



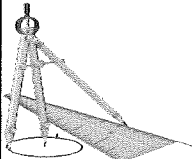
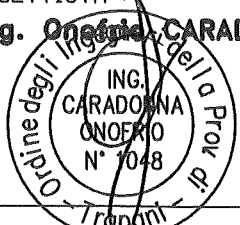
Unione Europea  
REPUBBLICA ITALIANA

Regione Siciliana

Assessorato Regionale delle Infrastrutture e della Mobilità  
Dipartimento Delle Infrastrutture, Della Mobilità e dei Trasporti  
Sevizio 8 - Infrastrutture Marittime e Portuali

COMUNE DI CASTELVETRANO  
PROVINCIA DI TRAPANI

POTENZIAMENTO DELLA STRUTTURA PORTUALE DI MARINELLA DI SELINUNTE, ATTRAVERSO IL DRAGAGGIO DEI FONDALI, IL CONSOLIDAMENTO DELLE OPERE STRUTTURALI ESISTENTI, L'ILLUMINAZIONE E L'ADEGUAMENTO DEI PONTILI.

1				
0	051219	Prima emissione		
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO
<b>TITOLO ELABORATO:</b> STRUTTURE <b>CALCOLO PARATIA</b>			<b>PROGETTO N° 048</b>  ELABORATO REV. <b>T 1 1 0</b>	
 <b>STUDIO DI PROGETTAZIONE</b> <b>Ing. Onofrio CARADONNA</b> Viale Finocchiaro Aprile 26 91024 GIBELLINA (TP) Cell. 3494414762- EMAIL: ing.ocaradonna@libero.it			SCALE: VARIE  SOSTITUISCE ELABORATO <b>0 0 0 0</b>	
<b>COLLABORATORI: Geom. vito Clemense e Geom. Denise Maria Zelante</b>				
<b>PROGETTISTA :</b> <b>Ing. Onofrio CARADONNA</b> 		<b>IL DIRETTORE DEI LAVORI :</b>		<b>RUP:</b>

# CDBWIN/2019

## RELAZIONE DI CALCOLO

### II **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 "*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*".

### • **CALCOLO DELLE SPINTE**

Il calcolo delle spinte viene convenzionalmente riferito ad un metro di profondità di paratia. Pertanto tutte le grandezze riportate in stampa, sia per i dati di input che per quelli di output, debbono di conseguenza attribuirsi ad un metro di profondità della paratia stessa.

Per rendere più completa la trattazione relativa alla determinazione delle spinte sarà opportuno distinguere i seguenti casi:

#### - Spinta delle terre:

- a) con superficie del terreno rettilinea
- b) con superficie del terreno spezzata

#### - Spinta del sovraccarico ripartito uniforme:

- a) con superficie del terreno rettilinea
- b) con superficie del terreno spezzata

#### - Spinta del sovraccarico ripartito parziale

#### - Spinta del sovraccarico concentrato lineare

#### - Spinte in presenza di coesione

#### - Spinta interstiziale in assenza o in presenza di moto di filtrazione

#### - Spinta passiva

### • **SPINTA DELLE TERRE**

Trattandosi di terreni stratificati, discretizzato il diaframma in un congruo numero di punti, si determina la spinta sulla parete come risultante delle pressioni orizzontali in ogni concio, calcolate come:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K \cdot \cos \delta$$

dove:

$\sigma_h$  = pressione orizzontale

- $\sigma_v$  = pressione verticale  
 $K$  = coefficiente di spinta dello strato di calcolo  
 $\delta$  = coefficiente di attrito terra-parete

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

- in termini di tensioni totali:

$$\sigma_v = \tau \cdot z$$

- $\tau$  = peso specifico del terreno  
 $z$  = generica quota di calcolo della pressione a partire dall'estradosso del terrapieno

- in termini di tensioni efficaci in assenza di filtrazione:

$$\sigma_v = \tau' \cdot z$$

- $\tau'$  = peso specifico efficace del terreno

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione discendente dal terrapieno:

$$\sigma_v = [\tau - \tau_w \cdot (1 - I_w)] \cdot z$$

dove:

- $\tau$  = peso specifico del terreno  
 $\tau_w$  = peso specifico dell'acqua  
 $I_w$  = gradiente idraulico:  $\delta H / \delta L$   
 $\delta H$  = differenza di carico idraulico  
 $\delta L$  = percorso minimo di filtrazione

- in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione ascendente dal terrapieno:

$$\sigma_v = [\tau - \tau_w \cdot (1 + I_w)] \cdot z$$

a) *Con superficie del terreno rettilinea*

Lo schema di calcolo è basato sulla teoria di *Coulomb* nell'ipotesi di assenza di falda:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta + \phi)}{\text{sen}^2 \beta \cdot \text{sen}(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta - \delta) \cdot \text{sen}(\beta + \varepsilon)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2} \quad (\text{Muller-Breslau})$$

avendo indicato con :

- $\beta = 90^\circ$  : inclinazione del paramento interno rispetto all'orizzontale;  
 $\phi$  = angolo d'attrito interno del terreno;  
 $\delta$  = angolo di attrito terra-muro;  
 $\varepsilon$  = angolo di inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

b) *Con superficie del terreno spezzata*

In questo caso, pur mantenendo le ipotesi di *Coulomb*, la ricerca del cuneo di massima spinta non conduce alla determinazione di un unico coefficiente, come nella forma di *Muller-Breslau*, giacché il diagramma di spinta non è più triangolare bensì poligonale.

Posto  $l_i$  = lunghezza, in orizzontale, del tratto inclinato:

$$dh = l_i \times \tan \varepsilon$$

e, permanendo la solita simbologia, si procede alla determinazione del cuneo di massima spinta ricavando l'angolo di inclinazione della corrispondente superficie di scorrimento, detto  $ro$  tale angolo, si ottiene, per  $\beta = 90^\circ$ :

$$\tan(ro) = \frac{1}{-\tan(ro) + \left[ (1 + \tan^2 \phi) \cdot \left( 1 + \frac{l_i \cdot dh}{(H + dh)^2 \cdot \tan \phi} \right) \right]^{\frac{1}{2}}}$$

Tracciando una retta inclinata di ' $ro$ ' a partire dal vertice della spezzata si stacca, sulla superficie di spinta, un segmento di altezza:

$$h = l_i \cdot \frac{(\tan(ro) - \tan \varepsilon) \cdot \tan \beta}{\tan(ro) + \tan \beta}$$

su questo tratto della superficie di spinta si assumerà il seguente coefficiente di spinta attiva:

$$K_{a1} = \frac{(\tan \beta + \tan(ro)) \cdot \left( 1 + \frac{\tan \varepsilon}{\tan \beta} \right) \cdot \tan(ro - \phi)}{\tan \beta \cdot (\tan(ro) - \tan \varepsilon)}$$

mentre per il restante tratto di altezza  $(H - h)$  si assumerà:

$$K_{a2} = \frac{(\tan \beta + \tan(ro)) \cdot \tan(ro - \phi)}{\tan \beta \cdot \tan(ro)}$$

**c) Incremento di spinta sismica:**

- Calcolo dell'incremento di spinta sismica secondo D.M. 16/01/96:

$$K_{as} = K' - A \cdot K_a$$

essendo:

$$A = \frac{\cos^2(\alpha + \tau)}{\cos^2 \alpha + \cos \tau}$$

con:

$\alpha$  = angolo formato dall'intradosso con la verticale

$\tau = \arctan C$

$C$  = coefficiente di intensità sismica

$K'$  = coefficiente calcolato staticamente per  $\varepsilon' = \varepsilon + \tau$  e  $\beta' = \beta - \tau$

La pressione ottenuta ha un andamento lineare, con valore zero al piede del diaframma e valore massimo in sommità.

- Calcolo dell'incremento di spinta sismica secondo N.T.C.: in assenza di studi specifici, i coefficienti sismici orizzontale ( $k_h$ ) e verticale ( $k_v$ ) che interessano tutte le masse sono calcolati come (7.11.6.3.1):

$$g \cdot K_h = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max}$$

$$a_{\max} = a_g \cdot S_S \cdot S_T$$

$$K_v = 0,5 \cdot K_h$$

La forza di calcolo viene denotata come  $E_d$  da considerarsi come la risultante delle spinte statiche e dinamiche del terreno. Tale spinta totale di progetto  $E_d$ , esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno, è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \tau' \cdot (1 \pm K_v) \cdot K \cdot H^2 + E_{ws}$$

dove:

$H$  è l'altezza del muro;

$E_{ws}$  è la spinta idrostatica;

$\tau'$  è il peso specifico del terreno (definito ai punti seguenti);

$K$  è il coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico).

Il coefficiente di spinta del terreno può essere calcolato mediante la formula di *Mononobe e Okabe*.

- Se  $\beta \leq \phi - \Theta$ :

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \text{sen}^2 \alpha \cdot \text{sen}(\phi - \Theta - \delta) \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\text{sin}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \beta - \Theta)}{\text{sen}(\phi - \Theta - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2}$$

Se  $\beta > \phi - \Theta$ :

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \text{sen}^2 \alpha \cdot \text{sen}(\phi - \Theta - \delta)}$$

- $\phi$ : è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;
- $\alpha, \beta$ : sono gli angoli di inclinazione rispetto all'orizzontale rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;
- $\delta$ : è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza a taglio tra terreno e muro;
- $\Theta$ : è l'angolo definito successivamente in funzione dei seguenti casi:

Livello di falda al di sotto del muro di sostegno:

$\tau' = \tau$  peso specifico del terreno

$$\tan \Theta = \frac{K_h}{1 \pm K_v}$$

Terreno al di sotto del livello di falda:

$\tau' = \tau - \tau_w$  peso immerso del terreno

$\tau_w$ : peso specifico dell'acqua

$$\tan \Theta = \frac{\tau}{\tau - \tau_w} \cdot \frac{K_h}{1 \pm K_v}$$

b) *Inerzia della parete:*

In presenza di sisma l'opera è soggetta alle forze di inerzia della parete:

- Forze di inerzia secondo D.M. 16/01/96:

$$F_i = C \cdot W$$

con C = coefficiente di intensità sismica

- Forze di inerzia secondo N.T.C.:

$$F_{ih} = K_h \cdot W$$

$$F_{iv} = K_v \cdot W$$

$$K_h = \frac{S \cdot a_g}{r}$$

$$K_v = \frac{K_h}{2}$$

Al fattore  $r$  può essere assegnato il valore 2 nel caso di opere di sostegno che ammettano spostamenti, per esempio i muri a gravità, o che siano sufficientemente flessibili. In presenza di terreni non coesivi saturi deve essere assunto il valore 1.

• **SPINTA DEL SOVRACCARICO RIPARTITO UNIFORME**

a) Con superficie del terreno rettilinea

In questo caso, intendendo per  $Q$  il sovraccarico per metro lineare di proiezione orizzontale:

$$\sigma_v = Q$$

b) Con superficie del terreno spezzata

Una volta determinata la superficie di scorrimento del cuneo di massima spinta ( $r_0$ ), quindi il diagramma di carico che grava sul cuneo di spinta, si scompone tale diagramma in due strisce; la prima agente sul tratto di terreno inclinato, la seconda sul rimanente tratto orizzontale.

Ognuna delle strisce di carico genererà un diagramma di pressioni sul muro i cui valori saranno determinati secondo la formulazione di *Terzaghi* che esprime la pressione alla generica profondità  $z$  come:

$$\sigma_h = \frac{2 \cdot Q \cdot W}{\pi} \cdot (\Theta - \sin\Theta \cdot \cos 2\tau)$$

dove:

$$W = \frac{\text{sen } \beta}{\text{sen}(\beta + \varepsilon)}$$

• **SPINTA DEL SOVRACCARICO CONCENTRATO LINEARE**

Il carico concentrato lineare genera un diagramma delle pressioni sul muro che può essere determinato usando la teoria di *Boussinesq*:

Essendo:

$d_i$  = distanza del sovraccarico dal muro, in orizzontale

$q_i$  = intensità del carico;

e posto

$$m = \frac{d_l}{H}$$

si ottiene il valore della pressione alla generica profondità  $z$  in base alle seguenti relazioni:

a) per  $m \leq 0,4$

$$\sigma_h = 0,203 \cdot \frac{q_l}{H} \cdot \frac{\frac{z}{H}}{\left[0,16 + \left(\frac{z}{H}\right)^2\right]^2}$$

b) per  $m > 0,4$

$$\sigma_h = 4 \cdot \frac{q_l}{H \cdot \pi} \cdot \frac{m \cdot \frac{z}{H}}{\left[m^2 + \left(\frac{z}{H}\right)^2\right]^2}$$

• **SPINTA ATTIVA DOVUTA ALLA COESIONE**

La coesione determina una contropinta sulla parete, pari a:

$$\sigma_h = -2 \cdot C \cdot \sqrt{K_a} \cdot \sqrt{1 + R_{ac}}$$

essendo:

$C$  = coesione dello strato  
 $R_{ac}$  = rapporto aderenza/coesione

• **SPINTA INTERSTIZIALE**

La spinta risultante dovuta all'acqua è pari alla differenza tra la pressione interstiziale di monte e di valle.

Nel caso di filtrazione discendente da monte e ascendente da valle:

$$\sigma_h = \tau_w \cdot [H_{wm} \cdot (1 - I_w) - H_{wv} \cdot (1 + I_w)]$$

dove:

$H_{wm}$  = quota della falda di monte  
 $H_{wv}$  = quota della falda di valle

Nel caso di filtrazione discendente da valle e ascendente da monte:

$$\sigma_h = \tau_w \cdot [H_{wm} \cdot (1 + I_w) - H_{wv} \cdot (1 - I_w)]$$

• **SPINTA PASSIVA**

$$\sigma_{hp} \cdot R_p = \sigma_v \cdot K_p \cdot \cos \delta + 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_p} \cdot \sqrt{1 + R_{ac}}$$

dove:

$\sigma_{hp}$  = pressione passiva orizzontale  
 $R_p$  = coefficiente di riduzione della spinta passiva  
 $\sigma_v$  = pressione verticale  
 $K_p$  = coefficiente di spinta passiva dello strato di calcolo  
 $\delta$  = coefficiente di attrito terra-parete

$C$  = coesione

$R_{ac}$  = rapporto aderenza/coesione

a) per  $\phi \neq 0$ :

$$K_p = \frac{\sin^2(\beta - \phi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 - \left( \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^2}$$

b) per  $\phi = 0$ :

$$K_p = 1$$

• **EQUILIBRIO DELLA PARATIA E CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI**

Il diaframma è una struttura deformabile, per cui in funzione degli spostamenti che assume è in grado di mobilitare pressioni dal terreno circostante. Nella trattazione classica per determinare le spinte sul tratto infisso della paratie si ipotizza che il terreno circostante sia in condizioni di equilibrio limite, per cui ipotizzata una deformata si possono determinare le zone attive e passive del terreno e le relative pressioni.

Questo modo di procedere fornisce buoni risultati nei problemi di progetto e nel caso si vogliono determinare dei valori globali di sicurezza mentre non permette di valutare con buona approssimazione i diagrammi delle sollecitazioni. Inoltre un grande limite è rappresentato dal fatto che i metodi classici non permettono di tenere in conto la presenza di più di un tirante.

Un modo più moderno di affrontare il problema dell'equilibrio delle paratie è quello di utilizzare delle tecniche di soluzione più generali quali quello degli elementi finiti. L'algoritmo di soluzione utilizzato nel programma si può riassumere nei seguenti passi principali:

- 1 - discretizzazione della paratia con elementi trave elastici.
- 2 - modellazione dei tiranti con molle elastiche che reagiscono solo nel caso la paratia si allontani dal terreno (tiranti o sbadacchi).
- 3 - modellazione del terreno in cui è infissa la paratia con molle non lineari con legame costitutivo di tipo bilatero.
- 4 - algoritmo di soluzione per sistemi di equazioni non lineari che utilizza la tecnica della matrice di rigidezza secante.
- 5 - calcolo degli spostamenti della paratia, in particolare gli spostamenti dei tiranti e del fondo scavo che danno preziose informazioni sulla deformabilità del sistema terreno- paratia.
- 6 - calcolo delle sollecitazioni degli elementi trave (taglio, momento).
- 7 - calcolo delle pressioni sul terreno dove è infissa la paratia.

Descrizione dell'algoritmo

Si discretizza la paratia in  $n-1$  conci di trave connessi ad  $n$  nodi. Si calcola quindi la matrice di rigidezza elementare del concio e quindi si esegue l'assemblaggio della matrice globale. Ogni nodo presenta due gradi di libertà (spostamento trasversale e rotazione), quindi si hanno in totale  $2 \times n$  gradi di libertà globali.

La matrice di rigidezza assemblata di dimensioni  $(2n \times 2n)$  risulta non invertibile in quando la struttura ammette moti rigidi. I moti rigidi e quindi la labilità della struttura vengono eliminati modellando il terreno in cui la paratia risulta infissa ed i tiranti.

Sia il terreno che i tiranti vengono modellati con delle molle i cui valori di rigidezza vengono sommati agli elementi diagonali della matrice globale. I tiranti hanno un legame costitutivo unilatero.

RIGIDEZZA DEL TIRANTE:



---

## PARATIA

---

Se:

L = lunghezza  
A = Area del tirante/interasse  
E = modulo elastico del tirante  
f = angolo di inclinazione  
T = sforzo sul tirante/puntone    v = spostamento

ne consegue:

$$K = \frac{A \cdot E}{L} \cdot \cos^2 f$$

$$T = K \times v \quad \text{se } v \geq 0$$

$$T = 0 \quad \text{se } v < 0 \text{ (la paratia si avvicina al terreno)}$$

RIGIDEZZA DEL TERRENO (Bowles, *Fondazioni* pag.649):

Se:

c = coesione  
g peso specifico efficace

Nc, Nq, Ng coefficienti di portanza  
z quota infissione

$$K = 40 \times (c \times Nc + 0,5 \times g \times 1 \times Ng) + 40 \times (g \times Nq \times z)$$

Il legame costitutivo pressione terreno-spostamento v della paratia si assume di tipo non lineare bilatero:

vl = 1,5 cm spostamento limite elastico

Pp = pressione passiva

Pu = min(vl×K, Pp) pressione massima sopportata dal terreno

$K \times v \leq Pu$  (fase elastica)

$P(v) = Pu$  se  $K \times v > Pu$  (fase plastica)

Il sistema non lineare risolvibile risulta quindi:

K(v) matrice secante

F = forze nodali

$$F = K(v) v$$

$$v_i = \text{inv}(K(v_{i-1})) F \quad \text{per } i = 0, \dots, n$$

Risolto iterativamente il sistema non lineare si ottengono gli spostamenti nodali e quindi pressioni, sollecitazioni e forze ai tiranti. È importante al fine di una corretta verifica della paratia controllare lo spostamento al fondo scavo della paratia.

• **ANCORAGGI**

La lunghezza minima del tirante è determinata in maniera tale che la retta passante dalla punta estrema dell'ancoraggio e dal piede del diaframma formi un angolo pari a  $\phi$  (angolo di attrito interno) con la verticale.

BLOCCO DI ANCORAGGIO

Il blocco di ancoraggio, nell'ipotesi che esso sia continuo lungo tutta la lunghezza del diaframma, deve dimensionarsi sulla base di un coefficiente di sicurezza che vale:

---

---

## PARATIA

---

---

$$\mu_a = \frac{\tau \cdot H_a^2 \cdot (K_p - K_a)}{2 \cdot T_r}$$

dove:

- $\tau$  = peso specifico del terreno
- $H_a$  = affondamento del blocco di ancoraggio nel terreno
- $K_p$  = coefficiente di spinta passiva
- $K_a$  = coefficiente di spinta attiva
- $T_r$  = forza di trazione sull'ancoraggio

### BULBO DI ANCORAGGIO DI CALCESTRUZZO INIETTATO SOTTO PRESSIONE

Se:

- $T_u$  = sforzo resistente
- $T_r$  = forza di trazione sull'ancoraggio
- $\mu_a$  = coefficiente di sicurezza
- $A$  = area bulbo
- $p_v$  = pressione verticale
- $f$  = angolo di attrito del terreno
- $K_0 = 1 - \sin(f)$  (spinta a riposo)
- $c$  = coesione

allora:

$$T_u = A \cdot \left[ p_v \cdot K_0 \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot f\right) + 0,8 \cdot c \right]$$

#### • VERIFICHE

Il programma esegue le verifiche di resistenza sugli elementi strutturali in funzione della tipologia della paratia. Le verifiche verranno eseguite per tutte le tipologie a scelta dell'utente sia con il metodo delle tensioni ammissibili che con il metodo degli SLU.

Per la generica in particolare la verifica agli S.L.U. prevede solo l'utilizzo di materiali assimilabili ai sensi della normativa vigente all'acciaio Fe360, Fe430 e Fe510. In particolare per il metodo degli S.L.U. si prevede che le azioni di calcolo utilizzate per le verifiche di resistenza derivanti vengano incrementate di un coefficiente parziale pari a 1,50.

Per le sezioni in acciaio la verifica S.L.U. viene effettuato al limite elastico.

Le verifiche saranno effettuate, coerentemente con il metodo selezionato (T.A. S.L.U), rispettando la normativa vigente per le strutture in c.a. ed in acciaio.

Le verifiche saranno effettuate sia sulla sezione della paratia che sugli elementi secondari quali cordoli in c.a. ed in acciaio, testata di ancoraggio in acciaio per le berlinesi.

Le sollecitazioni agenti sul cordolo vengono calcolate schematizzandolo come una trave continua caricata con forze concentrate.

Nel caso di cordoli in c.a. vengono effettuate le verifiche consuete per le travi soggette a momento flettente e taglio.

Nel caso di cordoli realizzati in acciaio vengono effettuate le seguenti verifiche:

- 1) verifica del profilo del longherone calcolato a trave continua e caricato con forze concentrate.
- 2) Verifica del comportamento a mensola della piattabanda del profilo a contatto con i pali della berlinese.
- 3) Verifica che la risultante inclinata del tirante sia interna alla area di contatto costituita dalle piattabande dei profili.
- 4) Verifica della piastra forata della testata sollecitata dal tiro del tirante irrigidita con eventuali nervature.
- 5) Verifica della piastra forata della testata in corrispondenza dello incastro con le nervature laterali della testata. Verifica della saldature corrispondente di tipo II classe a T o completa penetrazione.

#### • SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

---

## PARATIA

---

Str. N.ro	: Numero dello strato
Spess.	: Spessore dello strato
Coesione	: Coesione
Rapp. ader/co	: Rapporto Aderenza/Coesione
Ang. attr.	: Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame
Peso spec.	: Peso specifico del terreno in situ
Peso effic.	: Peso specifico efficace del terreno saturo
Attr. terra-muro	: Angolo di attrito terra-muro
Descriz.	: Descrizione sintetica dello strato

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Ka	: Coefficiente di spinta attiva
Kas	: Coefficiente di spinta attiva sismica
Kp	: Coefficiente di spinta passiva

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Pq	: pressioni (superiore e inferiore) da sovraccarico distribuito
Pl	: pressioni da sovraccarico lineare
Pa	: pressioni (superiore e inferiore) da spinta attiva
Pc	: pressioni da coesione
Ps	: pressioni (superiore e inferiore) da incremento sismico
Pn	: pressioni inerziali
Pwm	: pressioni interstiziali da monte
Pwv	: pressioni interstiziali da valle
Pwm	: Incremento sismico pressioni interstiziali da monte
Pwvs	: Incremento sismico pressioni interstiziali da valle

Dove presente il dato del rigo superiore si riferisce al valore della grandezza all'estremità superiore e quello del rigo inferiore al valore della grandezza all'estremità inferiore del concio di paratia esaminato.

- **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

---

---

## PARATIA

---

---

<b>Nro</b>	:	<i>Numero del concio a partire dalla testa della paratia</i>
<b>Quota</b>	:	<i>Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia</i>
<b>Pr</b>	:	<i>Pressione risultante orizzontale (superiore ed inferiore)</i>
<b>Pv</b>	:	<i>Pressione verticale risultante (superiore ed inferiore)</i>
<b>Mf</b>	:	<i>Momento flettente</i>
<b>N</b>	:	<i>Sforzo normale</i>
<b>Tg</b>	:	<i>Taglio (superiore ed inferiore)</i>

Dove presente il dato del rigo superiore si riferisce al valore della grandezza all'estremità superiore e quello del rigo inferiore al valore della grandezza all'estremità inferiore del concio di paratia esaminato.

• **SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

### *METODO DI VERIFICA: STATI LIMITI ULTIMI*

#### *PARATIA CON SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A.*

<b>Nr</b>	:	<i>Numero del concio a partire dalla testa della paratia</i>
<b>Quota</b>	:	<i>Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia</i>
<b>Mf</b>	:	<i>Momento flettente di progetto riferito ad una sezione di 1 m.</i>
<b>N</b>	:	<i>Sforzo normale di progetto riferito ad una sezione di 1 m.</i>
<b>Am</b>	:	<i>Area armature posta sul lembo di monte di una sezione di 1 m.</i>
<b>Av</b>	:	<i>Area armature posta sul lembo di valle di una sezione di 1 m.</i>
<b>Mu</b>	:	<i>Momento resistente ultimo di progetto agente su una sezione di 1 m.</i>
<b>T</b>	:	<i>Taglio di progetto agente su una sezione di 1 m.</i>
<b>Tu</b>	:	<i>Taglio resistente ultimo relativo ad una sezione di 1 m.</i>
<b>passo st.</b>	:	<i>Passo armature di ripartizione di progetto</i>

#### *PARATIA CON PALI IN C.A.*

<b>Nr</b>	:	<i>Numero del concio a partire dalla testa della paratia</i>
<b>Quota</b>	:	<i>Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia</i>
<b>Mf</b>	:	<i>Momento flettente di progetto riferito ad un singolo palo</i>
<b>N</b>	:	<i>Sforzo normale di progetto riferito ad un singolo palo</i>
<b>Aa</b>	:	<i>Area armature riferito ad un singolo palo</i>
<b>Mu</b>	:	<i>Momento resistente ultimo riferito ad un singolo palo</i>
<b>Tu</b>	:	<i>Taglio resistente ultimo riferito ad un singolo palo</i>
<b>passo st.</b>	:	<i>Passo armature di ripartizione di progetto</i>

#### *PARATIA CON SEZIONE IN ACCIAIO, BERLINESE E GENERICA*

<b>Nr</b>	:	<i>Numero del concio a partire dalla testa della paratia</i>
<b>Quota</b>	:	<i>Quota del fondo del concio, a partire dalla testa della paratia</i>
<b>Mf</b>	:	<i>Momento flettente agente sul singolo profilo o palo</i>
<b>N</b>	:	<i>Sforzo normale agente sul singolo profilo o palo</i>
<b>T</b>	:	<i>Taglio agente sul singolo profilo o palo</i>

---

**PARATIA**

---

$\sigma M$	: Tensione normale dovuta a momento flettente
$\sigma N$	: Tensione normale dovuta a sforzo normale
$\tau$	: Tensione tangenziale
$\sigma$ ideale	: Tensione ideale. Viene stampato <b>NOVER</b> in caso ecceda il valore limite elastico

**CORDOLO IN CALCESTRUZZO ARMATO**

N.ro	: Numero del cordolo
Mf	: Momento flettente massimo
Aa	: Armatura simmetrica posizionata sul lembo teso/compresso
Mu	: Momento ultimo di progetto
T	: Taglio massimo
Tu	: Taglio ultimo di progetto
passo st.	: Passo staffe di progetto

**CORDOLO IN ACCIAIO**

N.ro	: Numero del cordolo
SigA	: Descrizione del profilo dei longheroni
Mf	: Momento flettente massimo agente sul singolo longherone
T	: Taglio massimo agente sul singolo longherone
SigM	: Tensione normale agente sulla sezione del longherone
Tau	: Tensione tangenziale agente sulla sezione del longherone
SigI	: Tensione ideale agente sulla sezione del longherone. Viene stampato <b>"NOVER"</b> in caso ecceda il valore limite elastico
SigC	: Tensione normale agente sulla sezione di incastro della piastra banda del longherone a causa della pressione di contatto longherone palo. Viene stampato <b>"NOVER"</b> in caso ecceda il valore limite elastico
Mf	: Momento flettente agente sulla sezione forata della piastra
T	: Taglio massima agente sulla piastra
SigM	: Tensione normale agente sulla sezione forata della piastra
Tau	: Tensione tangenziale massima sulla piastra
SigI	: Tensione ideale agente sulla sezione forata della piastra. Viene stampato <b>"NOVER"</b> in caso ecceda il valore limite elastico
Mfi	: Momento flettente agente sulla sezione saldata d'incastro della piastra
SigS	: Tensione normale agente sulla saldatura d'incastro della piastra
SigI	: Tensione ideale agente sulla saldatura d'incastro della piastra. Viene stampato <b>"NOVER"</b> in caso ecceda il valore limite elastico
Mf	: Momento flettente agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
N	: Sforzo normale massimo agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
T	: Taglio massimo agente sulla sezione delle nervatura laterale ad altezza variabile
SigM	: Tensione normale dovuta a momento flettente agente sulla sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante
SigN	: Tensione normale dovuta a Sforzo Normale agente sulla sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante
Tau	: Tensione tangenziale massima tra la sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante e la sezione di appoggio sul longherone
SigI	: Tensione ideale massima tra la sezione della nervatura laterale in corrispondenza dell'asse del tirante e la sezione di appoggio sul longherone. Viene stampato <b>"NOVER"</b> in caso ecceda il valore limite elastico

**• SPECIFICHE CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia riportata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

**CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE**

Tipo di Analisi	: Indica il tipo di combinazione e di tabella dei materiali associata
-----------------	---

**PARATIA**

- Comb. N.ro** : Numero combinazione della tabella associata al tipo di analisi (SLU M1, SLU M2, RARA, FREQUENTE, QUASI PERMANENTE)
- Volume (mc)** : Volume del terreno deformato
- DistMax (m.)** : Distanza massima orizzontale dalla paratia alla quale si annullano i cedimenti
- Ced.x =0** : Cedimento verticale a ridosso della paratia
- Ced.x =1/4** : Cedimento verticale ad 1/4 della distanza massima
- Ced.x =2/4** : Cedimento verticale ad 2/4 della distanza massima
- Ced.x =3/4** : Cedimento verticale ad 3/4 della distanza massima

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

DATI GENERALI			
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	100	Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	12,84094	Latitudine Nord (Grd)	37,58165
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
PARAMETRI SISMICI S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo Ritorno Anni	201,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Fattore Stratigr. 'S'	1,50
PARAMETRI SISMICI S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo Ritorno Anni	1898,00
Accelerazione Ag/g	0,22	Fattore Stratigr. 'S'	1,37
COEFFICIENTI DI SPINTA SISMICA			
Coeff deformab. Alfa	0,94	Coeff. Spostam. Beta	0,48
Coeff. Orizzontale	0,14	Coeff. Verticale	0,07
DATI PARATIA			
Tipo diaframma	A SBALZO		
Moto di filtrazione	ASSENTE		
Tipo di paratia	PALI IN C.A.		
Tipo verifica sezioni	D.M. 2008		
Numero Condizioni di Carico	1		
Numero Fasi di calcolo	7		
Sbancamento Aggiuntivo Quota Tirante [m]	0,00		
Modellazione Molle con diagramma P-Y	ELASTO-PLASTICO		
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
		TABELLA M1	TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio		1,00	1,25
Peso Specifico		1,00	1,00
Coesione Efficace (c'k)		1,00	1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)		1,00	1,40

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

CEMENTO ARMATO PARATIE				
Classe Calcestruzzo	C32/40		Classe Acciaio	B450C
Modulo Elastico CLS	333457	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	320,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	AGGRESS. XD1/XS1
Resist. Calcolo 'fcd'	181,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	4500,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	181,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	4500,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo 'fyd'	3913,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	192,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	144,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3600,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc		

**PARATIA**

**DATI GENERALI DI CALCOLO E CARATTERISTICHE MATERIALI**

**CEMENTO ARMATO PALI**

Copriferro	4,5 cm
Passo minimo armatura staffe	10 cm
Passo massimo armatura staffe	30 cm
Step passo armatura staffe	5 cm
Diametro ferro staffe	8 mm
Tipo staffatura	Elicoidale
Diametro ferro armatura longitudinale	16 mm
Numero minimo ferri per palo	6 --

**GEOMETRIA PARATIA**

**GEOMETRIA DIAFRAMMA**

Diametro pali [m]	0,60
Interasse pali [m]	0,60
Modulo elastico pali [kg/cm <sup>2</sup> ]	300000,00
Quota estradosso terrapieno [m]	0,00
Spessore terrapieno [m]	3,80
Profondita' di infissione [m]	7,00
Quota falda di monte [m]	1,00
Quota falda di valle [m]	1,00
Inclinazione terrapieno di monte [°]	0,00
Inclinazione terrapieno di valle [°]	0,00
Distanza terrapieno orizzontale [m]	4,00
Passo di discretizzazione [m]	0,50
Rigidezza alla trasl. orizz. [t/m]	0,00
Rigidezza alla rotazione [t]	0,00
Numero file pali	1
Tipo sfalsamento pali	Pali Allineati
Interasse file [m]	1,00
Aggetto minimo [m]	0,00

**GEOMETRIA PARATIA**

**CORDOLO DI TESTA IN C.L.S.**

Aggetto lato valle [m]	0,00
Aggetto lato monte [m]	0,00
Altezza [m]	0,80

**STRATIGRAFIA**

**STRATIGRAFIA**

Strato N.ro	Spess. m	Coef. kg/cm <sup>2</sup>	Rapp. ader/co	Ang. attr Grd	Peso spec kg/m <sup>3</sup>	Peso effc kg/m <sup>3</sup>	Attr. terra-muro	Kw Orizz kg/cm <sup>2</sup>	Descrizione
1	40,00	0,030	0,100	22,18	1746	746	14,79	BOWELS	

**SOVRACCARICHI - CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 1**

**SOVRACCARICHI**

Sovraccarico uniform. distrib. sul terrapieno [kg/m <sup>2</sup> ]:	2000,00
Distanza del sovraccarico distrib. dalla paratia [m]:	0,00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:	0,00
Sovraccarico lineare sul terrapieno [kg/m]:	0,00
Distanza del sovraccarico lineare dalla paratia [m]:	0,00
Distanza verticale del carico dal piano di campagna [m]:	0,00
Forza verticale concentrata sulla paratia [kg]:	0
Eccentricita' forza verticale dalla mezzera paratia [m]:	0,00
Forza orizzontale concentrata sulla paratia [kg]:	0
Sovraccarico uniform. distrib. terrap. valle [kg/m <sup>2</sup> ]:	0,00

**COMBINAZIONI CARICHI**

Cond. Num.	Descrizione Condizione
1	PERMANENTE

**PARATIA**

**COMBINAZIONI CARICHI**

*COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. M1*

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,50										0,00
2	1,00										1,00

**COMBINAZIONI CARICHI**

*COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. M2*

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,30										0,00
2	1,00										1,00

**COMBINAZIONI CARICHI**

*COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. RARA*

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**COMBINAZIONI CARICHI**

*COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. FREQ.*

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**COMBINAZIONI CARICHI**

*COMBINAZIONI DI CARICO S.L.E. PERM.*

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,00										

**COMBINAZIONI CARICHI**

*COMBINAZIONI DI CARICO S.L.U. FASI COSTRUTTIVE*

Comb	Cond.1	Cond.2	Cond.3	Cond.4	Cond.5	Cond.6	Cond.7	Cond.8	Cond.9	Cond.10	Sisma
1	1,40										

**COEFFICIENTI DI SPINTA**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'			TABELLA 'A2'		
		Ka	Kas	Kp	Ka	Kas	Kp
1	0,50	0,40239	0,12140	3,33837	0,46551	0,14125	2,75139
2	1,00	0,40239	0,12140	3,33837	0,46551	0,14125	2,75139
3	1,56	0,40239	0,12140	3,33837	0,46551	0,14125	2,75139
4	2,12	0,40239	0,12140	3,33837	0,46551	0,14125	2,75139
5	2,68	0,40239	0,12140	3,33837	0,46551	0,14125	2,75139
6	3,24	0,40239	0,12140	3,33837	0,46551	0,14125	2,75139
7	3,80	0,40239	0,12140	3,33837	0,46551	0,14125	2,75139
8	4,30			3,33837			2,75139
9	4,80			3,33837			2,75139
10	5,30			3,33837			2,75139
11	5,80			3,33837			2,75139
12	6,30			3,33837			2,75139
13	6,80			3,33837			2,75139
14	7,30			3,33837			2,75139
15	7,80			3,33837			2,75139
16	8,30			3,33837			2,75139
17	8,80			3,33837			2,75139
18	9,30			3,33837			2,75139
19	9,80			3,33837			2,75139
20	10,30			3,33837			2,75139
21	10,80			3,33837			2,75139

**PRESSIONI ORIZZONTALI - CONDIZIONE N.ro: 1**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'	
		Pq Kg/m	Pl Kg/m	Pq Kg/m	Pl Kg/m



**PARATIA**

**PRESSIONI ORIZZONTALI - CONDIZIONE N.ro: 1**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'	
		Pq Kg/m	Pl Kg/m	Pq Kg/m	Pl Kg/m
1	0,50	0	0	0	0
2	1,00	0	0	0	0
3	1,56	0	0	0	0
4	2,12	0	0	0	0
5	2,68	78	0	78	0
6	3,24	219	0	219	0
7	3,80	331	0	331	0

**PRESSIONI ORIZZONTALI**

N.ro	Quota m	TABELLA 'A1'		TABELLA 'A2'			Pn Kg/m	Pwm Kg/m	Pwv Kg/m	Pwms Kg/m	Pwvs Kg/m
		Pa Kg/m	Pc Kg/m	Pa Kg/m	Pc Kg/m	Ps Kg/m					
1	0,50	0 351	-399	0 406	-343	0 123	164	0	0	0	0
2	1,00	351 501	-399	406 580	-343	123 176	164	500	-500	0	0
3	1,56	501 669	-399	580 774	-343	1012 1352	164	1060	-1060	152	152
4	2,12	669 838	-399	774 969	-343	1352 1691	164	1620	-1620	215	215
5	2,68	838 1006	-399	969 1163	-343	1691 2031	164	2180	-2180	264	264
6	3,24	1006 1174	-399	1163 1358	-343	2031 2370	164	2740	-2740	304	304
7	3,80	1174 1342	-399	1358 1552	-343	2370 2709	164	3300	-3300	340	340

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

**PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI**

N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-589	0 0
2	1,00	0 153	0 -40	-10	-1188	0 38
3	1,56	153 405	-40 -107	-75	-1889	38 195
4	2,12	405 775	-107 -205	-276	-2636	195 525
5	2,68	775 1238	-205 -327	-728	-3445	525 1089
6	3,24	1238 1658	-327 -438	-1565	-4319	1089 1900
7	3,80	1658 1417	-438 -374	-2919	-5206	1900 2936
8	4,30	-626 -1259	880 979	-4231	-5330	2936 2357
9	4,80	-1259 -1374	979 1077	-5228	-5405	2357 1690
10	5,30	-1374 -1387	1077 1176	-5881	-5431	1690 993
11	5,80	-1387 -1316	1176 1274	-6188	-5407	993 311

**PARATIA**

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

*PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI*

N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
12	6,30	-1316 -1179	1274 1373	-6165	-5334	311 -319
13	6,80	-1179 -995	1373 1471	-5848	-5212	-319 -868
14	7,30	-995 -776	1471 1570	-5282	-5041	-868 -1315
15	7,80	-776 -535	1570 1668	-4522	-4821	-1315 -1647
16	8,30	-535 -277	1668 1767	-3629	-4551	-1647 -1853
17	8,80	-277 -7	1767 1865	-2666	-4232	-1853 -1928
18	9,30	-7 468	1865 1964	-1701	-3864	-1928 -1815
19	9,80	468 954	1964 2062	-854	-3446	-1815 -1462
20	10,30	954 1459	2062 2161	-244	-2979	-1462 -861
21	10,80	1459 1956	2161 2259	0	-2464	-861 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

*CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO*

N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-353	0
2	1,00	-6	-713	23
3	1,56	-45	-1134	117
4	2,12	-166	-1582	315
5	2,68	-437	-2067	653
6	3,24	-939	-2591	1140
7	3,80	-1752	-3123	1762
8	4,30	-2539	-3198	1414
9	4,80	-3137	-3243	1014
10	5,30	-3529	-3258	596
11	5,80	-3713	-3244	186
12	6,30	-3699	-3201	-192

PARATIA

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
13	6,80	-3509	-3127	-521
14	7,30	-3169	-3025	-789
15	7,80	-2713	-2892	-988
16	8,30	-2177	-2730	-1112
17	8,80	-1599	-2539	-1157
18	9,30	-1021	-2318	-1089
19	9,80	-512	-2068	-877
20	10,30	-147	-1788	-517
21	10,80	0	-1478	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		0	0	0		0
1	0,50	222	-59	-14	-604	55
2	1,00	222 417	-59 -110	-82	-1235	55 215
3	1,56	882 1562	-233 -412	-394	-2075	215 900
4	2,12	1562 2141	-412 -565	-1188	-3009	900 1936
5	2,68	2141 2753	-565 -727	-2656	-4030	1936 3307
6	3,24	2753 3322	-727 -877	-4984	-5139	3307 5007
7	3,80	3322 3014	-877 -796	-8350	-6267	5007 7017
8	4,30	-843 -2219	880 979	-11648	-6391	7017 6175
9	4,80	-2219 -3286	979 1077	-14392	-6466	6175 4798
10	5,30	-3286 -3946	1077 1176	-16313	-6492	4798 2950
11	5,80	-3946 -3750	1176 1274	-17248	-6469	2950 1007
12	6,30	-3750 -3368	1274 1373	-17246	-6396	1007 -789
		-3368	1373			-789

PARATIA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI

N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
13	6,80	-2848	1471	-16401	-6274	-2358
14	7,30	-2848 -2231	1471 1570	-14844	-6103	-2358 -3641
15	7,80	-2231 -1546	1570 1668	-12730	-5882	-3641 -4596
16	8,30	-1546 -815	1668 1767	-10229	-5612	-4596 -5197
17	8,80	-815 -44	1767 1865	-7524	-5293	-5197 -5420
18	9,30	-44 1292	1865 1964	-4809	-4925	-5420 -5116
19	9,80	1292 2678	1964 2062	-2416	-4508	-5116 -4130
20	10,30	2678 4122	2062 2161	-693	-4041	-4130 -2437
21	10,80	4122 5542	2161 2259	0	-3525	-2437 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO

N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	-8	-362	33
2	1,00	-49	-741	129
3	1,56	-236	-1245	540
4	2,12	-713	-1805	1162
5	2,68	-1593	-2418	1984
6	3,24	-2990	-3083	3004
7	3,80	-5010	-3760	4210
8	4,30	-6989	-3835	3705
9	4,80	-8635	-3880	2879
10	5,30	-9788	-3895	1770
11	5,80	-10349	-3881	604
12	6,30	-10347	-3837	-473
13	6,80	-9841	-3764	-1415
14	7,30	-8907	-3662	-2185
15	7,80	-7638	-3529	-2758

PARATIA

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
16	8,30	-6138	-3367	-3118
17	8,80	-4515	-3176	-3252
18	9,30	-2885	-2955	-3069
19	9,80	-1450	-2705	-2478
20	10,30	-416	-2425	-1462
21	10,80	0	-2115	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
		0	0	0		0
1	0,50	82	-22	-5	-594	20
2	1,00	82 308	-22 -81	-40	-1209	20 118
3	1,56	308 560	-81 -148	-174	-1933	118 361
4	2,12	560 915	-148 -242	-491	-2702	361 774
5	2,68	915 1350	-242 -356	-1102	-3529	774 1408
6	3,24	1350 1749	-356 -462	-2134	-4418	1408 2276
7	3,80	1749 1443	-462 -381	-3711	-5314	2276 3358
8	4,30	-674 -1482	880 979	-5222	-5438	3358 2708
9	4,80	-1482 -1615	979 1077	-6362	-5513	2708 1924
10	5,30	-1615 -1627	1077 1176	-7098	-5538	1924 1105
11	5,80	-1627 -1540	1176 1274	-7428	-5515	1105 305
12	6,30	-1540 -1377	1274 1373	-7373	-5442	305 -431
13	6,80	-1377 -1158	1373 1471	-6973	-5320	-431 -1071
14	7,30	-1158 -900	1471 1570	-6284	-5149	-1071 -1591

PARATIA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
15	7,80	-900 -616	1570 1668	-5370	-4928	-1591 -1975
16	8,30	-616 -314	1668 1767	-4302	-4659	-1975 -2211
17	8,80	-314 7	1767 1865	-3155	-4340	-2211 -2292
18	9,30	7 568	1865 1964	-2010	-3972	-2292 -2151
19	9,80	568 1135	1964 2062	-1007	-3554	-2151 -1728
20	10,30	1135 1725	2062 2161	-288	-3087	-1728 -1016
21	10,80	1725 2304	2161 2259	0	-2571	-1016 0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	-3	-357	12
2	1,00	-24	-726	71
3	1,56	-104	-1160	216
4	2,12	-295	-1621	464
5	2,68	-661	-2117	845
6	3,24	-1280	-2651	1365
7	3,80	-2227	-3188	2015
8	4,30	-3133	-3263	1625
9	4,80	-3817	-3308	1154
10	5,30	-4259	-3323	663
11	5,80	-4457	-3309	183
12	6,30	-4424	-3265	-259
13	6,80	-4184	-3192	-643
14	7,30	-3770	-3089	-955
15	7,80	-3222	-2957	-1185
16	8,30	-2581	-2795	-1327
17	8,80	-1893	-2604	-1375

**PARATIA**

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
18	9,30	-1206	-2383	-1291
19	9,80	-604	-2132	-1037
20	10,30	-173	-1852	-610
21	10,80	0	-1543	0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 350	0 -92	0 -22	-612	0 87
2	1,00	350 576	-92 -152	-123	-1262	87 319
3	1,56	1413 2251	-373 -594	-589	-2193	319 1345
4	2,12	2251 2989	-594 -789	-1753	-3240	1345 2812
5	2,68	2989 3760	-789 -993	-3857	-4399	2812 4702
6	3,24	3760 4488	-993 -1185	-7137	-5668	4702 7011
7	3,80	4488 4546	-1185 -1200	-11821	-6996	7011 9719
8	4,30	-636 -1703	880 979	-16522	-7120	9719 9083
9	4,80	-1703 -2563	979 1077	-20797	-7195	9083 8017
10	5,30	-2563 -3423	1077 1176	-24431	-7221	8017 6520
11	5,80	-3423 -4282	1176 1274	-27209	-7197	6520 4594
12	6,30	-4282 -5141	1274 1373	-28917	-7124	4594 2238
13	6,80	-5141 -6000	1373 1471	-29339	-7002	2238 -547
14	7,30	-6000 -6858	1471 1570	-28262	-6831	-547 -3762
15	7,80	-6858 -5471	1570 1668	-25470	-6611	-3762 -6885
16	8,30	-5471 -3616	1668 1767	-21310	-6341	-6885 -9183

**PARATIA**

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
17	8,80	-3616 -1579	1767 1865	-16247	-6022	-9183 -10506
18	9,30	-1579 1075	1865 1964	-10788	-5654	-10506 -10655
19	9,80	1075 5000	1964 2062	-5598	-5236	-10655 -9157
20	10,30	5000 9128	2062 2161	-1658	-4770	-9157 -5645
21	10,80	9128 13264	2161 2259	0	-4254	-5645 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	-13	-367	52
2	1,00	-74	-757	191
3	1,56	-354	-1316	807
4	2,12	-1052	-1944	1687
5	2,68	-2314	-2639	2821
6	3,24	-4282	-3401	4207
7	3,80	-7093	-4198	5832
8	4,30	-9913	-4272	5450
9	4,80	-12478	-4317	4810
10	5,30	-14659	-4332	3912
11	5,80	-16326	-4318	2756
12	6,30	-17350	-4275	1343
13	6,80	-17604	-4201	-328
14	7,30	-16957	-4099	-2257
15	7,80	-15282	-3966	-4131
16	8,30	-12786	-3805	-5510
17	8,80	-9748	-3613	-6304
18	9,30	-6473	-3392	-6393
19	9,80	-3359	-3142	-5494
20	10,30	-995	-2862	-3387



PARATIA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
21	10,80	0	-2552	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-589	0 0
2	1,00	0 102	0 -27	-6	-1185	0 26
3	1,56	102 270	-27 -71	-50	-1872	26 130
4	2,12	270 517	-71 -136	-184	-2590	130 350
5	2,68	517 825	-136 -218	-486	-3349	350 726
6	3,24	825 1106	-218 -292	-1043	-4151	726 1266
7	3,80	1106 945	-292 -249	-1946	-4963	1266 1958
8	4,30	-418 -839	880 979	-2821	-5087	1958 1571
9	4,80	-839 -916	979 1077	-3485	-5162	1571 1127
10	5,30	-916 -924	1077 1176	-3921	-5188	1127 662
11	5,80	-924 -877	1176 1274	-4125	-5164	662 207
12	6,30	-877 -786	1274 1373	-4110	-5091	207 -213
13	6,80	-786 -663	1373 1471	-3899	-4969	-213 -579
14	7,30	-663 -517	1471 1570	-3521	-4798	-579 -877
15	7,80	-517 -357	1570 1668	-3015	-4578	-877 -1098
16	8,30	-357 -185	1668 1767	-2419	-4308	-1098 -1236
17	8,80	-185 -4	1767 1865	-1777	-3989	-1236 -1285
		-4	1865			-1285

PARATIA

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
18	9,30	312	1964	-1134	-3621	-1210
19	9,80	312 636	1964 2062	-569	-3203	-1210 -975
20	10,30	636 973	2062 2161	-163	-2736	-975 -574
21	10,80	973 1304	2161 2259	0	-2221	-574 0

**PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-353	0
2	1,00	-4	-711	15
3	1,56	-30	-1123	78
4	2,12	-111	-1554	210
5	2,68	-291	-2009	436
6	3,24	-626	-2491	760
7	3,80	-1168	-2978	1175
8	4,30	-1692	-3052	943
9	4,80	-2091	-3097	676
10	5,30	-2352	-3113	397
11	5,80	-2475	-3098	124
12	6,30	-2466	-3055	-128
13	6,80	-2339	-2982	-347
14	7,30	-2113	-2879	-526
15	7,80	-1809	-2747	-659
16	8,30	-1452	-2585	-741
17	8,80	-1066	-2393	-771
18	9,30	-680	-2172	-726
19	9,80	-341	-1922	-585
20	10,30	-98	-1642	-344
21	10,80	0	-1332	0

PARATIA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-589	0 0
2	1,00	0 102	0 -27	-6	-1185	0 26
3	1,56	102 270	-27 -71	-50	-1872	26 130
4	2,12	270 517	-71 -136	-184	-2590	130 350
5	2,68	517 825	-136 -218	-486	-3349	350 726
6	3,24	825 1106	-218 -292	-1043	-4151	726 1266
7	3,80	1106 945	-292 -249	-1946	-4963	1266 1958
8	4,30	-418 -839	880 979	-2821	-5087	1958 1571
9	4,80	-839 -916	979 1077	-3485	-5162	1571 1127
10	5,30	-916 -924	1077 1176	-3921	-5188	1127 662
11	5,80	-924 -877	1176 1274	-4125	-5164	662 207
12	6,30	-877 -786	1274 1373	-4110	-5091	207 -213
13	6,80	-786 -663	1373 1471	-3899	-4969	-213 -579
14	7,30	-663 -517	1471 1570	-3521	-4798	-579 -877
15	7,80	-517 -357	1570 1668	-3015	-4578	-877 -1098
16	8,30	-357 -185	1668 1767	-2419	-4308	-1098 -1236
17	8,80	-185 -4	1767 1865	-1777	-3989	-1236 -1285
18	9,30	-4 312	1865 1964	-1134	-3621	-1285 -1210
19	9,80	312 636	1964 2062	-569	-3203	-1210 -975
20	10,30	636 973	2062 2161	-163	-2736	-975 -574
		973	2161			-574

PARATIA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
21	10,80	1304	2259	0	-2221	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-353	0
2	1,00	-4	-711	15
3	1,56	-30	-1123	78
4	2,12	-111	-1554	210
5	2,68	-291	-2009	436
6	3,24	-626	-2491	760
7	3,80	-1168	-2978	1175
8	4,30	-1692	-3052	943
9	4,80	-2091	-3097	676
10	5,30	-2352	-3113	397
11	5,80	-2475	-3098	124
12	6,30	-2466	-3055	-128
13	6,80	-2339	-2982	-347
14	7,30	-2113	-2879	-526
15	7,80	-1809	-2747	-659
16	8,30	-1452	-2585	-741
17	8,80	-1066	-2393	-771
18	9,30	-680	-2172	-726
19	9,80	-341	-1922	-585
20	10,30	-98	-1642	-344
21	10,80	0	-1332	0

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
1	0,50	0 0	0 0	0 0	-589	0 0
2	1,00	0 102	0 -27	-6	-1185	0 26

PARATIA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

PRESSIONI RISULTANTI E SOLLECITAZIONI						
N.ro	Quota m	Pr Kg/m	Pv Kg/m	Mf Kg·m/m	N Kg/m	Tg Kg/m
3	1,56	102	-27	-50	-1872	26
		270	-71			130
4	2,12	270	-71	-184	-2590	130
		517	-136			350
5	2,68	517	-136	-486	-3349	350
		825	-218			726
6	3,24	825	-218	-1043	-4151	726
		1106	-292			1266
7	3,80	1106	-292	-1946	-4963	1266
		945	-249			1958
8	4,30	-418	880	-2821	-5087	1958
		-839	979			1571
9	4,80	-839	979	-3485	-5162	1571
		-916	1077			1127
10	5,30	-916	1077	-3921	-5188	1127
		-924	1176			662
11	5,80	-924	1176	-4125	-5164	662
		-877	1274			207
12	6,30	-877	1274	-4110	-5091	207
		-786	1373			-213
13	6,80	-786	1373	-3899	-4969	-213
		-663	1471			-579
14	7,30	-663	1471	-3521	-4798	-579
		-517	1570			-877
15	7,80	-517	1570	-3015	-4578	-877
		-357	1668			-1098
16	8,30	-357	1668	-2419	-4308	-1098
		-185	1767			-1236
17	8,80	-185	1767	-1777	-3989	-1236
		-4	1865			-1285
18	9,30	-4	1865	-1134	-3621	-1285
		312	1964			-1210
19	9,80	312	1964	-569	-3203	-1210
		636	2062			-975
20	10,30	636	2062	-163	-2736	-975
		973	2161			-574
21	10,80	973	2161	0	-2221	-574
		1304	2259			0

PARATIA

PRESS. RISULTANTI + SOLLECITAZIONI - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE SUL PALO				
N.ro	Quota m	Mf Kg·m	N Kg	Tg Kg
1	0,50	0	-353	0
2	1,00	-4	-711	15
3	1,56	-30	-1123	78
4	2,12	-111	-1554	210
5	2,68	-291	-2009	436
6	3,24	-626	-2491	760
7	3,80	-1168	-2978	1175
8	4,30	-1692	-3052	943
9	4,80	-2091	-3097	676
10	5,30	-2352	-3113	397
11	5,80	-2475	-3098	124
12	6,30	-2466	-3055	-128
13	6,80	-2339	-2982	-347
14	7,30	-2113	-2879	-526
15	7,80	-1809	-2747	-659
16	8,30	-1452	-2585	-741
17	8,80	-1066	-2393	-771
18	9,30	-680	-2172	-726
19	9,80	-341	-1922	-585
20	10,30	-98	-1642	-344
21	10,80	0	-1332	0

VERIFICHE DI SICUREZZA

RISULTATI DI CALCOLO

Momento flettente massimo [kg·m/m]	-29339
Quota di momento flettente massimo [m]	6,80
Spostamento a fondo scavo [mm]	26,27
Scarto finale della analisi non lineare (E-04)	0
Convergenza analisi non lineare	SODDISFATTA
Infissione analisi non lineare	SUFFICIENTE
Coefficiente di sicurezza dell' infissione	2,0000
Moltiplicatore di collasso dei carichi	4,1000

PARATIA

VERIFICHE DI RESISTENZA SEZIONI PARATIA A FLESSIONE								
VERIFICHE SEZIONI PARATIA IN C.L.S.								
Nr.	Quota (m)	Mf (kgm)	N (Kg)	Aa (cmq)	Mu (kgm)	T (kg)	Tu (Kg)	passo st. (cm.)
1	0,50	-13		16,1	-15095	52	11111	30
2	1,00	-74		16,1	-15095	191	11111	30
3	1,56	-354		16,1	-15095	807	11111	30
4	2,12	-1052		16,1	-15095	1687	11111	30
5	2,68	-2314		16,1	-15095	2821	11111	30
6	3,24	-4282		16,1	-15095	4207	11111	30
7	3,80	-7093		16,1	-15095	5832	11111	30
8	4,30	-9913		16,1	-15095	5450	11111	30
9	4,80	-12478		16,1	-15095	4810	11111	30
10	5,30	-14659		16,1	-15095	3912	11111	30
11	5,80	-16326		20,1	-18579	2756	11111	30
12	6,30	-17350		20,1	-18579	1343	11111	30
13	6,80	-17604		20,1	-18579	-1415	11111	30
14	7,30	-16957		20,1	-18579	-2257	11111	30
15	7,80	-15282		20,1	-18579	-4131	11111	30
16	8,30	-12786		20,1	-18579	-5510	11111	30
17	8,80	-9748		20,1	-18579	-6304	11111	30
18	9,30	-6473		20,1	-18579	-6393	11111	30
19	9,80	-3359		20,1	-18579	-5494	11111	30
20	10,30	-995		20,1	-18579	-3387	11111	30
21	10,80	0		20,1	18579	0	11111	30

CEDIMENTI VERTICALI TERRENO DI MONTE								
Tipo di Analisi	Comb. N.ro	Volume (mc)	DistMax (m)	Ced.x=0 mm	Ced.1/4 mm	Ced.2/4 mm	Ced.3/4 mm	
SLU M1	1	0,031	5,92	21,0	11,8	5,3	1,3	
SLU M1	2	0,088	5,92	59,6	33,5	14,9	3,7	
SLU M2	1	0,037	5,92	24,9	14,0	6,2	1,6	
SLU M2	2	0,211	6,25	134,9	75,9	33,7	8,4	
RARA	1	0,021	5,58	14,8	8,3	3,7	0,9	
FREQ.	1	0,021	5,58	14,8	8,3	3,7	0,9	
PERM.	1	0,021	5,58	14,8	8,3	3,7	0,9	

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 1											
Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
0,50	7,86	1,00	7,24	1,56	6,54	2,12	5,85	2,68	5,16	3,24	2,22
3,24	4,48	3,80	3,82	4,30	3,25	4,80	2,71	5,30	2,22	5,80	0,44
5,80	1,77	6,30	1,37	6,80	1,01	7,30	0,71	7,80	0,44	8,30	-0,51
8,30	0,21	8,80	0,00	9,30	-0,18	9,80	-0,35	10,30	-0,51	10,80	-0,67

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M1 - COMBINAZIONE N.ro: 2											
Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
0,50	22,25	1,00	20,49	1,56	18,52	2,12	16,56	2,68	14,61	3,24	6,31
3,24	12,69	3,80	10,82	4,30	9,22	4,80	7,71	5,30	6,31	5,80	1,27
5,80	5,04	6,30	3,90	6,80	2,90	7,30	2,03	7,80	1,27	8,30	-1,43
8,30	0,61	8,80	0,03	9,30	-0,49	9,80	-0,97	10,30	-1,43	10,80	-1,89

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 1											
Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
0,50	9,35	1,00	8,60	1,56	7,77	2,12	6,94	2,68	6,11	3,24	2,60
3,24	5,30	3,80	4,50	4,30	3,83	4,80	3,19	5,30	2,60	5,80	0,51
5,80	2,07	6,30	1,60	6,80	1,18	7,30	0,82	7,80	0,51	8,30	-0,60
8,30	0,23	8,80	0,00	9,30	-0,22	9,80	-0,41	10,30	-0,60	10,80	-0,78

SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2											
Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
0,50	49,62	1,00	46,04	1,56	42,04	2,12	38,05	2,68	34,07	3,24	16,63
3,24	30,13	3,80	26,27	4,30	22,92	4,80	19,69	5,30	16,63	5,80	4,49
5,80	13,76	6,30	11,10	6,80	8,67	7,30	6,47	7,80	4,49	8,30	-3,17
8,30	2,70	8,80	1,08	9,30	-0,41	9,80	-1,81	10,30	-3,17	10,80	-3,17

**PARATIA**

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - SLU M2 - COMBINAZIONE N.ro: 2**

Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
10,80	-4,52								

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE RARA N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
0,50	5,24	1,00	4,82	1,56	4,36	2,12	3,90	2,68	3,44
3,24	2,99	3,80	2,55	4,30	2,17	4,80	1,81	5,30	1,48
5,80	1,18	6,30	0,91	6,80	0,68	7,30	0,47	7,80	0,29
8,30	0,14	8,80	0,00	9,30	-0,12	9,80	-0,23	10,30	-0,34
10,80	-0,44								

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE FREQUENTE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
0,50	5,24	1,00	4,82	1,56	4,36	2,12	3,90	2,68	3,44
3,24	2,99	3,80	2,55	4,30	2,17	4,80	1,81	5,30	1,48
5,80	1,18	6,30	0,91	6,80	0,68	7,30	0,47	7,80	0,29
8,30	0,14	8,80	0,00	9,30	-0,12	9,80	-0,23	10,30	-0,34
10,80	-0,44								

**SPOSTAMENTI ORIZZONTALI PARATIA - COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE N.ro: 1**

Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)	Quota m	SpostOriz (mm)
0,50	5,24	1,00	4,82	1,56	4,36	2,12	3,90	2,68	3,44
3,24	2,99	3,80	2,55	4,30	2,17	4,80	1,81	5,30	1,48
5,80	1,18	6,30	0,91	6,80	0,68	7,30	0,47	7,80	0,29
8,30	0,14	8,80	0,00	9,30	-0,12	9,80	-0,23	10,30	-0,34
10,80	-0,44								

**VERIFICHE S.L.E.**

**FESSURAZIONE PARATIA**

Tipo Comb	Cmb fes	Conc fes	N fes Kg	M fes Kgm	Dist. cm	Wcalc mm	W Lim mm	Verifica
Rara								
Freq						0,00	0,30	VERIFICA
Perm						0,00	0,20	VERIFICA

**VERIFICHE S.L.E.**

**TENSIONI DI ESERCIZIO PARATIA**

Tipo Comb	Cmb σc	Conc σc	N σc Kg	M σc Kgm	σc Kg/cmq	σc Lim Kg/cmq	Cmb σf	Conc σf	N σf Kg	M σf Kgm	σf Kg/cmq	σf Lim Kg/cmq	Verifica
Rara	1	10	-3113	-2352	-34,3	192,0	1	10	-3113	-2352	793	3600	VERIFICA
Freq													
Perm	1	10	-3113	-2352	-34,3	144,0							VERIFICA

# CDDWIN/2019

**RELAZIONE DI CALCOLO**

La presente relazione è relativa alla verifica di pendii naturali, di scarpate per scavi e di opere in terra.

**▮** **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".  
Le verifiche sono state condotte rispetto agli stati limite di tipo geotecnico (GEO) applicando alle caratteristiche geotecniche del terreno i coefficienti parziali del gruppo M2 (Tab. 6.2.II NTC).



71 VERIFICHE DI STABILITÀ

I fenomeni franosi possono essere ricondotti alla formazione di una superficie di rottura lungo la quale le forze, che tendono a provocare lo scivolamento del pendio, non risultano equilibrate dalla resistenza a taglio del terreno lungo tale superficie.

La verifica di stabilità del pendio si riconduce alla determinazione di un coefficiente di sicurezza, relativo ad una ipotetica superficie di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilata.

Suddiviso il pendio in un determinato numero di conci di uguale ampiezza, per ogni concio si possono individuare:

- a) il peso;
- b) la risultante delle forze esterne agenti sulla superficie;
- c) le forze inerziali orizzontali e verticali;
- d) le reazioni normali e tangenziali mutue tra i conci;
- e) le reazioni normali e tangenziali alla base dei conci;
- f) le pressioni idrostatiche alla base.

Sotto l'ipotesi che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio della rottura alla *Mohr-Coulomb*, che correla tra loro le reazioni tangenziali e normali alla base, le incognite, per la determinazione dello equilibrio di ogni concio, risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione, e la reazione normale alla base.

Per la determinazione di tutte le incognite, le equazioni di equilibrio risultano insufficienti, per cui il problema della stabilità dei pendii è, in via rigorosa, staticamente indeterminato. La risoluzione del problema va perseguita introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci. Tali ulteriori ipotesi differenziano sostanzialmente i diversi metodi di calcolo.

I casi in cui non è possibile stabilire un coefficiente di sicurezza per il pendio vengono segnalati attraverso le seguenti stringhe:

- *SCARTATA* : coefficiente di sicurezza minore di 0,1;
- *NON CONV.* : convergenza del metodo di calcolo non ottenuta;
- *ELEM.RIG.* : intersezione della superficie di scivolamento con un corpo rigido.

• METODO DI BISHOP

Le ipotesi alla base dell'espressione di Bishop del coefficiente di sicurezza sono date da:

- a) superficie di scivolamento circolare;
- b) uguaglianza delle reazioni normali alle facce laterali dei conci.

$$(1) \quad F = \frac{\sum_{i=1}^N [ci \cdot b + (Wi(1 - Kv) - ui \cdot b) \tan(\hat{f}_i)] \frac{\sec(a_i)}{1 + \tan(\hat{f}_i) \tan(a_i)}}{\sum_{i=1}^N Wi \left[ (1 - Kv) \sin(a_i) + \frac{Kh \cdot dh_i}{R} \right]}$$

dove:

- *N* = numero di conci in cui e' suddiviso il pendio
- *ci* = coesione alla base del concio *i*
- *b* = larghezza del concio
- *Wi* = peso del concio
- *ui* = pressione interstiziale alla base
- *f̂<sub>i</sub>* = angolo di attrito del terreno alla base del concio
- *ai* = inclinazione della base del concio

- $K_v$  = coefficiente sismico verticale
- $K_h$  = coefficiente sismico orizzontale
- $R$  = raggio del cerchio di scivolamento
- $d_{hi}$  = distanza verticale del profilo superiore del concio dal centro della superficie di scivolamento

Tale espressione del coefficiente di sicurezza  $F$  risulta in forma implicita, pertanto viene risolta per via ITERATIVA.

• **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

- Numero conci** : *Numero di conci in cui è suddiviso il pendio*
- Coefficiente sismico orizzontale** : *Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica orizzontale*
- Coefficiente sismico verticale** : *Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica verticale*
- Ascissa punto passaggio cerchio (m)** : *Ascissa del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento*
- Ordinata punto passaggio cerchio (m)** : *Ordinata del punto di passaggio imposto per tutti i cerchi di scorrimento*
- Ascissa polo (m)** : *Ascissa del primo punto centro del cerchio di scorrimento*
- Ordinata polo (m)** : *Ordinata del primo punto centro del cerchio di scorrimento*
- Numero righe maglia** : *Numero di punti lungo una linea verticale, centri di superfici di scorrimento*
- Numero colonne maglia** : *Numero di punti lungo una linea orizzontale, centri di superfici di scorrimento*
- Passo direzione 'X' (m)** : *Distanza in orizzontale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari*
- Passo direzione 'Y' (m)** : *Distanza in verticale tra i centri delle superficie di scorrimento circolari*

• **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

- Str. N.ro** : *Numero dello strato*
- Descrizione strato** : *Descrizione sintetica dello strato*
- Coesione** : *Coesione*
- Ang. attr.** : *Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame*
- Densità** : *Peso specifico del terreno in situ*
- D. Saturo** : *Peso specifico del terreno saturo*
- Vert. N.ro** : *Numero del vertice della poligonale che definisce lo strato*
- Ascissa / Ordinata** : *Coordinate dei vertici dello strato*

**PARATIA**

• **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

<b>Elem. N.ro</b>	: Numero identificativo dell'elemento rigido
<b>Densità</b>	: Densità apparente dell'elemento rigido
<b>Dens. terr</b>	: Densità del terreno rimosso per la presenza dell'elemento rigido
<b>Vert. N.ro</b>	: Numero identificativo del vertice del poligono rappresentante l'elemento rigido
<b>Ascissa e Ordinata</b>	: Coordinate del poligono

<b>DATI GENERALI STABILITA' PENDIO</b>	
<b>DATI GENERALI DI VERIFICA</b>	
Vita Nominale (Anni)	100
Classe d' Uso	QUARTA
Longitudine Est (Grd)	12,841
Latitudine Nord (Grd)	37,582
Categoria Suolo	C
Coeff. Condiz. Topogr.	1,000
Probabilità Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	1898,000
Accelerazione Ag/g	0,224
Fattore Stratigrafia 'S'	1,366
Coeff. Sismico Kh	0,000
Coeff. Sismico Kv	0,000
Numero conci :	20
Numero elementi rigidi:	1
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PASSANTE PER UN PUNTO
<b>COORDINATE PUNTO DI PASSAGGIO CERCHI DI ROTTURA</b>	
Ascissa pto passaggio cerchio (m):	6,200
Ordinata pto passaggio cerchio (m):	-1,200
<b>PARAMETRI MAGLIA DEI CENTRI PER SUPERFICI DI ROTTURA CIRCOLARI</b>	
Ascissa Polo (m):	-7,000
Ordinata Polo (m):	10,800
Numero righe maglia :	3,0
Numero colonne maglia :	3,0
Passo direzione 'X' (m) :	3,00
Passo direzione 'Y' (m) :	0,95
Rotazione maglia (Grd) :	0,0
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1,000
<b>COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2</b>	
Tangente Resist. Taglio	1,25
Peso Specifico	1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,40
Coefficiente R2	1,10

<b>DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA</b>								
Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D. Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	-7,00	7,00
						2	4,40	7,00
						3	5,00	10,80
						4	9,00	10,80
						5	21,00	10,80

**PARATIA**

**DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA**

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1		0,300	22,18	1,746	1,746			

**COORDINATE PROFILO FALDA**

Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)
1	0,00	9,80	0,00	2	5,00	9,80	0,00
3	5,00	9,80	0,00	4	10,00	9,80	0,00

**DATI ELEMENTI RIGIDI**

Elem. N.ro	Densita' t/mc	Dens.terr t/mc	Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
1	2,50	0,00	1	5,00	10,80
			2	5,00	0,00
			3	4,40	0,00
			4	4,40	10,80

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO**

N.ro Cerchio critico : 9				Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)								
1	-7,0	10,8	17,8	5,3314							
2	-4,0	10,8	15,7	3,9131							
3	-1,0	10,8	14,0	3,0187							
4	-7,0	11,8	18,5	4,5279							
5	-4,0	11,8	16,5	3,4912							
6	-1,0	11,8	14,8	2,8476							
7	-7,0	12,7	19,2	4,2898							
8	-4,0	12,7	17,2	3,333							
9	-1,0	12,7	15,7	2,6672							