

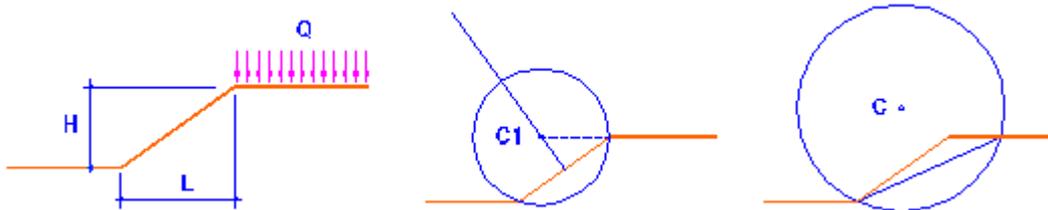
Istruzioni per l'uso dell'applicazione

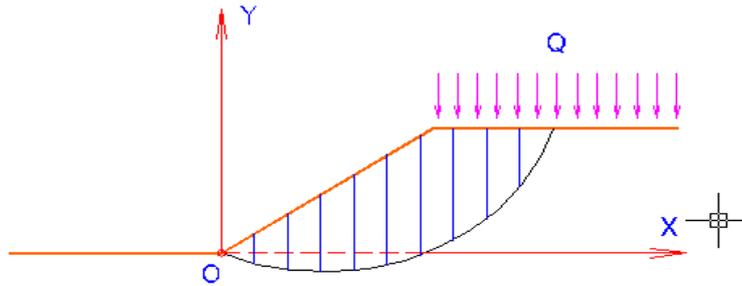
L'applicazione Slope esegue la **verifica di stabilità di una scarpata in terreno omogeneo dotato di attrito ed eventualmente di coesione**.

Il calcolo è effettuato nelle seguenti ipotesi e con le seguenti modalità:

La superficie di rottura è **cilindrica** con generatrice **circolare**, e passa per il piede della scarpata. Il volume di terreno mobilitato dalla instabilità è divisibile in strisce verticali indipendenti, e quindi sono trascurate tutte le azioni che le strisce contigue si scambiano lungo le superfici di contatto. Sulla generica striscia agiscono:

- ◆ il **peso proprio** del terreno;
- ◆ l'eventuale **sovraccarico** sulla superficie superiore della striscia (e che quindi non interessa le strisce ricadenti sul pendio, in quanto è applicabile solo sul piano orizzontale superiore);
- ◆ la forza di **attrito** che si sviluppa lungo l'arco che la striscia intercetta sul cerchio critico;
- ◆ la forza dovuta alla **coesione**, sviluppata sullo stesso arco;
- ◆ la forza d'**inerzia sismica**, applicata al baricentro delle singole strisce e diretta orizzontalmente verso il lato di valle.
- ◆ La ricerca del **cerchio critico** è effettuata con il seguente criterio: il generico cerchio interseca la superficie del terreno in due punti, il primo dei quali coincide sempre con il piede della scarpata, mentre il secondo punto giace sulla superficie orizzontale superiore del terreno. La congiungente di questi due punti costituisce una corda del cerchio, il cui centro giace evidentemente sulla normale per il punto medio della corda stessa. Si esamina prima di tutto il cerchio con il centro situato all'intersezione della retta suddetta con il piano orizzontale passante per la superficie superiore del terreno, e successivamente altri cerchi ottenuti allontanando il centro dalla scarpata, sempre lungo la stessa retta. Queste operazioni si ripetono su diverse corde, la prima delle quali coincide con il pendio della scarpata, e le successive sono ottenute ruotando il pendio intorno al suo piede, in modo da intercettare la superficie superiore del terreno sempre più all'interno. Fissato nel modo descritto un cerchio di tentativo, si procede alla discretizzazione della porzione di terreno interessata in un numero sufficiente di strisce verticali di uguale larghezza. Ai fini del calcolo la singola striscia è schematizzata come un trapezio, i cui lati verticali sono costituiti dalle linee di contatto con le strisce adiacenti, il lato superiore rappresenta la superficie del terreno, e quello inferiore la corda dell'arco che la striscia intercetta sul cerchio di tentativo. La prima e l'ultima striscia saranno evidentemente triangolari.





Usiamo la seguente simbologia:

Dati di input:

- L** : lunghezza della scarpata (proiezione del pendio sull'orizzontale);
- H** : altezza della scarpata (proiezione del pendio sulla verticale);
- γ_t : peso specifico del terreno;
- ϕ : angolo di attrito interno;
- c** : coesione;
- Q** : sovraccarico verticale applicato alla superficie orizzontale superiore del terreno, esteso indefinitamente a partire dal ciglio superiore della scarpata;
- S** : grado di sismicità (secondo normativa italiana).

Si adotta un sistema di riferimento piano ortogonale cartesiano la cui origine coincide con il piede della scarpata.

I calcoli seguenti sono effettuati per una fascia di larghezza unitaria.

X_c , Y_c : coordinate del centro del cerchio di tentativo;

R : raggio del cerchio di tentativo;

B : larghezza costante delle singole strisce, ottenuta dividendo in parti uguali la distanza orizzontale fra gli estremi dell'arco di tentativo;

Z : altezza media della striscia;

X , Y : coordinate del baricentro della singola striscia, convenzionalmente ubicato a metà larghezza della striscia e a metà dell'altezza media della striscia stessa;

D : lunghezza del lato inferiore della generica striscia;

α : angolo formato dal lato inferiore della striscia (corda dell'arco del cerchio di tentativo) rispetto all'orizzontale, positivo in verso antiorario;

$f = \text{tg } \phi$: coefficiente di attrito;

Di ogni striscia si calcola il **peso P**:

$$P = B \times Z \times \gamma_t$$

Il **carico verticale totale** P_1 applicato alla striscia si ottiene sommando al peso P l'eventuale **sovraccarico** che interessa la striscia (se X cade oltre il ciglio superiore della scarpata):

$$P_1 = P + Q \times B$$

Esso si scompone nelle **componenti** normale N e tangenziale T alla direzione della corda dell'arco intercettato sul cerchio di tentativo:

$$N = P_1 \times \cos \alpha \quad T = P_1 \times \sin \alpha$$

La **forza di attrito** F_a , che si oppone allo slittamento, è diretta secondo il lato inferiore della striscia e vale:

$$F_a = P_1 \times f$$

La **forza di coesione** F_c che, insieme all'attrito, si oppone allo slittamento secondo il lato inferiore della striscia vale:

$$F_c = c \times D$$

La **forza sismica** F_s che interessa la striscia è dovuta all'inerzia della sola massa del terreno, e si considera diretta orizzontalmente verso il lato di valle:

$$F_s = P \times (S - 2)/100$$

Si valutano quindi le condizioni di equilibrio alla rotazione intorno al centro del cerchio di tentativo della porzione di terreno da esso delimitata, calcolando separatamente i **momenti** delle forze **agenti** (M_a) e di quelle **resistenti** (M_r) per la singole strisce, ed effettuandone la sommatoria.

Per le strisce ubicate a destra del centro del cerchio, per le quali risulta $\alpha > 0$, la componente tangenziale T del carico totale risulta sfavorevole, e quindi il relativo momento si somma ad M_a , mentre per quelle ubicate a sinistra essa risulta favorevole, e quindi il suo momento si somma a M_r . La forza sismica F_s è sempre sfavorevole (il suo momento si somma quindi a M_a), mentre le forze F_a ed F_c sono sempre favorevoli (i loro momenti sono quindi sommati a M_r).

Pertanto si ha, per la generica striscia ubicata a destra del centro di tentativo:

$$M_{a,i} = T \times R + F_s \times (Y_c - Y) \times \cos \alpha$$

$$M_{r,i} = (F_a + F_c) \times R$$

e per quella eventualmente ubicata a sinistra del centro di tentativo:

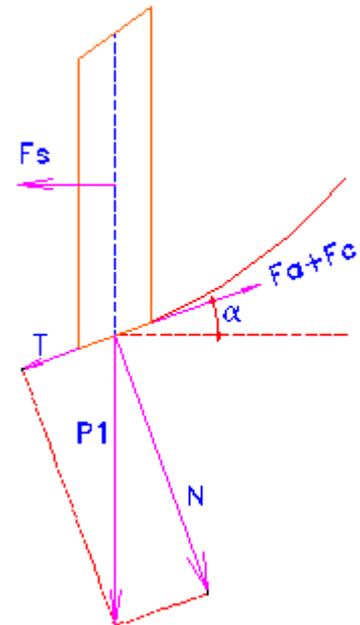
$$M_{a,i} = F_s \times R \times \cos \alpha$$

$$M_{r,i} = (F_a + F_c) \times R - T \times R$$

(nell'ultima espressione il valore di T risulta negativo perché $\sin \alpha < 0$, quindi il segno negativo serve a portare in somma un valore positivo).

Calcolate le **sommatorie** estese a tutte le strisce:

$$M_a = \sum_i M_{a,i}$$



$$M_r = \sum_i M_{r,i}$$

Si valuta il **coefficiente di sicurezza** relativo al centro di tentativo:

$$\eta = M_r/M_a$$

Si ripetono tutte le operazioni descritte cambiando di volta in volta il cerchio di tentativo, e si considera come cerchio critico quello al quale corrisponde il **minor valore del coefficiente** di sicurezza.

Nota importante

L'applicazione effettua automaticamente la ricerca del cerchio critico spostandone di volta in volta il centro secondo criteri prefissati. E' ben noto che **non è possibile predire** in maniera semplice la posizione del centro del cerchio critico, e quindi non è detto che l'applicazione riesca ad individuarlo per tutte le possibili combinazioni dei parametri di input. E' perciò sempre opportuno **controllare la posizione del centro** critico rispetto a tutti quelli esaminati (è possibile farlo azionando il pulsante "**Mappa centri**" nella finestra dei risultati). Se il centro del cerchio critico cade bene **all'interno** della nuvola di punti rappresentanti i vari centri si può ritenere ragionevolmente valido il risultato. Se il centro cade invece sulla frontiera dell'insieme dei centri, **la soluzione potrebbe non essere soddisfacente**, ed il problema dovrebbe essere esaminato dall'utente con altri criteri.