

1222•2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



DIPARTIMENTO
DI GEOSCIENZE



fondazione
museo civico
di rovereto

XIX WORKSHOP DI GEOFISICA - Tra geologia e geofisica 2022
GEOFISICA E GEOGNOSTICA PER LA BONIFICA AMBIENTALE

EFFETTO DI UNA FAGLIA ATTIVA CAPACE SULLA COLTRE DI COPERTURA

Giorgio Giacchetti - Ordine dei Geologi del Veneto



Ordine dei Geologi
TRENTINO-ALTO ADIGE
Geologenkammer
TRENTINO-SÜDTIROL



Ordine dei Geologi
Friuli Venezia Giulia



CONSIGLIO NAZIONALE
DEI GEOLOGI



Cosa voleva il cliente

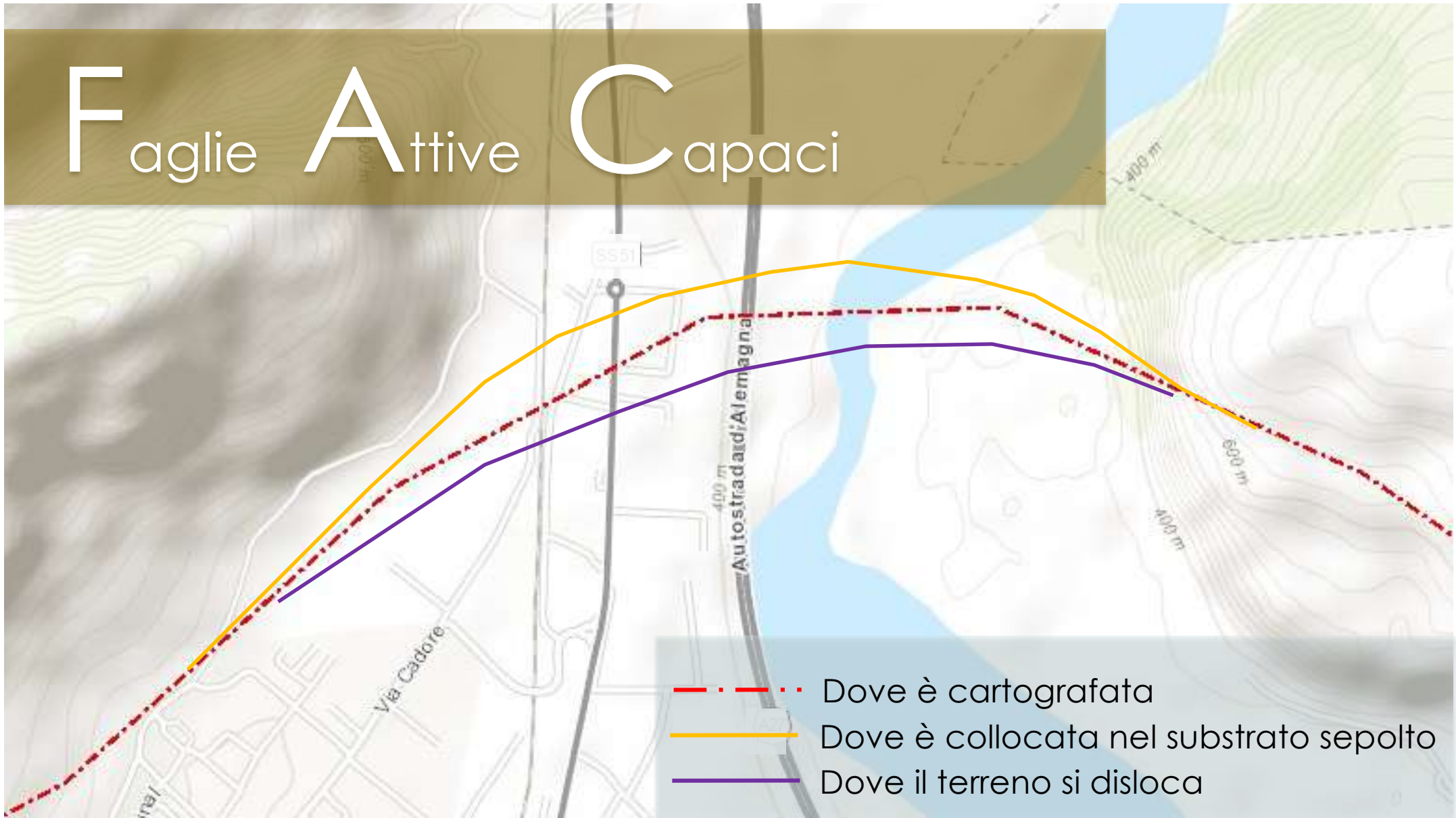


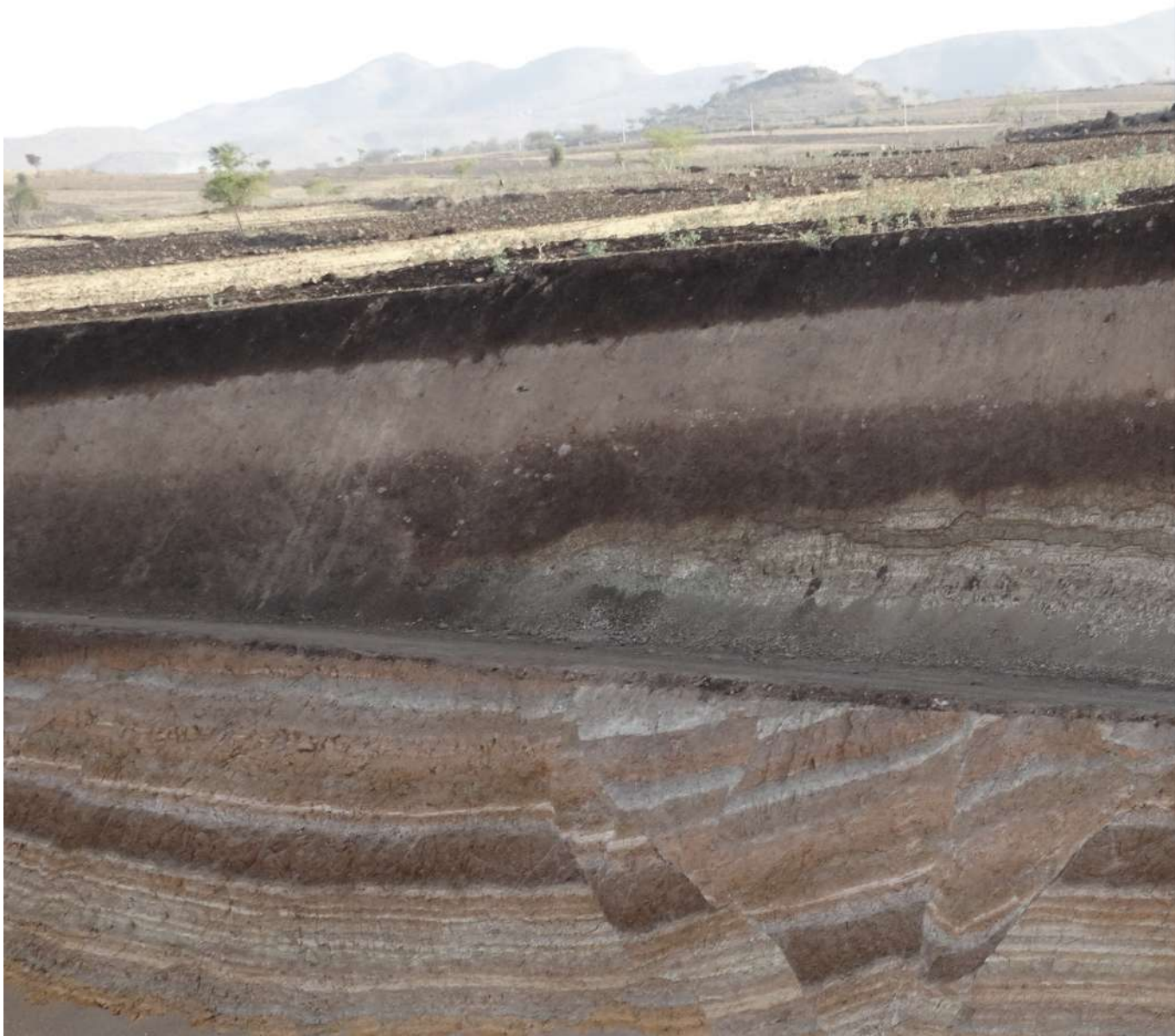
Cosa è stato progettato



Cosa è stato realizzato

Faglie Attive Capaci





Che effetto
ha una
dislocazione
di faglia sulla
coltre di
copertura?

Sommario

- Metodo di analisi
- Analisi parametrica di alcuni fattori chiave
- Esempi di analisi per terreni attritivi
- Esempi di analisi per terreni coesivi
- Sintesi dei risultati
- Conclusioni

- Metodo di analisi

- Analisi parametrica di alcuni fattori chiave
- Esempi di analisi per terreni attritivi
- Esempi di analisi per terreni coesivi
- Sintesi dei risultati
- Conclusioni

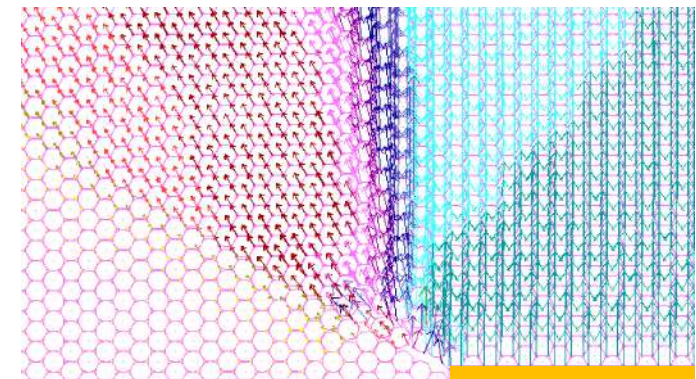
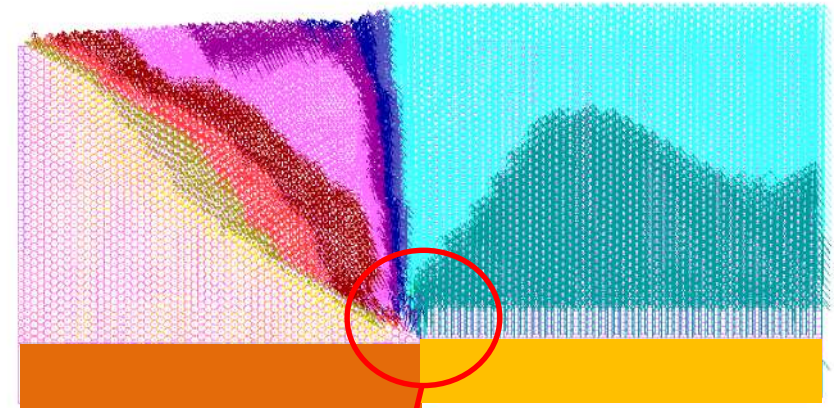
Metodo di analisi

Obiettivo:

analizzare spostamenti di ordine metrico indotti da corpi rigidi discontinui (il substrato roccioso) su un mezzo omogeneo deformabile (la copertura).

Solo codici numerici che accettano grandi spostamenti consentono modelli completi e soddisfacenti. Esempi:

- Soluzioni aperte: Elementi distinti (es: PFC, YADE)
- Soluzioni chiuse: Elementi finiti con capacità di rigenerare la maglia di calcolo (es: Dyna)

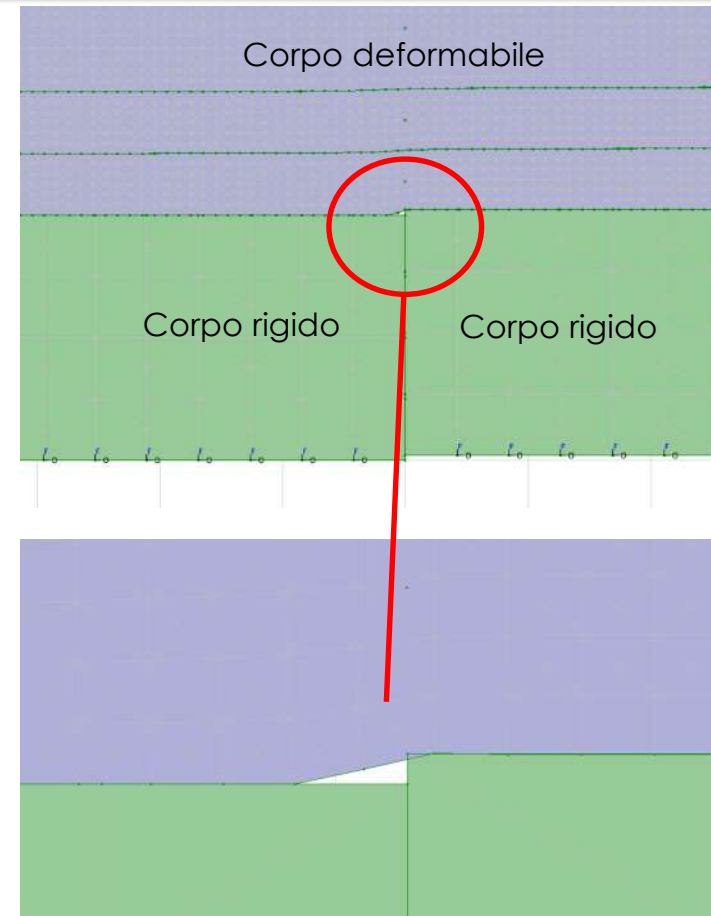


Esempio analisi Elementi Distinti

QUALE APPROCCIO

Per grandi spostamenti
Metodi FEM, BEM, FDM sono
gravati da errori nell'intorno
della dislocazione.

Perdono affidabilità per
piccoli i spessori di terreno e
grandi spostamenti



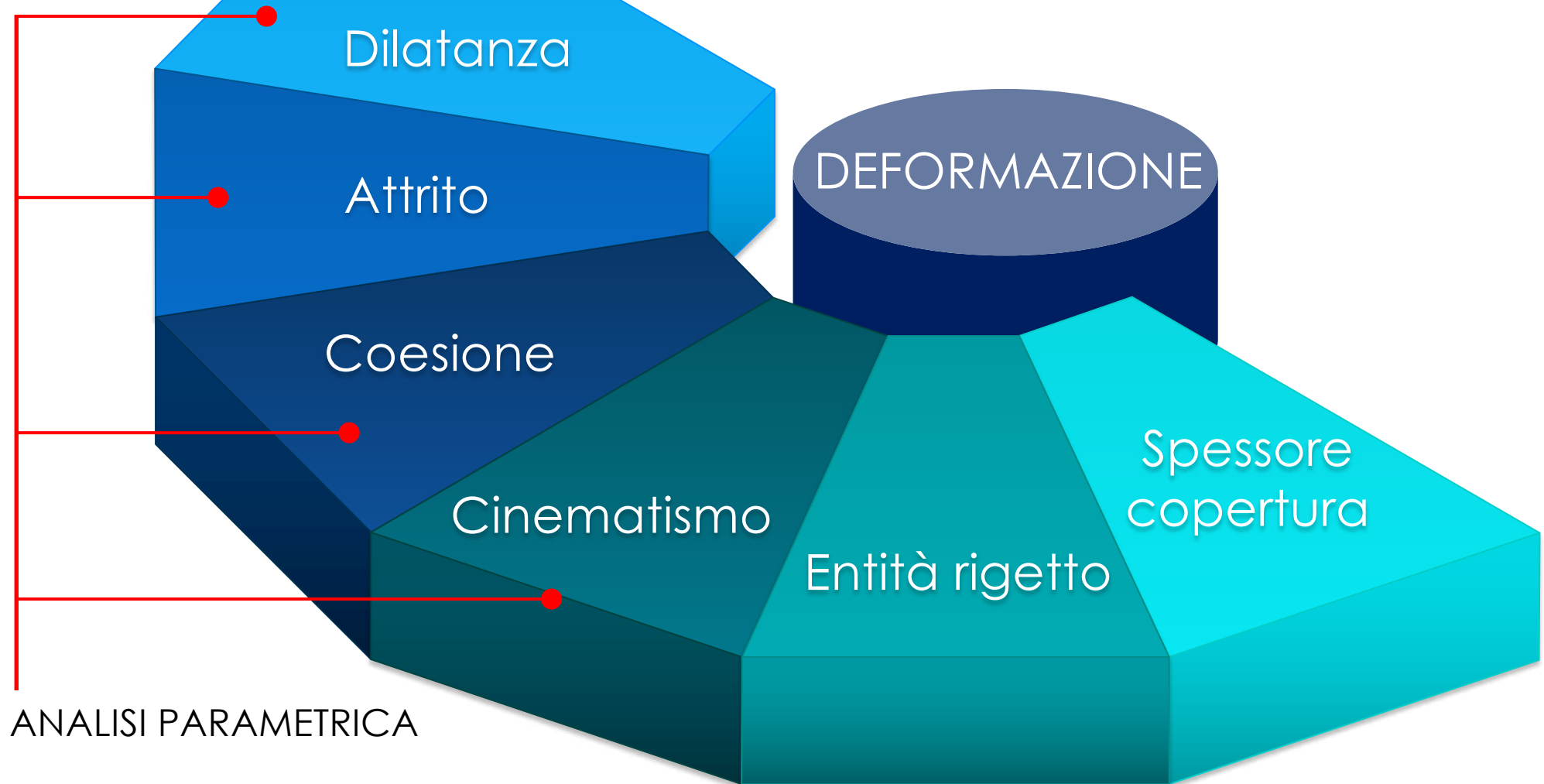
Esempio: metodo differenze finite

SEMPLIFICAZIONI UTILIZZATE CON IL FEM

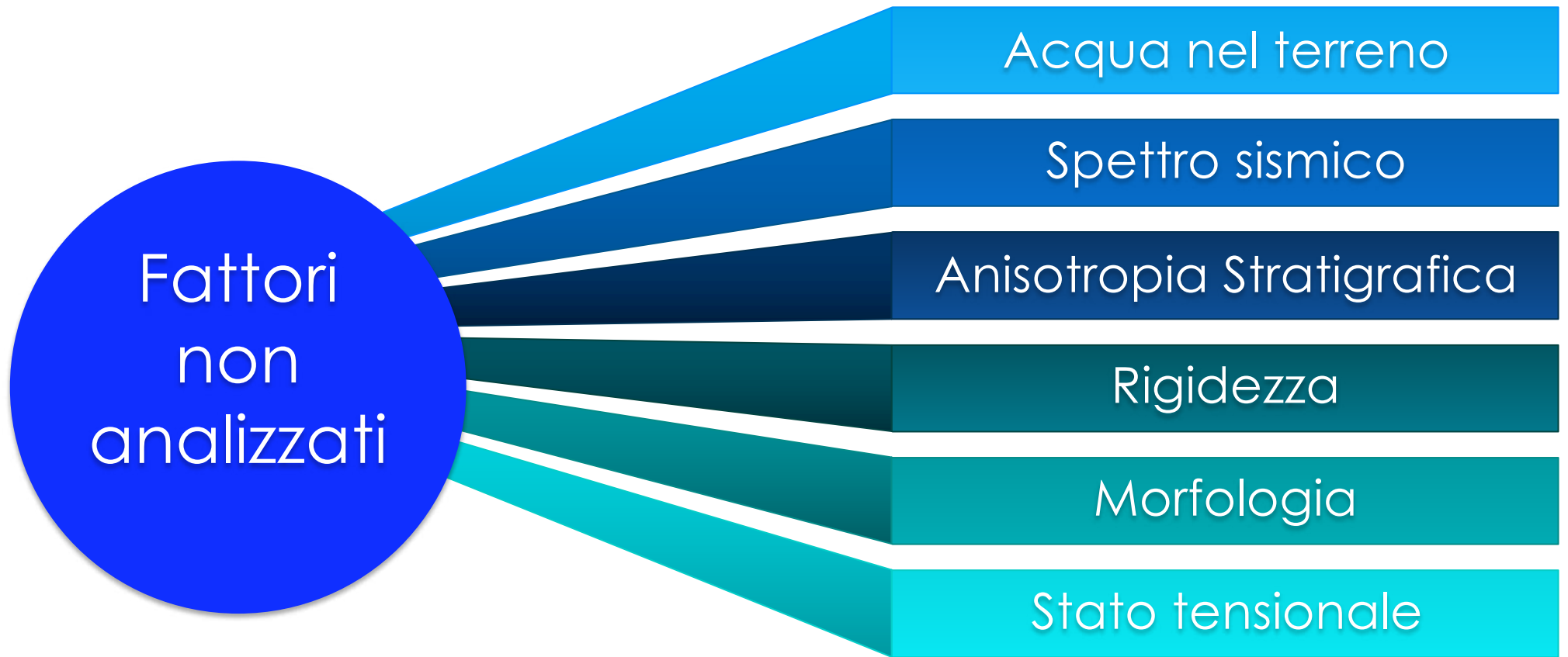
- Copertura omogenea, isotropa, continua.
- Stato tensionale costante $\sigma_H/\sigma_V = (1 - \sin \phi)$.
- Condizioni drenate.
- Trascurato l'effetto sisma (nessuno spettro).



FATTORI CHE INFLUENZANO LA DEFORMAZIONE



FATTORI CHE INFLUENZANO LA DEFORMAZIONE



ULTERIORI STUDI NECESSARI !!!!

- Metodo di analisi
- Analisi parametrica di alcuni fattori chiave
- Esempi di analisi per terreni attritivi
- Esempi di analisi per terreni coesivi
- Sintesi dei risultati
- Conclusioni

Analisi parametrica

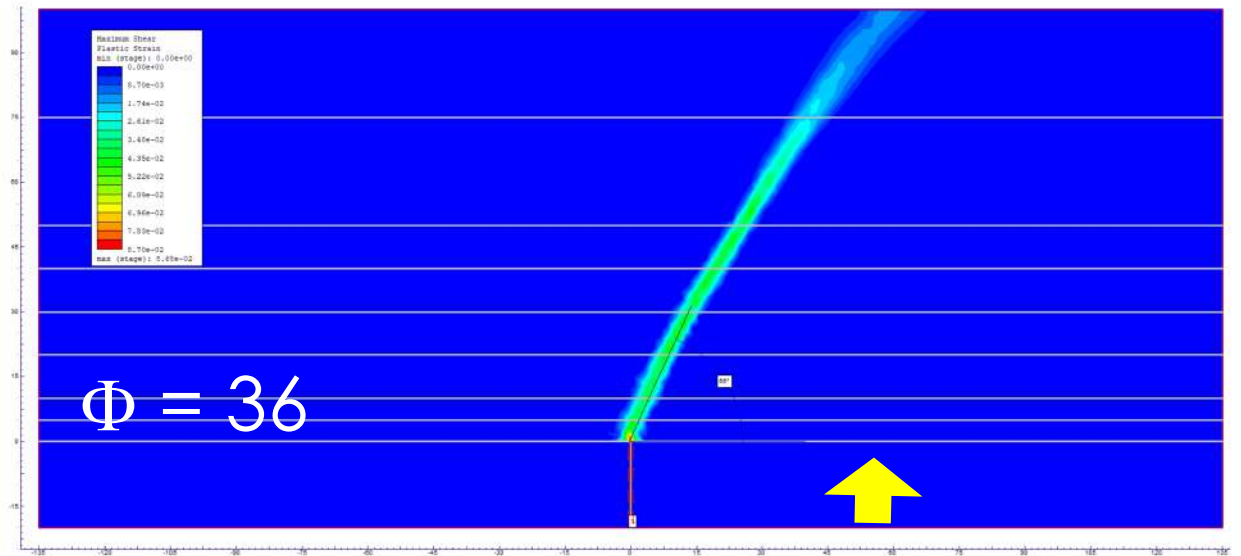
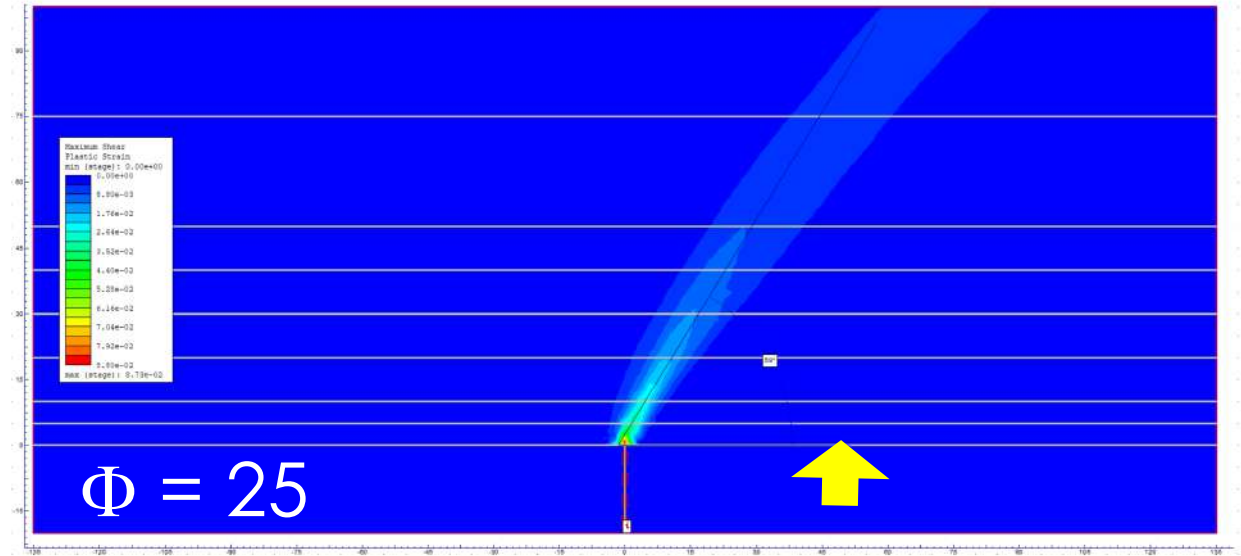
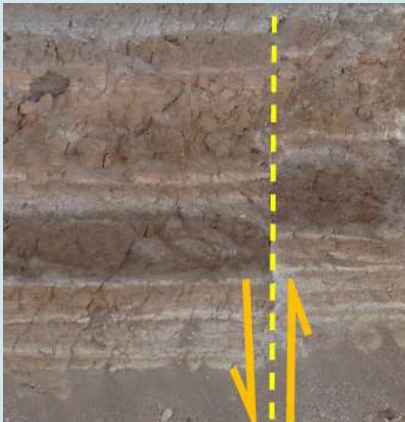
Variabile: ATTRITO

Costanti

$H = 100 \text{ m}$

$C = 0 \text{ KPa}$

$d = 0^\circ$

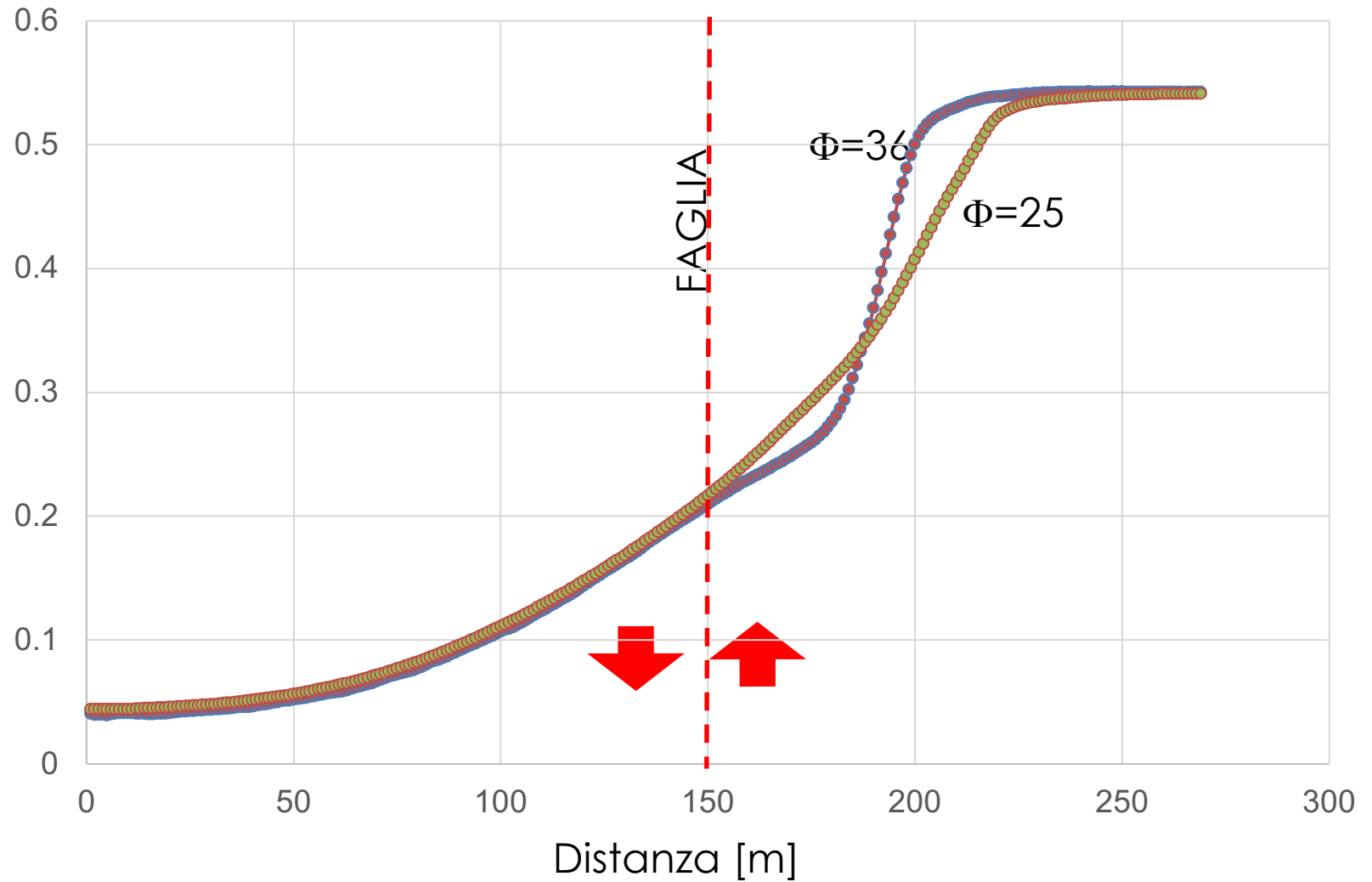


Analisi
parametrica
Variabile:
ATTRITO

Costanti
 $H = 100 \text{ m}$
 $C = 0 \text{ KPa}$
 $d = 0^\circ$



Spostamenti verticali VS distanza dalla faglia



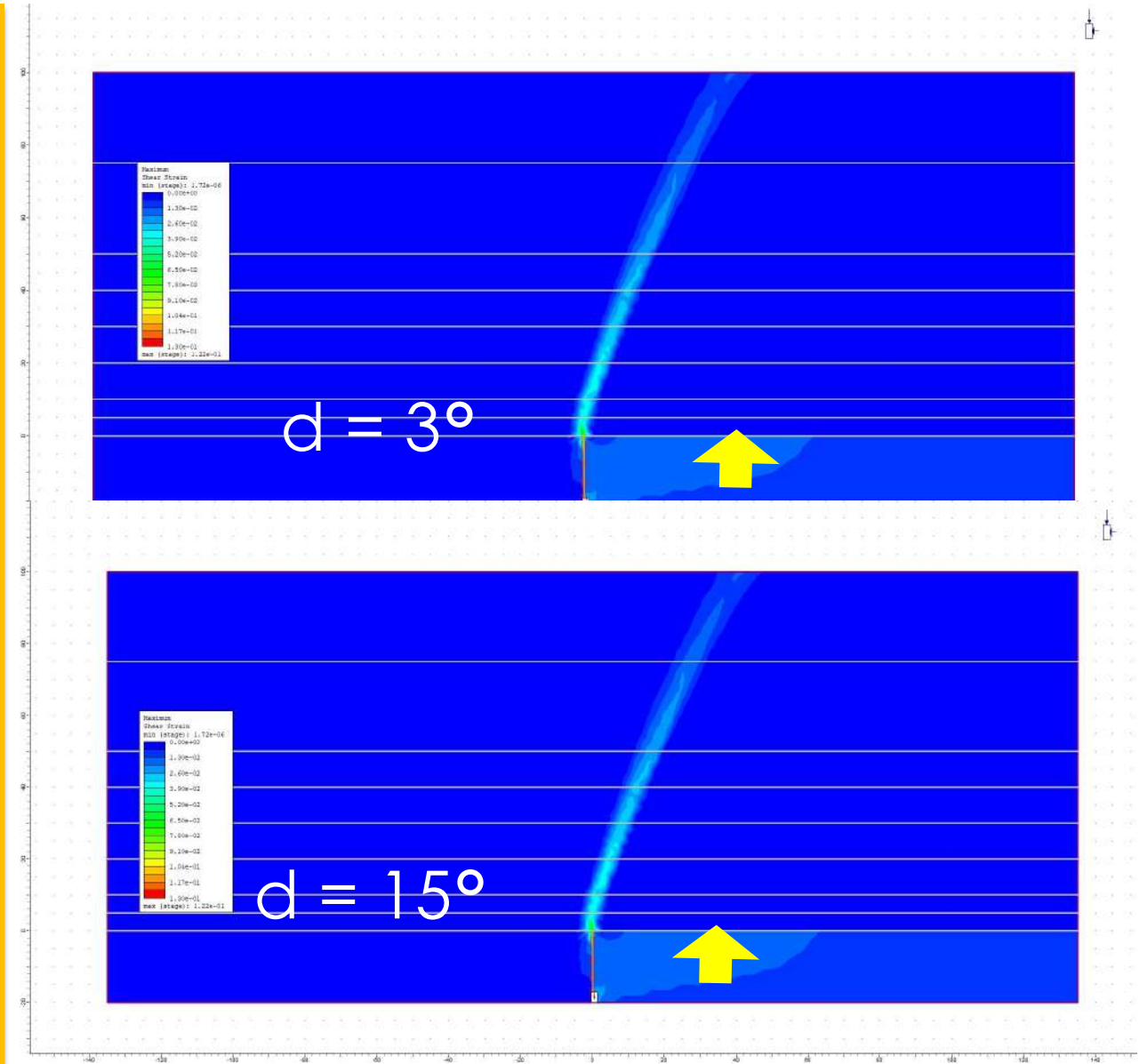
Analisi parametrica

Variabile: DILATANZA

$H = 100 \text{ m}$

$\Phi = 36^\circ$

$C = 0$

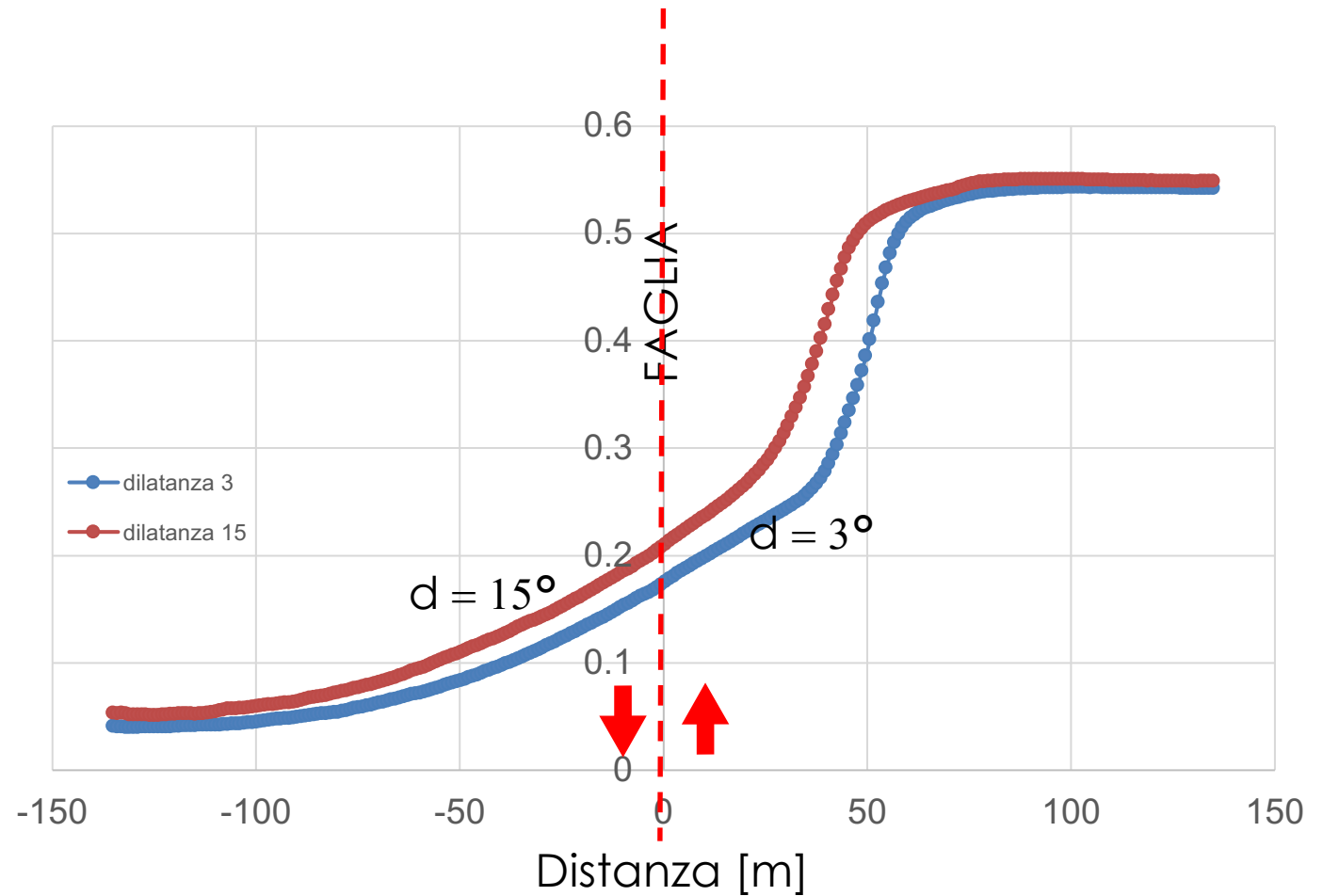


Analisi
parametrica
Variabile:
DILATANZA

Costanti
 $H = 100 \text{ m}$
 $C = 0 \text{ KPa}$
 $\phi = 36^\circ$



Spostamenti verticali in superficie VS distanza dalla faglia



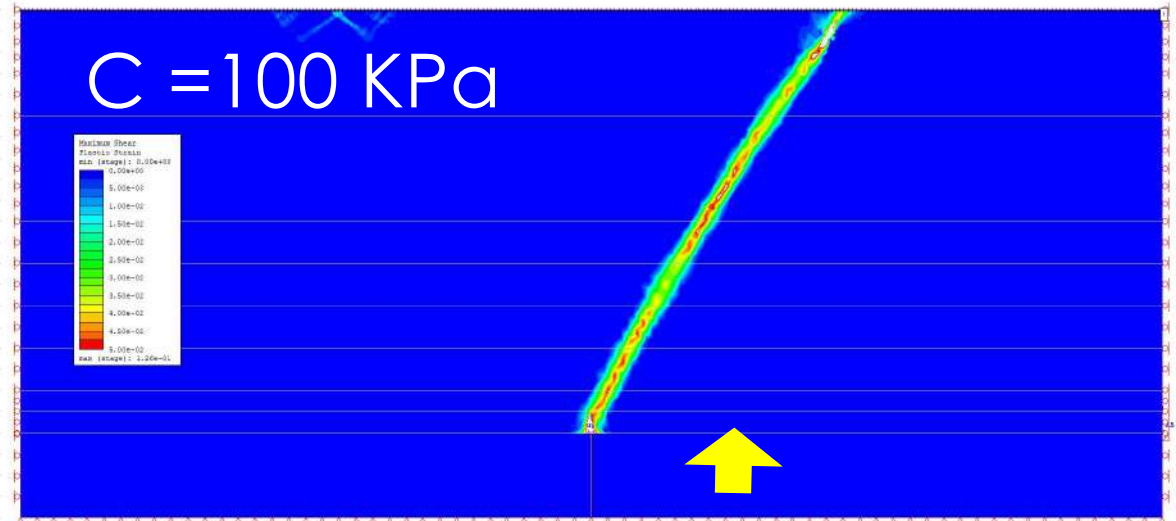
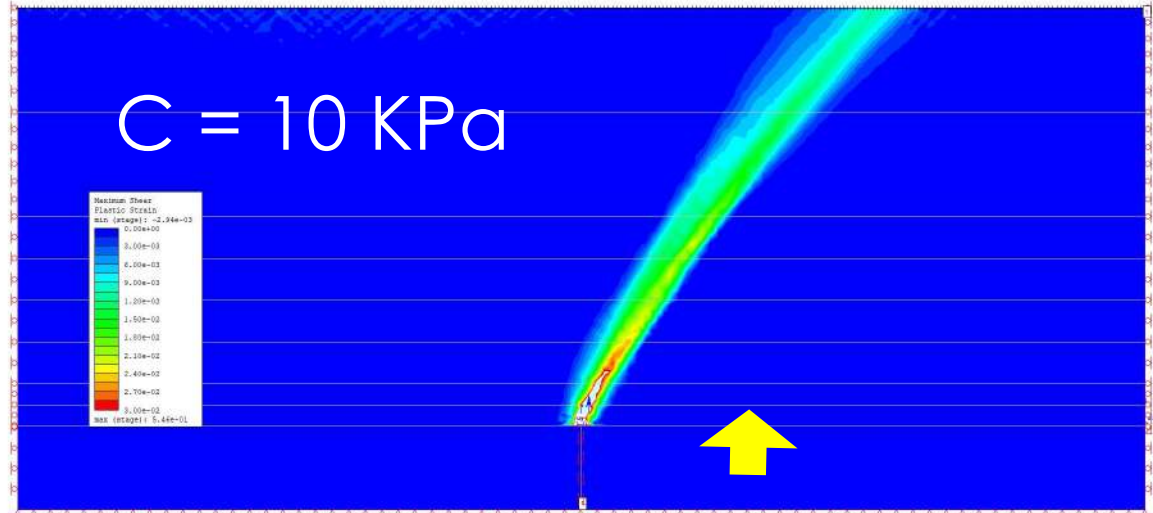
Analisi parametrica

Variabile: COESIONE

$H = 100 \text{ m}$

$\Phi = 25^\circ$

$d = 0^\circ$

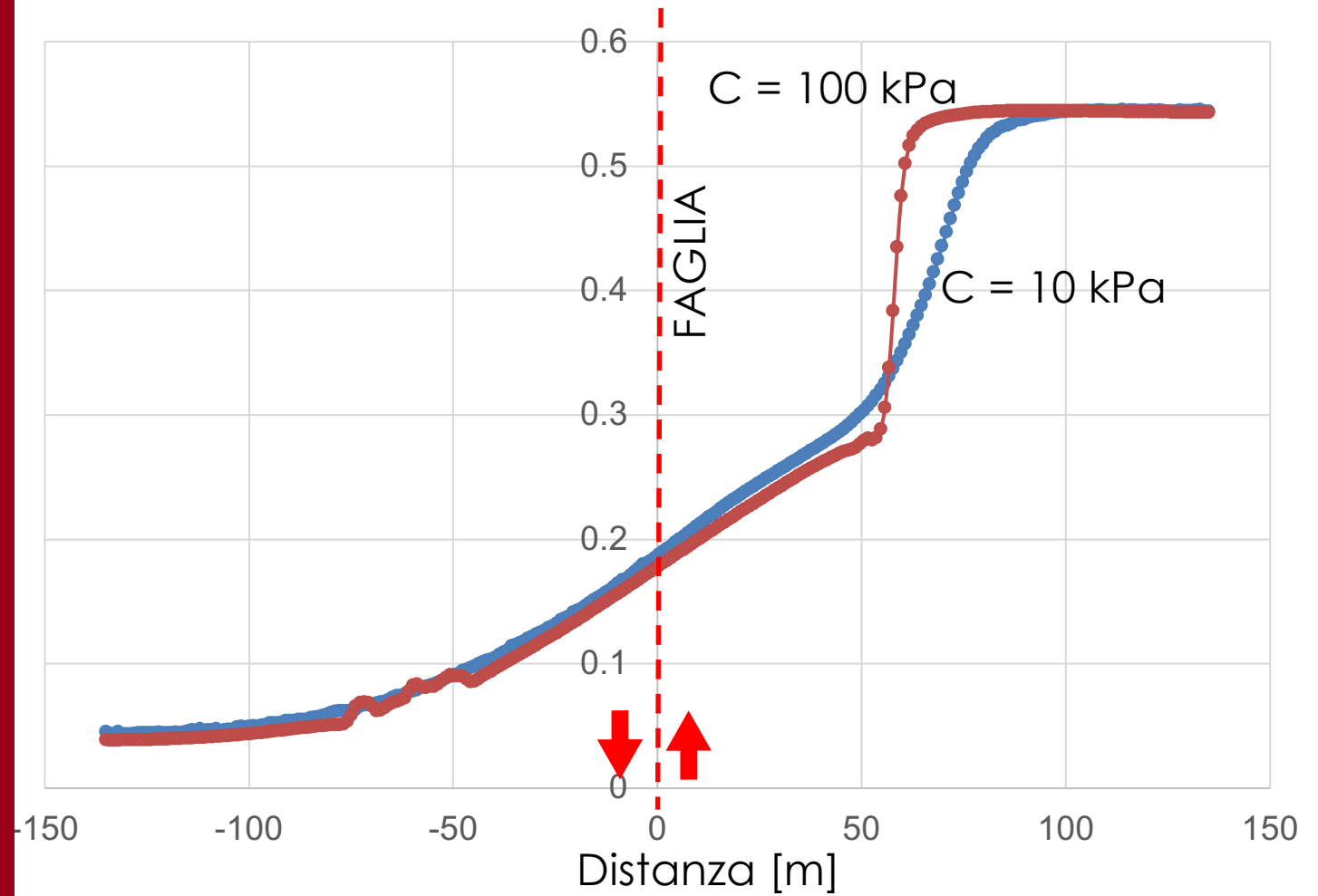


Analisi
parametrica
Variabile:
COESIONE

$H = 100 \text{ m}$
 $\Phi = 25^\circ$
 $d = 0^\circ$



Spostamenti verticali VS distanza dalla faglia



Analisi parametrica

Variabile:
CINEMATISMO

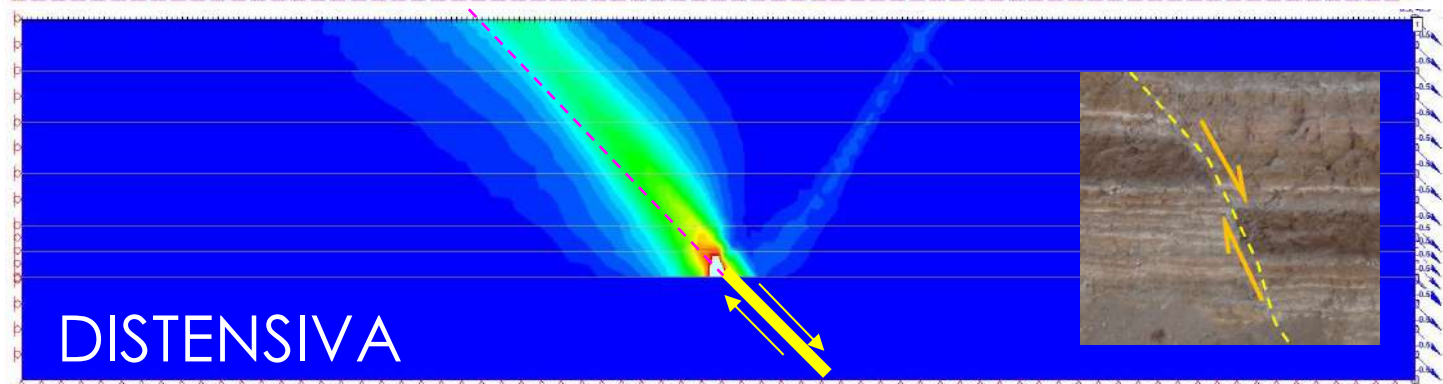
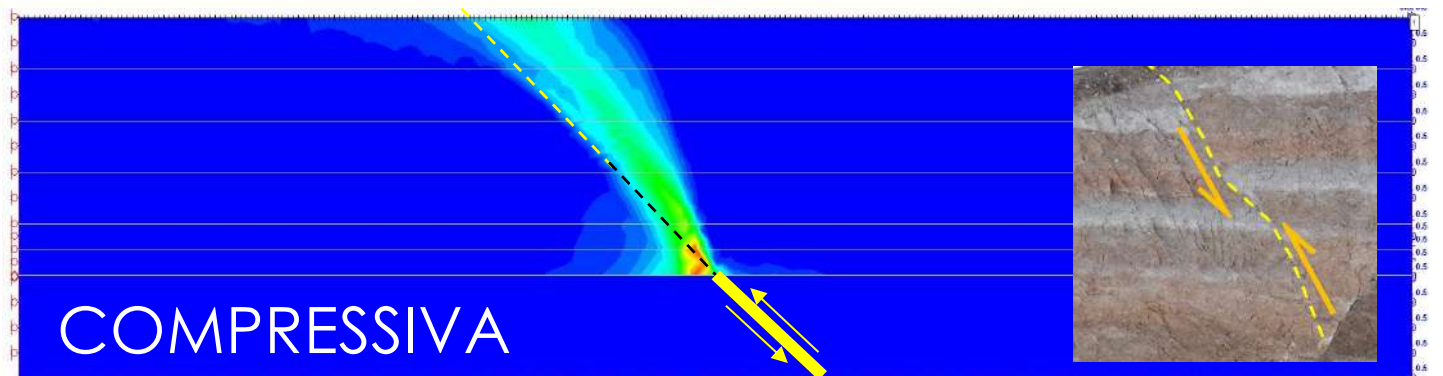
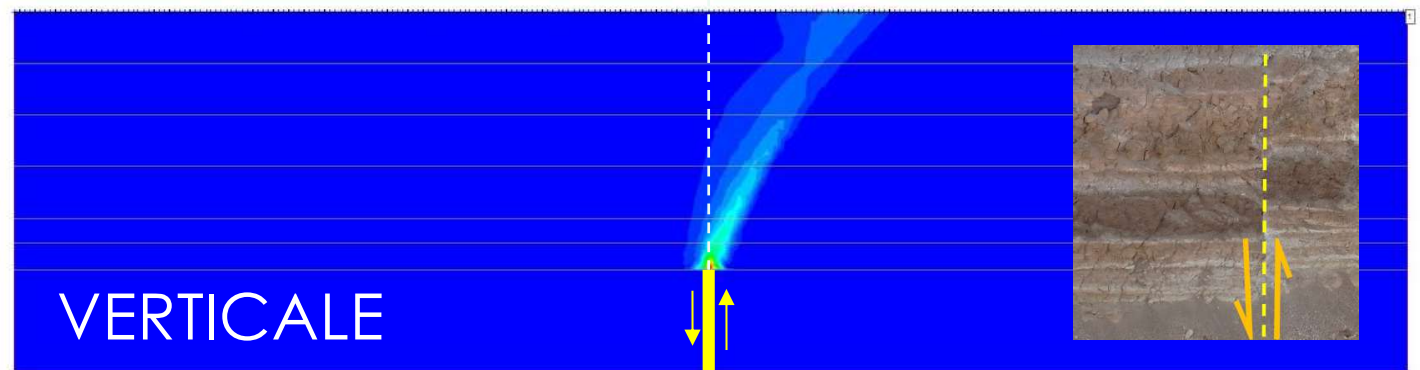
$H = 50 \text{ m}$

$C = 5 \text{ kPa}$

$\Phi = 36^\circ$

$d = 3^\circ$

$R = 0.5 \text{ m}$

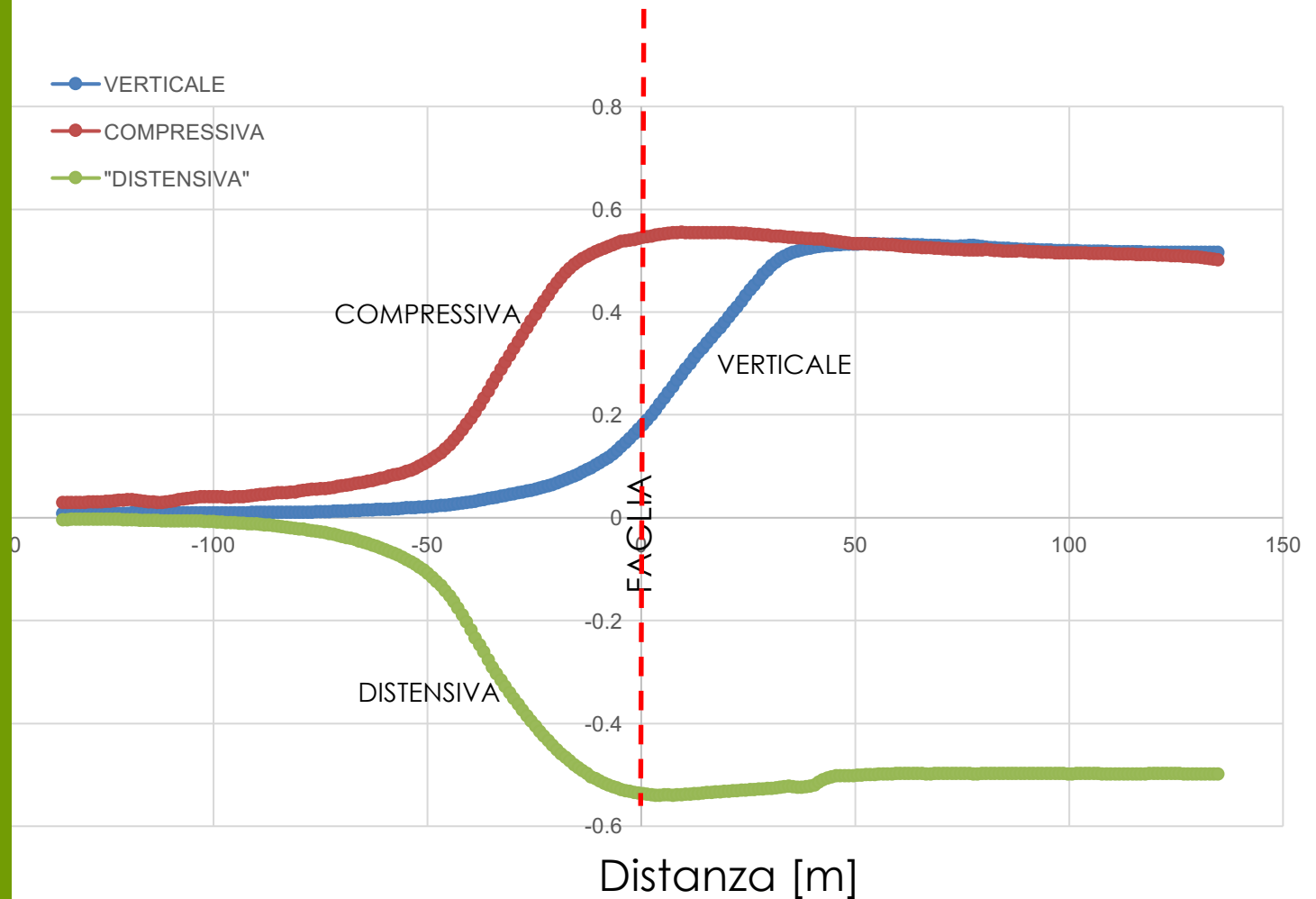


Analisi parametrica

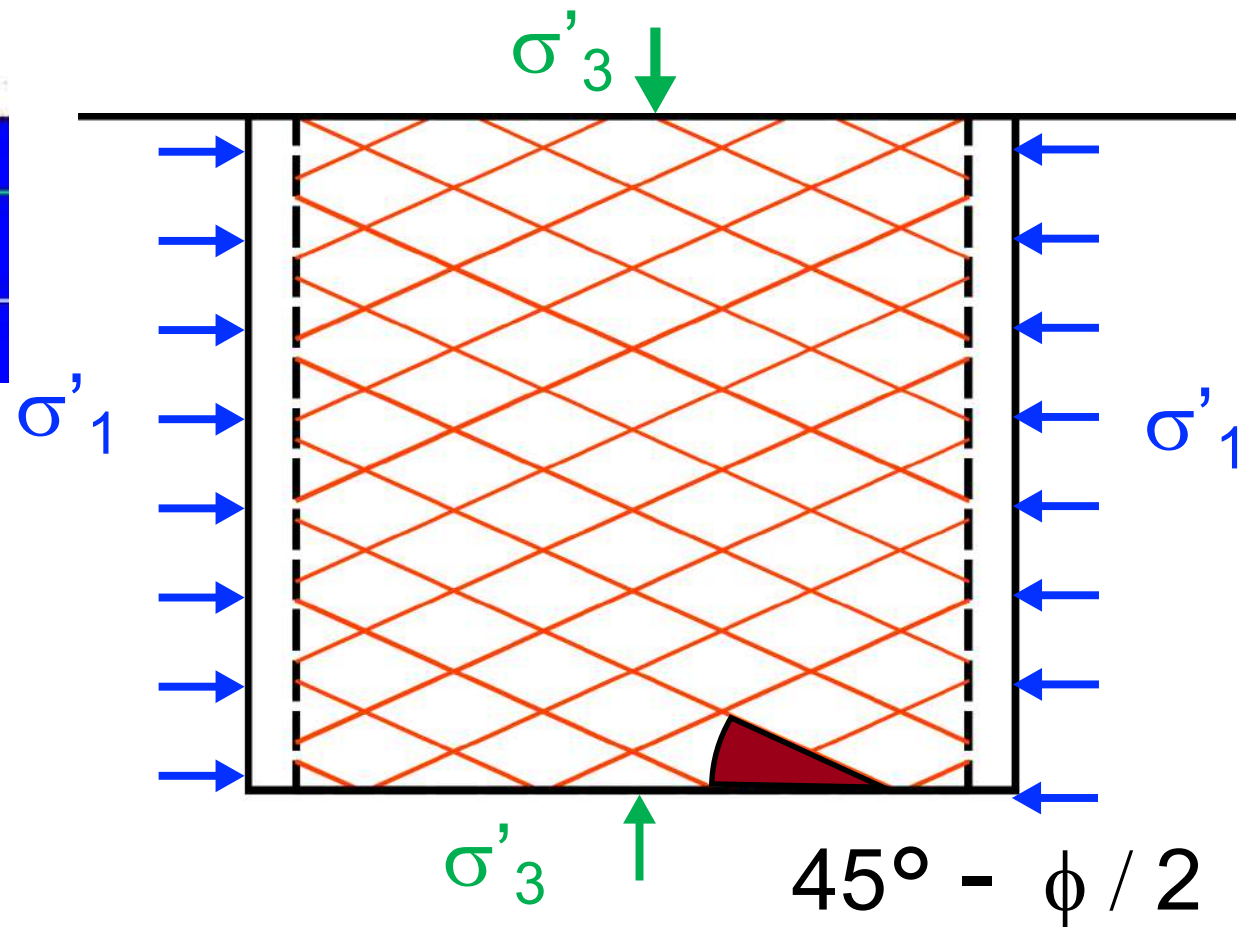
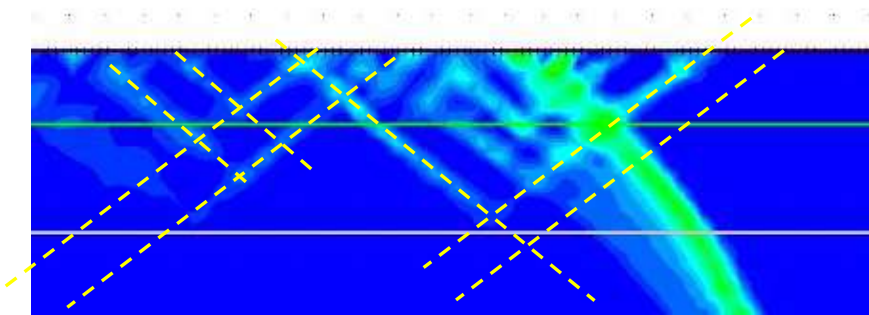
Variabile:
CINEMATISMO

$H = 50 \text{ m}$
 $C = 5 \text{ kPa}$
 $\Phi = 36^\circ$
 $d = 3^\circ$
 $R = 0.5 \text{ m}$

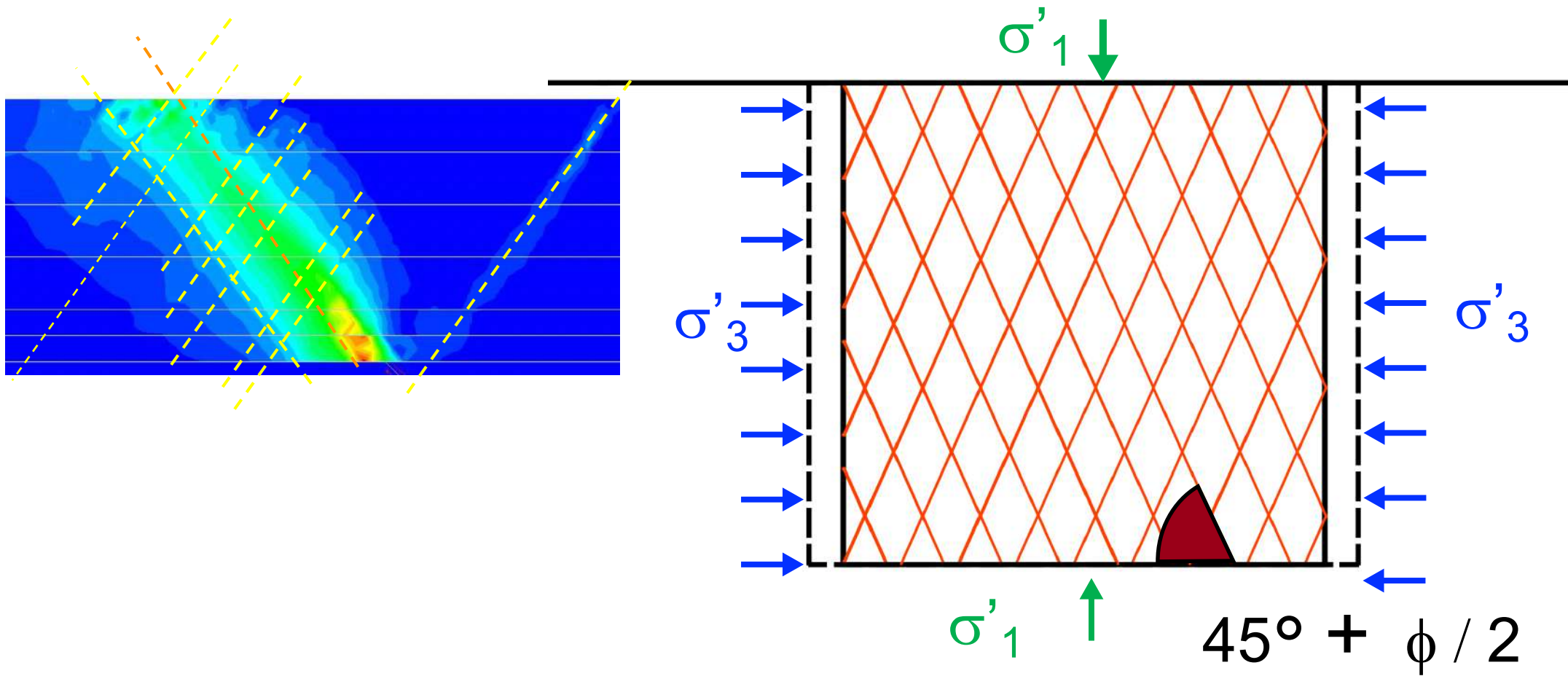
Spostamenti verticali VS distanza dalla faglia

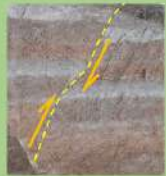
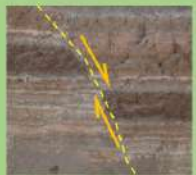
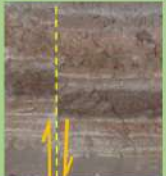

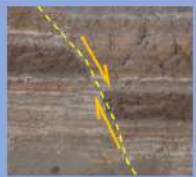
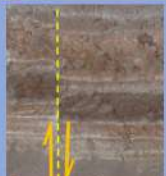


Stato limite attivo (faglie di compressione)



Stato limite passivo (faglie distensive)



Terreno		Cinematismo	Spessore [m]	Rigetto (sensitività) [m]				
Attritivo		Compressivo	100	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			50	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			20	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			10	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
		Distensivo	100	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			50	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			20	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			10	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
		Verticale	100	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			50	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			20	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			10	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
Coesivo		Compressivo	100	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			50	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			20	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			10	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
		Distensivo	100	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			50	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			20	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			10	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
		Verticale	100	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			50	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			20	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
			10	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0

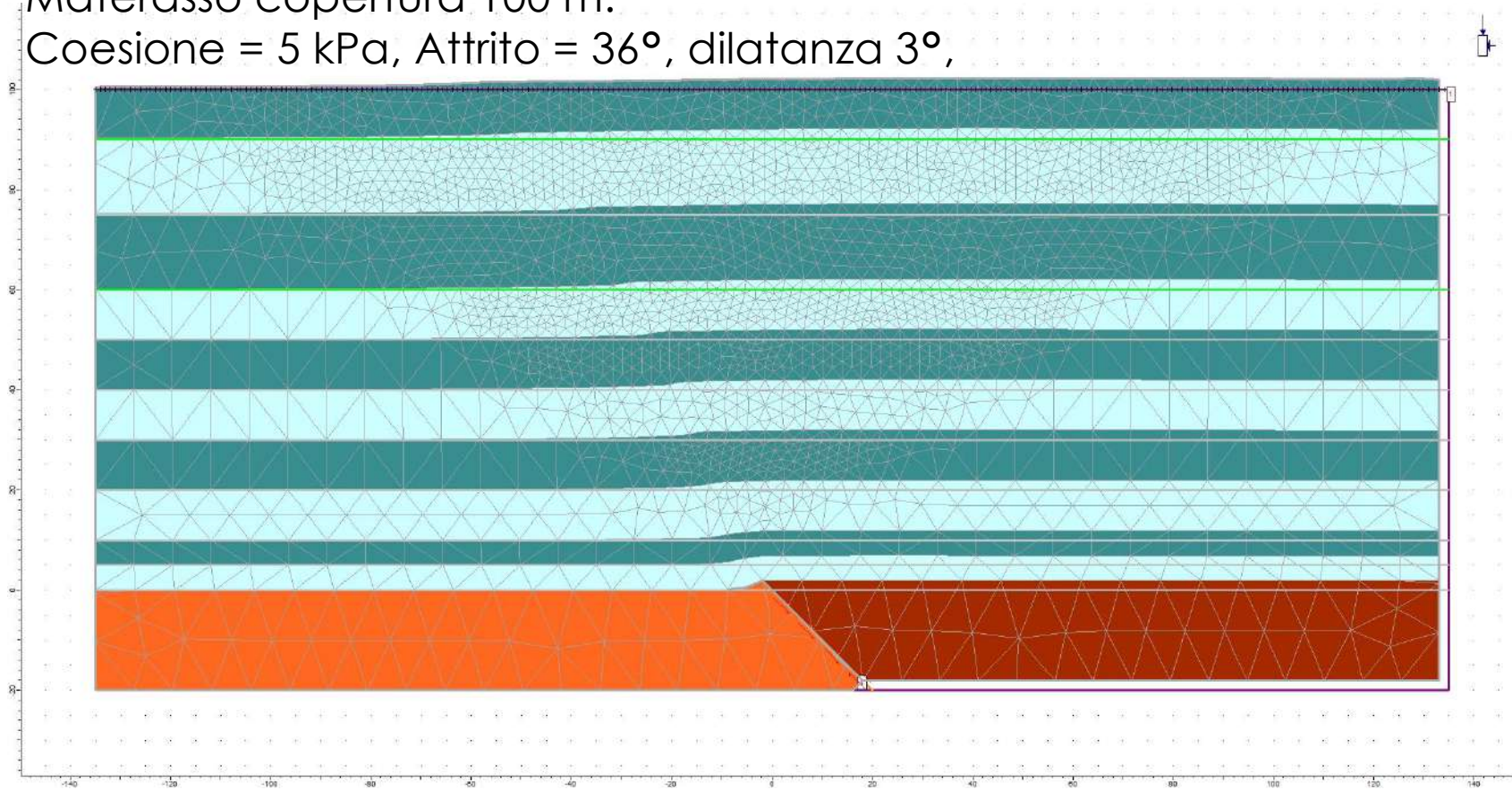
- Metodo di analisi
- Analisi parametrica di alcuni fattori chiave
- Esempi di analisi per terreni attritivi
- Esempi di analisi per terreni coesivi
- Sintesi dei risultati
- Conclusioni

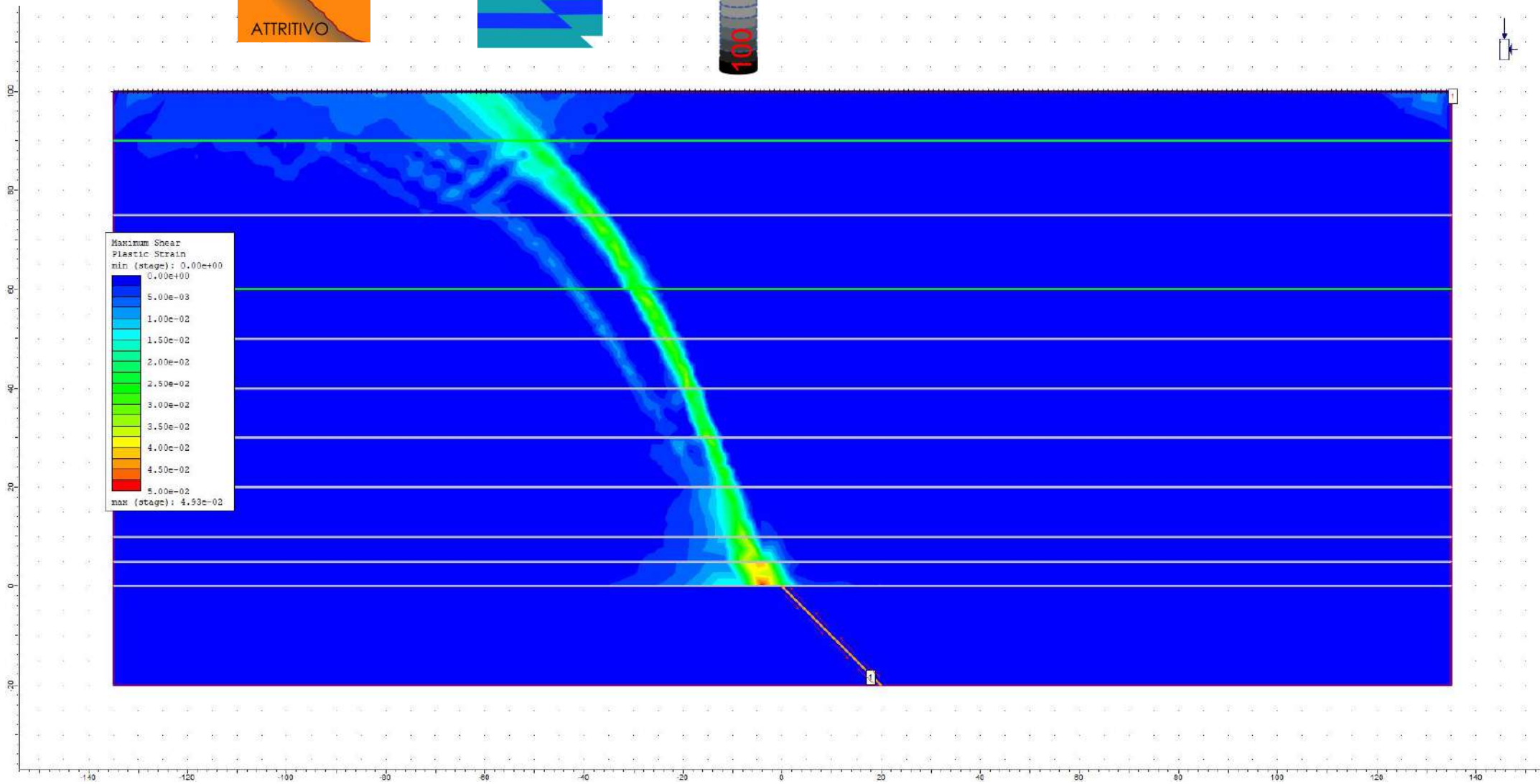
ANALISI 1

Faglia compressiva, inclinata 45° , dislocazione 1.0 m

Materasso copertura 100 m.

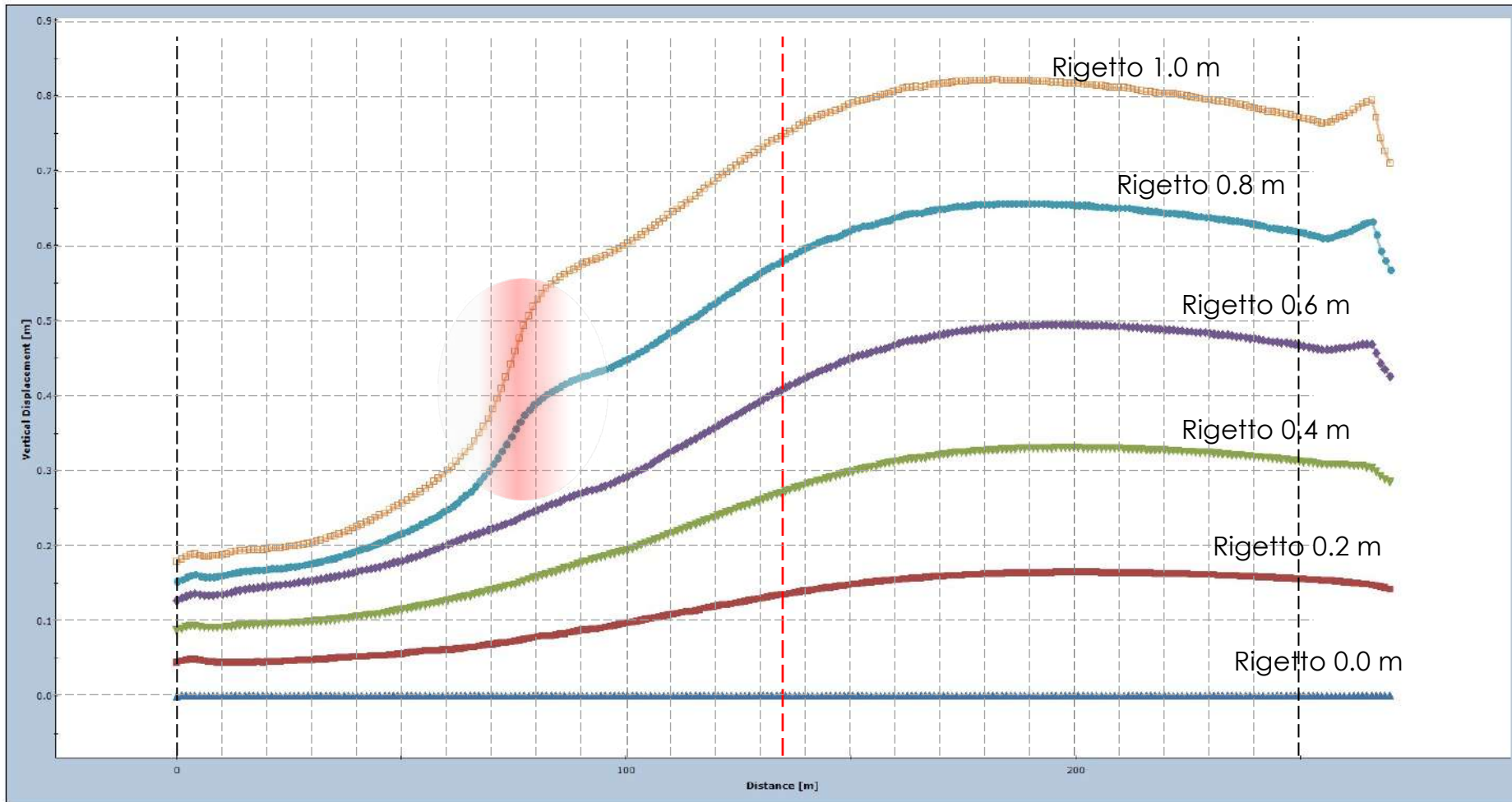
Coesione = 5 kPa, Attrito = 36° , dilatanza 3° ,





Spostamenti verticali in superficie VS distanza dalla faglia

Vertical Displacement



- Metodo di analisi
- Analisi parametrica di alcuni fattori chiave
- Esempi di analisi per terreni attritivi
- Esempi di analisi per terreni coesivi
- Sintesi dei risultati
- Conclusioni

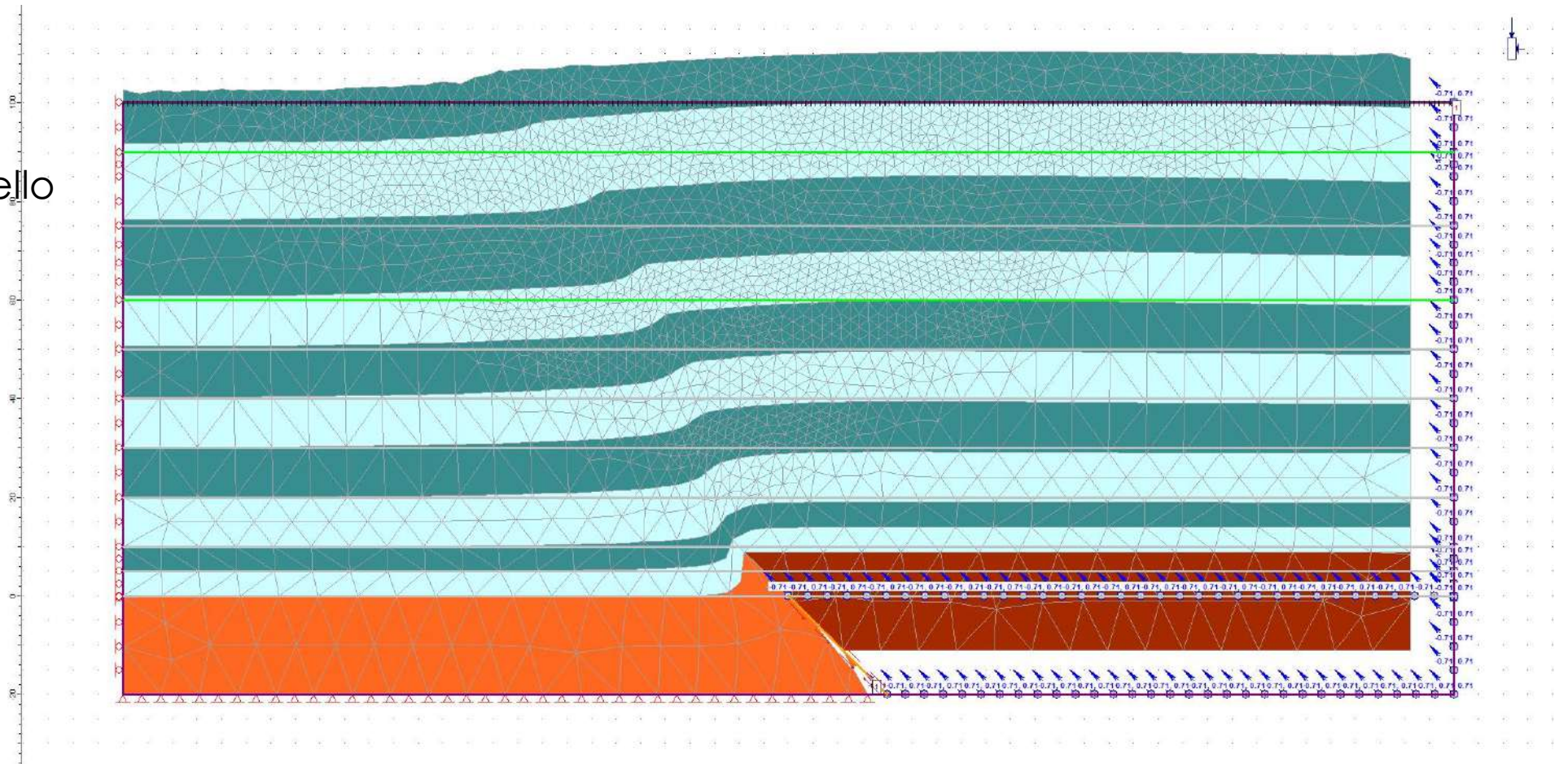
ANALISI 1

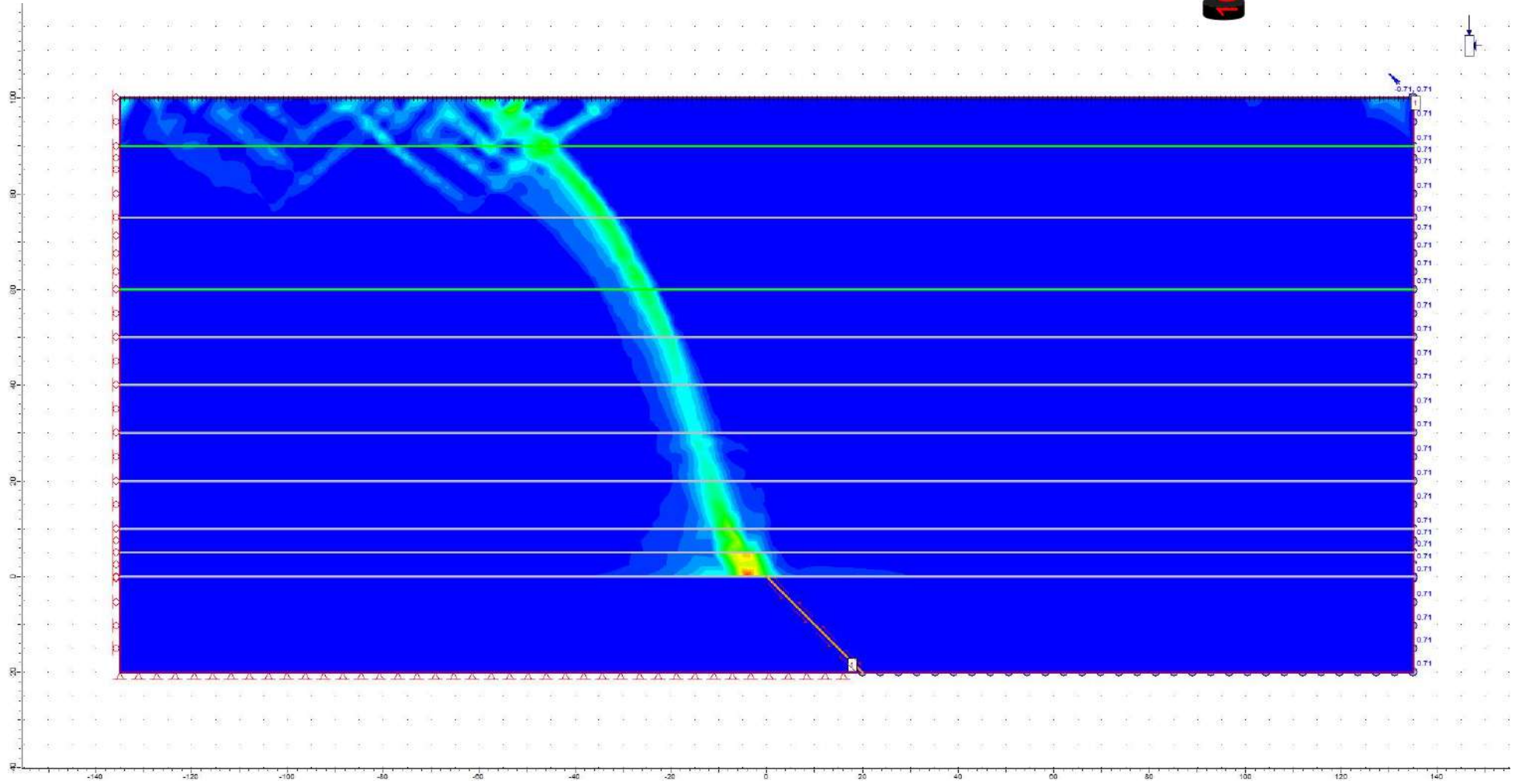
Faglia compressiva, inclinata 45°, dislocazione 1.0 m

Materasso copertura 100 m

Coesione = 40 kPa, Attrito = 25°, dilatanza 0°,

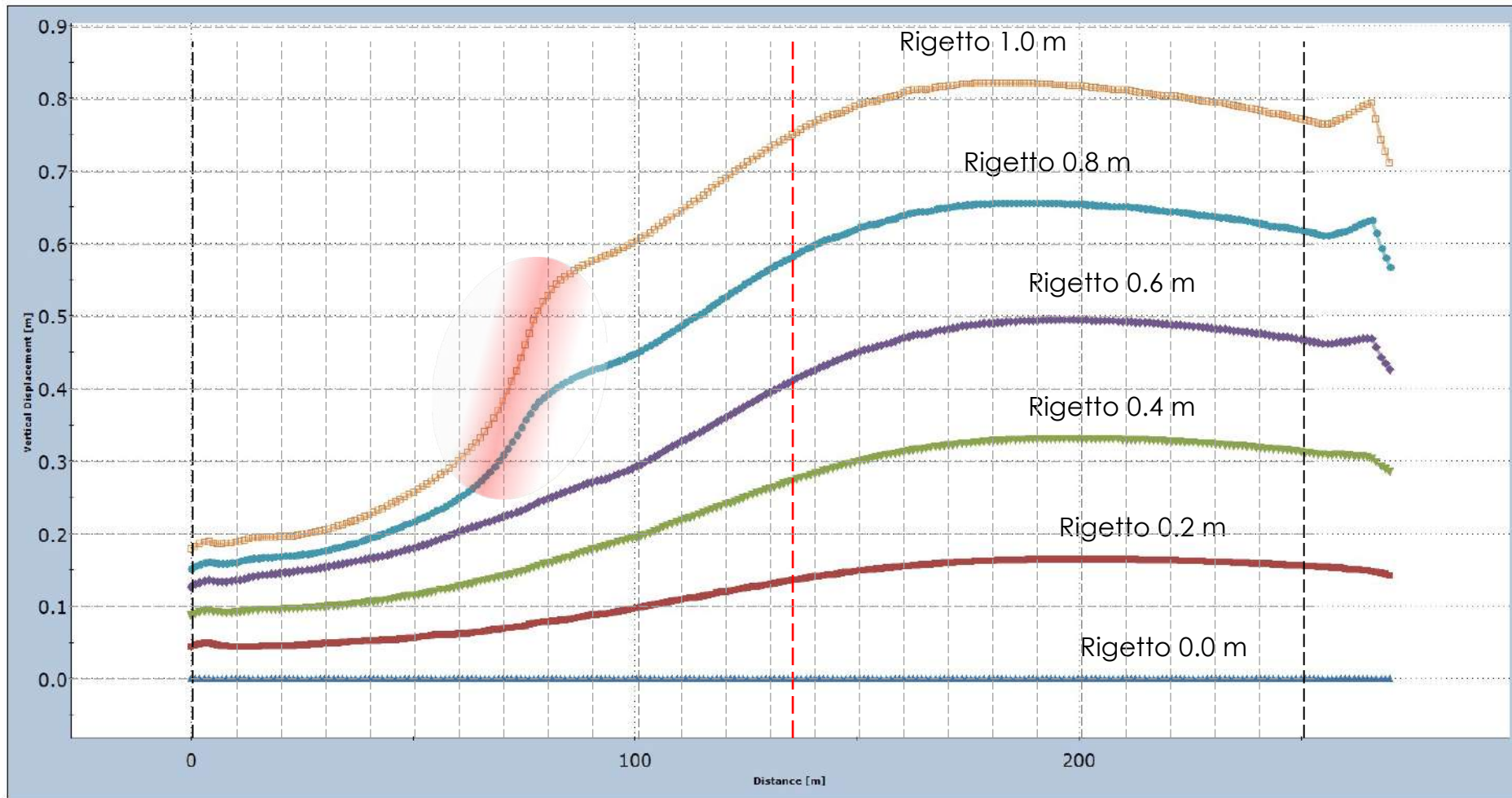
Modello





Spostamenti verticali in superficie VS distanza dalla faglia

Vertical Displacement



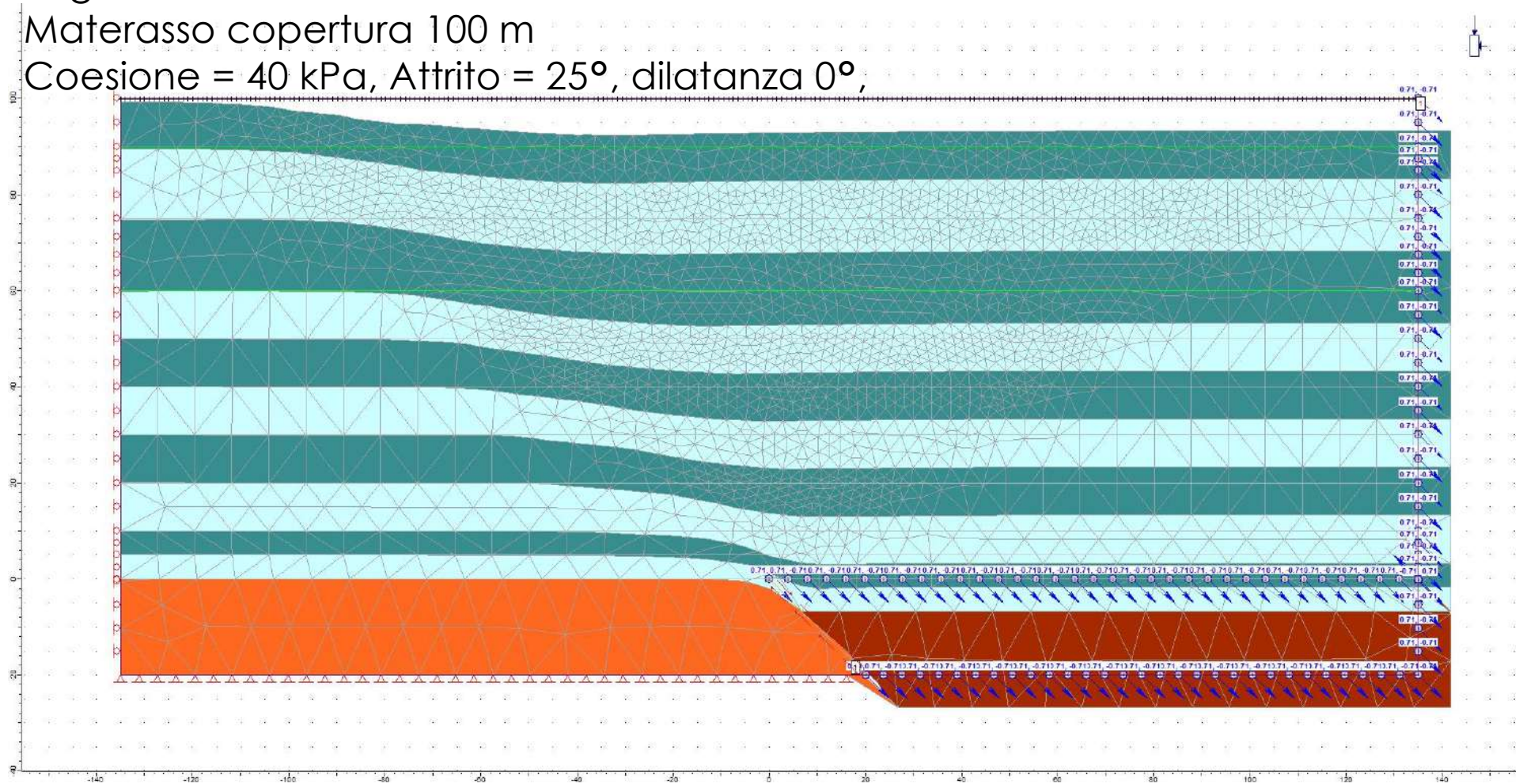
ANALISI 2

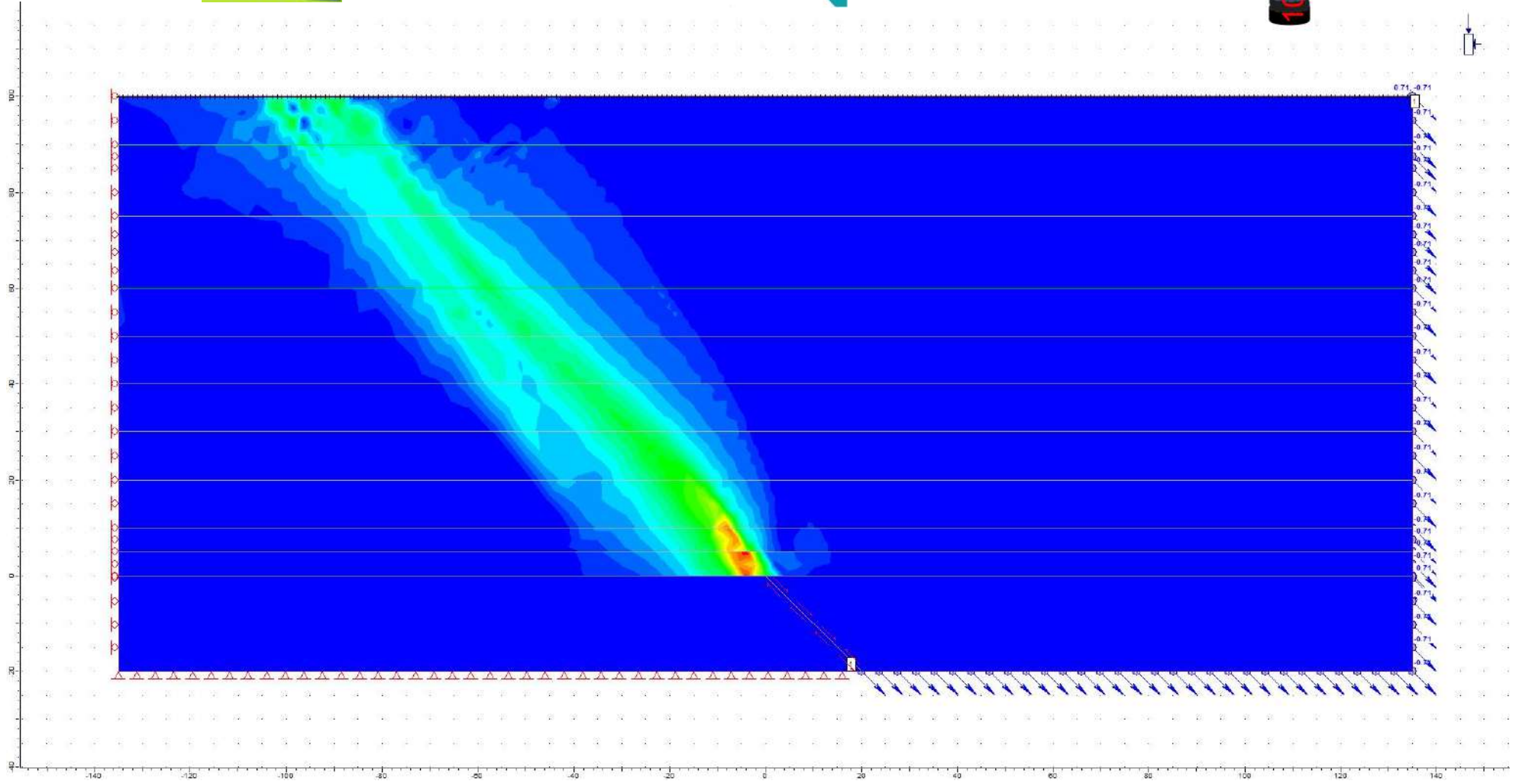
Faglia distensiva, inclinata 45°, dislocazione 1.0 m

Materasso copertura 100 m

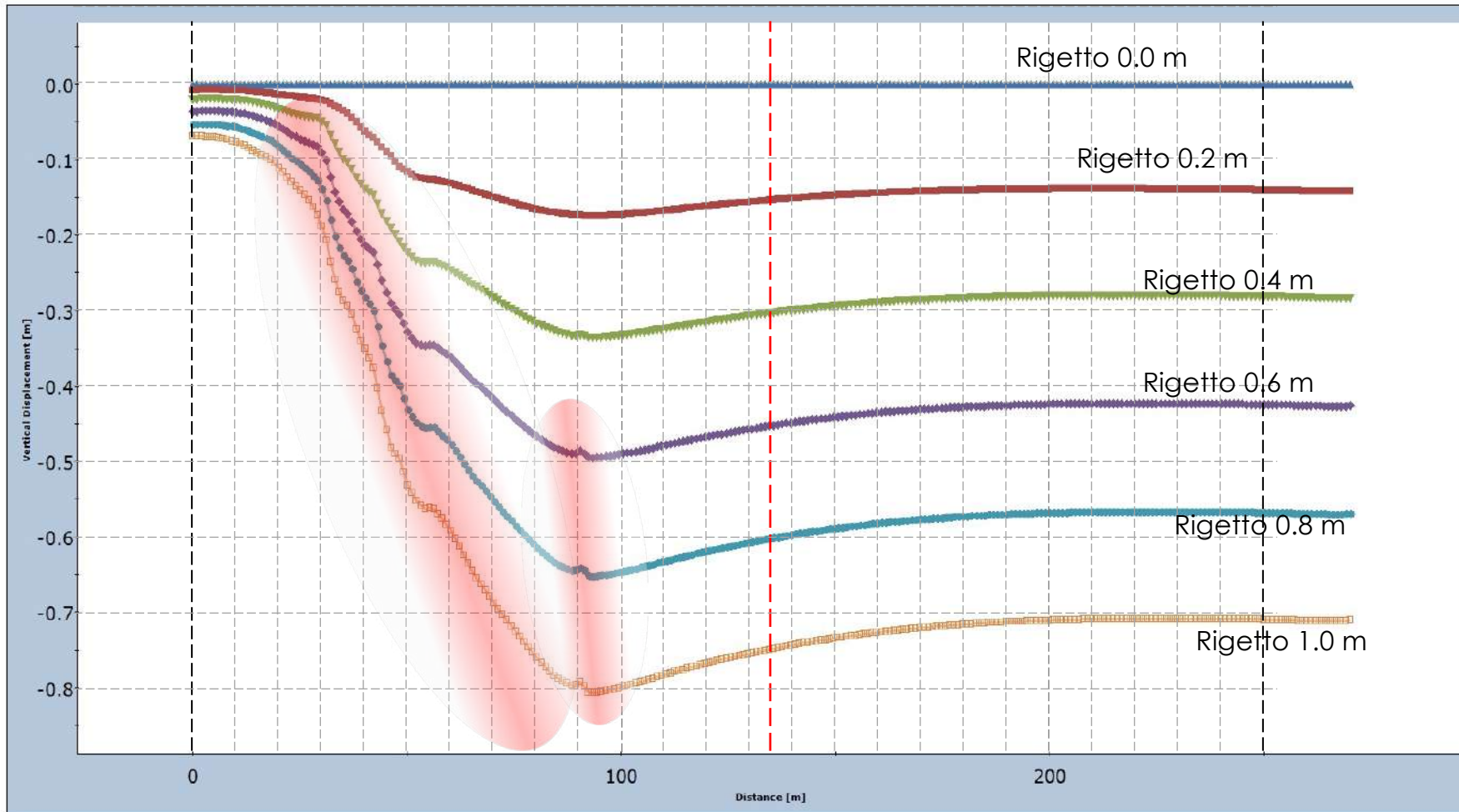
Coesione = 40 kPa, Attrito = 25°, dilatanza 0°;

Modello



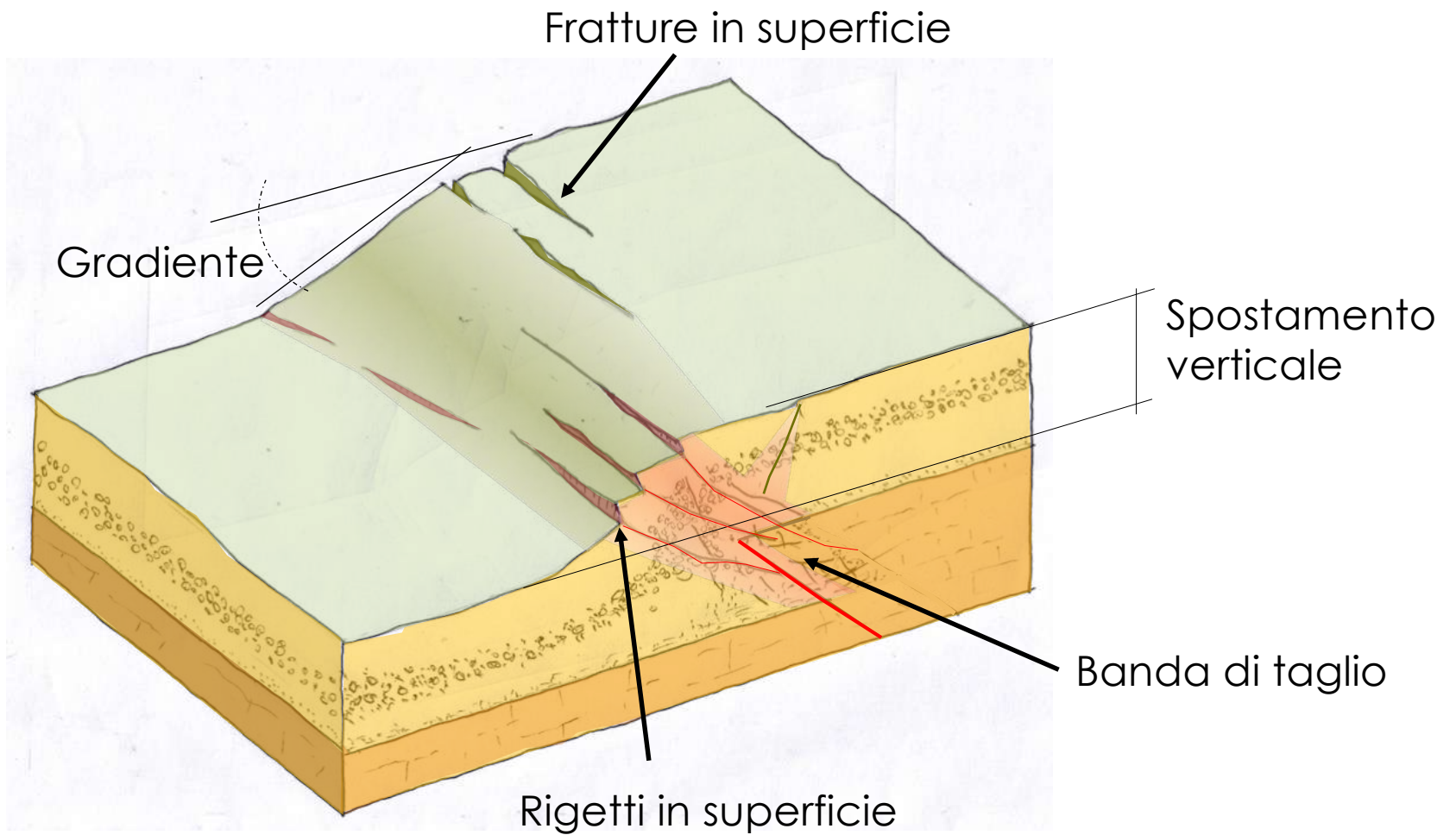


Spostamenti verticali in superficie VS distanza dalla faglia Vertical Displacement

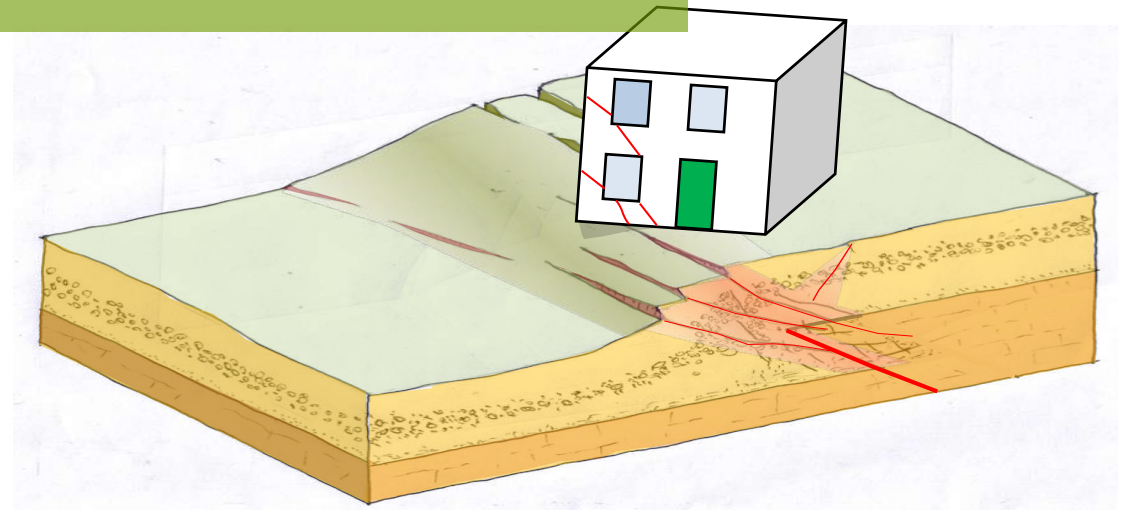


- Metodo di analisi
- Analisi parametrica di alcuni fattori chiave
- Esempi di analisi per terreni attritivi
- Esempi di analisi per terreni coesivi
- Sintesi dei risultati
- Conclusioni

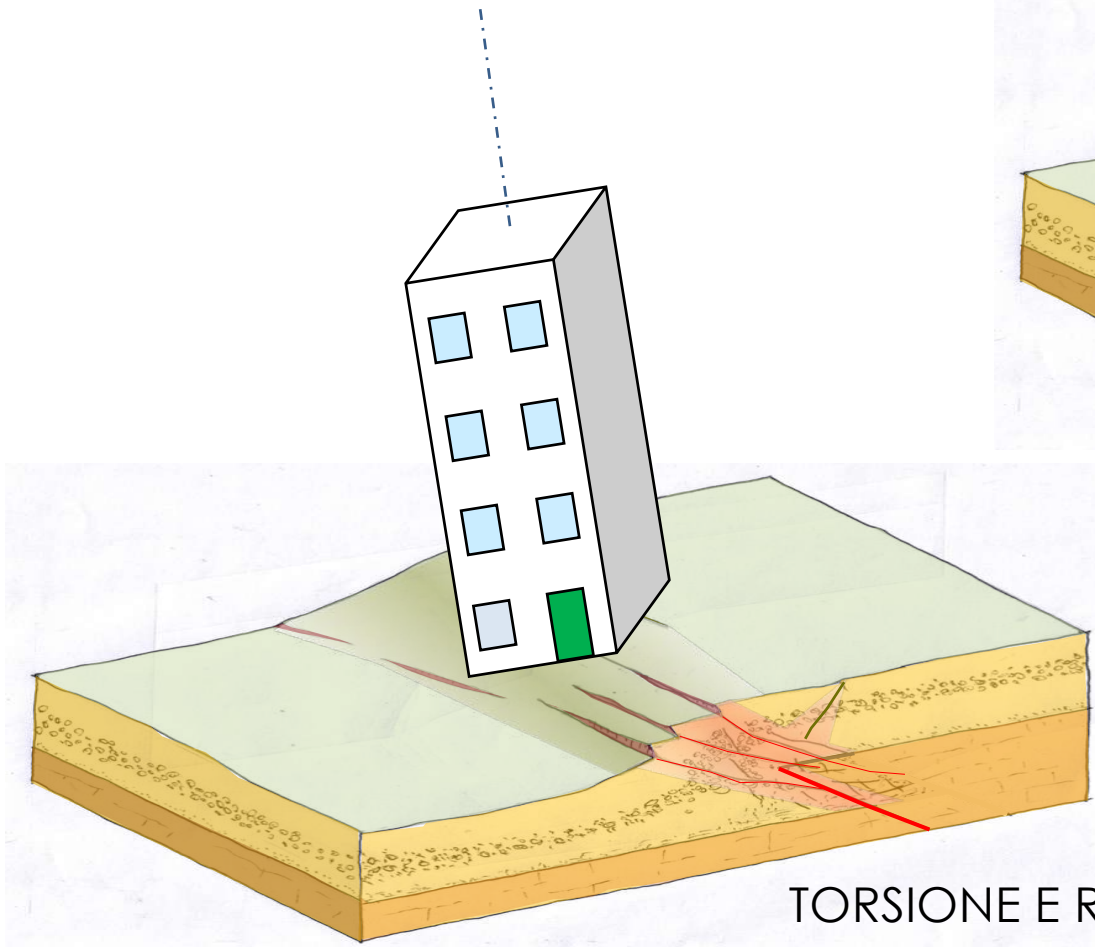
EFFETTI IN SUPERFICIE



CONSEGUENZE



FESSURAZIONI ORIENTATE



TORSIONE E ROTAZIONE

COSA SI VEDE IN SUPERFICIE

EFFETTI

GRADIENTE SUL RACCORDO DELLA DISLOCAZIONE	0	0	0	1	1	2	2	6
3	AMPIEZZA BANDA DI TAGLIO	0	0	0	0	2	2	7
3	0	INCLIN. BANDA DI TAGLIO	0	0	0	3	0	6
3	0	0	ORIENTAZIONE BANDA TAGLIO PRINCIPALE	0	0	0	0	3
2	0	0	0	FORMAZIONE BANDE PARASSITE	2	2	0	6
4	0	3	3	0	SUBSIDENZE	0	0	10
3	1	0	0	0	0	FORMAZIONE FRATTURE CON CON RIGETTO	2	6
0	0	0	0	0	2	1	APERTURA DI FRATTURE	3
18	1	3	3	1	5	10	6	

CAUSE

FATTORE	Intensità	Dominio e subordinazione C-E
GRADIENTE SUL RACCORDO DELLA DISLOCAZIONE	24	12
AMPIEZZA BANDA DI TAGLIO	8	-6
INCLIN. BANDA DI TAGLIO	9	-3
ORIENTAZIONE BANDA TAGLIO PRINCIPALE	6	0
FORMAZIONE BANDE PARASSITE	7	-5
SUBSIDENZE	15	-5
FORMAZIONE FRATTURE CON CON RIGETTO	16	4
APERTURA DI FRATTURE	9	3

VARIABILI DEL SISTEMA DI FAGLIA

EFFETTI	COESIONE	0	0	0	0	3	3	3	9
	0	ATTRITO	0	0	0	2	2	2	6
	0	0	DILATANZA	0	0	1	1	1	3
	0	0	0	ENTITA' DEL RIGETTO DI FAGLIA	0	0	0	0	0
	1	1	1	0	SPESSORE COPERTURA	0	0	0	3
	0	0	0	2	0	CINEMATISMO COMPRESSIVO	0	0	2
	0	0	0	3	0	0	CINEMATISMO DISTENSIVO	0	3
	0	0	0	4	0	0	0	CINEMATISMO VERTICALE	4
	1	1	1	9	0	6	6	6	

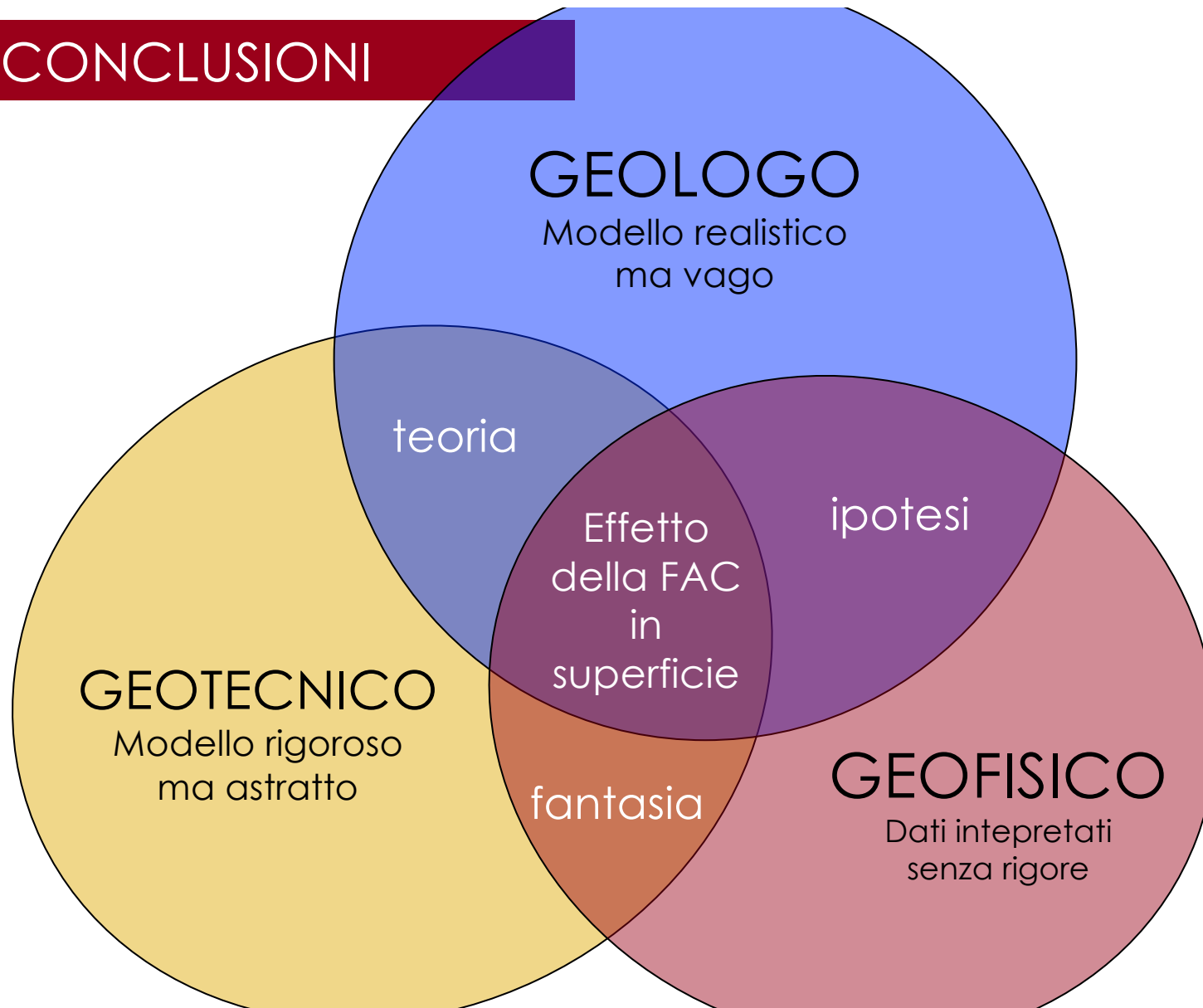
FATTORE	Intensità	Dominio e subordinazione C-E
COESIONE	10	-8
ATTRITO	7	-5
DILATANZA	4	-2
RIGETTO	9	9
SPESSORE	3	-3
COMPRESS	8	4
DISTENS	9	3
VERT	10	2

- Metodo di analisi
- Analisi parametrica di alcuni fattori chiave
- Esempi di analisi per terreni attritivi
- Esempi di analisi per terreni coesivi
- Sintesi dei risultati
- Conclusioni

CONCLUSIONI

- La componente verticale del rigetto determina sempre dislocazioni della superficie topografica.
- Il raccordo tra le zone dislocate è tanto più brusco quanto lo spessore della copertura è modesto e il comportamento della terra è coesivo.
- Le faglie determinano effetti superficiali anche molto lontano dalla dislocazione del substrato. A parità di altre condizioni, le faglie verticali e di distensione determinano effetti più intensi di quelle di compressione.

CONCLUSIONI



RUOLO DELL'ENTE GESTORE:

Promuovere l'analisi
interdisciplinare alla
scala corretta



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ringraziamenti:
Dott. Geol. F. Marinoni