

Scivolamento lungo un singolo piano

Nelle condizioni di equilibrio limite di una scarpata interessata da un giunto, con un fronte superiore piano (Fig. 1), cioè quando una discontinuità presenta un'inclinazione inferiore all'inclinazione del fronte ed una immersione prossima ($\pm 20^\circ$) a quella del fronte, l'analisi delle condizioni di stabilità viene eseguita così come per tutti gli altri cinematismi di rottura piani.

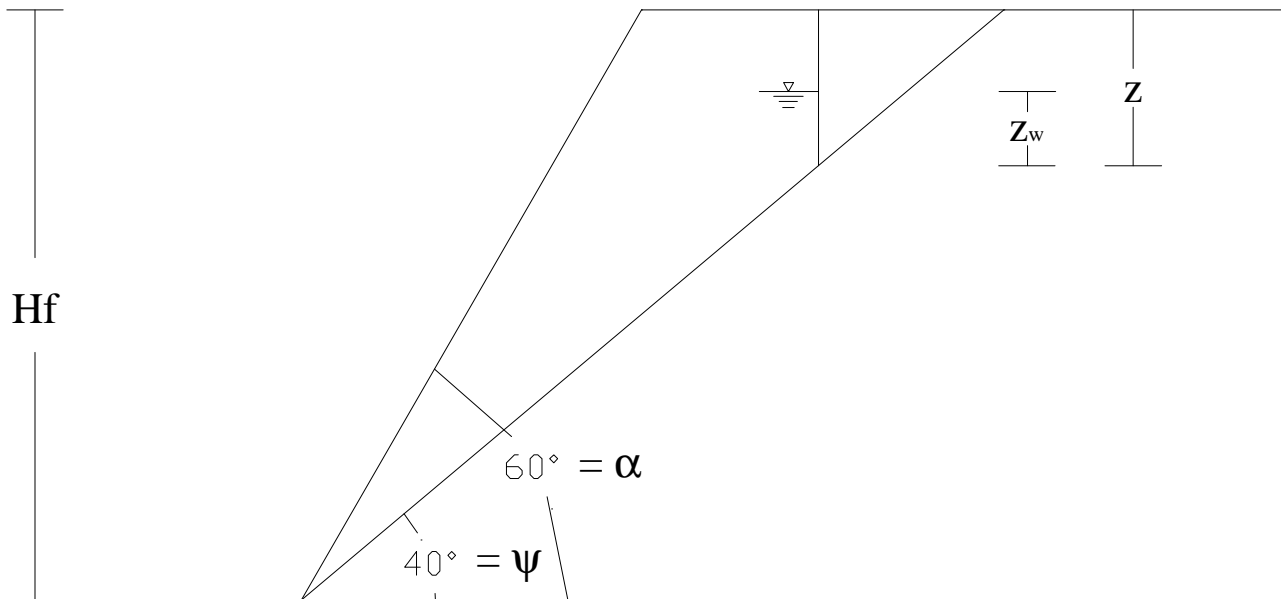


Figura 1 – Condizioni di equilibrio limite di una scarpata interessata da un giunto, con un fronte superiore piano.

In genere si ipotizzano due possibili geometrie di rottura: assenza o presenza di una frattura di trazione aperta nella parte superiore della scarpata.

Nell'ipotesi di assenza di fratture di trazione e di forze esterne, la più semplice, le condizioni di equilibrio vengono espresse dalla:

$$F_s = \frac{c A + N \tan \phi}{T} = \frac{c A + W \cos \psi \tan \phi}{W \sin \psi}$$

dove :

A = lunghezza del piano di scivolamento:

$$A = \frac{H_f}{\sin \psi}$$

W = peso del cuneo di distacco

ψ = inclinazione del giunto.

Quando invece sono presenti forze esterne e acqua nei giunti, le condizioni di equilibrio sono espresse dalla formula più generale:

$$F_s = \frac{c A + N \tan \phi}{T} = \frac{c A + (W \cos \psi - F_H \sin \psi - U + Q \cos \theta) \tan \phi}{W \sin \psi + F_H \cos \psi - Q \sin \vartheta}$$

dove, oltre ai simboli già visti:

F_H = forza d'inerzia dovuta al sisma

U = spinta idraulica sul piano

Q = forze esterne

θ = inclinazione delle forze esterne.

La geometria del problema si risolve con:

F_H = forza d'inerzia dovuta al sisma

$$F_H = 0,5 S \frac{a_g}{g} W$$

dove $S = 1$, trattandosi di formazioni rocciose.

W = peso del cuneo di distacco

$$W = \frac{\gamma}{2} H_f^2 (\cot \psi - \cot \alpha)$$

U = spinta idraulica sul piano

$$U = \frac{\gamma_w H_w^2}{2 \sin \psi}$$

dove:

H_f = altezza del fronte

α = inclinazione del fronte

γ = peso di volume della roccia

γ_w = peso di volume dell'acqua

H_w = altezza dell'acqua

a_g = accelerazione orizzontale massima.

Quando si è in presenza di una frattura di trazione, il caso più generale diventa:

$$F_s = \frac{c A + N \tan \phi}{T} = \frac{c A + (W \cos \psi - F_H \sin \psi - U - V \sin \psi + Q \cos \theta) \tan \phi}{W \sin \psi + F_H \cos \psi + V \cos \psi - Q \sin \vartheta}$$

per cui si hanno i nuovi valori:

$$A = \frac{H_f - z}{\sin \psi}$$

$$W = \frac{\gamma}{2} [H_f^2 (\cot \psi - \cot \alpha) - z^2 \cot \psi]$$

$$U = \frac{\gamma_w z_w A}{2}$$

$$V = \frac{\gamma_w z_w^2}{2}$$

$$z = H_f \left(1 - \frac{\tan \psi}{\tan \alpha} \right) - b \tan \psi$$

dove:

z = altezza della frattura di trazione

b = distanza della frattura di trazione dal ciglio della scarpata

z_w = altezza dell'acqua nella frattura di trazione

V = spinta idraulica nella frattura di trazione.

E' da tener in conto che la relazione che esprime il valore della spinta idraulica sul giunto è valida per condizioni di scarpata drenata in caso di precipitazioni intense. Quando il drenaggio al piede è impedito, come per esempio nel caso di un bacino di ritenuta (Fig. 2), il valore della spinta idraulica sul giunto vale:

$$U = \frac{\gamma_w (H_w + z_w) A}{2}$$

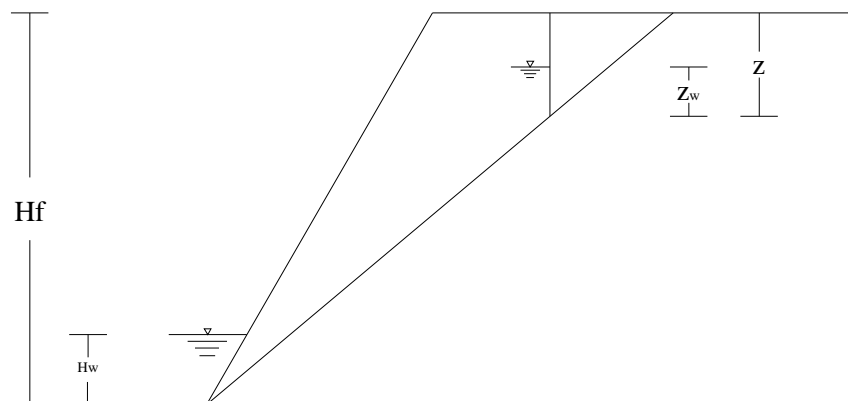


Figura 2

Nel caso in cui il piano di scivolamento interessa un fronte superiore leggermente inclinato, con inclinazione β (Fig. 2), le variabili necessarie all'analisi di stabilità, oltre a quelle già note, sono:

H_p = altezza del fronte (fronte inferiore + fronte superiore)

$$H_p = H_f \left(\frac{\cot \beta - \cot \alpha}{\cot \beta - \cot \psi} \right)$$

$$A = \frac{H_p}{\sin \psi}$$

$$W = \frac{\gamma}{2} [H_p H_f (\cot \psi - \cot \alpha)]$$

Quando poi si è in presenza di una frattura di trazione, si ha:

$$A = \frac{H_f \cot \alpha + b}{\cos \psi}$$

$$W = \frac{\gamma}{2} \left[H_p H_f \frac{\sin(\alpha - \psi)}{\sin \alpha \sin \psi} - z \left(\frac{H_p - H_f}{\tan \beta} - b \right) \right]$$

$$z = H_f \left(1 - \frac{\tan \psi}{\tan \alpha} \right) - b (\tan \psi - \tan \beta)$$

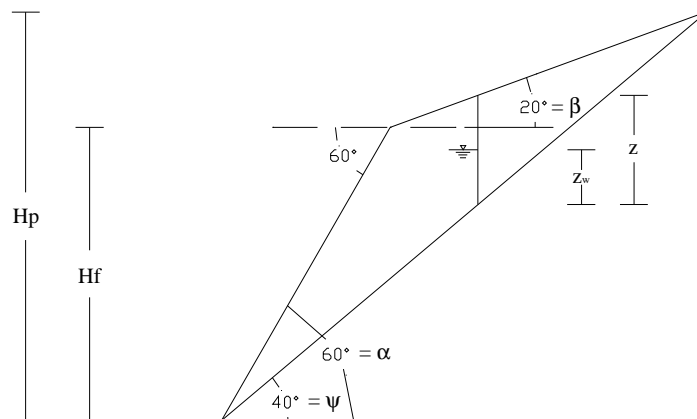


Figura 3 - Condizioni di equilibrio limite di una scarpata interessata da un giunto, con un fronte superiore inclinato.

Anche in questo caso, quando il drenaggio al piede è impedito, il valore della spinta idraulica sul giunto vale:

$$U = \frac{\gamma_w (H_w + z_w) A}{2}$$