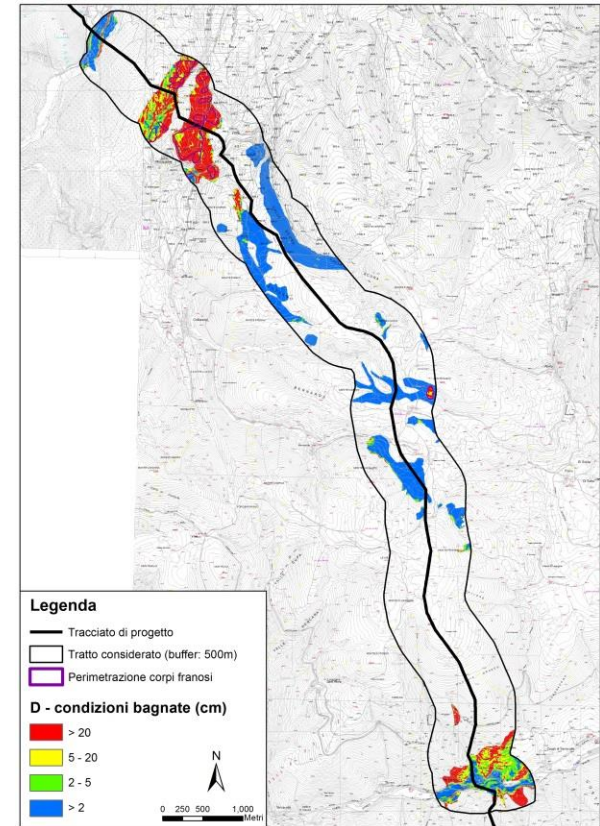
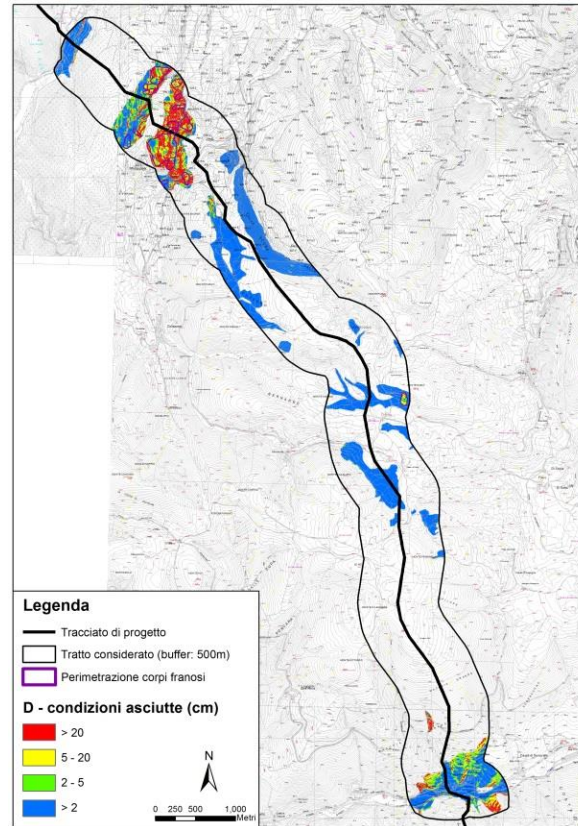
$$I a = (\pi / 2g) \cdot I$$

$T_r = 2475$ anni e $T = 1s$

Preci: M 6.4 – D 6.5 Km; Norcia: M 6.7 – D 7.5 Km;

$I a = 2.13$ m/s (Preci)

$I a = 3.39$ m/s (Norcia)



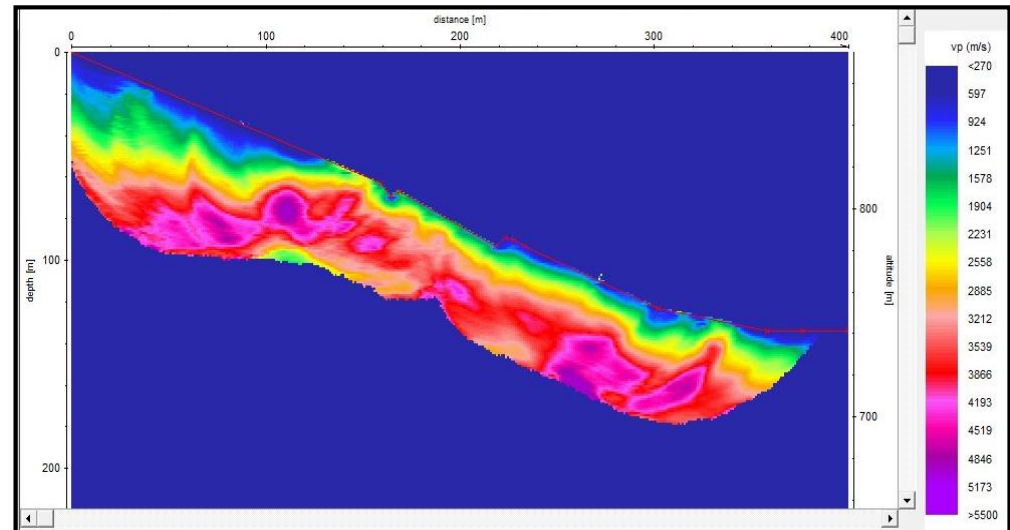
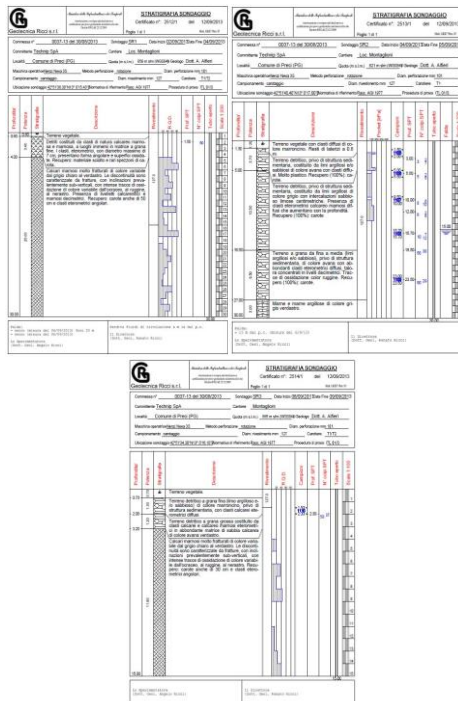
ANALISI PUNTUALE: ESEMPIO



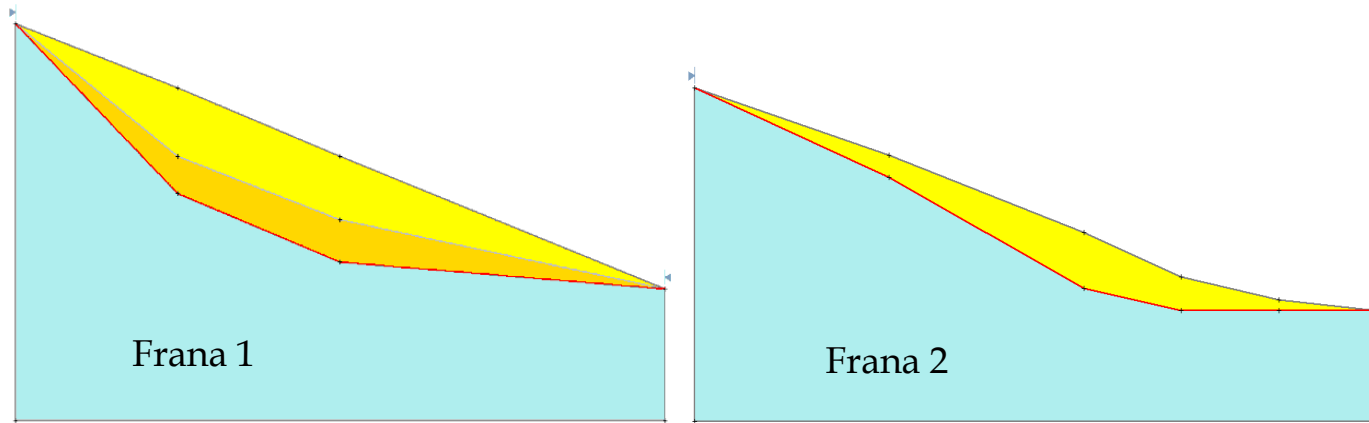
Frana di Montaglioni

Alternanze di sabbie ghiaiose e argille limose, al di sotto dei quali sono presenti marne compatte.

Sondaggi e sismica a rifrazione due diversi corpi di frana (Frana 1 e Frana 2): Frana 1 profondità della superficie di scivolamento massima di circa 20 m, la Frana 2 profondità massima della superficie di scivolamento pari a circa 10 m.



ANALISI PUNTUALE: ESEMPIO



Parametri di resistenza (coesione ed angolo d'attrito), da prove triassiali standard e di taglio diretto

Parametro	Valori primo strato (0-12.5m)	Valori secondo strato (12.5-18.5m)	Valori terzo strato (18.5-27m)
Peso di volume (kN/m ³)	19.6	17.6	19.6
Angolo di attrito efficace (°)	30	25	40
Coesione drenata (kPa)	0.0	0.0	0.0



ANALISI PUNTUALE: ESEMPIO



I due corpi di frana sono stati analizzati applicando il metodo di Bishop (1955) nelle sue versioni statica e pseudo-statica. Sono state prese in considerazione non solo condizioni di terreno asciutto, ma anche in presenza d'acqua con l'introduzione di un coefficiente di pressione neutra r_u , che quantifica forfettariamente (ossia come frazione dello sforzo verticale totale), al variare del livello di falda, le pressioni neutre che si sviluppano lungo la superficie di scorrimento in condizioni di collasso

Condizione	Frana 1	Frana 2
Statica in assenza di falda	1.47	1.86
Statica con risalita di falda ($r_u=0.20$)	1.14	1.45
Statica con risalita di falda ($r_u=0.40$)	0.82	1.04



ANALISI PUNTUALE: ESEMPIO



Analisi pseudo-statiche, introducendo i valori di $K_h=0.169$ e $K_v=0.085$ conformi con la normativa italiana per un periodo di ritorno di 2475 anni

Analisi pseudo-statiche solo per quei casi caratterizzati da valori di F_s in condizioni statiche > 1.3 ; per quei casi con F_s in condizioni statiche < 1.3 sono state eseguite direttamente le analisi pseudo-dinamiche (metodo di Newmark, 1965).

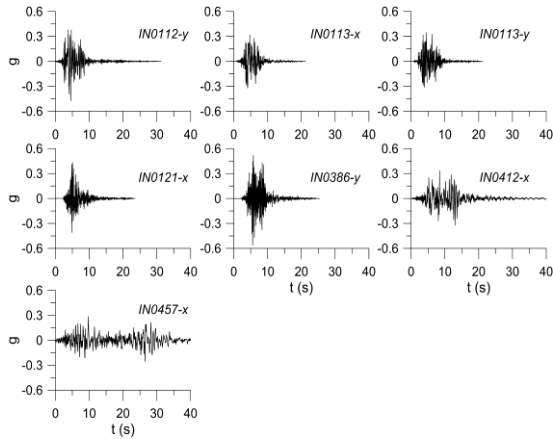
Condizione	Frana 1	Frana 2
Statica in assenza di falda	0.98	1.20
Statica con risalita di falda ($r_u=0.40$)	-	0.95
Statica con risalita di falda ($r_u=0.80$)	-	-



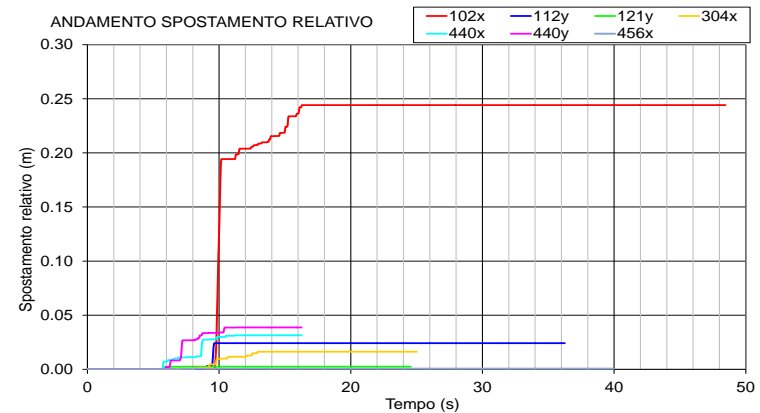
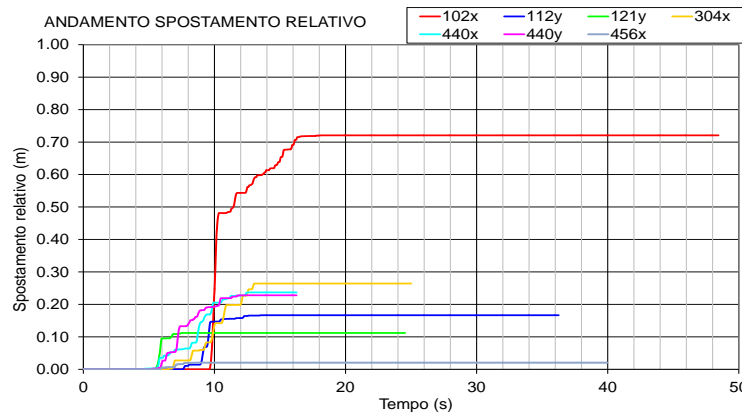
ANALISI PUNTUALE: ESEMPIO



Analisi dinamiche sulle due le frane con inclinazioni del piano di scivolamento pari rispettivamente a 18° e 16° e valori dell'angolo di attrito pari rispettivamente a 25° e 30°
 Accelerogrammi con periodo di ritorno di 2475 anni (verifica allo SLC)



Frana 1	102x	112y	121y	304x	440x	440y	456x	MEDIA
Spostamento (m)	0.72	0.17	0.11	0.26	0.24	0.23	0.02	0.25
Frana 2	102x	112y	121y	304x	440x	440y	456x	MEDIA
Spostamento (m)	0.24	0.02	0.002	0.02	0.03	0.04	0.0	0.05



PROCEDURA

