

## 9.1.1 Caratteristiche della spinta

## Caratteristiche della spinta: approfondimento

## Prima ipotesi

Il terreno si considera omogeneo in ogni suo punto, cioè si ammettono costanti le sue caratteristiche fisiche e meccaniche.

## Seconda ipotesi

Se contro un muro viene realizzato un riempimento di terra incoerente per tutta la sua altezza, superiormente delimitato da un piano orizzontale o inclinato, e illimitato dalle altre parti [fig. a], la massa di terreno provoca subito una spinta  $S$  contro il muro che subisce un lieve cedimento, cioè una traslazione  $\Delta$  oppure una rotazione intorno al punto  $D$ .

A seguito di tale cedimento, il terreno a ridosso del muro tende ad assestarsi e, prima che il terreno abbia raggiunto la sua configurazione di natural declivio, avviene il distacco di un cuneo di terra, detto *cuneo di spinta*, lungo una superficie di scorrimento curva che ammette una tangente in  $B$  alla base del muro formante l'angolo  $\alpha > \varphi$  con l'orizzontale; l'ampiezza di tale angolo, per terrapieni con fronte verticale e superficie superiore orizzontale, è stata determinata sperimentalmente e ha il valore:

$$\alpha = \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}$$

A cedimento avvenuto del muro, questo risulta soggetto a una nuova spinta, detta **spinta attiva  $S_a$** , inferiore alla spinta iniziale  $S$  a causa delle resistenze di attrito che si verificano lungo la superficie di scorrimento, la cui intensità viene definita **valore limite inferiore**, e rappresenta la reale pressione che il muro deve contrastare, motivo per il quale è detta appunto spinta attiva; il valore di quest'ultima si mantiene costante per ogni eventuale ulteriore spostamento del muro oltre quello limite.

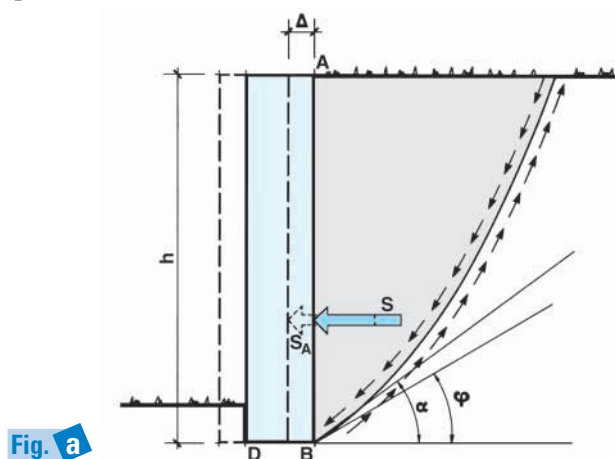


Fig. a

## Terza ipotesi

Nel caso dei muri di spalla nei ponti ad arco, oppure di muri che costituiscono le pareti di bacini idrici interrati [fig. b], la spinta  $S_1$  esercitata dall'arco o dall'acqua può presentare un'intensità maggiore rispetto a quella  $S$  esercitata dalla massa

terrosa e di conseguenza anche ora il muro subisce un cedimento però verso il terrapieno [fig. c], che risulta perciò soggetto a una pressione. Essa determina, anche in questo caso, il distacco verso l'alto di un prisma di terra lungo una superficie di scorrimento curva, la cui tangente in corrispondenza del punto  $B$  alla base del muro forma l'angolo  $\alpha < \varphi$ , ossia il distacco avviene dopo che il terreno ha raggiunto la configurazione di naturale declivio.

Per terrapieni con fronte verticale e superficie superiore orizzontale l'ampiezza di tale angolo, ottenuta sperimentalmente, risulta:

$$\alpha = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$$

Aumentando la spinta del muro, per effetto di incrementi nel suo cedimento, aumenta parallelamente la spinta di reazione del terreno, sino al raggiungimento dello stato di equilibrio, con il conseguente distacco del prisma di terra: questa condizione viene definita **equilibrio limite superiore** o **spinta passiva  $S_p$** , con intensità maggiore rispetto a quella iniziale  $S$  e rappresenta la massima spinta esercitata sul muro dal terrapieno, che si mantiene costante anche se avvengono ulteriori cedimenti del muro.

Prima di passare allo studio dei procedimenti di calcolo della spinta dei terrapieni, sono opportune alcune considerazioni:

- i valori delle spinte attiva e passiva, essendo definiti in funzione della condizione di equilibrio del muro, consentono a quest'ultimo un lieve spostamento e pertanto possono verificarsi spinte di terrapieni maggiori di  $S_a$  nella seconda ipotesi e minori di  $S_p$  nella terza ipotesi;

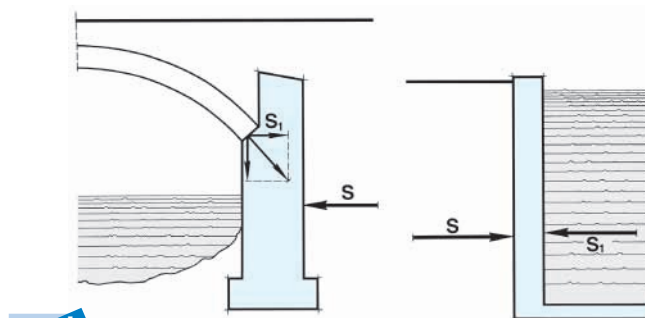


Fig. b

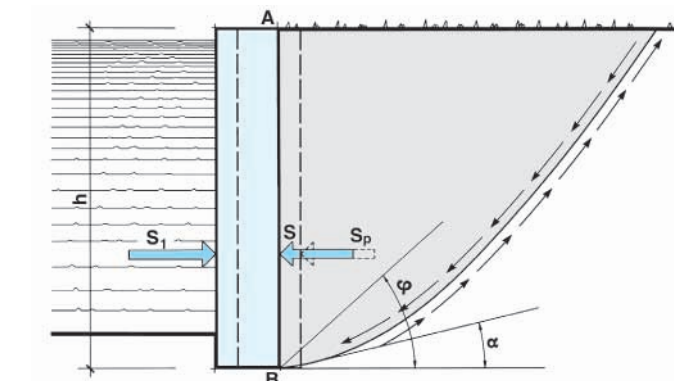


Fig. c

- solo nel calcolo della spinta attiva, con un errore praticamente trascurabile e a vantaggio di una maggiore semplicità nel calcolo stesso, la superficie di scorrimento può essere considerata piana anziché curva; tale approssimazione non è possibile nel calcolo della spinta passiva, in quanto si verrebbe a ottenere un valore della spinta assolutamente non accettabile, notevolmente maggiore di quello reale;
- nel caso di terreni coerenti e argillosi, eventuali sovraccarichi gravanti sul terrapieno determinano una compressione della massa terrosa con una riduzione dei pori, per cui una parte dell'acqua contenuta viene ad accumularsi lungo la superficie di scorrimento facilitando il distacco del prisma di scorrimento; di conseguenza si riduce l'angolo di attrito con l'aumentare del sovraccarico;
- il valore della spinta attiva calcolato è inferiore a quello reale che il muro deve sopportare fino a che il muro non ha subito un lieve cedimento (traslazione e/o rotazione); di conseguenza è preferibile un muro meno rigido, e quindi più soggetto a cedimenti, rispetto a un altro con elevata rigidità in quanto sovradimensionato;
- il prisma di terra che si distacca lungo la superficie di scorrimento tende a incunearsi fra tale superficie e la parete interna del muro, e quindi, oltre all'attrito terra-terra, nel momento in cui, per effetto di un cedimento del muro, il prisma di terra subisce un lieve scorrimento, si genera anche un attrito fra terra e muro.

### 9.1.1 Caratteristiche della spinta

Per la limitata incidenza che ha sul valore della spinta, in genere tale attrito viene trascurato, anche perché si riduce per la presenza di umidità; quando si vuole considerarlo, tenendo presente i numerosi fattori che lo possono influenzare, è consigliabile assumere:

$$\varphi_1 \leq \frac{1}{2} \varphi$$

L'angolo  $\varphi_1$ , quando viene preso in considerazione, definisce l'inclinazione della spinta  $S$  rispetto alla perpendicolare al muro nel suo punto di applicazione [fig. d]; questo fatto costituisce un ulteriore motivo per contenere il valore di  $\varphi_1$  che, se influisce in modo limitato sull'intensità della spinta, presenta una notevole incidenza sul momento ribaltante dato dal prodotto  $S \cdot d_s$ , in quanto provoca una variazione del braccio  $d_s$ .

Fig. d

