



# Città Metropolitana di Messina

III<sup>a</sup> Direzione - Viabilità Metropolitana  
2° Servizio - Distretto Costa Jonica

**O.C.D.P.C. n° 340 del 9 Maggio 2016:** Interventi urgenti sulla S.P. 19 ricadente nel territorio del Comune di Casalvecchio Siculo. **COD.340-C32**

## PROGETTO ESECUTIVO

### RELAZIONE DI CALCOLO PARATIA DI PALI



Progettisti: Ing. Giovanni LENTINI - Geom. Giovanni PINTO - Geom. Pasquale CHIAIA

Direttore dei Lavori: Ing. Giovanni LENTINI

Direttore Operativo: Geom. Giovanni PINTO

Ispettore di Cantiere: Geom. Pasquale CHIAIA

Il Responsabile Unico del Procedimento  
Ing. Rosario BONANNO

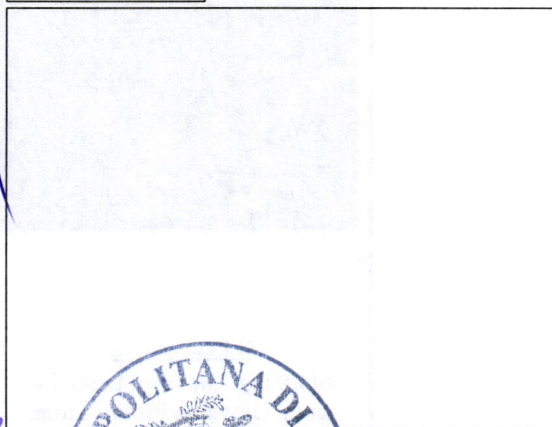
31 MAG. 2017

Il Dirigente:  
Arch. Vincenzo GITTO

TAVOLA N° D

Materiali: CLS: C25/30 Acciaio: B450C

Visti ed approvazioni



# Comune di CASALVECCHIO SICULO

Provincia di MESSINA

## ANALISI DI PARATIE A SBALZO ED ANCORATE

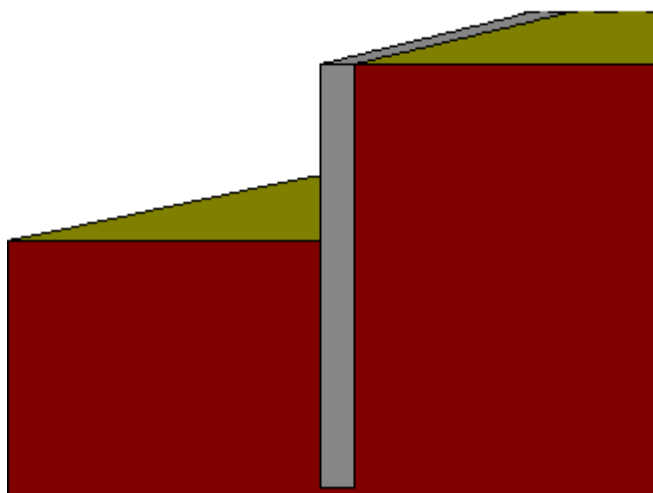
Ai sensi del D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

**Oggetto:**

**O.C.D.P.C. n° 340 del 9 Maggio 2016:** Interventi urgenti sulla S.P. 19  
ricadente nel territorio del Comune di Casalvecchio Siculo. **COD.340-C32**

**Committente:** CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA

**Data:** 23/05/2017



**Il Committente**  
(CITTA' METROPOLITANA DI  
MESSINA)

**Il Progettista**  
(dott. ing. Giovanni Lentini -  
geom. Giovanni Pinto - geom.  
Pasquale Chiaia )

**Il Calcolatore**  
(ingegnere Giovanni Lentini)

**Il Direttore dei lavori**  
(ingegnere )

## METODO DI CALCOLO LEM

### 1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

#### D.M. 14/01/2008:

- Norme tecniche per le costruzioni.

#### Circolare 617 del 02/02/2009:

- Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

### 2. CENNI TEORICI

#### 2.1. CALCOLO DELLE SPINTE

Si fa ricorso al metodo dell'equilibrio limite globale utilizzando il procedimento di COULOMB con l'aggiunta delle forze d'inerzia  $kh \cdot W$  (Monobe e Okabe) in quanto oltre che il più utilizzato ed intuitivo è anche capace di tenere in conto tutte le variabili più significative del problema, nell'ipotesi che l'opera di sostegno può subire movimenti tali da produrre nel terreno retrostante un regime di spinta attiva.

L'azione sismica viene definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo, con componente orizzontale ( $a_h$ ) ed eventualmente se presente anche la componente verticale ( $a_v$ ).

I valori di  $a_h$  ed eventuale  $a_v$  vengono ricavati in funzione delle proprietà del moto sismico atteso nel volume di terreno significativo per l'opera e della capacità dell'opera di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza

La spinta totale, in presenza di sisma, di progetto Ed esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno, vale:

$$Ed = 1/2 \gamma t (1 \pm kv) H^2 K + Sws$$

Dove:

H = spessore dello strato;

Sws = spinta idrostatica;

$\gamma t$  = peso specifico del terreno;

K = coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico);

Per stati di spinta attiva

se  $\beta \leq (\phi - \theta)$  si ha:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\phi - \theta - \delta) \{ 1 + \sqrt{ \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)} } \}^2}$$

se  $\beta > (\phi - \theta)$  si ha:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Per stati di spinta passiva (resistenza a taglio nulla tra terreno e muro):

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi + \theta) \{ 1 - \sqrt{ \frac{\sin(\phi) \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \sin(\psi + \theta)} } \}^2}$$

Con :

$$\tan \theta = (kh) / (1 \pm Kv)$$

e

$$ah = kh \cdot g = \alpha \cdot \beta_s \cdot a_{max} = S_s \cdot S_r \cdot ag_{max} \text{ da cui si ha: } kh = ah/g \text{ ed eventualmente se presente } Kv = 0.5Kh$$

Dove per i vari parametri si ha che:

- $\phi$  = angolo attrito del terreno;
- $\psi$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete dell'opera di sostegno;
- $\beta$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno;
- $\delta$  = angolo di resistenza a taglio tra terreno e muro;
- $\theta$  = angolo definito dalle espressioni precedenti;
- ah = componente orizzontale dell'accelerazione equivalente;
- av = componente verticale dell'accelerazione equivalente;
- kh = coefficiente sismico orizzontale;
- k<sub>v</sub> = coefficiente sismico verticale;
- g = accelerazione di gravità;
- $\alpha$  = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 par. 7.11.6.3.2 del DM 14/01/08);
- $\beta_s$  = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 par. 7.11.6.3.2 del DM 14/01/08);
- $S_s$  = Fattore di suolo funzione della categoria del suolo e di amplificazione stratigrafica ;
- $S_t$  = Fattore di amplificazione topografica ;

$a_{g_{max}}$  = accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido;

La spinta agente sull'opera di sostegno viene scomposta in una componente statica ( $S_{sa}$ ) ed una dinamica ( $S_{dae}$ ).

La componente statica, si ottiene ponendo  $\theta = 0$ , nell'espressione del coefficiente di spinta e sarà applicata ad H/3. La componente dinamica  $D_s = S_{dae} - S_{sa}$ , sarà applicata ad H/2.

Entrambe le componenti saranno scomposte in una orizzontale ed in una verticale;

La forza d'inerzia  $kh \cdot W$ , con W peso dell'opera di sostegno sarà applicata ad H/2.

## 2.2. SPINTA IN PRESENZA DI FALDA

L'acqua supposta in quiete e con superficie distante  $H_w$  dalla base dell'opera, genera delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla generica profondità 'z, valgono:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z \quad \text{per} \quad z = H_w, P_w(H_w) = \gamma_w \cdot H_w$$

Pertanto la spinta vale:  $S_{ws} = 1/2 \gamma_w \cdot H_w^2$

La spinta del terreno immerso si modifica sostituendo  $\gamma_t$  con  $\gamma'_t$ , peso specifico del materiale immerso in acqua:

$$\gamma'_t = \gamma_{saturo} - \gamma_w$$

## 3. DATI GENERALI

### 3.1. DATI SISMICI

Zona Sismica	: 1
Categoria topografica	: T3
Categoria di suolo	: B
Vita nominale [anni]	: 50
Tipo di opera	: Opere ordinarie
Classe d'uso	: II
$S_s$	: 1.20
$S_T$	: 1.20
Accel. orizz. max attesa al sito ( $a_{max}$ ) = $S_s \cdot S_T \cdot A_g$	: 0.271
Aliquota di accelerazione sismica	: 0.271
Coeff. deformabilità	: 0.9157
Coeff. di spostamento	: 0.5585
Coefficiente sismico orizzontale ( $K_h$ )	: 0.1386
Coefficiente sismico verticale ( $K_v$ )	: 0.0000
Spostamento max ammesso [m]	: 0.0300

<b>COORDINATE DEL SITO (Datum ED50): LONGITUDINE: 0.0000° - LATITUDINE: 0.0000°</b>			
<b>Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito</b>			
<b>Numero punto</b>	<b>Longitudine [°]</b>	<b>Latitudine [°]</b>	
<b>Dati SLV</b>			
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>Accelerazione sismica</b>	<b>Coefficiente <math>F_0</math></b>	<b>Periodo TC*</b>
	<b><math>A_g</math></b>		
<b>0</b>	0.188	2.401	0.000

### 3.2. DATI TOPOGRAFICI

Altezza terrapieno	= 500 cm
Inclinazione p.c. a monte	= 0.00 °

Inclinazione p.c. a valle = -15.00 °

### 3.3. FATTORI DI SICUREZZA RIDUTTIVI ADOTTATI

Quoziente riduttivo Resistenza passiva = 1.40  
 Quoziente riduttivo tan(Ang. Attr) = 1.00  
 Quoziente riduttivo coesione = 1.00

### Dati Tipologia II

Disposizione: Pali su una fila  
 Diametro = 80 cm  
 Copriferro = 3.00 cm  
 Interasse longitudinale = 90 cm  
 Lunghezza palificata = 5700.00 cm

### 3.4. TRAVE DI CORONAMENTO

Base trave = 100 cm  
 Altezza trave = 90 cm  
 Copriferro trave = 3.00 cm

### 3.5. MATERIALI

#### CALCESTRUZZO

Nome	Class e	Rck [daN/cm <sup>2</sup> ]	v	ps [daN/m <sup>3</sup> ]	αt [1/°C]	Ec [daN/cm <sup>2</sup> ]	γm, c	Ect /Ec	fck [daN/cm <sup>2</sup> ]	fed SLU [daN/cm <sup>2</sup> ]	fetd SLU [daN/cm <sup>2</sup> ]	fctk,0.05 [daN/cm <sup>2</sup> ]	fctm [daN/cm <sup>2</sup> ]	εc2 [%]	εcu 2 [%]
CLS 300	C25/30	300	0.15	2500.00	1.0E-005	31475.06	1.50	0.50	250.00	141.67	11.97	17.95	25.65	2.00	3.50

#### ACCIAIO ARMATURE

Nome	Tipo	γm	γE	Es [daN/cm <sup>2</sup> ]	fyk [daN/cm <sup>2</sup> ]	ftk [daN/cm <sup>2</sup> ]	fd SLU [daN/cm <sup>2</sup> ]	k	εud [%]
Barre1	B450C	1.15	-	2100000.00	4500.00	5400.00	3913.04	1.00	0.00

### 3.6. FALDA ACQUIFERA

Profondità falda monte = 800.00 cm  
 Profondità falda a valle = 700.00 cm

### 3.7. DATI GEOTECNICI STRATIGRAFIA

	H (cm)	c (daN/m <sup>2</sup> )	cu (daN/m <sup>2</sup> )	φ (°)	γt (daN/m <sup>3</sup> )	δm (°)	δv (°)
Strato 1	2000	0	0	36	1980	18	18

### 3.8. COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI NELLA VERIFICA DELLA PARATIA

La verifica della struttura di sostegno viene effettuata sulla base delle combinazioni seguenti.

#### COMBINAZIONI DI CALCOLO

Combinazione n.1 - A1 + M1 + R1

Combinazione n.2 - A2 + M2 + R1

Combinazione n.3 - EQU + M2 + R1

Combinazione n.4 - A1\* + M1 + R1 ± Sisma

Combinazione n.5 - A2\* + M2 + R1 ± Sisma

Combinazione n.6 - EQU\* + M2 + R1 ± Sisma

COMBINAZIONE DI CALCOLO - Verifica a stabilità globale

Combinazione Stab. Glob - A2 + M2 + R2

I coefficienti parziali adottati in ogni combinazione elaborata per la verifica della paratia, vengono definite nelle seguenti tabelle dei coefficienti

Coefficienti per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto	Coeff. Parz.	A1 (STR)	A2 (GEO)	EQU	A1*	A2*	EQU*
<b>Permanenti</b>	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.3	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0
<b>Permanenti non. Strutt.</b>	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.5	1.3	1.5	1.0	1.0	1.0
<b>Variabili</b>	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.5	1.3	1.5	1.0	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza a cui applicare i coeff. parz.	M1	M2
<b>Tangente dell'angolo di attrito</b>	$\tan\phi$	1.00	1.25
<b>Coesione</b>	C	1.00	1.25
<b>Coesione non drenata</b>	$C_u$	1.00	1.40
<b>Peso dell'unita' di volume</b>	$\gamma$	1.00	1.00

Coefficienti parziali resistenze

Coefficiente Parziale	Ri
<b>R1(Resistenza del terreno a valle)</b>	1.00
<b>R2 (Coeff. stabilita' globale)</b>	1.10

### 3.9. SOVRACCARICHI

**STRISCE DI CARICO a Monte**

**Variabile**

$Q_{vsm}$  = 1000.00 daN/m<sup>2</sup>

$x_{1m}$  = 0 cm

$x_{2m}$  = 500 cm

**CARICO UNIFORME a Monte**

**Permanente**

Q<sub>vm</sub> = 1000 daN/m<sup>2</sup>

#### 4. RISULTATI DI CALCOLO

##### 4.1. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A1 + M1 + R1

###### COEFFICIENTI DI SPINTA

K<sub>a</sub> : coefficiente di spinta attiva statica;  
 K<sub>as</sub> : coefficiente di spinta attiva dinamica;  
 K<sub>p</sub> : coefficiente di spinta passiva;

	<b>K<sub>a</sub></b>	<b>K<sub>as</sub></b>	<b>K<sub>p</sub></b>
<b>Strato 1</b>	0.24	0.24	2.30
<b>Strato 2</b>	0.26	0.26	2.30

Altezza terrapieno = 500 cm  
 Profondità di infissione = 650 cm  
 Profondità di infissione aument. del 20% = 780 cm

###### ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI

Sez (cm)	p (daN/cm <sup>2</sup> )	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.11	128	3	0
60	0.13	797	127	-121
120	0.15	1658	455	-561
180	0.18	2579	970	-1441
240	0.20	3561	1673	-2883
300	0.23	4604	2562	-4992
360	0.26	5708	3639	-7760
420	0.29	6873	4904	-11118
480	0.32	8099	6355	-15172
540	0.17	9400	7657	-16805
600	-0.07	10747	7988	-21372
660	-0.31	12155	7450	-26307
720	-0.55	13624	6026	-30868
780	-0.79	15154	3482	-34177
840	-0.96	15982	185	-35579
900	-1.21	16736	-4027	-35169
960	-1.45	17490	-9143	-32058
1020	-1.70	18244	-15162	-25765
1080	-1.94	18998	-22086	-15693
1140	-2.19	19752	-29913	-1978
1150	-2.23	19877	-31305	821

##### 4.2. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A2 + M2 + R1

###### COEFFICIENTI DI SPINTA

K<sub>a</sub> : coefficiente di spinta attiva statica;  
 K<sub>as</sub> : coefficiente di spinta attiva dinamica;  
 K<sub>p</sub> : coefficiente di spinta passiva;

	<b>K<sub>a</sub></b>	<b>K<sub>as</sub></b>	<b>K<sub>p</sub></b>
<b>Strato 1</b>	0.30	0.30	1.88
<b>Strato 2</b>	0.33	0.33	1.88

Altezza terrapieno = 500 cm

Profondità di infissione = 740 cm  
 Profondità di infissione aument. del 20% = 888 cm

**ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI**

Sez (cm)	p (daN/cm <sup>2</sup> )	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.10	128	3	0
60	0.12	796	123	-107
120	0.14	1653	440	-528
180	0.17	2568	938	-1326
240	0.19	3543	1617	-2694
300	0.22	4576	2477	-4599
360	0.25	5669	3518	-7069
420	0.28	6820	4740	-10215
480	0.31	8030	6143	-12940
540	0.19	9310	7453	-15373
600	0.00	10638	7999	-19998
660	-0.19	12024	7867	-24932
720	-0.38	13469	7038	-29742
780	-0.57	14973	5278	-33450
840	-0.68	15798	2984	-36415
900	-0.88	16552	-32	-37739
960	-1.08	17306	-3758	-37232
1020	-1.27	18060	-8196	-34264
1080	-1.47	18814	-13345	-28518
1140	-1.66	19568	-19206	-19752
1200	-1.86	20322	-25777	-7309
1240	-1.94	20825	-30471	3254

**4.3. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione EQU + M2 + R1**

**COEFFICIENTI DI SPINTA**

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;  
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;  
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	Ka	Kas	Kp
<b>Strato 1</b>	0.30	0.30	1.88
<b>Strato 2</b>	0.33	0.33	1.88

Altezza terrapieno = 500 cm  
 Profondità di infissione = 800 cm  
 Profondità di infissione aument. del 20% = 960 cm

**ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI**

Sez (cm)	p (daN/cm <sup>2</sup> )	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
10	0.11	128	3	0
60	0.13	800	136	-122
120	0.16	1667	484	-572
180	0.19	2599	1032	-1516
240	0.22	3596	1779	-3048
300	0.25	4657	2725	-5151
360	0.28	5783	3870	-8051
420	0.31	6974	5214	-11613
480	0.34	8229	6757	-16007
540	0.23	9561	8225	-18351
600	0.04	10946	8949	-22730



<b>660</b>	-0.15	12396	9011	-28294
<b>720</b>	-0.34	13910	8395	-33925
<b>780</b>	-0.52	15489	6865	-38648
<b>840</b>	-0.63	16321	4860	-41971
<b>900</b>	-0.82	17075	2149	-44457
<b>960</b>	-1.01	17829	-1259	-45517
<b>1020</b>	-1.21	18583	-5363	-44006
<b>1080</b>	-1.40	19337	-10163	-40052
<b>1140</b>	-1.59	20091	-15659	-33308
<b>1200</b>	-1.78	20845	-21852	-23106
<b>1260</b>	-1.91	21599	-28566	-8834
<b>1300</b>	-1.99	22102	-33272	2782

#### 4.4. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A1\* + M1 + R1 ± Sisma

##### COEFFICIENTI DI SPINTA

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;  
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;  
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	<b>Ka</b>	<b>Kas</b>	<b>Kp</b>
<b>Strato 1</b>	0.24	0.33	2.30
<b>Strato 2</b>	0.26	0.35	2.30

Altezza terrapieno = 500 cm  
 Profondità di infissione = 1040 cm  
 Profondità di infissione aument. del 20% = 1248 cm

##### ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI

Sez (cm)	p (daN/cm <sup>2</sup> )	N (daN)	T (daN)	M (daNm)
<b>10</b>	0.08	128	21	-2
<b>80</b>	0.11	1061	318	-320
<b>160</b>	0.15	2206	769	-1204
<b>240</b>	0.20	3435	1572	-3190
<b>320</b>	0.24	4748	2668	-6348
<b>400</b>	0.28	6143	4022	-10998
<b>480</b>	0.33	7622	5631	-15017
<b>560</b>	0.14	9198	7085	-22878
<b>640</b>	-0.13	10843	7023	-32372
<b>720</b>	-0.39	12572	5680	-42777
<b>800</b>	-0.63	14383	2661	-53170
<b>880</b>	-0.88	15236	-1450	-62780
<b>960</b>	-1.16	16241	-6965	-70389
<b>1040</b>	-1.43	17246	-13792	-75280
<b>1120</b>	-1.71	18252	-21930	-77065
<b>1200</b>	-2.00	19257	-31379	-74234
<b>1280</b>	-2.17	20262	-41843	-66064
<b>1360</b>	-2.35	21268	-53144	-52361
<b>1440</b>	-2.53	22273	-65302	-31985
<b>1520</b>	-2.72	23278	-78314	-4450
<b>1540</b>	-2.76	23530	-81701	2288

#### 4.5. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A2\* + M2 + R1 ± Sisma

##### COEFFICIENTI DI SPINTA

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;  
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;  
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	<b>Ka</b>	<b>Kas</b>	<b>Kp</b>
<b>Strato 1</b>	0.30	0.39	1.88
<b>Strato 2</b>	0.33	0.42	1.88

Altezza terrapieno = 500 cm  
 Profondità di infissione = 1850 cm  
 Profondità di infissione aument. del 20% = 2220 cm

**ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI**

<b>Sez (cm)</b>	<b>p (daN/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>N (daN)</b>	<b>T (daN)</b>	<b>M (daNm)</b>
10	0.08	128	22	-2
120	0.15	1653	611	-748
240	0.23	3543	1902	-3658
360	0.31	5669	4032	-9809
480	0.40	8030	6885	-18099
600	0.17	10638	9501	-32803
720	-0.11	13469	9980	-52795
840	-0.32	15798	8200	-74808
960	-0.62	17306	4561	-99120
1080	-0.92	18814	-1091	-123458
1200	-1.23	20322	-8756	-146444
1320	-1.40	21830	-17957	-165621
1440	-1.59	23338	-28376	-179931
1560	-1.78	24846	-40025	-188597
1680	-1.97	26354	-52904	-189094
1800	-2.16	27862	-67012	-179627
1920	-2.34	29370	-82352	-160510
2040	-2.53	30878	-98921	-130792
2160	-2.72	32386	-116721	-89854
2280	-2.91	33894	-135749	-35458
2350	-3.02	34774	-147418	2322

**4.6. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione EQU\* + M2 + R1 ± Sisma**

**COEFFICIENTI DI SPINTA**

Ka : coefficiente di spinta attiva statica;  
 Kas : coefficiente di spinta attiva dinamica;  
 Kp : coefficiente di spinta passiva;

	<b>Ka</b>	<b>Kas</b>	<b>Kp</b>
<b>Strato 1</b>	0.30	0.39	1.88
<b>Strato 2</b>	0.33	0.42	1.88

Altezza terrapieno = 500 cm  
 Profondità di infissione = 1850 cm  
 Profondità di infissione aument. del 20% = 2220 cm

**ANDAMENTO DELLE PRESSIONI E DELLE SOLLECITAZIONI**

<b>Sez (cm)</b>	<b>p (daN/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>N (daN)</b>	<b>T (daN)</b>	<b>M (daNm)</b>
10	0.08	128	22	-2
120	0.15	1653	611	-748
240	0.23	3543	1902	-3658

360	0.31	5669	4032	-9809
480	0.40	8030	6885	-18099
600	0.17	10638	9501	-32803
720	-0.11	13469	9980	-52795
840	-0.32	15798	8200	-74808
960	-0.62	17306	4561	-99120
1080	-0.92	18814	-1091	-123458
1200	-1.23	20322	-8756	-146444
1320	-1.40	21830	-17957	-165621
1440	-1.59	23338	-28376	-179931
1560	-1.78	24846	-40025	-188597
1680	-1.97	26354	-52904	-189094
1800	-2.16	27862	-67012	-179627
1920	-2.34	29370	-82352	-160510
2040	-2.53	30878	-98921	-130792
2160	-2.72	32386	-116721	-89854
2280	-2.91	33894	-135749	-35458
2350	-3.02	34774	-147418	2322

## 5. RISULTATI INFISSIONE

Profondità di infissione = 1870 cm  
 Profondità di infissione aument. del 20% = 2244 cm

## 6. RISULTATI VERIFICHE

### 6.1. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZ. PIU' SOLLECITATA

**Ns** = Sforzo normale sollecitante (positivo compressione);  
**Ms** = Momento flettente sollecitante (negativo se tende le fibre a monte );  
**Nrd** = Sforzo normale resistente di calcolo (positivo compressione);  
**Mrd** = Momento flettente resistente di calcolo (negativo se tende le fibre a monte );  
**cs** = coefficiente di sicurezza;

Sez. (cm)	Ns (daN)	Ms (daNm)	Nrd (daN)	Mrd (daNm)	cs
1650	25977	-195878	25977	-196050	1.00

Si armerà con: **43φ24**

### 6.2. VERIFICA A TAGLIO

**Vsd** = Sforzo di taglio sollecitante;  
**Vrd** = Sforzo di taglio resistente;  
 $\phi_{\text{staffe}}$  = diametro acciaio armature staffe;  
**passo** = passo staffe;  
**cs** = coefficiente di sicurezza;

Vsd (daN)	Vrd (daN)	$\phi$ (mm)	Passo (cm)	cs
10051	14199	10	22	1

### 6.3. VERIFICA TRAVE DI CORONAMENTO

#### 6.3.1. VERIFICA A FLESSIONE

**Msd** = Momento flettente sollecitante (positivo se tende le fibre inferiori );  
**Mrd** = Momento flettente resistente (positivo se tende le fibre inferiori );  
**cs** = coefficiente di sicurezza;

<b>Msd</b> (daNm)	<b>Mrd</b> (daNm)	<b>cs</b>
<b>39473</b>	4443782	113

Si armerà con: **7φ18(Armatura inferiore) e 7φ18(Armatura superiore)**

### 6.3.2. VERIFICA A TAGLIO

**Vsd** = Sforzo di taglio di calcolo;  
**φ<sub>staffe</sub>** = diametro acciaio armature staffe;  
**passo** = passo staffe;  
**cs** = coefficiente di sicurezza;

<b>Vsd</b> (daN)	<b>Vrd</b> (daN)	<b>φ</b> (mm)	<b>Passo</b> (cm)	<b>cs</b>
<b>1589</b>	16043	10	30	10.10

### 7. VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE

Il carico limite del terreno si ottiene dalla somma di tre contributi dovuti:

- alla coesione del terreno.
- al carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione.
- al peso del terreno sottostante il piano di posa.

Il calcolo è stato effettuato seguendo la teoria di Brinch Hansen, la quale tiene conto:

- della forma della fondazione;
- della profondità del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del carico sulla fondazione;
- dell'eccentricità del carico;
- dell'inclinazione del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del piano di campagna;
- dell'effetto inerziale nella fondazione;
- dell'effetto cinematico del sottosuolo;

Il carico limite si ottiene dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = 0.5 \cdot B' \cdot \gamma_2 \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot g_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot z_{\gamma} \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma i} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + z_c + [q + \gamma_1 \cdot (D - d_w) + \gamma_1' \cdot d_w] \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q$$

Dove: **B'** è base equivalente della fondazione circolare.

**D** è la profondità del piano di posa della fondazione.

**γ<sub>1</sub>** è il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione.

**γ<sub>1</sub>'** è il peso del terreno immerso sopra il piano di posa.

**γ<sub>2</sub>** è il peso del terreno sotto il piano di posa della fondazione.

**C** è la coesione del terreno.

**q** è il carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione.

**d<sub>w</sub>** è la profondità della falda acquifera.

Combinazione A1+M1+R1

**Fattori di carico limite**

$$N_c = 0.00; N_q = 0.00; N_\gamma = 0.00$$

**Fattori di forma**

$$S_c = 0.00; S_q = 0.00; S_\gamma = 0.00$$

**Fattori di profondità**

$$D_c = 0.00; D_q = 0.00; D_\gamma = 0.00$$

**Fattori di inclinazione dei carichi**

$$I_c = 0.00; I_q = 0.00; I_\gamma = 0.00$$

**Fattori di inclinazione del piano di campagna**

$$G_c = 0.00; G_q = 0.00; G_\gamma = 0.00$$

**Fattori di inclinazione del piano di posa**

$$B_c = 0.00; B_q = 0.00; B_\gamma = 0.00$$

**Fattori di portanza dell'effetto cinematico:**

$$e_{\gamma k} = 0.00; e_{\gamma i} = 0.00$$

Nel caso in esame si ottiene il seguente carico limite:

$$q_{Lim} = 0.00 \text{ daN/cm}^2$$

Avendo assunto un coefficiente di sicurezza (imposto dalle indicazioni normative) pari a **2.30**, il carico limite di calcolo è:

$$q_{LimD} = 0.00 \text{ daN/cm}^2$$

Dati verifica

Tipologia	: Circolare
Diam.	= 80 cm
Prof.	= 2244 cm

Considerando una pressione agente pari a: **7.90 daN/cm<sup>2</sup>**

$$q_d = 7.90 \text{ daN/cm}^2 < q_{LimD} = 0.00 \text{ daN/cm}^2$$

La verifica a carico limite dell'opera risulta non soddisfatta con un coefficiente di sicurezza pari a **0.00**.

**SOMMARIO**

<b>1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	1
<b>2. CENNI TEORICI</b> .....	1
<b>2.1. CALCOLO DELLE SPINTE</b> .....	1
<b>2.2. SPINTA IN PRESENZA DI FALDA</b> .....	2
<b>3. DATI GENERALI</b> .....	2
<b>3.1. DATI SISMICI</b> .....	2
<b>3.2. DATI TOPOGRAFICI</b> .....	2
<b>3.3. FATTORI DI SICUREZZA RIDUTTIVI ADOTTATI</b> .....	3
<b>3.4. TRAVE DI CORONAMENTO</b> .....	3
<b>3.5. MATERIALI</b> .....	3
<b>3.6. FALDA ACQUIFERA</b> .....	3
<b>3.7. DATI GEOTECNICI STRATIGRAFIA</b> .....	3
<b>3.8. COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI NELLA VERIFICA DELLA PARATIA</b> .....	3
<b>3.9. SOVRACCARICHI</b> .....	4
<b>4. RISULTATI DI CALCOLO</b> .....	5
<b>4.1. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A1 + M1 + R1</b> .....	5
<b>4.2. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A2 + M2 + R1</b> .....	5
<b>4.3. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione EQU + M2 + R1</b> .....	6
<b>4.4. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A1* + M1 + R1 ± Sisma</b> .....	7
<b>4.5. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione A2* + M2 + R1 ± Sisma</b> .....	7
<b>4.6. RISULTATI DI CALCOLO - Combinazione EQU* + M2 + R1 ± Sisma</b> .....	8
<b>5. RISULTATI INFSSIONE</b> .....	9
<b>6. RISULTATI VERIFICHE</b> .....	9
<b>6.1. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE SEZ. PIU' SOLLECITATA</b> .....	9
<b>6.2. VERIFICA A TAGLIO</b> .....	9
<b>6.3. VERIFICA TRAVE DI CORONAMENTO</b> .....	9
<b>6.3.1. VERIFICA A FLESSIONE</b> .....	9
<b>6.3.2. VERIFICA A TAGLIO</b> .....	10
<b>7. VERIFICA A CARICO LIMITE VERTICALE</b> .....	10