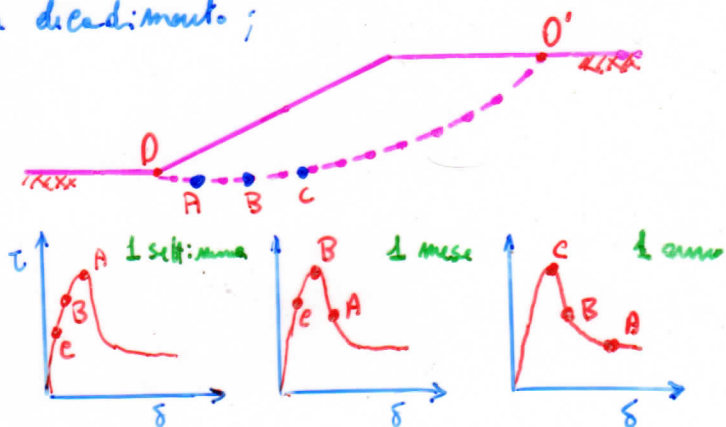


# FENOMENO DELLA ROTTURA PROGRESSIVA

Per motivi diversi [quali: la non uniforme distribuzione delle tensioni di taglio indotte dalla gravità lungo la superficie di scorrimento, la non uniforme distribuzione della resistenza al taglio, modifiche del materiale provocate dal rilassamento delle tensioni prodotte dallo stesso (fenomeni di softening, apertura di giunti e fessure)], il superamento della resistenza al taglio di picco  $\tau_p$  si verifica solo localmente nel punto A;

- con il procedere delle deformazioni  $\delta$ , la resistenza al taglio nel punto A subisce un decadimento;



- A causa del decadimento locale della resistenza al taglio, l'eccesso dello sforzo di taglio deve essere trasferito da A alle zone adiacenti, in particolare al punto B, in cui, in seguito a ciò, si verificherà:

- \* un incremento degli sforzi di taglio,
- \* una ulteriore deformazione del materiale,
- \* un eventuale eccesso nella pressione interstiziale.

- Ciò può portare, subito o con il passare del tempo, alla mobilitazione della resistenza al taglio di picco anche in B.

- A questo punto, per effetto delle deformazioni, si verificherà il decadimento della resistenza anche in B e l'eccesso dello sforzo di taglio sarà trasferito lungo la superficie di scorrimento, alla zona adiacente, ad esempio in C dove si potranno verificare gli stessi fenomeni avvenuti in B.

- Con il passare del tempo, tale meccanismo di rottura può propagarsi su tutta la superficie di scorrimento, dando luogo alla formazione del mo-

vimento fronsoso.

La resistenza al taglio mobilizzata all'istante di rottura risulterà intermedia tra quella residua  $\tau_z$  e quella di picco  $\tau_p$ .  
Con riferimenti alla curva sforzo-deformazioni, si ha

$$\int_0^{o'} \tau_z ds \leq \int_0^{o'} \tau_j ds < \int_0^{o'} \tau_p ds$$

$\tau_j$  essendo la resistenza al taglio nel generico punt.  $j$ .

La rottura inizia in un punto e si propaga lungo tutta la superficie di scorrimento.

Indicando con  $\tau_m$  la resistenza al taglio (media) mobilizzata lungo la superficie di scorrimento, si definisce fattore residuo il parametro:

$$R = \frac{\tau_p - \tau_m}{\tau_p - \tau_z}$$

Il significato fisico del fattore residuo risulta evidente se lo si esprime come:

$$R = \frac{L_z}{L}$$

in cui:

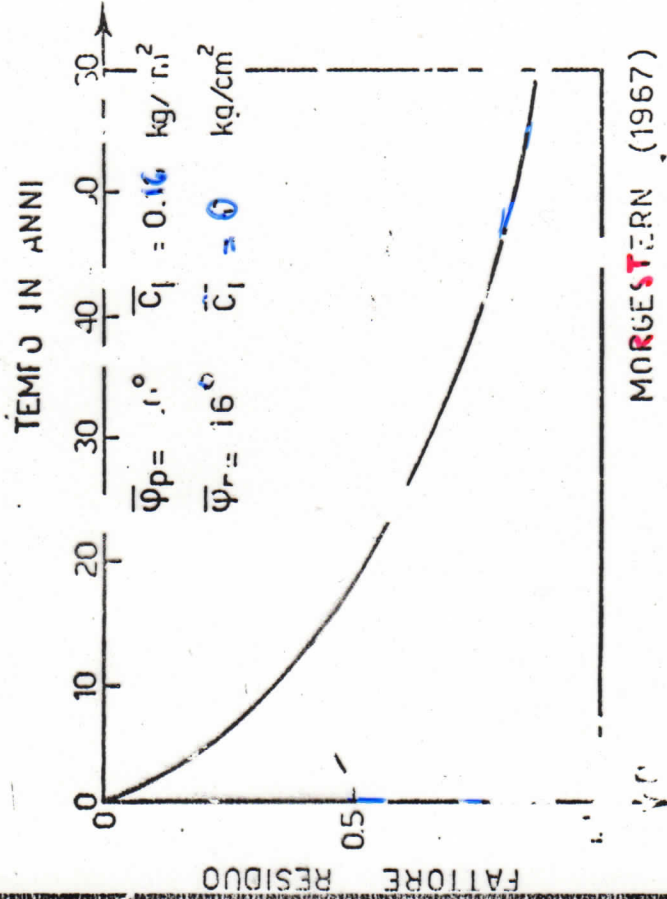
$L$  = lunghezza totale della superficie di scorrimento,

$L_z$  = tratto della superficie di scorrimento lungo il quale la resistenza al taglio mobilizzata eguaglia la resistenza al taglio residua.

I valori di  $R$  che appaiono nella fig 15 rispettano le condizioni, all'istante di rottura, relative ad alcune superfici di scorrimento.

Inoltre, per le curve di Londra è stata possibile ricostruire la relazione esistente tra il valore del fattore residuo  $R$  ed il tempo intercorso dalla rotazione alla scarpata (fig 16).

FIG. 16 : UN ESEMPIO DI EVOLUZIONE DEL FATTORE RESIDUO  $R$  AL VARIARE DEL TEMPO - ARGILLA DI LONDRA -



$$I = \frac{\bar{c}_p - \bar{c}_m}{\bar{c}_p - \bar{c}_r} = \text{FATTORE RESIDUO}$$

$$R = \frac{L^2}{L}$$

'LOCALITA'	IP (%)	$\bar{\psi}_p$ (°)	$c_p$ kg/cm <sup>2</sup>	$\bar{\psi}_r$ (°)	R (-)
JACKFIELD	22	25	0.11	19	$\approx 1$
SELSET	13	30	0.10	28	$\approx 0.1$
(+) HENDON	57	20	0.16	16	0.61
(+) WENSLEY GREEN	50	20	0.15	16	--
(+) NORHOLT	51	20	0.16	16	0.58
(+) SUDBURY HILL	54	20	0.16	16	0.83
GRADOT RIDGE	--	20	0.20	13	0.30

(+) ARGILLA DI LONDRA

FIG. 15 - RESISTENZA AL TAGLIO MOBILITATA ALL'ISTANTE DI ROTTURA IN A' CUNE FRANE - SKEMPTON (1964), SKEMPTON E HUTCHINSON (1965)

EFFETTO SULLA STABILITÀ DELLA MASSA IN FRANA.	METODO DI TRATTAMENTO	USO GENERALI		FREQUENZA DI SUCCESSO NELL'USO (%)			POSIZIONE DEL TRATTAMENTO SULLA FRANA (2)	MIGLIORI APPLICAZIONI E LIMITAZIONI
		Prevenzione	Correzione	Crolli (fall)	Frana (slides)	Colate (flows)		
nessuno	I- Metodi consistenti nell'evitare la zona instabile: A: scelta altro luogo B: superamento pendio senza appoggi sulla zona in frana	X	X	2	2	2	Al di là dei limiti della frana. Al di là dei limiti della frana.	Metodo assai positivo se il sito alternativo è economico. Applicazioni in primo luogo stradali per siti in ripidi pendii interessanti; brevi tratti (paralleli all'asse stradale).
Riduce gli sforzi di taglio	II- Scarico: A: rimozione della parte alta (head). B: diminuzione della pendenza (flattening of slopes). C: terrazzamento (benching) del pendio. D: rimozione di tutto il materiale instabile.	X	X	N	1	N	Sommità (top) e parte alta (head). Al di sopra della strada o della struttura. " " " " Intero corpo di frana	Profonde masse di materiale coesivo. Substrato roccioso (bedrock); inoltre masse estese di materiale coesivo in cui poco materiale viene rimosso in sommità. " " " " Masse di materiale in frana relativamente modeste e superficiali.
Riduce gli sforzi di taglio ed aumenta la resistenza al taglio.	III- Drenaggio: A: di superficie: 1- fossi in superficie. 2- trattamento della scarpata. 3- assegnazione al terreno della pendenza necessaria per lo smaltimento delle acque pluviali (regrading). 4: sigillatura delle fessure (locks). 5: sigillatura dei piani di discontinuità (joint planes) e delle fessure. B- Sottodrenaggio 1: dreni orizzontali. 2: trincee di drenaggio 3: gallerie.	X	X	1	1	1	Al di sopra della corona Superficie della massa in frana. Superficie della massa in frana. Intero, dalla corona al piede. " " " "	Essenziale per tutti i tipi. Roccia affiorante o tappeto permeabile per controllare la filtrazione. Benefice per tutti i tipi. " " " " Applicabile alle formazioni rocciose. Masse di terreno profonda ed estesa ed in cui esiste una falda idrica. Masse di terreno relativamente superficiale con presenza di acqua sofferenza.

LN-466



1. Localizzazioni: 1. trincee di drenaggio 2. pozzi drenanti verticali 3. gallerie.	2. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	3. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	4. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	5. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	6. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	7. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	8. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	9. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	10. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	11. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	12. Localizzati per intercettare l'acqua e rimuovere l'acqua sovrastante.	
Aumento la resistenza al taglio. IV - Strutture di contenimento: A - speroni al piede 1: pietrame 2: terra B - Gabbrioni (criste) e muri di sostegno C - Pali 1: fissati alla superficie di rottura. 2: non fissati alla superficie di rottura. D - bullonatura della roccia. E - tirantatura del pendio.	Massa di terreno profonda ed estesa ed in cui esiste una "della" idrica. Massa di terreno "ivamente superficiale con presenza di acqua - erranca". Masse di terreno profonde ed estese e di una certa permeabilità. Massa di scivolamento profondo, acqua sotterranea in vari strati o lenti. Usato principalmente come sfogo per trincee o per pozzi di drenaggio.	Substrato roccioso o terreno resistente a ragionevole profondità. Il contropeso al piede fornisce resistenza addizionale. Masse in frana relativamente modeste o in cui la rimozione del supporto è trascurabile. Resistenza al taglio lungo la superficie di rottura aumentata dalla forza richiesta per tagliare o piegare i pali. " " " " " " Strati rocciosi fissati insieme con bulloni. Pendio debole trattenuto da una barriera a sua volta ancorata ad una formazione resistente.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.	Terreni non coesivi. Terreni non coesivi. Per provvedimenti temporanei su masse relativamente grandi. Effetti di consolidazione del terreno attraverso la riduzione del contenuto in acqua. Masse coesive relativamente superficiali, sovrastanti al substrato roccioso. La superficie di scivolamento viene rotta (disrupted); le esplosioni possono inoltre permettere il drenaggio dell'acqua dalla massa in frana. Espediente solo temporaneo; di solito diminuisce la stabilità della frana.

(1) 1 = frequentemente; 2 = occasionalmente; 3 = raramente; N = non considerato applicabile.  
 (2) relativamente alla massa in frana o strati di contenimento.